

**Einfluss der Fütterung von Atlantischem Farmlachs (*Salmo salar* L.)
in unterschiedlicher Zubereitung auf die sensorische Wahrnehmung
durch Experten- und Konsumentenpanel**

Anwendung unterschiedlicher sensorischer Methoden
und Korrelationen der analytischen und hedonischen Daten

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von
Dipl. oec. troph. Karolin Schacht
aus Kiel

Kiel, 2010

Gedruckt mit Genehmigung der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Bei allen, die mich bei der Erstellung meiner Dissertation und Durchführung des Forschungsprojektes unterstützt haben, bedanke ich mich ganz herzlich.

Mein besonderer Dank gilt

Frau Prof. Dr. Karin Schwarz, Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde, Abteilung Lebensmitteltechnologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, die mir die Möglichkeit gegeben hat, dieses Thema als Dissertation zu bearbeiten. Für die hilfreiche und freundliche Unterstützung und auch die kurzfristigen Hilfestellungen bedanke ich mich sehr.

Frau Prof. Dr. Mechthild Busch-Stockfisch, Fakultät Life Sciences, Department der Ökotrophologie der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, für die stets fürsorgliche, fachliche und die ausgesprochen persönliche Beratung während der gesamten Projektdauer. Ihre Ausdauer und ihr Humor haben mich in meiner Arbeit sehr bestärkt. Herzlichen Dank für die spontane Übernahme des Koreferats.

Katja Barth, Stefanie Christ, Julia Ehrke, Juliane Ellert, Juliane Giertz, Kerstin Jahnke, Kathleen Nicklaus, Nadine Passage und Katrin Wittig für die wirklich tatkräftige Unterstützung.

Anneliese Ehrich, Edith Lütten, Holger Koopmann, Inge Nüstedt, Barbara Weigt und Erhard Köhn, Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Ernährungswissenschaftlichen Labors und Lehrbeauftragten der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, für die großzügige Hilfsbereitschaft und die Liebenswürdigkeit mich in ihr Team aufzunehmen. Für stets offene Ohren bei kleinen und großen Widrigkeiten habe ich mich sehr gefreut.

Herrn Prof. Dr. Dr. Hans Steinhart, Institut für Lebensmittelchemie der Universität Hamburg, und Carola Göldnitz für die gute Zusammenarbeit, den regen Austausch und die schöne gemeinsame Zeit.

Meinem Lachspanel und den vielen Konsumenten für den unermüdlichen Einsatz an den vielen Verkostungen teilzunehmen. Ohne diese Bereitschaft wäre eine Durchführung dieses Projektes nicht möglich gewesen.

Den Kooperationspartnern Gottfried Friedrichs KG und Skretting Aquaculture Research Center für die Bereitstellung und Zubereitung der Lachse. Hier bedanke ich mich besonders bei Herrn Dr. Wolfgang Koppe, Linda Jensen, Gunvor Struksnaes, Eckhard Kämmler, Sonja Löding, Stefanie Karrie und Matthias Bauer für die großzügige Unterstützung.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	VIII
Abkürzungsverzeichnis.....	X
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung.....	3
1.2 Einfluss unterschiedlicher Futtermittel auf die Gesundheit von Lachsen.....	8
1.3 Bedeutung der Substitution von Fischöl durch Rapsöl für die menschliche Ernährung.....	10
2 Grundlagen der Lebensmittelsensorik	13
3 Hypothesen	16
4 Untersuchungsmaterial	18
4.1 Aufzucht.....	18
4.2 Fütterung.....	18
4.3 Schlachtung, Transport.....	19
4.4 Probenvorbereitung.....	20
4.5 Lagerung.....	20
4.6 Standardisierungen der Zubereitungsverfahren.....	21
4.7 Darreichung der Prüfmuster.....	21
5 Sensorische Untersuchungsmethoden	23
5.1 Einsatz sensorischer Methoden mit geschulten Prüfern.....	23
5.1.1 Einfach beschreibende Prüfung.....	23
5.1.2 Konventionelle Profilprüfung.....	24
5.1.3 Paarweise Vergleichsprüfung.....	27
5.1.4 Aufbau eines Profilpanels.....	29
5.1.4.1 Schulungen der Prüfer.....	30
5.2 Einsatz sensorischer Methoden mit ungeschulten Prüfern.....	34
5.2.1 Hedonische Prüfungen: Akzeptanztest.....	34
5.2.2 Just-About-Right.....	36
5.2.3 Penalty Analyse.....	40
5.2.4 Free Choice Profiling, FCP.....	43
5.3 Preference Mapping.....	49
5.3.1 Internal Preference Mapping.....	50
5.3.2 External Preference Mapping.....	51
5.3.3 Statistische Auswertungen.....	52

5.4 Beschreibung der Prüfpersonen	57
5.4.1 Mitglieder des geschulten Panels	57
5.4.2 Mitglieder des Verbraucherpanels	57
5.5 Prüfbedingungen	59
5.5.1 Prüfraum	59
5.5.2 Datenerfassung	59
6 Ergebnisse	60
6.1 Ergebnisse der Konventionellen Profilprüfung	60
6.1.1 Gedünsteter Lachs	60
6.1.2 Gegrillter Lachs	66
6.1.3 Geräucherter Lachs	69
6.2 Ergebnisse der Paarweisen Vergleichsprüfung	72
6.2.1 Gedünsteter Lachs	72
6.2.2 Gegrillter Lachs	73
6.2.3 Geräucherter Lachs	74
6.3 Ergebnisse des Akzeptanztests	75
6.3.1 Gedünsteter Lachs	75
6.3.2 Gegrillter Lachs	78
6.3.3 Geräucherter Lachs	81
6.4 Ergebnisse der Penalty Analyse	83
6.4.1 Gedünsteter Lachs	83
6.4.2 Gegrillter Lachs	86
6.4.3 Geräucherter Lachs	90
6.5 Ergebnisse des Free Choice Profilings	94
6.5.1 Gedünsteter Lachs	94
6.5.2 Gegrillter Lachs	97
6.5.3 Geräucherter Lachs	101
6.6 Ergebnisse des Preference Mappings	102
6.6.1 Gedünsteter Lachs	102
6.6.2 Gegrillter Lachs	106
6.6.3 Geräucherter Lachs	110
7 Diskussion	112
7.1 Sensorische Beschreibungen für Lachsprodukte	112
7.2 Einfluss unterschiedlicher Fütterungen auf Farmlachs	114
7.3 Einfluss unterschiedlicher Futtermittel auf die sensorische Wahrnehmung durch Verbraucher	118

7.4 Einfluss von Tiefkühlagerungen nach Einsatz unterschiedlicher Futtermittel auf Zusammensetzung und sensorische Qualität der Lachse.....	122
7.5 Kritische Betrachtungen der Sensorischen Methoden	129
8 Ausblick	134
9 Zusammenfassung	136
10 Summary	138
11 Literaturverzeichnis	140
Anhang	150

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1	Eco-Labeling verschiedener Organisationen.....	2
Abb. 4.1	Zuschnitt des zu untersuchenden Mittelstücks der Lachsseite.....	21
Abb. 5.1	Beispiel eines Prüfbogens für die Einfach beschreibende Prüfung.....	23
Abb. 5.2	Beispiel einer Linienskale.....	24
Abb. 5.3	Schulungsphasen für das Konventionelle Profil.....	30
Abb. 5.4	Training der Geschmacksintensitäten mit Hilfe einer Paarweisen Vergleichsprüfung.....	31
Abb. 5.5	Ansicht eines Triangle Plots.....	38
Abb. 5.6	Konfiguration zweier Prüfer vor GPA.....	44
Abb. 5.7	Verschiebung zweier Einzelkonfigurationen zu einem gemeinsamen Zentrum.....	44
Abb. 5.8	Konfigurationen nach Zentrierung und Rotation.....	45
Abb. 5.9	Konfigurationen nach Zentrierung, Rotation und Isotropischer Skalierung.....	45
Abb. 5.10	Geometrische Interpretation der erklärten, nicht-erklärten und Gesamt-Varianz.....	46
Abb. 5.11	Illustration einer Internal Preference Map.....	50
Abb. 5.12	Altersstruktur der Verbraucher.....	57
Abb. 6.1	Sensorische Veränderungen von Attributen ungelagerter gedünsteter Lachsproben durch den Einsatz unterschiedlicher Futtermittel.....	60
Abb. 6.2	Sensorische Veränderungen von Attributen der 6-monatig gelagerten gedünsteten Lachsproben durch den Einsatz unterschiedlicher Futtermittel.....	62
Abb. 6.3	Sensorische Veränderungen von Attributen der 12-monatig gelagerten gedünsteten Lachsproben durch den Einsatz unterschiedlicher Futtermittel.....	64
Abb. 6.4	Sensorische Veränderungen von Attributen ungelagerter gegrillter Lachsproben durch den Einsatz unterschiedlicher Futtermittel.....	66
Abb. 6.5	Sensorische Veränderungen von Attributen der 6-monatigen gelagerten gegrillten Lachsproben durch den Einsatz unterschiedlicher Futtermittel.....	67
Abb. 6.6	Sensorische Veränderungen von Attributen der 12-monatig gelagerten gegrillten Lachsproben durch den Einsatz unterschiedlicher Futtermittel.....	68
Abb. 6.7	Sensorische Veränderungen von Attributen ungelagerter geräucherter Lachsproben durch den Einsatz unterschiedlicher Futtermittel.....	69

Abb. 6.8	Sensorische Veränderungen von Attributen der 3-monatig gelagerten geräucherten Lachsproben durch den Einsatz unterschiedlicher Futtermittel.....	71
Abb. 6.9	Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz ungelagerter gedünsteter Lachse.....	75
Abb. 6.10	Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz 6-monatig gelagerter gedünsteter Lachse.....	76
Abb. 6.11	Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz 12-monatig gelagerter gedünsteter Lachse.....	77
Abb. 6.12	Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz ungelagerter Grilllachse.....	78
Abb. 6.13	Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz 6-monatig gelagerter Grilllachse.....	79
Abb. 6.14	Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz 12-monatig gelagerter Grilllachse.....	80
Abb. 6.15	Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz ungelagerter Räucherlachse	81
Abb. 6.16	Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz 6-monatig gelagerter Räucherlachse.....	82
Abb. 6.17	Strafpunkte aromatischer Lachsgeschmack, Dünstlachs_ungelagert.....	83
Abb. 6.18	Strafpunkte Festigkeit der Textur, Dünstlachs_ungelagert.....	83
Abb. 6.19	Strafpunkte Saftigkeit der Textur, Dünstlachs_ungelagert.....	83
Abb. 6.20	Strafpunkte Farbe im Inneren, Dünstlachs_6 Monate gelagert.....	84
Abb. 6.21	Strafpunkte aromatischer Lachsgeschmack, Dünstlachs_6 Monate gelagert.....	84
Abb. 6.22	Strafpunkte buttriger Geschmack, Dünstlachs_6 Monate gelagert.....	84
Abb. 6.23	Strafpunkte Festigkeit der Textur, Dünstlachs_6 Monate gelagert.....	84
Abb. 6.24	Strafpunkte Saftigkeit der Textur, Dünstlachs_6 Monate gelagert.....	84
Abb. 6.25	Strafpunkte Farbe im Inneren, Dünstlachs_12 Monate gelagert.....	85
Abb. 6.26	Strafpunkte aromatischer Lachsgeschmack, Dünstlachs_12 Monate gelagert.....	85
Abb. 6.27	Strafpunkte buttriger Geschmack, Dünstlachs_12 Monate gelagert.....	85
Abb. 6.28	Strafpunkte Festigkeit der Textur, Dünstlachs_12 Monate gelagert.....	85
Abb. 6.29	Strafpunkte Saftigkeit der Textur, Dünstlachs_12 Monate gelagert.....	85
Abb. 6.30	Strafpunkte Grillgeschmack, Grilllachs_ungelagert.....	86
Abb. 6.31	Strafpunkte aromatischer Lachsgeschmack, Grilllachs_ungelagert.....	86
Abb. 6.32	Strafpunkte Festigkeit der Textur, Grilllachs_ungelagert.....	86

Abb. 6.33	Strafpunkte Saftigkeit der Textur, Grilllachs_ungelagert.....	86
Abb. 6.34	Strafpunkte Farbe im Inneren, Grilllachs_6 Monate gelagert.....	87
Abb. 6.35	Strafpunkte aromatischer Lachsgeschmack, Grilllachs_6 Monate gelagert	87
Abb. 6.36	Strafpunkte Grillgeschmack, Grilllachs_6 Monate gelagert.....	87
Abb. 6.37	Strafpunkte Festigkeit der Textur, Grilllachs_6 Monate gelagert.....	87
Abb. 6.38	Strafpunkte Saftigkeit der Textur, Grilllachs_6 Monate gelagert.....	87
Abb. 6.39	Strafpunkte Öligkeit der Textur, Grilllachs_6 Monate gelagert.....	87
Abb. 6.40	Strafpunkte Farbe im Inneren, Grilllachs_12 Monate gelagert.....	88
Abb. 6.41	Strafpunkte aromatischer Lachsgeschmack, Grilllachs_12 Monate gelagert.....	88
Abb. 6.42	Strafpunkte Grillgeschmack, Grilllachs_12 Monate gelagert.....	88
Abb. 6.43	Strafpunkte Festigkeit der Textur, Grilllachs_12 Monate gelagert.....	88
Abb. 6.44	Strafpunkte Saftigkeit der Textur, Grilllachs_12 Monate gelagert.....	88
Abb. 6.45	Strafpunkte Öligkeit der Textur, Grilllachs_12 Monate gelagert.....	88
Abb. 6.46	Strafpunkte Raucharoma, Räucherlachs_ungelagert.....	90
Abb. 6.47	Strafpunkte aromatischer Lachsgeschmack, Räucherlachs_ungelagert.....	90
Abb. 6.48	Strafpunkte Festigkeit der Textur, Räucherlachs_ungelagert.....	90
Abb. 6.49	Strafpunkte Öligkeit der Textur, Räucherlachs_ungelagert.....	90
Abb. 6.50	Strafpunkte Raucharoma, Räucherlachs_6 Monate gelagert.....	92
Abb. 6.51	Strafpunkte aromatischer Lachsgeschmack Räucherlachs_6 Monate gelagert.....	92
Abb. 6.52	Strafpunkte Festigkeit der Textur, Räucherlachs_6 Monate gelagert.....	92
Abb. 6.53	Strafpunkte Öligkeit der Textur, Räucherlachs_6 Monate gelagert.....	92
Abb. 6.54	Strafpunkte Farbe des Filets, Räucherlachs_6 Monate gelagert.....	92
Abb. 6.55	FCP: Konsenskonfiguration_Aussehen Gedünsteter Lachs, 6 Monate gelagert.....	95
Abb. 6.56	FCP: Konsenskonfiguration_Geruch: Gegrillter Lachs, ungelagert.....	97
Abb. 6.57	FCP: Konsenskonfiguration_Aussehen: Gegrillter Lachs, 6 Monate gelagert.....	99
Abb. 6.58	External Preference Mapping: Gedünsteter Lachs, ungelagert.....	102
Abb. 6.59	External Preference Mapping: Gedünsteter Lachs, 6 Monate gelagert.....	104
Abb. 6.60	External Preference Mapping: Gedünsteter Lachs, 12 Monate gelagert.....	105
Abb. 6.61	External Preference Mapping: Gegrillter Lachs, ungelagert.....	106
Abb. 6.62	External Preference Mapping: Gegrillter Lachs, 6 Monate gelagert.....	107
Abb. 6.63	External Preference Mapping: Gegrillter Lachs, 12 Monate gelagert.....	108
Abb. 6.64	External Preference Mapping: Geräucherter Lachs, ungelagert.....	110

Abb. 6.65	Internal Preference Mapping: Geräucherter Lachs, 6 Monate gelagert.....	111
Abb. 8.1	Preisentwicklung von Rapsöl und Fischöl.....	134

Tabellenverzeichnis

Tab. 1.1	Beschreibungen sensorischer Attribute durch chemische Komponenten...	6
Tab. 1.2	Auswahl aus den chemisch-analytischen Daten: Fettsäuren im rohen ungelagerten Lachsfilet.....	11
Tab. 2.1	Gruppen der Testmethoden in der Sensorik.....	13
Tab. 4.1	Design des Fütterungsversuchs bestehend aus 6 Diäten.....	19
Tab. 4.2	Zeitliche Abschnitte der Tiefkühlagerung.....	20
Tab. 5.1	Signifikanzniveaus.....	26
Tab. 5.2	Geräucherter Lachs für die Sammlung von Attributen.....	31
Tab. 5.3	Gedünsteter/Gegrillter Lachs für die Sammlung von Attributen.....	31
Tab. 5.4	Referenzproben für ausgewählte Attribute.....	32
Tab. 5.5	Auswahl von sensorischen Prüfungen für die Schulung der Attribute.....	33
Tab. 5.6	9-Punkte-Hedonik-Skala.....	34
Tab. 5.7	Just-About-Right-Skala mit 5 Kategorien.....	36
Tab. 5.8	JAR-Attribute für die unterschiedlich zubereiteten Lachsproben.....	37
Tab. 5.9	Beispiel der Datenvorbereitung für die Berechnung der Penalty-Analyse.....	41
Tab. 5.10	Beispiel der Berechnung der Penalty-Analyse.....	41
Tab. 6.1	Duncan Grouping der signifikanten Attribute ungelagerter gedünsteter Lachsproben.....	60
Tab. 6.2	Duncan Grouping der signifikanten Attribute der 6-monatig gelagerten gedünsteten Lachsproben.....	62
Tab. 6.3	Duncan Grouping der signifikanten Attribute der 12-monatig gelagerten gedünsteten Lachsproben.....	64
Tab. 6.4	Duncan Grouping der signifikanten Attribute der ungelagerten gegrillten Lachsproben.....	66
Tab. 6.5	Duncan Grouping der signifikanten Attribute der 6-monatig gelagerten gegrillten Lachsproben.....	67
Tab. 6.6	Duncan Grouping der signifikanten Attribute der 12-monatig gelagerten gegrillten Lachsproben.....	68
Tab.6.7	Duncan Grouping der signifikanten Attribute der ungelagerten geräucherten Lachsproben.....	69
Tab. 6.8	Duncan Grouping der signifikanten Attribute der 3-monatig gelagerten geräucherten Lachsproben.....	71
Tab. 6.9	Paarweise Vergleichsprüfung_ungelagerter gedünsteter Lachs.....	72
Tab. 6.10	Paarweise Vergleichsprüfung_6-monatig gelagerter gedünsteter Lachs.....	72
Tab. 6.11	Paarweise Vergleichsprüfung_12-monatig gelagerter gedünsteter Lachs.....	72

Tab. 6.12	Paarweise Vergleichsprüfung_ungelagerter gegrillter Lachs.....	73
Tab. 6.13	Paarweise Vergleichsprüfung_6-monatig gelagerter gegrillter Lachs.....	73
Tab. 6.14	Paarweise Vergleichsprüfung_12-monatig gelagerter gegrillter Lachs.....	73
Tab. 6.15	Paarweise Vergleichsprüfung_ungelagerter geräucherter Lachs.....	74
Tab. 6.16	Paarweise Vergleichsprüfung_3-monatig gelagerter geräucherter Lachs.....	74
Tab. 6.17	Paarweise Vergleichsprüfung_6-monatig gelagerter geräucherter Lachs.....	74
Tab. 6.18	Mittelwerte der Produktakzeptanz ungelagerter gedünsteter Lachse.....	75
Tab. 6.19	Mittelwerte der Produktakzeptanz 6-monatig gelagerter gedünsteter Lachse.....	76
Tab. 6.20	Mittelwerte der Produktakzeptanz 12-monatig gelagerter gedünsteter Lachse.....	77
Tab. 6.21	Mittelwerte der Produktakzeptanz ungelagerter Grilllachse.....	78
Tab. 6.22	Mittelwerte der Produktakzeptanz 6-monatig gelagerter Grilllachse.....	79
Tab. 6.23	Mittelwerte der Produktakzeptanz 12-monatig gelagerter Grilllachse.....	80
Tab. 6.24	Mittelwerte der Produktakzeptanz ungelagerter Räucherlachse.....	81
Tab. 6.25	Mittelwerte der Produktakzeptanz 6-monatig gelagerter Räucherlachse.....	82
Tab. 7.1	Sensorische Beschreibungen für die drei unterschiedlich zubereiteten Lachsproben.....	113

Abkürzungsverzeichnis

AA	Arachidonsäure (20:4n-6)
Abb	Abbildung
BHA	Butylhydroxyanisol
BHT	Butylhydroxytoluol
ANOVA	Analysis of Variance (Varianzanalyse)
Au	Aussehen
CO	Capelinöl
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DHA	Docosahexaensäure (22:6n-3)
E	Vitamin E
EPA	Eicosapentaensäure (20:5n-3)
FCP	Free Choice Profiling (Freies Auswahlverfahren)
FÖ	Fischöl
GC/MS	Gaschromatographie mit massenselektiver Detektion
GC/O	Gaschromatographie mit olfaktometrischer Detektion
Ge	Geruch
Gew-%	Gewichtsprozent
Gm	Geschmack
GPA	Generalized Procrustes Analysis
JAR	Just-About-Right
KJ	Kilojoule
LSD	Least-Significant-Difference-Test
MDPREF	Internal Preference Mapping
MSC	Marine Stewardship Council
n-3	Omega-3-Fettsäure
n-6	Omega-6-Fettsäure
PANOVA	Procrustes Analysis of Variance
PC	Principal Component (Hauptkomponente)
PCA	Principal Component Analysis (Hauptkomponentenanalyse)
PO	Plant Oil (pflanzliche Öle)
PREFMAP	External Preference Mapping
PUFA	polyunsaturated fatty acids (mehrfach ungesättigte Fettsäuren)
RÖ	Rapsöl
SO	Sojaöl
Tab	Tabelle

TBARS	Thiobarbitursäure-Reaktive Substanzen
Te	Textur
TK	tiefgekühlt
VAF	variance accounted for (prozentual erklärte Varianz)
VO	vegetable oil (pflanzliche Öle)

1 Einleitung

In den letzten 20 Jahren stieg die Debatte über Nachhaltigkeit im Bereich der weltweiten Fischerei. Vielfach wurden rückläufige Fanggrößen diskutiert, Fischereien, Umweltschutzverbände und Regierungsvertreter äußern Besorgnis über Seefischerei, damit verbundene Abläufe und Managementmethoden. Daher wurde Eco-Labeling von nationalen und internationalen Regierungsvertretern, Industrieorganisationen und Umweltschutzverbänden eingeführt, d.h. aufgrund bestimmter Kriterien werden Produkte oder Unternehmen gekennzeichnet, die im Sinne einer Nachhaltigkeit geführt werden (Abb. 1.1). Dabei zeigen sich große Unterschiede in Qualität, Typ und Nachweisbarkeit. Ein entsprechendes Programm sollte alle Standards unabhängig von Industrie und Fischereien entwickeln und dabei einen beratenden und konsensfindenden Prozess anwenden, so dass alle Interessenvertreter einschließlich Industrie und Umwelt eingebunden sind. Das setzt eine Evaluation voraus, in der Audits und Inputs von Interessensvertretern außerhalb der Fischerei durch externe Auditoren durchgeführt und erhalten werden. Dabei unterscheiden sie sich in ihrem Fokus auf Wild- und Farmfische, in Auditoren und Prüfmethode (Chaffee et al., 2003).

Ein Beispiel einer Kennzeichnung geschieht durch die Institution Marine Stewardship Council (MSC), die 1997 durch die Umweltorganisation WWF und den Lebensmittelkonzern Unilever gegründet wurde, um Nachhaltigkeit im Bereich der Fischerei zu verfolgen und zu integrieren. Diese ist eine unabhängige, internationale Einrichtung, die Lösungen für das Problem der Überfischung sucht. Dabei sollen Fischbestände geschützt werden, die durch stetig wachsende Nachfrage nach Fisch erschöpft und bedroht sind. Verfolgt wird dieses, indem nach dem MSC-Standard die Firmen zertifiziert werden, die ein umweltgerechtes Fischereimanagement haben. Der Standard ist eine „einzige international anerkannte Sammlung von Umweltprinzipien, die eine messbare Bewertung von Fischereibetrieben in Bezug auf gutes und nachhaltiges Management erlaubt“ (MSC, 2009). Dabei werden vereinfacht folgende Ziele angestrebt: Fischbestände sollen aufrecht erhalten werden und sich erholen, Fischbestände und deren Lebensraum sollen bei gleichzeitiger verantwortungsvoller Nutzung geschützt werden, Zukunft der Fischindustrie und der von ihr abhängigen Partner soll gesichert werden.

Zurzeit gibt es über 3000 Erzeugnisse, die von fast 1000 Unternehmen nach dem Rückverfolgbarkeitsstandard zertifiziert wurden. Weltweit sind zurzeit 56 Fischereien nach dem MSC-Standard zertifiziert. (MSC, 2009).

Abb. 1.1 Eco-Labeling verschiedener Organisationen (Chaffee, 2003)

Table 2.1 Overview showing examples of types of evaluation, certification, and labelling programmes for seafood.

Programme	Organisation or Agency	Type of Programme		Standards				Assessors		Assessment Methods				
		**** Vol.	*** Req.	Wild Fish	Farmed Fish	Single Attribute	Multiple Attribute	Internal	External	Internal to Fishery or Industry Sector	External to Fishery or Industry Sector	Check List	Performance Evaluation	Audits
Single Claims Programmes														
Dolphin Safe Tuna	US Govt. & Earth Island Institute		x	x		x			x			x		x
Turtle Safe Shrimp	Earth Island Institute	x		x		x		x			x			x
Government Programmes														
Ecologically Sustainable Development	Australian Federal Government		x	x	x		x		x	x			x	
Eco-label Programmes														
Sustainable Fisheries Management	Marine Stewardship Council	x		x			x		x		x		x	x
	Fundación Chile		x		x		x		x			x		x
Sustainable Production and Organic Processing	Farm Verified Organic (Independent company)	x		x			x		x		x			?
Responsible Programme	Global Aquaculture Alliance	x		x			x	x			?	x		x
EMS Certification Programmes														
14001	ISO	x		x	x		x	x			x	x		x
Rating Systems or Guides														
Seafood Lover's Guide	National Audubon Society	x		x	x		x		x		x		x	?
Seafood Choices	Monterey Bay Aquarium	x		x	x		x		x		x		x	?

**** Voluntary
 *** Required
 ** Programme Dependent - means the reviewers are part of the staff in the programme, rather than independent reviewers.
 * Programme Independent - means the reviewers are not programme staff, they are hired as external reviewers.
 ? Means the issue is in question either because it has not been decided or it has not been implemented.

Bei dem Streben nach umweltgerechtem Fischereimanagement ist der Begriff der Nachhaltigkeit von großer Bedeutung. Von der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (1987) wird der Begriff der Nachhaltigkeit folgendermaßen definiert:

„Nachhaltigkeit ist eine dauerhafte Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen.“

Auf den Bereich der Aquakultur bezogen hat Cotteau (2008) Nachhaltigkeit folgendermaßen definiert: „Use no more than 1 kg fish to produce 1 kg fish“.

Mit diesem Statement wird allerdings nur ein Aspekt der Nachhaltigkeit betrachtet, nämlich der Input an Rohstoffen. Ziel des heutigen Fischfarmings ist eine hohe Wachstumsrate zu erzielen, so wenig Futter wie möglich zu verbrauchen und dabei die beste Fischqualität zu erlangen. Dabei wird ein großes Augenmerk auf den Feed conversion ratio (FCR) gelegt, der eine quantitative Beschreibung für die Wachstumsperformance ist.

$$\text{Feed conversion ratio} = \frac{\text{Weight consumed over a given time (kg)}}{\text{Increase in fish weight over the same time (kg)}}$$

So werden FCRs für die Lachsfarmen von 1,2 : 1 erzielt, kontrollierte Versuche haben bereits FCRs in Höhe von weniger als 1 : 1 feststellen können. Dabei sind die Werte von vielen externen physikalischen, biologischen, ökologischen und personellen Faktoren abhängig. Ein Vergleich mit dem Statement von Cotteau ist jedoch nicht zulässig, da kommerzielle Fischfutter einen Wassergehalt von 5-10 % aufweisen, ein Lachs von 65-70 %. Somit liegt der FCR deutlich niedriger, werden die Werte auf Trockenbasis betrachtet (Sinnot, 2002).

1.1 Problemstellung

Unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit in der Fischerei wird zugleich der Einsatz von Rohstoffen im Fischfutter diskutiert, insbesondere der begrenzten Ressourcen wie Fischöl. Da die derzeitige Wachstumsrate von 8,5% pro Jahr im Bereich der Aquakultur bezüglich der Flossenfische und der Krustentiere aufrechterhalten wird, muss die Produktion und die Versorgung der Futtermittel ähnliche Ausmaße haben, um der Nachfrage an der Nährstoffversorgung der Fische gerecht zu werden. Laut Tacon und Metian (2008) ist die Produktion von Fischöl für die Futtermittel im Bereich der Aquakultur von 474000 Tonnen (1995) auf 843000 Tonnen (2007) gestiegen. Dabei ist der Bedarf für die Lachsfütterung (von *Salmo salar*, *Oncorhynchus kisutch*, *Oncorhynchus tshawytscha*) dominierend mit 43%. Während der globale Verbrauch an Fischöl in der Aquakultur ansteigt, ist die durchschnittliche diätetische Aufnahme im Futter im Zeitraum 1995 bis 2006 stetig zurückgegangen, was bei dem Lachs einer Abnahme von 25% auf 20% entspricht. Hauptgrund für diesen Rückgang ist der Fischölpreis, der sich von März 2007 bis März 2008 mit 894 US \$ auf 1700 US \$ pro Tonne nahezu verdoppelt hat. Gründe dafür sind unter anderem der stagnierende Bestand von Fischöl, die hohe Nachfrage am Markt und steigende Energiekosten.

Prognosen für Verfügbarkeit, Preise und Bedarf von Fischöl werden unterschiedlich erstellt: Laut IFFO wird der Verbrauch von Fischöl von 2002 bis 2012 um weitere 17,1% ansteigen; dabei basieren diese Werte auf einer konstanten Fischölproduktion und einiger Substitutionen von Fischöl (FÖ) durch pflanzliche Rohstoffe. Andere hingegen sagen, dass der Verbrauch von FÖ in der Futterproduktion von 2005 bis 2020 um 15,5% sinken wird. Auf die Lachsaufzucht bezogen wird die Verwendung von FÖ von 2006 bis 2020 um 39,7% sinken (Tacon et al., 2006). Gründe dafür sind die sinkende Verfügbarkeit des FÖ und damit verbunden auch steigende Kosten. Es steigt der Druck auf die Futtermittelhersteller Alternativen zu finden. Händler und Verbraucher erhöhen den Druck, um die Nachhaltigkeit des Rohstoffs und des Beifangs zu gewährleisten (Tacon et al., 2006). Somit werden pflanzliche und andere tierische Alternativen, die günstiger sind, bevorzugt eingesetzt (Tacon und Metian, 2008).

Bei diesen Prozessen der Substitution von Fischöl durch pflanzliche Öle ist es für die Industrie von großer Bedeutung, Informationen über das Aromaspektrum des Lachses und dessen Veränderungen durch typische Weiterverarbeitungs- und Zubereitungsverfahren zu gewinnen, um eine gleichbleibend hohe Produktqualität gewährleisten zu können.

Um Auswirkungen des Einsatzes pflanzlicher Öle im Futter auf das Aroma von Lachs zu ermitteln, wurden in einem Gemeinschaftsprojekt der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Fakultät Life Science, Department Ökotrophologie und der Universität Hamburg, Institut für Lebensmittelchemie, über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. parallele sensorische (HAW Hamburg) und chemisch-analytische (Universität Hamburg) Untersuchungen durchgeführt. Bei der Substitution des FÖ wurde in diesem Forschungsprojekt Rapsöl (RÖ), das aufgrund seiner ernährungsphysiologischen Fettsäureverteilung vorteilhaft ist, eingesetzt (Christen, 2007). Hinzu kommt eine Anreicherung des Futters mit Vitamin-E, um die Lagerstabilität und die gesundheitliche Konstitution der Lachse zu verbessern. Insgesamt wurden sechs verschiedene Futtermittel produziert, die sich in der Fettkombination und dem Vitamin-E-Gehalt voneinander unterscheiden, so dass sechs Lachsproben (*Salmo salar* L.) untersucht wurden. An der Universität Hamburg wurden chemisch-analytische Untersuchungen von Aroma und Fettgehalten, die Fettsäure- und Tocopherolprofile sowie die TBARS-Werte der Filets untersucht. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf den sensorischen Analysen und deren Ergebnissen; die chemisch-analytischen Daten werden gesondert von der Universität Hamburg veröffentlicht.

Da nur wenig über Auswirkungen des Einsatzes unterschiedlich hoher Mengen an Rapsöl und Vitamin E im Fischfutter auf sensorische Eigenschaften von weiterverarbeitetem Lachs bekannt ist, und andere entsprechende Studien häufig entweder nur Ergebnisse durch den Einsatz mit einem analytischen Panel oder nur Ergebnisse aus Konsumententests gewonnen haben, wurden in diesem Forschungsprojekt verschiedene sensorische Testmethoden durchgeführt: Dabei werden sowohl ein analytisches Panel mit geschulten Prüfern als auch ungeschulte Konsumenten eingesetzt; die erarbeiteten Daten werden anschließend miteinander korreliert, um umfassende Erkenntnisse über den Einfluss der Fütterung auf die sensorische Wahrnehmung zu gewinnen.

Durch den Einsatz eines speziell geschulten deskriptiven Panels wurde eine Beschreibung des Aromas von Atlantischem Farmlachs (*Salmo salar* L.) mit sensorischen Attributen gewonnen, um so die Eigenschaften des Lachses zu definieren. Es wurde eine Attributliste erstellt, die alle erforderlichen Attribute erhielt, die zur Charakterisierung und Diskriminierung von Lachsproben erforderlich waren.

In anderen Studien wurden folgende sensorische Attribute erarbeitet: Morita et al (2003) beschrieb 16 Fischbrühen, um daraus Gruppierungen für verschiedene Fischarten zu erhalten. Dieses Vorhaben untersuchten sie mittels GC/MS und geschultem Sensorikpanel. Dabei wurden vier Cluster mit folgenden Beschreibungen ermittelt: Lachs bildet zusammen mit Kohlenfisch und Schwertfisch eine Gruppe. Sie wurden vor allem als mandelartig (Phenol und Benzaldehyd) beschrieben und wiesen einen intensiven Geschmack nach gebratenem Hühnchen (schwefel- und stickstoffhaltige Verbindungen) auf. Das Aroma von gekochtem Lachs wird durch flüchtige carotinoid-zugehörige Oxidationsprodukte bewirkt. Weitere Cluster bilden die Süßwasserfische, die durch eine grüne Note gekennzeichnet wurden. Hohe Intensitäten in den Attributen Fischöl, gegrillter Fisch, Seeegeruch und fischig erhielten die Fische Sardinen und Makrelen. Flunder, Dorsch und Thunfisch bildeten den 4. Cluster und werden als süß, gebratenes Soja, gekochter Fisch und Dosenthunfisch beschrieben. Cystein steuert Verbindungen bei, die während der Erhitzung für das gekochte Fischaroma verantwortlich sind. Die gegrillte Note wird besonders durch schwefel- und stickstoffhaltige Verbindungen durch die Maillard-Reaktion verursacht. Eine erdige und schlammige Note werden durch Geosmin oder 2-Methylisborneol bewirkt, die durch verschiedene Bakterien, wie Myxo- oder Cyanobakterien produziert werden (Farmer et al., 2000). Sie weisen besonders hohe Intensitäten in Farm- oder Wildlachs auf, der aus Flüssen stammt. Farmer et al (2000) fanden heraus, dass diese Verbindungen Konzentrationen in Höhe von 1,26 µg/kg im Fisch erreichen und somit über der Geruchsschwelle liegen. Milo (1995) untersuchte Aromastoffe von gekochtem Lachs vor und nach einer Tiefkühlagerung und stellte fest, dass nach einer TK-Lagerung vor allem die Bildung von (Z)-4-Heptenal unter Wärmezufuhr beschleunigt abläuft. Dieser Aromastoff bewirkt in geringen Konzentrationen eine cremige-biskuitartige Note, in hohen Konzentrationen ein fischiges Aroma. Weiterhin werden (Z)-3-Hexenal und (Z,Z)-3-6-Nonadienal gebildet, die für den fettigen und tranigen Geschmack verantwortlich sind. Die kartoffelartige Note wird durch Methional und die Beschreibungen bezüglich des Meeres durch Bromphenole bewirkt. Für das typische Lachsaroma scheint es laut Milo keinen alleinigen Aromastoff zu geben, sondern es entsteht durch das Zusammenwirken mehrerer Substanzen. Der erwünschte Räuchergeschmack entsteht bei dem Rauchprozess durch das Verschwelen von Laub- und Nadelhölzern. Es werden Phenole und Aldehyde freigesetzt, die mit dem Eiweiß aus dem Produkt Kondensationsprodukte bilden. Dies bewirkt zum einen eine gelbliche Verfärbung an der Oberfläche des Produktes und zum anderen eine Rauchnote (Baltes, 2007).

Weiterhin wurden in diesem Forschungsprojekt Profilprüfungen mit geschulten Prüfern durchgeführt, um Attribute und deren Intensitäten zu identifizieren, die durch variierende Fettkombinationen und Vitamin-E-Gehalte im Futter in dem Lachs (ungelagert und gelagert) beeinflusst werden.

Mit Hilfe eines Verbraucherpanels wurden mittels affektiver Tests, durch subjektive Wahrnehmung der Produkte, Informationen über die Produktakzeptanz der Lachse bei Einsatz der sechs Futtermittel und Weiterverarbeitungsverfahren gewonnen.

Diese Daten wurden anschließend mit den Daten des geschulten Panels mit Hilfe des Preference Mappings kombiniert. So konnten mögliche Zusammenhänge zwischen hedonischen und analytischen Daten festgestellt werden. Diese Testmethode ermöglicht, Präferenzen zu verstehen und wichtige Faktoren für die Beliebtheit bzw. Abneigung von Produkten zu identifizieren.

Tab. 1.1: Beschreibungen sensorischer Attribute durch chemische Komponenten

Sensorische Attribute	Chemische Komponenten
balsamisch	(Z)-4-Heptenal (in niedrigen Konzentrationen cremig-biskuitartig) (Milo, 1995)
buttrig	2,3-Pentandion (Milo, 1995), 2,3-Butandion (Baek und Cadwallader, 1997)
cremig-biskuitartig	(Z)-4-Heptenal (in niedrigen Konzentrationen) (Milo, 1995)
erdig/schlammig	Geosmin, 2-Methylisborneol (Farmer et al., 2000), (Z)-1,5-Octadien-3-ol (Durnford und Shahidi, 1998)
fischig-frisch	Carbonyle, Alkohole (Durnford und Shahidi, 1998)
fischig	(Z)-4-Heptenal (in hohen Konzentrationen) (Milo, 1995)
gekochtes Fischaroma	Cystein (Morita et al., 2003)
gekochte Kartoffeln	Methional (Milo 1995), (Z)-4-Heptenal (Durnford und Shahidi, 1998)
gekochter Lachs	flüchtige carotinoid-zugehörige Oxidationsprodukte (Morita et al., 2003)
Grillaroma	schwefel- und stickstoffhaltige Verbindungen (Morita et al., 2003), 2-Acetyl-1-pyrrolin (Milo, 1995)
holzig	Phenole, Säuren, Ester, Alkohole, Kohlenwasserstoffverbindungen (Durnford und Shahidi, 1998)
Hühnchen	schwefel- und stickstoffhaltige Verbindungen (Morita et al., 2003)
karamellartig	2,3-Butandion (Baek und Cadwallader, 1997)
mandelartig	Phenol, Benzaldehyd (Morita et al., 2003)
metallisch	trans-4,5-Epoxy-(E)-2-decenal (Milo, 1995)
ölig	(Z)-3-Hexenal, (Z,Z)-3-6-Nonadienal (Milo, 1995)
Raucharoma	Phenole, Säuren, Ester, Alkohole, Kohlenwasserstoffverbindungen (Durnford und Shahidi, 1998), Phenole (Kasahara und Nishibori, 1979)
sauer/säuerlich	Essigsäure (Milo, 1995)
seeähnlich	Bromphenole (Milo, 1995)
tranig	(Z)-3-Hexenal, (Z,Z)-3-6-Nonadienal (Milo, 1995)

Weiterhin wurde festgestellt, ob Produktunterschiede, die von dem analytischen Panel wahrgenommen wurden, auch von ungeschulten Prüfern identifiziert wurden und ob ungeschulte Verbraucher diese Unterschiede zwischen den Produkten mit den gleichen oder ähnlichen sensorischen Attributen beschreiben.

Um weitere Informationen seitens der Konsumenten zu erhalten, wurden Fragen mit der Methode Just-About-Right gestellt, die der Erfassung der Wahrnehmung von Intensitäten sensorischer Attribute durch den Konsumenten dient. Hierbei wurde ermittelt, wie wichtig Produkteigenschaften und deren Ausprägungen für die Gesamtakzeptanz eines Produktes sind.

Um herauszufinden, ob und wie stark die Auswirkungen der Veränderungen des Rapsölanteils und Vitamin E-Gehaltes im Futter und die unterschiedlichen Zubereitungsarten durch den Konsumenten wahrgenommen und beschrieben werden, und ob und wie ungeschulte Prüfer zwischen den Produkten differenzieren konnten, wurde die Prüfmethode Free Choice Profiling angewandt.

Ein weiteres Ziel ist herauszufinden, welche Prüfmethoden geeignet sind, um die Produktunterschiede zu beschreiben und welche voneinander unabhängigen Methoden diese Resultate bestätigen.

Diese Auswahl an sensorischen Prüfmethoden soll umfassende Informationen über das Aromaspektrum und die sensorischen Eigenschaften des Lachses und dessen Veränderungen durch Weiterverarbeitungs- und Zubereitungsverfahren liefern, um Hinweise auf Optimierungsrichtungen der Lachsfütterung zu erhalten.

1.2 Einfluss unterschiedlicher Futtermittel auf die Gesundheit von Lachsen

Fischöl ist keine essentielle Futtermittelzutat, dennoch ist es in seiner Zusammensetzung für die Nährstoffversorgung der Fische nahezu ideal. Notwendig ist für die Lachse bei der Nahrung der hohe Anteil an Omega-3-Fettsäuren, der für die Gesundheit der Lachse, besonders für ihre Immunfunktion eine wichtige Rolle spielt (Tacon et al., 2006). Für ihr Wachstum und ihre Entwicklung benötigen Fische unter anderem drei langkettige Fettsäuren: Docosahexaensäure (DHA, 22:6n-3), Eicosapentaensäure (EPA, 20:5n-3) und Arachidonsäure (AA, 20:4n-6). Allgemeine Funktionen dieser drei Verbindungen sind zum einen die funktionalen und strukturellen Funktionen der Zellmembranen. Zum anderen sind sie Precursor von Eicosanoiden (Sargent et al., 1999). Weiterhin sind sie wichtige Energielieferanten im Fischfutter (Steffens, 2005). Da die verschiedenen pflanzlichen Öle, die als Substituenten für Fischöl in Frage kommen, unterschiedliche Fettsäurezusammensetzungen haben, ist somit auch die Fettsäurezusammensetzung in der Muskulatur der Fische unterschiedlich. Diese spiegelt die Zusammensetzung des Futters wider. Generell haben pflanzliche Öle einen geringeren Anteil an PUFA. Dies muss wegen des physiologischen Bedarfs der Fische bei der Fütterung berücksichtigt werden.

Es gab zahlreiche Versuche, die ergaben, dass eine Substitution von Fischöl durch pflanzliche Öle im Fischfutter keine negativen Auswirkungen auf Gesundheitszustand, Wachstum oder Futterverwertung haben, wie diese Auswahl zeigt: Rosenlund et al (2001) untersuchten Lachse, die mit sechs verschiedenen Diäten gefüttert wurden, die sich durch unterschiedliche Fettkombinationen unterschieden. Sie enthielten 40% bis 50% Fischöl plus einer oder zwei der folgenden Ölkombinationen: Rapsöl, Leinöl, Palmöl, Sojaöl oder Geflügelfett. Dabei konnten sie keinen Effekt auf das Wachstum, Qualität des Lachsfilets, Überlebensrate oder Konstitution der Lachse feststellen. Waagbø et al. (1991) untersuchten den Einfluss unterschiedlicher PUFA-Anteile im Futter auf Wachstum und die Sterblichkeit von Lachsen. Dabei konnten sie keine signifikanten Unterschiede feststellen. Thomassen und Røsjø (1989) stellten bei einem Fischölaustausch von bis zu 68% durch Raps- oder Sojaöl keinen signifikanten Effekt auf das Wachstum oder die Sterblichkeitsrate bei Lachsen fest. Auch Torstensen et al. (2004) konnten bei einem bis zu 100%igem Austausch von Capelinöl durch Rapsöl und Olivenöl keinen nennenswerten Einfluss auf das Wachstum, Futterverwertung oder Sterblichkeitsrate feststellen. Bell et al. (2001, 2002) konnten bei der Untersuchung von Auswirkungen des Austausches von Fischöl durch pflanzliche Öle wie Rapsöl, Palmöl von bis zu 100% zwar eine Abnahme des Gehaltes an EPA und DHA feststellen. Jedoch hatte dieser Austausch keine Auswirkungen auf Wachstum, Futterverwertung oder bewirkte andere gesundheitsschädliche Folgeerscheinungen. Hier muss betont werden, dass die Lachse bei der Untersuchung noch

nicht die übliche Marktgröße erreicht haben, so dass nicht alle Auswirkungen, die durch die Fütterung entstehen können, beurteilt werden konnten.

Hingegen stellten Thompson und Tatner (1996) bei einem Versuch fest, in dem Parrs (junge Lachse) Fischfutter mit unterschiedlichen Verhältnissen von n-3- zu n-6-PUFA (Sonnenblumenöl=0,3 oder Fischöl=5,2) gefüttert wurden, dass ein niedrigeres Verhältnis von n-3- zu n-6-PUFA im Futter zu einem schlechteren Immunsystem führen kann und Fische so anfälliger sind für bakterielle Infektionen. Bell et al. (1993) beobachteten verminderte Eicosanoidbildung (Leinöl), Veränderungen im Stoffwechsel sowie kardiologische Erkrankungen bei Lachsen, deren Fischöl im Futter zu 100% durch Leinöl oder Sonnenblumenöl substituiert wurde.

Diese Auswahl zeigt, dass es pflanzliche Öle gibt, die für einen absoluten Austausch von Fischöl geeignet scheinen und es gibt Öle, die nur für eine partielle Substitution zweckmäßig sind. Aufgrund der unterschiedlichen Fettsäurezusammensetzungen der pflanzlichen Öle muss vor Einsatz der jeweiligen Öle die Zusammensetzung der Nährstoffe in den Diäten geklärt sein, so dass diese im Einklang mit den Bedürfnissen der Fische steht und eine Gefährdung der Gesundheit der Fische und Verluste in der Produktqualität ausgeschlossen werden können. Laut Tacon und Metian (2008) wird in Zukunft die benötigte Menge an FÖ im Futter auf ein Minimum reduziert und durch andere Substanzen ersetzt, so dass der Lachs alle essentiellen Nährstoffe zur Verfügung hat.

1.3 Bedeutung der Substitution von Fischöl durch Rapsöl für die menschliche Ernährung

Da eine Substitution von Fischöl durch pflanzliche Öle Einfluss auf die Gesundheit von Lachsen haben kann, ist ebenso eine Betrachtung dieser Substitution für die menschliche Ernährung von Bedeutung: Fette haben einen Brennwert von 37 kJ/g und zählen somit neben den Kohlenhydraten und Proteinen zu den Energielieferanten. Neben der Energiemenge ist besonders die Zusammensetzung der Fettsäuren wichtig. Hier haben die langkettigen mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) eine hohe Bedeutung für die menschliche Gesundheit. So kann eine Vielzahl an Studien (u.a. Hahn, 2002, Singer und Wirth, 2002, Schmitt, 2002) nachweisen, dass sich PUFA günstig auf den menschlichen Körper auswirken, koronaren Erkrankungen vorbeugen und vor Herzinfarkt schützen. So sinkt beispielsweise die Infarktrate bei Personen, die 2-3-Fischmahlzeiten pro Woche zu sich nehmen, um 50% im Vergleich zu den Nicht-Fischessern (Hahn, 2002). Eine bedeutende Rolle spielen die Fettsäuren Linolsäure und alpha-Linolensäure, die als essentielle Fettsäuren gelten, da sie nicht vom Körper synthetisiert werden können und somit mit der Nahrung aufgenommen werden müssen. Linolsäure und alpha-Linolensäure sind Ausgangssäuren für die längerkettigen PUFA Arachidonsäure (Linolsäure) und Eicosapentaensäure (alpha-Linolensäure), die der Bildung von funktionell wichtigen Strukturlipiden und Eicosanoiden dienen. Zu den Eicosanoiden zählen u.a. Thromboxane, Leukotriene und Prostaglandine, die spezifische Wirkungen haben: Sie sind Bestandteile von Zellmembranen, beeinflussen Sekretionsabläufe, Entzündungsvorgänge und Immunreaktionen, die Funktionen der glatten Muskulatur, der Thrombozyten und somit auch die Blutgerinnung. Dabei wirken die aus Arachidonsäure und Eicosapentaensäure synthetisierten Eicosanoide auf die Stoffwechselfunktionen häufig unterschiedlich oder antagonistisch, so dass je nach Fettsäureangebot in der Nahrung bestimmte Effekte erzielt werden können (Kasper, 2009 und Wisker et al. 2006). Laut Biesalski (2007) konkurrieren Linolsäure und alpha-Linolensäure um das gleiche Enzymsystem, Cyclooxygenase, wobei dieses eine höhere Affinität zu den n-3-PUFA aufweist. Auf der anderen Seite hemmt Linolsäure die Eicosapentaensäuresynthese aus alpha-Linolensäure. So wird deutlich, dass es in Abhängigkeit vom Fettsäureangebot zu einem Ungleichgewicht antagonistisch wirkender Eicosanoide kommen kann und somit auch zu Fettstoffwechselstörungen wie arteriosklerotischen Gefäßerkrankungen, Störungen der Thrombozyten, Bluthochdruck.

Um eine präventative Wirkung auf den menschlichen Körper zu erreichen, ist das Verhältnis n-3-FS/n-6-FS bedeutend. Laut DGE sollte eine Zufuhr von alpha-Linolensäure zu Linolsäure das Verhältnis 1:5 betragen, die Aufnahme an n-3-PUFA 1g pro Tag.

In diesem Forschungsprojekt wurden an der Universität Hamburg, Abteilung Lebensmittelchemie von Carola Göldnitz unter Leitung von H. Steinhart chemisch-analytische Untersuchungen mit den in Kapitel 4 beschriebenen Lachsproben untersucht, wozu unter anderem die Bestimmung der Fettsäuren und des Fettgehaltes zählen. Eine Auswahl der Ergebnisse zeigt Tabelle 1.2:

Tab. 1.2: Auswahl aus den chemisch-analytischen Daten: Fettsäuren im rohen ungelagerten Lachsfilet (Göldnitz, unveröffentlicht)

Fettsäuren im Lachsfilet (Gew%)	Diät 1 0% RÖ, ↓E	Diät 2 0% RÖ, ↑E	Diät 3 30% RÖ, ↓E	Diät 4 30% RÖ, ↑E	Diät 5 60% RÖ, ↓E	Diät 6 60% RÖ, ↑E
Σn-3	35,2	35,72	27,91	28,53	21,05	21,47
Σn-6	5,76	6,08	9,35	9,41	13,14	13,14
n-3/n-6	6,12	5,88	2,99	3,03	1,6	1,63

Berechnung 200g Lachsfilet, Ø=12% Gesamtfett

Beispielrechnung für Diät 1: 200 g Lachs enthalten 24 g Gesamtfett 35,2 g n-3-PUFA in 100 g Gesamtfett 8,4 g n-3-PUFA in 24 g Gesamtfett	Beispielrechnung für Diät 5: 200 g Lachs enthalten 24 g Gesamtfett 21,1 g n-3-PUFA in 100 g Gesamtfett 5,1 g n-3-PUFA in 24 g Gesamtfett
--	--

Hier ist zu sehen, dass durch die 30 bzw. 60%ige Substitution des FÖ durch RÖ der Anteil an n-3-PUFA sinkt. Dennoch reicht er aus, um eine gesunde Entwicklung der Lachse zu gewährleisten (Peng et al. 2003). In Bezug auf den menschlichen Stoffwechsel sinkt das Verhältnis n-3/n-6-PUFA: So liegt ein Verhältnis von 6:1 bei den Fischen mit der 100%igen Fischölfütterung vor, bei den Lachsen, deren Futter eine Substitution von 60% des Fischöls durch Rapsöl erhalten hat, sinkt das Verhältnis auf 1,6:1. Somit entsprechen beide Lachsproben den Empfehlungen der DGE. Wird nur der Gehalt an n-3-PUFA betrachtet, so erreichen alle sechs Lachsproben aus dem Forschungsprojekt ein Vielfaches der empfohlenen Zufuhr. Auch kann bei einem 1-2maligen Verzehr pro Woche von Lachs mit 60%iger Substitution im Futter die Zufuhrempfehlungen von n-3-PUFA erreicht werden: Eine durchschnittliche Portion von 200g Lachsfilet enthalten 5,1 g n-3-PUFA.

Um eine „niedrigere“ Fischqualität durch geringere Gehalte an PUFA zu vermeiden, würde sich eine Fütterung in den letzten Wochen mit einem höheren Anteil an Fischöl empfehlen. Dadurch würde der Anteil an EPA und DHA deutlich steigen, so dass die Konzentrationen an n-3-PUFA bis zu 80% wieder erreicht werden (Bell et al., 2003a). Dabei konnten sogar keine signifikanten

Effekte festgestellt werden (Bell et al. 2003b), was ein Vergleich der Fische mit und ohne Austausch der Fette zeigte. Durch diese Art der Fütterung erreichen Fische wieder eine sehr hohe ernährungsphysiologische Qualität (Steffens, 2005).

2 Grundlagen der Lebensmittelsensorik

Sensorik ist die Wissenschaft vom Einsatz menschlicher Sinnesorgane zu Prüf- und Messzwecken. Die dabei benutzte Methodik wird als Sensorische Analyse bezeichnet. Sie umfasst die Planung, Durchführung und Auswertung von sensorischen Prüfungen sowie die Auswertung der Ergebnisse (DIN 10950).

Stone und Sidel (2004) sagen, dass „Sensory Evaluation has been defined as a scientific method used to evoke, measure, analyze, and interpret those responses to products as perceived through the senses of sight, smell, touch, taste, and hearing.“

Dabei können sehr unterschiedliche Tests eingesetzt werden, die sich zunächst in drei Gruppen unterteilen (Tab. 2.1). Sie unterscheiden sich in ihren Zielen voneinander und suchen Prüfpersonen nach verschiedenen Kriterien aus.

Tab. 2.1 Gruppen der Testmethoden in der Sensorik (Lawless und Heymann, 1999)

Gruppen	Frage	Typ	Kriterien der Prüfpersonen
Diskriminierungstest	Unterscheiden sich die Produkte voneinander?	analytisch	ausgewählt und geschult zur Diskriminierung von allgemeinen Produktunterschieden
Deskriptive Tests	In welchen sensorischen Eigenschaften unterscheiden sich die Produkte voneinander?	analytisch	ausgewählt und intensiv trainiert zur genauen und reproduzierbaren Messung attributbezogener Produktunterschiede
Affektive Tests	Wie akzeptiert sind Produkte? Welches Produkt wird präferiert?	hedonisch	Verwender der zu testenden Produktkategorie, ungeschult

Aufgrund der Vielzahl der unterschiedlichen sensorischen Untersuchungsmethoden ist es notwendig, die richtigen Testmethoden mit den geeigneten Prüfern anzuwenden, um wertvolle Informationen zu erhalten und die Ausgangsfragestellung beantworten zu können. Dabei können auf der einen Seite durch analytische Methoden wie Diskriminierungs- und Deskriptive Tests, Eigenschaften der Produkte definiert werden und gute Kontrollen von Produktversuchen und Maximierung der Prüfgenauigkeit erreicht werden, indem persönliche Meinungen der Prüfer so weit wie möglich ausgeschlossen werden. Auf der anderen Seite

können durch Anwendung affektiver Tests Verallgemeinerungen gezogen werden, wie die Produkte von Konsumenten wahrgenommen werden. Hier besteht die Aufgabe der Prüfer darin, ihre Bedürfnisse und Einstellungen gegenüber dem Produkt in den Vordergrund zu stellen und nicht die Charakteristika des Lebensmittels zu messen (Lawless, und Heymann, 1999). Durch eine Kombination dieser Prüfmethode können weitere Produktinformationen gewonnen werden, indem die Beziehungen zwischen den Konsumenten und den Produkteigenschaften dargestellt werden (Busch-Stockfisch, 2002).

Im vorliegenden Forschungsprojekt wurden Diskriminierungs- und Deskriptive Tests mit einem geschulten Panel durchgeführt, um Unterschiede zwischen den Produkten hinsichtlich bestimmter Produkteigenschaften zu identifizieren. Voraussetzung für geschulte Prüfer ist, dass sie eine mindestens durchschnittliche sensorische Wahrnehmung haben. Geschulte Prüfer müssen die Mindestanforderungen der Grundschulung nach DIN 10961 erfüllen, mit den gängigen Prüfmethode vertraut sein und sich je nach Produkt und Schwierigkeitsgrad der Prüfmethode einer umfangreichen produktspezifischen Schulung unterziehen. Die Prüfer betrachten die Proben aus einem analytischen Blickwinkel, d.h. sie beschreiben die Attribute, die für die Produkte relevant sind und deren Intensitäten, Ausmaße oder Verweildauer. Parallel dazu vermeiden geschulte Prüfer eine subjektive, hedonische Betrachtung, die ihre persönlichen Präferenzen widerspiegelt (Lawless und Heymann, 1999). Eine detaillierte Beschreibung über die durchgeführte produktspezifische Schulung wird in Kapitel 5.1.4.1 erläutert.

Mit ungeschulten Verbrauchern wurde die Produktakzeptanz der Produkte mittels affektiver Tests ermittelt. Weiterhin wanden ungeschulte Verbraucher das deskriptive Verfahren Free Choice Profiling (Kapitel 5.2.4) an, um Aufschlüsse über die sensorische Beschreibung und Wahrnehmung von Produktunterschieden zwischen den Lachsen von ungeschulten Verbrauchern zu gewinnen.

Im Unterschied zu geschulten Prüfern werden von ungeschulten Verbrauchern affektive Bewertungen erwartet. Ihre Reaktionen sind oft sehr spontan und basieren auf dem gesamtheitlichen Eindruck ihrer sensorischen Wahrnehmungen, die dann als Ge- oder Missfallen definiert werden. Dieser Prozess findet im Gegensatz zu geschulten Prüfern ohne analytische Überlegungen oder eine Zergliederung des Produktprofils statt (Lawless und Heymann, 1999). In vielen Marktforschungsuntersuchungen wurde festgestellt, dass ungeschulte Prüfer zwar eindeutig sagen können, ob ihnen ein Produkt gefällt oder nicht. Einen Grund zu nennen für diese Vorliebe, fällt ihnen hingegen schwer. Eine weitere Beobachtung ist, dass Konsumenten Produkte, die sie nicht mögen, häufig deskriptiv beschreiben, wie *zu salzig* oder *zu herb*, dabei erweist es sich bei dieser Beschreibung als

dennoch schwierig, Rückschlüsse auf das sensorische Niveau und inhaltliche Aussagen zu ziehen. Damit bleiben ihre Aussagen hedonisch und nicht deskriptiv (Greenhoff und MacFie, 1994).

Für die Durchführung hedonischer Testmethoden sollten die Konsumenten sorgfältig ausgesucht werden, um zu gewährleisten, dass eine Verallgemeinerung der Ergebnisse repräsentativ ist. Dabei sollte drauf geachtet werden, dass die Verbraucher Produkte dieser Gruppe regelmäßig verzehren und so mit den Produkten vertraut sind. Dadurch verfügen die Prüfer über bestimmte Erwartungen an das zu untersuchende Produkt und können sich so Meinungen durch Vergleiche zu anderen ihnen vertrauten Produkten dieser Gruppe bilden (Lawless und Heymann, 1999).

3 Hypothesen

I. Lachse werden sensorisch verändert, wenn sie mit pflanzlichen Ölen im Futter gefüttert wurden

Vorliegende Studien konnten zeigen, dass der Einsatz pflanzlicher Öle im Fischfutter Einfluss auf die sensorische Wahrnehmung hat (Skonberg et al, 1993, Torstensen et al, 2005 und Thomassen und Røsjø, 1989). Infolgedessen wird erwartet, dass sich der Einsatz von Rapsöl und unterschiedlich hohe Vitamin E-Supplementierungen im Fischfutter auf das Aroma von weiterverarbeitetem Lachs (*Salmo salar* L.) auswirkt.

Als Untersuchungsmaterial werden aus sechs unterschiedlichen Fütterungsversuchen gewonnene Lachse mittels drei Zubereitungsverfahren (Dünsten, Grillen, Räuchern) zubereitet und anschließend sensorisch analysiert.

Durch den Einsatz eines speziell geschulten deskriptiven Panels soll eine Beschreibung des Aromas von Atlantischem Farmlachs (*Salmo salar* L.) mit sensorischen Attributen gewonnen werden. Hier dient besonders der Einsatz der Profilprüfung zur Identifizierung sensorischer Attribute, die durch variierende Fettarten und Tocopherolgehalte im Futter beeinflusst werden können.

II. Durch unterschiedliche Fütterung der Lachse wird die Produktakzeptanz von ungeschulten Verbrauchern beeinflusst

Untersuchungen von Røra et al (2004) zeigten, dass Konsumenten Unterschiede zwischen Lachsen unterschiedlicher Herkunft identifizieren können. Ebenso erarbeiteten Farmer et al (1995) mittels Konsumententests Unterschiede zwischen Wild- und Farmlachsen aus unterschiedlichen Regionen, um lokale Einflüsse und damit verbundene Aufzuchtbedingungen aufzudecken, die Einfluss auf den Geschmack haben. Da weiterhin flüchtige Verbindungen durch Hitzeeinwirkungen, enzymatische Reaktionen und mikrobielle Veränderungen entstehen können, werden signifikante Unterschiede hinsichtlich der Produktakzeptanz erwartet. Durch thermische Prozesse (unterschiedliche Zubereitungen) entstehen besonders Carbonylverbindungen (Durnford und Shahidi, 1998), Furanone und Pyranone (Wisker et al, 2006) sowie schwefel- und stickstoffhaltige Verbindungen (Morita et al, 2003)

Daher werden in diesem Forschungsprojekt mit Hilfe eines Verbraucherpanels Informationen über Produktakzeptanz der Lachse bei Einsatz der sechs Futtermittel und der oben genannten Weiterverarbeitungsverfahren gewonnen.

Weiterhin wird mittels Konsumentenbefragung ermittelt, wie wichtig bestimmte Produkteigenschaften für die Akzeptanz eines Produktes sind. Dabei werden sensorische Produktattribute identifiziert, durch deren Modifikation eine höhere Produktakzeptanz erzielt werden kann. Diese Informationen lassen sich durch die Penalty-Analyse, die Verknüpfung der Daten der Gesamtbeliebtheit mit den Daten der „Just-About-Right“-Methode, extrahieren.

Um Aufschlüsse über die sensorische Beschreibung und Wahrnehmung von Produktunterschieden zwischen Lachsen durch ungeschulte Verbraucher zu gewinnen, wird das „Free Choice Profiling“ eingesetzt.

Um Gründe für Beliebtheit oder Abneigung eines Produktes zu erfahren, werden Produktinformationen, in diesem Fall sensorische Profildaten, mit den Präferenzwerten der Konsumenten durch das multivariate Verfahren „Preference Mapping“ korreliert und mittels PCA (Principal Component Analysis) dargestellt.

III. Bei Tiefkühlagerung gibt es signifikante sensorische Unterschiede zwischen Lachsen, die mit Fischöl und mit Rapsöl gefüttert wurden

Im Laufe einer Tiefkühlagerung konnten in verschiedenen Studien u.a. von Andersen und Steinholt (1992), Refsgaard et al (1998), Milo et al (1994), Rasmussen (2001) Farmer et al (2000) und Waagbø et al (1993) signifikante Veränderungen bedeutsamer sensorischer Attribute aufgezeigt werden. Zudem sind die hohen Gehalte an n-3-Fettsäuren im Fisch sehr anfällig gegenüber Lipidperoxidation. Dabei können sekundäre Oxidationsprodukte entstehen, die das charakteristische ranzige Fischaroma bewirken (Waagbø et al, 1993) und so die sensorische Wahrnehmung beeinflussen.

Dementsprechend wurde in diesem Forschungsprojekt eine Identifizierung relevanter sensorischer Attribute erwartet, die Änderungen der Produkteigenschaften beschreibt, bedingt durch unterschiedlich lange Wartezeiten.

Hierfür wird der Einfluss einer Tiefkühlagerung mit anschließender Zubereitung (Dünsten, Grillen: 6 und 12 Monate) sowie der Einfluss einer Lagerung nach dem Räuchern (3 und 6 Monate) über verschieden lange Zeitabschnitte auf das Aroma ermittelt. Diese Proben werden sowohl mit einem analytisch geschulten Panel als auch mit ungeschulten Konsumenten untersucht.

4 Untersuchungsmaterial

4.1 Aufzucht

Lachse (*Salmo salar* L.), die für dieses Forschungsprojekt aufgezogen wurden, gehören zu dem Stamm Salmobreed. Sie wiesen das gleiche Alter auf und wurden unter identischen Bedingungen in der Lerang Forskningsstasjon (Skretting ARC, Stavanger, Norwegen) aufgezogen. In den ersten 8 Lebenswochen wurden die jungen Lachse in Aufzuchtbecken in Süßwasser gehalten und mit Standardfutter versorgt. Nach 33 Wochen wurden die Lachse in Salzwasser überführt, so dass sie sich physiologisch an die unterschiedlichen Salzkonzentrationen anpassten, bevor sie nach weiteren 29 Wochen in Netzgehegen in einer geschützter Fjordschneise gehalten wurden. Diese Netze weisen eine Größe von 5x5x5 Metern auf und können etwa 200 Lachse fassen. Während weiterer 8 Wochen wurden die Lachse mit Standardfutter gefüttert, bis sie anschließend für 27 Wochen mit dem speziell für dieses Forschungsprojekt produziertem Fischfutter gefüttert wurden. Drei bis vier Tage vor der Schlachtung erhielten die Fische kein Futter, um eine Verunreinigung und mögliche Kontaminationen während der Schlachtung durch Darminhalte zu vermeiden.

Bei der Schlachtung betrug das Gewicht der Lachse im Durchschnitt 4900g. Diese Größe wurde bewusst gewählt, da Sigurgisladottir et al. (1997) für die Untersuchung mit sensorischen Prüfungen eher voluminösere Lachse empfehlen, um möglichst homogene Proben zu erhalten.

4.2 Fütterung

Aufgrund seiner ernährungsphysiologisch günstigen Fettsäureverteilung wird bevorzugt Rapsöl eingesetzt (Christen, 2007). Im Interesse einer verbesserten Lagerstabilität (Frigg et al., 1990, Waagbø et al., 1993) wird das Futter mit Vitamin E in Form von α -Tocopherolacetat supplementiert, um eine Verhinderung bzw. Begrenzung der Lipidoxidation (Watanabe et al., 1981) und eine Verbesserung der gesundheitlichen Konstitution der Lachse (Hamre und Lie, 1995) zu erreichen.

Bei diesen für das Forschungsprojekt hergestellten Futtermischungen (Tab. 4.1) wurde das Fischöl (FÖ) im Futter entweder gar nicht, zu 30% und oder zu 60% durch Rapsöl (RÖ) ersetzt. Jede dieser isoenergetischen Mischungen enthielt entweder eine hohe (600 mg/kg) oder eine praxisgerechte Vitamin E-Zulage (200mg/kg), so dass insgesamt sechs Fütterungsvarianten zur Verfügung standen. Diese Futtermischungen erhielten die Lachse 27 Wochen vor der Schlachtung. Waagbø et al. (1991, 1993), Thomassen und Røsjø (1989), Bell et al. (2003b), Hamre und Lie (1995), Robin et al. 2003 fanden heraus, dass eine

Fütterung mit Futtermischungen, die variierende Vitamin E-Zulagen und Gehalte an n-3-FS im Futter enthalten, in den letzten Lebenswochen der Lachse ausreichen, da die charakteristischen Fettsäuren der Öle im Futter im Fettsäuremuster des Fischfilets wiedergefunden werden. Das Fischöl wurde zu 100% aus Anchovis hergestellt.

Tab. 4.1 Design des Fütterungsversuchs bestehend aus sechs Diäten

Diät	Anteil der Ölkomponente am Gesamtölzusatz der Diät		α -Tocopherolacetat-Gehalt (mg/kg Futter)
	Rapsöl (RÖ, %)	Fischöl (FÖ, %)	
Diät 1	0	100	200
Diät 2	0	100	600
Diät 3	30	70	200
Diät 4	30	70	600
Diät 5	60	40	200
Diät 6	60	40	600

4.3 Schlachtung, Transport

Durch schrittweises Aufholen des Netzes wurde der Raum der zu untersuchenden Lachse eingengt, so dass die Fische mit dem Kescher in Wassertanks, die mit Eiswasser gefüllt waren, überführt werden konnten. Anschließend wurden die Lachse durch „percussiv stunning“ getötet, d.h. die Fische erhielten einen Schlag auf die Schädeldecke und einen gezielten Kiemenstich, wodurch die Lachse ausbluteten. Die Fische wurden anschließend in 1000l Boxen, die mit Eis gefüllt waren, zum Schlachthaus transportiert. Dort wurden die Lachse ausgenommen, auf Eis verpackt und nach Deutschland versandt.

4.4 Probenvorbereitung

In Deutschland wurden die Lachse von einem Kooperationspartner dieses Forschungsprojektes weiter verarbeitet. Mittels automatisierter Filetiermaschinen wurden die Lachse filetiert und per Hand getrimmt¹. Anschließend wurden die Stehgräten maschinell entfernt. Bei diesem Prozess wurden die sechs Lachsgruppen nacheinander bearbeitet, um eine strikte Trennung der unterschiedlichen Proben zu gewährleisten. Ein Teil der Lachsseiten wurde roh ohne weitere Zusätze vakuumiert verpackt und schockgefrostet. Ein weiterer Teil der Lachsseiten wurde mittels Injektionsverfahren standardisiert gesalzen und in einem Reiferaum zur Vorbereitung auf den anschließenden Räuchervorgang aufbewahrt. Nach anschließender Räucherung wurden die Lachsseiten ebenfalls vakuumiert verpackt und schockgefrostet bei einer Temperatur von -24°C. Jede Lachsseite wurde mit einem Aufkleber versehen, so dass die Lachsgruppe, die Zubereitung und das Datum der Verarbeitung vermerkt waren. Die Proben wurden zum einen Teil in den Lagerräumen des Kooperationspartners gelagert, zum anderen Teil mit einem Tiefkühltransporter in das Ernährungswissenschaftliche Labor der HAW Hamburg transportiert und dort gelagert.

4.5 Lagerung

Da Fischprodukte häufig tiefgefroren und anschließend lange gelagert werden, ist es ebenfalls erforderlich, Informationen über die sensorischen Veränderungen im Verlaufe einer Tiefkühlagerung zu gewinnen, um auch bei längerer Lagerung eine gesicherte Qualität anbieten zu können (Howgate, 2002).

Im Forschungsprojekt wurden die zu untersuchenden Lachse in geräucherter und ungeräucherter Form der üblichen Tiefkühlagerung bei einer Temperatur von -24°C unterworfen. Für die Analysen wurden nach der Hälfte sowie am Ende der Mindesthaltbarkeit (Tab. 4.2) Proben entnommen. Die rohen Proben wurden nach der Tiefkühlagerung einem Weiterverarbeitungsverfahren unterworfenen und sensorisch untersucht.

Die ungelagerten rohen und geräucherten Proben wurden bis zur Untersuchung bei einer Temperatur von -40°C gelagert.

Tab. 4.2 Zeitliche Abschnitte der Tiefkühlagerung

Zubereitungsverfahren	Hälfte der Mindesthaltbarkeit	Ende der Mindesthaltbarkeit
Geräuchert	3 Monate	6 Monate
Gedünstet	6 Monate	12 Monate
Gegrillt	6 Monate	12 Monate

¹ Entfernen von Bauchlappen, Kragen und Schwanz

4.6 Standardisierungen der Zubereitungsverfahren

Die Lachse wurden mittels drei Garverfahren zubereitet: Grillen, Dünsten und Räuchern. Um den Prüfern bezüglich Fett- und Muskelanteil möglichst homogene Proben zu geben, wurde nur der mittlere Abschnitt (Abb. 4.1) des Lachsfilets für die Zubereitung und die anschließende Verkostung verwendet.

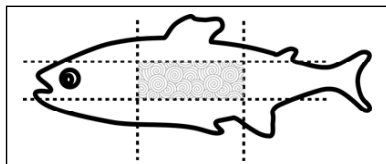


Abb. 4.1 Zuschnitt des zu untersuchenden Mittelstücks der Lachsseite

Ein Teil der Fische wurde von der Fischverarbeitungsindustrie geräuchert, der andere Teil wurde unmittelbar vor der Verkostung einem an der HAW Hamburg entwickelten standardisierten Dämpf- bzw. Grillverfahren (siehe Anhang) ohne Zusatz von Salz, Gewürzen oder Fett unterzogen. Um annähernd die gleiche Garung einhalten zu können, wurden die gedämpften und gegrillten Lachsseiten im Combi-Dämpfer von Rational mit einem jeweils identischen Garprogramm zubereitet, bis die entsprechende Kerntemperatur erreicht war. Die Kerntemperatur wurde bei der Entwicklung der Zubereitungsverfahren gemessen und als Kriterium für die Ermittlung der optimalen Garzeit herangezogen.

4.7 Darreichung der Prüfmuster

Voraussetzung für die sensorischen Prüfungen ist, dass die Proben sequentiell monadisch verkostet werden, d.h. alle Eigenschaften wurden zunächst für eine Probe beantwortet, erst dann wurde die nächste Probe analysiert. Die Probenaufstellung in einer Verkostungsreihe erfolgte nach balanciert randomisiertem Design, so dass jeder Prüfer eine andere Produktreihenfolge erhielt. Dies ist notwendig, um gegenseitige Beeinflussung der Proben auszugleichen. Dabei ermöglichte die Sensoriksoftware FIZZ (Biosystemes) diese Aufstellung zu generieren, indem sie sich an das Lateinische Quadrat annähert. Weiterhin war darauf zu achten, dass die Prüfproben einer Prüfreihe in gleichen Prüfgefäßen präsentiert wurden, die Proben in gleicher Weise durch einen 3-stelligen Zufallscode verschlüsselt waren und die Größe der Probenmenge gleich war. Sind diese Faktoren gegeben, wird das Ergebnis der Verkostung nicht durch das äußere Erscheinungsbild beeinflusst und es können von der Art der Darreichung keinerlei Rückschlüsse auf die Proben gezogen werden.

Die gedünsteten und gegrillten Prüfproben wurden von dem beaufsichtigenden Prüfleiter direkt an die Prüfer ausgegeben. Dabei wurden etwa 50g schwere Lachsstückchen aus dem Wärmewagen genommen und dem Prüfer auf einem Porzellanteller, mit einem Glasschälchen ($\varnothing = 9,0$ cm; Höhe = 4,1 cm) abgedeckt, angerichtet. Die sechs geräucherten Proben wurden dem Prüfer gemeinsam auf einem Tablett präsentiert, ebenfalls auf einem Porzellanteller angerichtet, und mit einem Glasschälchen ($\varnothing = 9,0$ cm; Höhe = 4,1 cm) abgedeckt.

Den Prüfern stand gefiltertes Wasser, schwarzer Tee sowie Frischkäse zum Neutralisieren zwischen den Proben zur Verfügung.

5 Sensorische Untersuchungsmethoden

5.1 Einsatz sensorischer Methoden mit geschulten Prüfern

5.1.1 Einfach beschreibende Prüfung

Grundlagen

Die Einfach beschreibende Prüfung wird nach DIN 10964 durchgeführt. Das Ziel ist anhand einer Auswahl verschiedener Prüfmuster, die alle für das Profil relevanten Unterschiede enthalten, eine umfangreiche Attributliste zu erstellen. Dafür erhält jeder Prüfer eine Auswahl von fünf bis sechs Proben. Laut Lawless und Heyman (1999) ist bei der Begriffesammlung sehr wichtig, dass zwischen den Produkten sensorisch wahrnehmbare Unterschiede vorliegen, um eine Beschreibung der Merkmale zu erleichtern. In diesem Forschungsprojekt erhielten die Prüfer zur Erarbeitung der Attributliste fünf Lachsproben, deren Geruch und Geschmack sie in eigenen Worten auf einem Prüfbogen (Abb. 5.1) beschreiben sollten. Zur Unterstützung erhielten sie eine Liste mit Beispielen beschreibender Ausdrücke, die auch auf Lachs und Seefische ausgerichtet waren. Die Prüfung wurde als Einzelprüfung in voneinander abgetrennten Sensorikkabinen durchgeführt, um gegenseitige Beeinflussungen der Prüfer untereinander zu vermeiden (Busch-Stockfisch, 2002).

Auswertung

Die Attributliste wurde anschließend durch Diskussionen, Zusammenfassen ähnlicher Begriffe und Eliminierung der hedonischen und unpräzisen Attribute der Prüfer reduziert, so dass eine Liste entstand, die alle relevanten Merkmalseigenschaften umfasste, die zur Charakterisierung und Diskriminierung der Prüfproben erforderlich waren (Rummel, 2002).

Name:	
<u>Einfach beschreibende Prüfung: Ge grillter Lachs</u>	
Prüfanleitung: Beschreiben Sie bitte bei den Ihnen vorliegenden Prüfproben die zutreffenden Merkmale:	
Merkmal	Beschreibung
<u>Aussehen</u>	
<u>Geruch</u>	

Abb. 5.1 Beispiel eines Prüfbogens für die Einfach beschreibende Prüfung

5.1.2 Konventionelle Profilprüfung

Theoretische Grundlagen

Die Konventionelle Profilprüfung wurde nach DIN 10967-1 durchgeführt. Die Methode dient der Qualifizierung und Quantifizierung der Merkmale von Produkten. Sie ist besonders hilfreich, wenn detaillierte Beschreibungen sensorischer Unterschiede zwischen einer Vielzahl von Produkten benötigt werden (Lawless und Heymann, 1999). Deskriptive Verfahren sollten nie von ungeschulten Verbrauchern durchgeführt werden, da nur geschulte Prüfer in der Lage sind, konstante und reproduzierbare Ergebnisse zu liefern (Lawless und Heymann, 1999). In aufwendigen Schulungen (Kapitel 5.1.4) müssen die Prüfer lernen bezüglich bestimmter Produkteigenschaften differenzieren zu können und zu definieren, welche Intensität eine Produkteigenschaft in einer Probe aufweist (Meilgaard et al., 2007).

Bei der Konventionellen Profilprüfung bewerten alle Prüfpersonen dieselben Produkteigenschaften, die in der „Einfach beschreibenden Prüfung“ (Kapitel 5.1.1) erarbeitet wurden. Da es für die Erhebung der Daten essentiell ist, dass die Prüfer mit den Attributen jeweils dieselbe Vorstellung verbinden, wurden die Prüfer bezüglich Inhaltsbedeutung sowie der Intensität der Attribute ausgiebig geschult. Während jeder Verkostung wurden Referenzproben für bestimmte Attribute bereitgestellt, so dass ein Überprüfen und Vergleichen zwischen Referenz- und Prüfprobe möglich war. Alle Prüfpersonen beurteilten bei jedem Produkt jeweils für die vorgegebenen Produkteigenschaften die Intensität anhand einer Intensitätsskala (Abb. 5.2). Zur Orientierung wurde die Skale einmal in der Mitte unterteilt, dabei entsprach der linke Bereich einer schwachen Intensität, ihm wurde der numerische Wert 0 zugeordnet. Der rechte Bereich entsprach einer starken Intensität, ihm wurde der numerische Wert 10 zugeordnet.

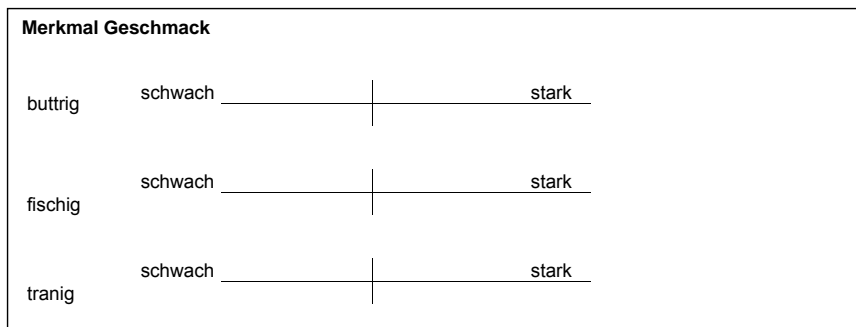


Abb. 5.2 Beispiel einer Linienskale

Bei der Profilprüfung beurteilten alle Prüfer die Proben in separaten Prüfkabinen, um Ablenkungen und Interaktionen anderer Panelmitglieder zu vermeiden (Meilgaard et al., 2007). Dabei wurde jede Prüfprobe von jedem Panelmitglied in drei Wiederholungen verkostet, um die Daten statistisch abzusichern und die Reproduzierbarkeit des Panels und der einzelnen Panelmitglieder zu überprüfen.

Statistische Auswertung

Profildaten können sowohl univariat, mit Hilfe der Varianzanalyse (ANOVA) und anschließendem Post-Hoc-Test, als auch multivariat, wie z.B. mit einer Hauptkomponentenanalyse (Kapitel 5.3.3), statistisch analysiert werden.

Die einfaktorielle Varianzanalyse, auch als ANOVA bezeichnet (Analysis of variance), untersucht die Wirkung einer unabhängigen Variablen (in diesem Forschungsprojekt die Fütterung), auch als Faktor bezeichnet, auf eine abhängige Variable (sensorische Attribute). Dabei werden die Mittelwerte der Produkte miteinander verglichen. Es ist zu untersuchen, ob sich ein bestimmter Beobachtungswert zufällig, d.h. nur durch zufällige äußere Abweichungen, oder systematisch, d.h. durch z.B. die Fütterung, vom Gesamtmittelwert unterscheidet. Dabei wird die Varianz (mittlere quadratische Abweichung) zwischen den Faktorstufen M_{Sb} (6 Lachsprodukte) ins Verhältnis zu der Varianz innerhalb der Faktorstufen M_{Sw} (Einzelwertungen der Prüfer) gesetzt. Hier gilt, je größer M_{Sb} , desto eher ist eine Wirkung der unabhängigen Variablen anzunehmen. Um den Sachverhalt statistisch zu prüfen, werden M_{Sb} und M_{Sw} in folgende Beziehung gesetzt:

$$F_{emp} = M_{Sb} / M_{Sw}$$

Für die Prüfung wird von der Nullhypothese ausgegangen, d.h. es bestehen bezüglich der Fütterung der Lachse keine Unterschiede auf die bestimmte Merkmalseigenschaft. Der empirische F-Wert wird mit dem theoretischen F-Wert laut Tabelle verglichen. Ist $F_{emp} > F_{theo}$, so wird die Nullhypothese verworfen und die Alternativhypothese gilt, d.h. die Fütterung hat einen Einfluss auf die bestimmte Merkmalseigenschaft (Backhaus, 2006).

Bei Mehrfachvergleichen (wenn mehr als 2 Produkte getestet werden), erfolgt die Datenanalyse in zwei Schritten. Dabei wird zunächst geprüft, ob zwischen allen Produkten ein signifikanter Unterschied besteht. Ist dies der Fall, so wird im zweiten Schritt mit Hilfe multipler Tests ein Vergleich mehrerer Mittelwerte durchgeführt, um zu prüfen, zwischen welchen Produkten signifikante Unterschiede bestehen. In diesem Forschungsprojekt wurde der Fisher's LSD-Test angewendet. Er besitzt die größte Aussagestärke, beinhaltet dabei

allerdings den Fehler, dass die Nullhypothese irrtümlich abgelehnt wird. Bei diesem Verfahren wird durch einen Algorithmus die kleinste signifikante Differenz berechnet, die mit der Differenz zwischen den einzelnen Mittelwerten verglichen wird. Ist die Differenz größer als der LSD-Wert, so besteht ein signifikanter Unterschied (Liptay-Reuter und Ptach, 1998). Eine ausführliche Beschreibung der Varianzanalyse und des LSD-Tests beschreiben Lawless und Heymann (1999).

Tab. 5.1 Signifikanzniveaus (Liptay-Reuter und Ptach, 1998)

Signifikanzniveau α	Statistische Sicherheit (1- α)	
0,05	0,95 (= 95 %)	signifikant
0,01	0,99 (= 99 %)	hochsignifikant
0,001	0,999 (= 99,9 %)	sehr hoch signifikant

Das Signifikanzniveau ist gleichbedeutend mit der Irrtumswahrscheinlichkeit und muss je nach Art des zu untersuchenden Sachverhaltes festgelegt werden. Die statistische Sicherheit und die Wahrscheinlichkeit keine Fehlentscheidung zu treffen ist umso größer, je niedriger die Irrtumswahrscheinlichkeit (Tab. 5.1) gewählt wird (Liptay-Reuter und Ptach, 1998).

Die Ergebnisse der Profilprüfungen werden im Allgemeinen tabellarisch, in Form einer Spinnennetzgrafik oder in Form einer Hauptkomponentenanalyse (Kapitel 5.3.3) dargestellt.

5.1.3 Paarweise Vergleichsprüfung

Theoretische Grundlagen

Die Paarweise Vergleichsprüfung (DIN 10954) gehört zu den Diskriminierungsprüfungen. Sie gilt als eine der einfachen und häufig angewendeten Methoden, die oft zu Beginn sensorischer Untersuchungen durchgeführt werden, um aufgrund der Ergebnisse zu entscheiden, welche höher entwickelten Methoden sinnvoll erscheinen. Das Ziel dieser Prüfung ist, einen sensorischen Unterschied bei einem Probenpaar festzustellen. Dabei erhält jeder Prüfer jeweils 2 Proben und muss bestimmen, welche der beiden eine höhere Intensität bezüglich einer bestimmten Produkteigenschaft aufweist, z.B. durch die Fragestellung: „Welche der beiden Proben hat einen intensiveren Fischölgeschmack?“ (Meilgaard et al., 2007).

Vor Beginn der Prüfung ist eine Festlegung bezüglich der Durchführung eines einseitigen (unilateralen²) oder zweiseitigen (bilateralen³) Testmethoden notwendig. Einseitige Prüfmethode werden häufig dann angewendet, wenn ein Effekt am Produkt bestätigt werden soll, der durch bestimmte Verbesserungen oder Behandlungen der Proben verursacht wurde (Meilgaard et al., 2007). Da bei der Abfrage der sensorischen Attribute Fischöl und Rapsöl die Gehalte der Öle im Futter bekannt waren, wird eine bestimmte Vorhersage des Ergebnisses vermutet, d.h. es wird davon ausgegangen, dass die Nullhypothese verworfen wird. Somit ist die Testmethode einseitig.

Die Probenaufstellung erfolgte in balancierter randomisierter Ordnung, um gegenseitige Produktbeeinflussungen auszuschließen. Die Prüfungen wurden mit der „Forced-Choice“-Technik durchgeführt, d.h. die Prüfperson musste sich entscheiden, welche der beiden Proben eine stärkere Ausprägung hat (DIN 10954).

Weiterhin kann die Paarweise Vergleichsprüfung für das Messen von Präferenzen verwendet werden: „Welche der beiden Proben gefällt Ihnen besser?“ (O'Mahony, 1986).

Statistische Auswertung

Die Ermittlung signifikanter Produktunterschiede erfolgt mit Hilfe binomialer Tests. Dabei wird ermittelt, wie häufig die Prüfer die richtige Probe erkannt haben. Mit Hilfe von Signifikanztabellen (für einseitige oder zweiseitige Testmethoden), in Abhängigkeit von der Anzahl der Prüfpersonen, wird nun die Signifikanz geprüft: Dabei zeigt die Signifikanztabelle für eine bestimmte Anzahl an Prüfern die Anzahl der notwendigen richtigen Stimmen. Wird

² Nur eine Antwortmöglichkeit ist von Interesse und gilt somit als richtig

³ Beide Antwortmöglichkeiten sind von Interesse

diese Zahl für eine definierte Irrtumswahrscheinlichkeit erreicht, so wird die Nullhypothese verworfen und die Proben unterscheiden sich signifikant voneinander (O'Mahony, 1986).

In dem vorliegenden Forschungsprojekt wurde die Paarweise Vergleichsprüfung vor allem für die Identifizierung von Produktunterschieden zwischen den sechs Lachsproben bezüglich der sensorischen Attribute Fischölgeruch/-geschmack und Rapsölgeruch/-geschmack angewendet. Weiterhin diente sie der Schulung und als Einstellungstest für die Probanden vor anschließenden Profilprüfungen.

Es wurden keine hedonische Fragestellungen mit ungeschulten Prüfern durchgeführt.

5.1.4 Aufbau eines Profilpanels

Dieses Kapitel beschreibt die Ausbildung und Schulung von Panelmitgliedern mit lachsspezifischen Kenntnissen. Ziel der Schulung war es, Sinne zu trainieren und zu sensibilisieren.

Laut DIN 10961 gehören zur Verarbeitung der Sinne die folgenden sechs Stufen:

- I. Aufnehmen (Empfangen)
- II. Bewusstwerden (Erkennen)
- III. Behalten (Merken)
- IV. Vergleichen (Einordnen)
- V. Wiedergeben (Beschreiben)
- VI. Beurteilen (Bewerten)

Um eine regelmäßige und zuverlässige Panelarbeit der Mitglieder zu gewährleisten, wurden Studenten und Studentinnen der HAW Hamburg aus dem Studiendepartment Ökotrophologie akquiriert. Die Arbeit mit Studierenden hat den Vorteil, dass sie idealerweise vor Ort sind und somit in den Vorlesungspausen und nach Lehrunterricht an Verkostungen teilnehmen können. Somit bleibt ihnen ein zusätzlicher Fahrweg erspart. Durch die fast tägliche Anwesenheit der Studenten ist in der Regel die Dauer der Schulung kürzer und somit die Kosten geringer. Hinzu kommt, dass Studenten fachinteressiert sind und so eine eigene Motivation vorhanden ist. Es wurden insgesamt 37 Studenten nach DIN 10961 geschult. Da eine Gruppe in dieser Größe einen erheblichen Mehraufwand bei der lachsspezifischen Schulung und der Probenvorbereitung bedeutet, der im Rahmen dieses Forschungsprojektes aus Zeit- und Kostengründen nicht machbar war, wurden 20 Studenten, die das Anforderungsprofil nach DIN 10961 erfüllen, nach den folgenden Kriterien für das finale Panel ausgewählt: Urteilsfähigkeit, Konzentrationsfähigkeit, Zuverlässigkeit, sensorisches Gedächtnis und Bereitschaft zur Zusammenarbeit. Diese Panelgröße wurde gewählt, um je nach Prüfung Daten statistisch absichern zu können und der DIN 10967-1 (Konventionelle Profilprüfung) gerecht zu werden, die eine Mindestanzahl von sechs Prüfern vorsieht. Grundvoraussetzung für die Teilnahme im Panel ist der regelmäßige Verzehr von Lachs und anderen Fischarten. Vierteljährlich sowie direkt nach den Semesterferien wurden die Panelteilnehmer mit verschiedenen sensorischen Testmethoden geprüft und bei Bedarf nachgeschult, um eine gleichbleibende Qualität des Panels zu gewährleisten. Dabei wurden die Prüfer zum einen mit Informationen über die eigenen Leistungen informiert, zum anderen wurden sie mit Produktpäckchen und einer Aufwandsentschädigung motiviert, so dass ein langfristig konstantes und präzise arbeitendes Panel sichergestellt war und die Freude an der Arbeit im Sensoriklabor erhalten blieb.

5.1.4.1 Schulungen der Prüfer

Grundvoraussetzung für die produktspezifische Schulung ist die Grundschulung nach DIN 10961, die Prüfungen mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden beinhaltet: Erkennungs- und Schwellenprüfungen, Vergleichsprüfungen, Rangordnungsprüfungen und beschreibende Prüfungen. Weiterhin werden Prüfetechniken und Prüfverfahren trainiert. Eine detaillierte Beschreibung dieser Prüfungen wird hier nicht konkretisiert und ist der DIN 10961 zu entnehmen. Abbildung 5.3 zeigt schematisch den Lernprozess der Panelteilnehmer für die produktspezifische Schulung, der über einen Zeitraum von 5 Monaten lief:

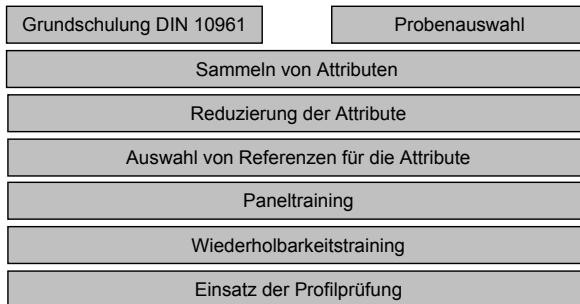


Abb. 5.3 Schulungsphasen für das Konventionelle Profil

Erstellung der Attributlisten

Die Prüfer mussten lernen analytisch zu beschreiben und hedonische Begriffe zu vermeiden. Sie mussten lernen, Produkteigenschaften für die verschiedenen Merkmale zu erarbeiten, anhand derer die unterschiedlichen Lachsproben später profiliert wurden (Rummel, 2002). Die Sammlung der Begriffe erfolgte mit Hilfe der „Einfach beschreibenden Prüfung“ (Kapitel 5.1.1). Für die Erstellung der Attributlisten wurden Lachsproben verwendet, die sich entweder in ihrem Salz-, Fettgehalt oder in ihrer Zusammensetzung der Öle im Futter voneinander unterscheiden (Tab. 5.2 und Tab. 5.3). Dabei lag der Schwerpunkt auf der Geruchs- und Geschmacksbeschreibung.

Eine einheitliche Anwendung der erarbeiteten Attribute ist zwingend notwendig und erfordert eine präzise Definition der Attribute, die mit Referenzproben (Tab. 5.4) verdeutlicht werden kann. Bei der Erstellung der Attributlisten erfolgte eine Reduzierung der Attribute, bei dem die Begriffe eliminiert wurden, die hedonischer Natur waren, die Intensitätsangaben wie z.B. „intensiv“ waren, die unpräzise waren und Produktunterschiede nicht ausreichend charakterisieren, Synonyme und gegensätzliche Begriffe, die durch ein Attribut beschrieben werden konnten.

Tab. 5.2 Geräucherter Lachs für die Sammlung von Attributen

Herkunft	Salzgehalt	Fettgehalt	Öle im Fischfutter
Norwegischer Farmlachs (D)	1,5 %	13,0	FÖ & RÖ ⁴
Norwegischer Farmlachs	0 %	nicht bekannt	nicht bekannt
Farmlachs aus Irland (U)	1,5 %	8,9	100 % FÖ
Norwegischer Farmlachs	~3 %	nicht bekannt	nicht bekannt
Norwegischer Farmlachs	1,5 %	nicht bekannt	100 % FÖ Diät 1
Norwegischer Farmlachs	1,5 %	nicht bekannt	40 % FÖ & 60 % RÖ Diät 5

Tab. 5.3 Gedünsteter/Gegrillter Lachs für die Sammlung von Attributen

Herkunft	Salzgehalt	Fettgehalt im Fisch	Fett im Fischfutter
Norwegischer Farmlachs (A)	1,5 %	nicht bekannt	nicht bekannt
Norwegischer Farmlachs (D)	0 %	13,0 %	FÖ & RÖ ⁵
Farmlachs aus Irland (U)	0 %	8,9 %	100 % FÖ
Norwegischer Farmlachs	0 %	nicht bekannt	100 % FÖ
Norwegischer Farmlachs	0 %	nicht bekannt	40 % FÖ & 60 % RÖ

Panelvalidität

Weiterhin mussten die Prüfer lernen die Intensitäten der erarbeiteten Attribute reproduzierbar, d.h. zuverlässig, zu bestimmen (Rummel, 2002). Die Bestimmung der Intensitätsunterschiede wurde vor allem mittels der Paarweisen Vergleichsprüfung, (Abbildung 5.4) aber auch mit Rangordnungsprüfungen und anderen Diskriminierungstests (Tab. 5.5) trainiert. Mit dieser Prüfung sollten die Panelteilnehmer die Unterschiede zwischen den Proben bezüglich einer ausgewählten Merkmalseigenschaft erkennen und anschließend auf einer stufenlosen Linienskala einordnen.

Verkosten Sie die Proben und kreuzen Sie an, welche Probe intensiver bezüglich des buttrigen Geschmacks ist. Geben Sie anschließend bitte die Intensitäten für beide Proben auf der Linienskala an.

Gm buttrig 412 081

Intensität schwach | | stark

Abbildung 5.4 Training der Geschmacksintensitäten mit Hilfe einer Paarweisen Vergleichsprüfung

⁴ Prozentuale Zusammensetzung der Öle ist nicht bekannt

⁵ s.o.

Tab. 5.4 Referenzproben für ausgewählte Attribute

Attribut	Referenz
Geruch / Geschmack Fischöl	Fischöl aus dem Futter
Geruch / Geschmack Rapsöl	Rapsöl aus dem Futter
Seegeruch /-geschmack	Algen aus der Ostsee, Geschmack: Noriblätter
Geruch / Geschmack tranig	Rapsöl, 3 Monate geöffnet bei 20°C gelagert
Geruch / Geschmack balsamisch	frischer gedünsteter Lachs mit Vanillezucker eingerieben
Geruch säuerlich	roher Lachs, 2 Tage bei 20°C gelagert
Geruch hefig	Hefebrot
Geruch holzig	Buchenspäne
Raucharoma	geräucherter Lachs
Geruch gekochte Kartoffeln	frischer Kartoffeldampf
Geschmack metallisch	starke Intensität: Eisensulfatlösung 0,04%igeKonzentration
Geruch / Geschmack erdig	nasser Waldboden, Pilze
Geschmack bitter	Koffein in Wasser 0,3 g/l
Geschmack sauer	Zitronensäure in Wasser 0,25 g/l
Geschmack salzig	Natriumchlorid in Wasser 1,0 g/l
Geschmack seifig	Veilchenpastillen
Geruch / Geschmack buttrig	frische Butter
Geschmack karamellartig	geschmolzener Zucker
Geschmack Hühnchen	gekochte Hähnchenbrust

Die Einzelergebnisse wurden in der Gruppe zusammengetragen und diskutiert. Durch diesen Ablauf konnten die Prüfer sehen, wie sich ihre eigenen Urteile im Vergleich zur Gruppe verhielten und sich so dem Mittelwert annähern. Wichtig war hierbei jedoch nicht das „absolute Skalenniveau“, sondern es kam auf eine ähnliche Rangfolge der Intensitäten an (Rummel 2002). Da es sich bei Lachs um ein Naturprodukt handelt, kann es trotz des Zuschnitts (Abb. 4.1), der ein möglichst homogenes Filet präsentiert, zu Unregelmäßigkeiten im Produkt kommen, so dass Urteile der Panelmitglieder nicht immer „absolut“ übereinstimmen.

Laut Rummel (2002) kann es weiterhin zu Unterschieden einzelner Merkmalseigenschaften in der Wahrnehmung aufgrund von unterschiedlicher Sensibilität der Panelisten kommen, wobei dann das Panelergebnis einen Kompromiss zwischen allen Prüfern und allen Wiederholungen zeigt. Aufgrund einiger Unregelmäßigkeiten wurde verstärkt darauf geachtet, dass das Panel bei der Profilierung der Produkte möglichst vollständig ist, um Produktschwankungen und unterschiedliche Sensibilität der Prüfer auszugleichen.

Während der gesamten Projektlaufzeit wurde zwar die Standardabweichung kontrolliert, starker Wert wurde jedoch auf die Reliabilität, d.h. Messwiederholungen der Prüfer, gelegt, um zu prüfen, ob die Panelmitglieder ihre Daten reproduzieren können. Dieses wurde besonders mit der Sensoriksoftware FIZZ durchgeführt, wodurch Ausreißer numerisch und grafisch festgestellt werden konnten. So konnte durch stetiges Skalentraining und Optimierung der Attributsdefinitionen während der Schulungsphase eine kontinuierliche Verbesserung der Genauigkeit der Panelisten festgestellt werden.

Tab. 5.5 Auswahl von sensorischen Prüfungen für die Schulung der Attribute

Prüfung	Attribut	Material
Rangordnungsprüfung DIN 10963	Geruch fischig	Gelagerte Proben vs. frische Proben
Rangordnungsprüfung DIN 10963	Geschmack rauchig	Pürierter Dünstlachs mit Raucharoma versetzt
Rangordnungsprüfung DIN 10963	Geschmack holzig	Wässrige Lösungen mit Buchenholzaufguss
Rangordnungsprüfung DIN 10963	Geschmack salzig	Unterschiedliche Salzgehalte im Lachs
Paarweise Vergleichsprüfung DIN 10954	Geruch fischig	Gelagerte Proben vs. frische Proben
Paarweise Vergleichsprüfung DIN 10954	Geruch/Geschmack tranig	Gedünsteter Lachs + braunes Lachsfleisch
Paarweise Vergleichsprüfung DIN 10954	Geruch/Geschmack buttrig	Dünstlachs + Marinieren + Injektion mit Butter
Paarweise Vergleichsprüfung DIN 10954	Geschmack metallisch	Lachs im Garbeutel mit metallischer Lösung gegart
Paarweise Vergleichsprüfung DIN 10954	Geschmack bitter	Lachs im Garbeutel mit Koffeinelösung gegart
Paarweise Vergleichsprüfung DIN 10954	Geschmack süß	Lachs im Garbeutel mit Saccharoselösung gegart, vorher mit Zucker mariniert
Dreieckstest DIN/EN/ISO 4120	Geschmack salzig	Lachs gesalzen vs. Lachs ungesalzen
Duo-Trio-Test DIN 10971	Geruch Raucharoma	Pürierter Dünstlachs mit Raucharoma versetzt
Duo-Trio-Test DIN 10971	Geruch/Geschmack Fischöl	Pürierter Dünstlachs mit Fischöl versetzt
Duo-Trio-Test DIN 10971	Geruch/Geschmack Rapsöl	Pürierter Dünstlachs mit Rapsöl versetzt

5.2 Einsatz sensorischer Methoden mit ungeschulten Prüfern

5.2.1 Hedonische Prüfungen: Akzeptanztest

Im Allgemeinen stützen sich hedonische Prüfungsmethoden auf subjektive Wahrnehmungen eines Produktes, wobei beurteilt werden soll, ob die jeweilige Prüfprobe als „gut“ oder „schlecht“ wahrgenommen wird (Pigott, 1988). Im Rahmen dieses Forschungsprojektes erfolgten Messungen zur Gesamtbefindlichkeit der Proben, d.h. es wurde ein Gesamturteil ihrer Wahrnehmung erfragt. Messungen von Einzelurteilen zu Aussehen, Geschmack und Textur wurden in Kapitel 5.2.2 untersucht.

Theoretische Grundlagen

Der Akzeptanztest ist ein hedonischer Test, der sich im Allgemeinen auf die subjektive Wahrnehmung eines Produktes stützt. Hier werden die Beliebtheitswerte mehrerer Produkte von ungeschulten Konsumenten bestimmt, um zum einen Rangordnungen bezüglich der größten bzw. niedrigsten Präferenz zu erhalten, zum anderen werden diese Daten für weitere sensorische Analysen (Kapitel 5.2.3 und 5.3) genutzt (Lawless und Heymann, 1999).

Für die Bewertung der Beliebtheit wird die folgende Kategorieskala 9-Punkte-Hedonik-Skala angewendet (Tab. 5.6), die von Jones et al. (1955), Peryam und Pilgram (1957) entwickelt und beschrieben wurde und deren Reliabilität und Validität sich im Lebensmittelbereich bestätigt hat (Stone und Sidel, 2004). Aufgrund ihres leicht verständlichen Aufbaus und der einfachen Anwendung eignet sie sich zum Einsatz in der Konsumentensensorik besonders gut, da sich aufwendige Erläuterungen erübrigen. Diese Skala findet weltweit Anerkennung und ist auf eine breite Produktpalette anwendbar (Stone und Sidel, 2004). Zudem erfüllt sie alle Kriterien zur Auswahl einer geeigneten Skala, wie von Resurreccion (1998) empfohlen.

Tab. 5.6 9-Punkte-Hedonik-Skala

Nummerischer Wert	Kategorien der Skala	
9	Gefallen-Bereich	Gefällt außerordentlich
8		Gefällt sehr
7		Gefällt einigermaßen
6		Gefällt geringfügig
5	Neutraler Bereich	Weder gefällt noch missfällt
4	Missfallen-Bereich	Missfällt geringfügig
3		Missfällt einigermaßen
2		Missfällt sehr
1		Missfällt außerordentlich

Die Skale ist bipolar und besteht aus vier äquidistanten Kategorien für den Bereich Gefallen, einem neutralen Bereich sowie und aus entsprechenden vier äquidistanten Kategorien für den Bereich Missfallen.

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes sollten ungeschulte Konsumenten auf einer 9-Punkte-Skale beantworten, wie ihnen jedes einzelne Produkt gefallen hat. Dabei erfolgte die Testmethode sequentiell monadisch, um einen direkten Vergleich zwischen den Prüfproben zu vermeiden.

Statistische Auswertung

Der erste Teil der statistischen Auswertung besteht aus einer Häufigkeitsverteilung der Antworten. Dazu werden die Bewertungen in drei Bereiche zusammengefasst (Tab. 5.6), bei denen die Benotungen von 6 bis 9 zu dem Gefallen-Bereich und die Werte 1 bis 4 zu dem Missfallen-Bereich zählen. Der numerische Wert 5 stellt eine eigene Kategorie dar und markiert den neutralen Bereich der Skale.

Laut Stone und Sidel (2004) werden die Mindestwerte, die ein „akzeptiertes Produkt“ ausmachen, firmenspezifisch festgelegt, da es bisher keine verbindliche Norm oder Empfehlungen gibt, und durch unterschiedliche Durchführungen der Prüfmethode die Verteilung maßgeblich beeinflusst werden kann.

Der zweite Teil der statistischen Auswertung besteht aus einer Berechnung der Mittelwerte und Standardabweichungen. Mit diesen Werten können weitere statistische Analysen durchgeführt werden, um verwendbare Informationen über Produktunterschiede zu gewinnen (Moskowitz et al., 2006). Dazu zählt die Varianzanalyse mit anschließendem Fisher's LSD-Test; diese Verfahren werden in Kapitel 5.1.2 näher erläutert. Dabei ist das Ziel, festzustellen, ob ein Produkt signifikant beliebter als ein anderes ist. Des Weiteren werden diese Daten in der Berechnung des Preference Mapping (Kapitel 5.3) berücksichtigt.

5.2.2 Just-About-Right

Theoretische Grundlagen

Um weitere möglichst umfassende Informationen von Konsumenten zu erhalten, wurden Fragen mit der Methode Just-About-Right gestellt. Diese dienen der Erfassung der Wahrnehmung von Intensitäten sensorischer Attribute durch den Konsumenten. Dieses ist insofern interessant, da die Beliebtheit einer Produkteigenschaft immer mit deren Intensität eng verbunden ist. Diese bipolare Skale besteht aus 3 oder 5 Kategorien, wobei die Enden der Skale jeweils die Intensitäten „zu viel“ oder „zu wenig“ des jeweiligen Attributes beschreiben, der Mittelpunkt stellt die Ausprägung „genau richtig“ dar (Stone und Sidel, 2004). Tabelle 5.7 zeigt eine Just-About-Right-Skale mit 5 Kategorien für das Attribut bitter, wie sie in diesem Projekt angewendet wurde. Diese Skale wurde gewählt, da Verbraucher zur Vermeidung von Extremwerten neigen. Eine Skale mit nur 3 möglichen Kategorien, könnte zu Verzerrungen der Ergebnisse führen, da die Konsumenten eher zu neutralen Beurteilungen tendieren (Lawless und Heymann, 1999).

Tab. 5.7 Just-About-Right-Skale mit 5 Kategorien (Stone und Sidel, 2004)

Just-About-Right-Scale	Just-About-Right-Skale
much too strong	viel zu intensiv
strong	etwas zu intensiv
just about right	genau richtig
weak	etwas zu schwach
much too weak	viel zu schwach

Um eine Aussage über die Richtigkeit von Intensitäten relevanter Produkteigenschaften zu gewinnen, ist laut Lawless et al. (1999) die Just-About-Right-Skale am besten geeignet. Mit Hilfe dieser Skalen können die Intensitäten bestimmter Attribute gemessen werden, um so das optimale Level dieser Eigenschaften in Produkten zu bestimmen. In dem vorliegenden Forschungsprojekt wurden die folgenden sensorischen Eigenschaften mittels JAR untersucht:

Tab. 5.8 JAR-Attribute für die unterschiedlich zubereiteten Lachsproben

Attribute des gedünsteten Lachses	
Aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv zu wenig intensiv
Festigkeit der Textur	zu fest zu weich
Saftigkeit des Fleisches	zu saftig zu wenig saftig

Attribute des gegrillten Lachses	
Aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv zu wenig intensiv
Festigkeit der Textur	zu fest zu weich
Saftigkeit des Fleisches	zu saftig zu wenig saftig
Grillaroma	zu intensiv zu wenig intensiv

Attribute des geräucherten Lachses	
Aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv zu wenig intensiv
Festigkeit der Textur	zu fest zu weich
Öligkeit der Textur	zu ölig zu wenig ölig
Raucharoma	zu intensiv zu wenig intensiv

Statistische Auswertung

Zunächst sollten die 5 Kategorien auf die drei Bereiche „zu intensiv“, „genau richtig“ und „zu schwach“ zusammengefasst und die Verteilung der Häufigkeiten betrachtet werden. Dabei wäre eine symmetrische Verteilung mit dem Optimum im Mittelpunkt und geringen Häufigkeiten in den Extremkategorien wünschenswert (Lawless und Heymann, 1999). Lawless et al. (1999) warnen vor der alleinigen Berechnung des Mittelwertes, da es zu Irritationen der Ergebnisse führen kann, wenn beispielsweise zwei unterschiedliche Konsumentengruppen entstehen: So empfindet eine Gruppe die Intensität eines bestimmten Attributes zu schwach, die andere als zu stark. Eine Berechnung des Mittelwertes könnte nun irrtümlich den Eindruck erwecken, dass das Produkt das optimale Niveau erreicht hat, dieses in Wirklichkeit jedoch nicht zutrifft.

Eine geeignete graphische Darstellung der Produkte mit ihren Attributen lässt sich mit Hilfe des Triangle Plots erzielen. Der Triangle Plot (Abb. 5.5) ist ein gleichseitiges Dreieck, dessen Ecken jeweils eine der 3 Kategorien „zu viel“, „genau richtig“ und „zu wenig“ anzeigt. Jede Seite umfasst einen Bereich von 0-100; somit besteht jeder Punkt in dem Dreieck aus einer Kombination der 3 Seiten, deren Summe 100 ist.

Anhand der Lage des Punktes lässt sich erkennen, wie akzeptiert das Produkt ist. Je weiter sich der Punkt in der Ecke, die die Kategorie „genau richtig“ darstellt, befindet, desto mehr entspricht das Produkt dem Verbraucherideal. Liegt der Punkt dagegen in einer anderen Ecke „zu viel“ oder „zu wenig“, so lässt sich die Schwäche des Produkts erkennen.

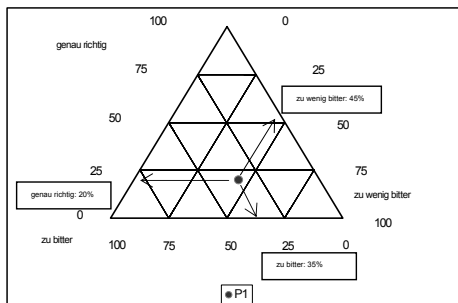


Abb. 5.5 Ansicht eines Triangle Plots

Laut Stone und Sidel (2004) können die Nennungen in den Extremkategorien vernachlässigt werden, wenn die relative Häufigkeit der Kategorie „genau richtig“ mind. 70% beträgt. Ist dies nicht der Fall, so wird mit Hilfe der Varianzanalyse geprüft, ob eines der Produkte signifikant mehr Antworten in der Kategorie JAR erhalten hat als ein anderes. Für die Berechnung

werden die Daten in eine binäre Form gebracht. Das heißt, alle Wertungen in der Kategorie „genau richtig“ erhalten den Wert 1, die Wertungen der beiden Kategorien „zu viel“ und „zu wenig“ den Wert 0. Nun kann das arithmetische Mittel errechnet werden. Dabei zeigt ein hoher Wert (nahe der 1), dass das Produkt viele Wertungen in dem Bereich „genau richtig“ erhalten hat (Popper et al., 2004).

Anschließend wird geprüft, ob eine der beiden Extremkategorien signifikant mehr Antworten erhalten hat. Diese Prüfung dient der Erkenntnis, in welche Richtung ein Produkt verändert werden sollte, wenn die Eigenschaft eines Produktes nicht optimal ist. Mit Hilfe der Signifikanztabelle für Paarweise Vergleichsprüfungen kann nun festgestellt werden, ob sich die Anzahl der Nennungen in beiden Kategorien zufällig oder signifikant voneinander unterscheiden. Da hier unbekannte Unterschiede vorliegen, handelt es sich um einen zweiseitigen Test (Popper et al. 2004).

5.2.3 Penalty Analyse

Theoretische Grundlagen

Mit Hilfe der JAR-Skale, können Richtungen für Neuentwicklungen identifiziert oder Informationen für Produktmodifikationen gewonnen werden, indem diese Daten mit den Daten der Gesamtbeliebtheit verknüpft werden (Meullenet, 2006).

Ziel ist es zu ermitteln, wie wichtig Produkteigenschaften und deren Ausprägungen für die Akzeptanz eines Produktes sind. Dabei werden sensorische Attribute identifiziert, die modifiziert werden müssen, um eine höhere Produktakzeptanz zu erhalten. Diese Analyse deckt auf, um welchen Wert die Beliebtheit eines Produktes reduziert ist, wenn ein Attribut nicht als „Just-About-Right“ eingestuft wird. Aus dieser Reduzierung werden Strafpunkte (Penalties) errechnet, die erkennen lassen, ob und wie sehr sich eine nicht ideale Produkteigenschaft auf die Beliebtheit auswirkt. So zeigen zum Beispiel hohe Strafpunkte in dem Merkmal Geschmack „zu bitter“, dass diese Beschaffenheit bei diesem Produkt als zu ausgeprägt empfunden wird. Eine Reduzierung erscheint somit sinnvoll. Wenn keine oder nur wenige Strafpunkte vergeben werden, hat dieses Attribut die Beliebtheit nicht beeinflusst (Meullenet, 2007).

Statistische Auswertung

Die Erstellung der Penalty Analyse erfolgt mit Hilfe von XLStat und Excel. Dafür liegen die folgenden Berechnungen (Lill und Köhn, 2006) zugrunde:

Tab. 5.9 Beispiel der Datenvorbereitung für die Berechnung der Penalty-Analyse

Attribut bitter		Produkt X	Erklärung
zu intensiv	Anzahl JAR-Daten	3	1a
	Mittelwert Beliebtheit	5,67	1b
genau richtig	Anzahl JAR-Daten	26	2a
	Mittelwert Beliebtheit	6,96	2b
zu schwach	Anzahl JAR-Daten	39	3a
	Mittelwert Beliebtheit	5,64	3b
Gesamtanzahl (absolut)		68	4a
Gesamtb Liebtheit		6,15	4b

Tab. 5.10 Beispiel der Berechnung der Penalty-Analyse

Kategorien	Produkt X	Erklärung
zu intensiv (%)	4,41	$(1a \cdot 100) / 4a$
genau richtig (%)	38,23	$(2a \cdot 100) / 4a$
zu wenig intensiv (%)	57,35	$(3a \cdot 100) / 4a$
Beliebtheit „zu intensiv“	5,67	1b
Beliebtheit „genau richtig“	6,96	2b
Beliebtheit „zu wenig intensiv“	5,64	3b
Beliebtheitsabnahme „zu intensiv“	1,29	$(\text{Beliebtheit „genau richtig“}) - (\text{Beliebtheit „zu intensiv“})$
Beliebtheitsabnahme „zu wenig intensiv“	1,32	$(\text{Beliebtheit „genau richtig“}) - (\text{Beliebtheit „zu wenig intensiv“})$
Strafpunkte „zu intensiv“	5,67	$(\text{zu intensiv} (\%))^* (\text{Beliebtheitsabnahme „zu intensiv“})$
Strafpunkte „zu wenig intensiv“	75,70	$(\text{zu wenig intensiv} (\%))^* (\text{Beliebtheitsabnahme „zu wenig intensiv“})$

Interpretation der Strafpunkte

Für die Einzelstrafen „zu viel“ oder „zu wenig“ gilt bei der Anwendung der 5-Punkte-Skala Folgendes: Liegen die berechneten Strafpunkte bei einer 9-Punkte-Hedonik-Skala unter 40, so ist keine Produktmodifikation bezüglich dieses Attributs notwendig. Liegen sie zwischen 40 und 80, so sollte über eine Modifizierung nachgedacht werden, diese ist aber nicht zwingend erforderlich. Strafpunkte über 80 sind ein starker Indikator für eine Produktveränderung, um die Verbraucherakzeptanz zu steigern (Lill und Köhn, 2006).

Wie schon Stone und Sidel (2004) äußerten, ist eine Produkteigenschaft dann akzeptiert, wenn mindestens 70% der Prüfer das Attribut als „genau richtig“ bewerten. Den Strafpunkten in den Extremkategorien „zu viel“ und „zu wenig“ muss in diesem Fall keine weitere Aufmerksamkeit geschenkt werden (Meullenet, 2007).

Ob es sich bei den Strafpunkten um negative oder positive Werte handelt, ist nicht von Bedeutung, da sich negative Einzelstrafen lediglich aus negativen Mittelwertsdifferenzen ergeben, die wiederum aus einem höheren Mittelwert der Gesamtbefriedigung für eine Nicht-JAR-Kategorie resultieren.

5.2.4 Free Choice Profiling, FCP

Das Ziel des Free Choice Profiling hier ist, aufzuzeigen, ob und wie stark die Auswirkungen einer Veränderung der Fettzusammensetzung und des Vitamin E-Gehaltes im Futter sowie die unterschiedlichen Zubereitungsarten von ungeschulten Verbrauchern sensorisch wahrgenommen und beschrieben werden. Weiterhin sollte geprüft werden, ob und wie Konsumenten zwischen den unterschiedlichen Produkten differenzieren können.

Theoretische Grundlagen

Free Choice Profiling, Freies Auswahlverfahren nach DIN 10967-3, zählt zu den deskriptiven Methoden, um sensorische Eigenschaften unterschiedlicher Produkte qualitativ und quantitativ zu beschreiben. Dabei unterscheidet sich FCP in den folgenden Punkten von der klassischen Profilprüfung:

Statt aufwändiger Entwicklung einheitlicher Attributlisten und Schulungen für diese Attribute, erstellt jeder Prüfer seine eigene Liste sensorischer Produkteigenschaften. Dabei werden die Anzahl, Reihenfolge und Bedeutung von dem Prüfer selbst festgelegt, so dass er selbst die Definition der Beschreibungen bestimmt. Somit kann eine Interpretation mitunter schwierig sein, da keine Vereinheitlichung in der Verwendung der Begriffe vorliegt. Wichtig bei der Durchführung der Prüfung ist, dass jeder Prüfer seine Beschreibungen bei der Bewertung der Intensitäten durchweg für jede einzelne Prüfprobe verwendet (Lawless und Heymann 1999). Bei der Anwendung des FCP umfasst das Prüfpanel laut Lawless und Klein (1991) zwischen 8 und 20 Personen. Dabei gilt, je weniger die Prüfer geschult sind, desto mehr Prüfer sind erforderlich, um konstante und statistisch sichere Daten liefern zu können (DIN 10967-3). Bei der Rekrutierung der Prüfer sollte darauf geachtet werden, dass die Teilnehmer die sensorischen Empfindungen definieren und verbalisieren können und die zu prüfende Probe regelmäßig konsumieren (Lawless und Klein, 1991).

In dem vorliegenden Forschungsprojekt nahmen zwischen 18 und 25 Prüfer teil, die im ersten Schritt mit Hilfe der „Einfach beschreibenden Prüfung“ (DIN 10964) ihre individuelle Attributliste für die Merkmalseigenschaften Aussehen, Geruch, Geschmack und Textur entwickelten. Im zweiten Schritt erfolgte die quantitative Beschreibung der Produkte auf unstrukturierten Linienskalen (Kapitel 5.1.2, Abb. 5.2).

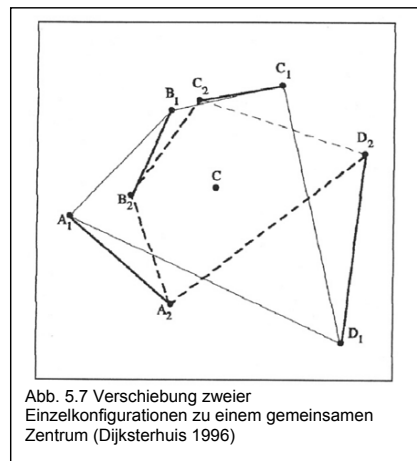
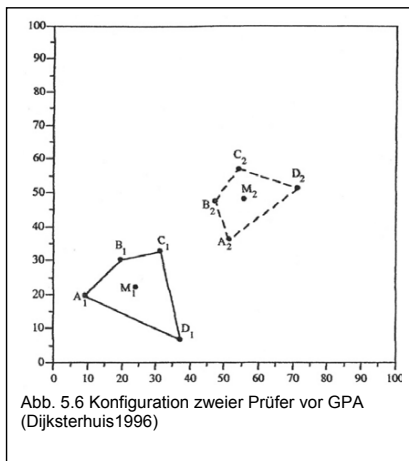
Statistische Auswertung

Die einzelnen Datensätze der Prüfer werden mittels der Verallgemeinerten Procrustes Analyse (Generalized Procrustes Analysis, GPA) zusammengefasst und graphisch durch die Hauptkomponentenanalyse (Kapitel 5.3.3) in den ersten beiden Dimensionen dargestellt, um Strukturen der Übereinstimmung und Beschreibung der Produkte durch die Prüfpersonen zu identifizieren (Lawless und Heymann, 1998).

In dem vorliegenden Forschungsprojekt wurde die Generalized Procrustes Analyse von Gower (1975) angewendet, da es die notwendigen statistischen Berechnungen beinhaltet und Grundlage des statistischen Programms SENSTOOLS (OP&P Product Research BV, Version 3.3.2) ist.

Da für jeden Prüfer ein individueller Datensatz mit unterschiedlicher Größe (Abb. 5.6) vorliegt, müssen diese durch Bildung einer Konsenskonfiguration für einen Vergleich untereinander einander angepasst werden (Dijksterhuis, 1997).

Dafür dient die Procrustes Analyse, ein multivariates statistisches Hilfsmittel. Durch geometrische Transformationen werden Variationen zwischen den Prüfern beseitigt, indem die einzelnen Prüferkonfigurationen so nah wie möglich aneinander angepasst werden (Kunert und Qannari, 1999), d.h. die Abstände zwischen zusammengehörigen Produktpunkten werden möglichst gering gehalten und zudem Prüfereffekte berichtigt, die aus unterschiedlichem Gebrauch der Attribute und Skalen entstehen (Dijksterhuis, 1996). Die Transformation der Datensätze erfolgt mit den Methoden der Rotation, Translation und Reflektion.



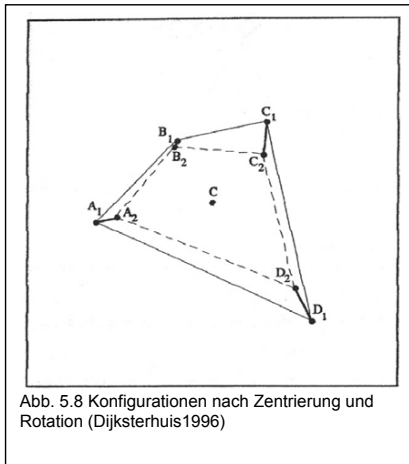


Abb. 5.8 Konfigurationen nach Zentrierung und Rotation (Dijksterhuis 1996)

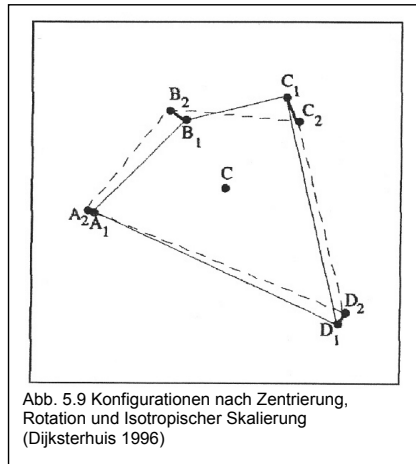


Abb. 5.9 Konfigurationen nach Zentrierung, Rotation und Isotropischer Skalierung (Dijksterhuis 1996)

Translation

Der Level-Effekt äußert sich dadurch, dass vor allem ungeschulte Prüfer dazu neigen, sich auf verschiedene Bereiche der gemeinsamen Linienskalen zu beschränken. So nutzt ein Prüfer beispielsweise einen Bereich von 5 bis 40 auf der Linienskala von 1 bis 100, ein anderer Prüfer den Bereich zwischen 60 bis 100. Trotz dieser Extreme ist es möglich, dass beide das Produkt ähnlich empfinden, sie lediglich die Linienskala anders verwenden (Dijksterhuis, 1996). Durch Translation (Abb.5.7) wird dieser Effekt korrigiert, indem die Einzelkonfigurationen übereinander gelegt und zu einem gemeinsamen Zentrum verschoben werden (Oreskovich et al., 1991).

Rotation/Reflektion

Der so genannte Interpretationseffekt bezeichnet die Tatsache, dass Anzahl und Bedeutung der Attribute von Prüfer zu Prüfer verschieden sind. Drehung und Spiegelung sind Transformationen, die eine unterschiedliche Attributwahl seitens der Prüfer zulassen. Sie korrigieren den Interpretationseffekt, indem die Produktpunkte der Einzelkonfigurationen durch Rotation (Abb. 5.8) und falls erforderlich durch Reflektion einander näher gebracht werden (Dijksterhuis, 1996).

Isotropische Skalierung

Der Range-Effekt beschreibt die unterschiedliche Verwendung des Skalenumfangs durch die einzelnen Prüfer, wodurch die Prüferkonfigurationen unterschiedlich groß ausfallen (Oreskovich et al., 1991). Während ein Prüfer das Produkt möglicherweise in einem Bereich von 5 bis 95 bewertet, nutzt ein anderer Prüfer einen wesentlich kleineren Bereich zwischen 60 bis 80. Die isotropische Skalierung (Abb. 5.9) ist der letzte Transformationsschritt der

Durch Berechnung der Varianzanalyse (*PANOVA per Dimension*) wird analysiert, in welchen Dimensionen einzelne Prüfer und Produkte am besten dargestellt werden. Als zweite Möglichkeit lässt sich die *PANOVA per Produkt* durchführen, womit Übereinstimmungen der einzelnen Prüfpersonen bezüglich der Produkte ermittelt werden können. Die *PANOVA per Prüfer* berechnet Abweichungen der einzelnen Prüfpersonen von der Konsenskonfiguration, so dass Ausreißer der Prüfergruppe identifiziert werden können (Dijksterhuis, 1996).

Überprüfung der Signifikanz

Da bei der GPA die Prüfer sehr unterschiedlich urteilen und somit völlig unstrukturierte Datensätze vorliegen, kann die Überprüfung der statistischen Sicherheit der Ergebnisse nicht mit herkömmlichen Signifikanztests erfolgen. Mit Hilfe des Permutationstests wird geprüft, ob eine Struktur der Daten vorliegt oder zufällig entstanden ist (Meyners und Kunert, 2002). Dafür wird in diesem Forschungsprojekt der modifizierte Permutationstest nach Wakeling (1992) angewendet. Hier werden die Reihen der Originaldaten zufällig miteinander vertauscht und mit Hilfe der GPA analysiert, der Vorgang wird 100mal wiederholt. Als Ergebnis erhält man die prozentual erklärte Varianz (variance account for: VAF) der Zufallsdaten. Das Verhältnis der erklärten Varianz der Originaldaten zur VAF gibt einen Anhaltspunkt für die Signifikanz der Procrustes Analyse. Ist die prozentual erklärte Varianz der Originaldaten höher als die der Zufallszahlen, wird die Nullhypothese widerlegt (Dijksterhuis, 1996).

Anschließend werden mit Hilfe der Hauptkomponentenanalyse (Kapitel 5.3.3) die Daten der GPA graphisch dargestellt.

Interpretation der Hauptkomponentenanalyse

- Je höher die Ladung oder der Korrelationskoeffizient ist, desto höher ist der Informationsgehalt. Daher werden hier nur Werte berücksichtigt, die einen Korrelationskoeffizienten von $> \pm 0,5$ aufweisen, da sie sonst keinen beachtlichen Informationsgehalt besitzen.
- Produkte, die nahe beieinander liegen, werden ähnlich beurteilt (Dijksterhuis, 1996).
- Liegen die Produkte weit voneinander entfernt, werden sie sehr unterschiedlich beschrieben (Dijksterhuis, 1996, S.189).
- Liegen die Produkte nahe dem Zentrum, so werden sie entweder durch einheitliche Beurteilung der Prüfer dorthin projiziert oder sehr unterschiedlich bewertet (Dijksterhuis 1997). In diesem Fall sollte die Restvarianz (*PANOVA per Produkt*) näher betrachtet werden: Hat die Restvarianz einen relativ hohen Wert, so wurde das Produkt von den Prüfern sehr unterschiedlich beschrieben (Dijksterhuis, 1996).

- Unterschiedliche Begriffe, die nahe beieinander liegen, können in ihrer Bedeutung sehr ähnlich sein, da gleiche Eigenschaften des Produktes mit verschiedenen Begriffen umschrieben sein können. Eine Interpretationshilfe bieten die umliegenden Attribute (Busch-Stockfisch et al., 2003).
- Gleiche Attribute, die über die Konsenskonfiguration verstreut liegen, sind mit Vorsicht zu interpretieren, da die Prüfer möglicherweise unterschiedliche Produkteigenschaften mit dem gleichen Begriff assoziieren. Daher sollten umliegende Attribute für die Interpretation einbezogen werden (Busch-Stockfisch et al., 2003).
- Isoliert auftauchende Attribute spiegeln vermutlich nur einzelne Prüfermeinungen wieder und sollten keine große Bedeutung bei der Interpretation erhalten (Busch-Stockfisch et al., 2003).

Die Interpretation ist ein Vergleich von mehreren im Verhältnis zueinander stehenden Produkten. Wird ein Produkt als lieblich beschrieben, so bedeutet dies nicht, dass die anderen Produkte nicht lieblich sind, sie werden in ihrer Intensität lediglich weniger stark wahrgenommen (Busch-Stockfisch et al., 2003).

5.3 Preference Mapping

Theoretische Grundlagen

Diese sensorische Methode wird angewendet, um Produktakzeptanz und Präferenzen von Konsumenten zu verstehen und wichtige Faktoren für die Beliebtheit von Produkten zu identifizieren. Um den Grund der Präferenz oder Abneigung herauszufinden, eignet es sich nicht, Mitglieder eines geschulten Panels nach der Beliebtheit des Produktes zu fragen, da sie einerseits nicht stellvertretend für die Zielgruppe sind und andererseits durch gezielte Schulungen bestimmte Attribute stärker wahrnehmen als der Durchschnittskonsument. Preference Mapping nutzt die Daten beider Gruppen: Nur ungeschulte Personen können hedonische Daten liefern, während ein geschultes Panel zuverlässige deskriptive Daten erarbeitet (McEwan, 1996). Durch verschiedene multivariate statistische Analysen werden die Daten so in Verbindung gebracht, dass sich eine Konsenskonfiguration ergibt, die die Beziehungen zwischen den Konsumenten, Produkten und sensorischen Eigenschaften darstellt. Eine solche Darstellung, ein Biplot, ermöglicht sowohl Faktorwerte⁶ als auch Faktorladungen⁷ zu präsentieren. Der Biplot kann dabei helfen, Präferenzen der Konsumenten zu verstehen, neue Marktlücken zu entdecken und die Eigenschaften von Produkten zu optimieren (McEwan et al., 1998).

Preference Mapping hat die Eigenschaft, jeden Konsumenten einzeln in der Darstellung zu präsentieren. Es ist eine Form des MDS (multidimensional scaling), die nicht wie univariate Verfahren den Durchschnitt der Konsumenten ermittelt. Für jeden einzelnen Konsumenten lässt sich unter anderem die Rangfolge der Beliebtheit von Produkten erfassen. Daraus können sich Gruppierungen von Konsumenten mit ähnlichen Vorlieben ergeben.

Da es bei den statistischen Verfahren zu Informationsverlusten der Ursprungsdaten kommt (Kapitel 5.3.2), ist die Wiedergabe der Daten in der graphischen Darstellung abhängig von der Varianz, die durch die Graphik erklärt wird. Je höher der Anteil der Varianz ist, desto besser repräsentiert die Darstellung die Originaldaten (McEwan et al., 1998).

Es gibt drei Arten des Preference Mapping: Internal, Extended und External. Diese behandeln die Daten der Konsumenten auf unterschiedliche Weise. Erläutert werden im Folgenden nur die beiden in diesem Forschungsprojekt angewendeten Arten: Internal und External Preference Mapping.

⁶ Koordinaten der Produkte in den Hauptkomponenten

⁷ Koordinaten der Konsumenten und Attribute in den Hauptkomponenten

5.3.1 Internal Preference Mapping

Internal Preference Mapping, auch MDPREF genannt, versucht ausschließlich Strukturen der Präferenzen von Konsumenten herauszufinden, indem nur die Daten der Konsumenten analysiert werden (Schlich, 1995).

Die Daten der Verbraucher können z.B. Resultate einer Rangordnungsprüfung oder wie in diesem Forschungsprojekt Resultate einer Abschätzung der Beliebtheit von Produkten auf einer unstrukturierten Skala sein. Dabei symbolisieren große Werte in der Regel eine große Beliebtheit, kleine Werte Abneigungen gegen das Produkt (Meyners und Kunert, 2002).

Um eine Internal Preference Map zu erstellen, eignet sich die Beschreibung der Hauptkomponentenanalyse (Kapitel 5.3.3). Daraus resultiert ein Punkt in dem Koordinatensystem, zu dem ein Vektor vom Ursprung verläuft (Abbildung 5.11). Bezeichnet wird diese Darstellung als Vektor-Modell (McEwan et al., 1998).

Laut McEwan (1996) gehört dieses Modell zu dem Typ „the more, the better“, da das Produkt umso besser gefällt, je weiter es in Pfeilrichtung vom Ursprung entfernt liegt. Laut McEwan et al. (1998) wird bei dem Internal Preference Mapping angenommen, dass die sensorische Wahrnehmung bei allen Konsumenten gleich ist und dass Unterschiede in der Rangfolge der Produkte auf unterschiedlichen Präferenzen basieren, nicht auf unterschiedlicher Wahrnehmung.

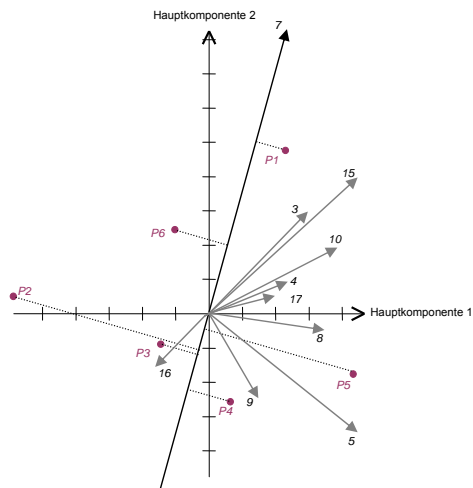


Abb. 5.11 Illustration einer Internal Preference Map

5.3.2 External Preference Mapping

Das Ziel des External Preference Mapping, auch PREFMAP genannt, ist, sensorische Erklärungen für die Strukturen der Präferenzdaten zu finden (Schlich, 1995). Dafür werden zwei Datensätze verwendet: Ein Datensatz, auch externe Daten genannt, enthält die Angaben über sensorische, chemische, physikalische Eigenschaften oder andere Informationen, die nicht hedonischer Natur sind (McEwan et al., 1998). In der vorliegenden Arbeit handelt es sich um Profilprüfungen eines geschulten Panels, bei denen verschiedene Attribute der Produkte bewertet werden. Der zweite Datensatz besteht aus der Bewertung der Gesamtbefehlichkeit der Konsumenten. Diese Methode analysiert die Präferenzen der Konsumenten und bezieht diese in einem resultierenden Biplot auf die sensorischen Eigenschaften der Produkte. Dabei besteht der erste Schritt aus einer Hauptkomponentenanalyse der Profildaten. In die graphische Darstellung der PCA werden im zweiten Schritt mittels der Regressionsanalyse die Daten der Konsumenten projiziert (FIZZ, Version 2.31G, 1994-2007).

Es gibt zwei Möglichkeiten die Präferenzdaten in den sensorischen Daten abzubilden: Entweder durch eine lineare Regression (Vektor-Modell, Abb. 5.11) oder durch eine quadratische Regression (Ideal-Point-Modell). Die verschiedenen Modelle unterliegen einer „linear quadratic hierarchy of models“ (Carroll, 1980). Bei dem Vektor-Modell werden für jeden Konsumenten die Produkte in die Reihenfolge ihrer Beliebtheit gebracht. Bei dem Ideal-Point-Modell werden die Produkte für jeden Konsumenten mit dem individuellen Ideal-Produkt verglichen. In dem vorliegenden Forschungsprojekt werden nur Ergebnisse mit dem Vektor-Modell dargestellt, da so die meisten Aussagen erzielt werden können.

Vektor-Modell

Das einfachste Modell ist ein multiples lineares Regressionsmodell:

$$Y_i = \mu + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 \quad (2)^8$$

Für jeden Konsumenten wird diese Regression errechnet und in Form eines Pfeils dargestellt. Anhand der senkrechten Projektion der Produkte auf den Pfeil können die Urteile der Prüfpersonen rekonstruiert werden. In Abbildung 5.11 wird deutlich: Konsument 7 bevorzugt das Produkt, bei dem die Projektion am weitesten in positiver Richtung vom Ursprung entfernt liegt. Das heißt, Konsument 7 bevorzugt Produkt 1 am stärksten und lehnt Produkt 4 ab.

⁸ Es wird von 2 Hauptkomponenten ausgegangen

Ideal-Point-Modell

Es ist jedoch auch möglich, dass Konsumenten eine Produkteigenschaft nur in einer begrenzten Menge bevorzugen. In diesem Fall wird das Ideal-Point-Modell angewendet (Schlich, 1995). Es gehört zu dem Typ „some amount is ideal“. Es gibt Produkte, die eine übermäßige oder nicht ausreichende Menge eines sensorischen Attributs aufweisen. Das Modell zeigt den Punkt an, der eine optimale Kombination sensorischer Attribute eines Produkts für einen Konsumenten bestimmt. Der Ideal-Point kann entweder positiv oder negativ sein, wobei ein positiver Wert den Punkt der maximalen Präferenz, ein negativer Wert den Punkt der maximalen Abneigung repräsentiert (McEwan et al., 1998). In dem vorliegenden Forschungsprojekt wird ausschließlich das Vektor-Modell angewendet.

5.3.3 Statistische Auswertungen

Hauptkomponentenanalyse (Principal Component Analysis; PCA)

Laut Rencher (2002) ist die Hauptkomponentenanalyse ein multivariates Verfahren zur statistischen Auswertung bestimmter Daten. Im Vergleich zu univariaten Analysen werden bei der PCA mehrere Variablen gleichzeitig betrachtet. Um diese graphisch darstellen und interpretieren zu können, kann dieses Verfahren angewendet werden, um aus einer Vielzahl an Variablen (Dimensionen) wenige sogenannte Komponenten (latente Variablen, Faktoren oder Dimensionen) zu bilden. Dabei sind die Hauptkomponenten Linearkombinationen der ursprünglichen Variablen. Die Hauptkomponentenanalyse bildet aus der Korrelations- bzw. Kovarianzmatrix die Hauptkomponenten; dabei wird die Vielzahl der Variablen so reduziert, dass die größte Varianz zwischen den zu untersuchenden Produkten erklärt wird. Meilgaard et al. (2007) bezeichnen die Hauptkomponenten als „key sensory dimensions of the perceptual space“. Das Ziel der Hauptkomponentenanalyse ist, neue Variablen Z, nämlich die Hauptkomponenten, zu finden, die unkorreliert, d.h. orthogonal, sind und deren Varianz abnimmt. Dabei werden die Hauptkomponenten nacheinander mit abnehmender Varianz konstruiert, so dass wenige der ersten Hauptkomponenten den maximalen Teil der Variation in den ursprünglichen Daten repräsentieren (McEwan et al., 1998). Sind die Hauptkomponenten bestimmt, wird der Biplot erzeugt. Dieser zeigt die Hauptkomponenten, die sowohl die Produkte als auch die Variablen graphisch darstellen. Dabei werden erst die Hauptkomponenten der Produkte ermittelt, anschließend werden die Daten der Variablen zunächst mit der ersten, dann mit der zweiten Hauptkomponente korreliert und in die Darstellung eingefügt.

Da es für die Bestimmung der Anzahl der Hauptkomponenten keine Standardmethode gibt, wird laut Meyners und Kunert (2002) für ein übersichtliches Ergebnis die zweidimensionale Darstellung mit den ersten beiden Hauptkomponenten gewählt. Diese sollen in der Regel 80

bis 90% der Gesamtvarianz erklären. Da Preference Mapping zur Beschreibung der Daten dient, hat die Genauigkeit der Anzahl von Hauptkomponenten einen geringeren Stellenwert.

In dem vorliegenden Forschungsprojekt erfolgt die Berechnung der Hauptkomponentenanalyse aus der Korrelationsmatrix, da für die Bewertung der Analysen unterschiedliche Skalen verwendet werden (Konsumenten: 9-Punkte-Hedonik-Skale, geschultes Panel: unstrukturierte Linienskale 0-10). Variablen, die auf unterschiedlichen Skalen mit verschiedenen Einheiten gemessen werden, können nicht mittels der Kovarianzmatrix zusammengefasst werden, da die Skalen nicht miteinander vergleichbar sind (Kline, 1998).

Da die Variablen bei Anwendung der Korrelationsmatrix die gleiche Gewichtung durch eine Standardisierung erhalten, werden sie auf die gleiche Weise interpretiert (Kline, 1998). Die Werte liegen im Bereich -1 und $+1$, wobei die Höhe des absoluten Wertes die Stärke des linearen Zusammenhangs wiedergibt (Hippmann, 1997).

Die Anwendung der Korrelationsmatrix kann zwei mögliche Nachteile haben: Erstens können durch die Standardisierung Informationen verloren gehen (Kline, 1998) und zweitens können Unterschiede einer Variablen sehr gering sein; diese würden durch die Korrelationsmatrix die gleiche Gewichtung aufweisen. Durch Anwendung der Kovarianzmatrix wird diese Variable weniger stark gewichtet. Eine Empfehlung von Meyners und Kunert (2002) ist, die Kovarianzmatrix anzuwenden, wenn die Skalen vergleichbar sind. Sind die Skalen unterschiedlich, ist die Korrelationsmatrix vorzuziehen.

Multiple Regressionsanalyse

Diese Analyse (Backhaus et al., 2006) dient dazu, die Beziehung zwischen einer abhängigen Variablen Y und mehreren unabhängigen Variablen X_j zu bestimmen. Da in der vorliegenden Arbeit nur die ersten beiden Hauptkomponenten betrachtet werden, gibt es hier zwei unabhängige Variablen, nämlich Hauptkomponente X_1 und Hauptkomponente X_2 . Gesucht wird zunächst eine Funktion, die die Zielgröße Y schätzt. Es soll die genaue Lage einer linearen Funktion⁹ = Regressionsgleichung (diese repräsentiert einen Konsumenten) in Bezug auf die ersten beiden Hauptkomponenten X_1 und X_2 gefunden werden, die sich den empirischen Werten optimal anpasst. Nach Schätzung der Zielgröße wird überprüft, wie verlässlich die Schätzung durch dieses Modell¹⁰ ist. Hierzu wird das Bestimmtheitsmaß R^2_M für jedes Modell berechnet. Dieses Maß bewertet, wie gut sich die Regressionsfunktion an die empirischen Werte anpasst. R^2 gibt den Anteil der erklärten Abweichung an der Gesamtabweichung wieder.

Um zu überprüfen, wie gut die Qualität der Anpassung der Modelle ist, wird für jeden Konsumenten und jedes Modell der F-Test angewendet.

$$F = \frac{df_M * R^2_M}{(N - 1 - df_M)(1 - R^2_M)}$$

F = errechneter F-Wert mit df_M Freiheitsgraden

R^2_M = Bestimmtheitsmaß

df_M = Anzahl der Freiheitsgrade des Modells M

N = Stichprobenumfang

Es soll nun unter der Annahme, die Nullhypothese sei wahr, eine Wahrscheinlichkeit p errechnet werden, die angibt, dass ein F-Wert auftritt, der den beobachteten oder einen größeren F-Wert annimmt. Hierfür wird ein Signifikanzniveau¹¹ festgelegt. Ist der p-Wert kleiner als das Signifikanzniveau, so wird die Nullhypothese widerlegt und das Ergebnis gilt als statistisch signifikant (Meyners und Kunert, 2002). Ist der F-Wert groß und somit die Überschreitungswahrscheinlichkeit klein, kann der Konsument durch dieses Modell repräsentiert werden. Jeder Konsument wird durch die Regressionsanalyse so gut wie möglich in die sensorische Darstellung projiziert, so dass die Daten der Konsumenten optimal repräsentiert werden. Mittels F-Test, Überschreitungswahrscheinlichkeit und

⁹ Es wird nur das Vektor-Modell berücksichtigt

¹⁰ Modelle der Externen Analyse

¹¹ In Fizz: validation threshold: 0,6. Dieser Wert ist recht groß; es sollen jedoch so viele Konsumenten wie möglich durch das Vektor-Modell dargestellt werden.

Bestimmtheitsmaß wird angegeben, ob der Konsument durch das Modell M wiedergegeben werden kann (FIZZ, Version 2.31G, 1994-2007).

Interpretation der Preference Map

Im Vordergrund steht bei der Interpretation für eine eindeutige Aussage vor allem die Lage der Produkte, Konsumenten und gegebenenfalls der Attribute zueinander. Dabei sind konkrete Skalenwerte weniger ausschlaggebend. Die Interpretation der Preference Map wird anhand der Abbildung 5.11 verdeutlicht:

- Die Pfeile repräsentieren die Konsumenten. Der Vektor zeigt die bevorzugte Geschmacksrichtung des Konsumenten 7. Die gepunkteten Linien sind senkrechte Projektionen der Produkte (P1 bis P5) auf den Vektor des Konsumenten 7. Diese Anordnung auf dem Vektor rekonstruiert die Bewertung der Produkte durch den Konsumenten. Das bedeutet, dass das Produkt, welches am weitesten in negativer Richtung auf dem Pfeil liegt (P4), von diesem Konsumenten als sehr unbeliebt eingestuft wird.
- Die größte Beliebtheit hat das Produkt, welches am weitesten in positiver Richtung liegt (P1) (McEwan et al., 1998).
- Ist die Rangfolge auf dem Vektor nicht identisch mit der Bewertung des Konsumenten, so lässt sich dieses dadurch erklären, dass nur ein Anteil der Gesamtvarianz durch diese beiden Hauptkomponenten erklärt wird (McEwan et al., 1998).
- Produkte, die eine geringe Distanz zueinander haben, z.B. Produkt 4 und 5, werden ähnlich bewertet. Liegen sie weit auseinander wie die Produkte 1 und 4, so werden sie als sehr unterschiedlich beschrieben (Greenhoff und MacFie, 1994).
- Ähnlich werden die Konsumenten interpretiert: Konsumenten, die eine geringe Distanz untereinander aufweisen, haben ähnliche Präferenzen. Liegen sie weit voneinander entfernt, haben sie sehr unterschiedliche Präferenzen (Greenhoff und MacFie, 1994).
- Konsumenten, deren Pfeil in der Darstellung lang ist, werden durch die Darstellung sehr gut repräsentiert. Die Länge des Pfeils ist proportional zu dem Bestimmtheitsmaß R^2 , welches angibt, wie gut ein Modell die Präferenzdaten des Konsumenten repräsentiert (McEwan, 1996). Werden sie durch einen kurzen Pfeil dargestellt, werden sie entweder durch die Dimensionen nicht gut erklärt, oder sie bewerten die Produkte, die unterschiedlich dargestellt werden, sehr ähnlich. In

diesem Fall sollten die Werte der weiteren Dimensionen betrachtet werden; so lässt sich erkennen, ob die Darstellung mit diesen Dimensionen nicht für diesen Konsumenten ausreicht (Lawless und Heymann, 1999). Meilgaard et al. (2007) empfehlen, Konsumenten, die in der Grafik nicht gut präsentiert werden, aus der Analyse zu entfernen. Da in dem vorliegenden Forschungsprojekt nur etwas mehr als 60 Konsumenten befragt wurden, werden alle Konsumenten aufgeführt, die nach F-Test, Überschreitungswahrscheinlichkeit und Bestimmtheitsmaß durch das Modell M wiedergegeben werden können.

- Liegen die Attribute nahe an einer der Achsen, so korrelieren sie stark mit dieser. Auch wenn das Attribut weit vom Ursprung entfernt auf den Diagonalen der Dimensionen liegt, liegt eine hohe Korrelation vor (Greenhoff und MacFie, 1994).
- Attribute, die nahe beieinander liegen, korrelieren positiv miteinander. Liegen sie in der Grafik einander gegenüber, korrelieren sie negativ miteinander (Meilgaard et al., 2007).
- Attribute, die nahe an Clustern oder Konsumenten liegen, werden als „preference driving factors“ bezeichnet, d.h. sie präferieren höhere Intensitäten bezüglich dieser sensorischen Eigenschaft.
- Ähnlich beschreiben Attribute, die nahe bei Produkten liegen, eine hohe Intensität derer, liegen sie in der Graphik auf der gegenüberliegenden Seite, so ist die Eigenschaft nur gering ausgeprägt. Hier ist darauf zu achten, dass durch die Beschreibung von hohen Intensitäten bestimmter Attribute bei Produkten nicht automatisch hohe Skalenwerte vorliegen. So kann beispielweise die Intensität für ein Attribut auf einer 10-Punkte-Skala von 2 bis 5 variieren. Ist dieses Attribut für die Akzeptanz relevant, so können große Unterschiede bezüglich der Gesamtbeliebtheit zwischen den Produkten auftreten, wenn das eine Produkt eine Intensität von 2, das andere eine Intensität von 5 aufweist (Meilgaard et al., 2007).

5.4 Beschreibung der Prüfpersonen

5.4.1 Mitglieder des geschulten Panels

Das Prüfpanel bestand aus 17-20 Panelmitgliedern, die Studentinnen des Departments Ökotrophologie an der HAW Hamburg waren. Dieses Panel durchlief eine Grundschulung nach DIN 10961 und wurde gesondert auf Lachsprodukte in verschiedenen Zubereitungsarten geschult, um in anschließenden sensorischen Prüfungen Unterschiede der Intensitäten der Attribute zwischen den Produkten feststellen zu können. Dieses Panel bestand über 2,5 Jahre, so dass alle Untersuchungen innerhalb des Forschungsprojektes von den gleichen Prüfer durchgeführt werden konnten und eine Nachschulung einzelner Prüfer für das Erreichen der Mindestanzahl eines Panels (DIN 10967-1 N=6) nicht erforderlich war. Je nach Zubereitungsart und Testmethode wurden regelmäßige Nachschulungen für das gesamte Panel durchgeführt, um die Sensibilitäten zu trainieren, zu erhalten und zu überprüfen.

5.4.2 Mitglieder des Verbraucherpanels

Pro Konsumententest nahmen mindestens 60 ungeschulte Personen teil. Über die gesamte Projektdauer nahmen insgesamt 276 Personen teil, die entweder einmal oder mehrfach zu den Verkostungen erschienen. Davon waren 31,9% der Befragten männlich und 68,1 % weiblich. Die Altersspannweite lag zwischen 16 und 70 Jahren, wobei der Altersdurchschnitt der Prüfer bei 28 Jahren lag (Abb.5.12).

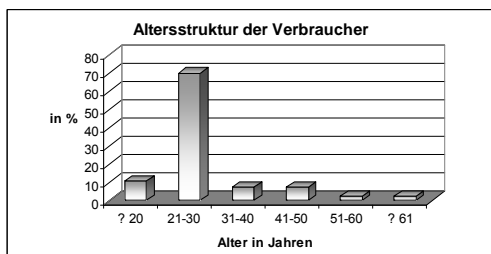


Abb. 5.12 Altersstruktur der Verbraucher (n=276)

Hierbei ist zu erwähnen, dass es bei den Prüfmethode um die Identifizierung von Unterschieden zwischen den Proben ging und somit keine Bestimmung einer Zielgruppe erforderlich war. Daher nahmen vorwiegend Studenten der HAW Hamburg und einige Mitarbeiter an den Verkostungen teil, da für diese durch die Anwesenheit in der HAW der Aufwand an einer Teilnahme im Vergleich zu einem externen Verbraucherpanel relativ gering ist. Hinzu kommt der Vorteil, dass vor allem junge Personen an den Testmethoden

teilnahmen, die laut Carpenter et al. (2000) über eine höhere sensorische Sensibilität verfügen und so eher Unterschiede zwischen den Proben feststellen können. Bei der Auswahl der Prüfer wurde darauf geachtet, dass die Konsumenten mit dem Produkt Lachs vertraut sind und sie keine Aversionen gegen Fischprodukte haben, da sonst laut Busch-Stockfisch (2002) die Gefahr einer Verzerrung der Ergebnisse bestehe. Zusätzlich wurde jeder Konsument gebeten, Stellung zu seinem persönlichen Produktempfinden und zu Verzehrgewohnheiten von Lachsprodukten zu nehmen (s. Anhang).

5.5 Prüfbedingungen

5.5.1 Prüfraum

Der Prüfraum entspricht den Anforderungen nach DIN 10962. Die Norm legt „Mindestanforderungen und wünschenswerte Bedingungen für den Prüfraum“ fest, „um eventuelle Einflüsse durch psychologische Faktoren und Umgebungsbedingungen auf die Prüfurteile zu reduzieren“ (DIN 10962). Es muss eine Atmosphäre geschaffen werden, die die Befangenheit der Prüfer minimiert und gleichzeitig deren sensorische Empfindsamkeit maximiert (Meilgaard et al., 2007).

Der Prüfraum der HAW Hamburg besteht aus zwölf Prüfkabinen mit fest eingebauten Wänden. Jede Kabine ist mit einem Speihbecken und Wasseranschluss ausgestattet, verfügt außerdem über Bildschirm, Maus und Tastatur und wird über die Sensoriksoftware FIZZ (Biosystemes) computergesteuert. Um Einflüsse unterschiedlicher Färbungen der Prüfproben zu eliminieren, können Verkostungen unter Schwarzlicht oder Natriumdampfbeleuchtung erfolgen. Diese Möglichkeiten werden jedoch nur bei der Schulung des geschulten Panels eingesetzt, nicht bei den Untersuchungen mit den eigentlichen Prüfproben.

Während der Prüfungen betrug die Luftfeuchtigkeit in den Prüfräumen 45% bis 48%, die Raumtemperatur 21°C bis 23°C. Des Weiteren waren alle Bedingungen erfüllt, die für die einwandfreie Durchführung sensorischer Prüfungen vorausgesetzt werden.

5.5.2 Datenerfassung

Die Datenerfassung der Profilprüfungen, Paarweisen Vergleichsprüfung, Akzeptanztests und Prüfmethode mit der Methode Just-About-Right erfolgten mittels der speziellen Sensoriksoftware FIZZ (Version 2.31G, 1994-2007 Biosystemes) in 12 EDV-ausgestatteten Prüfkabinen. Ausgewertet wurden die Daten ebenfalls mit FIZZ: Profilprüfungen, Paarweise Vergleichsprüfung, Akzeptanztests und Preference Mapping. Die Auswertung der Penalty-Analyse erfolgte mit XLSTAT-Pro und -MX (Version 2007.7) sowie Excel (2003). Die Daten des Free Choice Profiling wurden mit Prüfbögen erhoben, die anschließend mit Excel und der Software Senstools (OP&P Product Reserach PV, Version 3.3.2) ausgewertet wurden.

6 Ergebnisse

6.1 Ergebnisse der Konventionellen Profilprüfung

6.1.1 Gedünsteter Lachs

Ungelagert

Nach einer Lagerdauer von 0, 6 und 12 Monaten wurden die Lachse gedünstet und anschließend durch ein geschultes Prüfppanel mittels der Konventionellen Profilprüfung untersucht, um Unterschiede zwischen den Proben zu identifizieren und quantifizieren.

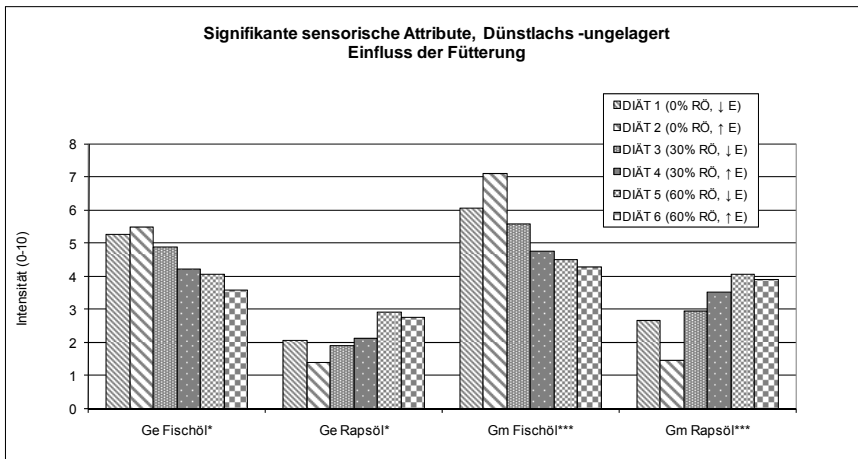


Abb. 6.1 Sensorische Veränderungen von Attributen ungelagerter gedünsteter Lachsproben durch den Einsatz unterschiedlicher Futtermittel

Tab. 6.1 Duncan Grouping der signifikanten Attribute ungelagerter gedünsteter Lachsproben

Signifikante Attribute ¹²	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6
Ge Fischöl*	AB	A	AB	BC	BC	C
Ge Rapsöl*	AB	B	AB	AB	A	A
Gm Fischöl***	AB	A	BC	CD	CD	D
Gm Rapsöl***	B	C	AB	AB	A	A

Die Ergebnisse der Profilprüfungen zeigen, dass das geschulte Panel in der Lage ist, die Proben statistisch sicher sensorisch voneinander zu unterscheiden. In Abbildung 6.1 ist der

¹² *signifikant $\alpha=0,05$

** hoch signifikant $\alpha=0,01$

*** sehr hoch signifikant $\alpha=0,001$

Einfluss der Fütterung auf die sensorischen Attribute dargestellt (Ge=Geruch, Gm=Geschmack), die signifikante Unterschiede zwischen den Produkten aufzeigen. Weitere Attribute, die Unterschiede zwischen den Proben aufzeigen, können nicht identifiziert werden.

Lachse, gefüttert mit Diät 2, weisen einen intensiveren *Fischöl*geruch und einen schwächeren *Rapsöl*geruch auf als Lachse, gefüttert mit Diät 5 und 6 (60% RÖ). Die Proben 1, 3 und 4 liegen in ihrer Intensität zwischen den oben genannten Proben. Bei dem Merkmal Geschmack kann das Panel die Proben bezogen auf die unterschiedlichen Ölzusammensetzungen besser voneinander differenzieren: Die Lachse, die mit Futtermitteln gefüttert werden, die nur Fischöl im Futter enthalten (Diät 1 und 2: 0% RÖ), weisen einen intensiveren *Fischöl*geschmack und einen signifikant niedrigeren *Rapsöl*geschmack auf als die Proben 5 und 6 (60% RÖ). Lachse, gefüttert mit Diät 3 und 4, können nicht zu einer der beiden Extremgruppen zugeordnet werden, sie weisen mittlere Intensitäten auf.

6-monatige Lagerung

Die Ergebnisse der Konventionellen Profilprüfung zeigen nach einer Lagerdauer von 6 Monaten eine ähnliche Struktur wie die Ergebnisse der ungelagerten Lachsproben:

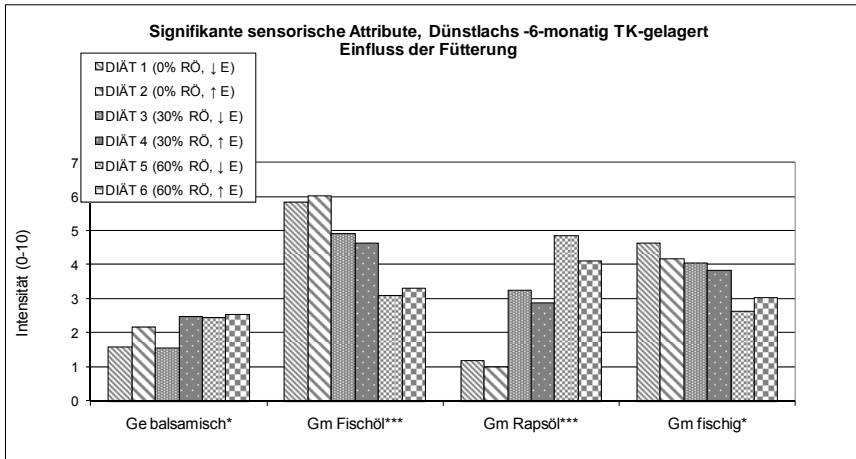


Abb. 6.2 Sensorische Veränderungen von Attributen der 6-monatig gelagerten gedünsteten Lachsproben durch den Einsatz unterschiedlicher Futtermittel

Tab. 6.2 Duncan Grouping der signifikanten Attribute der 6-monatig gelagerten gedünsteten Lachsproben

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6
Ge balsamisch*	B	AB	B	A	A	A
Gm Fischöl***	A	A	AB	B	C	C
Gm Rapsöl***	D	D	BC	C	A	AB
Gm fischig*	A	AB	AB	ABC	C	BC

Der *balsamische* Geruch (Abb. 6.2) ist bei den Lachsen 4, 5 und 6 signifikant stärker ausgeprägt als bei den Lachsproben 1 und 3. Bezogen auf den *Fischöl*- und *Rapsöl*geschmack verhalten sich die gelagerten Proben in ihren Intensitäten gleichermaßen wie die ungelagerten Dünstfische: Lachse, gefüttert mit Diät 1 und 2 (0% RÖ), weisen einen ausgeprägteren *Fischöl*geschmack und einen schwächeren *Rapsöl*geschmack auf als die Lachse 5 und 6 (60% RÖ). Fische, gefüttert mit Diät 3 und 4, liegen in ihrer Intensität zwischen diesen Extremgruppen. Produkt 1 (0% RÖ, ↓E) weist einen signifikant *fischigeren* Geschmack auf als Produkt 5 und 6. Die entsprechende Probe 2 (0% RÖ, ↑E) mit dem höheren Tocopherolzusatz, hingegen zeigt bezüglich des *fischigen* Geschmacks nur gegenüber Probe 5 (60% RÖ, ↓E) eine höhere Intensität, jedoch nicht gegenüber Probe 6

(60% RÖ, ↑E). Lachse, gefüttert mit Diät 3 und 4 liegen in ihrer Intensität auch bei diesem Attribut dazwischen und sind nicht eindeutig einer der Extremgruppen zuzuordnen.

12-monatige Lagerung

Das geschulte Prüfpanel kann die sechs Lachsproben nach einem Lagerzeitraum von 12 Monaten sowohl im Merkmal Geruch als auch im Geschmack voneinander unterscheiden:

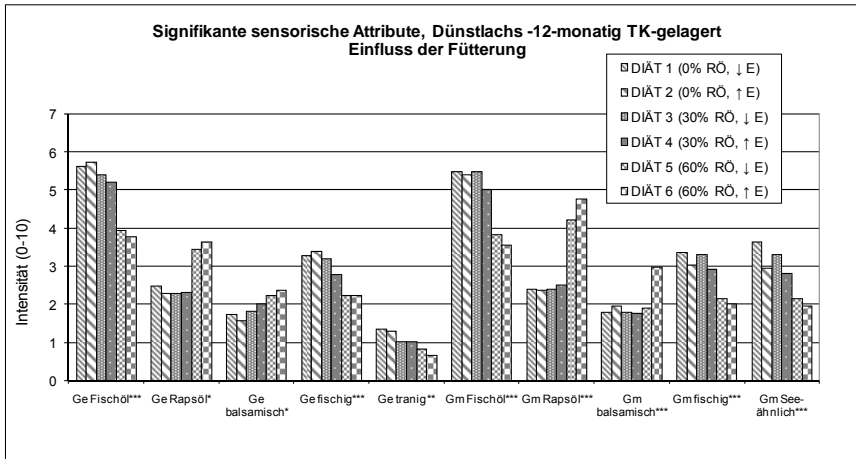


Abb. 6.3 Sensorische Veränderungen von Attributen der 12-monatig gelagerten gedünsteten Lachsproben durch den Einsatz unterschiedlicher Futtermittel

Tab. 6.3 Duncan Grouping der signifikanten Attribute der 12-monatig gelagerten gedünsteten Lachsproben

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6
Ge Fischöl***	A	A	A	A	B	B
Ge Rapsöl*	BC	C	C	BC	AB	A
Ge balsamisch	BC	C	BC	ABC	AB	A
Ge fischig***	A	A	A	AB	B	B
Ge tranig**	A	A	AB	AB	B	B
Gm Fischöl***	A	A	A	A	B	B
Gm Rapsöl***	B	B	B	B	A	A
Gm balsamisch ***	B	B	B	B	B	A
Gm fischig***	A	A	A	A	B	B
Gm See-ähnlich	A	AB	A	AB	BC	C

So konnten die geschulten Prüfer gemäß Abbildung 6.3 höhere Intensitäten im *fischigen*, *tranigen* Geruch und *Fischölgeruch* bei den Lachsen der Gruppe 1 und 2 (0% RÖ) identifizieren als bei den Fischen, gefüttert mit Diät 5 und 6 (60% RÖ), die hingegen stärkere Intensitäten in den Geruchsattributen *balsamisch* und *Rapsöl* aufzeigen. Lachse aus Gruppe

3 und 4 (30% RÖ) liegen wie auch schon bei den vorangegangenen Probenuntersuchungen in ihrer Intensität dazwischen. Sie sind nicht eindeutig zuzuordnen, da sie mal Intensitäten aufweisen, die den Fischen, gefüttert mit Diät 5 und 6 entsprechen, mal entsprechen sie den Attributintensitäten der Lachsgruppen 1 und 2.

Bei dem Merkmal Geschmack wurden bei Lachsen, gefüttert mit Diäten 5 und 6, geringere Intensitäten in den Attributen *Fischöl*, *fischig* und *Seegeschmack* identifiziert als bei Lachsen aus Gruppe 1 und 2. Eine höhere Intensität weisen sie jedoch bei dem Attribut *Rapsölgeschmack* auf. Auch hier liegen die Proben 3 und 4 in ihrer Intensität zwischen den Extremgruppen. Bei Probe 6 (60% RÖ, ↑E) konnte im Vergleich zu den anderen fünf Lachsproben ein signifikant stärkerer *balsamischer* Geschmack wahrgenommen werden. Wie auch bei den ungelagerten und 6-monatig gelagerten Proben ist zu erkennen, dass sich die Probenpaare 5 und 6, 1 und 2 sowie 3 und 4 sensorisch ähnlich verhalten; so werden sie bis auf wenige Ausnahmen, wie balsamischer Geschmack, in ihren Produkteigenschaften ähnlich beschrieben.

6.1.2 Gegrillter Lachs

Ungelagert

Wie auch die Dünstlachse wurden die gegrillten Proben ungelagert sowie nach einer 6- und 12-monatigen Lagerdauer sensorisch untersucht:

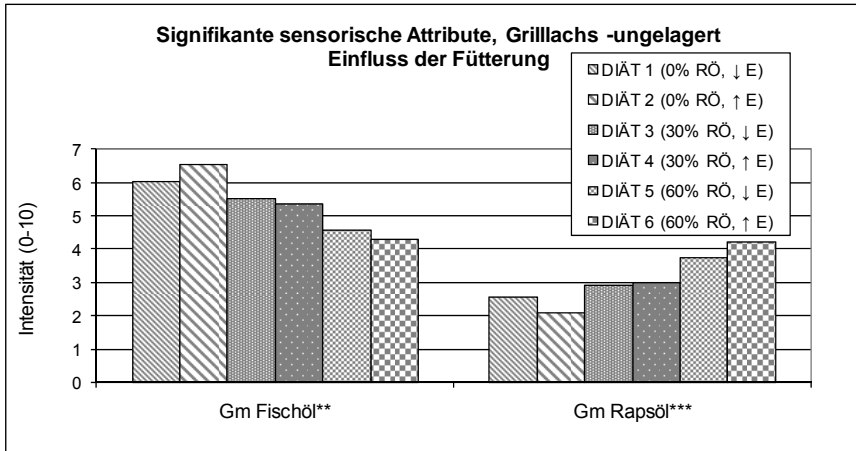


Abb. 6.4 Sensorische Veränderungen von Attributen ungelagerter gegrillter Lachsproben durch den Einsatz unterschiedlicher Futtermittel

Tab. 6.4 Duncan Grouping der signifikanten Attribute der ungelagerten gegrillten Lachsproben

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6
Gm Fischöl**	A	A	AB	ABC	BC	C
Gm Rapsöl***	C	C	BC	BC	AB	A

Die Ergebnisse aus der Berechnung der Varianzanalyse zeigen in Abbildung 6.4, dass die sechs Produkte im Geruch nicht zu unterscheiden sind, da hier keine signifikanten Unterschiede zwischen den profilierten Attributen identifiziert werden konnten.

Im Merkmal Geschmack hingegen konnte ein Einfluss der Fütterung auf die sensorischen Eigenschaften durch die geschulten Prüfer wahrgenommen werden: So nahmen sie einen stärkeren *Fischöl*geschmack und einen geringeren *Rapsöl*geschmack bei den Proben 1 und 2 wahr (0% RÖ). Lachse, gefüttert mit Diät 3, 4, 5 und 6 hingegen, erzeugen gegenteilige Wahrnehmungen: Sie werden durch einen signifikant intensiveren *Rapsöl*- und weniger stark ausgeprägten *Fischöl*geschmack beschrieben. Weitere Attribute zur sensorischen Produktunterscheidung wurden nicht identifiziert.

6-monatige Lagerung

Die Datenstruktur der 6-monatig gelagerten Proben sieht ähnlich aus wie die der ungelagerten Proben:

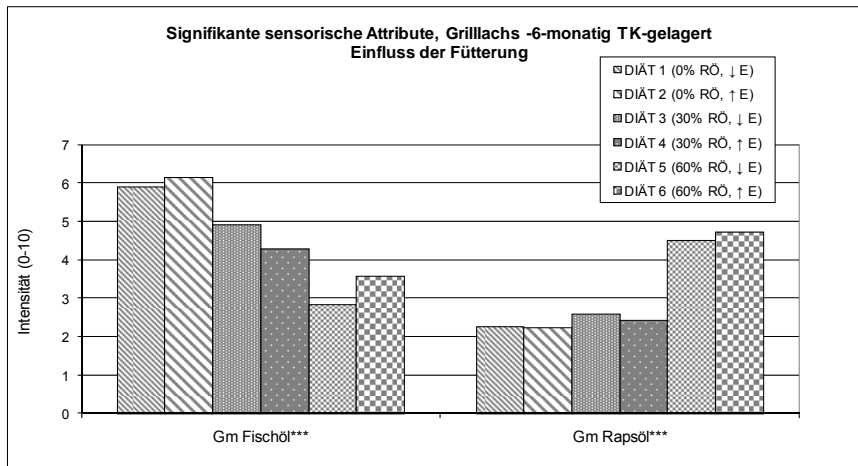


Abb. 6.5 Sensorische Veränderungen von Attributen der 6-monatigen gelagerten gegrillten Lachsproben durch den Einsatz unterschiedlicher Futtermittel

Tab. 6.5 Duncan Grouping der signifikanten Attribute der 6-monatig gelagerten gegrillten Lachsproben

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6
Gm Fischöl***	A	A	AB	B	C	BC
Gm Rapsöl***	B	B	B	B	A	A

Lachse, gefüttert mit Diäten 5 und 6 (60% RÖ) schmecken ähnlich: So weisen sie einen intensiveren *Rapsöl*geschmack und geringeren *Fischöl*geschmack auf als die Proben 1 und 2 (Abb. 6.5). Fische aus Gruppe 3 und 4 (30% RÖ) verhalten sich in ihrer Intensität bezüglich des *Rapsöl*geschmacks wie Fische, gefüttert mit Diäten 1 und 2 (0% RÖ); hingegen werden sie aufgrund ihrer mittleren Intensität im *Fischöl*geschmack zwischen den beiden Extremgruppen eingeordnet.

Weitere signifikante Unterschiede zur Beurteilung der Produkte können in den Merkmalen Geruch und Geschmack nicht identifiziert werden.

12-monatige Lagerung

Nach einer Lagerdauer der Fische von 12 Monaten kann das geschulte Panel die sechs Proben in den Attributen *Fischöl*, *Rapsöl* und *tranig* im Merkmal Geschmack (Abb. 6.6) voneinander unterscheiden:

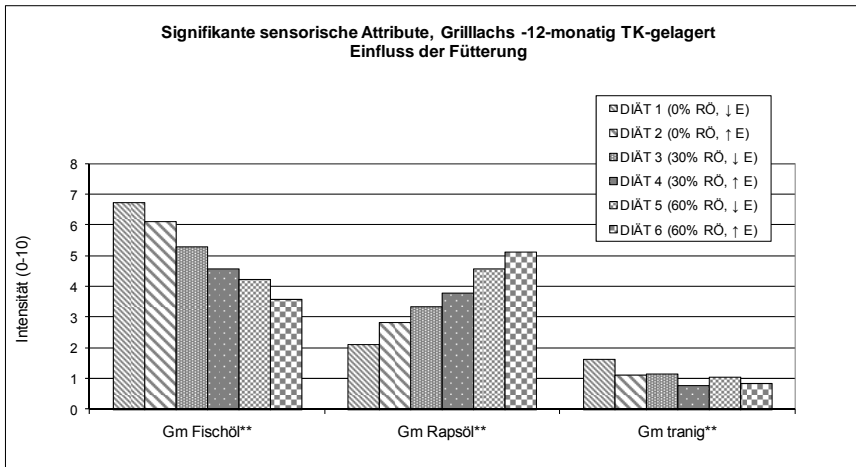


Abb. 6.6 Sensorische Veränderungen von Attributen der 12-monatig gelagerten gegrillten Lachsproben durch den Einsatz unterschiedlicher Futtermittel

Tab. 6.6 Duncan Grouping der signifikanten Attribute der 12-monatig gelagerten gegrillten Lachsproben

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6
Gm Fischöl**	A	AB	ABC	BCD	CD	D
Gm Rapsöl**	D	CD	BCD	ABC	AB	A
Gm tranig**	A	B	B	B	B	B

Wie schon bei den ungelagerten und 6 Monate gelagerten Proben wurden bei den Lachsen, gefüttert mit Diät 1 und 2 (0% RÖ), ein intensiverer *Fischöl*geschmack und ein schwächerer *Rapsöl*geschmack identifiziert als bei den Lachsen der Gruppe 5 und 6 (60% RÖ). Lachse, gefüttert mit Diät 3 und 4 (30% RÖ), liegen in ihrer Intensität zwischen diesen beiden Extremgruppen. Hier kann keine Zuordnung zu einer bestimmten Gruppe aufgrund ihrer Fettzusammensetzung im Futter erfolgen. Weiterhin weisen die Fische der Gruppe 1 (0% RÖ, ↓E) einen intensiveren *tranigen* Geschmack auf als die fünf anderen Proben. Weitere Unterschiede werden weder im Merkmal Geruch noch im Geschmack sensorisch wahrgenommen.

6.1.3 Geräucherter Lachs

Ungelagert

Die geräucherten Lachsproben wurden im Gegensatz zu den Dünst- und Grilllachsen ungelagert sowie nach einer Lagerdauer von 3 und 6 Monaten durch ein geschultes Panel sensorisch untersucht:

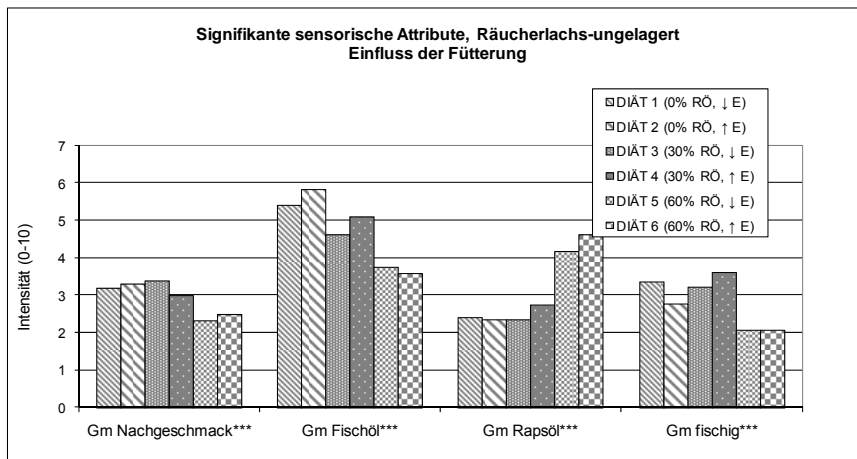


Abb. 6.7 Sensorische Veränderungen von Attributen ungelagerter geräucherter Lachsproben durch den Einsatz unterschiedlicher Futtermittel

Tab. 6.7 Duncan Grouping der signifikanten Attribute der ungelagerten geräucherter Lachsproben

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6
Gm Nachgeschmack***	A	A	A	AB	C	BC
Gm Fischöl***	AB	A	BC	AB	C	C
Gm Rapsöl***	B	B	B	B	A	A
Gm fischig***	A	AB	A	A	B	B

In Abbildung 6.7 wird verdeutlicht, dass das geschulte Panel im Merkmal Geschmack signifikante Unterschiede zwischen den Proben in den Attributen *Fischöl*, *Rapsöl* und *Nachgeschmack* sowie im *fischigen* Geschmack identifizieren konnte. Hier fallen besonders die Abweichungen der Proben mit der maximalen Substitution des FÖ in Höhe von 60% durch RÖ (Diät 5 und 6) von den vier anderen Proben auf: Sie erreichen entsprechend ihrer Futtermittelzusammensetzung eine höhere Intensität im *Rapsöl*geschmack und eine geringe Intensität bezüglich des *Fischöl*geschmacks.

Weiterhin unterscheiden sich die Lachsgruppen 1 und 2 (0% RÖ) durch einen *fischigeren* und intensiveren *Nachgeschmack* von den Lachsen 5 und 6 (60% RÖ). Die Proben 3 und 4 (30% RÖ) liegen bei diesen Produkteigenschaften in ihren Intensitäten dazwischen, so dass eine eindeutige Zuordnung hier nicht möglich ist.

3-monatige Lagerung

Nach einer Lagerdauer von 3 Monaten zeigen die Ergebnisse der Profilprüfung, dass die geschulten Prüfer die Proben nur bei dem Geschmacksattribut *Fischöl* (Abb. 6.8) voneinander unterscheiden können:

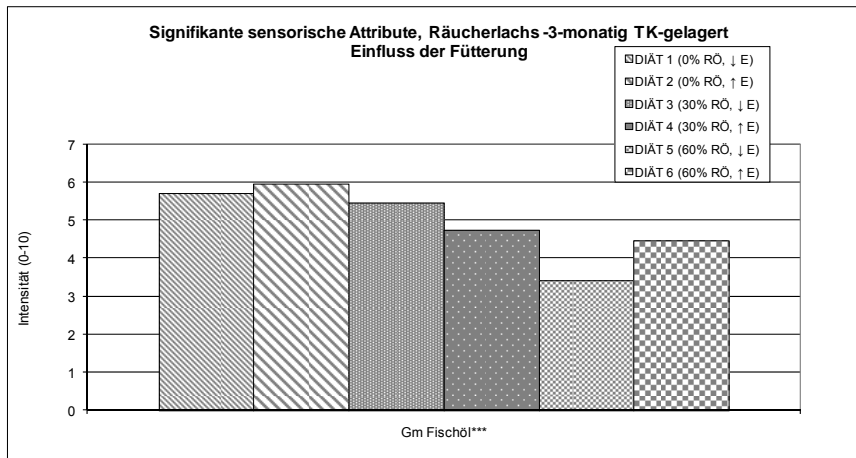


Abb. 6.8 Sensorische Veränderungen von Attributen der 3-monatig gelagerten geräucherten Lachsproben durch den Einsatz unterschiedlicher Futtermittel

Tab. 6.8 Duncan Grouping der signifikanten Attribute der 3-monatig gelagerten geräucherten Lachsproben

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6
Gm Fischöl***	AB	A	ABC	BC	D	CD

Die Proben 5 und 6 (60% RÖ) zeigen eine signifikant geringere Intensität als die Proben 1 und 2 (0% RÖ). Eine genaue Zuordnung der Proben 3 und 4 (30% RÖ) ist nicht zu erkennen, ihre Intensitäten liegen zwischen den beiden Extremkategorien.

Weitere Unterschiede werden weder im Geruch noch im Geschmack identifiziert.

6-monatige Lagerung

Ein Einfluss der Fütterung nach einer Lagerdauer von 6 Monaten ist durch die konventionelle Profilprüfung nicht zu identifizieren. Weder im Merkmal Geruch noch im Geschmack nimmt das geschulte Prüfpanel sensorische Unterschiede zwischen den Lachsproben wahr.

6.2 Ergebnisse der Paarweisen Vergleichsprüfung

Zur Absicherung der Ergebnisse aus der Profilprüfung, in der signifikante Unterschiede im Fischölgeschmack zwischen den mit unterschiedlichen Anteilen an Fischöl und Rapsöl gefütterten Lachse festgestellt wurden, wurde mittels der genaueren Methode bei kleinen Unterschieden die einseitige Paarweise Vergleichsprüfung untersucht, ob tatsächlich signifikante Unterschiede zwischen den unterschiedlich gefütterten Fischen vorliegen.

Die gedünsteten, gegrillten und geräucherten Lachse wurden in der Produkteigenschaft *Fischölgeschmack* durch das geschulte Panel untersucht, wobei jeweils die beiden Extremprobeppaare mit den entsprechenden Tocopherolgehalten gegeneinander verkostet wurden.

Probenpaar 1: Diät 1 (0% RÖ, 200mg Vitamin E) vs. Diät 5 (60% RÖ, 200mg Vitamin E)

Probenpaar 2: Diät 2 (0% RÖ, 600mg Vitamin E) vs. Diät 6 (60% RÖ, 600mg Vitamin E)

6.2.1 Gedünsteter Lachs

Die Lachse wurden gedünstet und nach einer Lagerdauer von 0, 6 und 12 Monaten mittels der Paarweisen Vergleichsprüfung (einseitige Fragestellung) analysiert mit der Fragestellung: „Welche der beiden Proben weist einen intensiveren Fischölgeschmack auf?“

Tab. 6.9 Paarweise Vergleichsprüfung (einseitig)_ungelagerter gedünsteter Lachs

Probenpaar	N	Richtige Antworten	Signifikanz
Diät 1 vs. Diät 5	43	36	$\alpha = 0,001$
Diät 2 vs. Diät 6	40	35	$\alpha = 0,001$

Tab. 6.10 Paarweise Vergleichsprüfung (einseitig)_6-monatig gelagerter gedünsteter Lachs

Probenpaar	N	Richtige Antworten	Signifikanz
Diät 1 vs. Diät 5	24	18	$\alpha = 0,05$
Diät 2 vs. Diät 6	28	23	$\alpha = 0,001$

Tab. 6.11 Paarweise Vergleichsprüfung (einseitig)_12-monatig gelagerter gedünsteter Lachs

Probenpaar	N	Richtige Antworten	Signifikanz
Diät 1 vs. Diät 5	43	35	$\alpha = 0,001$
Diät 2 vs. Diät 6	40	29	$\alpha = 0,01$

Tabellen 6.9 bis 6.11 bestätigen die Ergebnisse der Konventionellen Profilprüfung: Die geschulten Prüfer konnten die gedünsteten Proben in den oben genannten Probenpaaren im

direkten Vergleich in dem sensorischen Attribut *Fischölgeschmack* voneinander unterscheiden. Lachse, die Futter erhielten, das als Fettquelle ausschließlich Fischöl aufwies, zeigen im Geschmack eine intensivere *Fischölnote* auf als Lachse, bei denen 60% des Fischöls im Futter durch Rapsöl substituiert wurden.

6.2.2 Gegrillter Lachs

Nach einer Lagerdauer von 0, 6 und 12 Monaten wurden die Lachsproben nach dem Grillprozess mittels Paarweiser Vergleichsprüfung sensorisch untersucht mit der Fragestellung: „Welche der beiden Proben weist einen intensiveren *Fischölgeschmack* auf?“

Probenpaar 1: Diät 1 (0% RÖ, 200mg Vitamin E) vs. Diät 5 (60% RÖ, 200mg Vitamin E)

Probenpaar 2: Diät 2 (0% RÖ, 600mg Vitamin E) vs. Diät 6 (60% RÖ, 600mg Vitamin E)

Tab. 6.12 Paarweise Vergleichsprüfung (einseitig)_ungelagerter gegrillter Lachs

Probenpaar	N	Richtige Antworten	Signifikanz
Diät 1 vs. Diät 5	49	36	$\alpha = 0,001$
Diät 2 vs. Diät 6	54	42	$\alpha = 0,001$

Tab. 6.13 Paarweise Vergleichsprüfung (einseitig)_6-monatig gelagerter gegrillter Lachs

Probenpaar	N	Richtige Antworten	Signifikanz
Diät 1 vs. Diät 5	25	19	$\alpha = 0,01$
Diät 2 vs. Diät 6	26	19	$\alpha = 0,05$

Tab. 6.14 Paarweise Vergleichsprüfung (einseitig)_12-monatig gelagerter gegrillter Lachs

Probenpaar	N	Richtige Antworten	Signifikanz
Diät 1 vs. Diät 5	20	17	$\alpha = 0,01$
Diät 2 vs. Diät 6	23	18	$\alpha = 0,01$

Laut Tabellen 6.12 bis 6.14 konnten die geschulten Prüfer bezüglich des *Fischölgeschmacks* die Proben voneinander unterscheiden: So weisen nach den drei Lagerzeiträumen die Lachse, gefüttert mit den Diäten 1 und 2 einen intensiveren *Fischölgeschmack* auf als die Proben, gefüttert mit Diäten 5 und 6.

6.2.3 Geräucherter Lachs

Ebenso wurden mittels Paarweiser Vergleichsprüfung die geräucherten Lachse nach einer Lagerdauer von 0, 3 und 6 Monaten sensorisch untersucht mit der Fragestellungen: „Welche der beiden Proben weist einen intensiveren Fischölgeschmack bzw. Rapsölgeschmack (nur ungelagerte Proben: Diät 2 vs. Diät 6) auf?“

Probenpaar 1: Diät 1 (0% RÖ, 200mg Vitamin E) vs. Diät 5 (60% RÖ, 200mg Vitamin E)

Probenpaar 2: Diät 2 (0% RÖ, 600mg Vitamin E) vs. Diät 6 (60% RÖ, 600mg Vitamin E)

Tab. 6.15 Paarweise Vergleichsprüfung (einseitig)_ungelagerter geräucherter Lachs

Probenpaar	N	Richtige Antworten	Signifikanz
Diät 1 vs. Diät 5	95	75	$\alpha = 0,001$
Diät 2 vs. Diät 6 ¹³	81	49	$\alpha = 0,05$

Tab. 6.16 Paarweise Vergleichsprüfung (einseitig)_3-monatig gelagerter geräucherter Lachs

Probenpaar	N	Richtige Antworten	Signifikanz
Diät 1 vs. Diät 5	12	10	$\alpha = 0,05$
Diät 2 vs. Diät 6	11	10	$\alpha = 0,01$

Tab. 6.17 Paarweise Vergleichsprüfung (einseitig)_6-monatig gelagerter geräucherter Lachs

Probenpaar	N	Richtige Antworten	Signifikanz
Diät 1 vs. Diät 5	16	6	nicht signifikant
Diät 2 vs. Diät 6	16	8	nicht signifikant

Die Tabellen 6.15 und 6.16 zeigen eine Beeinflussung durch die Fütterung, so dass die Intensität des *Fischölgeschmacks* bei den Proben Diät 5 und Diät 6 mit maximalem Rapsölaustausch geringer ist als bei den Proben, gefüttert mit Diät 1 und Diät 2; bzw. die Intensität des *Rapsölgeschmacks* ist bei den ungelagerten geräucherten Lachsen, gefüttert mit Diät 6, stärker ausgeprägt als bei Probe 2.

Hingegen ist nach einer Lagerdauer von 6 Monaten im direkten Probenvergleich (Tab. 6.17) kein signifikanter Unterschied bezüglich des *Fischölgeschmacks* feststellbar, so dass die Ergebnisse der Konventionellen Profilprüfung bestätigt werden.

¹³ Die Fragestellung richtete sich auf die Intensität des Rapsölgeschmacks

6.3 Ergebnisse des Akzeptanztests

In Abgrenzung zum Expertenpanel wurden ungeschulte Prüfer gefragt, in welchem Ausmaß sie ein Produkt mögen bzw. nicht mögen.

Diese Untersuchungen wurden mit den gedünsteten und gegrillten Lachsproben nach 0, 6 und 12 Monaten untersucht, mit den geräucherten Proben nach 0 und 6 Monaten.

6.3.1 Gedünsteter Lachs

Ungelagert

In Abb. 6.9 ist der Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz dargestellt. Die relative Häufigkeit der Produktakzeptanz beträgt bei den ungelagerten gedünsteten Lachsen 55% (Diät 3) bis 71% (Diät 1).

Die Mittelwerte (Tab. 6.18) liegen für alle sechs Proben zwischen 5,6 und 6,3. Eine Berechnung der Varianzanalyse zeigt jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen den Produkten in der Konsumenteneinschätzung. Weder ge- noch missfällt den Probanden eine Probe mehr oder weniger. Auch erhält keines der Produkte signifikant mehr Antworten im Gefallen-Bereich als ein anderes. Somit ist auch hier keine Probe signifikant beliebter.

Der Verbraucher scheint zwischen den Produkten keinen Unterschied in Bezug auf die Beliebtheit festzustellen.

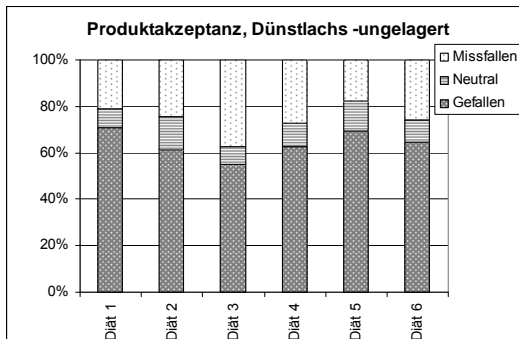


Abb. 6.9 Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz ungelagerter gedünsteter Lachse

Produktgruppe	Mittelwert
Diät 1, 0% RÖ, ↓ E	6,3
Diät 2, 0% RÖ, ↑ E	5,8
Diät 3, 30% RÖ, ↓ E	5,6
Diät 4, 30% RÖ, ↑ E	6,0
Diät 5, 60% RÖ, ↓ E	6,3
Diät 6, 60% RÖ, ↑ E	6,0

Tab. 6.18 Mittelwerte der Produktakzeptanz ungelagerter gedünsteter Lachse

6-monatige Lagerung

Auch nach einer Lagerdauer von 6 Monaten ist eine eindeutige Struktur bezüglich der Präferenzdaten nicht festzustellen. Die Produktakzeptanz (Abb. 6.10) beträgt bei den 6 Monaten gelagerten Proben zwischen 68% (Probe 3) und 81% (Probe 5).

Die Mittelwerte (Tab. 6.19) liegen zwischen 6,2 und 6,5. Die Berechnung der ANOVA über den Mittelwert identifiziert keine Probe, die signifikant beliebter bzw. weniger beliebt ist. Auch wird kein Lachs identifiziert, der mehr Wertungen im Gefallen-Bereich erlangt als eines der anderen Produkte.

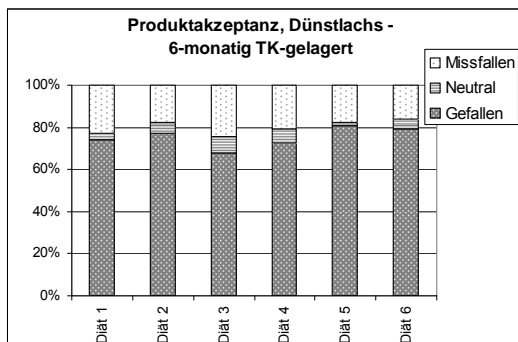


Abb. 6.10 Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz 6-monatig gelagerter gedünsteter Lachse

Produktgruppe	Mittelwert
Diät 1, 0% RÖ, ↓ E	6,4
Diät 2, 0% RÖ, ↑ E	6,5
Diät 3, 30% RÖ, ↓ E	6,2
Diät 4, 30% RÖ, ↑ E	6,4
Diät 5, 60% RÖ, ↓ E	6,5
Diät 6, 60% RÖ, ↑ E	6,4

Tab. 6.19 Mittelwerte der Produktakzeptanz 6-monatig gelagerter gedünsteter Lachse

12-monatige Lagerung

Ergebnisse der Varianzanalyse zeigen, dass Probe 5 (60% RÖ, ↓E) hoch signifikant weniger Wertungen im Gefallen-Bereich erhalten hat als die fünf anderen Lachsproben. Akzeptiert wird dieser Lachs nur zu 56% (Abb. 6.11). Bis auf die Werte der Probe 3 (30% RÖ, ↓E), diese findet nur bei 66% der Verbraucher Akzeptanz, liegen die Werte im Gefallen-Bereich der anderen Produkte zwischen 70% und 80%.

Über den Mittelwert gerechnet ist die Gesamtbefriedigung (Tab. 6.20) bei Produkt 5 ($x=5,4$) signifikant geringer als bei den Proben 1, 2, 4 und 6, nicht jedoch von Probe 3. Lachse, gefüttert mit Diät 3, erreichen Mittelwerte in der Produktakzeptanz, die zwischen den fünf anderen Proben liegen: Diese Probe unterscheidet sich weder von Probe 5 noch von den Proben 1, 2, 4 und 6 signifikant. Eine erneute Berechnung der Varianzanalyse mit $\alpha=0,1$ zeigt ein ähnliches Muster: Produkt 5 unterscheidet sich signifikant von den fünf anderen Lachsprodukten, Probe 3 verhält sich wie die Proben 1, 2, 4 und 6. Durch die höhere Irrtumswahrscheinlichkeit können keine weiteren Unterschiede zwischen den Lachsen identifiziert werden.

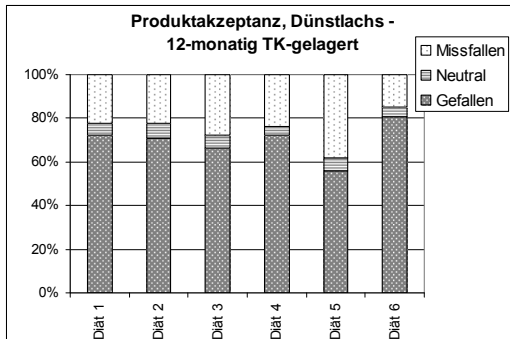


Abb. 6.11 Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz 12-monatig gelagerter gedünsteter Lachse

Produktgruppe	Mittelwert
Diät 1, 0% RÖ, ↓ E	6,2
Diät 2, 0% RÖ, ↑ E	6,5
Diät 3, 30% RÖ, ↓ E	6,0
Diät 4, 30% RÖ, ↑ E	6,4
Diät 5, 60% RÖ, ↓ E	5,4**
Diät 6, 60% RÖ, ↑ E	6,5

Tab. 6.20 Mittelwerte der Produktakzeptanz 12-monatig gelagerter gedünsteter Lachse

6.3.2 Gegrillter Lachs

Ungelagert

Urteile der ungeschulten Prüfer ergeben, dass keine der ungelagerten gegrillten Proben bevorzugt bzw. abgelehnt wird. Kein Lachs erhält mehr Wertungen im Gefallen- als im Missfallen-Bereich. Die Produktakzeptanz (Abb. 6.12) liegt zwischen 67% (Diät 2) und 77% (Diät 1).

Die Berechnung der Gesamtbeliebtheit über den Mittelwert (Tab. 6.21) beträgt 6,1 bis 6,5.

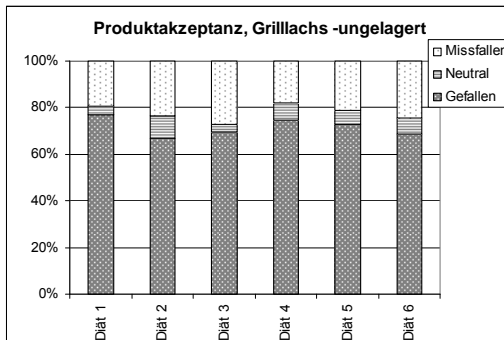


Abb. 6.12 Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz ungelagerter Grilllachse

Produktgruppe	Mittelwert
Diät 1, 0% RÖ, ↓ E	6,5
Diät 2, 0% RÖ, ↑ E	6,1
Diät 3, 30% RÖ, ↓ E	6,3
Diät 4, 30% RÖ, ↑ E	6,5
Diät 5, 60% RÖ, ↓ E	6,2
Diät 6, 60% RÖ, ↑ E	6,1

Tab. 6.21 Mittelwerte der Produktakzeptanz ungelagerter Grilllachse

6-monatige Lagerung

Wie die Ergebnisse der ungelagerten Proben zeigen, sind auch bei den 6-monatig gelagerten Grillachsen keine signifikanten Unterschiede durch Berechnung der ANOVA bezüglich der Präferenz zu identifizieren.

Die Gesamtbefriedigung über den Mittelwert (Tab. 6.22) erreicht Werte zwischen 6,3 und 6,7. Akzeptiert werden die Lachse von 76% (Diät 5) bis 80% (Diät 1).

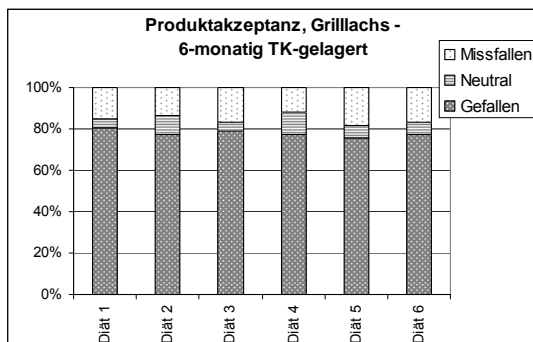


Abb. 6.13 Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz 6-monatig gelagerter Grillachse

Produktgruppe	Mittelwert
Diät 1, 0% RÖ, ↓ E	6,7
Diät 2, 0% RÖ, ↑ E	6,7
Diät 3, 30% RÖ, ↓ E	6,6
Diät 4, 30% RÖ, ↑ E	6,7
Diät 5, 60% RÖ, ↓ E	6,3
Diät 6, 60% RÖ, ↑ E	6,6

Tab. 6.22 Mittelwerte der Produktakzeptanz 6-monatig gelagerter Grillachse

12-monatige Lagerung

Von den 62 befragten Konsumenten akzeptieren 74% Lachse der Gruppe 1 (Abb. 6.14), 87% der Verbraucher akzeptieren Lachse, gefüttert mit Diät 2. Die relativen Häufigkeiten der Akzeptanz für die vier anderen Proben liegen zwischen den oben genannten Werten.

Die Berechnung der Varianzanalyse über den Mittelwert (Tab. 6.23) zeigt jedoch, dass kein Produkt signifikant beliebter bzw. weniger beliebt ist. Auch erhält keine Lachsgruppe signifikant mehr Antworten im Gefallen-Bereich als im Missfallen-Bereich.

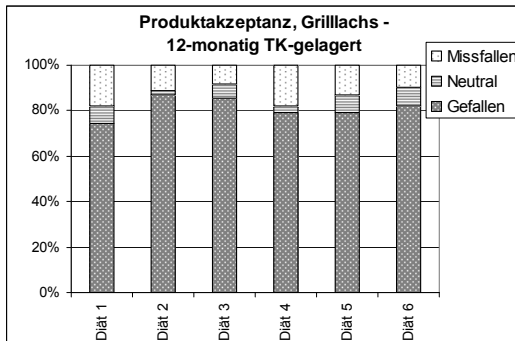


Abb. 6.14 Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz 12-monatig gelagerter Grilllachse

Produktgruppe	Mittelwert
Diät 1, 0% RÖ, ↓ E	6,5
Diät 2, 0% RÖ, ↑ E	7,1
Diät 3, 30% RÖ, ↓ E	6,9
Diät 4, 30% RÖ, ↑ E	6,7
Diät 5, 60% RÖ, ↓ E	6,5
Diät 6, 60% RÖ, ↑ E	6,8

Tab. 6.23 Mittelwerte der Produktakzeptanz 12-monatig gelagerter Grilllachse

6.3.3 Geräucherter Lachs

Ungelagert

Bei den sechs unterschiedlich gefütterten Lachsgruppen beträgt die Produktakzeptanz über 50% (Abb. 6.15). Probe 4 erreicht zwar von allen Proben die höchste Akzeptanz von 70%, diese Probe ist jedoch laut ANOVA nicht signifikant beliebter als eine der anderen.

Weder zeigen Ergebnisse der Varianzanalyse, dass eine der Produktgruppen im Gefallen-Bereich signifikant mehr Stimmen erhalten hat, noch zeigt sie eine höhere bzw. niedrigere Produktakzeptanz über den Mittelwert (Tab. 6.24).

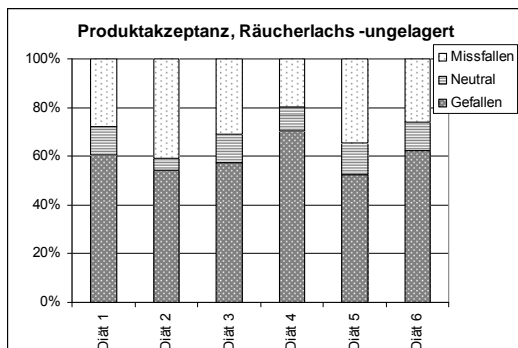


Abb. 6.15 Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz ungelagerter Räucherlachse

Produktgruppe	Mittelwert
Diät 1, 0% RÖ, ↓ E	5,8
Diät 2, 0% RÖ, ↑ E	5,6
Diät 3, 30% RÖ, ↓ E	5,7
Diät 4, 30% RÖ, ↑ E	6,2
Diät 5, 60% RÖ, ↓ E	5,5
Diät 6, 60% RÖ, ↑ E	5,9

Tab. 6.24 Mittelwerte der Produktakzeptanz ungelagerter Räucherlachse

6-monatige Lagerung

Nach einer Lagerdauer von 6 Monaten zeigen die Daten der ungeschulten Konsumenten keine signifikanten Unterschiede in der Höhe der Beliebtheit. Die Produktakzeptanz (Abb. 6.16) liegt bei den Proben zwischen 60% (Diät 1) und 81% (Diät 6).

Wie schon bei den ungelagerten Räucherlachs bestätigt die Varianzanalyse auch hier keine höhere bzw. geringere Produktakzeptanz für eine der Lachsproben über den Mittelwert. Auch erreicht keine Lachsprobe mehr Antworten im Gefallen-Bereich als eine der anderen. Die Mittelwerte erreichen Höhen zwischen 6,0 und 6,7 auf der 9-Punkte-Hedonik-Skala (Tab. 6.25).

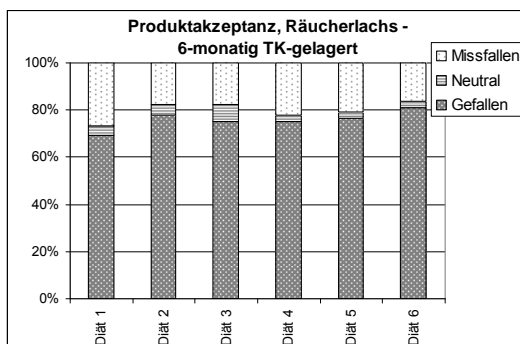


Abb. 6.16 Einfluss der Fütterung auf die Produktakzeptanz 6-monatig gelagerter Räucherlachs

Produktgruppe	Mittelwert
Diät 1, 0% RÖ, ↓ E	6
Diät 2, 0% RÖ, ↑ E	6,4
Diät 3, 30% RÖ, ↓ E	6,4
Diät 4, 30% RÖ, ↑ E	6,4
Diät 5, 60% RÖ, ↓ E	6,3
Diät 6, 60% RÖ, ↑ E	6,7

Tab. 6.25 Mittelwerte der Produktakzeptanz 6-monatig gelagerter Räucherlachs

6.4 Ergebnisse der Penalty Analyse

6.4.1 Gedünsteter Lachs

Ungelagert

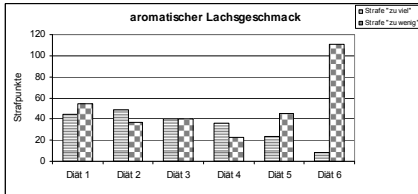


Abb. 6.17 Strafpunkte aromatischer Lachsgeschmack, Dünstlachs_ungelagert

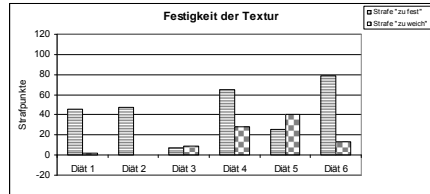


Abb. 6.18 Strafpunkte Festigkeit der Textur, Dünstlachs_ungelagert

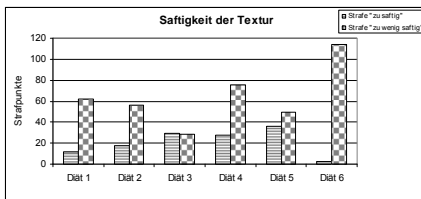


Abb. 6.19 Strafpunkte Saftigkeit der Textur, Dünstlachs_ungelagert

Die Berechnung der Penalty-Analyse (Abb. 6.17) zeigt, dass im Vergleich zu den Produkten 1 bis 5 nur Probe 6 sehr hohe Strafpunkte in der Kategorie *zu wenig intensiv aromatisch* erhalten hat. Die *Festigkeit* der Textur (Abb. 6.18) scheint sich bei den Produkten 1, 2, 4 und 6 auf die Gesamtbeliebtheit auszuwirken, jedoch

liegen die Strafpunkte im Bereich der Grauzone, so dass dieses Attribut nicht als Hauptkriterium für die Beliebtheitsabnahme anzusehen ist. Die Produkte 4 und 6 erhalten recht hohe Einzelstrafen für die *zu trockene* Beschaffenheit (Abb. 6.19); Lachse, gefüttert mit den Diäten 1 und 2, erreichen Strafpunkte bei diesem Attribut im Bereich der Grauzone. Eine Struktur aufgrund des Einsatzes unterschiedlicher Futtermittel lässt sich jedoch aus diesen Ergebnissen nicht identifizieren.

6-monatige Lagerung

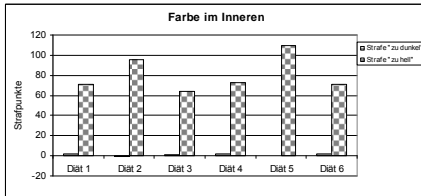


Abb. 6.20 Strafpunkte Farbe im Inneren, Dünstlachs_6 Monate gelagert

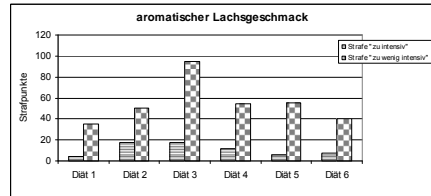


Abb. 6.21 Strafpunkte aromatischer Lachs geschmack, Dünstlachs_6 Monate gelagert

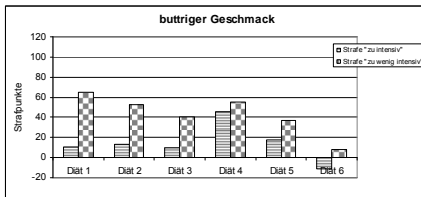


Abb. 6.22 Strafpunkte buttriger Geschmack, Dünstlachs_6 Monate gelagert

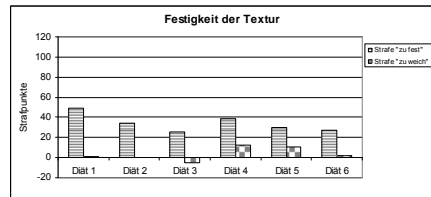


Abb. 6.23 Strafpunkte Festigkeit der Textur, Dünstlachs_6 Monate gelagert

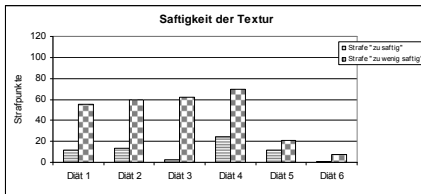


Abb. 6.24 Strafpunkte Saftigkeit der Textur, Dünstlachs_6 Monate gelagert

Zusätzlich zu den Attributen *aromatischer Lachs geschmack*, *Festigkeit* und *Saftigkeit* der Textur wurden Fragen zu den Eigenschaften *Farbe* (Abb. 6.20) und *buttriger Geschmack* (Abb. 6.22) nach einer Lagerdauer von 6 und 12 Monaten mittels Just-About-Right gestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass alle Proben

Strafen aufgrund einer *zu hellen* Farbe erhalten. Die Höhen der Strafpunkte liegen im oberen Bereich der Grauzone oder auch oberhalb. Eventuell wäre eine Verdunkelung des roten Lachs fleisches ratsam, um die Akzeptanz dieser Produkte zu erhöhen. Weiterhin erhalten alle Lachse Strafpunkte im Bereich der Grauzone in der Kategorie *zu wenig intensiv* bei dem Attribut *aromatischer Lachs geschmack* (Abb. 6.21). Lediglich Produkt 3 weicht durch einen sehr hohen Wert in dieser Kategorie ab. Die Gesamtbefindlichkeit scheint durch die sensorischen Eigenschaften *buttriger Geschmack*, *Festigkeit* und *Saftigkeit* der Textur nur gering beeinflusst zu sein, da Strafpunkte nur für vereinzelte Produkte vergeben werden, die maximal Höhen im mittleren Bereich der Grauzone erreichen und somit keine Hauptkriterien für die Abnahme der Produktakzeptanz bzw. für eine schlechtere Bewertung der Lachsproben darstellen.

12-monatige Lagerung

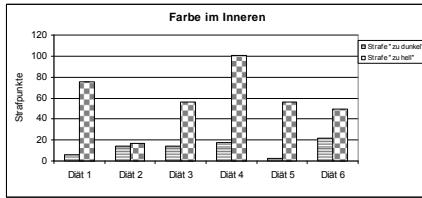


Abb. 6.25 Strafpunkte Farbe im Inneren, Dünstlachs_12 Monate gelagert

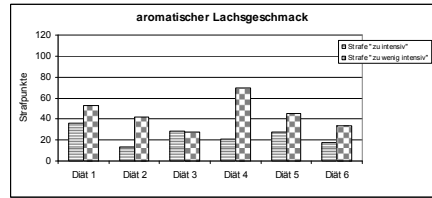


Abb. 6.26 Strafpunkte aromatischer Lachsgeschmack, Dünstlachs_12 Monate gelagert

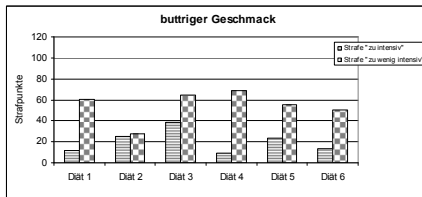


Abb. 6.27 Strafpunkte buttriger Geschmack, Dünstlachs_12 Monate gelagert

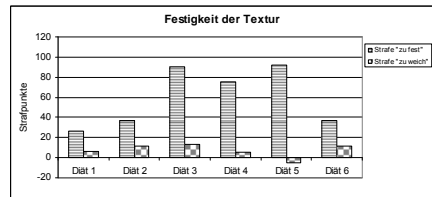


Abb. 6.28 Strafpunkte Festigkeit der Textur, Dünstlachs_12 Monate gelagert

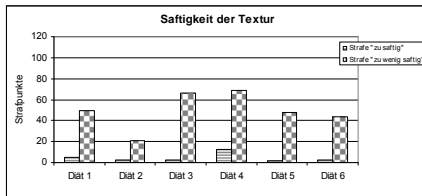


Abb. 6.29 Strafpunkte Saftigkeit der Textur, Dünstlachs_12 Monate gelagert

Die Ergebnisse der Penalty Analyse zeigen, dass die Produkte als *zu hell* (Abb. 6.25) bemängelt werden. Besonders Produkt 4 erhält hohe Strafpunkte in diesem Bereich. Eventuell könnte eine Erhöhung des Astaxanthingehaltes ermöglicht werden, um so die Färbung des Lachsfilets zu intensivieren und folglich die Produktakzeptanz durch die Farbverdunkelung zu erhöhen. Der *aromatische Lachsgeschmack* (Abb. 6.26) wird als „zu wenig intensiv“ beschrieben, die Werte der Strafen liegen jedoch noch im Bereich der Grauzone, so dass dieses Attribut nicht das Hauptkriterium für eine Beliebtheitsabnahme zu sein scheint. Gleiches gilt für den *buttrigen Geschmack* (Abb. 6.27), der den Prüfern bei allen Proben, mit Ausnahme von Produkt 2, *zu wenig* ausgeprägt ist. Lachse, gefüttert mit Diäten 3, 4 und 5, werden nach einer Lagerdauer von 12 Monaten als *zu fest* (Abb. 6.28) beschrieben, was sich auch in der Eigenschaft *zu wenig saftig* (Abb. 6.29) widerspiegelt.

6.4.2 Ge grillter Lachs

Ungelagert

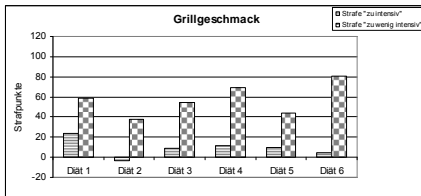


Abb. 6.30 Strafpunkte Grillgeschmack, Grilllachs_ungelagert

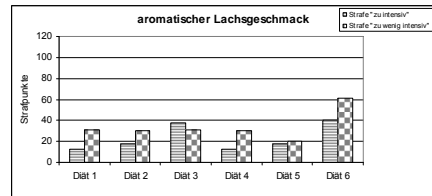


Abb. 6.31 Strafpunkte aromatischer Lachs geschmack, Grilllachs_ungelagert

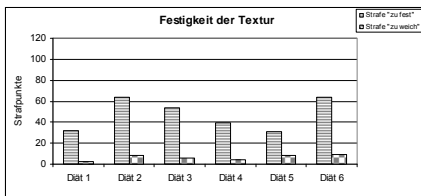


Abb. 6.32 Strafpunkte Festigkeit der Textur, Grilllachs_ungelagert

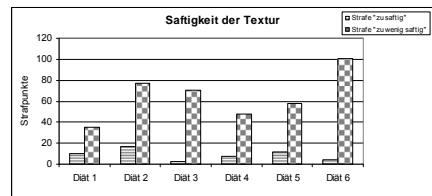


Abb. 6.33 Strafpunkte Saftigkeit der Textur, Grilllachs_ungelagert

Mittels Penalty Analyse konnten die in Abbildung 6.30 dargestellten Strafen für die nicht optimale Merkmalsausprägung *Grillaroma* ermittelt werden. Alle Proben müssen zum Teil Strafpunkte im Bereich der Grauzone für die *zu schwache* Ausprägung des *Grillaromas* hinnehmen, dennoch scheint dieses Attribut nicht das Hauptkriterium der Konsumenten für die Bewertung der Gesamtbefindlichkeit zu sein.

Da die Einzelstrafen bei dem Attribut *aromatischer Lachs geschmack* (Abb. 6.31) für die Ausprägung *zu viel* und *zu wenig* bei fast allen Produkten nur gering ausgeprägt sind, scheint auch diese Eigenschaft nicht der Hauptgrund für eine Beeinflussung der Befindlichkeitsabnahme zu sein.

Die *Festigkeit* (Abb. 6.32) der Textur scheint einen mäßigen Einfluss auf die Gesamtbefindlichkeit zu haben, da die Strafpunkte nur eine maximale Höhe von 64 erreichen.

Die Daten der Penalty Analyse für das Attribut *Saftigkeit* (Abb. 6.33) zeigen, dass vor allem Produkt 6 hohe Strafwerte mit 101 für die *zu trockene* Beschaffenheit erhält. Die anderen Lachsproben erhalten Strafwerte, die maximal im Bereich der Grauzone liegen.

Strukturen, die einen Hinweis auf den Einfluss der Fütterung geben, sind an dieser Stelle zwar nicht zu finden, aber die Art und Weise der Zubereitung könnte die Beschaffenheit der Lachsproben beeinflussen.

6-monatige Lagerung

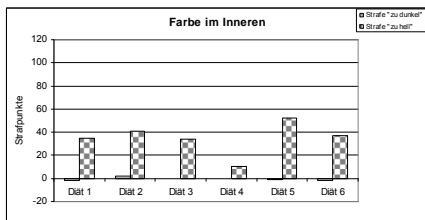


Abb. 6.34 Strafpunkte Farbe im Inneren, Grillachs_6 Monate gelagert

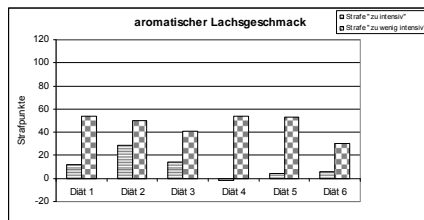


Abb. 6.35 Strafpunkte aromatischer Lachs geschmack, Grillachs_6 Monate gelagert

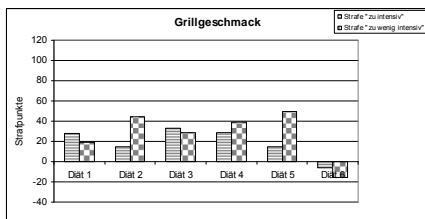


Abb. 6.36 Strafpunkte Grill geschmack, Grillachs_6 Monate gelagert

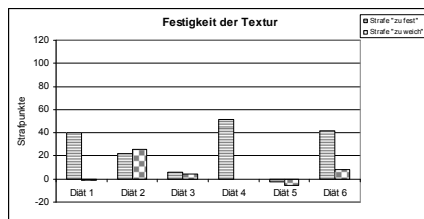


Abb. 6.37 Strafpunkte Festigkeit der Textur, Grillachs_6 Monate gelagert

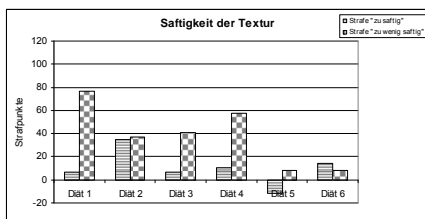


Abb. 6.38 Strafpunkte Saftigkeit der Textur, Grillachs_6 Monate gelagert

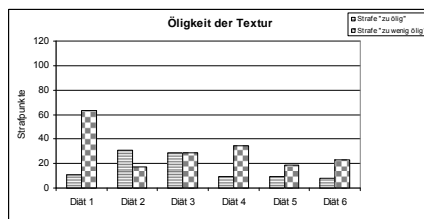


Abb. 6.39 Strafpunkte Öligkeit der Textur, Grillachs_6 Monate gelagert

Die Ergebnisse der Penalty Analyse zeigen, dass die sechs abgefragten Produkteigenschaften keinerlei Relevanz bezüglich einer Erhöhung der Gesamtbeliebtheit besitzen, da die maximalen Höhen der Strafpunkte innerhalb der Grauzone verbleiben. Allgemein werden die unterschiedlich gefütterten Lachse als *zu hell*, *zu wenig saftig* und *zu wenig aromatisch* beschrieben. Zwar können vereinzelte Aussagen zu bestimmten Produkten gemacht werden. So kommt es zur Kritik der Prüfer an der *Saftigkeit* und *Öligkeit* bei den Lachsen der Gruppe 1: Die Prüfer wünschen sich eine *saftigere* und *öligere* Textur. Dennoch ist ein Einfluss der Fütterung auf die Lachsfilets aus dieser Datenstruktur nicht zu identifizieren.

12-monatige Lagerung

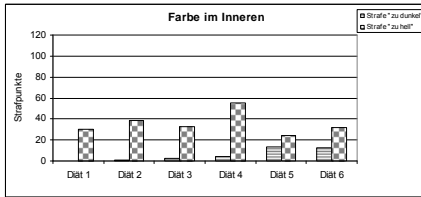


Abb. 6.40 Strafpunkte Farbe im Inneren, Grillachs_12 Monate gelagert

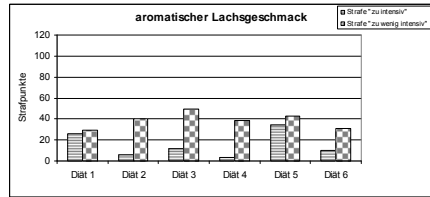


Abb. 6.41 Strafpunkte aromatischer Lachsgeschmack, Grillachs_12 Monate gelagert

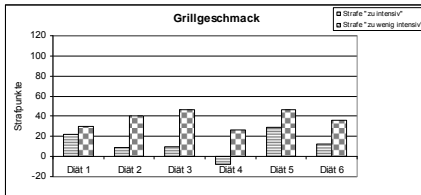


Abb. 6.42 Strafpunkte Grillgeschmack, Grillachs_12 Monate gelagert

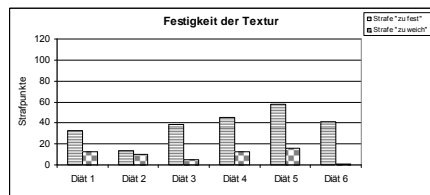


Abb. 6.43 Strafpunkte Festigkeit der Textur, Grillachs_12 Monate gelagert

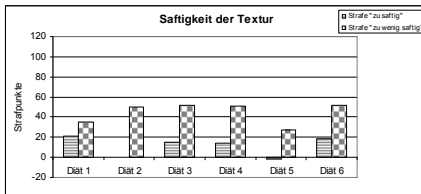


Abb. 6.44 Strafpunkte Saftigkeit der Textur, Grillachs_12 Monate gelagert

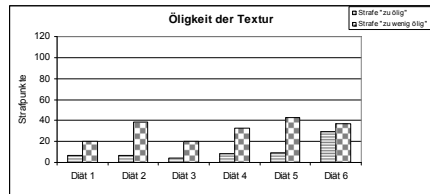


Abb. 6.45 Strafpunkte Öligkeit der Textur, Grillachs_12 Monate gelagert

Die Verknüpfung der hedonischen Daten mit den Daten des Just-About-Right zeigen, dass sich die sechs Produkte sehr ähnlich verhalten: Alle Lachsproben werden als *zu hell* (Abb. 6.40), *zu wenig aromatisch* (Abb. 6.41), *zu wenig intensiv im Grillgeschmack* (Abb. 6.42), *zu fest* (Abb. 6.43), *zu wenig saftig* (Abb. 6.44) und *zu wenig ölig* (Abb. 6.45) kritisiert. Jedoch liegen die Strafwerte maximal im Bereich der Grauzone, so dass die genannten Attribute keinerlei Relevanz für eine Erhöhung bzw. Verminderung der Gesamtakzeptanz zu haben scheinen. Kein Attribut zeigt hohe Strafen in einer der Extremkategorien.

Der Grund hierfür kann in der Abfrage der Produkteigenschaften liegen: Womöglich wurden nicht die wirklich relevanten Eigenschaften für diese Lachse abgefragt, so dass kein Merkmal als das Hauptkriterium für eine mögliche Produktmodifikation identifiziert werden konnte.

Weiterhin lassen diese Datenstrukturen keinerlei Rückschlüsse auf den Einsatz der sechs unterschiedlichen Futtermittel zu. Die sechs Lachsprodukte verhalten sich sehr ähnlich.

6.4.3 Geräucherter Lachs

Ungelagert

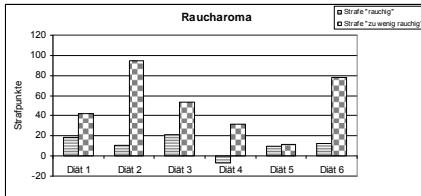


Abb. 6.46 Strafpunkte Raucharoma, Räucherlachs_ungelagert

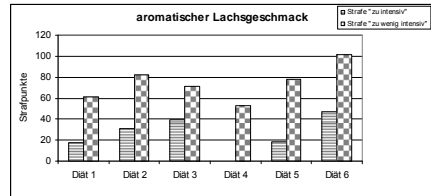


Abb. 6.47 Strafpunkte aromatischer Lachsgeschmack, Räucherlachs_ungelagert

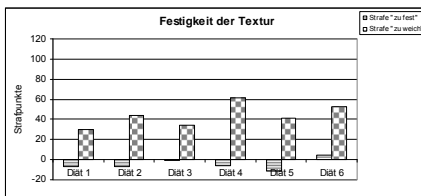


Abb. 6.48 Strafpunkte Festigkeit der Textur, Räucherlachs_ungelagert

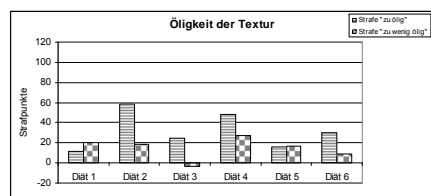


Abb. 6.49 Strafpunkte Öligkeit der Textur, Räucherlachs_ungelagert

Vorwiegend werden bei der Berechnung der Penalty Analyse Strafpunkte für den *zu wenig intensiven Lachsgeschmack* (Abb. 6.47) vergeben. Diese fallen zum Teil recht hoch aus und würden ein gutes Potenzial für eine Produktmodifikation bieten. Die Penalties der Produkte Diät 1, 3, 4 und 5 liegen im Bereich einer Grauzone, in der eine Produktmodifikation noch nicht zwingend notwendig ist. Dabei kommt das Produkt 5 schon sehr dicht an den Grenzwert und die Akzeptanz dieser Probe scheint unter der Abweichung von der optimalen Merkmalsausprägung zu leiden. Diät 2 und Diät 6 weisen aufgrund der Penalties über 80 auf die Notwendigkeit hin, der zu geringen Ausprägung des *aromatischen Lachsgeschmacks* mehr Beachtung zu schenken. Des Weiteren ist zu bedenken, dass die Attributerweiterung „*aromatisch*“ eine wertende Nebenbedeutung hat und es ist davon auszugehen, dass nicht nur die Intensität der abgefragten Eigenschaften beurteilt wird, sondern auch die Beliebtheit des verkosteten Produkts in diese Beurteilung einfließt. Verantwortlich für die hohen Strafen in der Kategorie *zu wenig aromatisch* könnte auch der geringe Salzgehalt in den Proben sein. Dieser wurde bewusst gewählt, um zu vermeiden, dass ein hoher bzw. „normaler“ Salzgehalt wie in konventioneller Räucherlachsware einige Geschmacksattribute überdeckt. Auch für die *zu schwache* Ausprägung des *Raucharomas* zeigt die Penalty Analyse (Abb. 6.46) hohe Strafen an. Bei Einzelstrafen ab 80, wie es bei Diät 2 (95 Strafpunkte) und 6 (78 Strafpunkte) der Fall ist, wobei die Probe 6 schon grenzwertig ist, besteht die Notwendigkeit

das Produkt stärker zu räuchern, wenn die Akzeptanz erhöht werden soll. Bei den anderen Produkten könnte dieser Schritt ebenso sinnvoll sein. Es ist allerdings zu bemerken, dass die Produkte für eine einwandfreie sensorische Verkostung möglichst wenige Begleitsubstanzen enthalten sollen, um einen Einfluss durch äußere Faktoren zu vermeiden. Dazu gehört eben auch die Stärke der Räucherung. Bei der Verarbeitung der Lachse wurde bewusst ein mildes Räucherprogramm gewählt. Sollten die Lachse jedoch in dieser Form in den Handel gehen, wären zuvor eine Intensivierung des Räucherprogramms und damit eine Verstärkung des Raucharomas anzuraten. Ein Bezug zur Fütterung ist jedoch nicht feststellbar.

Die Penalty Analyse ergibt für die Attribute *Festigkeit* und *Öligkeit* der Textur (Abb. 6.48 und 6.49) insgesamt verhältnismäßig geringe Strafen für die Abweichung der Produkte von der idealen Produkteigenschaft. Beide Produkteigenschaften scheinen für die Konsumenten nur eine untergeordnete Bedeutung zu haben, da die Höhe der Strafpunkte für die Produkte in einem Bereich liegt, der noch keinen Anlass für eine Verbesserung der Merkmalsausprägung gibt.

6-monatige Lagerung

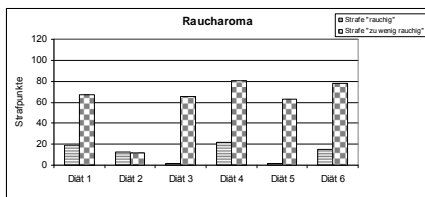


Abb. 6.50 Strafpunkte Raucharoma, Räucherlachs_6 Monate gelagert

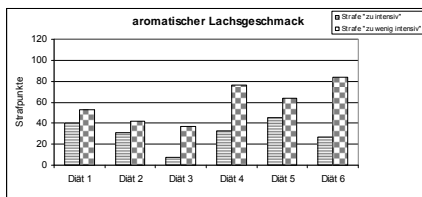


Abb. 6.51 Strafpunkte aromatischer Lachsgeschmack, Räucherlachs_6 Monate gelagert

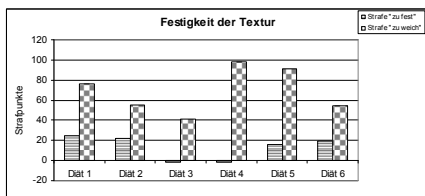


Abb. 6.52 Strafpunkte Festigkeit der Textur, Räucherlachs_6 Monate gelagert

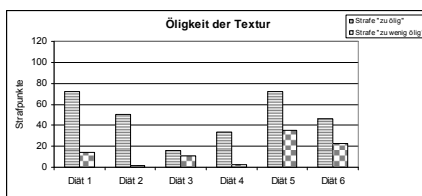


Abb. 6.53 Strafpunkte Öligkeit der Textur, Räucherlachs_6 Monate gelagert

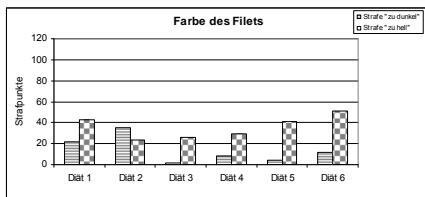


Abb. 6.54 Strafpunkte Farbe des Filets, Räucherlachs_6 Monate gelagert

Die Berechnungen der Strafpunkte für die Attribute *Raucharoma* (Abb. 6.50), *aromatischer Lachsgeschmack* (Abb. 6.51), *Festigkeit der Textur* (Abb. 6.52) und *Öligkeit der Textur* (Abb. 6.53) zeigen eine ähnliche Struktur wie die ungelagerten geräucherten Proben: Die Produkte werden als *zu wenig aromatisch*, *zu weich*, *zu ölig* und *zu wenig rauchig* kritisiert. Lediglich die 6-monatig gelagerten Proben, gefüttert mit Diät 2, weichen in der Datenstruktur der Merkmalsausprägung *Raucharoma* von den ungelagerten ab: Die Strafpunkte sind für den *zu wenig rauchigen Geschmack* nur sehr gering vergeben.

Da mehrere Verbraucher Stellung zur Farbe der Lachsproben nahmen, z.B. in der selbstformulierten Begründung ihrer Wahl der Gesamtbefriedigung, wurde nach dem Lagerzeitraum von 6 Monaten das weitere sensorische Attribut *Farbe* des Filets mittels der Fragestellung Just-About-Right abgefragt. Das Ergebnis zeigt Abbildung 6.54: Zwar erhalten

alle sechs Produkte Strafpunkt in der Kategorie *zu helle* Farbe. Jedoch ist die Höhe der Strafe so gering, dass dieses Attribut nicht das Hauptkriterium für eine Beliebtheitsabnahme darstellt.

Auch diese Daten lassen keine Strukturen erkennen, die einen Einfluss der Fütterung auf die sensorischen Eigenschaften darstellen.

6.5 Ergebnisse des Free Choice Profilings

Bei der Durchführung des Free Choice Profilings nahmen 18 bis 25 ungeschulte Prüfer teil, die die sechs Lachse ungelagert sowie nach einer Lagerdauer von 6 Monaten in den Merkmalen Aussehen, Geruch, Geschmack und Textur qualifizierten und quantifizierten. In Absprache mit den Kooperationspartnern wurde auf eine Untersuchung nach einer Lagerdauer von 12 Monaten verzichtet, da vorherige Ergebnisse des FCP und weitere sensorische Untersuchungen, wie z.B. Penalty Analyse und Profilprüfungen, gezeigt haben, dass die Unterschiede in der sensorischen Wahrnehmung zwischen den Proben nur sehr gering waren. Somit waren keine signifikanten Datenstrukturen zu erwarten, die neue Erkenntnisse über die sensorischen Eigenschaften der unterschiedlich gefütterten Lachse liefern würden.

6.5.1 Gedünsteter Lachs

Ungelagert

Für den ungelagerten gedünsteten Lachs sind die Ergebnisse des Free Choice Profilings in den Merkmalen Aussehen, Geruch, Geschmack und Textur nicht signifikant. Die Fütterung hat auf die Verbraucherwahrnehmung der verschiedenen Lachse somit keinen signifikanten Einfluss und die Abbildungen zeigen keine interpretierbaren Ergebnisse. Um eine Verzerrung der Ergebnisse durch eine Interpretation der zufälligen Strukturen in der Konsenskonfiguration zu vermeiden, wir hier nicht im Einzelnen auf die Daten eingegangen.

Besonders häufig (9 bis 11mal) werden die Beschreibungen *rosa*, *matt* und *bläss* genannt. Allerdings sind diese Begriffe über die gesamte Grafik verteilt, so dass sie nicht einer speziellen Probe zugeordnet werden können. Möglicherweise assoziieren die Prüfpersonen unterschiedliche Produkteigenschaften mit dem gleichen Begriff, weshalb immer die umliegenden Attribute bei der Interpretation von Bedeutung sind. Die anderen Beschreibungen kommen nur in geringer Anzahl vor.

Das Aussehen der Lachse, gefüttert mit Diät 1 (0% RÖ, ↓E), wird besonders als *gleichmäßig* und *fein* beschrieben. Das Produkt weist eine *schöne Farbe* auf, die *orange* ist. Weiterhin sieht diese Probe *faserig*, *waxsig* und *künstlich* aus. Probe 2 (0% RÖ, ↑E) wird durch das *saftige*, *glänzende* und *frische* Aussehen beschrieben. Die Fische sind *rissig*, sie weisen ein *gleichmäßiges*, *natürliches*, *orange-rotes* Aussehen auf. Lachse der Probe 3 (30% RÖ, ↓E), werden vor allem durch die Attribute *fettig*, *ölig* und *glänzend* beschrieben, auf der anderen Seite auch als *trocken*. Die Struktur wird als *grob* und *ungleichmäßig* dargestellt. Fische der Gruppe 5 (60% RÖ, ↓E), werden als *fettig*, aber auch als *matt*, *bläss*, *faserig* beschrieben. Diese Probe ist *fischig* und weist *weiße Stellen* auf, die evtl. auf den Austritt des Proteins aus dem Filet während des Dünstens zurückzuführen sind. Lachse, gefüttert mit Diät 6 (60% RÖ, ↑E), sind *faserig*, sie werden sowohl als *gleichmäßig* als auch als *ungleichmäßig* beschrieben. Die Farbe dieser Fische ist *orange*, *rosé* und wirkt *bläss* und *matt*. Fische aus Gruppe 6 haben ein *frisches* Erscheinungsbild.

6.5.2 Ge grillter Lachs

Ungelagert

Der Permutationstest hat bei dem Free Choice Profiling ergeben, dass die Merkmale Aussehen, Geschmack und Textur nicht signifikant sind, d.h. die Strukturen sind zufällig entstanden. Für das Merkmal Geruch (Abb. 6.56) kann mit 95%iger Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass die Daten signifikant sind.

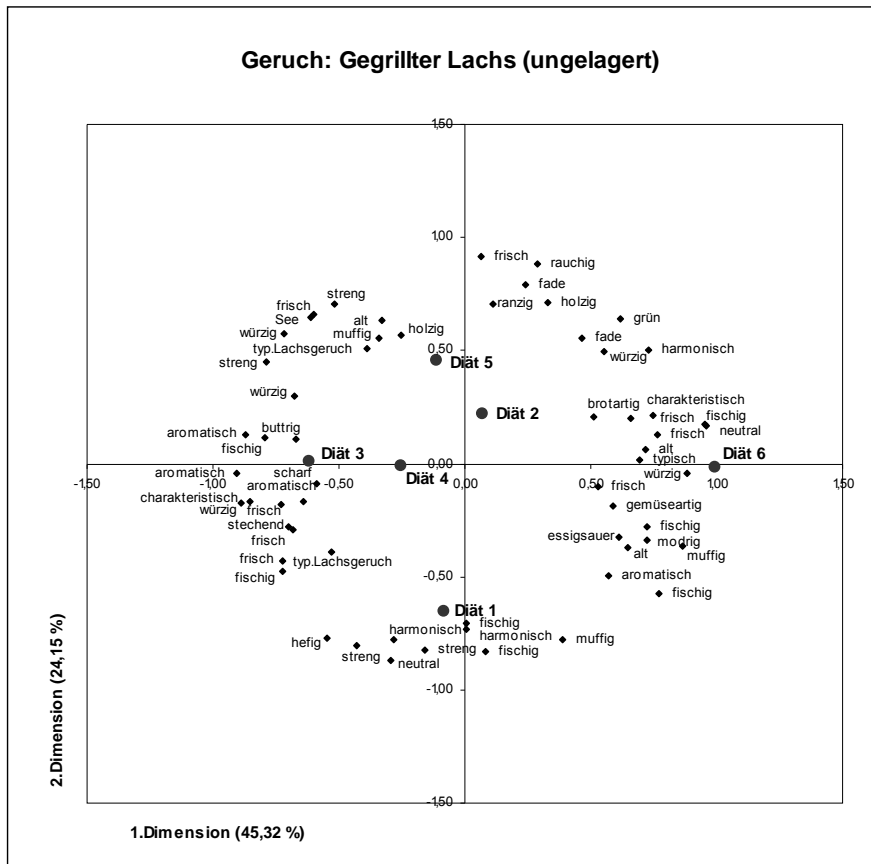


Abb. 6.56 FCP: Konsenskonfiguration_Geruch: Ge grillter Lachs, ungelagert

Für den ge grillten Lachs im Merkmal Geruch liegen die Produkte 2, 4 und 5 zu nahe am Zentrum, um ausreichend durch die ersten beiden Dimensionen erklärt zu werden. Vermutlich kann das Konsumenten-Panel einen Unterschied zwischen den Lachsgruppen 1, 3 und 6 wahrnehmen. Lachse, gefüttert mit Diät 1(0% RÖ, ↓E), werden auf der einen Seite

als *harmonisch* und *neutral*, auf der anderen Seite als *fischig*, *muffig*, *hefig* und *streng* beschrieben. Lachse der Gruppe 3 (30% RÖ, ↓E) werden eher mit positiven Begriffen, wie *aromatisch*, *fischig*, *frisch*, *buttrig* und *charakteristisch* erklärt. Nur vereinzelt tauchen die beiden Begriffe *stechend* und *scharf* auf, die offensichtlich für den Verbraucher nur eine geringe Bedeutung im Merkmal Geruch haben. Im Gegensatz dazu werden Lachse, gefüttert mit Diät 6 (60% RÖ, ↑E), sowohl mit negativ-belegten Begriffen, wie *alt*, *modrig*, *muffig* und *essigsauer*, aber auch mit positiv belegten Begriffen wie *gemüseartig*, *frisch*, *neutral*, *aromatisch* und *charakteristisch* dargestellt.

Das Attribut *frisch* wird in acht Wiederholungen genannt, liegt im gesamten Konsens verstreut vor, trifft damit auf keines der Produkte direkt zu und muss in Verbindung mit den umliegenden Attributen betrachtet werden. Das Urteil *fischig* erscheint sieben Mal, überwiegend im unteren Bereich der Konsenskonfiguration. Auch hier kann aufgrund der Verteilung keine Aussage getroffen werden, welches der Produkte als am *fischigsten* wahrgenommen wird. Möglicherweise assoziieren die Prüfpersonen unterschiedliche Produkteigenschaften mit dem gleichen Begriff, weshalb immer die umliegenden Attribute von großer Bedeutung sind. So fällt bei Produkt 6 (60% RÖ, ↑E) auf, dass *fischig* sowohl Positionen zwischen negativ-belegten Begriffen wie z.B. *alt*, als auch zwischen den positiv-belegten Begriffen wie *frisch* belegt. Somit scheinen einige der Verbraucher diesen Begriff für den typischen, normalen *Fischgeruch* zu verwenden, andere hingegen verwenden dieses Attribut im Hinblick auf abgestandenen und alten Fisch.

Das Attribut *aromatisch* erscheint überwiegend in unmittelbarer Nähe des Produktes 3 (30% RÖ, ↓E), welches somit möglicherweise die stärkste Intensität in diesem Attribut aufweist. Trotz der signifikanten Struktur der Daten, fällt auch hier wieder auf, dass die Produktunterschiede zwischen den Lachsen zu gering sind, um eindeutige Aussagen und Beschreibungen durch den Verbraucher zu erhalten.

6-monatige Lagerung

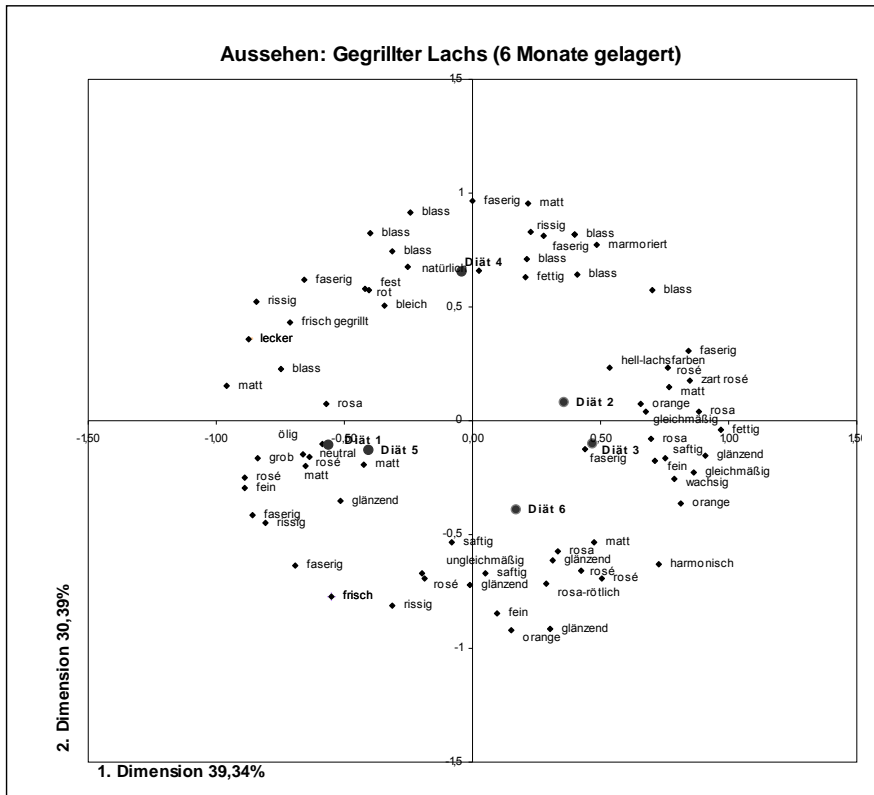


Abb. 6.57 FCP: Konsenskonfiguration_Aussehen: Ge grillter Lachs, 6 Monate gelagert

Laut Permutationstest sind bei der statistischen Auswertung des Free Choice Profilings die Strukturen im Aussehen (Abb. 6.57) mit 95%iger Wahrscheinlichkeit signifikant. Durch die beiden ersten Dimensionen können die Produkte 2, 5 und 6 nicht ausreichend erklärt werden, da sie sich in dieser zweidimensionalen Darstellung innerhalb der $\pm 0,5$ Markierung befinden. Zwischen den Produkten 1, 3 und 4 hingegen konnten die Probanden scheinbar Unterschiede im Aussehen feststellen.

Das Aussehen von Fischen aus Gruppe 1 (0% RÖ, ↓E), wird als *glänzend* und gleichzeitig *matt* beschrieben, wobei der Beschreibung mit dem Attribut *glänzend* des Produktes eine geringere Bedeutung zukommt, da es nur einmal, *matt* hingegen dreimal genannt wird. Die Lachse werden weiterhin mit nur einer Nennung als *grob*, *rissig* und *fein* beschrieben.

Lachse, gefüttert mit Diät 3 (30% RÖ, ↓E), werden als *wachsig*, *saftig*, *fettig* und *glänzend* charakterisiert. Lachse aus Gruppe 4 (30% RÖ, ↑E) werden besonders häufig als *blass* und *bleich* beschrieben.

Weitere Beschreibungen, die aufgrund ihrer Einzelnennung keine Hauptkriterien für die Beschreibung dieses Produktes darstellen, sind *natürlich*, *matt*, *rissig*, *fettig* und *marmoriert*. Auffällig an dieser Konsenskonfiguration ist, dass sehr häufig das Attribut *faserig* genannt wird; jedoch liegt es sternförmig in der zweidimensionalen Darstellung verteilt, so dass es nicht einem Produkt konkret zugeordnet werden kann. Insgesamt zeigen die oben aufgeführten Beschreibungen, dass die Unterschiede zwischen den Produkten zu gering sind, um greifbare Aussagen und Beschreibungen der Konsumenten über die Lachsprodukte zu erhalten. Entweder erscheinen Attribute zum Teil nur vereinfacht in der Grafik oder sie liegen über den gesamten Konsens verstreut und sind somit nicht speziellen Produkten zuzuordnen.

6.5.3 Geräucherter Lachs

Ungelagert / 6-monatige Lagerung

Die Ergebnisse des Free Choice Profilings sind für vier Merkmale Aussehen, Geruch, Geschmack und Textur sowohl bei den ungelagerten als auch bei den 6-monatig gelagerten Lachsen nicht signifikant. Das bedeutet, dass alle Daten eine zufällige Struktur aufweisen und die Fütterung auf die Verbraucherwahrnehmung der verschiedenen Lachse keinen signifikanten Einfluss hat. Auf die Darstellung der Konsenskonfigurationen wird in diesem Fall verzichtet, da eine Interpretation der Abbildungen zu möglichen Verzerrungen der Ergebnisse führen könnte.

6.6 Ergebnisse des Preference Mappings

Die Durchführung des Preference Mappings erfolgt mit den Daten der ungelagerten, 6- und 12-monatig (Dünst- und Grilllachs) gelagerten Lachse. Bei der Verknüpfung der hedonischen mit den deskriptiven Daten werden nur die sensorischen Attribute aus der Profilprüfung verwendet, die signifikante Unterschiede zwischen den sechs Lachsproben aufzeigen. Eine Berechnung aller Attribute könnte zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen, da die Lage der Attribute in der Grafik immer in Bezug zu den Intensitäten dieser jeweiligen Produkteigenschaften der Produkte stehen und es somit zu Fehlinterpretationen der Grafik kommen kann.

6.6.1 Gedünsteter Lachs

Ungelagert

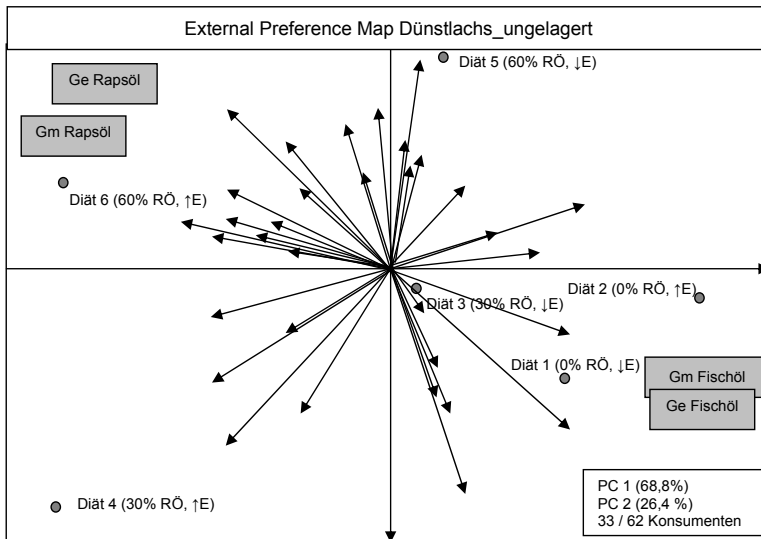


Abb. 6.58 External Preference Mapping: Gedünsteter Lachs, ungelagert

Die Verknüpfung der Akzeptanzdaten der ungeschulten Konsumenten mit den signifikanten Attributen des geschulten Panels zeigt die Preference Map in Abbildung 6.58. Wie die Varianzanalyse (Kapitel 6.1.1) bestätigt auch die Hauptkomponentenanalyse Produktunterschiede zwischen den Lachsen.

Laut Preference Map sind sich die Proben der Gruppe 1 und 2 (0% RÖ), ersichtlich an ihrer Lage zueinander, sehr ähnlich. Dieses ist eindeutig mit der Fettzusammensetzung im Futter zu erklären: Aufgrund der Zusammensetzung (Tab. 4.1) können an dieser Stelle klare Ähnlichkeiten bezüglich der Eigenschaften dieses Paares festgestellt werden, welche auf einen hohen Anteil an Fischöl im Futter zurückzuführen sind. Genau entgegengesetzt verhalten sich die Produkte der Gruppe 6 (60% RÖ, ↑E): Sie liegen auf der gegenüberliegenden Seite des Biplots und weisen analog dazu nur einen geringen Anteil im Fischöl im Futter auf. Lachse, gefüttert mit Diät 3, 4 oder 5, werden nicht durch konkrete sensorische Attribute beschrieben. Sie befinden sich in der Grafik zwischen den sensorischen Beschreibungen und können nicht durch eindeutige Produkteigenschaften definiert werden.

Jeder einzelne Konsument wird durch einen Pfeil in der Preference Map dargestellt. Das sternförmige Bild der Konsumentenpfeile lässt keine greifbaren Aussagen über die Beliebtheit einzelner Produkte zu. Jedes Produkt wird von einigen Verbrauchern präferiert, von anderen hingegen nicht. Klare Strukturen lassen sich weder bezüglich beliebter Produkteigenschaften noch bezüglich bevorzugter Produkte extrahieren. Die Konsumenten können sich aufgrund der relativ geringen sensorisch wahrnehmbaren Produktunterschiede nicht für ein bestimmtes Produkt entscheiden bzw. die Unterschiede sind für die Konsumenten zu gering, um Unterschiede zwischen den Proben wahrzunehmen.

6-monatige Lagerung

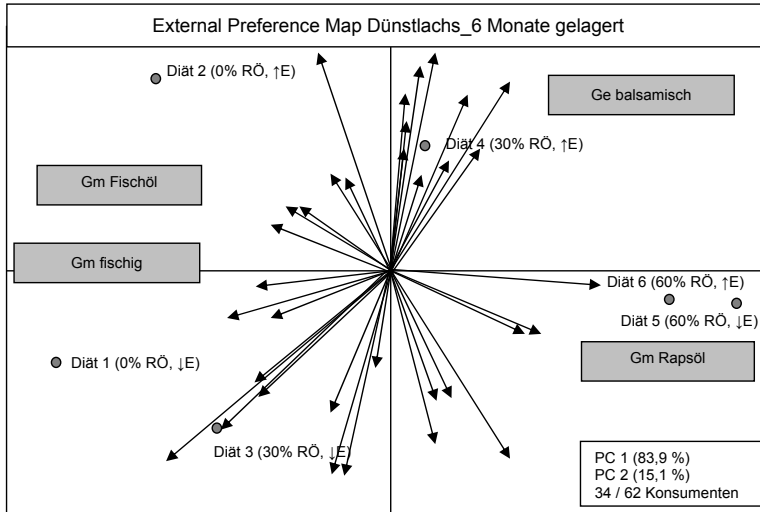


Abb. 6.59 External Preference Mapping: Gedünsteter Lachs, 6 Monate gelagert

Der Biplot in Abbildung 6.59 zeigt eine entsprechende Zuordnung der Lachsproben aufgrund ihres Fischöl- und Rapsölgehaltes im Futter: Lachse, gefüttert mit Diät 1 und 2 (0% RÖ), weisen eine intensivere *Fischölnote* und eine geringere *Rapsölnote* auf als die Proben, gefüttert mit Diät 5 und 6 (60% RÖ). Fische, bei denen im Futter 1/3 des Fischöls durch Rapsöl ersetzt wurde (Diät 3 und 4), zeigen eine mittlere Intensität dieser drei Attribute. Sie werden in die Grafik zwischen den Extremgruppen auf die Ebene der ersten Hauptkomponente projiziert. Lachse der Gruppe 4 (30%, ↑E) werden besonders durch einen *balsamischen* Geruch charakterisiert.

Das sternförmige Bild der Konsumentenpfeile zeigt, dass jede Probe von einigen Konsumenten präferiert wird, von anderen wiederum nicht. Klare Strukturen der Präferenzen bezüglich der Fütterung sind aus den Daten der ungeschulten Probanden nicht zu erkennen.

12-monatige Lagerung

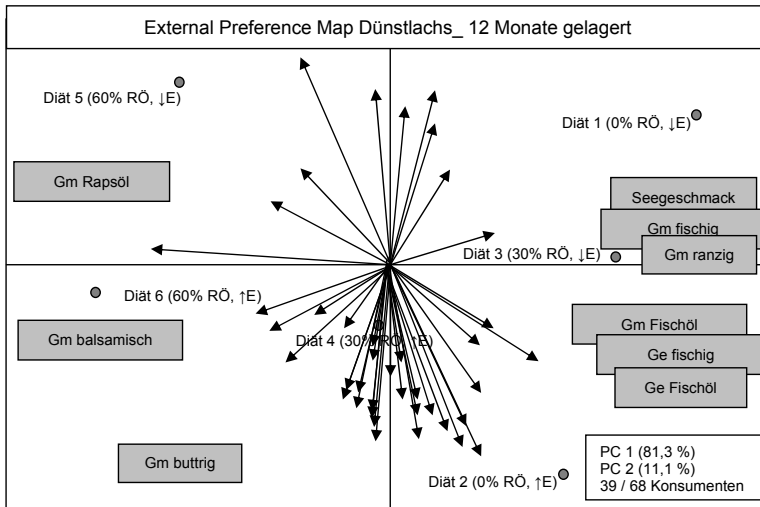


Abb. 6.60 External Preference Mapping: Gedünsteter Lachs, 12 Monate gelagert

Abbildung 6.60 zeigt die statistische Verknüpfung der Akzeptanzdaten mit den Daten aus den Profilprüfungen. Lachsproben, die 60% Rapsöl im Fettanteil im Futter enthalten (Diät 5 und 6), sind in der Darstellung auf der linken Seite abgebildet. Lachsproben, die nur Fischöl im Futter enthalten befinden sich auf der rechten Seite der Abbildung. Lachs der Gruppe 4 (30% RÖ, ↑E) ähnelt den Lachsen aus Gruppe 5 und 6 (60% RÖ). Der entsprechende Lachs mit dem geringeren Vitamin E-Zusatz im Futter (Diät 3) verhält sich hingegen wie die Proben 1 und 2 (0% RÖ). Diese weisen einen *fischigen* Geruch und *Fischölgeruch* auf, der Geschmack wird als *fischig* und *ranzig* beschrieben und der Lachs schmeckt nach *Fischöl* und *See*. Die Proben 5 und 6 hingegen haben einen intensiven *Rapsölgeschmack*. Durch einen intensiven *balsamischen* Geschmack wird vor allem Probe 6 (60% RÖ, ↑E) charakterisiert. Die geringste Intensität des *buttrigen* Geschmacks weist Probe 1 (0% RÖ, ↓E) auf. Sie liegt in der Grafik diesem Attribut diagonal gegenüber.

Die Vielzahl der Konsumentenpfeile zeigt in der Grafik nach unten, und somit in die entgegengesetzte Richtung der Lachsprobe 5 (60% RÖ, ↓E). Dadurch wird die bereits erwähnte Varianzanalyse (Kapitel 6.3.1) der Akzeptanzdaten bestätigt: Probe 5 ist nach einer Lagerdauer von 12 Monaten weniger beliebt als die anderen Lachsproben.

6.6.2 Gegrillter Lachs

Ungelagert

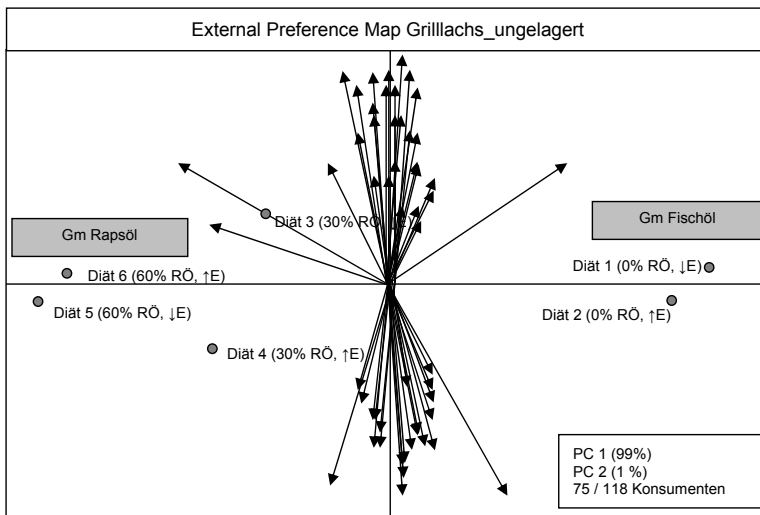


Abb. 6.61 External Preference Mapping: Gegrillter Lachs, ungelagert

Die Verknüpfung beider Datensätze aus der Profilprüfungen und Akzeptanztest der ungelagerten Proben mittels Preference Mapping (Abb. 6.61) bestätigen die Varianzanalyse der Konsumentendaten (Kapitel 6.3.2): Es können keine Konsumentengruppen identifiziert werden, die bestimmte Produkte präferieren oder ablehnen. Die Konsumentenpfeile sind vor allem nach oben oder unten gerichtet. Das hängt mit den geringen Unterschieden zwischen den Proben zusammen: Die Probanden mögen sowohl die rechts als auch links liegenden Produkte, daher ist die Richtung der Pfeilspitze genau in die Mitte gerichtet, nämlich nach oben oder unten. Die Unterschiede zwischen den Proben sind so gering, dass sie sich nicht auf die Beliebtheit auswirken.

Durch die Hauptkomponentenanalyse hingegen können die Produkte bezüglich des *Fischöl*- und *Rapsölg*schmacks differenziert werden: Lachse der Gruppe 1 und 2 verfügen über ein stärkeres *Fischölaroma* als die Lachse, gefüttert mit den Futtermitteln 5 und 6. Die Proben 3 und 4 tendieren in dieser Darstellung zu dem Probenpaar 5 und 6, dennoch zeigt die Varianzanalyse der Profildaten, dass diese beiden Proben eine mittlere Intensität bezüglich des *Rapsöl*- und *Fischölg*schmacks aufweisen.

6-monatige Lagerung

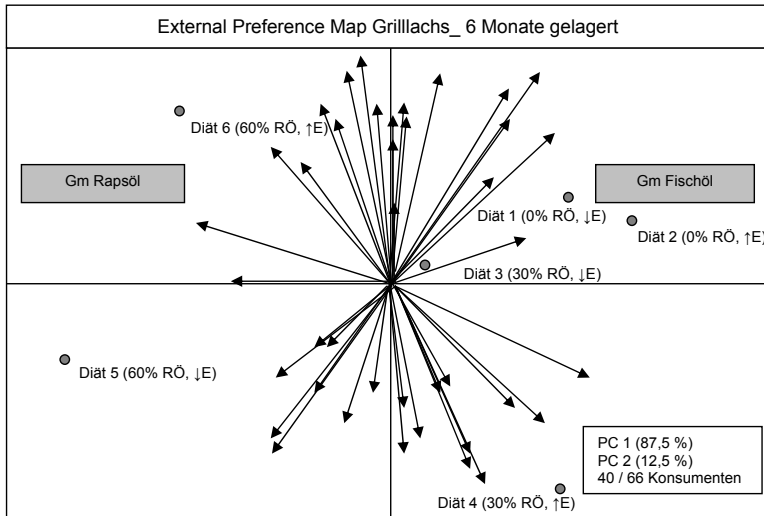


Abb. 6.62 External Preference Mapping: Gegrillter Lachs, 6 Monate gelagert

Die Daten der Profilprüfung und der Hedonischen Tests werden durch das Preference Mapping (Abb. 6.62) bestätigt: Eine eindeutige Präferenz der Verbraucher ist nicht feststellbar. Konsumenten mit positiven Angaben in der ersten Hauptkomponente scheinen die Proben mit der Eigenschaft Fischölgeschmack zu präferieren. Solche mit negativen Angaben in der ersten Hauptkomponente präferieren Produkte, die durch einen *Rapsölgeschmack* charakterisiert werden.

Die Vielzahl der Konsumentenvektoren, die entweder nach oben oder unten gerichtet sind, liegt entlang der ersten Hauptkomponente und deutet darauf hin, dass die Verbraucher sich nicht eindeutig entscheiden können. Somit kann auch an dieser Stelle keine greifbare Aussage über die Beliebtheit einzelner Produkte getroffen werden. Es findet ebenfalls jedes Produkt bei einigen Konsumenten Gefallen, bei anderen wiederum nicht. Klare Strukturen können weder bezüglich bestimmter Eigenschaften noch bevorzugter Produkte festgestellt werden.

12-monatige Lagerung

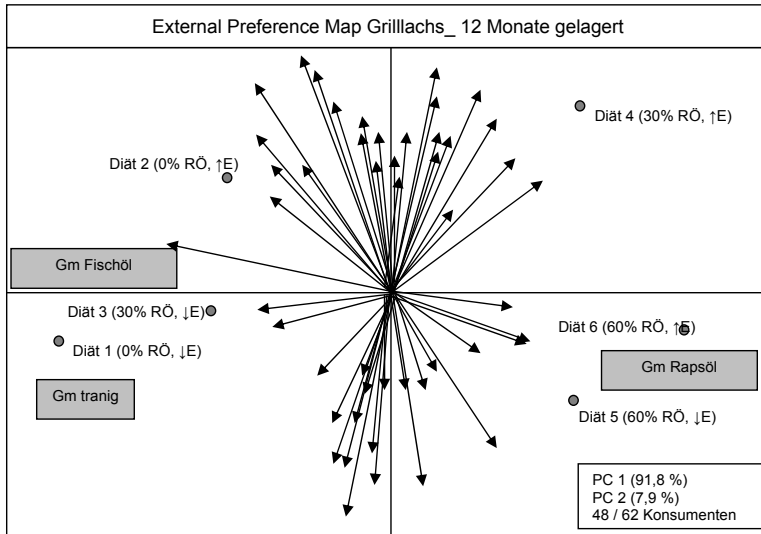


Abb. 6.63 External Preference Mapping: Gegrillter Lachs, 12 Monate gelagert

In der Preference Map (Abb. 6.63) werden die Produkte auf die linke und rechte Seite der Map projiziert. Lachse der Gruppe 5 und 6 (60 RÖ) werden ähnlich beschrieben: Sie zeichnen sich durch einen hohen *Rapsölgeschmack* aus. Lachse, gefüttert mit Diät 4 (30% RÖ, ↑E), tendieren auch in diese Richtung, zeichnen sich jedoch durch einen etwas schwächeren *Rapsölgeschmack* aus. Die drei anderen Proben, gefüttert mit Diät 1, 2 oder 3, verhalten sich analog: Sie weisen vor allem einen hohen *Fischölgeschmack* sowie einen geringen *Rapsölgeschmack* auf. Zwar kann durch die Interpretation der Preference Map geschlossen werden, dass Produkt 1 und 3 einen *tranigen* Geschmack aufweisen, jedoch wird diese Annahme laut Varianzanalyse der Profildaten (Kapitel 6.1.2) widerlegt: Nur Probe 1 (0% RÖ, ↓E) weist einen signifikant *tranigeren* Geschmack auf als die fünf anderen Proben. Grund für diese Fehlannahme ist, dass nur die ersten beiden Dimensionen der Hauptkomponentenanalyse dargestellt werden, eine Grafik mit den ersten drei Dimensionen lässt diese Annahme nicht zu. Da das Preference Mapping jedoch eine vereinfachte Darstellung komplexer Daten ist, wurden bewusst nur zweidimensionale Grafiken aufgeführt. Dabei sollte immer der entstehende Datenverlust berücksichtigt werden.

Die Vektoren der Konsumentendaten sind vor allem nach oben und unten gerichtet. Das lässt sich dadurch erklären, dass die Konsumenten keine eindeutige Präferenz für ein

bestimmtes Produkt oder bestimmte Produkteigenschaften haben. Sie mögen sowohl die rechts als auch links in die Grafik projizierten Proben. Damit wird jedes Produkt von einigen Konsumenten bevorzugt, von anderen wiederum nicht. Eine eindeutige Struktur bezüglich bestimmter Produkteigenschaften oder Produkte lässt sich aus diesen Datensätzen nicht ableiten.

6.6.3 Geräucherter Lachs

Ungelagert

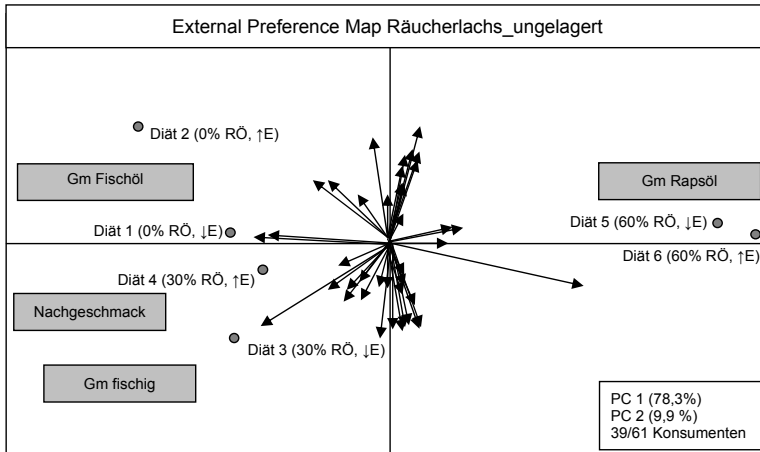


Abb. 6.64 External Preference Mapping: Geräucherter Lachs, ungelagert

Wie die bereits erwähnte Varianzanalyse der Profile (Kapitel 6.1.3) bestätigt auch die Hauptkomponentenanalyse Produktunterschiede zwischen den verschiedenen gefütterten Räucherlachsen: Deutlich zu erkennen ist die Lage des Produktpaares Diät 1 und 2 (0% RÖ) nahe der Diäten 3 und 4 (30% RÖ). Diese Lage ist eindeutig mit der Fettzusammensetzung im Futter zu erklären: Aufgrund der Zusammensetzung (Tab. 4.1) können an dieser Stelle klare Ähnlichkeiten bezüglich der Eigenschaften dieser Paare festgestellt werden, welche auf einen hohen Anteil an Fischöl im Futter zurückzuführen sind. Diese Ähnlichkeiten gelten nicht für die Produkte 5 und 6 (60% RÖ), da sie auf der gegenüberliegenden Seite des Biplots zu finden sind und analog dazu nur einen geringen Anteil Fischöl im Futter aufweisen.

Das sternförmige Bild der Konsumentenpfeile lässt keine greifbare Aussage über die Beliebtheit einzelner Produkte zu. Jedes Produkt findet bei einigen Konsumenten Gefallen, bei anderen wiederum nicht. Die Preference Map zeigt vor allem nach oben oder unten gerichtete Pfeile. Dieses Bild entsteht durch die Lage der Produkte entlang der ersten Hauptkomponente. D.h. diese Prüfer präferieren sowohl die rechts als auch links in der Grafik liegenden Produkte. Klare Strukturen lassen sich weder bezüglich beliebter Produkteigenschaften noch bevorzugter Produkte extrahieren. Die Konsumenten sind nicht in der Lage sich für ein bestimmtes Produkt zu entscheiden.

6-monatige Lagerung

Eine Verknüpfung der Profildaten mit den Akzeptanzdaten durch ein External Preference Mapping ist hier zwar möglich. Jedoch sollte diese Analyse nur mit Attributen durchgeführt werden, die signifikante Unterschiede zwischen den Proben zeigen. Da die Berechnung der ANOVA mit den Profildaten (Kapitel 6.1.3) keine signifikanten Unterschiede zwischen den Lachsen identifiziert hat, könnte die Darstellung der Ergebnisse als External Preference Map zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen. Daher wird in diesem Fall ein Internal Preference Mapping (Abb. 6.65) bevorzugt, bei dem eine Berechnung der Hauptkomponentenanalyse auf Basis der reinen Akzeptanzdaten erfolgt.

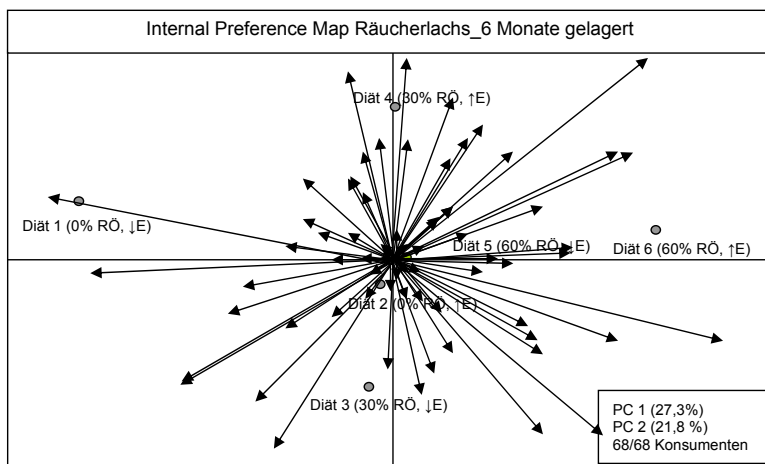


Abb. 6.65 Internal Preference Mapping: Geräucherter Lachs, 6 Monate gelagert

Abbildung 6.65 zeigt eine Projektion der Produkte, die über die gesamte Grafik verteilt liegen. Die Konsumenten, die durch die Pfeile dargestellt werden, ergeben ein sternförmiges Bild. Durch diese Map wird die Berechnung der Varianzanalyse über den Mittelwert der Konsumentenurteile bestätigt, denn hier wird jedes Produkt von einigen Konsumenten akzeptiert, von anderen wiederum nicht. Aus der Map sind keine Konsumentengruppierungen zu erkennen, die ein bestimmtes Produkt präferieren oder ablehnen.

7 Diskussion

Ziel dieses Forschungsprojektes war es, Auswirkungen des Austausches von Fischöl durch Rapsöl und den Einsatz von verschiedenen hohen Vitamin E-Zusätzen im Futter auf die Aromaeigenschaften von weiterverarbeitetem Farmlachs zu ermitteln. Es sollten Veränderungen und Unterschiede im Produkt festgestellt und spezifiziert werden, um die Bedeutungen des Einsatzes von pflanzlichen Ölen im Fischfutter auf den verzehrsfertigen Fisch machen zu können und um festzustellen, ob es Einbußen in der Fischqualität gibt. Die Resultate dieser Untersuchungen werden im Folgenden diskutiert und mit den Ergebnissen anderen wissenschaftlichen Arbeiten verglichen.

7.1 Sensorische Beschreibungen für Lachsprodukte

Um Veränderungen in der sensorischen Qualität feststellen zu können, müssen zunächst sensorische Beschreibungen erarbeitet und definiert werden (Kap. 5.1.1). Tabelle 7.1 zeigt die sensorischen Attribute in den Merkmalen Geruch (Ge) und Geschmack (Gm), die für die sechs Lachsproben von dem Sensorikpanel festgelegt wurden. Die in der vorliegenden Arbeit gewählten Beschreibungen (Tab. 7.1) dienen der Charakterisierung unterschiedlich zubereiteter und weiterverarbeiteter Lachse:

Ein Vergleich dieser erarbeiteten Attribute mit sensorischen Beschreibungen aus der Literatur (Tab.1.1) zeigt, dass es große Übereinstimmungen mit der Formulierung der Produkteigenschaften gibt:

Das geschulte Panel beschreibt den **gedünsteten Lachs** u.a. mit den folgenden Attributen, die in der Literatur gefunden wurden: balsamisch, buttrig, erdig/schlammig, fischig, gekochte Kartoffeln, Hühnchen, karamellartig, metallisch, ölig, säuerlich, seeähnlich und tranig.

Sensorische Attribute, erarbeitet durch das analytische Panel, decken sich mit den folgenden sensorischen Beschreibungen aus verschiedenen Studien für den **gegrillten Lachs**: balsamisch, buttrig, erdig/schlammig, fischig, Grillaroma, Hühnchen, karamellartig, metallisch, ölig, säuerlich, seeähnlich und tranig.

Folgende Übereinstimmungen gibt es bei der sensorischen Produktbeschreibung der **geräucherten Lachse**: balsamisch, buttrig, erdig/schlammig, fischig, holzig, metallisch, ölig, Raucharoma, säuerlich, seeähnlich und tranig.

Diese große Übereinstimmung der sensorischen Beschreibungen der Fischeigenschaften lässt darauf schließen, dass das analytische Panel Attributlisten für die drei Zubereitungs- und Weiterverarbeitungsverfahren erarbeitet hat, die alle relevanten Merkmalseigenschaften umfassen, die zur Charakterisierung und Diskriminierung der Prüfproben erforderlich sind, wie es laut DIN 10964 gefordert wird.

Tab. 7.1 Sensorische Beschreibungen für die drei unterschiedlich zubereiteten Lachsproben

Räuchern	Dünsten	Grillen
Ge fischig	Ge Fischöl	Ge Fischöl
Ge Fischöl	Ge Rapsöl	Ge Rapsöl
Ge Rapsöl	Ge balsamisch	Ge Seegeruch
Ge Seegeruch	Ge buttrig	Ge fischig
Ge tranig	Ge gekochte Kartoffeln	Ge tranig
Ge erdig	Ge metallisch	Ge Grillaroma
Ge säuerlich	Ge erdig	Ge balsamisch
Ge buttrig	Ge säuerlich	Ge buttrig
Ge metallisch	Ge hefig	Ge säuerlich
Ge ölig	Ge fischig	
Ge holzig	Ge Seegeruch	
Ge Raucharoma	Ge tranig	
Ge hefig		
Ge balsamisch		
Gm Nachgeschmack	Gm Fischöl	Gm Fischöl
Gm Fischöl	Gm Rapsöl	Gm Rapsöl
Gm Rapsöl	Gm balsamisch	Gm Grillaroma
Gm salzig	Gm buttrig	Gm Seegeschmack
Gm metallisch	Gm karamellartig	Gm fischig
Gm erdig	Gm Hühnchen	Gm tranig
Gm balsamisch	Gm salzig	Gm metallisch
Gm sauer	Gm bitter	Gm erdig
Gm ölig	Gm metallisch	Gm bitter
Gm tranig	Gm erdig	Gm ölig
Gm buttrig	Gm ölig	Gm sauer
Gm bitter	Gm sauer	Gm balsamisch
Gm seifig	Gm fischig	Gm buttrig
Gm fischig	Gm Seegeschmack	Gm karamellartig
Gm Raucharoma	Gm tranig	Gm Hühnchen
Gm holzig		Gm salzig

7.2 Einfluss unterschiedlicher Fütterungen auf Farmlachs

Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass unterschiedliche Zusammensetzungen der Futtermittel Einfluss auf die Eigenschaften der Lachse haben. So konnte in mehreren Studien nachgewiesen werden, dass verschieden eingesetzte pflanzliche Öl- und Fischölannteile Veränderungen der charakteristischen Fettsäuren sowohl im Futter als auch im Fischfilet bewirken (Thomassen und Røsjø, 1989, Bell 2003b, Robin et al 2003, Røra 2005, Torstensen et al. 2004, Steffens 1996).

Johnsen et al (2000) fanden heraus, dass langkettige mehrfach ungesättigte Fettsäuren eher vom Lachs absorbiert werden als gesättigte und einfach ungesättigte Fettsäuren. Daraus lässt sich ableiten, dass bei Einsatz von Diäten, die einen hohen Anteil an PUFA aufweisen, auch höhere Mengen im Fisch absorbiert werden als ein Einsatz von Diäten mit geringerem Anteil an PUFA.

Steffens (1997) führt verschiedene Studien auf, die zeigen, dass sich die Zusammensetzung der Fettsäuren im Fischfutter in den Fischen widerspiegeln. Dieses stellt er für Süßwasserfische, wie Regenbogenforellen, Karpfen, aber auch für marine Fische dar.

Bell et al (1993, 2001, 2002) untersuchten bei Atlantischem Farmlachs die Auswirkungen des partiellen Austausches von Fischöl gegen pflanzliche Öle wie Rapsöl, Sonnenblumenöl, Leinöl und Palmöl. Dabei stellten sie eine Abnahme des Gehaltes von EPA und DHA im Fisch fest.

Waagbø et al (1993) untersuchten Lachse, die mit sechs Futtermitteln gefüttert wurden, die sich durch drei unterschiedlich hohe Anteile an n-3-PUFA und je zwei unterschiedlich hohen Vitamin E-Niveaus unterschieden. Sie konnten nachweisen, dass die Futtermittel mit niedrigem, mittlerem und hohem Gehalt an n-3-PUFA entsprechende Mengen (n-3-PUFA pro 100 g Gesamtfett) im Filet bewirkten: 13,4g (niedriger n-3-PUFA-Gehalt), 21,8g (mittlerer n-3-PUFA-Gehalt) und 34,8g (hoher n-3-PUFA-Gehalt). Ein Rückgang der n-3-PUFA durch Tiefkühl-, Lagerungs- oder Räucherprozesse wurde nicht festgestellt.

Diese Studien zeigen zwar, dass sich die Fische in der Zusammensetzung der Öle voneinander unterscheiden, dennoch können keine Rückschlüsse gezogen werden, dass dies auch für die sensorischen Wahrnehmungen gilt. Keine bzw. sehr geringe Unterschiede konnten in den Merkmalen Geruch und Geschmack in den folgenden Studien in der sensorischen Wahrnehmung festgestellt werden:

So untersuchten Sheehan et al (1996) geräucherten Atlantischen Farmlachs, der Futter erhielt, das entweder 21%, 25% oder 30% Fett im Futter aufwies. Durch geschulte Prüfer konnten keine signifikanten Unterschiede ($\alpha=0,05$) im Geschmack identifiziert werden. Die Probe, die den geringsten Fettanteil aufwies, wurde als *weicher* beschrieben. Lachse, gefüttert mit dem hohen Fettanteil, waren *ölig* in der Textur und *dunkler*.

Weder im Fettsäureprofil noch in der sensorischen Akzeptanz konnten Heras et al (1994) Unterschiede bei Farmlachs feststellen, der entweder mit Katzenhai-Silage oder Hering-Silage im Fischfutter gefüttert wurde. Sie wollten untersuchen, ob der Einsatz von Katzenhai-Silage in Futtermitteln geeignet ist, da vermutet wurde, dass sich der Harnstoff negativ auf die Akzeptanz des Lachses auswirken könnte. Da der Gehalt an PUFA im Katzenhai vergleichbar mit dem anderer typischer Fischöle ist, zeigte sich, dass sich keine Unterschiede im Fettsäureprofil ergeben.

Auch Guillon et al. (1995) konnten keine Unterschiede im Geschmack bei Bachsaiblingen (*Salvelinus fontinalis*) feststellen, die entweder Rapsöl (11%) oder Sojaöl (11%) im Fischfutter erhielten. Getestet wurde gegen eine Kontrollgruppe, die Fischöl erhielt.

Durch den Einsatz von Menhaden-, Sojaöl oder Talg im Fischfutter (max. 37% Fett des Gesamtfettgehaltes) statt Heringöl konnten Hardy et al. (1987) Fettsäureprofile im Filet identifizieren, die entsprechend der Zusammensetzung im Futter waren. Jedoch konnten auch hier keine Unterschiede sensorisch wahrgenommen werden.

Parrish et al. (1995) untersuchten den Einfluss von drei verschiedenen Herings-Diäten mit unterschiedlichem Eiweiß-, Fett-, Wasser- und Aschegehalt auf das Wachstum und das Lachsaroma bei Atlantischen Farmlachs. Mittels Dreieckstest konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Obach et al. (2001) konnten nachweisen, dass sich die Fettsäuren aus dem Futter in das Filet übertragen. Dafür untersuchten sie drei verschieden gefütterte Lachse, die entweder Capelinöl (CO), Anchovyöl (PO) oder eine Mischung (je 50%) aus Capelin- und Sojaöl (SO) als Fettlieferanten enthielten. Sensorisch hingegen konnten durch ein geschultes Panel nur wenige Unterschiede ermittelt werden: Nach einem Räucherprozess zeigten 2 von 26 sensorische Attributen Unterschiede auf. Lachse der Gruppe PO hatten eine *dunklere* Farbe und eine *festere* Textur als die Fische der Gruppe SO. Die Unterschiede zwischen den Mittelwerten dieser beiden Attribute sind jedoch sehr gering, sie betragen lediglich 0,40 und 0,33 gemessen auf einer Skale von 1 bis 9. Nach dem Kochen zeigten vier Attribute sensorische Unterschiede: Lachse der Gruppe CO wiesen einen *saureren* und intensiveren *Lachsgeschmack* auf und waren *saftiger* in der Textur als die beiden anderen Proben. Fische der Gruppe PO wurden als *bitterer* beschrieben. Auch hier sind die Unterschiede zwischen den Mittelwerten dieser Attribute gering: Sie variieren zwischen 0,34 und 0,44.

Ergebnisse des vorliegenden Forschungsprojektes zeigen, dass Unterschiede zwischen den sechs Lachsprodukten existieren und sensorisch durch geschulte Prüfer wahrgenommen werden können, wodurch Hypothese 1 bestätigt wird:

Lachse werden sensorisch verändert, wenn sie mit pflanzlichen Ölen im Futter gefüttert wurden.

Auffällig ist, dass sich die Lachsproben in den drei Zubereitungsarten fast durchgängig über alle Lagerstufen und Zubereitungsarten entsprechend der Fettzusammensetzung in den Diäten verhalten, nämlich in den Intensitäten der Attribute *Rapsöl* und *Fischöl*. Lachse, gefüttert mit Diät 1 und 2, weisen intensiveren *Fischölgeschmack* und teilweise intensiveren *Fischölgeruch* auf als Lachse, gefüttert mit Diät 5 und 6. Dieses ist vor allem auf die produktspezifische Schulung des Panels zurückzuführen, die über 3 Monate verlief. Hier wurden verstärkt Diskriminierungstests durchgeführt, bei denen überwiegend die Beschreibungen von *Rapsöl* und *Fischöl* abgefragt wurden. Diskriminierungstests sind einfach anzuwenden und schnell durchführbar. Sie eignen sich, um Produktveränderungen zu untersuchen, die gering sind oder auch, um spezielle Veränderungen zu testen, wie im vorliegenden Forschungsprojekt (Busch-Stockfisch, 2003). Durch Anwendung dieser Diskriminierungsprüfungen konnten sich die Prüfer diese beiden Attribute sehr bewusst machen und somit als Hauptkriterium für die Unterscheidung der Produkte anwenden.

Weitere Attribute, die signifikante Unterschiede zwischen den Fischen verdeutlichen, sind bei den ungelagerten geräucherten Lachsen zu finden. Es wurden höhere Intensitäten bei den Proben 1 und 2 (100% FÖ) in den Attributen *Nachgeschmack* und *fischiger Geschmack* festgestellt. Dieses könnte mit dem 100%ige Einsatz des Fischöls im Futter zusammenhängen. Fischöl weist einen intensiven und lang anhaltenden *Fischgeruch* und -*geschmack* auf. Verstärkt werden könnten diese Attribute durch den Salzgehalt im Fisch, da Salz zu den Geschmacksverstärkern zählt (Man, 2007). Diese Resultate werden durch folgende Studien unterstützt, die ebenfalls sensorische Unterschiede aufgrund unterschiedlicher Futtermischungen nachweisen konnten:

Skonberg et al (1993) stellten fest, dass Silberlachs und Forelle ein intensiveres *fischiges* Aroma aufwiesen, wenn sie Futter mit Heringöl erhielten, als wenn Futter Sonnenblumenöl enthielt. Es wurde angenommen, dass durch einen Anstieg an einfach ungesättigten Fettsäuren (Ölsäure aus Sonnenblumenöl) weniger oxidative Prozesse ablaufen. Somit könnten die PUFA aus dem Heringöl Ausgangsstoffe für 2,4,7-Decatrienal sein, das laut Farmer et al (2000) ein *fischiges*, *brandiges* Aroma verursacht. Diese Vermutung könnte eine Erklärung für den intensiveren *Fisch-* und *Nachgeschmack* bei den Proben 1 und 2 (100% FÖ) in dem vorliegenden Forschungsprojekt sein, die einen deutlich höheren Anteil an PUFA aufweisen als die vier anderen Proben. Denn auch das Rapsöl enthält 65% einfach ungesättigte Fettsäuren (Wisker et al., 2006), was bedeutet, dass in den Proben 3 und 4 aus diesem Forschungsprojekt etwa 19,5% (30% RÖ) und in den Proben 5 und 6 etwa 39% (60% RÖ) einfach ungesättigte Fettsäuren enthalten sind. Sie wären somit weniger anfällig für oxidative Prozesse. Hier ist jedoch festzuhalten, dass zu diesem Zeitpunkt keine

Lagerung stattfand, so dass die Konzentrationen nur sehr gering sein dürften. Es ist eher davon auszugehen, dass die Prüfer ein *fischigeres* Aroma bedingt durch einen intensiveren *Fischölgeschmack* wahrgenommen haben.

Torstensen et al (2005) bestätigen, dass der Einsatz von Futtermitteln, die 100% pflanzliche Öle, (VO: Mischung aus Raps-, Lein- und Palmöl) enthielten, geringere Intensitäten im *ranzigen* Geruch und Geschmack sowie in den *marinen* Beschreibungen verursachen. Sie haben Lachse (geräuchert und gekocht) untersucht, die während des gesamten Lebenszyklus entweder 100% FÖ, 75% VO oder 100% VO im Futter enthielten. Anschließend erfolgte eine Futterperiode mit 100% FÖ. Vor Beginn der letzten Futterperiode wurden die Lachse untersucht und die oben genannten Unterschiede festgestellt. Nach dem Einsatz der letzten Futterperiode, wenn alle Lachse Futtermittel mit 100% FÖ erhielten, waren keine signifikanten Unterschiede zu verzeichnen. Es wurde festgestellt, dass die typischen Fettsäuren der pflanzlichen Öle reduziert waren und der Gehalt an n-3-Fettsäuren anstieg.

Durch geschulte Prüfer untersuchten Thomassen und Røsjø (1989) Lachse, deren Fischöl im Futtermittel mit bis zu 68% durch Sojaöl oder Rapsöl (hoher bzw. niedriger Gehalt an Erucasäure) ausgetauscht wurde. Dabei konnten sie einen schwächeren *Lachsgeruch* bei den Proben beobachten, die den maximalen Anteil an Rapsöl enthalten, als bei der Standardprobe, die zu 100% Capelinöl enthielt. Weiterhin beobachteten sie einen schwächeren *Lachsengeschmack* in den Fischen, die Sojaöl enthielten, als in den Standardlachsen. Für die Durchführung dieser Untersuchungen verwendeten sie eine 9-Punkte-Hedonik-Skala, die im Allgemeinen für Akzeptanztest und Präferenztests angewendet wird. Es können jedoch keine weiteren Informationen in der Veröffentlichung gefunden werden, die Aufschluss über Gründe der Wahl dieser Skala geben, wie beispielsweise eine Beschreibung der Kategorien.

Der Einfluss unterschiedlicher Fettgehalte im Lachs auf die sensorische Qualität wurden von Robb et al. (2002) untersucht: Sie stellten fest, dass ein hoher Fettgehalt im geräucherten Lachs den *fischigen* und *öligem* Geschmack beeinflusst, wobei der *fischige* Geschmack ab einem Fettgehalt von 10% maskiert wird. Der *salzige*, *saure* und der *Gesamtgeschmack* sinken mit steigendem Fettgehalt. Sowohl der *metallische* als auch der *geräucherte* Geschmack werden dabei nicht beeinflusst. Bei gekochtem Lachs fanden sie heraus, dass der *saure* und *ölige* Geschmack sinken, wenn der Fettgehalt im Fischfutter gering ist. Auf den *Gesamtgeschmack* zeigt der Fettgehalt keinen Einfluss.

Die aufgeführten Studien zeigen alle eine ähnliche Struktur: Der Einsatz von 100% FÖ im Futter bewirkt höhere Intensitäten im *fischigen*, *tranigen* Geschmack und in den *marinen* Beschreibungen, was im Einklang mit den hier vorliegenden Ergebnissen steht.

7.3 Einfluss unterschiedlicher Futtermittel auf die sensorische Wahrnehmung durch Verbraucher

Es ist laut Austreng und Krogdahl (1987) davon auszugehen, dass ein Einsatz von ausgewogenen Futtermitteln die sensorische Fischqualität, wahrgenommen durch den Verbraucher, nicht beeinflusst, da keiner der Inhaltsstoffe einen dominanten oder hervorstechenden Eindruck verursacht. Durch unsachgemäße Lagerung hingegen kann ein ranziges Aroma verursacht werden, so dass frischer Fisch als *tranig* beschrieben werden kann. Dieses Statement passt mit den Ergebnissen der **Akzeptanzdaten** überein, da auch durch die ungeschulten Prüfer keine Unterschiede der ungelagerten Proben bezüglich ihrer Beliebtheit festgestellt wurden. Es scheint somit kein Inhaltsstoff eine Präferenz oder Abneigung bezüglich eines der Produkte zu bewirken.

Røra et al. (2005) bestätigen diese These. Sie führten im Supermarkt Konsumententests mit zwei Lachsproben durch, die entweder 29% Fischöl oder 29% Sojaöl im Fischfutter enthielten. Mittels Triangeltest sollten die Verbraucher (n=100) die abweichende Probe bestimmen und anschließend die bevorzugte Probe benennen. Der Signifikanztest zeigte keinen Unterschied zwischen den Proben auf.

Weitere Studien, bezogen auf die Gesamtakzeptanz von Lachsen, sollten Aufschluss über Lachse verschiedener Herkunft geben: Røra et al. (2004) führten einen Triangeltest mit Konsumenten durch, um herauszufinden, ob Verbraucher Unterschiede zwischen Lachsen unterschiedlicher Herkunft (Norwegen, Irland, Schottland) identifizieren können. Diejenigen die den Unterschied erkennen konnten, sollten anschließend ihre bevorzugte Probe nennen. Mittels Signifikanztest wurde deutlich, dass Konsumenten Unterschiede zwischen den drei möglichen Probenvergleichen erkennen können: Lachs aus Norwegen-Irland, Norwegen-Schottland, Irland-Schottland. Bezüglich der Beliebtheit wurde jedoch kein Unterschied festgestellt.

Farmer et al. (1995) untersuchten analytisch und affektiv Wild- und Farmlachs, der aus unterschiedliche Regionen kommt, um eventuelle unterschiedliche lokale Einflüsse und damit verbundene Aufzuchtbedingungen aufzudecken, die Einfluss auf den Geschmack bzw. *Off-Flavour* haben. Durch das analytische Panel können mehrere signifikante Unterschiede zwischen den Lachsen identifiziert werden. Auch die Konsumenten nehmen zum Teil Unterschiede zwischen den Produkten wahr, jedoch gibt es keine Bevorzugung innerhalb der drei Farmlachse (geschützte Seelage, offene See oder in Wassertanks) und der drei Wildlachse (aus dem Fluss oder See) innerhalb der Gesamtbeliebtheit. Ebenso stellen Farmer et al. (2000) fest, dass diese Farmlachse mindestens genauso beliebt sind wie die drei Wildlachse. Korrelationen mit den Mittelwerten der Gesamtbeliebtheit und den Mittelwerten aus den Profilprüfungen führten zu keiner Aussage bezüglich Beliebtheit und sensorischen Eigenschaften.

Sylvia et al (1995) verglichen sensorische Eigenschaften von Wild- und Farmlachs. Dabei stellten sie fest, dass für die Gesamtbeliebtheit seitens der Konsumenten eine Kombination von Eigenschaften sowohl aus dem Merkmal Geschmack als auch aus dem Merkmal Textur verantwortlich ist, und nicht unbedingt nur eine einzelne. Wird beispielsweise die *Festigkeit* des Lachsfileisches verbessert, was wiederum eine andere Wahrnehmung des Geschmacks bedeutet, so kann die Gesamtbeliebtheit sinken.

Weiterhin wurden Studien durchgeführt, die die Gesamtbeliebtheit unterschiedlicher Fettgehalte untersuchten. Dabei stellten Mørkøre et al. (2001) fest, dass die *fettige* Textur, *Rauchgeschmack* und *Lagerfeuergeruch* stark mit dem Fettgehalt korrelieren, was sich durch die Fettlöslichkeit bestimmter Rauchverbindungen erklären lässt. Keinen Unterschied stellten sie im *Geruch*, in der *Farbe* und *Festigkeit* und in der *Klebrigkeit* der Textur fest. Robb et al. (2002) analysierten unter anderem (s. oben) die Gesamtbeliebtheit von geräuchertem und gekochtem Lachs, die unterschiedliche Fettgehalte aufwiesen. Bei den gekochten Proben konnte kein Einfluss festgestellt werden, jedoch zeigen die Ergebnisse des geräucherten Lachs eine steigende Beliebtheit mit steigendem Fettgehalt. Diese Untersuchungen wurden zusätzlich zu den oben erwähnten Profilprüfungen von geschulten Prüfern durchgeführt. Auch Skonberg et al. (1993) führten hedonische Paarweise Vergleichsprüfungen mit Lachsen (*Oncorhynchus kisutch*) durch geschulte Prüfer durch, die entweder Heringöl oder Sonnenblumenöl im Fischfutter enthielten. Sie stellten jedoch keinen signifikanten Unterschied fest. Laut Lawless und Heymann (1999) sollten keine hedonische Fragestellungen an geschulte Prüfer gerichtet werden, da die Prüfer Produkte aus einem analytischen Blickwinkel betrachten und persönliche Einstellungen gegenüber Produkten nicht beachten. Hinzu kommt, dass sie nicht unbedingt zur Anwendergruppe der Produkte zählen und somit nicht Teil der Zielgruppe sind, so dass keine allgemeinen Aussagen über die Beliebtheit bei Konsumenten gemacht werden sollten.

Andere Studien, die Untersuchungen von Lachsprodukten mittels der **Penalty Analyse** beschreiben, wurden nicht gefunden. In Kapitel 7.5 wird eine kritische Betrachtung dieser Prüfmethode aufgeführt, die ihre Eignung aufzeigt. Bei den Ergebnissen aus dem vorliegenden Forschungsprojekt fällt auf, dass es zwar Mängel an den Produkten gibt, diese jedoch nicht auf die Fütterung zurückzuführen sind. Die gedünsteten Proben werden als *trocken* und *zu wenig aromatisch* beschrieben. Hier fällt besonders Probe 6 auf, die deutlich mehr Strafpunkte als die anderen Proben erhält. Ein Vergleich des Gewichtes mit dem anderer Proben zeigt, dass sie im Mittelwert mit 1532g genau zwischen den Gewichten der anderen Lachsseiten liegt: 1520g bis 1620g. Somit kann ein Austrocknen der Probe 6 aufgrund zu langer Garzeiten in Bezug auf das Gesamtgewicht ausgeschlossen werden.

Allgemein kann der Verlust von Feuchtigkeit kaum während des Garens eingetreten sein, da die Proben im Kombidämpfer in einem Bratschlauch zubereitet worden sind. Dies lässt zwei Schlussfolgerungen zu: Entweder wurden die Proben bis zur Verkostung warm gehalten und verloren in den Wärmebecken ihre Saftigkeit, oder die Textur des Lachsflisches ist von Natur aus so beschaffen, dass sie wenig saftig ist.

Des Weiteren ist zu bedenken, dass die Attributserweiterung *aromatisch* eine wertende Nebenbedeutung hat und es ist davon auszugehen, dass nicht nur die Intensität der abgefragten Eigenschaften beurteilt wurde, sondern auch die Beliebtheit des verkosteten Produkts in diese Beurteilung einfluss, wie beispielsweise bei dem Attribut *aromatischer Lachsgeschmack*.

Durch langes Grillen bei trockener Hitze und hohen Temperaturen scheint das Fischfleisch bei den gegrillten Lachsen stark an Feuchtigkeit zu verlieren und dadurch eine *feste* und *trockene* Textur zu erreichen.

Durch den Einsatz des angewendeten Grillverfahrens kann die schwache Intensität *zu wenig intensiver Grillgeschmack* bewirkt worden sein. Dieses Verfahren wurde bewusst angewendet, um eine Überlagerung der Geschmackskomponenten durch das starke und intensive Grillen zu vermeiden.

Verantwortlich für die hohen Strafen in der Kategorie *zu wenig aromatisch* könnte der geringe Salzgehalt in den Proben sein. Dieser wurde bewusst eingesetzt, um zu vermeiden, dass ein hoher bzw. „normaler“ Salzgehalt wie in konventioneller Räucherlachsware einige Geschmacksattribute überdeckt. Weiterhin sollte vermieden werden, dass es zu unterschiedlichen Salzgehalten im Fisch kommt, da eine exakte Dosierbarkeit des Salzens nur schwer realisierbar ist. Da Salz als Geschmacksverstärker wirkt (Man, 2007), könnte ein erhöhter Einsatz den aromatischen Lachsgeschmack intensivieren und so die Akzeptanz der Proben steigern. Es ist allerdings zu bemerken, dass die Produkte für eine einwandfreie sensorische Verkostung möglichst wenige Begleitsubstanzen enthalten sollen, um einen Einfluss durch äußere Faktoren zu vermeiden. Dazu gehört eben auch die Stärke der Räucherung. Bei der Verarbeitung der Lachse wurde bewusst ein mildes Räucherprogramm gewählt. Sollten die Lachse jedoch in dieser Form in den Handel gehen, wäre zuvor eine Intensivierung des Räucherprogramms und damit eine Verstärkung des Raucharomas anzuraten. Ein Bezug zur Fütterung ist jedoch nicht feststellbar.

Die Ergebnisse des **Free Choice Profiling** zeigen, dass die Produktunterschiede für diese Testmethode zu gering sind. Da die Durchführung aufwändig ist und viel Zeit kostet, empfiehlt es sich vor Beginn Pretests durchzuführen, die Aufschluss über Produktunterschiede geben, so dass geschätzt werden kann, ob weitere Informationen über Produkte gewonnen werden können.

Diese Auswahl an Studien und Ergebnissen des vorliegenden Forschungsprojektes zeigen, dass teilweise ungeschulte Verbraucher zwischen den Lachsproben –unterschiedlicher Fütterung, Art oder Herkunft- unterscheiden können. Dennoch gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen den ungelagerten Produkten in der Produktakzeptanz. Auch durch **Preference Mapping** kann kein Produkt identifiziert werden, das Eigenschaften aufweist, die im Allgemeinen als akzeptanzsteigernd gelten. Jedes Produkt findet bei einigen Konsumenten Gefallen, bei anderen wiederum nicht.

Somit wird Hypothese 2 **nicht** bestätigt:

Durch unterschiedliche Fütterung der Lachse wird die Produktakzeptanz von ungeschulten Verbrauchern beeinflusst.

Eine Ausnahme hingegen bildet die gedünstete Probe 5 nach einer Lagerdauer von 12 Monaten: Ihre Produktakzeptanz ist geringer als die der Proben 1, 2, 4 und 6 (s. Kapitel 7.4).

7.4 Einfluss von Tiefkühlagerungen nach Einsatz unterschiedlicher Futtermittel auf Zusammensetzung und sensorische Qualität der Lachse

Da moderne Fischfutter Öle enthalten, die viele n-3-Fettsäuren enthalten, steigt der Bedarf an Antioxidantien im Futter, um Ranzigkeit im Fisch zu vermeiden (Watanabe, 1981). Dabei werden vor allem Ethoxyquin, BHA, BHT oder Vitamin E in Form von alpha-Tocopherol verwendet. Alpha-Tocopherol schützt in erster Linie den Fisch und nicht das Futter vor Lipidperoxidation, indem es sich in Organen, Leber und Muskelgewebe anlagert, wo es noch nach dem Tod des Fisches als Antioxidans fungiert (Sinnot, 2002). Ist die Zufuhr an Antioxidantien unzureichend, kann es zu frühzeitiger *Ranzigkeit* im Fisch kommen. Dies ist toxisch für Fische (Austreng, 1998 und Austreng et al., 1988), so dass die Haltbarkeit erheblich reduziert wird (Sinnot, 2002). Ranziges Fett sollte daher vermieden werden, da es ein Grund für krankhafte Veränderungen der Leber sein kann, wie z.B. lipide Leberdegeneration bei Forellen (Blokhus, 1986). Es wird vermutet, dass massive Einlagerungen lipoider Substanzen ein Precursor von Zeroidanreicherungen sein kann, das im späteren Stadium hoch zytotoxisch sein kann (Baur und Rapp, 2003; Bell, 2000). Hervorgerufen wird das Ranzigwerden durch Lipidperoxidation (Rasmussen, 2001). Ein Mangel an Vitamin E kann die Gesundheit des Lachses gefährden, indem es zu schlechterem Wachstum, schlechteren Überlebenschancen und Störungen der Erythrozyten führen kann (Halver, 2002). Viel Vitamin E hingegen, 5000mg DL- α -Tocopherol / kg Diät, kann zur verringerten Anzahl an Erythrozyten im Blut führen (Committee on Animal Nutrition et al., 1993).

Waagbø et al. (1993) stellten fest, dass ein hoher Vitamin E-Gehalt im Fischfutter den sensorischen *ranzigen* Geschmack im Fisch mit zunehmendem n-3-Fettsäuregehalt verhindert. Dabei wird der α -Tocopherolgehalt weder durch Lagerung, Räucherprozess oder Tiefkühlen beeinflusst. Farmer et al. (2000) fanden heraus, dass das *fischige* Aroma durch lange Lagerzeiten oder andere Bedingungen steigt. Dieses kann zum einen durch Trimethylamin verursacht werden, das bakteriell aus Trimethylaminoxid abgebaut wurde. Zum anderen kann das *fischige* Aroma durch trans, cis, cis- und trans, trans,cis-2, 4, 7-decatrienal, das durch Autoxidation aus PUFA gebildet werden, entstehen. Laut Rasmussen (2001) kann Trimethylaminoxid während der Lagerung bakteriell zu dem biogenen Amin Trimethylaminoxid abgebaut werden, das den typischen *fischigen* Geruch oder *Off-Flavour* von altem Fisch verursacht. Frischer Fisch ist in der Regel *saftiger* und weist einen *schwächeren* Geschmack auf als gelagerter Fisch, jedoch ist die *ölige* Note intensiver. Tiefgekühlter gelagerter Lachs hat einen *strengeren* Geruch, der *ranzig* sein kann. Eine Abnahme des *frischen* Geschmacks kann auf einen Flüssigkeitsverlust während der Lagerung zurückgeführt werden. Tiefgekühlte Lachsproben werden als wenig *säuerlich*

beschrieben, verbunden mit einem *frischen Geschmack*. Auf der anderen Seite jedoch steigen die Intensitäten des *fauligen* Geruchs und *schlammigen* Geschmacks an.

Andersen und Steinsholt (1992) untersuchten Lachse, die mit verschiedenen Diäten gefüttert wurden, deren Fettgehalt (12%, 17%, 22%) im Fischfutter variierte. Diese Proben wurden bei unterschiedlichen Temperaturen (-13°C, -18°C, -35°C) gelagert. Man fand heraus, dass während der Lagerung unabhängig von Lagertemperatur und Fettgehalt der *Geschmack des Fischöls* bei allen Proben steigt. Weiterhin stellte man dabei fest, dass die Intensität des *Lachsgeschmacks* mit zunehmendem Fettgehalt zunimmt.

Milo et al. (1994) untersuchten den Einfluss einer *unsachgemäßen* Tiefkühlagerung auf das Lachsaroma in ungekochtem und gekochtem Flusslachs. Dabei wurde festgestellt, dass der Kochprozess zu einem Anstieg an Methional führt, was eine *kartoffelartige* Note zur Folge hat. Milo et al. berichten, dass durch die Tiefkühlagerung bei -13°C über bis zu 26 Wochen der *fettig-tranige* Eindruck verstärkt und das *mild-fischige* Aroma vermindert wurden.

Refsgaard et al. (1998) untersuchten Farmlachs, der über unterschiedliche Zeiträume und Temperaturen gelagert wurde. Dabei fanden sie heraus, dass 16 der 35 Attribute signifikante Veränderungen zeigten, die von geschulten Prüfern jedoch erst wahrgenommen wurden, als die Probe in die Mundhöhle geführt wurde. Sie stellten Veränderungen in der Textur fest: Proben, gelagert bei niedrigen Temperaturen (-10°C, -20°C), werden *fester*, weniger *saftig* und *faseriger*. Weiterhin stellten sie fest, dass bei niedrigeren Lagertemperaturen (-10°C, und -20°C) die Intensitäten des *metallischen*, *bitteren* und *Zugöl-Geschmacks* anstiegen, wohingegen die Intensitäten des *erdigen* und des *Fischölgeschmacks* bei Proben, gelagert bei höheren Temperaturen, sanken. Die Veränderungen des sensorischen Produktprofils während der Lagerung führen Refsgaard et al. (1998) auf flüchtige Aldehyde und Ketone zurück, die aus Lipidperoxidation als Sekundärprodukte entstanden sind. Sie konnten jedoch keine Parameter finden, wie Fettgehalt, Konzentration an Tocopherolen, Astaxanthin, Canthaxanthin, Gehalt an freien Fettsäuren oder Zusammensetzung der Fettsäuren, um die sensorische Qualität während der Lagerung voraussagen zu können.

Farmer et al. (1997) untersuchten die sensorische Qualität von Farm- und Wildlachs, wobei sie unter anderem einen Vergleich zwischen frischem und gelagertem Lachs zogen. Hierbei stellten sie fest, dass eine Lagerdauer von 33 Wochen bei einer Temperatur von -24°C keinen signifikanten Effekt auf Geruch oder Geschmack zeigte. Lediglich der *ölige* Geschmack war bei dem gefrorenen Fisch etwas schwächer ausgeprägt.

Die Ergebnisse des vorliegenden Forschungsprojektes werden durch die oben genannte Literatur bestätigt und sichern somit die Behauptung der Hypothese 3:

Bei Tiefkühlagerung gibt es signifikante sensorischen Unterschiede zwischen Lachsen, die mit Fischöl und mit Rapsöl gefüttert wurden:

Während der Lagerung laufen Prozesse ab, die zu einem Anstieg der Intensitäten der Attribute *fischig*, *ranzig*, *streng*, *metallisch*, *bitter* und *fettig-tranig* führen. Während der Lagerung der rohen Lachse, die anschließend gedünstet wurden, scheint es vor allem bei den Proben 1 und 2 mit höherem Gehalt an PUFA zu Lipidperoxidationsprozessen gekommen zu sein, da sie einen leicht *fischigeren*, *tranigeren* Geschmack und Geruch aufweisen, der mit einer erhöhten wahrnehmbaren *Seenote* verbunden ist. Dabei wurde der *fischige* Geruch erst nach Lagerung von 12 Monaten wahrgenommen. Nach 6 Monaten waren die Lipidperoxidationsprodukte wohl so gering, dass sie zwar geruchlich noch nicht wahrnehmbar waren, jedoch wurde der *fischigere* Geschmack schon nach 6-monatiger Lagerung festgestellt. Eine Zunahme von oxidativen Veränderungen zwischen der ersten (6 Monate) und zweiten (12 Monate) Lagerstufe wird durch die Zunahme an weiteren signifikanten Unterschieden zwischen den Attributen *tranig* und *Seegeschmack* bestätigt, die laut Sinnott (2002) Beschreibungen für die Alterung von Fisch sind. Unterschiede im *balsamischen* Geruch, der laut Civile und Lyon (1996) als *süßlich-vanilig* mit leichter *hölzerner* Note beschrieben wird, sind nach 6 Monaten Lagerung festzustellen: Proben mit höherem Anteil an Rapsöl und höherem Vitamin E-Gehalt (Probe 4, 5 und 6) weisen höhere Intensitäten im *balsamischen Geruch* auf als Lachse, gefüttert mit Diät 1 (0% RÖ, ↓E) und 3 (30% RÖ, ↓E). Nach 12-monatiger Lagerung ist dieser Unterschied geruchlich jedoch nicht mehr feststellbar. Lediglich im *balsamischen* Geschmack wird Probe 6 (60% RÖ, ↑E), die den höchsten Rapsölanteil, kombiniert mit dem höheren Vitamin E Gehalt, aufweist, intensiver als die anderen fünf Proben wahrgenommen. Dieses kann damit zusammenhängen, dass aufgrund des hohen Gehalts an Antioxidantien die Lipidperoxidationsprozesse geringer waren und so der Geschmack *balsamischer* erschien.

Nach jeder Lagerstufe (6 und 12 Monate) sind die gedünsteten Lachsproben durch den *Rapsöl-* und *Fischölgeschmack* unterscheidbar. Geruchlich ist dieses jedoch für die Prüfer nicht mehr deutlich abgrenzbar: So konnten sie nach einer Lagerung von 6 Monaten geruchlich keinen Unterschied zwischen den Proben bei diesen beiden Attributen feststellen; nach einer Lagerdauer von 12 Monaten hingegen konnten sie stärkere *Fischölintensitäten* im Geruch bei Probe 1 und 2 (0% RÖ) feststellen. Diese Schwankungen können auf mögliche Überlagerungen, in diesem Fall *fischige* und *tranige* Eigenschaften, zurückgeführt werden, die die Wahrnehmung der ohnehin schon geringen Unterschiede beeinträchtigen.

Geschmacklich können die gegrillten Lachse mit der maximalen Substitution durch die Attribute *Rapsöl* und *Fischöl* über alle Lagerstufen voneinander unterschieden werden, jedoch nicht geruchlich. Bei dem Grillverfahren entstehen Aromen, wie beispielsweise Pyranone, Furanone (Wisker et al., 2006) Pyrazine, Pyrrolen (Baltes, 2007), die unter anderem zum charakteristischen Röstaroma beitragen. Diese Aromen sind auf der einen Seite so stark, dass sie zwar den *Fischöl*- und *Rapsölgeruch* überdecken, auf der anderen Seite hingegen sind sie nicht stark genug, um diese Attribute auch *geschmacklich* zu maskieren.

Eine Betrachtung der Ergebnisse des gegrillten Lachses nach 12-monatiger Lagerung bestätigen eine Zunahme der oxidativen Prozesse nach der 6-monatiger Lagerung: Erst nach 12-monatiger Lagerung wurde ein *tranigerer* Geschmack bei Lachsprobe 1 (0% RÖ, ↓E) festgestellt als bei den fünf anderen Proben. Dies kann damit zusammenhängen, dass diese Probe durch den hohen Gehalt an PUFA und dem niedrigeren Gehalt an Vitamin E weniger vor Oxidationsprozessen geschützt ist, so dass ein *traniger* Geschmack wahrnehmbar ist. Die fünf anderen Proben hingegen weisen entweder einen geringeren Anteil an PUFA oder einen höheren Gehalt an Antioxidantien auf oder haben beides miteinander kombiniert, so dass ein Beginn des Verderbens der Produkte noch nicht wahrnehmbar ist, da oxidative Prozesse nicht so weit fortgeschritten sind. Im Widerspruch hierzu steht jedoch ein Vergleich mit den gedünsteten Proben, die genauso gelagert wurden, und sich nur durch die Zubereitung von den gegrillten Lachsen unterscheiden, denn hier wurden wie oben beschrieben sensorisch oxidative Prozesse wahrgenommen. Das lässt die Schlussfolgerung zu, dass bei dem Grillprozess Aromen entstehen, die den beginnenden Verderb geruchlich und geschmacklich maskieren können.

Die geräucherten Lachsproben unterscheiden sich in ungelagerter Form nur im *fischigen* Geschmack sowie im *Nachgeschmack*. Nach der ersten Lagerstufe sind durch das analytische Panel nur Proben 1 und 2 (0% RÖ) von Proben 5 und 6 (60% RÖ) im Geschmack nach *Fischöl* unterscheidbar. Nach der zweiten Lagerstufe können keine Unterschiede zwischen den Proben identifiziert werden, sie scheinen somit ähnlich in ihren sensorischen Eigenschaften zu sein. Dass nur sehr geringe bzw. keine Unterschiede zwischen den Proben festgestellt werden, kann zum einen an den sensorisch schwach ausgeprägten Unterschieden liegen, deren Wahrnehmung erst nach einer langen und intensiven Schulung möglich war. Zum anderen kann es an dem Salzgehalt und entstandenen Raucharomen liegen, die evtl. den *Fischöl*-, *Rapsölgeschmack* und mögliche weitere Attribute in der Wahrnehmung überlagern. Des Weiteren ist es möglich, dass Prozesse während der Lagerung stattfinden, die die Lachsproben so verändern, dass es zur

sensorischen Angleichung aller Proben kommt; z.B. durch Maskierung, so dass die Proben nicht mehr voneinander unterscheidbar sind. Dass bei den geräucherten Proben mit den kürzeren Lagerzeiten von 3 und 6 Monaten auch oxidative Prozesse stattgefunden haben, kann weitestgehend ausgeschlossen werden, da ein sensorischer Verderb nicht nachgewiesen werden konnte. Der Einsatz von Rapsöl als Substitut von Fischöl scheint bei den geräucherten Proben somit keinen großen Einfluss auf die sensorische Qualität der Fische zu haben.

Die Ergebnisse der gegrillten und geräucherten Proben zeigen, dass die unterschiedliche Fütterung keinen wahrnehmbaren Einfluss auf die Gesamtbeliebtheit der Verbraucher hat, da keine dieser Proben nach einer Lagerdauer von 6 oder 12 Monaten eine veränderte **Akzeptanz** hat. Oxidative Prozesse, die durch das analytische Panel nachwiesen werden konnten, werden von ungeschulten Verbrauchern größtenteils nicht wahrgenommen, sie beeinflussen nicht die Beliebtheit der Produkte.

Eine Ausnahme hingegen bildet Probe 5 (60% RÖ, ↓E) der gedünsteten Lachse nach einer Lagerdauer von 12 Monaten: Sie ist weniger beliebt als die Proben 1, 2, 4 und 6. Eine mögliche Erklärung dafür könnte in den Ergebnissen der Profilprüfung zu finden sein: Probe 5 verhält sich ähnlich wie Probe 6, jedoch unterscheidet sie sich in der Intensität eines Attributes: Sie schmeckt weniger *balsamisch* als Probe 6. Da dieses Attribut die *liebliche* und *süße* Note eines Produktes beschreibt und diese Eigenschaft bei Probe 5 schwächer ausgeprägt ist, kann es ein denkbarer Grund für eine Beliebtheitsabnahme sein.

Ergebnisse der **Penalty Analyse** zeigen, dass sich die Proben bis auf wenige Ausnahmen ähnlich verhalten:

Die 6 Monate gelagerten gedünsteten Proben sind *zu hell*, der *Lachsgeschmack* ist *zu gering* ausgeprägt, vor allem bei Probe 3 (30% RÖ, ↓). Die anderen abgefragten Attribute, *buttriger Geschmack*, *Festigkeit* und *Saftigkeit* der Textur spielen keine weitere Rolle, da die Strafpunkte zu gering sind. Nach einer Lagerdauer von 12 Monaten wie auch schon nach 6 Monaten werden die Proben als *zu hell* und *zu schwach* im *aromatischen Lachsgeschmack* beschrieben. Zudem schmecken sie bis auf Probe 2 (0% RÖ, ↑E) zu wenig *buttrig*. Die Textur der Proben 3, 4 und 5 ist daneben noch *fest* und *zu trocken*.

Die 6 und 12 Monate gelagerten und anschließend gegrillten Proben werden alle als *zu hell*, *zu wenig saftig* und *zu wenig aromatisch* im Lachsgeschmack beschrieben. Insgesamt erreichen die Produkte geringe Strafpunkte in Höhen, so dass sie nicht für die Gesamtbeliebtheit relevant zu sein scheinen.

Die gelagerten geräucherten Lachse sind bis auf Probe 2 *zu wenig rauchig*, *zu wenig aromatisch*, *zu fest* – besonders Proben 4 und 5. Lachse, gefüttert mit Diät 1 und 5, werden

als *zu ölig* beschrieben. Da bei den ungelagerten geräucherten Proben kein Attribut identifiziert wurde, das darauf schließen lässt, dass es sich dabei um ein Hauptkriterium für die Gesamtakzeptanz der Produkte handelt, wurde ein weiteres, die Farbe, hinzugefügt. So wollte man herausfinden, ob dieses Kriterium möglicherweise relevant für die Akzeptanz ist, denn Gormley (1992) stellte Bevorzugen von Lachsproben aufgrund unterschiedlicher Farbgebung fest. Doch auch hier wurden nur geringe Strafpunkte mit der Penalty Analyse berechnet, so dass dies scheinbar nicht wichtig für die Beliebtheit der Produkte ist, bzw. die Farbe den Wünschen der Verbraucher entspricht.

Ergebnisse der Penalty Analyse bestätigen die These von Sylvia et al. (1995), dass für die Gesamtb Liebtheit der Produkte nicht nur eine einzelne Eigenschaft verantwortlich ist sondern mehrere Eigenschaften zusammen aus verschiedenen Merkmalen. Es kann aus vorliegenden Ergebnissen kein Attribut durch Aufzeigen bei der Konsumentenbefragung identifiziert werden, das die Gesamtb Liebtheit entscheidend beeinflusst. Auch kann aus diesen Datenstrukturen kein Zusammenhang zur Fütterung oder Lagerung hergestellt werden.

Die Darstellungen des **Preference Mappings** bestätigen die Erkenntnisse über mögliche Lagerungseinflüsse bzw. Fütterungseinflüsse aus Profilprüfungen und Akzeptanztests: Die Positionierung der Produkte in der Preference Map entspricht vor allem der wahrgenommenen Intensität des *Fischöl-* und *Rapsölgeschmacks*. Die sternförmigen Bilder der Konsumentenpfeile lassen keine greifbaren Aussagen über die Beliebtheit einzelner Produkte zu. Jedes Produkt wird von einigen Verbrauchern präferiert, von anderen hingegen nicht. Klare Strukturen lassen sich weder bezüglich beliebter Produkteigenschaften noch bevorzugter Produkte extrahieren. Eine Ausnahme stellt Probe 5 nach 12-monatiger Lagerung und anschließendem Dünsten dar.

Trotz signifikanter Datenstrukturen im **Free Choice Profiling** fällt auf, dass die Unterschiede zwischen den Proben zu gering sind, um eindeutige Aussagen über den Einfluss der Lagerung und klare Darstellungen durch ungeschulte Prüfer zu erhalten. Entweder erscheinen Attribute nur vereinfacht in der Grafik oder sie liegen über den gesamten Konsens verstreut und sind somit nicht speziellen Produkten zuzuordnen, um bestimmte Eigenschaften für die einzelnen Lachsgruppen zu erhalten. Weiterhin sind Widersprüche zu finden: So wird beispielsweise Probe 1 (gegrillt_6 Monate) zum einen als *glänzend* und *grob* beschrieben, zum anderen auch als *matt* und *fein*. Auch dadurch wird deutlich, dass die Unterschiede zu gering sind. Daher wurde vom Projektbegleitenden Ausschuss entschieden, diese Methode nicht weiter bei den 12-monatig gelagerten Proben durchzuführen, da Profilprüfungen und Akzeptanztests dieser Proben bereits gezeigt haben, dass nur geringe

Unterschiede wahrnehmbar sind und neue Erkenntnisse durch Anwendung des Free Choice Profiling nicht zu erwarten sind.

Interessant wäre ein direkter Vergleich der ungelagerten Proben mit den Proben der unterschiedlichen Lagerstadien gewesen. So hätten die Lachse komparativ getestet werden können, was für die Prüfer einen direkten Vergleich der Proben bedeutet hätte und einfacher in der Bewertung für die Prüfer gewesen wäre. Auf der einen Seite wäre dieser Vergleich möglich gewesen, da über den gesamten Projektablauf die gleichen Prüfer teilnahmen. Auf der anderen Seite sprach gegen diesen Vergleich der Datensätze miteinander, dass die Daten keinen direkten Bezug zueinander haben, da die Proben nicht gegeneinander verkostet wurden, und so ein Vergleich zur Verzerrung der Ergebnisse hätte führen können. Möglich wäre ein Vergleich durch das Mitlaufen einer Referenzprobe gewesen, die bei jeder Prüfmethode mit den anderen Proben verkostet wird, da diese Referenzprobe in Bezug zu jeder einzelnen Prüfprobe steht. Dieses war jedoch aufgrund der damit verbundenen großen Menge an Lachseiten nicht möglich, da der Vorlauf der Fischaufzucht mit Fütterung mehrere Monate in Anspruch nahm.

Ein direkter Vergleich der Akzeptanzdatensätze wäre ebenso interessant gewesen. Wie oben erwähnt, wäre jedoch auch hier eine Referenzprobe notwendig gewesen. Hinzu kommt die Problematik, dass auch dieselben Konsumenten an den Testmethoden teilnehmen müssten. Dieses wäre aufgrund der langen Lagerzeiten von bis zu 12 Monaten nur schwer realisierbar gewesen, da über einen so langen Zeitraum immer eine Abnahme der teilnehmenden Verbraucherzahl verbunden ist, und so nicht gewährleistet werden kann, dass ausreichend Prüfer nach der maximalen Lagerdauer von 12 Monaten teilnehmen. Eine Möglichkeit dieses Problem zu umgehen, wäre ein Start der ersten Verkostungsreihe mit einer sehr großen Konsumentenzahl, so dass ein Rückgang der Teilnehmer über den gesamten Projektablauf zu verkraften wäre. Dieses würde einen deutlich längeren und teureren Ablauf bedeuten.

7.5 Kritische Betrachtungen der Sensorischen Methoden

Analytische Prüfungen

Um Prüfer für Lachsproben zu schulen, wurden verstärkt Diskriminierungstests angewendet. Als Matrix dienten dabei zunächst Öle, die sich durch unterschiedliche Konzentrationen an Rapsöl bzw. Fischöl unterscheiden. Die Konzentrationen wurden stetig gesenkt, so dass sich die Prüfer die Attribute bewusst machen und einprägen und so ihre Sinne trainieren konnten. Anschließend wurden Prüfungsmethoden mit den zu untersuchenden Lachsproben durchgeführt. Hier fiel besonders auf, dass sich die Wahrnehmung der Prüfer stark voneinander unterschied: So konnten zwar fast alle Panelteilnehmer die Öle voneinander unterscheiden, bei den Lachsproben hingegen ergaben sich drei Gruppen: Einige Prüfer konnten während der gesamten Forschungsdauer einen *Fischöl-* oder einen *Rapsölgeruch-**geschmack* wahrnehmen, andere konnten dieses hin und wieder und wieder andere Prüfer mussten raten und konnten sensorisch keinen Unterschied feststellen. Aufgrund dieser Feststellung wurde verstärkt darauf geachtet, dass möglichst alle Prüfer an allen Verkostungen teilnahmen und trainiert wurden. Diese Gruppeneinteilung der Prüfer war bei den drei Zubereitungsverfahren zu beobachten. Dabei gab es die größten Unterschiede in der Wahrnehmung bei den geräucherten Proben, da diese Salz und Raucharomen enthielten, die möglicherweise andere sensorische Eigenschaften überlagern, so dass sensorische Attribute mit geringen Intensitäten schwieriger wahrgenommen werden konnten als beispielsweise in den gedünsteten Proben. Diese Beobachtung zeigt, dass die Unterschiede zwischen den Proben sehr gering sind und diese nur nach langem und intensivem Training identifiziert werden konnten.

Hier stellt sich nun die Frage, wie lange und intensiv ein Panel ausgebildet werden sollte. Eine genaue Aussage über den zeitlichen Verlauf kann nicht aufgestellt werden, dieses hängt von zu vielen Faktoren wie Zeit, Budget, Produkt ab. Rummel (2002) empfiehlt eine Pilotmessung durchzuführen, in der Produkte mit Wiederholungen verkostet werden, die über ein breites sensorisches Spektrum verfügen. Dieses Vorgehen soll zeigen, ob das Panel übereinstimmt, die Prüfer ihre Daten wiederholen können, ob Korrelationen zwischen Attributen vorliegen und ob es Prüfer gibt, die nicht zwischen den Produkten diskriminieren können. Anschließend muss der Panelleiter entscheiden, ob das Panel einsatzbereit ist oder Nachschulungen erforderlich sind. Der Beginn der Profilprüfungen in diesem Forschungsprojekt fand statt, als es keine Verbesserungen seitens der Prüfer gab zwischen verschiedenen Ausprägungen der Ölkomponenten zu unterscheiden.

Akzeptanzprüfungen

Um Aussagen machen zu können, die auf die Gesamtheit der Konsumenten verallgemeinert werden, sollte die Stichprobe der befragten Teilnehmer repräsentativ sein. Dazu zählt zunächst, dass alle Teilnehmer regelmäßige Verwender der Produktkategorie sind, d.h. sie sollten auch im Alltag regelmäßig Lachs verzehren. Das in diesem Forschungsprojekt befragte Konsumentenpanel erfüllt nicht unbedingt diese Voraussetzung: Trotz der Frage an die Verbraucher beim Screening der teilnehmenden Verbraucher, ob sie Aversionen gegen Lachs haben und ob sie mit diesem Produkt vertraut sind, haben dennoch 33 % die Frage nach der Häufigkeit des allgemeinen Lachsverzehrs mit „selten“ beantwortet. Ebenfalls gibt es sogar Verbraucher, die einzelne Zubereitungsarten „nie“ essen (geräuchert 4%, gegrillt 12%, gedünstet 23%). Hier könnte ein Grund für fehlende Akzeptanz aller Lachsproben sein. Ausgleichen könnte man diese fehlende Repräsentanz der Verbraucherstichprobe durch eine Erhöhung der Fallzahl. Repräsentativer wäre ein ungeschultes Panel von N=120 ungeschulten Prüfpersonen. Weiterhin ist die Stichprobenfallzahl mit durchschnittlich 60 Verbrauchern recht klein. Durch eine Erhöhung um weitere 60 Konsumenten könnten Produktunterschiede deutlich besser abgesichert werden und sich in einigen Fällen jetzige Tendenzen als signifikant oder nicht signifikant erweisen.

Penalty Analyse

Die Anwendung und Aussagekraft der JAR-Skalen ist umstritten: So sind Rothman und Parker (2009) der Meinung, dass der Nutzen und auch die Interpretation begrenzt sind: Es kommt auf die Fähigkeiten der Prüfer an, Attribute und Skalen zu verstehen und die Produkteigenschaften mittels dieser Skalen einzuordnen. So können sich beispielsweise bipolare Skalen, die für den Bereich Produktentwicklung aufschlussreich zu sein scheinen, als schwer nachvollziehbar für den Konsumenten erweisen. Weiterhin befürchten sie, dass nicht immer das „wahre“ Empfinden angegeben wird. Z.B. kann die *Süße* eines Desserts von einem Prüfer als angenehm und somit als richtig empfunden werden, jedoch wird es als *zu süß* eingestuft, da für diesen Prüfer süße Lebensmittel als „schlecht“ gelten. Schraidt (2009) bemerkt, dass zwar eine Richtung angegeben wird, in die Produkte modifiziert werden sollten, es werden jedoch keine Angaben über das Niveau der Veränderung gemacht. Unklar ist auch die Situation wenn bipolare Daten vorliegen: So ist schwer zu entscheiden, welche Modifikationen vorgenommen werden sollten. Schraidt (2009) warnt davor, Produktmodifikationen vorzunehmen um eine Eigenschaft zu ändern, ohne die Auswirkungen auf die Gesamtwahrnehmung des Produktes zu beachten. So sind durch die Veränderungen am Produkt häufig weitere Eigenschaften betroffen durch Überlagerungen oder Symbiosen, die vorher keine Bedeutung hatten.

Auch Lawless et al (1999) setzten sich kritisch mit der JAR-Skale auseinander: Eine Voraussetzung für die Beurteilung der Produkte ist das Verstehen der zu beurteilenden Produkteigenschaften. Daher empfehlen sie nur bekannte und allgemein verständliche Attribute wie die Süße oder Salzigkeit von Produkten, abzufragen. Andere deskriptive Attribute setzen eine Schulung sowie eine Definition voraus und sind somit für ungeschulte Konsumenten nicht geeignet. Auch Stone und Sidel (2004) äußern ähnliche Bedenken wie Lawless et al. (1999): Die Bedeutung der Attribute sollte für die Konsumenten verständlich sein, da sonst die Gefahr bestünde, dass auch bei Missverstehen dennoch eine Antwort vergeben würde, die in die Analyse einfließt. Problematisch ist außerdem, dass eine Beurteilung der Attribute immer unter Zuhilfenahme der subjektiven Wahrnehmung stattfindet. Daher sollte die Anwendung der JAR-Skale keinesfalls deskriptive Verfahren ersetzen.

Auf der anderen Seite, so Rothman und Parker (2009) bieten JAR-Skalen Informationen, die Richtungen für eine Produktoptimierung geben, wenn diese Produkte „nicht richtig“ sind. Ist die Skale richtig aufgestellt mit für den Konsumenten eindeutigen Attributen, ist die Skale einfach zu verstehen und bedarf keiner weiteren Erläuterung oder Schulung. Sie hilft Kluster zu definieren, in denen unterschiedliche Vorlieben der Verbraucher verdeutlicht werden und hilft Attribute zu identifizieren, die für die Beliebtheit relevant sind oder keinen Einfluss auf die Akzeptanz haben.

Weiterhin kann es zu einer möglichen Konnotation kommen, d.h. dass nicht nur die Wahrnehmungsintensität eines Attributes gemessen wird, sondern gleichzeitig einen unterschiedlichen Anteil an der Gesamtakzeptanz erfasst. In diesem Forschungsprojekt wurde als eine Merkmalseigenschaft die Intensität des *aromatischen Lachsgeschmacks* abgefragt. Dabei ist zu erwarten, dass dieses Attribut eine hohe Korrelation zur Beliebtheit der Produkte zeigt. Das würde bedeuten, dass die Akzeptanz mit zunehmender Intensität des *Lachsgeschmacks* steigen würde. Gleichzeitig könnte es durch diesen Zusammenhang zu einer geringeren Einstufung in dieser Eigenschaft kommen, wenn der Lachs aus anderen Gründen nicht gefällt. So könnte in diesem Fall die Beurteilung der Intensität des *aromatischen Lachsgeschmacks* mit der Bewertung der Gesamtbeliebtheit vermischt sein. Weiterhin handelt es sich bei Lachs um ein Naturprodukt, dessen einzelne sensorische Produkteigenschaften nicht gezielt verändert werden können. Daher lässt die Penalty Analyse in diesem Forschungsprojekt lediglich eine Beschreibung der Richtung der sensorischen Produkteigenschaften zu, in die sich die Lachse je nach Fütterung verändern. Eine klassische Empfehlung für Produktmodifikationen kann in diesem Fall mit der Penalty Analyse nicht durchgeführt werden, um die Akzeptanz der Produkte zu erhöhen.

Die Produktunterschiede waren in dem vorliegenden Forschungsprojekt sehr gering, so dass keine klaren Datenstrukturen mittels Penalty Analyse gewonnen werden konnten. Es empfiehlt sich Pretests durchzuführen und abzusichern, dass Unterschiede zwischen den Produkten vorliegen, die von Verbrauchern wahrgenommen werden können.

Free Choice Profiling

Wie stark die Veränderung der Fettzusammensetzung und der Vitamin E-Menge im Futter von ungeschulten Prüfern wahrgenommen werden und wie diese zwischen den Produkten differenzieren können, sollte mittels FCP untersucht werden. Dabei wurden die Ergebnisse aus den Konsumententests bestätigt: Es wurden nur sehr geringe Produktunterschiede gefunden. Die Daten des FCP stehen im deutlichen Kontrast zu den Ergebnissen der Konventionellen Profilprüfung, in der geschulte Prüfer systematische sensorische Unterschiede identifizieren konnten. Es stützt somit die Annahme, dass FCP eine geringere Trennschärfe aufweist als die Profilprüfung.

Vorteile gegenüber der Profilprüfung ergeben sich aus dem deutlich geringeren Zeitaufwand, da intensive und produktspezifische Schulungen nicht erforderlich sind und somit die Anwendung kostengünstiger ist. Bei der Betrachtung der Ergebnisse ist zu vermuten, dass eine größere Fallzahl an Prüfern zu ausdrucksvolleren Ergebnissen führen kann. Ebenso hätten mehrere Wiederholungen der Verkostungen sicherere Untersuchungsergebnisse ergeben. Während der Durchführung konnten teilweise Ermüdungserscheinungen bei den Konsumenten beobachtet werden, da in jeder Sitzung sechs Produkte getestet wurden. Dieses Problem ließ sich jedoch nicht vermeiden, da die sechs Lachsproben immer im direkten Vergleich zueinander stehen sollten, um sensorische Produktunterschiede aufdecken zu können.

Vor Anwendung der FCP sollten Pretests mittels Diskriminierungstests, Konventioneller Profilprüfung oder Konsumententest durchgeführt werden, um zu prüfen, ob eine Durchführung des Free Choice Profilings neue Erkenntnisse bringen und sich somit als sinnvoll erweisen kann.

Preference Mapping

Dem Preference Mapping konnten kaum Unterschiede entnommen werden. Zwar werden die Daten statistisch anders behandelt, denn sie werden über eine Regressionsanalyse in den Biplot projiziert. Dennoch kann eine Präferenz einzelner Produkte oder eine Identifizierung möglicher Preference-Driving-Factors nicht festgestellt werden. Mittels External Preference Mapping ist es möglich, den Produkten entsprechende Produkteigenschaften zuzuordnen, so dass zwischen den verschiedenen Ausprägungen der Ölkomponenten unterschieden werden

kann. Dabei kann das Geschmacksattribut *Fischöl* bis auf eine Ausnahme bei den gelagerten geräucherten Proben eindeutig den Proben 1 und 2 zugeordnet werden und im Gegensatz dazu das Geschmacksattribut *Rapsöl* den Produkten 5 und 6. Weder die Ausprägung *Fischöl* noch *Rapsöl* werden von den Konsumenten bevorzugt, so dass sich deren Vektoren über den gesamten Biplot verteilen. Es konnten keine weiteren Erkenntnisse gewonnen werden.

8 Ausblick

Da die Notwendigkeit auf Fischöl zu verzichten besteht, werden in der heutigen Zeit Einsätze von pflanzlichen Ölen im Fischfutter im Bereich der Aquakultur praktiziert. Der Druck, der auf die Lebensmittelindustrie ausgeübt wird, wird zum einen durch die stark begrenzten Ressourcen verursacht, die nur noch in sehr begrenztem Rahmen zur Verfügung stehen. Zum anderen wird der Druck durch den stetig steigenden Preis an Fischöl erhöht. Doch auch pflanzliche Alternativen wie Rapsöl, haben steigende Preise zu verzeichnen, da sie auch im Non-Food-Bereich als Kraftstoff für Motoren eingesetzt werden.

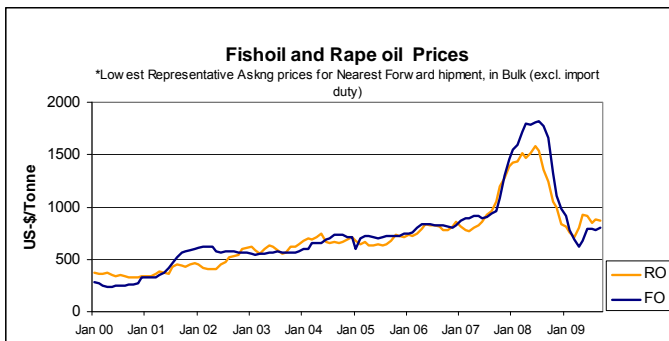


Abb. 8.1 Preisentwicklung von Rapsöl und Fischöl (Ista Mielke, 2009)

Um schnelles Wachstum, gute Konstitution der Gesundheit und die gewünschte Qualität der Farmlachse erreichen zu können, ist eine optimale Zusammensetzung der Futterbestandteile notwendig. Da Zusammensetzungen der einzelnen pflanzlichen Öle in ihrer Fettsäurezusammensetzung zum Teil sehr unterschiedlich sind, sollte die Menge an auszutauschendem Öl diskutiert werden, da bei Einsatz einiger Öle verschiedene Störungen im Stoffwechsel der Fische festgestellt wurden. Es bedarf weiterer Klärung, um die Menge einer Substitution zu ermitteln ohne Einbußen in sensorischer, ernährungsphysiologischer Qualität zu erlangen und die Gesundheit der Lachse zu gefährden.

So gibt es mehrere Möglichkeiten Fischöl in großen Mengen bis zu 60% durch pflanzliche Öle zu ersetzen:

Zum einen besteht die Möglichkeit *einen* Substituenten zu wählen, wie Rapsöl, das sich in vielen Studien als sehr geeignet erwiesen hat. Zum anderen können Mischungen mehrerer verschiedener pflanzlicher Öle gewählt werden, die in ihrer Zusammensetzung für die Produktqualität und der Fische geeignet sind.

Weiterhin besteht die Möglichkeit pflanzliche Öle einzusetzen und in den letzten Wochen Futtermittel zu füttern, die ausschließlich Fischöl enthalten, um so die Konzentration von n-3-

PUFA zu erhöhen, um Einbußen in der ernährungsphysiologischen Qualität für den Menschen zu vermeiden.

Weiterhin würde durch den Einsatz pflanzlicher Öle im Fischfutter die Rückverfolgbarkeit der Bestandteile im Fischfutter erleichtert werden, wie es laut EU-Gesetzgebung im Sinne des Art. 18 Abs. 2 der Verordnung (EG) 178/2002 gefordert wird. Eine Rückverfolgbarkeit bei Verwendung von Fischöl wäre nur bedingt möglich.

9 Zusammenfassung

Fischöl ist keine essentielle Futtermittelzutat, dennoch ist es für die Nährstoffversorgung der Fische nahezu ideal: So verfügt es über einen hohen Anteil an Omega-3-Fettsäuren, die für den Stoffwechsel der Lachse eine wichtige Rolle spielen, zum anderen dient es als Energielieferant. Da Fischöl aus industriell gefischten Fischarten gewonnen wird und aufgrund der überfischten Meere nur begrenzt zur Verfügung steht, ist die Versorgung der karnivoren Fische wie Lachs kritisch zu sehen, da diese Fischöl im Futter benötigen. Da sich eine völlige Reduzierung von Fischöl im Fischfutter von Lachsen aufgrund von Störungen im Stoffwechsel als nicht sinnvoll erweist, wird in Zukunft die minimal benötigte Menge an Fischöl in die Futtermittel eingesetzt und teilweise durch andere pflanzliche Öle substituiert.

Bei dem Einsatz von pflanzlichen Ölen im Fischfutter ist es für die Industrie notwendig, Informationen über die Auswirkungen des Einsatzes pflanzlicher Öle im Futter auf das Aromaspektrum von Lachs zu gewinnen, um eine gleichbleibend hohe Produktqualität der Lachse gewährleisten zu können.

Daher wurden an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg in den Jahren 2006 bis 2007 sechs verschiedene atlantische Farmlachse (*Salmo salar* L.) sensorisch untersucht, die sich durch variierende Fettkombinationen und Vitamin-E-Zugaben im Futter voneinander unterschieden. Für die Substitution des Fischöls wurde in diesem Forschungsprojekt Rapsöl eingesetzt, das aufgrund seiner ernährungsphysiologischen Fettsäureverteilung vorteilhaft ist.

Ziel dieses Forschungsprojektes war es, Auswirkungen des Einsatzes von Rapsöl und die des Vitamin E-Gehaltes im Futter auf das Aroma von weiterverarbeitetem Farmlachs (Dünsten, Räuchern, Grillen) zu ermitteln sowie den Einfluss einer unterschiedlichen Dauer der Tiefkühlagerung auf sensorische Eigenschaften festzustellen. Es sollten Veränderungen und Unterschiede im Produkt durch geschulte und ungeschulte Prüfer festgestellt und spezifiziert werden, um Aussagen über den Einsatz von pflanzlichen Ölen im Fischfutter machen zu können und um festzustellen, ob es Einbußen in der Fischqualität gibt.

Parallel zu den sensorischen Untersuchungen erfolgten chemisch-analytische Untersuchungen (Erstellung von Aromaprofilen mittels GC/MS, GC/O, statische Headspaceanalyse, Ermittlung der Fettgehalte, Fettsäure- und Tocopherolprofile), die an der Universität Hamburg, Abteilung Lebensmittelchemie, durchgeführt wurden.

Ergebnisse des vorliegenden Forschungsprojektes sowie weitere Studien belegen, dass ein anteiliger Austausch von Fischöl durch Rapsöl möglich ist, so dass in Zukunft in der Fütterung bei Aquakultur z.T. auf pflanzliche Öle im Fischfutter ausgewichen werden kann. Zwar sind die Unterschiede zwischen den sechs Lachsproben in der sensorischen Wahrnehmung sehr gering bzw. nicht wahrnehmbar, dennoch war ein gut geschultes Panel in der Lage Unterschiede zwischen den Proben in den Merkmalen Geruch und Geschmack wahrzunehmen. Unterstützt wurden diese Ergebnisse durch Diskriminierungstests wie der Paarweisen Vergleichsprüfung, die zum einen den Zweck einer weiteren Schulung erfüllten, zum anderen die Ergebnisse der Profilprüfung unterstützten.

Für ungeschulte Prüfer hingegen sind die Produktunterschiede zu gering. So zeigen die Ergebnisse des Free Choice Profilings fast durchgängig zufällige Strukturen, die statistisch keine Aussagen zulassen. Hier kommt hinzu, dass diese Prüfmethode für Personen, die keinerlei Erfahrung in der Sensorik aufzeigen, anspruchsvoll und sehr aufwendig ist.

Die Ergebnisse der Akzeptanztests zeigen bis auf die 12 Monate gelagerten und anschließend gedünsteten Lachse, dass die Prüfer keine der Proben präferieren oder ablehnen. So lohnt ein Einsatz dieses Tests nur, wenn die Produktunterschiede groß genug sind.

Zwar zeigen die Ergebnisse der Penalty Analyse Unterschiede zwischen den Produkten auf und einzelne Lachse erhalten zum Teil hohe, zum Teil niedrige Strafpunkte in den Extremkategorien, jedoch lassen diese Datenstrukturen keine Rückschlüsse auf die Fütterung zu. Hier scheinen weitere Variablen eine Rolle zu spielen. Die Penalty Analyse ist bei Produkten mit diesen geringen Produktunterschieden nicht geeignet und gibt keine klaren Auskünfte über die zu untersuchenden Produkte.

Ursachen für die Veränderungen im Produktprofil während der Lagerung werden ausschließlich entweder auf Lipidperoxidationen und damit verbundener Entstehung von Aldehyden und Ketonen zurückgeführt oder auf bakteriellen Abbau von Trimethylaminoxid zum biogenen Amin, was durch signifikante Unterschiede zwischen den Produkten in den Attributen *fischig*, *tranig*, *Seegeschmack* und *Nachgeschmack* deutlich wird.

Diese Auswertungen zeigen, dass der Austausch von Fischöl durch Rapsöl bei ungeschulten Personen keine oder nur geringe Auswirkungen auf die sensorische Wahrnehmung hat und nur intensiv geschulte Prüfer diese Unterschiede wahrnehmen können. Somit ist aus sensorischer Sicht eine anteilige Substitution von Fischöl durch Rapsöl im Fischfutter für die Aufzucht von Farmlachsen einsetzbar.

10 Summary

Fish oil is not an essential ingredient in feeding mixtures for fish, however it is almost ideal for fish's nutrient supply as it is rich in polyunsaturated fatty acids (PUFA). These fatty acids are important for the metabolism of salmon, and they are a source of energy.

As the fishing industry obtains less and less by-catch to produce fish oil, the supply of this energy source is insufficient. Therefore industry is compelled to find alternatives to fish oils for farmed fish. Because a total substitution of fish oil by plant oils has caused health problems of fish, a minimum of the quantity fish requires will be applied, in future.

To assure consistent quality it is important for industry to gain information on the changes in sensory perception, consumer acceptance and preferences of standard farmed salmon (*Salmo salar* L.) as well as changes during typical manufacturing and preparation techniques, like smoking, grilling, stewing, deep freezing and following deep freeze storage. Therefore the effects of changes in fat composition and vitamin E content of the feed on the sensory properties of Norwegian farmed salmon (*Salmo salar* L.) were investigated at the University of Applied Sciences Hamburg, Department Ökotrophologie.

Fish oil was substituted by rape oil which is preferred because of its valuable fatty acids in term to nutritional physiology. Effects of partial replacements of fish oil with rapeseed oil on sensory perception were investigated after mentioned preparation techniques. Additionally, sensory changes during deep freeze storage were monitored in order to assure high quality even after longer storage. A trained expert panel and untrained consumers assessed changes and differences in products, to specify statements of applications of plant oils in fish feeding mixtures and to assess a possible decrease in fish quality.

Additional to sensory analysis, chemical parameters were determined by GC/MS, GC/O, headspace GC/MS. Furthermore, contents of fatty acids and tocopherols were analysed at the University of Hamburg, Institute for Food Chemistry.

This research shows that a partial replacement of fish oil by rapeseed oil is possible. In accordance with other studies, industry can switch to plant oils in feeding in aquaculture.

Although differences between the analysed salmon samples were hardly perceptible in sensory evaluation, a trained expert panel was able to differentiate samples in odour and taste. These results of conventional profiling were supported by discriminations tests, e.g. paired comparison tests, which were used on the one hand for training of panelists on the other hand to confirm results of conventional profiling.

In contrast, untrained consumers were not able to detect product differences: Results of Free Choice Profiling show nearly continuous no significant data structures. Acceptance tests show that consumers do not have any preference between samples with the exception of

steamed samples stored for 12 months. This test method is only applicable when product differences are large enough.

Penalty analysis show difference between products and some samples achieve high or low penalties in specific product characteristics; however structure of these data allows no conclusion of influence of feeding mixture on sensory perception. Penalty analysis is unsuitable if product differences are as small as in this research project because no clear statements can be obtained about analyzed samples.

Causes of changes in product characteristics during deep freeze storage were attributed in either lipid peroxidation and following development of aldehyds and ketones or bacterial degradation of trimethylamine oxid to biogenic amine. This is approved by significant differences between samples in sensory attributes, like *fishy*, *rancid*, *sea-like* and *aftertaste*.

Sensory analysis shows that a partial substitution of fish oil by rapeseed oil has hardly any effect on the sensory perception of untrained consumers. Only a well-trained expert panel is able to perceive these differences. The results of this study and several other indicate that rapeseed oil can be used as a source of lipids in salmon feed and that fish oil can be partially substituted by vegetable oil.

11 Literaturverzeichnis

- Andersen, U.B., Steinholt, K. (1992). Deepfrozen salmon: Differences in quality after storage at different temperatures following different storage periods. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, **6**, 211-215.
- Austreng, E., Krogdahl, A. (1987). Food Quality of cultured salmonids can be influenced, In *Feedstuffs*, 31. August 1987, 12-14.
- Austreng, E., Grisdale-Helland, B., Helland, S.J., Storebakken, T. (1988). Farmed Atlantic salmon and rainbow trout, *Livestock Production Science*, **19**, 369-374.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., Weiber, R. (2006). *Multivariate Analysemethoden: eine anwendungsorientierte Einführung*, Springer Verlag, Berlin.
- Baek, H.H., Cadwallader, K.R. (1997). Character-impact aroma compounds of crustaceans, In *Flavor and lipid chemistry of seafoods*, Shahidi, F., Cadwallader, K.R. (eds), American Chemical Society, Washington, DC, 85-94.
- Baltes, W. (2007). *Lebensmittelchemie*, 6. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Baur, H., Rapp, J. (2003). *Gesunde Fische: Praktische Anleitung zum Vorbeugen, Erkennen und Behandeln von Fischkrankheiten*, 2. neubearb. Aufl., Parey: Berlin.
- Bell, J.G., Dick, J.R., McVicar, A.H., Sargent, J.R., Thompson, K.D. (1993). Dietary sunflower, linseed and fish oils affect phospholipid fatty acid composition, development of cardiac lesions, phospholipase activity and eicosanoid production in Atlantic salmon (*Salmo salar*), *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, **49**, 665-673.
- Bell, J.G., McEvoy, Tocher, D.R., Sargent, J.R. (2000). Depletion of α -tocopherol and astaxanthin in Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects autoxidative defense and fatty acid metabolism, *The Journal of Nutrition*, **130**, 1800-1808.
- Bell, J.G., Henderson, R.J., Tocher, D.R., McGhee, F., Dick, J.R., Porter, A., Smullen, R.P., Sargent, J.R. (2002a). Substituting fish oil with crude palm oil in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects muscle fatty acid composition and hepatic fatty acid metabolism, *Journal of Nutrition*, **132**, 222-230.
- Bell, J.G., McEvoy, J., Tocher D.R., McGhee, F., Campbell, P.J., Sargent, J.R. (2001). Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism, *Journal of Nutrition*, **131**, 1535-1543.
- Bell, J.G., Tocher, D.R., Henderson, R.J., Dick, J.R., Crampton, V.O. (2003a). Altered fatty acid compositions in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets containing linseed and

- rapeseed oils can be partially restored by a subsequent fish oil finishing diet, *Journal of Nutrition*, **133**, 2793-2801.
- Bell, J.G., McGhee, F., Campbell, P.J., Sargent, J.R. (2003b). Rapeseed oil as an alternative to marine fish oil in diets of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*): changes in flesh fatty acid composition and effectiveness of subsequent fish oil "wash out". *Aquaculture*, **218**, 515-528
- Biesalski, H.-K., Grimm, P., Nowitzki-Grimm, S. (2007). *Taschenatlas der Ernährung*, 4. Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart.
- Biosystemes: FIZZ, Sensory analysis and consumer test management software, Reference Manual, Calculations Version 2.00.
- Blokhus, H. (1986). Aspects related to quality of farmed Norwegian salmon (*Salmo salar*), In *Seafood Quality Determination*, Kramer D.E., Liston, J. (eds), Symposium co-ordinated by the University of Alaska Sea Grant College Program, Anchorage, Alaska, USA, 10-14 Nov, Elsevier: Amsterdam, 615-628.
- Busch-Stockfisch, M. (2002). *Praxishandbuch. Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung*. Behr's Verlag, Hamburg.
- Busch-Stockfisch, M., Gochmann, S., Motschnigg, C. (2003). Free Choice Profiling, In *Praxishandbuch. Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung*, Busch-Stockfisch, M. (eds), Behr's Verlag, Hamburg.
- Caroll, J.D. (1980). Models and methods for multidimensional analysis of preferential choice (or other dominant) data, In *Similarity and choice*, Lantermann, E.-D., Feger, H. (eds), Hans Huber Publishers, Bern, 234-289.
- Carpenter, R. P., Lyon, D.H., Hasdell, T.A. (2000). *Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control*, 2. Auflage, Aspen Publishers Inc., Gaithersburg, Maryland.
- Chaffee, C., Leadbitter, D., Aalders E. (2003). Seafood Evaluation, Certification and Consumer Information. In: *Eco-Labeling in fisheries*, Philipps, B.F., Ward, T.J., Chaffee, C. (eds), Blackwell Science: Oxford, Malden, MA, USA, **5-13**
- Christen, O., Fried, W. (2007). *Winterraps: das Handbuch für Profis*, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- Civille, G.V., Lyon, B.G. (1996). *Aroma and flavor lexicon for sensory evaluation: terms, definitions, references, and examples*, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.

- Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture, National Research Council (1993). *Nutrient Requirements of fish*, National Academy Press: Washington D.C.
- Coutteau, P., Lavens, P., Ceulemans, S., Decamp, O. Innovative concepts in aquafeed formulation to optimize performance and health. *Aquafeed Horizons ASIA*, Bangkok, 6.März 2008
- Deutsches Institut für Normung e.V. (1999). Sensorische Prüfung Teil 1 : Begriffe, Beuth Verlag GmbH, DIN 10950-1.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (1997). Sensorische Prüfverfahren-Paarweise Vergleichsprüfung, Beuth Verlag GmbH, DIN 10954.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (1996). Schulung von Prüfpersonen für sensorische Prüfungen, Beuth Verlag GmbH, Berlin, DIN 10961.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (1996). Prüfbereiche für sensorische Prüfungen-Anforderungen an Prüfräume, Beuth Verlag GmbH, Berlin, DIN 10962.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (1997). Sensorische Prüfverfahren-Rangordnungsprüfung, Beuth Verlag GmbH, Berlin, DIN 10963.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (1985). Sensorische Prüfverfahren-Einfach beschreibende Prüfung, Beuth Verlag GmbH, DIN 10964.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (2000). Sensorische Prüfverfahren-Profilprüfung Teil1: Konventionelles Profil, Beuth Verlag GmbH, Berlin, DIN 10967-1.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (2001). Sensorische Prüfverfahren-Profilprüfung Teil3: Freies Auswahlverfahren, Beuth Verlag GmbH, Berlin, DIN 10967-3
- Deutsches Institut für Normung e.V. (2001). Sensorische Prüfverfahren-Duo-Trio-Prüfung, Beuth Verlag GmbH, DIN 10971.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (2007). Sensorische Prüfverfahren-Dreiecksprüfung, Beuth Verlag GmbH, DIN EN ISO 4120.
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) (2008). *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr*, Konzeption und Entwicklung: Arbeitsgruppe „Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr“, Umschau/Braus, Frankfurt am Main.
- Dijksterhuis, G.B. (1996). Procrustes Analysis in sensory research, In *Multivariate analysis of data in sensory science*, Naes, T., Risvik, E. (eds), Elsevier Science B.V., Amsterdam, 185-219.
- Dijksterhuis, G. B. (1997). *Multivariate data analysis in sensory and consumer science*, Food & Nutrition Press, Inc., Trumbull, Connecticut, USA.

- Durnford, E., Shahidi, F. (1998). Flavor of fish meat. In *Flavor of meat, meat products and seafoods*, Shahidi, F. (eds), 2. Auflage, Blackie Academic and Professional, London, 131-158.
- EU-Verordnung: Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit, vom 28.01.2002.
- Farmer, L.J., McConnel, J.M., Hagan, T.D.J., Harper, D.B. (1995). Flavour and off-flavour in wild and farmed Atlantic salmon from locations around northern Ireland, *Water Science and Technology*, **31** (11), 259-264.
- Farmer, L.J., McConnel, J.M., Graham, W.D. (1997). Flavor characteristics and lipid composition of Atlantic salmon, In *Flavor and lipid chemistry of seafoods*, Shahidi, F., Cadwallader, K.R. (eds), American Chemical Society, Washington, DC, 95-109.
- Farmer, L.J., McConnel, J.M., Kilpatrick, D.J. (2000). Sensory characteristics of farmed and wild Atlantic salmon, *Aquaculture*, **187**, 105-125.
- Frigg, M., Prabucki, A.L., Ruhdel, E.U. (1990). Effect of dietary vitamin E levels on oxidative stability of trout filets, *Aquaculture*, **84**, 145-158
- Göldnitz, C. unveröffentlicht
- Gormley, T.R. (1992). A note on consumer preference of smoked salmon colour, *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, **31**, 199-202.
- Gower, J.C. (1975). Generalized Procrustes Analysis, *Psychometrika*, **40**, 33-51.
- Grundhöfer, F., Glatz, J. (2006). Fleisch und Erzeugnisse aus Fleisch. In *Taschenbuch für Lebensmittelchemiker*, Frede, W. (eds), 2. Auflage, Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg.
- Guillou, A., Soucy, P., Khalil, M., Adambounou, L. (1995). Effects of dietary vegetable and marine lipid on growth, muscle fatty acid composition and organoleptic quality of flesh of brook charr (*Salvelinus fontinalis*), *Aquaculture*, **136**, 351-362.
- Hahn, A., Ströhle, A., Schmitt, B., Watkinson, B.M. (2002). Wirkstoffe funktioneller Lebensmittel in der Prävention der Arteriosklerose, Teil 1: Physiologische Grundlagen der Wirkung von Omega-3-Fettsäuren, *Ernährungsumschau*, **5**, 172-177.
- Halver, J.E. (2002). The Vitamins, In *Fish Nutrition*, Halver J.E., Hardy, R.W. (eds), Academic Press: USA.

- Hamre, K., Lie, Ø. (1995). α -Tocopherol levels in different organs of Atlantic salmon (*Salmo salar*) - effect of smoltification, dietary levels of n-3 polyunsaturated fatty acids and vitamin E. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **111A**, 547-554.
- Hardy, R.W., Scott, T.M., Harrell, L.W. (1987). Replacement of herring oil with menhaden oil, soybean oil, or tallow in the diets of Atlantic salmon raised in marine net-pens, *Aquaculture*, **65**, 27-277.
- Heras, H., McLeod, C.A., Ackman, R.G. (1994). Atlantic dogfish silage vs. herring silage in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*): growth and sensory evaluation of fillets, *Aquaculture*, **125**, 93-106.
- Hippmann, H.-D. (1997). *Statistik für Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler*, 2. Auflage, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart.
- Howgate, P. (2002) Post-harvest handling and processing, In *Handbook of salmon farming*, Stead, S. M., Laird, L. (eds), Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg, New York.
- Ista Mielke. (2009) Oils seeds, crude oils, fats, meals and grains: lowest representative asking prices for nearest forward shipment in bulk (excl. Import duty, if any, US-\$/Tonne), January 2000-Septembre 2009.
- Johnsen R.I., Grahl-Nielsen, O., Roem, A. (2000), Relative absorption of fatty acids by Atlantic salmon *Salmo salar* from different diets, as evaluated by multivariate statistics, *Aquaculture Nutrition*, **6**, 255-261.
- Jones, L. V., Peryam, D. R., Thurston, L. L. (1955). Development of a Scale for Measuring Soldiers' Food Preferences, *Food Research*, **20**, 512-520.
- Kasahara, K., Nishibori, K. (1979). Volatile compounds of smoked salmon, *The Japanese Society of Fisheries Science*, **45**, 1543-1545.
- Kasper, H., Burghardt, W. (2009). *Ernährungsmedizin und Diätetik*, 11. Auflage Elsevier, Urban & Fischer, München.
- Kline, R.B. (1998). *Principals and practices of structural equations modelling*, Guilford Press, New York.
- Kunert, J., Qannari, E.M. (1999). A simple alternative to Generalized Procrustes Analysis: Application to sensory profiling data, *Journal of Sensory Studies*, **14**, 197-208.
- Lawless, H.T., Heymann, H. (1999). *Sensory evaluation of food, principles and practices*. Aspen Publishers, Maryland.
- Lawless H.T., Klein, B.P. (1991). *Sensory science theory and applications in foods*, Marcel Dekker, Inc., New York.

- Lill, F., Köhn, E. (2006). Sensorik und Marktforschung: Methoden, Anwendungen und Analysen, In *Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung*, Busch-Stockfisch, M. (eds), Behr's Verlag, Hamburg, 2006, Teil IV, Abschnitt 2
- Liptay-Reuter, I., Ptach, C. (1998). *Sensorische Methoden und ihre statistische Auswertung*, NGV Verl. für Nahrung, Gesundheit und Vitalität, Dexheim.
- Man, C.M.D. (2007). Technological functions of salt in food products, In *Reducing salt in foods. Practical strategies*, Kilcast, D., Angus, F. (eds), CRC Press, Boca Raton, USA.
- Greenhoff, K.; MacFie, H.J.H. (1994). Preference mapping in practice, In *Measurement of food preferences*, MacFie, H.J.H., Thomson, D.M.H. (eds), Blackie Academic, London.
- Marine Stewardship Council (MSC) *Der MSC in Zahlen*, <http://www.msc.org/de/uber-den-msc/der-msc-in-zahlen> [09.11.2009]
- McEwan, J.A., Hallet, E.M. (1990). A guide to the use and interpretation of generalized procrustes analysis (Statistical Manual No.1), The Campden Food and Drink Research Association, Chipping Campden.
- McEwan, J.A. (1996). Preference Mapping for Product Optimization. In *Multivariate analysis of data in sensory science*, Næs, T., Risvik, E. (eds), Elsevier Science, Amsterdam.
- McEwan, J.A., Earthy, P.J., Ducher, C. (1998). *Preference Mapping: A review*, Review No. 6, Champden & Chorleywood Food Research Association, UK.
- Meilgaard, M.C., Cicille, G.V., Carr, B.T. (2007). *Sensory Evaluation Techniques*, 4. Auflage, CRC Press, New York.
- Meullenet, J.-F., Xiong, R. (2006). A PLS dummy variable approach to assess the impact of jar attributes on liking, *Food Quality and Preference*, **17**, 188-198.
- Meullenet, J.-F., Xiong, R., Findlay, C.J. (2007). *Multivariate and Probabilistic Analyses of Sensory Science Problems*, Blackwell Publishing, Iowa.
- Meyners, M., Kunert, J. (2002). Multivariate Verfahren, In *Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung*, Behr's Verlag: Hamburg.
- Milo, C. (1995). Aromastoffe von gekochter Forelle, gekochtem Kabeljau und Lachs vor und nach Tiefkühlagerung des Rohmaterials, Dissertation, Technische Universität München: München.
- Morita, K., Kubota, K., Aishima, T. (2003). Comparison of aroma characteristics of 16 fish species by sensory evaluation and gas chromatographic analysis, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **83**, 289-297.

- Mørkøre, T., Vallet, J.L., Cardinal, M., Gomez-uillen, M.C., Montero, P., Torrissen, O.J., Nortvedt, R., Sigurisdottir, S., Thomassen, M.S. (2001). Fat content and fillet shape of Atlantic salmon: relevance for processing yield and quality of raw and smoked products, *Journal of Food Science*, **66**, 138-1354.
- Moskowitz, H.R., Beckley, J.H., Resurreccion, A.V.A. (2006). *Sensory and Consumer Research in Food Product Design and Development*, IFT Press, Blackwell Publishing, Iowa.
- Obach, A., Bendiksen, E.Á., Rosenlund, G., Gisvold, M. (2001). Impact of dietary lipid source on muscle fatty acid composition and sensory evaluation of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.), In *Farmed Fish Quality*, Kestin, S.C., Warriss P.D. (eds), Fishing News Books Ltd: Oxford.
- O'Mahony, M. (1986). *Sensory evaluation of food: statistical methods and procedures*, Marcel Dekker, Inc., New York.
- Oreskovich, D.W., Klein, B.P., Sutherland, J.W. (1991). Procrustes analysis and its application to Free-Choice and other sensory profiling, In: *Sensory Science Theory and Applications in Foods*, Lawless, H.T., Klein, B.P., Marcel Dekker, Inc., New York, 353-393.
- Parrish, C.C., McLeod, C.A., Ackman, R.G. (1995). Sensory Evaluation of Atlantic salmon fed three types herring-based diet, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **68**, 325-329.
- Peng, J., Larondelle, Y., Pham, D., Ackman, R.G., Rollin, X. (2003). Polyunsaturated fatty acid profiles of whole body phospholipids and triacylglycerols in anadromous and landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fry, *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, **134** (2), 335-358.
- Peryam, D.R., Pilgrim, F.J. (1957). Hedonic Scale Method of Measuring Food Preferences, *Food Technology*, **11** (9), 9-14.
- Pigott, J. R. (1988). *Sensory Analysis of Foods*, 2. Auflage, Elsevier Science Publishers Ltd, Glasgow.
- Popper, R. et al. (2004). Workshop Summary: Data Analysis Workshop: getting the most out of just about-right data, *Food Quality and Preference*, **15** (7-8), 891-899.
- Rasmussen, R.S. (2001). Review. Quality of farmed salmonids with emphasis on proximate composition, yield and sensory characteristics, *Aquaculture Research*, **32**, 767-786.

- Refsgaard, H.H.F., Brockhoff, P.B., Jensen, B. (1998). Sensory and chemical changes in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) during frozen storage, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **46**, 3473-3479.
- Rencher, A.C. (2002). *Methods of multivariate analysis*, 2. Auflage, Wiley-Interscience, New York.
- Resurrection, A.V.A. (1998). *Consumer sensory testing for product development*, Aspen Publishers, Gaithersburg, MD.
- Robb, D.H.F., Kestin, .C., Warriss, P.D., Nute, G.R. (2002). Muscle lipid content determines the eating quality of smoked and cooked Atlantic salmon (*Salmo salar*), *Aquaculture*, **205**, 345-358.
- Robin, J.H., Regost, D., Arzel, J., Kaushik, S.J. (2003). Fatty acid profile of fish following a change in dietary fatty acid source: model of fatty acid composition with a dilution hypothesis. *Aquaculture*, **225**, 283-293.
- Røra, A.M.B., Monfort, M.C., Espe, M. (2004). Effects of country of origin on consumer preference of smoked salmon collected in a french hypermarket, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, **13** (1), 69-85.
- Røra, A.M.B., Ruyter, B., Skorve, J., Bree, R.K., Slinning, K.-E. (2005). Influence of high content of dietary soybean oil on quality of large flesh, smoked and frozen Atlantic salmon (*Salmo salar*), *Aquaculture International*, **13**, 217-231.
- Rosenlund, G., Obach, A., Sandberg, M.G., Standal, H., Tveit, K. (2001). Effect of alternative lipid source on long-term growth performance and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.), *Aquaculture Research*, **32**, 323-328.
- Rothman, L., Parker, M.J. (2009). Structure and use of just-about-right scales, In *Just about right (JAR) scales: design, usage, benefits and risks*, Rothman, L., Parker, M.J. (eds), American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- Rummel, C. (2002). Deskriptive Prüfungen. In *Praxishandbuch. Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung*, Busch-Stockfisch, M. (eds), Behr's Verlag, Hamburg.
- Sargent, J., Bell, G., McEvoy, L., Tocher, D., Estevez, A. (1999). Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish, *Aquaculture*, **177**, 191-199.
- Schlich, P. (1995). Preference Mapping: Relating consumer preferences to sensory or instrumental measurements, In *Bioflavour 95*, Etiévant, P., Schreier, P. (eds), INRA Editions, Paris.

- Schmitt, B., Ströhle, A., Watkinson, B.M., Hahn, A. (2002). Wirkstoffe funktioneller Lebensmittel in der Prävention der Arteriosklerose, Teil 2: Omega-3-Fettsäuren-Versorgungssituationen und Zufuhrempfehlungen, *Ernährungsumschau*, **6**, 223-226.
- Schraidt, M. (2009). Appendix L: Penalty analysis o mean drop analysis, In *Just about right (JAR) scales: design, usage, benefits and risks*, Rothman, L., Parker, M.J. (eds), American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- Sigurgisladottir, S., Torrissen, O., Lie, O., Thomassen, M., Hafsteinsson, H. (1997). Salmon quality: Methods to determine the quality parameters. *Rev Fisheries Science*, **5**: 223-252
- Singer, P., Wirth, M. (2002). Günstiger Einfluss von Omega-3-Fettsäuren auf Herzrhythmusstörungen, *Ernährungsumschau*, **5**, 178-181.
- Sinnott, R. (2002) Fish farming and feed companies, In *Handbook of salmon farming*, Stead, S. M., Laird, L. (eds), Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg, New York.
- Sheehan, E.M., O'Connor, T.P., Sheehy, P.J.A., Buckley, D.J., FitzGerald, R. (1996). Effect of dietary fat intake on the quality of raw and smoked salmon, *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, **35**, 37-42.
- Skonberg, D.I., Rasco, B.A., Dong, F.M. (1993). Effects of feeding high monounsaturated sunflower oil diets on sensory attributes of salmonid filets, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, **2** (1), 117-133,
- Steffens, W. (1996). Bedeutung und Vorteile des Einsatzes von Fetten in der Fischernährung, *Fett/Lipid*, **98**, 292-299.
- Steffens, W. (1997). Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans, *Aquaculture*, **151**, 97-119.
- Steffens, W. (2005). Einsatz pflanzlicher Öle in Fischfuttermitteln, *Fischer & Teichwirt*, **12**, 455-457.
- Stone, H., Sidel, J.L. (2004). *Sensory evaluation practices*. 3. Auflage, Elsevier Academic Press, Amsterdam.
- Sylvia, G., Morrissey, M.T., Graham, T., Garcia, S. (1995). Organoleptic qualities of farmed and wild salmon, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, **4** (1), 51-64.
- Tacon, A.G.J., Hasan, M.R., Subasinghe, R.P. (2006). Use of fisheries resources as feed inputs to aquaculture development: trends and policy implications, FAO Fisheries Circular No 1018, Rome

- Tacon, A.G.J., Metian, M. (2008). Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects, *Aquaculture*, **285**, 146-158.
- Thomassen, M.S., Røsjø, C. (1989). Different fats in feed for salmon: influence on sensory parameters, growth rate and fatty acids in muscle and heart, *Aquaculture*, **79**, 129-135.
- Thompson, K.D., Tatner, M.F. (1996). Effects of dietary (n-3) and (n-6) polyunsaturated fatty acid ratio on the immune response of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., *Aquaculture Nutrition*, **2**, 21-31.
- Torstensen, B.E., Frøyland, L., Lie, Ø. (2004). Replacing dietary fish oil with increasing levels of rapeseed oil and olive oil – effects on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) tissue and lipoprotein lipid composition and lipogenic enzyme activities, *Aquaculture Nutrition*, **10**, 175-192.
- Torstensen, B.E., Bell, J.G., Rosenlund, G., Henderson, R.J., Graff, I.E., Tocher, D.R., Lie, Ø., Sargent, J.R. (2005). Tailoring of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) flesh lipid composition and sensory quality by replacing fish oil with a vegetable oil blend, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53** (26), 10166-10178.
- Waagbø, R., Sandnes, K., Sandvin, A., Lie, Ø. (1991). Feeding three levels of n-3 polyunsaturated fatty acids at two levels of vitamin E to Atlantic salmon (*Salmo salar*). Growth and chemical composition., *Fisk. Dir. Skr., Ser. Ernæring*, **4** (1), 51-63.
- Waagbø, R., Sandnes, K., Torrissen, O.J., Sandvin, A., Lie, Ø. (1993). Chemical and sensory evaluation of filets from Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed three levels of n-3 polyunsaturated fatty acids at two levels of vitamin E, *Food Chemistry*, **4**, 361-366
- Wakeling, I.N., Raats, M.M., MacFie, H.J.H. (1992). A new significance test for consensus in Generalized Procrustes Analysis, *Journal of Sensory Studies*, **7** (2), 91-96.
- Watanabe, T., Takeuchi, T., Wada, M., Uehara, R. (1981). The relationship between dietary lipid levels and a-tocopherol requirement of rainbow trout, *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **47** (11), 1463-1471.
- Weltkommission für Umwelt und Entwicklung, (1987). *Brudtland-Report*.
- Wisker, E., Bergmann, H., Schmelzer, C., Treutter, D., Rimbach, G. (2006). *Grundlagen der Lebensmittellehre*, Behr's Verlag, Hamburg.

Anhang

Inhaltsverzeichnis Anhang

Tabellenverzeichnis Anhang.....	151
A1 Verfahrensanweisungen für die drei Zubereitungsarten Grillen, Dünsten, Räuchern..	153
A2 Sensorische Attribute zur Beschreibung der Lachse.....	155
A3 Paarweise Vergleichsprüfung (einseitig).....	158
A4 Ergebnisse der Konventionellen Profilprüfung.....	159
A5 Auswertung des Konsumentenfragebogens.....	177
A6 Berechnungen der Penalty Analyse: Gedünsteter Lachs.....	179
A7 Preference Mapping: Berechnung der Faktorladungen.....	197
A8 Free Choice Profiling: Berechnung des Permutationstests.....	205

Tabellenverzeichnis Anhang

Tab. A1: Verfahrensanweisungen Dünsten, Grillen.....	153
Tab. A2: Verfahrensanweisungen Räuchern.....	154
Tab. A3: Sensorische Attribute_Gedünstet.....	155
Tab. A4: Sensorische Attribute_Gegrillt.....	156
Tab. A5: Sensorische Attribute_Geräuchert.....	157
Tab. A6: Signifikanztabelle Paarweise Vergleichsprüfung (einseitig).....	158
Tab. A7: Geruch: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gedünsteten Lachse_ungelagert.....	159
Tab. A8: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gedünsteten Lachse_ungelagert.....	160
Tab. A9: Geruch: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gedünsteten Lachse_6 Monate gelagert.....	161
Tab. A10: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gedünsteten Lachse_6 Monate gelagert.....	162
Tab. A11: Geruch: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gedünsteten Lachse_12 Monate gelagert.....	163
Tab. A12: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gedünsteten Lachse_12 Monate gelagert.....	164
Tab. A13: Geruch: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gegrillten Lachse_ungelagert.....	165
Tab. A14: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gegrillten Lachse_ungelagert.....	166
Tab. A15: Geruch: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gegrillten Lachse_6 Monate gelagert.....	167
Tab. A16: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gegrillten Lachse_6 Monate gelagert.....	168
Tab. A17: Geruch: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gegrillten Lachse_12 Monate gelagert.....	169
Tab. A18: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gegrillten Lachse_12 Monate gelagert.....	170
Tab. A19: Geruch: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der geräucherten Lachse_ungelagert.....	171
Tab. A20: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der geräucherten Lachse_ungelagert.....	172
Tab. A21: Geruch: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der geräucherten Lachse_3 Monate gelagert.....	173

Tab. A22: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der geräucherten Lachse_3 Monate gelagert.....	174
Tab. A23: Geruch: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der geräucherten Lachse_6 Monate gelagert.....	175
Tab. A24: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der geräucherten Lachse_6 Monate gelagert.....	176
Tab. A25: Fragebogen zur Lachsverkostung (Konsumenten N=276).....	177
Tab. A26: Berechnung der Strafpunkte: Gedünsteter Lachs_ungelagert.....	179
Tab. A27: Berechnung der Strafpunkte: Gedünsteter Lachs_6 Monate gelagert.....	181
Tab. A28: Berechnung der Strafpunkte: Gedünsteter Lachs_12 Monate gelagert.....	183
Tab. A29: Berechnung der Strafpunkte: Gegrillter Lachs_ungelagert.....	185
Tab. A30: Berechnung der Strafpunkte: Gegrillter Lachs_6 Monate gelagert.....	187
Tab. A31: Berechnung der Strafpunkte: Gegrillter Lachs_12 Monate gelagert.....	190
Tab. A32: Berechnung der Strafpunkte: Geräucherter Lachs_ungelagert.....	193
Tab. A33: Berechnung der Strafpunkte: Geräucherter Lachs_6 Monate gelagert.....	195
Tab. A34: Faktorladungen der Produkte: Gedünstet_ungelagert.....	197
Tab. A35: Faktorladungen der sensorischen Attribute: Gedünstet_ungelagert.....	197
Tab. A36: Faktorladungen der Produkte: Gedünstet_6 Monate gelagert.....	198
Tab. A37: Faktorladungen der sensorischen Attribute: Gedünstet_6 Monate gelagert.....	198
Tab. A38: Faktorladungen der Produkte: Gedünstet_12 Monate gelagert.....	199
Tab. A39: Faktorladungen der sensorischen Attribute: Gedünstet_12 Monate gelagert.....	199
Tab. A40: Faktorladungen der Produkte: Gegrillt_ungelagert.....	200
Tab. A41: Faktorladungen der sensorischen Attribute: Gegrillt_ungelagert.....	200
Tab. A42: Faktorladungen der Produkte: Gegrillt_6 Monate gelagert.....	201
Tab. A43: Faktorladungen der sensorischen Attribute: Gegrillt_6 Monate gelagert.....	201
Tab. A44: Faktorladungen der Produkte: Gegrillt_12 Monate gelagert.....	202
Tab. A45: Faktorladungen der sensorischen Attribute: Gegrillt_12 Monate gelagert.....	202
Tab. A46: Faktorladungen der Produkte: Geräuchert_ungelagert.....	203
Tab. A47: Faktorladungen der sensorischen Attribute: Geräuchert_ungelagert.....	203
Tab. A48: Faktorladungen der Produkte: Geräuchert_6 Monate gelagert.....	204
Tab. A49: Faktorladungen der sensorischen Attribute: Geräuchert_6 Monate gelagert.....	204
Tab. A50: Permutationstest: Gedünsteter Lachs_ungelagert.....	205
Tab. A51: Permutationstest: Gegrillter Lachs_ungelagert.....	205
Tab. A52: Permutationstest: Geräucherter Lachs_ungelagert.....	205
Tab. A53: Permutationstest: Gedünsteter Lachs_6 Monate gelagert.....	205
Tab. A54: Permutationstest: Gegrillter Lachs_6 Monate gelagert.....	205
Tab. A55: Permutationstest: Geräucherter Lachs_6 Monate gelagert.....	205

A1 Verfahrensanweisungen für die drei Zubereitungsarten Grillen, Dünsten, Räuchern

Tab. A1: Verfahrensanweisungen Dünsten, Grillen

Dünsten	Grillen	
Filetieren, Trimmen, Entgräten		Probenvorbereitung
Vakuum verpacken, mit Etiketten versehen, Schockgefrieren		
24 Std. vor Verkostung im Kühlschrank bei +1°C auftauen		Auftauprozess
2 Std. vor Verkostung Wärmewagen ¹ vorbereiten: mit 10l Wasser befüllen, Einstellung auf +95°C, mit GN-Tablett abdecken		Probenzubereitung
1,5 Std. vor Verkostung aus dem Kühlschrank nehmen		
Zuschnitt der Lachsseite lt. Abb.1		
Lachs mit 2 EL Wasser in Bratschlauch ² legen, seitlich zuknoten, 2x 1cm lange Schnitte in obere Falte des Bratschlauches schneiden		
Lachs mit Hautseite auf das Rost legen		Einstellung Combi-Dämpfer
IQT-Sensor in die Mitte der Lachses führen		
Programm starten		
100% Feuchte Hitze 0% Trockene Hitze 100 °C Temperatur 65 °C Kerntemperatur	20% Feuchte Hitze 80% Trockene Hitze 230 °C Temperatur 65 °C Kerntemperatur	
Wenn Kerntemperatur 65°C, Lachs entnehmen (Bratschlauch), Haut und braunes Muskelfleisch entfernen Zudeckt mit GN-Behälter ³ im Wärmebecken bis zur Verkostung warmhalten		Nachbehandlung

¹ Fa. Buntenschön, 230 V; 0,7KW

² Fa. Toppits

³ Tiefe 20 mm

Tab. A2: Verfahrensanweisungen Räuchern

Räuchern	
Filetieren, Trimmen, Entgräten	Probenvorbereitung
Salzen mittels Injektionsverfahren (Salzgehalt 1,5%)	
24 Std. Aufbewahrung im Reiferaum bei 4°C	
Kalträucherung bei +24 bis +28°C für 11 Std.	
Vakuum verpacken, mit Etiketten versehen, Schockgefrieren	Auftauprozess
24 Std. vor Verkostung im Kühlschrank bei +1°C auftauen	
1,5 Std. vor Verkostung aus dem Kühlschrank nehmen	Zubereitung
Rauchkruste entfernen	
Dünne Scheiben mit Lachsmesser schneiden	
Braunes Muskelfleisch entfernen	
Scheiben auf Untertasse mit Glasschälchen zur Abdeckung anrichten	
Bei +20°C verkosten	

A2 Sensorische Attribute zur Beschreibung der Lachse

Tab. A3: Sensorische Attribute_Gedünstet

Geruch

Fischöl	Intensität des Fischölgeruchs, s. Referenzprobe
Rapsöl	Intensität des Rapsölgeruchs, s. Referenzprobe
balsamisch	Intensität des süßen, lieblichen Geruchs, Vanille
buttrig	Intensität des Geruchs von frischer Butter
gekochte Kartoffeln	Intensität des Geruchs nach frischem Kartoffeldampf
metallisch	Intensität des Geruchs von Geldmünzen
erdig	Intensität des Geruchs nasser Waldboden
säuerlich	Intensität des leicht stechenden, prickelnden, Milchsäure ähnlichem Geruch
hefig	Intensität des hefigen Geruchs, frische Hefe, Hefebrot
fischig	Intensität des typ. Fischgeruchs
Seegeruch	Intensität des Hafengeruchs, Algen, leicht salzig
tranig	Intensität des Geruchs von altem Öl

Geschmack

Fischöl	Intensität des Fischölgeruchs, s. Referenzprobe
Rapsöl	Intensität des Rapsölgeruchs, s. Referenzprobe
balsamisch	Intensität des Geschmacks süß, Vanille, lieblich
buttrig	Intensität des Geschmacks frische Butter
karamellartig	Intensität des karamellartigen Geruchs, in der Pfanne geschmolzener Zucker
Hühnchen	Intensität des Geschmacks nach weißer Hühnchenbrust
salzig	Intensität des typ. Salzgeschmack, wie Speisesalz
bitter	Intensität des typ. Bitteren Geschmacks, hervorgerufen durch Coffein
metallisch	Intensität des Geschmacks abgestandenes Leitungswasser
erdig	Intensität des Geschmacks nasser Waldboden
ölig	Intensität des Geschmacks frisches Öl
sauer	Intensität des Geschmacks leicht stechend, prickelnd, ähnelt Milchsäure
fischig	Intensität des typ. Fischgeschmacks
Seegeschmack	Intensität des Hafengeschmacks, Algen, leicht salzig
tranig	Intensität des Geschmacks altes Öl

Tab. A4: Sensorische Attribute_Gegrillt

Geruch

Fischöl	Intensität des Fischölgeruchs, s. Referenzprobe
Rapsöl	Intensität des Rapsölgeruchs, s. Referenzprobe
Seegeruch	Intensität des Hafengeruchs, Algen, leicht salzig
fischig	Intensität des typ. Fischgeruchs
tranig	Intensität des Geruchs von altem Öl
Grillaroma	Intensität des Grillgeruchs
balsamisch	Intensität des süßen, lieblichen Geruchs, Vanille
buttrig	Intensität des Geruchs von frischer Butter
säuerlich	Intensität des leicht stechenden, prickelnden, Milchsäure ähnlichem Geruch

Geschmack

Fischöl	Intensität des Fischölgeruchs, s. Referenzprobe
Rapsöl	Intensität des Rapsölgeruchs, s. Referenzprobe
Grillaroma	Intensität des Grillgeschmacks
Seegeschmack	Intensität des Hafengeschmacks, Algen, leicht salzig
fischig	Intensität des typ. Fischgeschmacks
tranig	Intensität des Geschmacks altes Öl
metallisch	Intensität des Geschmacks abgestandenes Leitungswasser
erdig	Intensität des Geschmacks nasser Waldboden
bitter	Intensität des typ. Bitteren Geschmacks, hervorgerufen durch Koffein
ölig	Intensität des Geschmacks frisches Öl
sauer	Intensität des Geschmacks leicht stechend, prickelnd, ähnelt Milchsäure
balsamisch	Intensität des Geschmacks süß, Vanille, lieblich
buttrig	Intensität des Geschmacks frische Butter
karamellartig	Intensität des karamellartigen Geruchs, in der Pfanne geschmolzener Zucker
Hühnchen	Intensität des Geschmacks nach weißer Hühnchenbrust
salzig	Intensität des typ. Salzgeschmack, wie Speisesalz

Tab. A5: Sensorische Attribute_Geräuchert

Geruch

fischig	Intensität des typ. Fischgeruchs
Fischöl	Intensität des Fischölgeruchs, s. Referenzprobe
Rapsöl	Intensität des Rapsölgeruchs, s. Referenzprobe
Seegeruch	Intensität des Hafengeruchs, Algen, leicht salzig
tranig	Intensität des Geruchs altes Öl
erdig	Intensität des Geruchs nasser Waldboden
säuerlich	Intensität des leicht stechenden, prickelnden, Milchsäure ähnlichem Geruch
buttrig	Intensität des Geruchs von frischer Butter
metallisch	Intensität des Geruchs von Geldmünzen
ölig	Intensität des Geruchs von frischem Öl
holzige	Intensität des Geruchs von Holz, Buchenspänen, s. Referenzprobe
Raucharoma	Intensität des Geruchs von geräuchertem Lachs
hefig	Intensität des hefigen Geruchs, frische Hefe
balsamisch	Intensität des süßen, lieblichen Geruchs, Vanille

Geschmack

Nachgeschmack	Intensität des Nachgeschmacks - allgemein
Fischöl	Intensität des Fischölgeschmacks, s. Referenzprobe
Rapsöl	Intensität des Rapsölgeschmacks, s. Referenzprobe
salzig	Intensität des typ. Salzgeschmack, wie Speisesalz
metallisch	Intensität des Geschmacks abgestandenes Leitungswasser
erdig	Intensität des Geschmacks nasser Waldboden
balsamisch	Intensität des Geschmacks süß, Vanille, lieblich
sauer	Intensität des Geschmacks leicht stechend, prickelnd, ähnelt Milchsäure
ölig	Intensität des Geschmacks frisches Öl
tranig	Intensität des Geschmacks altes Öl
buttrig	Intensität des Geschmacks frische Butter
bitter	Intensität des typ. bitteren Geschmacks, hervorgerufen durch Coffein
seifig	Intensität des seifigen Geschmacks, parfümfrei
fischig	Intensität des typ. Fischgeschmacks
Raucharoma	Intensität des Geschmacks geräucherter Lachs
holzige	Intensität des Geschmacks Holz, Buchenspänen, s. Referenzprobe

A3 Paarweise Vergleichsprüfung (einseitig)

Tab. A6: Signifikanztabelle Paarweise Vergleichsprüfung (einseitig)

n	α					n	α				
	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001		0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
10	7	8	9	10	10						
11	8	9	9	10	11	36	22	23	24	26	28
12	8	9	10	11	12	37	22	23	24	27	29
13	9	10	10	12	13	38	23	24	25	27	29
14	10	10	11	12	13	39	23	24	26	28	30
15	10	11	12	13	14	40	24	25	26	28	31
16	11	12	12	14	15	44	26	27	28	31	33
17	11	12	13	14	16	48	28	29	31	33	36
18	12	13	13	15	16	52	30	32	33	35	38
19	12	13	14	15	17	56	32	34	35	38	40
20	13	14	15	16	18	60	34	36	37	40	43
21	13	14	15	17	18	64	36	38	40	42	45
22	14	15	16	17	19	68	38	40	42	45	48
23	15	16	16	18	20	72	41	42	44	47	50
24	15	16	17	19	20	76	43	45	46	49	52
25	16	17	18	19	21	80	45	47	48	51	55
26	16	17	18	20	22	84	47	49	51	54	57
27	17	18	19	20	22	88	49	51	53	56	59
28	17	18	19	21	23	92	51	53	55	58	62
29	18	19	20	22	24	96	53	55	57	60	64
30	18	20	20	22	24	100	55	57	59	63	66
31	19	20	21	23	25	104	57	60	61	65	69
32	19	21	22	24	26	108	59	62	64	67	71
33	20	21	22	24	26	112	61	64	66	69	73
34	20	22	23	25	27	116	64	66	68	71	76
35	21	22	23	25	27	120	66	68	70	74	78

Minimum number of correct responses required to conclude that a perceptible difference exists, for a one-sided paired test.

The values correspond to the minimum number of correct responses required for significance at the stated α -level (i.e. column) for the corresponding number of assessors, n (i.e. row).

Reject the "no difference" assumption if the number of correct responses is greater than or equal to the value in the table.

A4 Ergebnisse der Konventionellen Profilprüfung

Tab. A7: Geruch: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanz der gedünsteten Lachse_ungelagert

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6
Fischöl	Mittelwert Std.abw.	5,47 2,88	4,86 2,88	4,2 3,26	4,04 2,66	3,56 2,57
		A	AB	BC	BC	C
Rapsöl	Mittelwert Std.abw.	2,05 1,39	1,9 2,14	2,1 2,19	2,91 2,37	2,76 2,59
		B	AB	AB	A	A
balsamisch	Mittelwert Std.abw.	1,51 1,25	1,32 1,09	1,58 1,43	1,7 1,38	1,64 1,5
		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
buttrig	Mittelwert	1,15	0,91	1,27	1,02	1,24
	Std.abw.	1,23	0,85	1,21	0,86	1,04
gekochte Kartoffeln	Mittelwert Std.abw.	1,84 1,61	1,77 1,41	1,87 1,41	1,87 1,69	2,05 1,68
		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
metallisch	Mittelwert Std.abw.	0,91 0,95	1,16 1,09	0,97 1,16	0,99 1,01	1,12 1,23
		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
erdig	Mittelwert Std.abw.	0,89 0,74	0,84 0,69	0,89 0,64	0,88 0,67	0,79 0,75
		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
säuerlich	Mittelwert Std.abw.	1,19 1,28	1,14 1,13	0,88 1,03	1,13 1,47	1,05 1,31
		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
hefig	Mittelwert Std.abw.	0,52 0,74	0,46 0,67	0,55 0,66	0,49 0,69	0,52 0,71
		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
fischig	Mittelwert Std.abw.	1,89 1,37	2,19 1,33	1,87 1,31	1,56 1,43	1,93 1,47
		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Seegeruch	Mittelwert Std.abw.	1,6 1,53	1,87 1,54	1,77 1,5	1,3 1,01	1,27 1,15
		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
tranig	Mittelwert Std.abw.	0,91 0,95	1,09 1,03	0,88 1	0,69 0,99	0,97 1,15
		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

Tab. A8: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanz der gedünsten Lachse_ungelagert

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6
Mittelwert	6,06	7,08	5,58	4,74	4,49	4,26
Std.abw.	3,07	2,52	2,81	2,73	2,51	2,87
Fischöl	AB	A	BC	CD	CD	D
Mittelwert	2,65	1,43	2,95	3,51	4,06	3,89
Std.abw.	2,81	1,87	2,59	2,56	2,54	2,67
Rapsöl	B	C	AB	AB	A	A
Mittelwert	1,42	1,33	1,4	1,47	1,67	1,75
Std.abw.	1,41	1,2	1,57	1,43	1,51	1,41
balsamisch	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	1,39	1,27	1,09	1	1,17	1,17
Std.abw.	1,3	1,27	1,09	1,01	1,18	1,03
butterig	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	0,79	0,6	0,57	0,61	0,62	0,64
Std.abw.	1,17	0,66	0,96	0,95	0,92	0,95
karamelleartig	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	1
Mittelwert	1,88	1,57	1,96	2,45	2,11	2,31
Std.abw.	1,48	1,26	1,79	1,72	1,74	1,91
Hühnchen	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	1,26	1,25	1,15	1,29	1,36	1,33
Std.abw.	1,36	1,4	1,35	1,54	1,44	1,36
salzig	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	1,18	1,14	0,95	1,07	1,18	0,88
Std.abw.	1,4	1,25	1,18	1,23	1,41	1,06
bitter	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	1,52	1,33	1,43	1,37	1,46	1,05
Std.abw.	1,42	1,25	1,43	1,49	1,47	1,22
metallisch	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	0,89	0,93	0,93	0,93	0,82	0,93
Std.abw.	0,72	0,78	0,96	0,82	0,73	0,96
erdig	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	1,74	1,92	1,46	1,21	1,85	1,31
Std.abw.	1,39	1,24	1,26	1,11	1,59	0,99
ölilig	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	1,36	1,22	1,13	1,26	1,29	1,21
Std.abw.	1,33	1,34	1,06	1,38	1,43	1,24
sauer	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	1,84	2,39	2,37	1,93	1,75	1,65
Std.abw.	1,35	2,04	2,26	1,86	1,47	1,67
fischig	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	1,56	2,09	1,86	1,45	1,38	1,2
Std.abw.	1,59	2	1,67	1,41	1,11	1,06
Seegeschmack	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	1,11	1,38	1,5	1,26	0,87	0,76
Std.abw.	1,03	1,72	1,89	1,9	0,86	0,91
tranig	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

Tab. A9: Geruch: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gedünsteten Lachse_6 Monate gelagert

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6	
Fischöl	Mittelwert Std.abw.	4,43 1,79 n.s	4,6 2,8 n.s	4,52 2,63 n.s	4,29 2,87 n.s	3,98 2,51 n.s	4,02 2,64 n.s
Rapsöl	Mittelwert Std.abw.	2,56 2,36 n.s	2,56 1,93 n.s	2,72 2,74 n.s	1,7 1,76 n.s	2,06 2,04 n.s	1,65 1,8 n.s
balsamisch	Mittelwert Std.abw.	1,6 1,19 B	2,18 1,35 AB	1,55 1,14 B	2,47 1,34 A	2,45 1,68 A	2,54 1,45 A
buttrig	Mittelwert Std.abw.	1,17 0,93 n.s	1,41 0,97 n.s	1,17 0,75 n.s	1,46 1 n.s	1,7 1,09 n.s	1,75 1,15 n.s
gekochte Kartoffeln	Mittelwert Std.abw.	2,84 2,89 n.s	2,22 2,19 n.s	1,89 2,29 n.s	2,08 2,41 n.s	3,01 2,94 n.s	2,61 2,8 n.s
metallisch	Mittelwert Std.abw.	2,27 2,1 n.s	2,22 2,29 n.s	2,49 2,13 n.s	1,61 1,93 n.s	2,13 2,53 n.s	2,08 2,4 n.s
erdig	Mittelwert Std.abw.	1,5 1,13 n.s	1,52 1,42 n.s	1,39 1,47 n.s	1,18 0,97 n.s	1,27 1,04 n.s	1,37 1,28 n.s
säuerlich	Mittelwert Std.abw.	1,91 1,93 n.s	1,91 1,94 n.s	2,42 1,97 n.s	1,8 2 n.s	1,71 1,61 n.s	1,67 1,59 n.s
hefig	Mittelwert Std.abw.	0,67 0,76 n.s	0,64 0,71 n.s	0,44 0,64 n.s	0,64 0,72 n.s	0,67 0,66 n.s	0,76 0,74 n.s
fischig	Mittelwert Std.abw.	2,96 1,85 n.s	2,39 1,39 n.s	3,45 1,89 n.s	2,6 2,04 n.s	2,61 1,9 n.s	2,29 1,46 n.s
Seegeruch	Mittelwert Std.abw.	1,8 1,22 n.s	1,8 1,08 n.s	1,48 1,14 n.s	1,63 1,08 n.s	1,82 1,34 n.s	1,7 1,18 n.s
tranig	Mittelwert Std.abw.	1,47 1 n.s	1,18 1,19 n.s	1,31 1,04 n.s	0,73 0,64 n.s	1,16 0,95 n.s	0,95 0,9 n.s

Tab. A10: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanz der gedünsteten Lachse_6 Monate gelagert

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6
Mittelwert	5,83	6,03	4,91	4,63	3,09	3,3
Std.abw.	1,41	1,82	2,4	2,4	1,35	1,66
Fischöl	A	A	AB	B	C	C
Mittelwert	1,2	1,01	3,25	2,88	4,87	4,13
Std.abw.	1,39	1,08	2,72	2,42	1,62	1,7
Rapsöl	D	D	BC	C	A	AB
Mittelwert	1,99	2,2	1,61	2,24	2,16	2,23
Std.abw.	1,41	1,79	1,39	1,66	1,41	1,5
balsamisch	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	1,28	1,41	1,28	1,54	1,63	1,33
Std.abw.	1,16	1,03	1,04	1,17	1,08	0,93
buttrig	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	0,85	0,82	0,62	0,81	1	0,81
Std.abw.	0,87	0,93	0,72	0,86	0,99	0,91
karamelleartig	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	1,99	1,91	1,74	1,8	2,04	2,49
Std.abw.	1,71	1,8	2,17	1,83	2,07	2,28
Hühnchen	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	1,57	1,62	1,58	1,66	1,83	1,39
Std.abw.	1,5	1,58	1,84	1,53	2,24	1,38
salzig	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	1,44	1,54	1,6	1,18	1,4	1,59
Std.abw.	1,41	1,89	1,53	1,45	1,46	1,42
bitter	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	2,63	2,32	2,82	2,24	2,56	2,87
Std.abw.	2,63	2,45	2,73	2,6	2,75	2,9
metallisch	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	1,32	1,52	1,62	1,58	1,87	1,53
Std.abw.	1,03	1,42	1,55	1,35	1,86	1,5
erdig	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	1,49	1,45	1,42	1,48	1,71	1,54
Std.abw.	1,43	1,23	1,14	1,17	1,18	1,11
ölig	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	2,18	2,13	2,05	2,01	1,89	2,31
Std.abw.	2,04	2,12	1,84	2,45	1,47	2,39
sauer	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	4,64	4,19	4,04	3,83	2,63	3,03
Std.abw.	2,2	2,46	2,57	2,67	1,5	2,15
fischig	A	AB	AB	ABC	C	BC
Mittelwert	1,38	1,94	1,73	1,6	1,79	1,66
Std.abw.	1,25	1,09	1,43	1,17	1,22	0,99
Seegeschmack	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Mittelwert	1,6	1,55	1,98	1,24	1,28	1,28
Std.abw.	1,23	1,91	2,31	1,29	1,12	1,1
tranig	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

Tab. A12: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gedünsteten Lachse_12 Monate gelagert

		Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6
Fischöl	Mittelwert	6,06	7,08	5,58	4,74	4,49	4,26
	Std.abw.	3,07	2,52	2,81	2,73	2,51	2,87
Rapsöl	Mittelwert	2,65	1,43	2,95	3,51	4,06	3,89
	Std.abw.	2,81	1,87	2,59	2,56	2,54	2,67
balsamisch	Mittelwert	1,42	1,33	1,4	1,47	1,67	1,75
	Std.abw.	1,41	1,2	1,57	1,43	1,51	1,41
buttrig	Mittelwert	1,39	1,27	1,09	1	1,17	1,17
	Std.abw.	1,3	1,27	1,09	1,01	1,18	1,03
karamelleartig	Mittelwert	0,79	0,6	0,57	0,61	0,62	0,64
	Std.abw.	1,17	0,66	0,96	0,95	0,92	1
Hühnchen	Mittelwert	1,88	1,57	1,96	2,45	2,11	2,31
	Std.abw.	1,48	1,26	1,79	1,72	1,74	1,91
salzig	Mittelwert	1,26	1,25	1,15	1,29	1,36	1,33
	Std.abw.	1,36	1,4	1,35	1,54	1,44	1,36
bitter	Mittelwert	1,18	1,14	0,95	1,07	1,18	0,88
	Std.abw.	1,4	1,25	1,18	1,23	1,41	1,06
metallisch	Mittelwert	1,52	1,33	1,43	1,37	1,46	1,05
	Std.abw.	1,42	1,25	1,43	1,49	1,47	1,22
erdig	Mittelwert	0,89	0,93	0,93	0,93	0,82	0,93
	Std.abw.	0,72	0,78	0,96	0,82	0,73	0,96
ölig	Mittelwert	1,74	1,92	1,46	1,21	1,85	1,31
	Std.abw.	1,39	1,24	1,26	1,11	1,59	0,99
sauer	Mittelwert	1,36	1,22	1,13	1,26	1,29	1,21
	Std.abw.	1,33	1,34	1,06	1,38	1,43	1,24
fischig	Mittelwert	1,84	2,39	2,37	1,93	1,75	1,65
	Std.abw.	1,35	2,04	2,26	1,86	1,47	1,67
Seegeschmack	Mittelwert	1,56	2,09	1,86	1,45	1,38	1,2
	Std.abw.	1,59	2	1,67	1,41	1,11	1,06
tranig	Mittelwert	1,11	1,38	1,5	1,26	0,87	0,76
	Std.abw.	1,03	1,72	1,89	1,9	0,86	0,91

Tab. A14: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gegrillten Lachse_ungelagert

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6	
Fischöl	Mittelwert	6,85	5,17	5,14	4,72	4,65	
	Std.abw.	2,59	2,83	2,85	3,1	2,94	B
Rapsöl	Mittelwert	2,04	1,99	3,52	3,33	3,74	4,06
	Std.abw.	2,28	2,46	2,7	2,78	2,51	A
Seegeschmack	Mittelwert	1,78	1,75	1,82	1,59	1,73	1,59
	Std.abw.	1,32	1,15	1,45	1,49	1,33	n.s
fischig	Mittelwert	2,12	1,66	1,86	1,39	1,88	1,43
	Std.abw.	1,92	1,34	1,56	1,43	1,76	n.s
tränig	Mittelwert	1,38	0,97	1,35	1,13	0,87	1,06
	Std.abw.	1,6	1,6	1,33	1,19	0,8	1,04
bitter	Mittelwert	1,08	0,94	1,04	1,14	1,21	1,36
	Std.abw.	1,09	1,13	1,32	1,53	1,44	n.s
metallisch	Mittelwert	1,85	1,48	1,89	1,57	2,08	1,51
	Std.abw.	1,49	1,47	1,54	1,28	1,82	n.s
erdig	Mittelwert	1,28	1,13	1,35	0,98	1,28	1,06
	Std.abw.	0,9	0,99	0,82	0,77	0,97	n.s
Grillgeschmack	Mittelwert	2,28	2,68	2,86	2,72	2,82	3,09
	Std.abw.	1,46	2,22	1,97	2,23	2,13	n.s
balsamisch	Mittelwert	1,49	1,69	1,45	1,37	1,48	1,36
	Std.abw.	1,41	1,81	1,33	1,63	1,32	n.s
buttrig	Mittelwert	1,32	1,2	1,15	1,13	1,35	1,24
	Std.abw.	1,6	1,17	1,27	1,4	1,33	n.s
karamellartig	Mittelwert	0,78	0,89	0,93	0,84	0,8	0,92
	Std.abw.	0,81	0,97	1,16	1,09	0,8	n.s
Hühnchen	Mittelwert	1,54	1,85	1,67	2,01	1,91	2,35
	Std.abw.	1,42	1,33	1,44	1,72	1,64	n.s
salzig	Mittelwert	1,25	1,23	1,29	1,19	1,19	1,12
	Std.abw.	1,62	1,4	1,54	1,57	1,44	n.s
ölig	Mittelwert	1,99	1,44	2,03	1,54	1,44	1,26
	Std.abw.	1,7	1,21	2,21	1,49	1,22	n.s
sauer	Mittelwert	1,51	1,16	1,36	1,01	1,36	1,12
	Std.abw.	1,59	1,32	1,61	1,06	1,36	n.s

Tab. A15: Geruch: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gegrillten Lachse_6 Monate gelagert

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6
Mittelwert	3,02	3,7	3,71	4,1	2,98	4,26
Std.abw.	2,33	2,91	2,91	2,95	n.s	3,18
Mittelwert	2,39	2,81	2,62	1,68	2,85	2,3
Std.abw.	2,47	2,86	2,67	2,17	n.s	2,71
Mittelwert	1,92	2,51	2,4	2,4	1,99	2,55
Std.abw.	1,49	2,08	1,92	1,67	n.s	2,19
Mittelwert	2,18	2,44	2,5	2,25	2,1	2,57
Std.abw.	1,72	1,94	2,06	1,42	n.s	2,28
Mittelwert	1,38	1,35	1,32	1,01	1,03	1,33
Std.abw.	1,74	1,81	1,63	0,79	n.s	1,69
Mittelwert	1,99	1,98	2,1	1,65	1,97	2
Std.abw.	2,11	2,14	2,02	1,6	n.s	2,19
Mittelwert	4,23	5,2	4,17	4,24	4	4,65
Std.abw.	1,9	1,94	1,95	2,05	n.s	1,84
Mittelwert	2,69	3,06	2,98	2,59	2,48	2,93
Std.abw.	1,79	2,01	2,07	1,96	n.s	1,92
Mittelwert	1,88	2,31	2,43	1,91	1,97	2,17
Std.abw.	1,9	2,19	2,22	2,11	n.s	2,02

Tab. A16: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gegrillten Lachse_6 Monate gelagert

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6	
Fischöl	Mittelwert	5,9	6,13	4,92	4,28	2,83	3,58
	Std.abw.	2,18	2,19	2,76	2,64	2,37	2,65
Rapsöl	Mittelwert	2,28	2,23	2,59	2,42	4,49	4,72
	Std.abw.	2,51	2,56	2,83	2,33	2,51	2,33
Seegeschmack	Mittelwert	2,23	1,97	2,1	2,18	1,94	2,02
	Std.abw.	2,03	1,93	1,54	1,66	1,68	1,86
fischig	Mittelwert	3,55	3,42	3,55	2,76	2,62	3,03
	Std.abw.	2,55	2,38	2,14	1,62	1,67	2,01
tranig	Mittelwert	1,75	1,75	1,76	1,18	1,13	1,45
	Std.abw.	1,87	1,88	1,47	0,9	0,99	1,79
bitter	Mittelwert	1,99	1,99	1,87	1,51	1,21	1,63
	Std.abw.	2	1,92	1,88	1,29	0,79	1,69
metallisch	Mittelwert	3,07	3,26	2,8	3,12	2,98	2,73
	Std.abw.	2,77	2,67	2,74	2,69	2,66	2,48
erdig	Mittelwert	2,1	2,15	2,15	2,25	1,61	1,95
	Std.abw.	2,1	2,03	1,97	2,22	1,72	2
Grillgeschmack	Mittelwert	3,29	3,87	3,81	3,27	3,4	3,78
	Std.abw.	2,15	2,11	2,25	2,1	2,48	2,11
balsamisch	Mittelwert	2,44	2,55	2,77	2,35	2,3	2,62
	Std.abw.	2,26	2,11	2,2	1,89	1,62	2,16
buttrig	Mittelwert	1,71	1,63	1,51	1,6	1,6	1,85
	Std.abw.	1,85	1,8	1,54	1,55	1,6	2
karamellartig	Mittelwert	1,38	1,82	1,7	1,17	1,7	1,84
	Std.abw.	2,01	1,85	1,68	1,07	1,91	2,09
Hühnchen	Mittelwert	2,75	2,93	2,35	2,21	2,2	2,55
	Std.abw.	2,34	2,32	2,1	1,92	2,11	2,41
salzig	Mittelwert	1,97	1,87	1,88	1,59	1,53	1,65
	Std.abw.	2,2	2,1	1,89	1,59	1,49	1,91
ölig	Mittelwert	1,83	1,88	1,6	1,55	1,57	2,04
	Std.abw.	1,96	2,11	1,74	1,31	1,03	2,21
sauer	Mittelwert	3,07	2,26	2,43	2,51	2,77	2,42
	Std.abw.	2,77	2,18	2,22	2,46	1,78	2,26

Tab. A17: Geruch: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gegrillten Lachse_12 Monate gelagert

	Diät 1		Diät 2		Diät 3		Diät 4		Diät 5		Diät 6		
Fischöl	Mittelwert	6,33	5,47	5,1	4,17	5,24	5,12	5,1	5,24	5,12	5,12	5,12	
	Std.abw.	3,31	n.s	3,08	n.s	2,92	n.s	2,65	n.s	3,07	n.s	3,15	n.s
Rapsöl	Mittelwert	1,94	2,78	3,3	4,07	2,72	3	2,78	2,72	2,7	n.s	2,96	n.s
	Std.abw.	2,64	n.s	2,86	n.s	2,68	n.s	2,84	n.s	2,7	n.s	2,96	n.s
Seegeruch	Mittelwert	2,76	2,41	2,33	2,22	2,36	2,43	2,33	2,36	2,36	2,43	2,43	2,43
	Std.abw.	1,99	n.s	1,91	n.s	1,66	n.s	1,57	n.s	1,81	n.s	1,97	n.s
fischig	Mittelwert	2,73	2,11	1,98	1,93	2,04	2,05	1,98	2,04	2,04	2,05	2,05	2,05
	Std.abw.	1,9	n.s	1,62	n.s	1,3	n.s	1,37	n.s	1,49	n.s	1,37	n.s
tranig	Mittelwert	0,99	0,89	0,97	0,87	0,82	0,73	0,89	0,82	0,82	0,73	0,73	0,73
	Std.abw.	0,89	n.s	0,72	n.s	0,88	n.s	0,8	n.s	0,71	n.s	0,62	n.s
säuerlich	Mittelwert	1,52	1,38	1,37	1,1	1,28	1,25	1,38	1,1	1,28	1,25	1,25	1,25
	Std.abw.	1,2	n.s	1,23	n.s	0,92	n.s	0,79	n.s	0,99	n.s	0,94	n.s
Grillaroma	Mittelwert	4,19	4,53	4,21	4,02	4,47	4,07	4,19	4,47	4,47	4,07	4,07	4,07
	Std.abw.	1,58	n.s	2,16	n.s	1,76	n.s	2,12	n.s	1,99	n.s	2,13	n.s
balsamisch	Mittelwert	1,81	1,97	1,95	2,29	2,07	1,9	1,81	2,07	2,07	1,9	1,9	1,9
	Std.abw.	1,64	n.s	1,58	n.s	1,43	n.s	1,74	n.s	1,5	n.s	1,39	n.s
buttrig	Mittelwert	1,39	1,5	1,17	1,41	1,56	1,33	1,39	1,41	1,56	1,33	1,33	1,33
	Std.abw.	1,7	n.s	1,49	n.s	0,9	n.s	1,12	n.s	1,39	n.s	1,15	n.s

Tab. A18: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der gegrillten Lachse_12 Monate gelagert

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6
Mittelwert	6,72	6,11	5,28	4,57	4,23	3,57
Std.abw.	3,3	3,38	AB	2,65	BCD	2,63
Fischöl	A		2,8	ABC	2,92	CD
Mittelwert	2,12	2,83	3,34	3,8	4,58	5,1
Std.abw.	2,7	3,23	CD	2,87	ABC	2,77
Rapsöl	D		2,51	BCD	3,09	AB
Mittelwert	2,66	2,64	2,48	2,44	2,55	2,48
Std.abw.	1,89	1,74	n.s	1,46	n.s	1,74
Seegeschmack	3,87	2,94	2,94	2,66	2,63	2,49
Mittelwert	3,9	2,03	n.s	1,61	n.s	1,85
Std.abw.	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
fischig	1,62	1,13	1,16	0,8	1,07	0,86
Mittelwert	1,12	0,84	B	0,51	B	0,64
Std.abw.	A		0,82	1,16	1,28	1,4
tranig	1,45	1,25	1,44	1,16	1,28	1,4
Mittelwert	1,22	n.s	0,92	0,88	n.s	n.s
Std.abw.	1,6	1,67	1,56	1,47	1,5	1,5
bitter	1,43	n.s	1,29	n.s	1,24	n.s
Mittelwert	1,43	n.s	1,33	n.s	1,35	n.s
Std.abw.	0,87	0,9	1,09	0,94	0,98	1,03
metallisch	0,75	n.s	1,05	n.s	0,95	n.s
Mittelwert	3,16	3,09	3,49	3,13	3,53	3,29
Std.abw.	1,98	n.s	1,77	n.s	1,91	1,67
Grillgeschmack	n.s		1,62	2,03	1,97	1,93
Mittelwert	1,65	2,32	1,85	n.s	1,96	n.s
Std.abw.	1,76	n.s	1,35	n.s	1,63	n.s
balsamisch	1,23	1,55	1,28	1,32	1,31	1,27
Mittelwert	1,61	n.s	1,36	n.s	1,38	n.s
Std.abw.	1,07	1,31	0,99	0,99	1,28	1,27
buttrig	1,07	1,31	0,99	0,99	1,28	1,27
Mittelwert	0,93	1,19	n.s	0,81	n.s	0,96
Std.abw.	2,5	2,24	2,35	2,5	2,42	2,28
karamellartig	2,02	n.s	1,62	n.s	1,98	n.s
Mittelwert	1,87	1,92	1,87	1,91	1,96	2,08
Std.abw.	1,83	n.s	1,86	n.s	1,71	n.s
salzig	3,01	3,73	3,52	3,32	3,06	2,83
Mittelwert	1,93	1,98	n.s	1,71	n.s	1,84
Std.abw.	1,4	1,04	1,43	1,49	1,62	1,18
ölig	1,34	n.s	1,21	n.s	1,64	n.s
Mittelwert	1,34	n.s	0,83	n.s	1,64	n.s
Std.abw.	0,83	n.s	1,21	n.s	1,64	n.s
sauer	1,34	n.s	0,83	n.s	1,64	n.s
Mittelwert	1,34	n.s	0,83	n.s	1,64	n.s
Std.abw.	0,83	n.s	1,21	n.s	1,64	n.s

Tab. A19: Geruch: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der geräucherften Lachse_ungelagert

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6
fischig	Mittelwert 1,67 Std.abw. 1,23 n.s	1,88 1,32 n.s	2,42 1,82 n.s	2,09 1,47 n.s	1,81 1,47 n.s	1,66 1,29 n.s
Fischöl	Mittelwert 4,59 Std.abw. 3,49 n.s	4,64 3,27 n.s	5,15 2,91 n.s	4,78 2,99 n.s	4,14 3,16 n.s	4,09 3,11 n.s
Rapsöl	Mittelwert 2,37 Std.abw. 2,77 n.s	1,89 2,37 n.s	2,29 2,15 n.s	2,42 2,46 n.s	2,61 2,66 n.s	2,34 2,62 n.s
Seegeruch	Mittelwert 1,23 Std.abw. 1,1 n.s	1,91 1,63 n.s	1,54 1,35 n.s	1,42 1,08 n.s	1,44 1,25 n.s	1,57 1,11 n.s
tranig	Mittelwert 0,78 Std.abw. 0,87 n.s	0,85 0,81 n.s	1,07 0,99 n.s	0,97 0,69 n.s	0,8 1,15 n.s	0,79 0,75 n.s
erdig	Mittelwert 0,79 Std.abw. 0,84 n.s	0,78 0,8 n.s	0,88 0,96 n.s	0,96 1,05 n.s	0,88 0,8 n.s	1,09 1,01 n.s
säuerlich	Mittelwert 0,92 Std.abw. 1,12 n.s	0,84 1,01 n.s	0,99 1,01 n.s	1,01 1,04 n.s	0,83 0,83 n.s	0,91 0,97 n.s
buttrig	Mittelwert 0,6 Std.abw. 0,63 n.s	0,56 0,71 n.s	0,51 0,49 n.s	0,64 0,85 n.s	0,59 0,77 n.s	0,67 0,76 n.s
metallisch	Mittelwert 0,94 Std.abw. 0,95 n.s	1,09 1,02 n.s	1,15 1,33 n.s	1,06 1,01 n.s	1,03 1,31 n.s	0,99 1,32 n.s
ölig	Mittelwert 1,33 Std.abw. 1,35 n.s	1,34 0,99 n.s	1,39 1,3 n.s	1,33 1,14 n.s	1,48 1,29 n.s	1,18 0,9 n.s
holzig	Mittelwert 0,92 Std.abw. 0,94 n.s	1,04 1,13 n.s	0,96 1 n.s	1,1 1,15 n.s	1,2 1,2 n.s	1,18 1,04 n.s
Raucharoma	Mittelwert 2,14 Std.abw. 1,44 n.s	2,6 1,73 n.s	2,3 1,65 n.s	2,5 1,87 n.s	2,74 2,03 n.s	1,66 1,66 n.s
hefig	Mittelwert 0,29 Std.abw. 0,35 n.s	0,24 0,29 n.s	0,31 0,35 n.s	0,26 0,33 n.s	0,34 0,4 n.s	0,29 0,31 n.s
balsamisch	Mittelwert 0,93 Std.abw. 1,06 n.s	0,92 1,24 n.s	1 1,04 n.s	1,06 1,32 n.s	0,94 1,1 n.s	1,07 1,26 n.s

Tab. A21: Geruch: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der geräucherften Lachse_3 Monate gelagert

	Diät 1		Diät 2		Diät 3		Diät 4		Diät 5		Diät 6		
fischig	Mittelwert	2,03	2,25	1,82	2,35	1,75	2,55	1,75	1,99	n.s	1,67	n.s	
	Std.abw.	1,2	n.s	1,47	n.s	1,49	n.s	1,66	n.s	1,99	n.s	1,67	n.s
Fischöl	Mittelwert	3,62	4,61	3,26	3,55	2,85	4,29	3,26	2,85	2,98	n.s	3,2	n.s
	Std.abw.	3,17	n.s	3,53	n.s	3,18	n.s	2,7	n.s	2,98	n.s	3,2	n.s
Rapsöl	Mittelwert	1,84	1,37	2,58	2,42	1,72	1,52	1,84	2,58	1,72	1,52	1,7	n.s
	Std.abw.	2,55	n.s	2,2	n.s	3,24	n.s	2,65	n.s	2,52	n.s	1,7	n.s
Seegeruch	Mittelwert	2,14	2,19	1,54	2,29	1,58	2,03	1,54	2,29	1,58	2,03	1,58	n.s
	Std.abw.	1,9	n.s	1,77	n.s	1,24	n.s	1,78	n.s	2,06	n.s	1,58	n.s
tranig	Mittelwert	1,01	0,95	1,1	1,05	0,98	1,02	1,01	0,95	0,98	1,02	1,02	n.s
	Std.abw.	1,11	n.s	0,69	n.s	1,37	n.s	0,82	n.s	1,73	n.s	0,93	n.s
erdig	Mittelwert	1,04	1,25	1,16	1,2	1,22	1,26	1,04	1,25	1,22	1,26	1,26	n.s
	Std.abw.	0,79	n.s	0,98	n.s	0,92	n.s	0,97	n.s	1,72	n.s	0,84	n.s
säuerlich	Mittelwert	1,07	1,37	1,15	1,21	1,23	1,34	1,07	1,37	1,23	1,34	1,35	n.s
	Std.abw.	1,12	n.s	1,29	n.s	1,14	n.s	1,29	n.s	1,84	n.s	1,35	n.s
buttrig	Mittelwert	0,66	0,76	0,63	0,62	0,76	0,85	0,66	0,76	0,76	0,85	0,85	n.s
	Std.abw.	0,96	n.s	1,05	n.s	0,77	n.s	0,79	n.s	1,66	n.s	1,05	n.s
metallisch	Mittelwert	1,58	1,73	1,55	1,52	1,54	1,54	1,58	1,73	1,52	1,54	1,54	n.s
	Std.abw.	1,55	n.s	1,79	n.s	1,68	n.s	1,7	n.s	1,96	n.s	1,65	n.s
ölilig	Mittelwert	1,18	1,38	1,55	1,28	1,28	1,49	1,18	1,38	1,25	1,49	1,49	n.s
	Std.abw.	1,06	n.s	0,95	n.s	1,49	n.s	0,98	n.s	1,75	n.s	1,21	n.s
holzig	Mittelwert	1,46	1,58	1,3	1,47	1,37	1,52	1,46	1,58	1,37	1,52	1,52	n.s
	Std.abw.	1,36	n.s	1,21	n.s	1,13	n.s	1,25	n.s	1,84	n.s	1,37	n.s
Raucharoma	Mittelwert	2,9	3,14	2,73	2,46	2,28	3,14	2,9	3,14	2,28	3,14	3,14	n.s
	Std.abw.	1,94	n.s	2,03	n.s	1,83	n.s	1,71	n.s	2,37	n.s	1,85	n.s
hefig	Mittelwert	0,37	0,37	0,29	0,4	0,56	0,51	0,37	0,37	0,56	0,51	0,51	n.s
	Std.abw.	0,56	n.s	0,43	n.s	0,4	n.s	0,48	n.s	1,56	n.s	0,81	n.s
balsamisch	Mittelwert	1,22	1,46	1,19	1,15	1,23	1,22	1,22	1,46	1,23	1,22	1,22	n.s
	Std.abw.	1,32	n.s	1,53	n.s	1,43	n.s	1,13	n.s	1,79	n.s	1,1	n.s

Tab. A22: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der geräucherter Lachse_3 Monate gelagert

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6
Mittelwert	3,41	3,57	3,32	2,96	2,74	3,36
Std.abw.	2,28	n.s	2,16	n.s	2,85	n.s
Nachgeschmack						
Mittelwert	5,69	5,94	5,44	4,73	3,39	4,44
Std.abw.	3,07	AB	2,4	A	2,41	ABC
Fischöl						
Mittelwert	2,68	2,74	3,94	3,4	2,83	2,84
Std.abw.	2,58	n.s	2,9	n.s	2,72	n.s
Rapsöl						
Mittelwert	2,34	2,64	1,98	2,66	1,89	2,58
Std.abw.	2	n.s	2,07	n.s	2,09	n.s
salzig						
Mittelwert	1,95	2,18	1,85	1,8	1,42	1,69
Std.abw.	1,9	n.s	1,61	n.s	1,57	n.s
metallisch						
Mittelwert	1,32	1,29	1,25	1,2	1,24	1,44
Std.abw.	1,08	n.s	1,06	n.s	0,97	n.s
erdig						
Mittelwert	1,34	1,43	1,37	1,15	1,45	1,74
Std.abw.	1,34	n.s	1,54	n.s	1,22	n.s
balsamisch						
Mittelwert	1,47	1,42	0,86	1,14	1,13	1,25
Std.abw.	1,71	n.s	0,93	n.s	1,3	n.s
sauer						
Mittelwert	2,18	1,92	2,31	1,85	1,79	2,22
Std.abw.	1,86	n.s	1,79	n.s	1,48	n.s
ölig						
Mittelwert	1,4	1,44	1,59	1,36	1,08	1,18
Std.abw.	1,26	n.s	1,46	n.s	1,12	n.s
tranig						
Mittelwert	0,86	0,87	0,9	0,93	1,11	1,06
Std.abw.	0,9	n.s	1,02	n.s	1,08	n.s
buttrig						
Mittelwert	1,29	1,31	1,09	1,18	1,25	1,1
Std.abw.	1,28	n.s	1,3	n.s	1,39	n.s
bitter						
Mittelwert	1,12	1,29	0,89	0,89	1,24	1,07
Std.abw.	1,57	n.s	1,22	n.s	1,27	n.s
seifig						
Mittelwert	2,4	2,65	2,29	2,32	1,98	2,38
Std.abw.	1,97	n.s	2,12	n.s	1,92	n.s
fischig						
Mittelwert	3,04	3,23	2,82	3,07	2,23	3,11
Std.abw.	1,98	n.s	2,28	n.s	2,17	n.s
Raucharoma						
Mittelwert	1,42	1,47	1,47	1,3	1,36	1,55
Std.abw.	1,22	n.s	1,42	n.s	1,21	n.s
holzig						
Std.abw.						

Tab. A23: Geruch: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der geräucherften Lachse_6 Monate gelagert

	Diät 1		Diät 2		Diät 3		Diät 4		Diät 5		Diät 6	
fischig	Mittelwert	3,23	2,58	2,64	3,15	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,54	2,54
	Std.abw.	1,79	n.s	1,86	n.s	1,49	n.s	1,85	n.s	1,4	n.s	1,5
Fischöl	Mittelwert	3,9	3,1	3,27	3,28	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	2,88	2,88
	Std.abw.	3,09	n.s	2,55	n.s	2,72	n.s	2,76	n.s	2,59	n.s	2,66
Rapsöl	Mittelwert	1,5	2,39	1,63	2,17	2,29	2,12	2,12	2,12	2,29	2,12	2,12
	Std.abw.	2,01	n.s	2,79	n.s	2,1	n.s	2,74	n.s	2,96	n.s	2,22
Seegeruch	Mittelwert	2,5	2,26	2,25	2,39	2,2	1,93	2,2	2,2	1,93	1,93	1,93
	Std.abw.	1,49	n.s	1,54	n.s	1,45	n.s	1,57	n.s	1,44	n.s	1,28
tranig	Mittelwert	1,55	1,48	1,3	1,4	1,4	1,35	1,4	1,4	1,64	1,35	1,35
	Std.abw.	1,04	n.s	0,96	n.s	0,91	n.s	1,34	n.s	1,39	n.s	1,28
erdig	Mittelwert	1,36	1,17	1,24	1,05	0,99	1,08	1,05	0,99	0,99	1,08	1,08
	Std.abw.	0,98	n.s	0,85	n.s	0,8	n.s	0,71	n.s	0,68	n.s	0,83
säuerlich	Mittelwert	2,2	1,71	1,69	1,82	2,08	1,7	1,82	2,08	2,08	1,7	1,7
	Std.abw.	1,43	n.s	1,38	n.s	1,26	n.s	1,41	n.s	1,43	n.s	1,15
buttrig	Mittelwert	1,2	1,13	1,26	1,03	1,05	1,15	1,03	1,05	1,05	1,15	1,15
	Std.abw.	1,18	n.s	1,13	n.s	1,33	n.s	1,3	n.s	1,09	n.s	1,37
metallisch	Mittelwert	1,91	1,91	1,7	1,93	2,02	1,92	1,93	2,02	2,02	1,92	1,92
	Std.abw.	2,09	n.s	2,14	n.s	1,98	n.s	1,88	n.s	2,15	n.s	1,89
ölilig	Mittelwert	2,21	2,01	2,32	2,08	2,3	2,32	2,08	2,3	2,3	2,32	2,32
	Std.abw.	1,34	n.s	1,62	n.s	1,56	n.s	1,77	n.s	1,54	n.s	1,72
holzig	Mittelwert	1,96	1,63	2,3	1,96	1,88	1,93	1,96	1,88	1,88	1,93	1,93
	Std.abw.	1,52	n.s	1,26	n.s	1,82	n.s	1,4	n.s	1,51	n.s	1,39
Raucharoma	Mittelwert	3,54	3,39	3,96	3,5	3,4	3,44	3,5	3,4	3,4	3,44	3,44
	Std.abw.	1,93	n.s	1,81	n.s	2,63	n.s	1,95	n.s	2,08	n.s	2,11
hefig	Mittelwert	0,55	0,72	0,5	0,5	0,59	0,68	0,5	0,59	0,59	0,68	0,68
	Std.abw.	0,73	n.s	0,85	n.s	0,57	n.s	0,64	n.s	0,7	n.s	0,79
balsamisch	Mittelwert	1,95	2,29	2	1,94	2,28	2,29	1,94	2,28	2,28	2,29	2,29
	Std.abw.	1,7	n.s	2,26	n.s	1,88	n.s	2,02	n.s	2,07	n.s	2,22

Tab. A24: Geschmack: Mittelwerte, Standardabweichungen und Signifikanzen der geräucherter Lachse_6 Monate gelagert

	Diät 1	Diät 2	Diät 3	Diät 4	Diät 5	Diät 6				
Nachgeschmack	Mittelwert	4,39	4,78	4,35	4,29	4,39	4,52			
	Std.abw.	2,28	n.s	2,21	n.s	2,43	n.s	2,3	n.s	2,34
Fischöl	Mittelwert	4,69	4,3	4,01	4,1	4,3	4,03			
	Std.abw.	3,18	n.s	3,04	n.s	3,05	n.s	3,07	n.s	2,78
Rapsöl	Mittelwert	2,05	2,73	2,9	2,85	2,68	2,84			
	Std.abw.	2,61	n.s	2,64	n.s	2,93	n.s	2,91	n.s	2,57
salzig	Mittelwert	3,55	3,28	3,46	3,2	3,54	3,88			
	Std.abw.	2,29	n.s	2,13	n.s	2,4	n.s	2,15	n.s	2,36
metallisch	Mittelwert	2,98	2,47	2,7	2,84	2,6	2,69			
	Std.abw.	2,54	n.s	2,56	n.s	2,39	n.s	1,96	n.s	2,23
erdig	Mittelwert	1,31	1,38	1,39	1,75	1,83	1,59			
	Std.abw.	1,08	n.s	1,36	n.s	0,97	n.s	1,71	n.s	1,66
balsamisch	Mittelwert	2,19	2,36	2,55	2,47	2,56	2,97			
	Std.abw.	1,9	n.s	1,94	n.s	1,96	n.s	1,92	n.s	2,19
sauer	Mittelwert	2,21	2,38	2,09	2,33	2,35	2,62			
	Std.abw.	2,25	n.s	2,27	n.s	1,52	n.s	2,18	n.s	1,72
ölig	Mittelwert	2,66	2,75	3,6	2,6	2,9	2,76			
	Std.abw.	1,64	n.s	1,68	n.s	1,71	n.s	2,22	n.s	2
tranig	Mittelwert	2,18	2,23	1,96	1,86	2,25	1,86			
	Std.abw.	1,21	n.s	1,46	n.s	1,08	n.s	1,54	n.s	1,57
buttrig	Mittelwert	1,58	1,36	1,62	1,43	1,45	1,43			
	Std.abw.	1,41	n.s	1,15	n.s	1,35	n.s	1,18	n.s	1,17
bitter	Mittelwert	2,36	2,3	2,09	2,21	2,55	2,33			
	Std.abw.	1,71	n.s	1,68	n.s	1,7	n.s	1,91	n.s	1,95
seifig	Mittelwert	1,32	1,44	1,47	1,5	1,65	1,44			
	Std.abw.	1,88	n.s	2,2	n.s	2,37	n.s	2,14	n.s	2,25
fischig	Mittelwert	3,39	3,25	3,13	2,99	3,24	2,84			
	Std.abw.	2,14	n.s	2,64	n.s	2,03	n.s	2	n.s	2,44
Raucharoma	Mittelwert	4,14	3,95	4,16	3,53	3,7	3,74			
	Std.abw.	2,33	n.s	2,37	n.s	2,6	n.s	2,47	n.s	2,68
holzlig	Mittelwert	2,26	2,18	2,2	2,19	2,03	1,88			
	Std.abw.	1,76	n.s	2,13	n.s	1,85	n.s	1,98	n.s	1,74

A5 Auswertung des Konsumentenfragebogens

Tab. A25: Fragebogen zur Lachsverkostung (Konsumenten N=276)

1	Wie oft essen Sie Lachs?	wöchentlich	41	monatlich	128
		selten	90	nie	1
2	Wie oft essen Sie geräucherten Lachs?	wöchentlich	19	monatlich	103
		selten	126	nie	12
3	Wie oft essen Sie gegrillten Lachs?	wöchentlich	2	monatlich	40
		selten	185	nie	33
4	Wie oft essen Sie gedünsteten Lachs	wöchentlich	9	monatlich	43
		selten	144	nie	63
5	Welche Art von Lachs bevorzugen Sie?	roh	50	geräuchert	169
		gegrillt	112	gedünstet	73
		graved Art	59		
6	Wo kaufen Sie gewöhnlich Lachs?	Wochenmarkt	31	Supermarkt	167
		Discounter	53	Fischfachgeschäft	64
		Bioladen (1), Restaurant (1), Firmenverkauf (1), Hafen (1), Räucherei (1), selbst fann (1)			
7	Was ist Ihnen beim Kauf von Lachs wichtig?	Frische (76), Preis (71), Farbe (5), Aussehen (49), Geschmack (28), Qualität (22), Geruch (21), Herkunft (19), Aufzuchtbedingungen (13), Textur (10), Preis-Leistungsverhältnis (9), Haltbarkeit (8), wenig Fett (6), Verarbeitung (5), Verbraucherinfos (4), Grätenfreies Filet (3), Händler (3)			
8	Was ist Ihnen für die Bewertung eines guten Lachses wichtig?	Geschmack (153), Textur (66), Farbe (54), Aussehen (46), Geruch (38), Frische (29), Zubereitung (10), Höhe des Fettgehaltes (10), Herkunft (7), Aufzuchtbedingungen (7), Preis (4), Qualität (4), Grätenfreies Filet (4)			
9	Bevorzugen Sie Lachs aus einer bestimmten Herkunft?	ja	47	nein	207
	Wenn ja, woher?	Norwegen	35	Irland	6
		Schottland	4		
10	Achten Sie beim Kauf der Lachse auf die Aufzuchtbedingungen?	ja	75	nein	178
	Wenn ja, welchen Lachs kaufen Sie?	Lachs aus Aquakultur	18	Öko-Lachs	44
		MSC-zertifizierter Lachs	29		
11	Wie wichtig ist Ihnen die Färbung der Lachse?	10	21	37	89
		nicht wichtig		sehr wichtig	

Tab. A25: Fragebogen zur Lachsverkostung (Konsumenten N=276) (Fortsetzung)

12	Welche Färbung bevorzugen Sie?	17	33	86	54	14
		hellrot			dunkelrot	
13	Aufgrund des rinn Fischbeifangs und damit verbundener Preiserhöhung für Fischöl soll nun ein Teil des Fischöls im Lachsfutter durch pflanzliche Öle ersetzt werden	akzeptiere ich außerordentlich	14	akzeptiere ich wenig	27	
		akzeptiere ich sehr	14	akzeptiere ich sehr wenig	13	
		akzeptiere ich	99	akzeptiere ich nicht	5	
14	Bitte geben Sie nun noch Ihr Alter und schlecht bekannt	männlich	88	weiblich	188	
		Altersdurchschnitt	28 Jahre			

A6 Berechnungen der Penalty Analyse: Gedünsteter Lachs

Tab A26: Berechnung der Strafpunkte: Gedünsteter Lachs_ungelagert

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 1	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	19,35%	5,000	2,313	44,76
		JAR	51,61%	7,313		
		zu wenig intensiv	29,03%	5,444	1,868	54,23
	Festigkeit	zu fest	37,10%	5,565	1,229	45,59
		JAR	54,84%	6,794		
		zu weich	8,06%	6,600	0,194	1,57
Saftigkeit	zu wenig saftig	41,94%	5,577	1,490	62,47	
	JAR	48,39%	7,067			
	zu saftig	9,68%	5,833	1,233	11,94	

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 2	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	20,97%	4,385	2,305	48,33
		JAR	46,77%	6,690		
		zu wenig intensiv	32,26%	5,550	1,140	36,76
	Festigkeit	zu fest	43,55%	5,222	1,088	47,39
		JAR	46,77%	6,310		
		zu weich	9,68%	6,333	-0,023	0,22
Saftigkeit	zu wenig saftig	50,00%	5,452	1,132	56,59	
	JAR	38,71%	6,583			
	zu saftig	11,29%	5,000	1,583	17,88	

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 3	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	17,74%	4,182	2,253	39,97
		JAR	37,10%	6,435		
		zu wenig intensiv	45,16%	5,536	0,899	40,60
	Festigkeit	zu fest	35,48%	5,591	0,190	6,75
		JAR	51,61%	5,781		
		zu weich	12,90%	5,125	0,656	8,47
Saftigkeit	zu wenig saftig	37,10%	5,435	0,780	28,92	
	JAR	45,16%	6,214			
	zu saftig	17,74%	4,545	1,669	29,61	

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 4	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	12,90%	3,750	2,806	36,20
		JAR	58,06%	6,556		
		zu wenig intensiv	29,03%	5,778	0,778	22,58
	Festigkeit	zu fest	40,32%	5,280	1,617	65,18
		JAR	46,77%	6,897		
		zu weich	12,90%	4,750	2,147	27,70
Saftigkeit	zu wenig saftig	48,39%	5,433	1,567	75,81	
	JAR	33,87%	7,000			
	zu saftig	17,74%	5,455	1,545	27,42	

Tab. A26: Berechnung der Strafpunkte: Gedünsteter Lachs_ungelagert (Fortsetzung)

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 5	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	14,52%	5,333	1,632	23,69
		JAR	46,77%	6,966		
		zu wenig intensiv	38,71%	5,792		
	Festigkeit	zu fest	27,42%	6,000	0,939	25,76
		JAR	53,23%	6,939		
		zu weich	19,35%	4,833		
Saftigkeit	zu wenig saftig	35,48%	5,727	1,406	49,89	
	JAR	48,39%	7,133			
	zu saftig	16,13%	4,900			

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 6	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	11,29%	6,429	0,725	8,19
		JAR	41,94%	7,154		
		zu wenig intensiv	46,77%	4,793		
	Festigkeit	zu fest	33,87%	4,571	2,317	78,49
		JAR	58,06%	6,889		
		zu weich	8,06%	5,200		
Saftigkeit	zu wenig saftig	43,55%	4,519	2,619	114,07	
	JAR	46,77%	7,138			
	zu saftig	9,68%	6,833			

Tab. A27: Berechnung der Strafpunkte: Gedünsteter Lachs_6 Monate gelagert

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 1	Farbe im Inneren	zu dunkel	4,84%	6,667	0,481	2,33
		JAR	43,55%	7,148		
		zu hell	51,61%	5,781	1,367	70,55
	aromatischer Lachs geschmack	zu intensiv	20,97%	6,615	0,199	4,18
		JAR	43,55%	6,815		
		zu wenig intensiv	35,48%	5,818	0,997	35,36
	buttriger Geschmack	zu intensiv	16,13%	6,500	0,679	10,94
		JAR	45,16%	7,179		
		zu wenig intensiv	38,71%	5,500	1,679	64,98
	Festigkeit	fest	35,48%	5,545	1,373	48,74
		JAR	59,68%	6,919		
		weich	4,84%	6,667	0,252	1,22
Saftigkeit	zu wenig saftig	43,55%	5,815	1,282	55,83	
	JAR	50,00%	7,097			
	zu saftig	6,45%	5,250	1,847	11,91	
Diät 2	Farbe im Inneren	zu dunkel	1,61%	8,000	-0,542	-0,87
		JAR	38,71%	7,458		
		zu hell	59,68%	5,865	1,593	95,09
	aromatischer Lachs geschmack	zu intensiv	16,13%	6,100	1,100	17,74
		JAR	48,39%	7,200		
		zu wenig intensiv	35,48%	5,773	1,427	50,65
	buttriger Geschmack	zu intensiv	11,29%	6,000	1,176	13,28
		JAR	54,84%	7,176		
		zu wenig intensiv	33,87%	5,619	1,557	52,75
	Festigkeit	fest	43,55%	6,074	0,779	33,92
		JAR	54,84%	6,853		
		weich	1,61%	7,000	-0,147	-0,24
Saftigkeit	zu wenig saftig	45,16%	5,929	1,313	59,29	
	JAR	46,77%	7,241			
	zu saftig	8,06%	5,600	1,641	13,24	
Diät 3	Farbe im Inneren	zu dunkel	1,61%	6,000	0,864	1,39
		JAR	35,48%	6,864		
		zu hell	62,90%	5,846	1,017	64
	aromatischer Lachs geschmack	zu intensiv	19,35%	6,417	0,917	17,74
		JAR	43,55%	7,333		
		zu wenig intensiv	37,10%	4,783	2,551	94,62
	buttriger Geschmack	zu intensiv	22,58%	6,286	0,418	9,44
		JAR	43,55%	6,704		
		zu wenig intensiv	33,87%	5,524	1,180	39,96
	Festigkeit	fest	33,87%	5,667	0,750	25,4
		JAR	58,06%	6,417		
		weich	8,06%	7,000	-0,583	-4,7
Saftigkeit	zu wenig saftig	40,32%	5,320	1,532	61,77	
	JAR	43,55%	6,852			
	zu saftig	16,13%	6,700	0,152	2,45	

Tab. A27: Berechnung der Strafpunkte: Gedünsteter Lachs_6 Monate gelagert (Fortsetzung)

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 4	Farbe im Inneren	zu dunkel	1,61%	6,000	1,179	1,9
		JAR	45,16%	7,179		
		zu hell	53,23%	5,818	1,360	72,41
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	17,74%	6,455	0,642	11,39
		JAR	50,00%	7,097		
		zu wenig intensiv	32,26%	5,400	1,697	54,73
	buttriger Geschmack	zu intensiv	25,81%	5,688	1,757	45,34
		JAR	43,55%	7,444		
		zu wenig intensiv	30,65%	5,632	1,813	55,56
	Festigkeit	fest	37,10%	5,913	1,030	38,2
		JAR	56,45%	6,943		
		weich	6,45%	5,000	1,943	12,53
Saftigkeit	zu wenig saftig	43,55%	5,778	1,593	69,35	
	JAR	43,55%	7,370			
	zu saftig	12,90%	5,500	1,870	24,13	
Diät 5	Farbe im Inneren	zu dunkel	3,23%	7,500	0,132	0,42
		JAR	30,65%	7,632		
		zu hell	66,13%	5,976	1,656	109,51
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	17,74%	6,818	0,325	5,76
		JAR	45,16%	7,143		
		zu wenig intensiv	37,10%	5,652	1,491	55,3
	buttriger Geschmack	zu intensiv	16,13%	6,000	1,074	17,32
		JAR	43,55%	7,074		
		zu wenig intensiv	40,32%	6,160	0,914	36,86
	Festigkeit	fest	38,71%	6,167	0,775	29,98
		JAR	54,84%	6,941		
		weich	6,45%	5,250	1,691	10,91
Saftigkeit	zu wenig saftig	45,16%	6,393	0,469	21,19	
	JAR	46,77%	6,862			
	zu saftig	8,06%	5,400	1,462	11,79	
Diät 6	Farbe im Inneren	zu dunkel	1,61%	6,000	1,152	1,86
		JAR	53,23%	7,152		
		zu hell	45,16%	5,571	1,580	71,36
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	17,74%	6,455	0,442	7,84
		JAR	46,77%	6,897		
		zu wenig intensiv	35,48%	5,773	1,124	39,88
	buttriger Geschmack	zu intensiv	12,90%	7,250	-0,863	-11,13
		JAR	50,00%	6,387		
		zu wenig intensiv	37,10%	6,174	0,213	7,91
	Festigkeit	fest	45,16%	6,107	0,603	27,21
		JAR	50,00%	6,710		
		weich	4,84%	6,333	0,376	1,82
Saftigkeit	zu wenig saftig	37,10%	6,304	0,196	7,26	
	JAR	61,29%	6,500			
	zu saftig	1,61%	6,000	0,500	0,81	

Tab. A28: Berechnung der Strafpunkte: Gedünsteter Lachs_12 Monate gelagert

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 1	Farbe im Inneren	zu dunkel	4,41%	5,667	1,295	5,71
		JAR	38,24%	6,962		
		zu hell	57,35%	5,641	1,321	75,74
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	27,94%	5,737	1,302	36,37
		JAR	38,24%	7,038		
		zu wenig intensiv	33,82%	5,478	1,560	52,77
	buttriger Geschmack	zu intensiv	13,24%	6,000	0,870	11,51
		JAR	33,82%	6,870		
		zu wenig intensiv	52,94%	5,722	1,147	60,74
	Festigkeit	fest	36,76%	5,760	0,712	26,18
		JAR	52,94%	6,472		
		weich	10,29%	5,857	0,615	6,33
Saftigkeit	zu wenig saftig	45,59%	5,613	1,077	49,09	
	JAR	42,65%	6,690			
	zu saftig	11,76%	6,250	0,440	5,17	
Diät 2	Farbe im Inneren	zu dunkel	8,82%	5,167	1,614	14,24
		JAR	60,29%	6,780		
		zu hell	30,88%	6,238	0,542	16,75
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	16,18%	6,182	0,846	13,68
		JAR	52,94%	7,028		
		zu wenig intensiv	30,88%	5,667	1,361	42,03
	buttriger Geschmack	zu intensiv	20,59%	5,786	1,214	25
		JAR	54,41%	7,000		
		zu wenig intensiv	25,00%	5,882	1,118	27,94
	Festigkeit	fest	29,41%	5,700	1,251	36,8
		JAR	60,29%	6,951		
		weich	10,29%	5,857	1,094	11,26
Saftigkeit	zu wenig saftig	23,53%	5,813	0,888	20,88	
	JAR	58,82%	6,700			
	zu saftig	17,65%	6,583	0,117	2,06	
Diät 3	Farbe im Inneren	zu dunkel	7,35%	4,800	1,900	13,97
		JAR	44,12%	6,700		
		zu hell	48,53%	5,545	1,155	56,03
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	16,18%	4,818	1,740	28,15
		JAR	63,24%	6,558		
		zu wenig intensiv	20,59%	5,214	1,344	27,67
	buttriger Geschmack	zu intensiv	20,59%	5,143	1,890	38,92
		JAR	44,12%	7,033		
		zu wenig intensiv	35,29%	5,208	1,825	64,41
	Festigkeit	fest	52,94%	5,333	1,705	90,27
		JAR	38,24%	7,038		
		weich	8,82%	5,500	1,538	13,57
Saftigkeit	zu wenig saftig	47,06%	5,281	1,408	66,28	
	JAR	42,65%	6,690			
	zu saftig	10,29%	6,429	0,261	2,69	

Tab. A28: Berechnung der Strafpunkte: Gedünsteter Lachs_12 Monate gelagert (Fortsetzung)

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 4	Farbe im Inneren	zu dunkel	4,41%	3,667	3,958	17,46
		JAR	47,06%	7,625		
		zu hell	48,53%	5,545		
	aromatischer Lachs geschmack	zu intensiv	13,24%	5,778	1,567	20,74
		JAR	42,65%	7,345		
		zu wenig intensiv	44,12%	5,767		
	buttriger Geschmack	zu intensiv	16,18%	6,636	0,586	9,48
		JAR	52,94%	7,222		
		zu wenig intensiv	30,88%	5,000		
	Festigkeit	fest	42,65%	5,483	1,767	75,37
		JAR	52,94%	7,250		
		weich	4,41%	6,000		
Saftigkeit	zu wenig saftig	32,35%	5,136	2,121	68,61	
	JAR	51,47%	7,257			
	zu saftig	16,18%	6,455			0,803
Diät 5	Farbe im Inneren	zu dunkel	4,41%	5,333	0,667	2,94
		JAR	29,41%	6,000		
		zu hell	66,18%	5,156		
	aromatischer Lachs geschmack	zu intensiv	19,12%	4,692	1,444	27,61
		JAR	32,35%	6,136		
		zu wenig intensiv	48,53%	5,212		
	buttriger Geschmack	zu intensiv	30,88%	5,429	0,771	23,82
		JAR	36,76%	6,200		
		zu wenig intensiv	32,35%	4,500		
	Festigkeit	fest	50,00%	4,441	1,845	92,23
		JAR	41,18%	6,286		
		weich	8,82%	6,833		
Saftigkeit	zu wenig saftig	42,65%	4,793	1,113	47,47	
	JAR	47,06%	5,906			
	zu saftig	10,29%	5,714			0,192
Diät 6	Farbe im Inneren	zu dunkel	11,76%	5,375	1,819	21,39
		JAR	45,59%	7,194		
		zu hell	42,65%	6,034		
	aromatischer Lachs geschmack	zu intensiv	17,65%	6,000	1,000	17,65
		JAR	54,41%	7,000		
		zu wenig intensiv	27,94%	5,789		
	buttriger Geschmack	zu intensiv	16,18%	6,273	0,855	13,84
		JAR	57,35%	7,128		
		zu wenig intensiv	26,47%	5,222		
	Festigkeit	fest	38,24%	6,000	0,973	37,2
		JAR	54,41%	6,973		
		weich	7,35%	5,400		
Saftigkeit	zu wenig saftig	38,24%	5,808	1,140	43,58	
	JAR	55,88%	6,947			
	zu saftig	5,88%	6,500			0,447

Berechnung Penalty Analyse: Gegrillter Lachs

Tab. A29: Berechnung der Strafpunkte: Gegrillter Lachs_ungelagert

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 1	Grillgeschmack	zu intensiv	11,02%	5,154	2,185	24,07
		JAR	55,08%	7,338		
		zu wenig intensiv	33,90%	5,600		
	aromatischer Lachs geschmack	zu intensiv	16,10%	6,158	0,791	12,74
		JAR	50,00%	6,949		
		zu wenig intensiv	33,90%	6,025		
	Festigkeit	zu fest	44,07%	6,135	0,715	31,53
		JAR	50,85%	6,850		
		zu weich	5,08%	6,333		
	Saftigkeit	zu wenig saftig	52,54%	6,290	0,668	35,10
JAR		40,68%	6,958			
zu saftig		6,78%	5,500	1,458		

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 2	Grillgeschmack	zu intensiv	8,47%	6,900	-0,362	- 3,06
		JAR	55,08%	6,538		
		zu wenig intensiv	36,44%	5,512		
	aromatischer Lachs geschmack	zu intensiv	16,10%	5,579	1,098	17,69
		JAR	52,54%	6,677		
		zu wenig intensiv	31,36%	5,703		
	Festigkeit	zu fest	35,59%	5,119	1,799	64,03
		JAR	51,69%	6,918		
		zu weich	12,71%	6,267		
	Saftigkeit	zu wenig saftig	44,07%	5,385	1,743	76,80
JAR		46,61%	7,127			
zu saftig		9,32%	5,364	1,764		

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 3	Grillgeschmack	zu intensiv	5,93%	5,429	1,443	8,56
		JAR	59,32%	6,871		
		zu wenig intensiv	34,75%	5,317		
	aromatischer Lachs geschmack	zu intensiv	18,64%	4,909	2,025	37,76
		JAR	51,69%	6,934		
		zu wenig intensiv	29,66%	5,886		
	Festigkeit	zu fest	38,98%	5,457	1,387	54,08
		JAR	54,24%	6,844		
		zu weich	6,78%	6,000		
	Saftigkeit	zu wenig saftig	52,54%	5,629	1,350	70,92
JAR		39,83%	6,979			
zu saftig		7,63%	6,667	0,312		

Tab. A29: Berechnung der Strafpunkte: Gegrillter Lachs_ungelagert (Fortsetzung)

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 4	Grillgeschmack	zu intensiv	10,17%	6,167	1,140	11,59
		JAR	52,54%	7,306		
		zu wenig intensiv	37,29%	5,455	1,852	69,05
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	12,71%	5,933	1,000	12,71
		JAR	50,85%	6,933		
		zu wenig intensiv	36,44%	6,093	0,840	30,62
	Festigkeit	zu fest	31,36%	5,676	1,265	39,65
		JAR	56,78%	6,940		
		zu weich	11,86%	6,571	0,369	4,38
	Saftigkeit	zu wenig saftig	40,68%	5,875	1,176	47,83
JAR		50,00%	7,051			
zu saftig		9,32%	6,273	0,778	7,25	

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 5	Grillgeschmack	zu intensiv	13,56%	6,000	0,745	10,11
		JAR	46,61%	6,745		
		zu wenig intensiv	39,83%	5,638	1,107	44,10
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	12,71%	5,200	1,383	17,58
		JAR	40,68%	6,583		
		zu wenig intensiv	46,61%	6,145	0,438	20,41
	Festigkeit	zu fest	38,98%	5,804	0,792	30,89
		JAR	52,54%	6,597		
		zu weich	8,47%	5,600	0,997	8,45
	Saftigkeit	zu wenig saftig	50,00%	5,746	1,152	57,61
JAR		41,53%	6,898			
zu saftig		8,47%	5,500	1,398	11,85	

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 6	Grillgeschmack	zu intensiv	8,47%	6,400	0,502	4,25
		JAR	43,22%	6,902		
		zu wenig intensiv	48,31%	5,228	1,674	80,86
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	21,19%	5,160	1,911	40,50
		JAR	35,59%	7,071		
		zu wenig intensiv	43,22%	5,647	1,424	61,56
	Festigkeit	zu fest	41,53%	5,245	1,535	63,73
		JAR	50,00%	6,780		
		zu weich	8,47%	5,700	1,080	9,15
	Saftigkeit	zu wenig saftig	56,78%	5,328	1,769	100,45
JAR		34,75%	7,098			
zu saftig		8,47%	6,600	0,498	4,22	

Tab. A30: Berechnung der Strafpunkte: Gegrillter Lachs_6 Monate gelagert

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 1	Farbe im Inneren	zu dunkel	3,03%	7,500	-0,500	- 1,52
		JAR	51,52%	7,000		
		zu hell	45,45%	6,233	0,767	34,85
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	13,64%	6,444	0,878	11,97
		JAR	46,97%	7,323		
		zu wenig intensiv	39,39%	5,962	1,361	53,62
	Grillgeschmack	zu intensiv	16,67%	5,455	1,688	28,14
		JAR	42,42%	7,143		
		zu wenig intensiv	40,91%	6,667	0,476	19,48
	Festigkeit	zu fest	36,36%	5,958	1,096	39,84
		JAR	56,06%	7,054		
		zu weich	7,58%	7,200	-0,146	-1,11
	Saftigkeit	zu wenig saftig	53,03%	6,057	1,443	76,52
		JAR	39,39%	7,500		
zu saftig		7,58%	6,600	0,900	6,82	
ölige Textur	zu ölig	15,15%	6,700	0,706	10,70	
	JAR	48,48%	7,406			
	zu wenig ölig	36,36%	5,667	1,740	63,26	

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 2	Farbe im Inneren	zu dunkel	6,06%	6,750	0,327	1,98
		JAR	59,09%	7,077		
		zu hell	34,85%	5,913	1,164	40,56
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	13,64%	5,333	2,108	28,74
		JAR	51,52%	7,441		
		zu wenig intensiv	34,85%	6,000	1,441	50,22
	Grillgeschmack	zu intensiv	10,61%	5,857	1,384	14,68
		JAR	43,94%	7,241		
		zu wenig intensiv	45,45%	6,267	0,975	44,31
	Festigkeit	zu fest	28,79%	6,368	0,757	21,78
		JAR	60,61%	7,125		
		zu weich	10,61%	4,714	2,411	25,57
	Saftigkeit	zu wenig saftig	25,76%	5,941	1,427	36,76
		JAR	57,58%	7,368		
zu saftig		16,67%	5,273	2,096	34,93	
ölige Textur	zu ölig	25,76%	5,941	1,190	30,66	
	JAR	57,58%	7,132			
	zu wenig ölig	16,67%	6,091	1,041	17,34	

Tab. A30: Berechnung der Strafpunkte: Gegrillter Lachs_6 Monate gelagert (Fortsetzung 1)

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 3	Farbe im Inneren	zu dunkel	1,52%	7,000	-0,037	-0,06
		JAR	40,91%	6,963		
		zu hell	57,58%	6,368	0,595	34,23
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	19,70%	6,462	0,710	13,98
		JAR	53,03%	7,171		
		zu wenig intensiv	27,27%	5,667	1,505	41,04
	Grillgeschmack	zu intensiv	18,18%	5,417	1,825	33,18
		JAR	43,94%	7,241		
		zu wenig intensiv	37,88%	6,480	0,761	28,84
	Festigkeit	zu fest	28,79%	6,526	0,195	5,60
		JAR	65,15%	6,721		
		zu weich	6,06%	6,000	0,721	4,37
	Saftigkeit	zu wenig saftig	45,45%	6,200	0,900	40,91
		JAR	45,45%	7,100		
zu saftig		9,09%	6,333	0,767	6,97	
ölige Textur	zu ölig	30,30%	6,250	0,950	28,79	
	JAR	45,45%	7,200			
	zu wenig ölig	24,24%	6,000	1,200	29,09	

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 4	Farbe im Inneren	zu dunkel	1,52%	7,000	-0,219	-0,33
		JAR	48,48%	6,781		
		zu hell	50,00%	6,576	0,205	10,27
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	12,12%	7,375	-0,175	-2,12
		JAR	60,61%	7,200		
		zu wenig intensiv	27,27%	5,222	1,978	53,94
	Grillgeschmack	zu intensiv	12,12%	5,000	2,364	28,65
		JAR	50,00%	7,364		
		zu wenig intensiv	37,88%	6,320	1,044	39,53
	Festigkeit	zu fest	53,03%	6,229	0,965	51,17
		JAR	46,97%	7,194		
		zu weich	0,00%			-
	Saftigkeit	zu wenig saftig	54,55%	6,306	1,054	57,52
		JAR	37,88%	7,360		
zu saftig		7,58%	6,000	1,360	10,30	
ölige Textur	zu ölig	15,15%	6,500	0,618	9,36	
	JAR	51,52%	7,118			
	zu wenig ölig	33,33%	6,091	1,027	34,22	

Tab. A30: Berechnung der Strafpunkte: Gegrillter Lachs_6 Monate gelagert (Fortsetzung 2)

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 5	Farbe im Inneren	zu dunkel	6,06%	7,000	-0,167	-1,01
		JAR	45,45%	6,833		
		zu hell	48,48%	5,750	1,083	52,53
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	13,64%	6,556	0,337	4,60
		JAR	42,42%	6,893		
		zu wenig intensiv	43,94%	5,690	1,203	52,87
	Grillgeschmack	zu intensiv	18,18%	6,167	0,790	14,36
		JAR	34,85%	6,957		
		zu wenig intensiv	46,97%	5,903	1,053	49,47
	Festigkeit	zu fest	46,97%	6,290	-0,048	-2,25
		JAR	50,00%	6,242		
		zu weich	3,03%	8,000	-1,758	-5,33
	Saftigkeit	zu wenig saftig	39,39%	6,077	0,209	8,23
		JAR	42,42%	6,286		
zu saftig		18,18%	6,917	-0,631	-11,47	
ölige Textur	zu ölig	21,21%	6,143	0,457	9,70	
	JAR	45,45%	6,600			
	zu wenig ölig	33,33%	6,045	0,555	18,48	

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 6	Farbe im Inneren	zu dunkel	3,03%	7,500	-0,569	-1,72
		JAR	43,94%	6,931		
		zu hell	53,03%	6,229	0,702	37,25
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	6,06%	6,000	0,938	5,68
		JAR	48,48%	6,938		
		zu wenig intensiv	45,45%	6,267	0,671	30,49
	Grillgeschmack	zu intensiv	12,12%	6,875	-0,518	-6,28
		JAR	42,42%	6,357		
		zu wenig intensiv	45,45%	6,700	-0,343	-15,58
	Festigkeit	zu fest	30,30%	5,700	1,375	41,67
		JAR	60,61%	7,075		
		zu weich	9,09%	6,167	0,908	8,26
	Saftigkeit	zu wenig saftig	36,36%	6,583	0,217	7,88
		JAR	45,45%	6,800		
zu saftig		18,18%	6,000	0,800	14,55	
ölige Textur	zu ölig	22,73%	6,533	0,351	7,98	
	JAR	39,39%	6,885			
	zu wenig ölig	37,88%	6,280	0,605	22,90	

Tab. A31: Berechnung der Strafpunkte: Gegrillter Lachs_ 12 Monate gelagert

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 1	Farbe im Inneren	zu dunkel	0,00%			0
		JAR	53,23%	6,818		
		zu hell	46,77%	6,172	0,646	30,21
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	22,58%	5,929	1,136	25,65
		JAR	50,00%	7,065		
		zu wenig intensiv	27,42%	6,000	1,065	29,19
	Grillgeschmack	zu intensiv	19,35%	5,917	1,117	21,61
		JAR	48,39%	7,033		
		zu wenig intensiv	32,26%	6,100	0,933	30,11
	Festigkeit	zu fest	33,87%	6,000	0,969	32,81
		JAR	51,61%	6,969		
		zu weich	14,52%	6,111	0,858	12,45
	Saftigkeit	zu wenig saftig	40,32%	6,200	0,877	35,36
		JAR	41,94%	7,077		
zu saftig		17,74%	5,909	1,168	20,72	
ölige Textur	zu ölig	37,10%	6,609	0,169	6,27	
	JAR	43,55%	6,778			
	zu wenig ölig	19,35%	5,750	1,028	19,89	

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 2	Farbe im Inneren	zu dunkel	8,06%	7,400	0,057	0,46
		JAR	56,45%	7,457		
		zu hell	35,48%	6,364	1,094	38,80
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	8,06%	6,800	0,728	5,87
		JAR	58,06%	7,528		
		zu wenig intensiv	33,87%	6,333	1,194	40,46
	Grillgeschmack	zu intensiv	9,68%	6,667	0,892	8,63
		JAR	54,84%	7,559		
		zu wenig intensiv	35,48%	6,409	1,150	40,80
	Festigkeit	zu fest	33,87%	6,905	0,393	13,30
		JAR	59,68%	7,297		
		zu weich	6,45%	5,750	1,547	9,98
	Saftigkeit	zu wenig saftig	45,16%	6,464	1,102	49,78
		JAR	48,39%	7,567		
zu saftig		6,45%	7,500	0,067	0,43	
ölige Textur	zu ölig	22,58%	7,214	0,301	6,79	
	JAR	53,23%	7,515			
	zu wenig ölig	24,19%	5,933	1,582	38,27	

Tab. A31: Berechnung der Strafpunkte: Gegrillter Lachs_ 12 Monate gelagert (Fortsetzung 1)

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 3	Farbe im Inneren	zu dunkel	3,23%	6,500	0,726	2,34
		JAR	50,00%	7,226		
		zu hell	46,77%	6,517	0,709	33,14
		JAR				
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	14,52%	6,667	0,819	11,89
		JAR	56,45%	7,486		
		zu wenig intensiv	29,03%	5,778	1,708	49,59
	Grillgeschmack	zu intensiv	14,52%	6,778	0,657	9,54
		JAR	37,10%	7,435		
		zu wenig intensiv	48,39%	6,467	0,968	46,84
	Festigkeit	zu fest	41,94%	6,385	0,918	38,51
		JAR	53,23%	7,303		
		zu weich	4,84%	6,333	0,970	4,69
	Saftigkeit	zu wenig saftig	48,39%	6,467	1,072	51,86
JAR		41,94%	7,538			
zu saftig		9,68%	6,000	1,538	14,89	
ölige Textur	zu ölig	20,97%	6,923	0,185	3,88	
	JAR	59,68%	7,108			
	zu wenig ölig	19,35%	6,083	1,025	19,83	

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 4	Farbe im Inneren	zu dunkel	4,84%	6,333	0,944	4,57
		JAR	58,06%	7,278		
		zu hell	37,10%	5,783	1,495	55,47
		JAR				
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	20,97%	6,923	0,177	3,71
		JAR	48,39%	7,100		
		zu wenig intensiv	30,65%	5,842	1,258	38,55
	Grillgeschmack	zu intensiv	9,68%	7,667	-0,805	-7,79
		JAR	46,77%	6,862		
		zu wenig intensiv	43,55%	6,259	0,603	26,25
	Festigkeit	zu fest	45,16%	6,250	1,009	45,58
		JAR	43,55%	7,259		
		zu weich	11,29%	6,143	1,116	12,60
	Saftigkeit	zu wenig saftig	46,77%	6,241	1,080	50,52
JAR		45,16%	7,321			
zu saftig		8,06%	5,600	1,721	13,88	
ölige Textur	zu ölig	22,58%	6,714	0,379	8,57	
	JAR	51,61%	7,094			
	zu wenig ölig	25,81%	5,813	1,281	33,06	

Tab. A31: Berechnung der Strafpunkte: Gegrillter Lachs_ 12 Monate gelagert (Fortsetzung 2)

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 5	Farbe im Inneren	zu dunkel	6,45%	4,750	2,083	13,44
		JAR	38,71%	6,833		
		zu hell	54,84%	6,382	0,451	24,73
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	16,13%	5,100	2,126	34,29
		JAR	50,00%	7,226		
		zu wenig intensiv	33,87%	5,952	1,273	43,13
	Grillgeschmack	zu intensiv	14,52%	5,222	1,978	28,71
		JAR	48,39%	7,200		
		zu wenig intensiv	37,10%	5,957	1,243	46,13
	Festigkeit	zu fest	33,87%	5,476	1,711	57,96
		JAR	51,61%	7,188		
		zu weich	14,52%	6,111	1,076	15,63
	Saftigkeit	zu wenig saftig	33,87%	5,905	0,810	27,42
		JAR	56,45%	6,714		
zu saftig		9,68%	6,833	-0,119	-1,15	
ölige Textur	zu ölig	20,97%	6,538	0,433	9,08	
	JAR	56,45%	6,971			
	zu wenig ölig	22,58%	5,071	1,900	42,90	

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 6	Farbe im Inneren	zu dunkel	8,06%	5,600	1,605	12,94
		JAR	62,90%	7,205		
		zu hell	29,03%	6,111	1,094	31,76
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	11,29%	6,286	0,887	10,01
		JAR	46,77%	7,172		
		zu wenig intensiv	41,94%	6,423	0,749	31,42
	Grillgeschmack	zu intensiv	11,29%	6,143	1,097	12,39
		JAR	40,32%	7,240		
		zu wenig intensiv	48,39%	6,500	0,740	35,81
	Festigkeit	zu fest	38,71%	6,125	1,051	40,70
		JAR	54,84%	7,176		
		zu weich	6,45%	7,000	0,176	1,14
	Saftigkeit	zu wenig saftig	41,94%	6,231	1,234	51,73
		JAR	45,16%	7,464		
zu saftig		12,90%	6,000	1,464	18,89	
ölige Textur	zu ölig	24,19%	6,200	1,219	29,50	
	JAR	50,00%	7,419			
	zu wenig ölig	25,81%	6,000	1,419	36,63	

Berechnung Penalty Analyse: Geräucherter Lachs

Tab. A32: Berechnung der Strafpunkte: Geräucherter Lachs_ungelagert

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 1	Raucharoma	zu rauchig	6,56%	3,500	2,885	18,92
		JAR	42,62%	6,385		
		zu wenig intensiv	50,82%	5,548		
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	11,48%	5,000	1,565	17,96
		JAR	37,70%	6,565		
		zu wenig intensiv	50,82%	5,355		
	Festigkeit	zu fest	16,39%	6,400	-0,400	-6,56
		JAR	52,46%	6,000		
		zu weich	31,15%	5,053		
	Öligkeit	zu ölig	39,34%	5,792	0,295	11,62
JAR		37,70%	6,087			
zu wenig ölig		22,95%	5,214	0,873		

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 2	Raucharoma	zu rauchig	6,56%	5,000	1,682	11,03
		JAR	36,07%	6,682		
		zu wenig intensiv	57,38%	5,029		
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	13,11%	4,375	2,385	31,28
		JAR	40,98%	6,760		
		zu wenig intensiv	45,90%	4,964		
	Festigkeit	zu fest	11,48%	6,571	-0,571	-6,56
		JAR	47,54%	6,000		
		zu weich	40,98%	4,920		
	Öligkeit	zu ölig	40,98%	4,960	1,431	58,66
JAR		37,70%	6,391			
zu wenig ölig		21,31%	5,538	0,853		

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 3	Raucharoma	zu rauchig	9,84%	4,333	2,111	20,77
		JAR	44,26%	6,444		
		zu wenig intensiv	45,90%	5,286		
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	16,39%	4,400	2,415	39,59
		JAR	44,26%	6,815		
		zu wenig intensiv	39,34%	5,000		
	Festigkeit	zu fest	18,03%	6,091	-0,056	-1,02
		JAR	47,54%	6,034		
		zu weich	34,43%	5,048		
	Öligkeit	zu ölig	42,62%	5,346	0,574	24,46
JAR		40,98%	5,920			
zu wenig ölig		16,39%	6,100	-0,180		

Tab. A32: Berechnung der Strafpunkte: Geräucherter Lachs_ungelagert (Fortsetzung)

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 4	Raucharoma	zu rauchig	16,39%	6,900	-0,438	-7,19
		JAR	42,62%	6,462		
		zu wenig intensiv	40,98%	5,680	0,782	32,03
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	18,03%	6,727	0,013	0,24
		JAR	44,26%	6,741		
		zu wenig intensiv	37,70%	5,348	1,393	52,52
	Festigkeit	zu fest	13,11%	7,250	-0,483	-6,34
		JAR	49,18%	6,767		
		zu weich	37,70%	5,130	1,636	61,69
	Öligkeit	zu ölig	34,43%	5,571	1,394	47,99
JAR		47,54%	6,966			
zu wenig ölig		18,03%	5,455	1,511	27,25	

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 5	Raucharoma	zu rauchig	11,48%	4,857	0,870	9,99
		JAR	36,07%	5,727		
		zu wenig intensiv	52,46%	5,500	0,227	11,92
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	14,75%	5,222	1,254	18,50
		JAR	34,43%	6,476		
		zu wenig intensiv	50,82%	4,935	1,541	78,30
	Festigkeit	zu fest	16,39%	6,500	-0,692	-11,35
		JAR	42,62%	5,808		
		zu weich	40,98%	4,800	1,008	41,30
	Öligkeit	zu ölig	52,46%	5,531	0,311	16,31
JAR		31,15%	5,842			
zu wenig ölig		16,39%	4,800	1,042	17,08	

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 6	Raucharoma	zu rauchig	4,92%	4,333	2,500	12,30
		JAR	49,18%	6,833		
		zu wenig intensiv	45,90%	5,143	1,690	77,60
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	18,03%	4,818	2,605	46,97
		JAR	42,62%	7,423		
		zu wenig intensiv	39,34%	4,833	2,590	101,89
	Festigkeit	zu fest	8,20%	6,000	0,500	4,10
		JAR	52,46%	6,500		
		zu weich	39,34%	5,167	1,333	52,46
	Öligkeit	zu ölig	32,79%	5,400	0,923	30,25
JAR		50,82%	6,323			
zu wenig ölig		16,39%	5,800	0,523	8,57	

Tab. A33: Berechnung der Strafpunkte: Geräucherter Lachs_6 Monate gelagert

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 1	Farbe	zu dunkel	11,76%	4,750	1,884	22,17
		JAR	60,29%	6,634		
		zu hell	27,94%	5,105	1,529	42,72
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	29,41%	5,550	1,363	40,09
		JAR	33,82%	6,913		
		zu wenig intensiv	36,76%	5,480	1,433	52,69
	Raucharoma	zu rauchig	20,59%	5,929	0,921	18,97
		JAR	29,41%	6,850		
		zu wenig intensiv	50,00%	5,500	1,350	67,50
	Festigkeit	zu fest	10,29%	4,571	2,429	25,00
		JAR	35,29%	7,000		
		zu weich	54,41%	5,595	1,405	76,47
Öligkeit	zu ölig	39,71%	5,037	1,811	71,93	
	JAR	48,53%	6,848			
	zu wenig ölig	11,76%	5,625	1,223	14,39	
Diät 2	Farbe	zu dunkel	25,00%	5,588	1,412	35,29
		JAR	60,29%	7,000		
		zu hell	14,71%	5,400	1,600	23,53
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	20,59%	5,643	1,500	30,88
		JAR	41,18%	7,143		
		zu wenig intensiv	38,24%	6,038	1,104	42,23
	Raucharoma	zu rauchig	14,71%	5,800	0,854	12,56
		JAR	38,24%	6,654		
		zu wenig intensiv	47,06%	6,406	0,248	11,65
	Festigkeit	zu fest	7,35%	4,200	2,985	21,95
		JAR	39,71%	7,185		
		zu weich	52,94%	6,139	1,046	55,39
Öligkeit	zu ölig	35,29%	5,500	1,435	50,66	
	JAR	45,59%	6,935			
	zu wenig ölig	19,12%	6,846	0,089	1,71	
Diät 3	Farbe	zu dunkel	14,71%	6,600	0,114	1,68
		JAR	51,47%	6,714		
		zu hell	33,82%	5,957	0,758	25,63
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	13,24%	6,333	0,549	7,27
		JAR	50,00%	6,882		
		zu wenig intensiv	36,76%	5,880	1,002	36,85
	Raucharoma	zu rauchig	4,41%	6,667	0,449	1,98
		JAR	38,24%	7,115		
		zu wenig intensiv	57,35%	5,974	1,141	65,44
	Festigkeit	zu fest	7,35%	7,000	-0,158	-1,16
		JAR	55,88%	6,842		
		zu weich	36,76%	5,720	1,122	41,25
Öligkeit	zu ölig	36,76%	6,280	0,426	15,66	
	JAR	50,00%	6,706			
	zu wenig ölig	13,24%	5,889	0,817	10,81	

Tab. A33: Berechnung der Strafpunkte: Geräucherter Lachs_6 Monate gelagert (Fortsetzung)

	Variable	Niveau	%	Mittelwert Akzeptanz	Effekt am Mittelwert	Penalties
Diät 4	Farbe	zu dunkel	17,65%	6,333	0,467	8,24
		JAR	58,82%	6,800		
		zu hell	23,53%	5,563	1,238	29,12
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	23,53%	6,125	1,394	32,79
		JAR	39,71%	7,519		
		zu wenig intensiv	36,76%	5,440	2,079	76,42
	Raucharoma	zu rauchig	19,12%	6,308	1,147	21,93
		JAR	32,35%	7,455		
		zu wenig intensiv	48,53%	5,788	1,667	80,88
	Festigkeit	zu fest	7,35%	7,600	-0,207	-1,52
		JAR	41,18%	7,393		
		zu weich	51,47%	5,486	1,907	98,16
Öligkeit	zu ölig	35,29%	5,833	0,950	33,55	
	JAR	54,41%	6,784			
	zu wenig ölig	10,29%	6,571	0,212	2,19	
Diät 5	Farbe	zu dunkel	13,24%	6,444	0,338	4,48
		JAR	67,65%	6,783		
		zu hell	19,12%	4,615	2,167	41,43
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	25,00%	5,588	1,828	45,71
		JAR	35,29%	7,417		
		zu wenig intensiv	39,71%	5,815	1,602	63,60
	Raucharoma	zu rauchig	5,88%	6,750	0,217	1,27
		JAR	44,12%	6,967		
		zu wenig intensiv	50,00%	5,706	1,261	63,04
	Festigkeit	zu fest	7,35%	5,200	2,193	16,12
		JAR	41,18%	7,393		
		zu weich	51,47%	5,629	1,764	90,81
Öligkeit	zu ölig	55,88%	6,105	1,295	72,35	
	JAR	29,41%	7,400			
	zu wenig ölig	14,71%	5,000	2,400	35,29	
Diät 6	Farbe	zu dunkel	14,71%	6,500	0,810	11,90
		JAR	61,76%	7,310		
		zu hell	23,53%	5,125	2,185	51,40
	aromatischer Lachsgeschmack	zu intensiv	17,65%	6,250	1,536	27,10
		JAR	41,18%	7,786		
		zu wenig intensiv	41,18%	5,750	2,036	83,82
	Raucharoma	zu rauchig	5,88%	5,000	2,607	15,34
		JAR	41,18%	7,607		
		zu wenig intensiv	52,94%	6,139	1,468	77,73
	Festigkeit	zu fest	7,35%	4,800	2,610	19,19
		JAR	57,35%	7,410		
		zu weich	35,29%	5,875	1,535	54,19
Öligkeit	zu ölig	25,00%	5,529	1,834	45,86	
	JAR	64,71%	7,364			
	zu wenig ölig	10,29%	5,143	2,221	22,86	

A7 Preference Mapping: Berechnung der Faktorladungen

Tab. A34: Faktorladungen der Produkte: Gedünstet_ungelagert

Produkte	Achse 1	Achse 2
DIET 1	-0,48	0,46
DIET 2	-0,95	-0,00
DIET 3	-0,26	-0,85
DIET 4	0,77	-0,27
DIET 5	0,15	0,61
DIET 6	0,77	0,17

Tab. A35: Faktorladungen der sensorischen Attribute: Gedünstet_ungelagert

Attribute	Achse 1	Achse 2
Ge Fischöl	-0,90	-0,10
Ge Rapsöl	0,77	0,35
Ge balsamisch	0,92	0,09
Ge buttrig	0,23	0,34
Ge gekochte Kartoffeln	0,20	0,68
Ge metallisch	-0,41	-0,50
Ge erdig	-0,19	0,25
Ge säuerlich	-0,92	0,03
Ge hefig	0,80	0,07
Ge fischig	-0,99	0,10
Ge Seegeruch	-0,95	0,00
Ge tranig	-0,95	0,24
Gm Fischöl	-0,93	-0,06
Gm Rapsöl	0,85	0,16
Gm balsamisch	0,65	0,44
Gm buttrig	-0,55	0,69
Gm karamellartig	0,07	0,61
Gm Hühnchenbrust	0,97	-0,02
Gm salzig	0,29	0,90
Gm bitter	-0,61	0,52
Gm metallisch	-0,57	0,15
Gm erdig	-0,33	-0,48
Gm ölig	-0,89	0,37
Gm sauer	0,27	0,61
Gm fischig	-0,79	-0,59
Gm Seegeschmack	-0,89	-0,42
Gm tranig	-0,58	-0,74

Tab. A36: Faktorladungen der Produkte: Gedünstet_6 Monate gelagert

Produkte	Achse 1	Achse 2
DIET 1	0,81	0,22
DIET 2	0,05	-0,38
DIET 3	0,78	-0,16
DIET 4	-0,66	-0,51
DIET 5	-0,53	-0,23
DIET 6	-0,48	0,85

Tab. A37: Faktorladungen der sensorischen Attribute: Gedünstet_6 Monate gelagert

Attribute	Achse 1	Achse 2
Ge Fischöl	0,54	-0,46
Ge Rapsöl	0,68	-0,07
Ge balsamisch	-0,97	-0,13
Ge buttrig	-0,86	0,33
Ge gekochte Kartoffeln	-0,02	0,26
Ge metallisch	0,65	0,42
Ge erdig	0,83	0,32
Ge säuerlich	0,71	-0,24
Ge hefig	-0,54	0,62
Ge fischig	0,89	-0,27
Ge Seegeruch	0,19	0,22
Ge tranig	0,83	0,27
Gm Fischöl	0,65	-0,37
Gm Rapsöl	-0,57	0,25
Gm balsamisch	-0,85	-0,02
Gm buttrig	-0,45	-0,78
Gm karamellartig	-0,27	-0,71
Gm Hühnchenbrust	-0,48	0,83
Gm salzig	-0,18	-0,85
Gm bitter	0,15	0,87
Gm metallisch	0,25	0,78
Gm erdig	-0,56	-0,39
Gm ölig	0,08	-0,53
Gm sauer	0,12	0,96
Gm fischig	0,75	-0,20
Gm Seegeschmack	-0,39	-0,31
Gm tranig	0,87	0,10

Tab. A38: Faktorladungen der Produkte: Gedünstet_12 Monate gelagert

Produkte	Achse 1	Achse 2
DIET 1	-0,78	-0,33
DIET 2	-0,41	-0,54
DIET 3	-0,45	-0,09
DIET 4	-0,36	0,69
DIET 5	0,42	0,74
DIET 6	0,95	-0,26

Tab. A39: Faktorladungen der sensorischen Attribute: Gedünstet_12 Monate gelagert

Attribute	Achse 1	Achse 2
Ge Fischöl	-0,91	-0,30
Ge Rapsöl	0,87	0,17
Ge balsamisch	0,85	0,40
Ge buttrig	0,75	-0,16
Ge gekochte Kartoffeln	0,75	0,56
Ge metallisch	-0,82	-0,36
Ge erdig	-0,68	0,31
Ge säuerlich	-0,73	0,04
Ge hefig	0,27	-0,85
Ge fischig	-0,83	-0,47
Ge Seegeruch	-0,71	-0,55
Ge tranig	-0,89	-0,37
Gm Fischöl	-0,92	-0,26
Gm Rapsöl	0,93	0,12
Gm balsamisch	0,88	-0,42
Gm buttrig	0,42	-0,05
Gm karamellartig	0,22	-0,93
Gm Hühnchenbrust	0,39	0,85
Gm salzig	-0,45	-0,13
Gm bitter	-0,70	-0,23
Gm metallisch	-0,86	0,29
Gm erdig	-0,81	0,36
Gm ölig	0,63	-0,75
Gm sauer	-0,21	0,18
Gm fischig	-0,91	-0,24
Gm Seegeschmack	-0,92	-0,29
Gm tranig	-0,90	-0,30

Tab. A40: Faktorladungen der Produkte: Gebrillt_ungelagert

Produkte	Achse 1	Achse 2
DIET 1	-0,83	0,09
DIET 2	-0,41	-0,44
DIET 3	-0,59	-0,16
DIET 4	0,48	-0,51
DIET 5	0,06	0,94
DIET 6	0,94	-0,00

Tab. A41: Faktorladungen der sensorischen Attribute: Gebrillt_ungelagert

Attribute	Achse 1	Achse 2
Ge Fischöl	-0,53	-0,68
Ge Rapsöl	0,82	0,41
Ge Seegeruch	-0,83	0,17
Ge fischig	-0,26	-0,34
Ge tranig	0,01	-0,29
Ge säuerlich	-0,35	0,08
Ge Grillaroma	0,97	-0,18
Ge balsamisch	-0,35	0,48
Ge buttrig	0,01	0,83
Gm Fischöl	-0,78	-0,57
Gm Rapsöl	0,74	0,62
Gm Seegeschmack	-0,93	0,29
Gm fischig	-0,94	0,29
Gm tranig	-0,82	-0,16
Gm bitter	0,73	0,44
Gm metallisch	-0,27	0,82
Gm erdig	-0,73	0,57
Gm Grillgeschmack	0,94	-0,26
Gm balsamisch	-0,70	0,41
Gm buttrig	-0,01	0,79
Gm karamellartig	0,36	-0,51
Gm Hühnchen	0,97	0,17
Gm salzig	-0,69	-0,55
Gm ölig	-0,86	-0,13
Gm sauer	-0,42	0,76

Tab. A42: Faktorladungen der Produkte: Gebrillt_6 Monate gelagert

Produkte	Achse 1	Achse 2
DIET 1	-0,50	0,67
DIET 2	-0,86	-0,04
DIET 3	-0,42	-0,35
DIET 4	0,77	0,36
DIET 5	0,90	-0,24
DIET 6	-0,56	-0,34

Tab. A43: Faktorladungen der sensorischen Attribute: Gebrillt_6 Monate gelagert

Attribute	Achse 1	Achse 2
Ge Fischöl	-0,25	-0,24
Ge Rapsöl	-0,17	-0,67
Ge Seegeruch	-0,42	-0,46
Ge fischig	-0,56	-0,73
Ge tranig	-0,87	-0,10
Ge säuerlich	-0,75	-0,38
Ge Grillaroma	-0,74	0,04
Ge balsamisch	-0,92	-0,18
Ge buttrig	-0,93	-0,20
Gm Fischöl	-0,76	0,55
Gm Rapsöl	0,15	-0,76
Gm Seegeschmack	-0,54	0,53
Gm fischig	-0,95	0,04
Gm tranig	-0,85	0,07
Gm bitter	-0,97	0,13
Gm metallisch	-0,62	0,53
Gm erdig	-0,76	0,45
Gm Grillgeschmack	-0,89	-0,36
Gm balsamisch	-0,97	-0,05
Gm buttrig	-0,85	0,04
Gm karamellartig	-0,81	-0,54
Gm Hühnchen	-0,95	0,18
Gm salzig	-0,98	0,03
Gm ölig	-0,98	-0,03
Gm sauer	-0,31	0,18

Tab. A44: Faktorladungen der Produkte: Ge grillt_12 Monate gelagert

Produkte	Achse 1	Achse 2
DIET 1	-0,85	-0,43
DIET 2	-0,60	0,78
DIET 3	0,03	-0,54
DIET 4	0,66	0,04
DIET 5	0,56	0,10
DIET 6	0,62	-0,00

Tab. A45: Faktorladungen der sensorischen Attribute: Ge grillt_12 Monate gelagert

Attribute	Achse 1	Achse 2
Ge Fischöl	-0,85	-0,22
Ge Rapsöl	0,71	0,12
Ge Seegeruch	-0,76	-0,35
Ge fischig	-0,82	-0,33
Ge tranig	-0,72	-0,36
Ge säuerlich	-0,86	0,01
Ge Grillaroma	-0,42	0,57
Ge balsamisch	0,66	0,32
Ge buttrig	-0,03	0,62
Gm Fischöl	-0,95	-0,02
Gm Rapsöl	0,90	0,08
Gm Seegeschmack	-0,90	0,30
Gm fischig	-0,90	-0,38
Gm tranig	-0,90	-0,36
Gm bitter	-0,24	-0,63
Gm metallisch	-0,49	0,86
Gm erdig	0,66	-0,33
Gm Grillgeschmack	0,46	-0,37
Gm balsamisch	0,11	0,96
Gm buttrig	-0,25	0,93
Gm karamellartig	0,01	0,66
Gm Hühnchen	0,07	-0,43
Gm salzig	0,56	0,28
Gm ölig	-0,25	0,50
Gm sauer	0,40	-0,53

Tab. A46: Faktorladungen der Produkte: Geräuchert_ungelagert

Produkte	Achse 1	Achse 2
DIET 1	0,38	0,84
DIET 2	0,47	-0,55
DIET 3	0,67	-0,13
DIET 4	0,16	-0,13
DIET 5	-0,79	0,26
DIET 6	-0,77	-0,11

Tab. A47: Faktorladungen der sensorischen Attribute: Geräuchert_ungelagert

Attribute	Achse 1	Achse 2
Ge fischig	0,57	-0,42
Ge Fischöl	0,95	-0,19
Ge Rapsöl	-0,63	0,57
Ge Seegeruch	0,22	-0,86
Ge tranig	0,62	-0,19
Ge erdig	-0,61	-0,22
Ge säuerlich	0,44	0,38
Ge buttrig	-0,57	0,21
Ge metallisch	0,57	-0,64
Ge ölig	0,12	0,33
Ge holzig	-0,85	-0,35
Ge Raucharoma	-0,72	-0,61
Ge hefig	0,14	0,36
Ge balsamisch	-0,17	-0,04
Gm Nachgeschmack	0,99	-0,09
Gm Fischöl	0,83	0,00
Gm Rapsöl	-0,98	-0,04
Gm salzig	-0,33	-0,52
Gm metallisch	0,56	-0,55
Gm erdig	-0,02	-0,48
Gm balsamisch	-0,48	0,70
Gm sauer	0,22	0,70
Gm ölig	-0,48	-0,69
Gm tranig	0,34	-0,87
Gm buttrig	0,53	0,63
Gm bitter	0,90	0,26
Gm seifig	0,24	-0,48
Gm fischig	0,88	0,19
Gm Raucharoma	-0,91	0,06
Gm holzig	-0,93	-0,03

Tab. A48: Faktorladungen der Produkte: Geräuchert_6 Monate gelagert

Produkte	Achse 1	Achse 2
DIET 1	0,76	-0,56
DIET 2	-0,33	-0,18
DIET 3	0,62	0,73
DIET 4	0,09	0,10
DIET 5	-0,64	-0,48
DIET 6	-0,73	0,13

Tab. A49: Faktorladungen der sensorischen Attribute: Geräuchert_6 Monate gelagert

Attribute	Achse 1	Achse 2
Ge fischig	0,62	-0,36
Ge Fischöl	0,85	-0,50
Ge Rapsöl	-0,84	-0,25
Ge Seegeruch	0,79	-0,48
Ge tranig	-0,10	-0,94
Ge erdig	0,76	-0,11
Ge säuerlich	0,32	-0,85
Ge buttrig	0,64	0,38
Ge metallisch	-0,57	-0,73
Ge ölig	0,07	0,30
Ge holzig	0,56	0,64
Ge Raucharoma	0,69	0,68
Ge hefig	-0,67	-0,15
Ge balsamisch	-0,85	-0,06
Gm Nachgeschmack	-0,34	-0,13
Gm Fischöl	0,41	-0,00
Gm Rapsöl	-0,51	0,76
Gm salzig	-0,32	0,04
Gm metallisch	0,70	-0,23
Gm erdig	-0,65	-0,08
Gm balsamisch	-0,66	0,62
Gm sauer	-0,80	-0,15
Gm ölig	0,32	0,64
Gm tranig	0,09	-0,70
Gm buttrig	0,81	0,23
Gm bitter	-0,47	-0,80
Gm seifig	-0,57	0,01
Gm fischig	0,46	-0,68
Gm Raucharoma	0,67	0,03
Gm holzig	0,86	-0,27

A8 Free Choice Profiling: Berechnung des Permutationstests

Ermittelt der Permutationstest (nach Wakeling et al., 1992) eine kleinere Varianz der Originaldaten als die der permutierten Daten, so weisen die Daten eine zufällige Struktur auf und sind nicht signifikant.

Tab. A50: Permutationstest: Gedünsteter Lachs_ ungelagert

Permutationstest Gedünsteter Lachs				
	Aussehen	Geruch	Geschmack	Textur
TVA der Originaldaten	59,56 bei 64 %	56,75 bei 82 %	55,31 bei 100 %	58,80 bei 36 %
TVA von 95 % der permutierten Daten	61,98	59,31	58,71	59,91

Tab. A51: Permutationstest: Gegrillter Lachs_ ungelagert

Permutationstest Gegrillter Lachs				
	Aussehen	Geruch	Geschmack	Textur
TVA der Originaldaten	60,62 bei 50 %	58,62 bei 2 %	59,17 bei 12 %	60,03 bei 20 %
TVA von 95 % der permutierten Daten	62,86	58,41	59,85	61,08

Tab. A52: Permutationstest: Geräucherter Lachs_ ungelagert

Permutationstest Geräucherter Lachs				
	Aussehen	Geruch	Geschmack	Textur
TVA der Originaldaten	60,89 bei 20 %	54,81 bei 82 %	57,16 bei 88 %	57,46 bei 78 %
TVA von 95 % der permutierten Daten	61,80	58,09	60,64	60,95

Tab. A53: Permutationstest: Gedünsteter Lachs_ 6 Monate gelagert

Permutationstest Gedünsteter Lachs				
	Aussehen	Geruch	Geschmack	Textur
TVA der Originaldaten	57,49 bei 0%	47,24 bei 8%	46,98 bei 54%	50,01 bei 22%
TVA von 95 % der permutierten Daten	56,57	47,48	49,50	52,39

Tab. A54: Permutationstest: Gegrillter Lachs_ 6 Monate gelagert

Permutationstest Gegrillter Lachs				
	Aussehen	Geruch	Geschmack	Textur
TVA der Originaldaten	53,68 bei 0%	46,23 bei 62%	52,79 bei 40%	52,57 bei 16%
TVA von 95 % der permutierten Daten	52,46	48,89	53,98	53,81

Tab. A55: Permutationstest: Geräucherter Lachs_ 6 Monate gelagert

Permutationstest Geräucherter Lachs				
	Aussehen	Geruch	Geschmack	Textur
TVA der Originaldaten	56,08 bei 50%	44,55 bei 34%	51,36 bei 48%	48,90 bei 92%
TVA von 95 % der permutierten Daten	57,29	45,71	53,72	52,45

Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name	Karolin Schacht
Geburtsort	Kiel, Schleswig-Holstein
Geburtstag	04. Juli 1978
Nationalität	Deutsch

Ausbildung und wissenschaftlicher Werdegang

seit Mai 2007	Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg im Masterstudiengang Food Sciences
Okt. 2006	Aufnahme als Doktorandin an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Mai 2005 bis Okt. 2007	Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg in dem Forschungsprojekt „Einfluss der Fütterung auf das Aroma und die sensorischen Eigenschaften von Lachs in unterschiedlichen Zubereitungen“, gefördert aus Mitteln der industriellen Gemeinschaftsforschung (BMW/AiF) über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V.
März 2000 bis März 2004	Studium der Ökotrophologie an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg <i>Abschluss:</i> Diplom
1985-1999	Schulbildung Grundschule Schönkirchen Gymnasium Wellingdorf in Kiel <i>Abschluss:</i> Abitur
Jan. bis Aug. 1996	Besuch der Tweed River High School, Tweed Heads, NSW, Australien

