



MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

„Sensorische, analytische und mikrobiologische
Eigenschaften von Kremser Senf – nach
Verfahrensänderungen und im Zuge der Lagerung“

Verfasserin

Anna Katharina Kellner, Bakk.

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc.)

Wien, April 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 066 838

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreuerin:

Ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak

Danksagung

Ich möchte mich zunächst bei all jenen Mitarbeitern der Firma Mautner Markhof Feinkost GmbH bedanken, die mir bei der Planung und Umsetzung dieses Projektes jederzeit mit Rat und Tat zur Seite gestanden sind und so einen wesentlichen Beitrag zur Erstellung dieser Arbeit geleistet haben.

Mein Dank gilt auch meiner Masterarbeitsbetreuerin Ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak, das Sie die Kooperation der Firma mit dem Institut für Ernährungswissenschaften ermöglicht hat und insgesamt, durch ihr Engagement, eine wesentliche Stütze war.

Ebenso gilt dieser Dank Hannes, Sophie und Nicole, die sich, um mich zu unterstützen, in stundenlanger Arbeit mit dem Thema Kremser Senf auseinandersetzen. Ihr wart mir eine große Hilfe!

Vor allem aber gilt mein Dank meinen Eltern, die mir Zeit meines Lebens alle Wege geöffnet und mich stets auf diesen begleitet haben.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung.....	1
2	Literaturübersicht	2
2.1	Senf – Begriffserklärung	2
2.2	Senfherstellung.....	2
2.2.1	Bordeaux – (Deutsches-) Verfahren.....	2
2.2.2	Dijon Verfahren	3
2.3	Senfarten	3
2.3.1	Estragonsenf	3
2.3.2	Kremser Senf	3
2.3.3	Sonstige Senfarten.....	3
2.4	Wesentliche geschmacksgebende Komponenten	4
2.4.1	Scharfstoffe	4
2.4.2	Flüchtige geschmacksaktive Komponenten	8
2.4.3	Fettsäuren	8
2.4.4	Mineralstoffe.....	10
2.5	Gesundheitliche Aspekte der Glucosinolate	11
3	Materialien und Methoden	14
3.1	Materialien	14
3.1.1	Probenumfang.....	14
3.1.2	Probenziehung	14
3.1.3	Zusammenstellung der Proben	15
3.1.3.1	Herstellungsverfahren Referenzmuster	15
3.1.3.2	Herstellungsverfahren Probe 1	17
3.1.3.3	Herstellungsverfahren Probe 2	18

3.1.3.4	Herstellungsverfahren Probe 3	19
3.1.3.5	Herstellungsverfahren Probe 4	20
3.2	Methoden.....	22
3.2.1	Produktanalytik.....	22
3.2.1.1	Viskosität	22
3.2.1.2	pH-Wert	23
3.2.1.3	Invertzucker	23
3.2.1.4	Trockensubstanz.....	26
3.2.1.5	Säure	26
3.2.1.6	Fett	27
3.2.1.7	Salz	28
3.2.1.8	Asche	29
3.2.1.9	Fettsäureprofil	31
3.2.2	Mikrobiologische Analyse.....	33
3.2.2.1	Plattengussverfahren von Senfproben.....	33
3.2.2.2	Milchsäurebakterien	35
3.2.2.3	Aerobe Gesamtkeimzahl.....	37
3.2.2.4	Milchsäurebildner	38
3.2.2.5	Hefen und Schimmel.....	38
3.2.3	Sensorische Analyse.....	40
3.2.3.1	Quantitative Deskriptive Analyse	40
3.2.3.2	Präferenzanalyse	49
3.2.4	Statistische Analyse	50
4	Ergebnisse.....	54
4.1	Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen.....	54
4.2	Ergebnisse der analytischen Untersuchungen.....	56
4.2.1	Ergebnisse der Routineanalytik.....	56
4.2.2	Ergebnisse der Fettsäureanalytik.....	61
4.3	Ergebnisse der sensorischen Untersuchungen	64

4.3.1	Quantitative Deskriptive Analyse.....	64
4.3.1.1	Ergebnisse der QDA zum Termin 0 (2 Wochen nach Produktion)	64
4.3.1.2	Ergebnisse der QDA zum Termin 1 (5 Wochen nach Produktion)	67
4.3.1.3	Ergebnisse der QDA zum Termin 2 (16 Wochen nach Produktion)	70
4.3.1.4	Betrachtung einzelner Attribute im zeitlichen Verlauf	73
4.3.1.5	Beurteilung der allgemeinen Qualität im zeitlichen Verlauf	88
4.3.2	Präferenzprüfung.....	89
4.3.3	Zusammenfassung der Ergebnisse der QDA und der Präferenzprüfung	92
5	Diskussion bei Berücksichtigung der Statistischen Analyse	96
5.1	Fragestellungen	96
5.1.1	Clustervergleich.....	101
5.1.2	Unterscheidung Produktionsweisen	102
5.1.2.1	Kruskal – Wallis – Test.....	103
6	Schlussbetrachtung	105
7	Zusammenfassung	112
8	Summary	113
9	Literaturverzeichnis.....	114
10	Anhang.....	119
11	Curriculum Vitae	177

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Veränderungen des Fettsäureprofils der reifenden weißen Senfsaat.....	10
Tab. 3.1: Zusammensetzung des Mediums zum Nachweis von Milchsäurebakterien.....	36
Tab. 3.2: Liste der ermittelten Attribute für die Quantitative Deskriptive Analyse.....	41
Tab. 4.1: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen im Laufe der Lagerung.....	54

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.1: Fließschema des Herstellungsverfahrens des Referenzmusters.....	16
Abb. 3.2: Fließschema des Herstellungsverfahrens der Probe 1.....	17
Abb. 3.3: Fließschema des Herstellungsverfahrens der Probe 2.....	19
Abb. 3.4: Fließschema des Herstellungsverfahrens der Probe 3.....	20
Abb. 3.5: Fließschema des Herstellungsverfahrens der Probe 4.....	21
Abb. 3.6 Schematische Darstellung des Plattengussverfahrens.....	34
Abb. 3.7: Schematische Darstellung der Verdünnungsreihe zur Herstellung der Plattenverdünnung	35
Abb. 4.1: Aerobe Gesamtkeimzahl der Senfproben im Laufe der Lagerung.....	56
Abb. 4.2: Viskosität (mPas) der Senfproben im Laufe der Lagerung.....	57
Abb. 4.3.: Invertzuckergehalt (%) der Senfproben im Laufe der Lagerung.....	58
Abb. 4.4: Trockensubstanzgehalt (%) der Senfproben im Laufe der Lagerung.....	59
Abb. 4.5: Säuregehalt (%) der Senfproben im Laufe der Lagerung.....	60
Abb. 4.6: Fettsäurezusammensetzung der Referenz zum Termin 0.....	61

Abb. 4.7: Produktprofil der Senfproben zum Termin 0 (MW aus Session 1 und 2, n=20).....	65
Abb. 4.8: Produktprofil der Senfproben zum Termin 1 (MW aus Session 1 und 2, n=20).....	68
Abb. 4.9: Produktprofil der Senfproben zum Termin 2 (MW aus Session 1 und 2, n=18).....	71
Abb. 4.10: Beurteilung der Ausprägung des Glanzes im Laufe der Lagerung - MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins.....	72
Abb. 4.11: Beurteilung der Ausprägung des Senfgeruchs im Laufe der Lagerung - MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins.....	73
Abb. 4.12: Beurteilung der Ausprägung des säuerlichen Geruchs im Laufe der Lagerung - MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins.....	74
Abb. 4.13: Beurteilung der Ausprägung des süßlichen Geruchs im Laufe der Lagerung - MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins.....	75
Abb.4.14: Beurteilung der Ausprägung des ranzigen Geruchs im Laufe der Lagerung - MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins.....	76
Abb. 4.15: Beurteilung der Ausprägung des sauren Geschmacks im Laufe der Lagerung - MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins.....	77
Abb. 4.16: Beurteilung der Ausprägung des süßen Geschmacks im Laufe der Lagerung - MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins.....	78
Abb. 4.17: Beurteilung der Ausprägung des bitteren Geschmacks im Laufe der Lagerung - MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins.....	79
Abb. 4.18: Beurteilung der Ausprägung des Senfflavours im Laufe der Lagerung - MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins.....	80

Abb. 4.19: Beurteilung der Ausprägung des ranzigen Flavours im Laufe der Lagerung - MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins.....	81
Abb. 4.20: Beurteilung der Ausprägung der Adstringenz im Laufe der Lagerung - MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins.....	82
Abb. 4.21: Beurteilung der Ausprägung des Belages im Laufe der Lagerung - MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins.....	83
Abb. 4.22: Beurteilung der Ausprägung des stechenden Mundgefühls im Laufe der Lagerung - MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins.....	84
Abb. 4.23: Beurteilung der Ausprägung des bitteren Nachgeschmacks im Laufe der Lagerung - MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins.....	85
Abb. 4.24: Beurteilung der Ausprägung des ranzigen Nachgeschmacks im Laufe der Lagerung - MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins.....	86
Abb. 4.25: Beurteilung der Ausprägung der allgemeinen Qualität im Laufe der Lagerung - MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins.....	87
Abb. 4.26: Mittlere Ränge der Senfproben zu Termin 0.....	89
Abb. 4.27: Mittlere Ränge der Senfproben zu Termin 1.....	89
Abb. 4.28: Mittlere Ränge der Senfproben zu Termin 2.....	90
Abb. 4.29: Mittlere Ränge der Senfproben zu Termin 3.....	90
Abb. 5.1: Klassifizierungsbaum zur Unterscheidung der Produktionsweisen, anhand ihrer sensorischen Bewertungen.....	101
Abb. 6.1: Vergleich des prozentuellen Anteils der ermittelten Fettsäuren am Fettsäuregehalt der vorliegenden Studie und der Studie von KUMAR und KIEWITT [1983].....	108

1 EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Bei Kremser Senf handelt es sich um ein äußerst komplexes Lebensmittel, dessen Zusammensetzung und Produktion meist von jahrelanger Erfahrung und Tradition, weniger jedoch von analytischem Wissen geprägt ist. Häufig erfolgt die Herstellung des Senfes basierend auf alten Rezepturen kombiniert mit stetigen Veränderungen, die sich durch den täglichen Umgang mit diesem komplexen Produkt ergeben.

Was jedoch, wie bereits erwähnt, das analytische Wissen rund um das Thema Senf, beziehungsweise Kremser Senf betrifft, so findet man kaum Studien, die Klarheit bringen würden.

Weder analytische, noch sensorische Beobachtungen sind zu finden, was womöglich darin zu begründen sein dürfte, dass jede der Produktionsfirmen darauf bedacht ist, ihr Wissen bestmöglich zu schützen und nicht an die Öffentlichkeit weiterzugeben.

Die Datenlage zum Thema Senfsaat zeigt sich hingegen deutlich umfangreicher und lässt einige wenige Schlüsse auf das fertige Produkt Senf zu.

Die Mautner Markhof Feinkost GmbH sah sich mit dem Problem konfrontiert, dass die Qualität ihres Kremser Senfes phasenweise im Laufe der Lagerung durch Verringerung der sensorischen Eigenschaften nachlässt.

Somit sollte im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit einerseits eruiert werden, wie man die Eigenschaften des Kremser Senfes der Mautner Markhof Feinkost GmbH durch Änderungen der Produktionsweise beeinflussen kann und andererseits sollte Wissen über die entstehenden Veränderungen des Senfes (analytische, sensorische und mikrobiologische) im Laufe der Lagerung gewonnen werden.

2 LITERATURÜBERSICHT

2.1 Senf – Begriffserklärung

Zum Genus *Brassica* zählen über 150 verschiedene Arten, von denen die Meisten aufgrund ihres Ölgehaltes oder ihrer Verwendung als Gemüse gezüchtet werden. Senfsaat findet zum einen als Gewürz, zum anderen aber auch als „Tafelsenf“, in der Medizin oder zur Ölgewinnung Verwendung und das bereits seit der Antike [SHANKARANARAYANA et al., 1972].

Das ÖSTERREICHISCHE LEBENSMITTELBUCH [2010] definiert den Begriff Senf folgendermaßen: „Unter Senf (Speisesenf, Mostrich) versteht man eine mehr oder weniger scharf und würzig schmeckende Zubereitung, die aus Senfsamen unter Beigabe von Zutaten hergestellt und zum Würzen von Speisen verwendet wird.“

Zur Herstellung von Senf werden maßgeblich drei verschiedene Arten von Senfsaat eingesetzt: *Sinapis alba* (Weißer Senf), *Brassica nigra* (Schwarzer Senf) und *Brassica juncea* (Brauner Senf, Orientalischer Senf, Sareptasenf).

Häufig werden auch geschmacksgebende Zutaten wie Kren, Zwiebel, Obst, Gewürze oder Kräuter eingesetzt [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH, 2010].

2.2 Senfherstellung

Bei der Herstellung des Senfes wird zwischen zwei Verfahren unterschieden [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH, 2010]:

2.2.1 Bordeaux – (Deutsches-) Verfahren

Die nicht entölten Senfsamen werden zunächst von Verunreinigungen befreit, und anschließend, je nach gewünschtem Ergebnis, in unterschiedlichen Anteilen, miteinander gemischt. Nach dem Schroten oder Quetschen der Senfsaat erfolgt die Zugabe von Wasser, Essig, Salz und gegebenenfalls auch von Zucker, Zuckerarten, Honig und geschmacksgebenden Zutaten. Diese Mischung wird dann eingemaischt und zuletzt vermahlen.

2.2.2 Dijon Verfahren

Nicht entölte schwarze Senfsamen oder Sarepta-Senfsamen werden mit Gärungssessig vorgequollen, aufgebrochen und durch Passieren von den Schalenteilen befreit. Nach dem Zusetzen von Salz und geschmacksgebenden Komponenten wird der Senf einem Reifungsprozess unterzogen.

2.3 Senfarten

2.3.1 Estragonsenf

Estragonsenf wird vorwiegend aus weißer Senfsaat hergestellt, wobei keine entölte Samen zur Anwendung kommen. Durch eine feine Vermahlung entsteht eine glatte pastöse Konsistenz. Der Geruch ist als würzig, essigsauer und aromatisch einzuordnen, der Geschmack/Flavour als sauer und leicht salzig, würzig, aromatisch und mäßig scharf [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH, 2010].

2.3.2 Kremser Senf

Die Senfsaat wird mit Gärungssessig vorgequollen, wobei vorwiegend Weinessig zur Anwendung kommt. Kremser Senf wird grob vermahlen, so dass die dunklen Schalenanteile der Saat auch nach der Vermahlung noch deutlich sichtbar sind. Der Geschmack/Flavour ist mild, würzig und leicht süß [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH, 2010].

2.3.3 Sonstige Senfarten

Um bestimmte Geschmacksrichtungen zu erreichen, können verschiedene geschmacksgebende Zutaten wie Kren, Gewürze, Zwiebel, Obst und Kräuter eingesetzt werden [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH, 2010].

Da es sich bei Senf um ein äußerst komplexes Lebensmittel handelt, ist es schwierig, alle geschmacksgebenden Inhaltsstoffe zu überblicken und auch die Beeinflussung dieser Komponenten durch die durchaus sehr unterschiedlichen Produktionsweisen zu beobachten.

2.4 Wesentliche geschmacksgebende Komponenten

Senfsamen enthalten zwischen 38 und 44% Fett, welches eine gute Quelle für Öl darstellt, das in der Humanernährung Nutzen findet. Weiters bestehen die Samen aus etwa 25% Protein, wobei es sich vor allem um schwefelreiche Aminosäuren handelt, welche jedoch in den meisten essbaren Ölen eher unerwünscht sind. Darüber hinaus wird die Senfsaat meist mit einem bitteren Geschmack und einem scharfen Mundgefühl assoziiert, wofür die Abbauprodukte der natürlich vorkommenden Glucosinolate verantwortlich zu machen sind [SINDHU et. al, 2012].

Im Folgenden sollen einige wesentliche Inhaltsstoffe der Senfsaat, die mitunter auch in der Entstehung des typischen Flavours unerlässlich sind, genauer beleuchtet werden.

2.4.1 Scharfstoffe

Die charakteristische Schärfe des Senfes beruht, je nach Art der Saat, auf unterschiedlichen Komponenten. Während die Schärfe des weißen Senfes auf das Glucosinolat Sinalbin zurückzuführen ist, beruht die Schärfe der schwarzen und braunen Senfsaat auf dem Glucosinolat Sinigrin. In der Regel sind jedoch verschiedene Glucosinolate in ein und derselben Saat nachweisbar. Während der Senfherstellung, die sich je nach Art des Senfes sehr deutlich unterscheiden kann, werden die Glucosinolate durch das Enzym Myrosinase zu geschmacksaktiven Isothiocyanaten hydrolysiert. Die Abbauprodukte der diversen Senfsaaten unterscheiden sich insofern, dass aus dem Sinalbin der weißen Saat überwiegend nicht flüchtige 4-Hydroxybenzylisothiocyanate gebildet werden und aus der braunen und schwarzen Saat flüchtige Allylisothiocyanate [VELISEK et al., 1995].

In einer Untersuchung von VELISEK et al. [1995] befassten sich die Autoren mit den Glucosinolatgehalten der verschiedenen Senfsaaten, die zur damaligen Zeit in der Tschechischen Republik erhältlich waren, und kamen dabei zu folgendem Ergebnis:

Sinapis alba:

- Sinalbingehalte rangierten zwischen 44,4 und 60,2 g/kg Frischgewicht
- des Weiteren konnten geringe Mengen an Progotrin (0,8 – 1,3 g/kg Frischgewicht) und Gluco Brassicin (0,1 g/kg Frischgewicht) nachgewiesen werden
- der totale Glucosinolatgehalt lag zwischen 45,4 und 61,9 g/kg Frischgewicht

Brassica nigra:

- der Sinigringehalt wurde mit 24,5 bis 61,2 g/kg Frischgewicht ermittelt
- des Weiteren konnten geringe Mengen an Progotrin (0,1 g/kg Frischgewicht), Glucoiberin (0,3 – 0,1 g/kg Frischgewicht), Sinalbin (0,2 – 0,9 g/kg Frischgewicht) und 4-Hydroxygluco Brassicin (0,6 – 0,8 g/kg Frischgewicht) nachgewiesen werden
- der totale Glucosinolatgehalt rangierte zwischen 26,0 und 62,4 g/kg Frischgewicht

Brassica juncea

- der Sinigringehalt rangierte zwischen 16,6 und 60,1 g/kg Frischgewicht
- weiters konnten Spuren von Gluconapin (0,1 – 0,2 g/kg Frischgewicht), Glucoiberin (0,3 – 1,0 g/kg Frischgewicht), Glucoerucin (0,1 – 0,2 g/kg Frischgewicht), Gluconasturtiin (0,1 g/kg Frischgewicht), Sinalbin (0,3 – 0,6 g/kg Frischgewicht) und 4-Hydroxygluco Brassicin (0,7 – 1,1 g/kg Frischgewicht) nachgewiesen werden
- der totale Glucosinolatgehalt lag zwischen 18,1 und 61,8 g/kg Frischgewicht

Jedoch kann es bei der Senfproduktion, aufgrund der thermischen als auch der mechanischen Einwirkung beim Flocken, Maischen und Mahlen der Saat, zu starken Veränderungen in der Aktivität der Myrosinase kommen und somit auch zu veränderten Gehalten an Isothiocyanaten.

Mit der Veränderung der Scharfstoffe und der Bitterkeit von Senf befassten sich kürzlich SINDHU et al. [2012] und es konnte in diesen Untersuchungen gezeigt werden, dass die Schärfe des Senfes mit der Größe der Saat in Verbindung steht – je kleiner die Saat war, desto geringer der Schärfegrad. Dies führten die Forscher auf den erhöhten Schalenanteil bei kleineren Samen zurück. Das Kernöl wies einen wesentlich höheren Schärfegrad auf als Öl, das aus der ganzen Saat gewonnen worden war – was womöglich darauf zurückzuführen ist, dass die Kerne den höchsten Glucosinolatgehalt aufweisen. Auch eine Verringerung der Schärfe durch das Kochen der Saat konnte nachgewiesen werden. Eine Erhöhung der Behandlungstemperatur über das Temperaturoptimum der Myrosinase hinaus, resultierte in einer Reduktion der Schärfe, was wiederum bedingte, dass die Bitterkeit der Saat während der Lagerung verringert war.

Die sensorische Beurteilung betreffend, konnte kein signifikanter Unterschied in der Beurteilung der Farbe der Probe gefunden werden, jedoch zeigte sich, mit steigender Behandlungstemperatur von bis zu 100°C, eine allgemeine Reduktion der Intensität des Flavours und somit eine deutliche Verringerung der Schärfe.

Außerdem konnte beobachtet werden, dass die Panellisten vor allem die Glucosinolate Sinigrin und Gluconapin als besonders bitter empfanden, und dass die größte Verringerung der Bitterkeit bei 60°C auftrat. Somit kamen die Forscher zu dem Schluss, dass es das Beste sei, den Senf bei 60°C zu verarbeiten, da bei dieser Temperatur der Flavour am besten erhalten werden konnte und ein geringerer Grad an Bitterkeit zu vermerken war.

Eine weitere Studie von PAUNOVIĆ et al. [2012] untersuchte die Abbauprodukte des in der Senfsaat enthaltenen Sinalbins vor und nach der Herstellung von Senf. Die wichtigste Komponente, die in der Analyse des Extraktes der weißen Senfsaat gefunden wurde, war das 2,4-Hydroxyphenylacetonitril – eines der Hauptabbauprodukte des Glucosinolats Sinalbin, das durch den Abbau des Enzyms Myrosinase gebildet wird. 4-Isothiocyanatmethylphenol, welches als scharfschmeckende Abbaukomponente

des Sinalbins gilt, als auch weitere Abbauverbindungen, konnten in der Untersuchung des Extraktes nicht nachgewiesen werden – dies könnte, laut Forschern, darauf hinweisen, dass diese Komponente nicht maßgeblich für den scharfen Flavour im Tafelsenf verantwortlich ist.

Im verarbeiteten Senf konnte vor allem 4-Hydroxymethylphenol detektiert werden. Dies war laut Autoren auch zu erwarten, da Sinalbin durch die Myrosinase entweder direkt oder über die Bildung von 2,4-Hydroxyphenylacetonitril, zu 4-Hydroxymethylphenol abgebaut wird.

Weiters konnten 4-Methylphenol, 4-Ethylphenol, 4,2-Hydroxymethylphenol und 2,4-Hydroxyphenylethanolensäure festgestellt werden – jedoch in wesentlich geringeren Konzentrationen als 4-Hydroxymethylphenol. Ob diese Abbauprodukte auf den Abbau von Sinalbin zurückzuführen sind, konnte jedoch nicht belegt werden.

2-(4-Hydroxyphenyl)Acetonitril, eine Hauptabbauverbindung von Sinalbin und einer der Hauptprecursoren von 4-(2-Hydroxyethyl)Phenol, konnte in dieser Untersuchung nicht gefunden werden. Die Forscher führten dies darauf zurück, dass die Verbindung unter dem verwendeten technologischen Herstellungsverfahren nicht stabil war.

4-Isothiocyamatmethylacetonitril, ein Scharfstoff der durch den Abbau von Sinalbin charakteristischer Weise entsteht, konnte ebenfalls nicht nachgewiesen werden.

VAN EYLEN et al. [2006] befassten sich mit der Temperatur- und Druckbeständigkeit der Myrosinase in der Senfsaat. Es konnte festgestellt werden, dass die Aktivität der Myrosinase bei bis zu 60°C stabil erhalten blieb und eine Behandlung bei 75°C die Aktivität um 90% reduzierte. Dies entspricht den Ergebnissen der Studie von SINDHU et al. aus dem Jahr 2012.

Die Druckbeständigkeit des Enzyms betreffend, konnte, nach Behandlung bei verschiedenen Temperaturen (10, 25, 40, 55 und 70°C) und Drücken bis zu 800MPa, gezeigt werden, dass das Enzym bei bis zu 600MPa stabil war [VAN EYLEN et al., 2006].

2.4.2 Flüchtige geschmacksaktive Komponenten

Eine Studie von CAI et al. [2001] behandelte verschiedene Extraktionsmethoden für flüchtige Substanzen und verwendete als Probe japanischen Senf. Somit können die Ergebnisse dieser Studie einen Hinweis auf mögliche, in verarbeitetem Senf enthaltene, flüchtige geschmacksaktive Inhaltsstoffe zulassen.

Auswahl einiger detektierter Bestandteile der GC MS-Analyse (Auflistung beginnend mit der kürzesten Retentionszeit):

- Allylithiocyanat
- Diallyldisulfid
- Methylallyltrisulfid
- 1,2-Propandiol
- Diallyltrisulfid
- 2-Phenylethylisothiocyanat
- Palmitinsäure
- 9-Hexadecensäure
- Ölsäure

2.4.3 Fettsäuren

DASGUPTA und FRIEND [1973] untersuchten die Entwicklung des Fettgehaltes und des Fettsäureprofils von weißer Senfsaat im Zuge der Lagerung.

Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass die Reifung der Senfsaat in zwei Phasen unterteilt werden kann, wobei in der ersten Phase der Reifung (21 bis 42 Tage nach der Befruchtung) eine starke Gewichtszunahme um 97% zu beobachten war. In der zweiten Phase (42 bis 78 Tage nach der Befruchtung) konnte nur eine Zunahme um 34% festgestellt werden. Jedoch war die zweite Phase der Reifung, in Bezug auf die Ölproduktion, wesentlich entscheidender als die Erste. In der ersten Phase nahm der Ölgehalt um 640% zu, in der Zweiten um 1280%.

In der Studie von DASGUPTA und FRIEND [1973] wurden Palmitinsäure (16:0), Ölsäure (18:1), Linolsäure (18:2), Linolensäure (18:3), Eicosansäure (20:1) und Erucasäure (22:1) als Hauptkomponenten des Fettsäureprofils festgelegt – was sich auch zum Großteil in den Ergebnissen, der später angeführten Studie von KUMAR und KIEWITT aus dem Jahr 1984, widerspiegelte. In beiden angeführten Studien konnten die Autoren die Zunahme des Fettgehaltes der Saat während der Reifung feststellen, wobei sich auch die ermittelte Entwicklung des Fettsäureprofils ähnelte. Generell konnte eine Abnahme des Prozentsatzes an Palmitin- und Stearinsäure, als auch an Linol- und Linolensäure im Laufe der Lagerung beobachtet werden, wohingegen es zu einer Zunahme des Gehaltes an Erucasäure kam.

Eine Begründung dafür könnte in der Veränderung der Enzymaktivitäten während der Reifung liegen. Die Biosynthese von Linolsäure und Linolensäure erfolgt über eine stufenweise Entsättigung der Ölsäure, wohingegen die Eicosansäure und die Erucasäure durch Elongation aus der Ölsäure gebildet werden. Somit zogen die Forscher den Schluss, dass im Laufe der Lagerung das Elongationssystem effizienter wird und darin die Veränderung des Fettsäureprofils zu begründen sei.

In der Studie von KUMAR und KIEWITT [1983] wurde, wie eingangs bereits erwähnt, die Fettsäureentwicklung weißer Senfsaat aus Deutschland während der Reifung genauer untersucht. Es zeigte sich, dass zu Beginn der Reifung das Fettsäureprofil von Linolsäure (49,5%) und Palmitinsäure (21,0%) dominiert wurde, wohingegen in der reifen Saat, Erucasäure (38,1%) die mengenmäßig wichtigste Fettsäure ausmachte, gefolgt von Ölsäure (21,3%). Des Weiteren konnte auch eine deutliche Zunahme des Eucosansäureanteils (von 0,1% auf 9,8%) beobachtet werden. Der Anteil an Linolsäure (11,6%) und Palmitinsäure (2,9%) nahm dagegen in der reifen Saat deutlich ab (Tab. 2.1).

Tab. 2.1: Veränderungen des Fettsäureprofils der reifenden weißen Senfsaat [KUMAR und KIEWITT, 1983]

Wochen nach der Blüte	Fettgehalt % fr. TS	Fettsäurezusammensetzung in % der Trockensubstanz											
		16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	20:1	22:0	22:1	24:0	24:1
2	0.6	21.0	1.2	3.6	4.5	49.5	14.6	S.	0.1	0.4	0.7	S.	0.2
3	0.5	17.5	1.5	3.1	9.3	48.5	15.1	0.8	0.5	0.3	0.5	0.3	0.4
4	2.0	10.3	1.7	2.8	25.5	30.0	13.2	0.8	4.9	0.3	6.3	0.2	0.9
5	4.4	7.8	1.2	2.1	27.8	22.2	11.2	0.8	8.7	0.3	13.4	0.1	1.2
6	8.3	4.6	0.5	1.1	25.7	13.8	11.8	0.5	10.5	0.3	28.6	0.1	1.6
reife Saat	24.9	2.9	0.4	0.8	21.3	11.6	11.0	0.7	9.8	0.3	38.1	S.	2.1

* S. = Spuren, TS = Trockensubstanz

Weiters konnte in der Untersuchung festgestellt werden, dass der Gehalt an gesättigten Fettsäuren (16:0 und 18:0) in der Klasse der Triglyceride relativ gering und stabil war, während in den Klassen der nicht veresterten Fettsäuren, der Monoglyceride und der Diacylglyceride, ständige Veränderungen beobachtet werden konnten.

Auch die 18:1 Fettsäuren erwiesen sich als relativ stabil, während der Gehalt der 18:2 Fettsäuren (bezogen auf den gesamten Lipidgehalt) im Laufe der Reifung immer mehr abnahm.

PAUNOVIĆ et al. [2012] befassten sich mit dem Abbau der Fettsäuren der Senfsaat bei der Produktion von Senf. Sie konnten eine große Menge an verschiedenen gesättigten Mono-, Di- und Triglyceriden nachweisen, die 16 bis 24 C-Atome beinhalteten. Eine genaue Identifikation der einzelnen Fettsäuren war jedoch in dieser Studie nicht möglich.

2.4.4 Mineralstoffe

LÓPEZ-ARGÜELLO et al. [1997] untersuchten den Mineralstoffgehalt von Senfsaaten, aber auch von verarbeitetem Senf, und konnten somit die Mineralstoffzusammensetzung sowohl der Saat, als auch des Tafelsenfes festlegen.

Mineralstoffzusammensetzung der Senfsaat:

- Kalium wurde als mengenmäßig stärkstes Makroelement nachgewiesen
- Kalzium und Magnesium waren in geringeren Konzentrationen nachweisbar
- das Verhältnis zwischen Kalium, Kalzium und Magnesium konnte als Indikator für die Herkunft der Saat beobachtet werden
- geringer Gehalt an Natrium
- die Mikroelemente betreffend, konnten hohe Mengen an Eisen (12,4 – 10,1 mg/100g - Maximalwerte) und Zink (6,45 – 8,60 mg/100g - Maximalwerte) detektiert werden
- Kupfer und Mangan konnte nur in sehr geringen Konzentrationen nachgewiesen werden

Mineralstoffzusammensetzung des Senfes:

- die Mineralstoffzusammensetzung des Tafelsenfes unterschied sich nur in Bezug auf Natrium wesentlich von der Zusammensetzung der Saat – was in der Zugabe von NaCl in der Senfpaste zu begründen ist

2.5 Gesundheitliche Aspekte der Glucosinolate

Die Untersuchungen zu den gesundheitlichen Aspekten von Glucosinolaten begannen mit der Entdeckung der chemopräventiven Wirkung von Sulforaphanen im Zusammenhang mit Brustkrebs und wurden seither durch zahlreiche in vitro und in vivo Experimente weiter vorangetrieben.

Die ersten Versuche, die getätigt wurden um die Wirkmechanismen der Isothiocyanate zu ermitteln, fanden zeitgleich mit den ersten Tierversuchen statt, die die chemoprotektive Wirkung der chemischen Verbindungen untermauerten [DINKOVA-KOSTOVA und KOSTOV, 2012].

Bislang konnte festgestellt werden, dass die chemopräventive Wirkung auf vielfältigen Reaktionen beruht, die zumindest folgende Mechanismen enthalten [DINKOVA-KOSTOVA und KOSTOV, 2012]:

- Veränderungen des karzinogenen Metabolismus durch Veränderung der Aktivität wirkstoffmetabolisierender Enzyme

- Induktion der Apoptose
- Verhinderung von Angiogenese und Metastase
- Veränderungen in der Histonacetylierung
- antioxidative, antiinflammatorische und immunmodulierende Wirkungen

Es ist letztendlich diese vielfältige Wirkung einzelner Substanzen auf diverse Pathologien, die oft auch mit chronischen Erkrankungen in Verbindung gebracht werden, die die Isothiocyanate zu derart effizient protektiven Substanzen machen [DINKOVA-KOSTOVA und KOSTOV, 2012].

In Anbetracht des Mineralstoff- und Schwermetallgehaltes der Pflanzen, der ebenso positive als auch negative gesundheitliche Effekte auf den Menschen haben kann, spielen vor allem die Wachstumsbedingungen der Pflanzen eine wesentliche Rolle. *Brassicaceae* werden als äußerst metalltolerant eingestuft und könnten somit zur Produktion, gesundheitlich relevanter Nährstoffe eingesetzt werden. Trotzdem könnte sich diese erleichterte Metallakkumulation auch, unter natürlichen Bedingungen, negativ auswirken - zum Beispiel durch die Anreicherung gesundheitsschädlicher Schwermetalle [JAHANGIR et. al, 2009].

Auch der hohe Flavonoidgehalt der *Brassicaceae* sollte, in Berücksichtigung der gesundheitlichen Effekte auf den Menschen, erwähnt werden. Denn epidemiologische Daten zeigen, dass *Brassicaceae* zum tagtäglichen Gesamtkonsum an Flavonoiden einen wesentlichen Beitrag leisten. Da die positiven Effekte der Flavonoide bekannt sind, wurden teilweise auch Empfehlungen ausgesprochen flavonoidreiche Brassicaarten vermehrt zu konsumieren. Dennoch sollten auch die negativen Effekte, die ein vermehrter Flavonoidkonsum haben kann, nicht außer Acht gelassen werden. Flavonoide könnten in höheren Dosen als Mutagene und Prooxidantien, die wiederum eine Freisetzung freier Radikale bedingen können, wirken und dies könnte somit eine Limitierung der empfohlenen Höchstmengen bedingen [JAHANGIR et. al, 2009].

Viele Studien konnten bereits zeigen, dass *Cruciferen* eine sehr gute Quelle für viele verschiedene diätetisch und chemoprotektiv relevante Substanzen sind, welche zum einen wirksam gegen Schädigungen freier Radikale sein können und zum anderen auch LDL Oxidationen verhindern können, die eine maßgebliche Rolle in der Pathogenese von kardiovaskulären Erkrankungen und DNA Schädigungen spielen.

Diese Vorteile sollten, auch wenn durchaus noch Forschungsbedarf besteht, in der täglichen Ernährung nicht unterschätzt werden [JAHANGIR et. al, 2009].

Ein gesundheitlicher Nachteil, den die Aufnahme von *Brassicaceae* nach sich ziehen könnte, ist der Gehalt an Goitrin. Goitrin hemmt die Thyroidperoxidase und verhindert somit die Oxidation von Iod zu Iodid, dass wiederum bei der Produktion der Thyroxine T3 und T4 beteiligt ist [BROWN, 2003].

3 MATERIALIEN UND METHODEN

3.1 Materialien

3.1.1 Probenumfang

Zur Untersuchung standen unterschiedliche Proben von Kremser Senf der Firma Mautner Markhof Feinkost GmbH.

Bei der ersten Probe (Referenzprobe) handelte es sich um das Vergleichsmuster, das nach dem typischen Herstellungsverfahren der Firma hergestellt wurde. Bei den anderen vier Proben wurden die Behandlungstemperaturen und zum Teil die Zugabereihenfolge der Zutaten verändert.

Es wurden vorab Betriebsversuche in Mengen von 50 kg durchgeführt um eine Vorauswahl der geplanten Änderungen treffen zu können.

Letztendlich entsprachen die Produktionslinie und die Produktionsmenge (2,5 Tonnen) bei allen fünf Proben der tagtäglichen Kremser Senfproduktion im Werk der Mautner Markhof Feinkost GmbH in Wien.

Im Anschluss wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Produktanalytik (Viskosität, pH-Wert, Invertzucker, Trockensubstanz, Säure, Fett, Salz, Asche, Fettsäurezusammensetzung)
- Mikrobiologische Analyse (aerobe Gesamtkeimzahl, Hefen, Schimmelpilze, Milchsäurebildner)
- Sensorische Analyse (Quantitative Deskriptive Analyse, Präferenzanalyse)

3.1.2 Probenziehung

Was die analytischen und mikrobiologischen Untersuchungen der Senfe, als auch die Präferenzanalysen betraf, so fand die erste Untersuchung der Proben zwei Wochen nach Produktion der Senfproben statt. Dies wird als „Zeitpunkt-Null“ definiert. Die weiteren Analysen fanden in einem Abstand von fünf Wochen statt und sollten die Entwicklung der Proben über einen Lagerzeitraum

von etwa vier Monaten darstellen - was einem Drittel des Mindesthaltbarkeitsdatums entspricht.

Auch die Quantitative Deskriptive Analyse (QDA) wurde erstmals zum gesetzten „Zeitpunkt-Null“ durchgeführt. Der zweite Termin fand ebenfalls fünf Wochen nach der Herstellung statt und der letzte Termin 16 Wochen nach der Erstproduktion. Aufgrund der zeitlichen Verfügbarkeit und des Bestrebens das Deskriptive Panel möglichst konstant zu halten, konnten im Rahmen der Quantitativen Deskriptiven Analyse (QDA) nur diese drei Untersuchungstermine festgelegt werden.

3.1.3 Zusammenstellung der Proben

Die Zusammenstellung und Menge der Zutaten blieb bei der Referenzprobe, als auch bei den vier Varianten unverändert und gestaltete sich folgendermaßen (aufgelistete Reihenfolge entsprechend der Zutatenliste):

- Wasser
- Senfsaat
- Zucker
- Weinessig
- Weingeistessig
- Salz
- Gewürze

Des Weiteren wurde versucht, die Dauer der Maische bei allen fünf Proben möglichst konstant bei 60 Minuten zu halten und auch die Haltezeit im Zwischentank auf etwa zehn Minuten zu beschränken, um den Produktionsablauf möglichst simultan und somit vergleichbar zu gestalten.

3.1.3.1 Herstellungsverfahren Referenzmuster

Für die Herstellung der Referenzprobe wurden zunächst Wasser und Zucker im Maischetank vorgelegt und anschließend die Gewürze und das Salz hinzugefügt. Nach Beendigung der Zuckerzugabe, wurde mit dem Aufheizen

des Gemisches begonnen. Nachdem eine Temperatur von 60°C erreicht wurde, erfolgte die Zugabe der Senfsaat und somit der Beginn der Maische. Zuletzt wurde die erforderliche Menge an Essig beigemischt und mit dem Kühlen der Maische auf 30°C begonnen. Nachdem die Maische eine Temperatur von 30°C erreicht hatte (Dauer etwa 60 Minuten), wurde sie in den Zwischentank gepumpt und bis zum Freiwerden einer Mühle aufbewahrt (Dauer der Lagerung etwa zehn Minuten). Zuletzt erfolgten die Vermahlung der Maische und das Ableiten des Senfes über den Kühler zur Lagerung im Stahltank (Abb. 3.1).

Das in Abbildung 3.1 ersichtliche Fließschema stellt den Produktionsablauf im Werk und die erforderlichen Arbeitsschritte zur Herstellung des Referenzmusters schematisch dar.

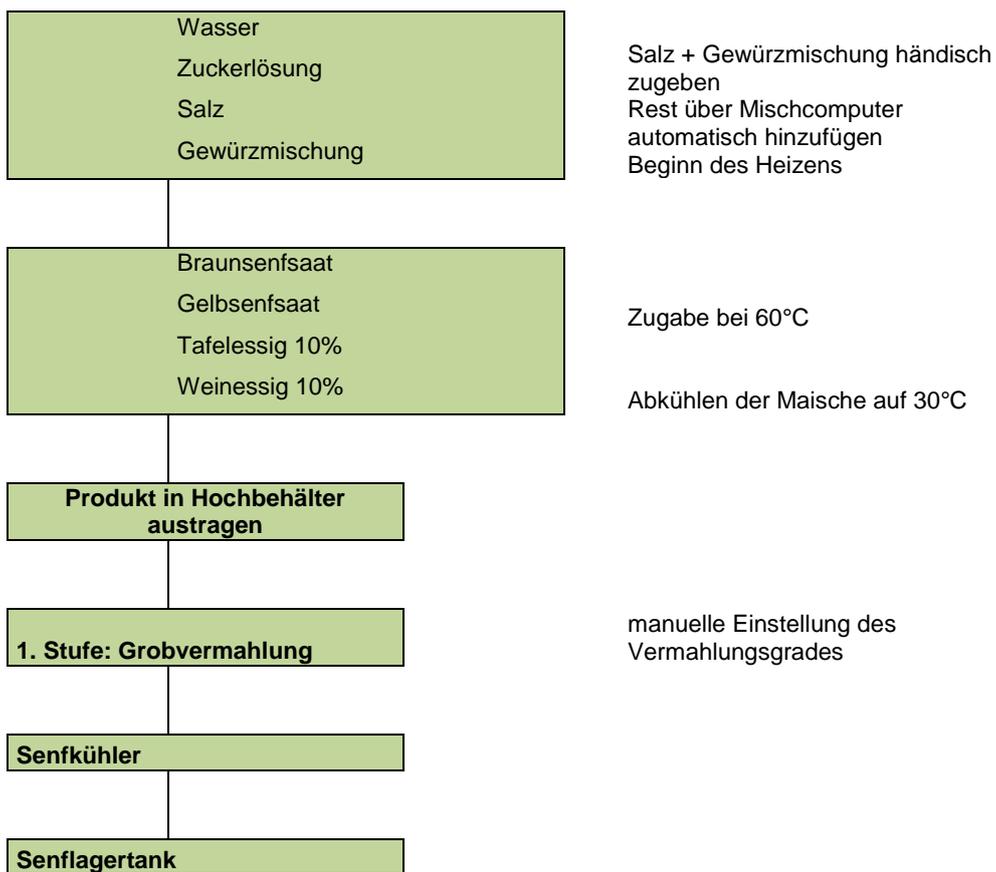


Abb. 3.1 Fließschema des Herstellungsverfahrens des Referenzmusters

3.1.3.2 Herstellungsverfahren Probe 1

Bei Probe 1 wurde bei der Herstellung auf den gleichen Temperaturverlauf wie bei der Referenz zurückgegriffen, jedoch wurde die Reihenfolge der Zutatenzugabe insofern verändert, dass zuerst die Senfsaat alleine gemischt wurde, bevor die Zugabe der restlichen Zutaten erfolgte.

Für die Herstellung der Probe 1 wurde somit zunächst Wasser im Maischetank vorgelegt und anschließend die Senfsaat hinzugefügt. Nach Beendigung der Senfsaatzugabe wurde mit dem Aufheizen des Gemisches begonnen. Nachdem eine Temperatur von 60°C erreicht wurde, erfolgte die Zugabe des Essigs, der Gewürze, des Salzes und des Zuckers. Dann wurde mit dem Kühlen der Maische auf 30°C begonnen. Nachdem die Maische eine Temperatur von 30°C erreicht hatte (Dauer etwa 60 Minuten), wurde sie in den Zwischentank gepumpt und bis zum Freiwerden einer Mühle aufbewahrt (Dauer der Lagerung etwa zehn Minuten). Zuletzt erfolgten die Vermahlung der Maische und das Ableiten des Senfes über den Kühler zur Lagerung im Stahltank (Abb. 3.2).

Das in Abbildung 3.2 ersichtliche Fließschema stellt den Produktionsablauf im Werk und die erforderlichen Arbeitsschritte zur Herstellung der Probe 1 schematisch dar.

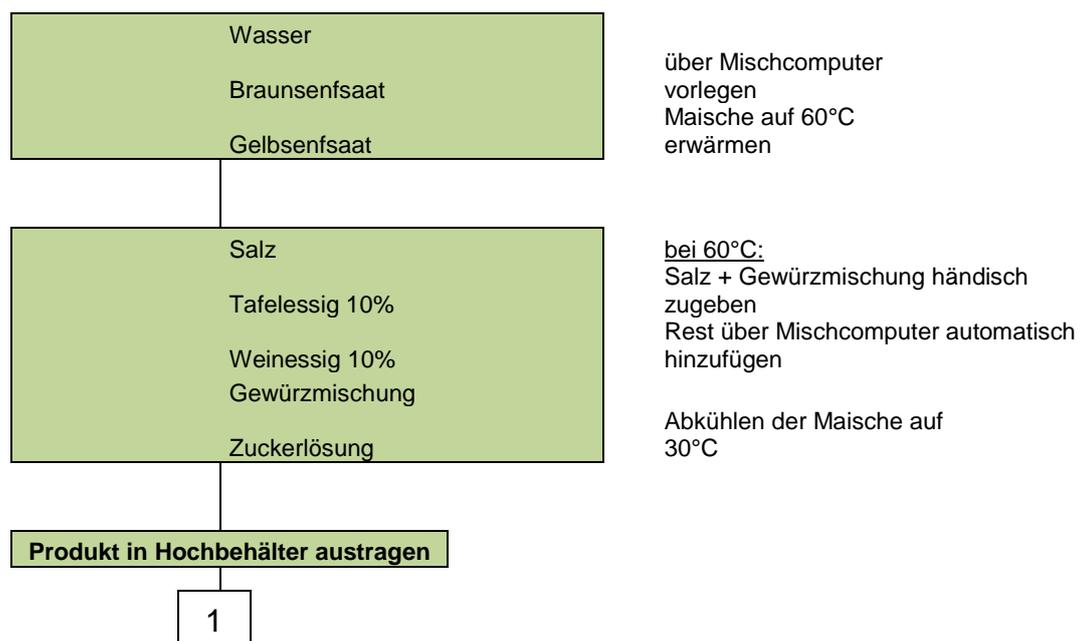




Abb. 3.2 Fließschema des Herstellungsverfahrens von Probe 1

3.1.3.3 Herstellungsverfahren Probe 2

Für die Herstellung der Probe 2 wurden, im Gegensatz zur Referenz, alle Zutaten miteinander vermengt und anschließend bei 30°C die Senfsaat hinzugefügt und 1 Stunde lang gemischt.

Für die Herstellung der Probe 2 wurden somit zunächst Wasser, Essig und Zucker im Maischetank vorgelegt und anschließend die Gewürze und das Salz hinzugefügt. Nach Beendigung der Zuckerzugabe wurde mit dem Aufheizen des Gemisches begonnen. Nachdem eine Temperatur von 30°C erreicht wurde, erfolgte die Zugabe der Senfsaat und somit der Beginn der Maische. Die Temperatur der Maische wurde für 60 Minuten bei 30°C gehalten, dann wurde sie in den Zwischentank gepumpt und bis zum Freiwerden einer Mühle dort aufbewahrt (Dauer der Lagerung etwa zehn Minuten). Zuletzt erfolgten die Vermahlung der Maische und das Ableiten des Senfes über den Kühler zur Lagerung im Stahltank (Abb. 3.3).

Das in Abbildung 3.3 ersichtliche Fließschema stellt den Produktionsablauf im Werk und die erforderlichen Arbeitsschritte zur Herstellung Probe 2 schematisch dar.

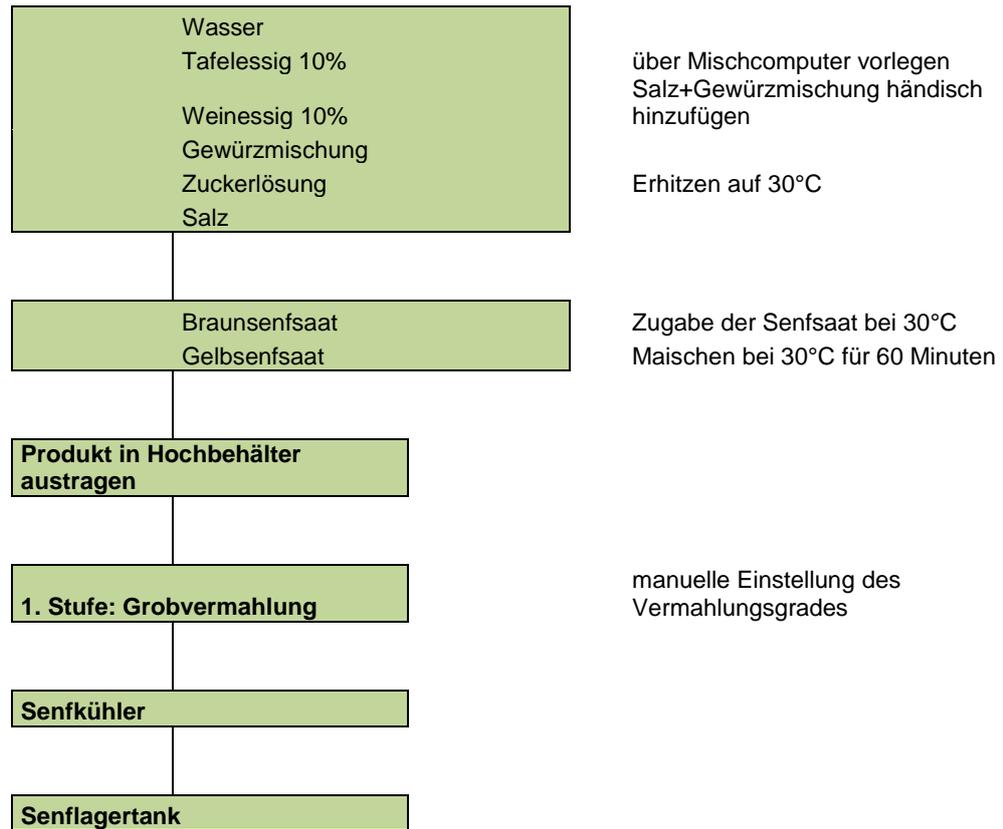


Abb. 3.3 Fließschema des Herstellungsverfahrens von Probe 2

3.1.3.4 Herstellungsverfahren Probe 3

Die Produktionsweise von Probe 3 entsprach, die Zutatenreihenfolge betreffend, jener der Referenz, lediglich die Verarbeitungstemperatur wurde auf 30°C reduziert.

Für die Herstellung der Probe 3 wurden somit zunächst Wasser und Zucker im Maischetank vorgelegt und anschließend die Gewürze und das Salz hinzugefügt. Nach Beendigung der Zuckerzugabe wurde mit dem Aufheizen des Gemisches begonnen. Nachdem eine Temperatur von 30°C erreicht wurde, erfolgte die Zugabe der Senfsaat, des Essigs und somit der Beginn der Maische. Die Temperatur der Maische wurde für 60 Minuten bei 30°C gehalten. Im nächsten Schritt wurde die Maische in den Zwischentank gepumpt und bis zum Freiwerden einer Mühle aufbewahrt (Dauer der Lagerung etwa zehn Minuten). Zuletzt erfolgten die Vermahlung der Maische und das Ableiten des Senfes über den Kühler zur Lagerung im Stahltank (Abb. 3.4).

Das in Abbildung 3.4 ersichtliche Fließschema stellt den Produktionsablauf im Werk und die erforderlichen Arbeitsschritte zur Herstellung der Probe 3 schematisch dar.

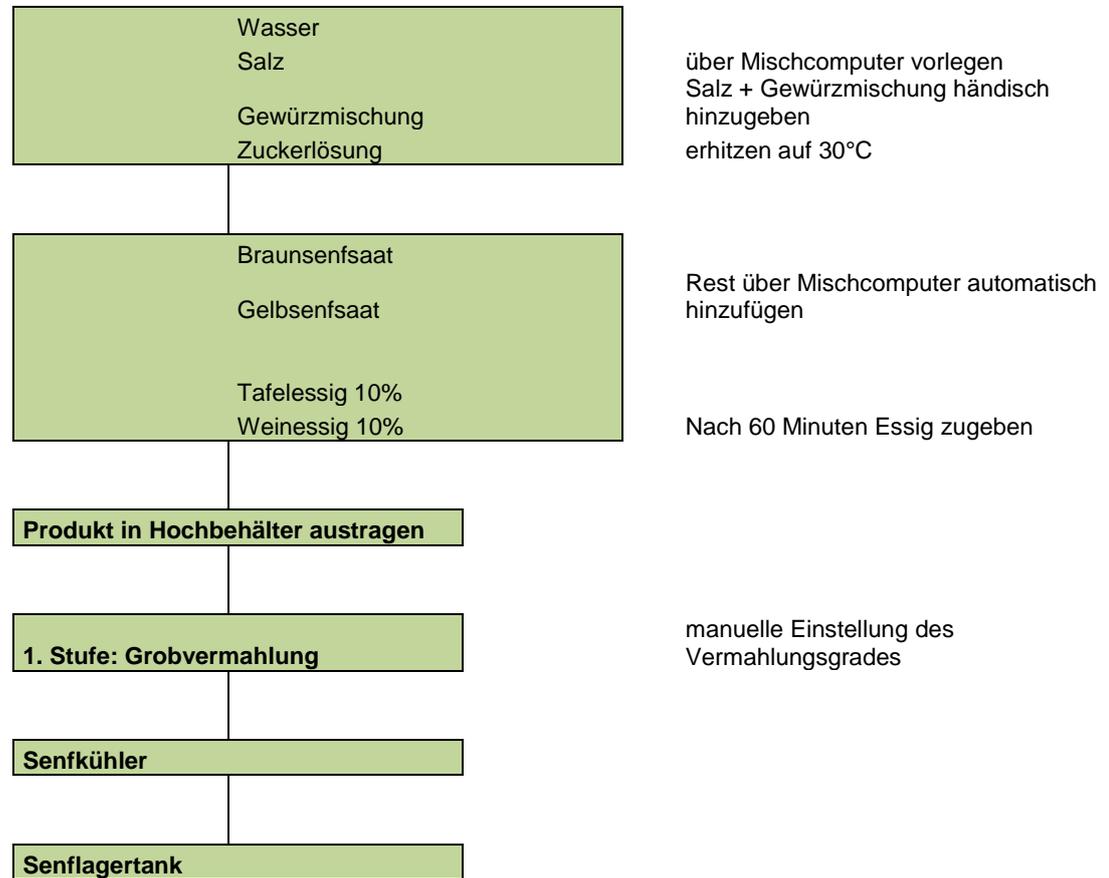


Abb. 3.4 Fließschema des Herstellungsverfahrens von Probe 3

3.1.3.5 Herstellungsverfahren Probe 4

Um Probe 4 produzieren zu können wurden, im Vergleich zur Referenz, sowohl die Verarbeitungstemperatur (80°C), als auch die Zutatenreihenfolge abgeändert.

Für die Herstellung der Probe 4 wurde daher zunächst Wasser im Maischetank vorgelegt und anschließend die Senfsaat hinzugefügt. Nach Beendigung der Senfsaatzugabe wurde mit dem Aufheizen des Gemisches begonnen. Nachdem die Maische eine Temperatur von 80°C hatte, wurde versucht diese Temperatur für 30 Minuten zu halten. Danach erfolgte die Zugabe des Essigs,

der Gewürze, des Salzes und des Zuckers und es wurde mit dem Abkühlen der Maische begonnen. Nachdem die Maische eine Temperatur von 30°C erreicht hatte (Dauer etwa 60 Minuten), wurde sie in den Zwischentank gepumpt und bis zum Freiwerden einer Mühle dort aufbewahrt (Dauer der Lagerung etwa zehn Minuten). Zuletzt erfolgten die Vermahlung der Maische und das Ableiten des Senfes über den Kühler zur Lagerung im Stahltank.

Das in Abbildung 3.5 ersichtliche Fließschema stellt den Produktionsablauf im Werk und die erforderlichen Arbeitsschritte zur Herstellung der Probe 4 schematisch dar.

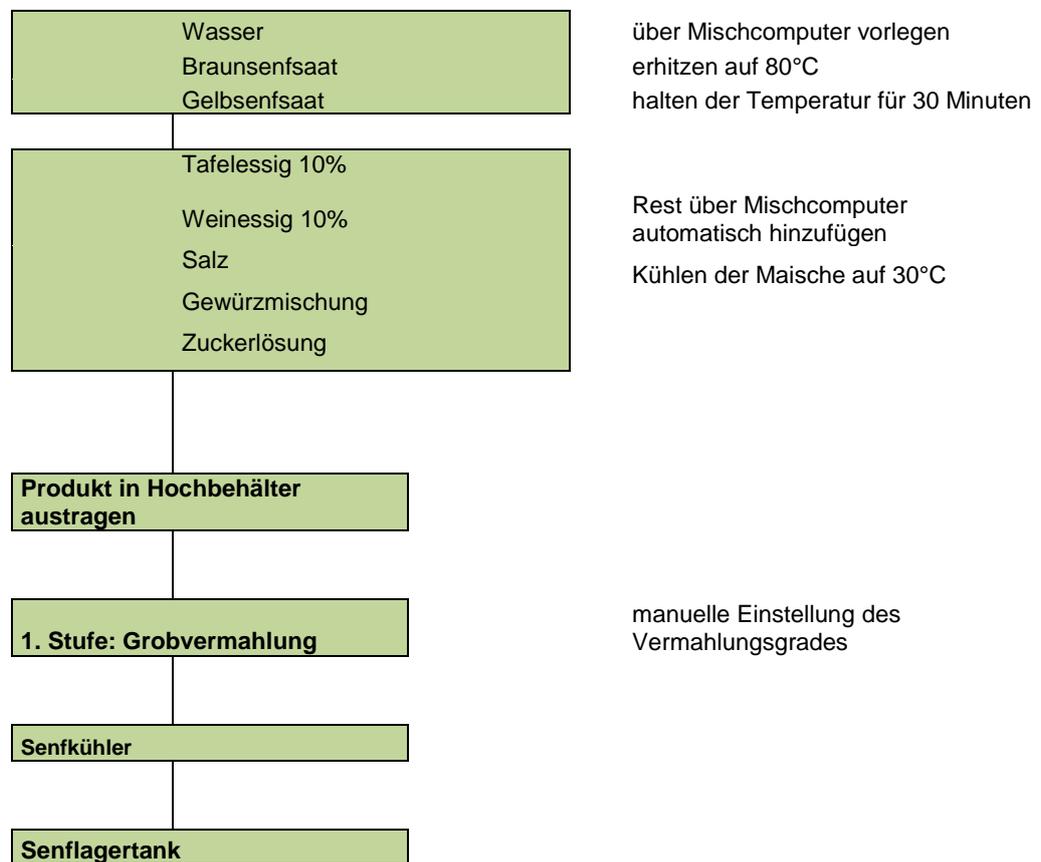


Abb. 3.5 Fließschema des Herstellungsverfahrens von Probe 4

3.2 Methoden

3.2.1 Produktanalytik

Um die Entwicklung der Proben verfolgen zu können, wurden jene analytischen Prüfverfahren herangezogen, auf welche sich auch die routinemäßige Qualitätskontrolle von Kremser Senf der Mautner Markhof Feinkost GmbH stützt.

3.2.1.1 Viskosität

Die Viskosität des Senfes wurde mit Hilfe des Brookfield Analog-Viskosimeter gemessen. Die Vorgehensweise erfolgte laut Gebrauchsanweisung [BROOKFIELD, 1999].

Prinzip

Mit dem Brookfield Analog-Viskosimeter wird der Widerstand der zu testenden Substanz mittels einer Spindel eruiert. Die Messung wird durch eine Feder bewerkstelligt, an der Spindel hängt. Der Verdrehungsgrad der Feder wird direkt am Gerät angezeigt. Die Anzeige ist proportional zur Viskosität der Testsubstanz für jede Geschwindigkeit. Da in vielen Substanzen (zum Beispiel Ketchup und Senf) die Viskosität mit der Rührdauer, aufgrund der Tixotropie abnimmt, muss nach genau drei Umdrehungen gemessen werden.

Da es sich bei der Viskosität um eine temperaturabhängige Größe handelt, musste die Probe vorher temperiert werden [BROOKFIELD, 1999].

Erforderliche Prüfmittel und Einrichtungen

- Brookfield Rotationsviskosimeter (Modell RVT)
- Spindelsatz (RV6)
- 50 ml Becherglas

Durchführung der Analyse

- die für die Probe erforderliche RV6 Spindel wurde am Gerät montiert
- die Spindel wurde bis zur Markierung in die Testsubstanz eingetaucht
- Umdrehungsgeschwindigkeit: auf 10 RPM (StandardEinstellung) eingestellt
- drei Umdrehungen wurden abgewartet
- zuletzt wurde der Wert abgelesen

Berechnungen/Resultatangabe

Messbereich: 10 - 85 Skaleneinheiten bei der jeweiligen Spindel

Ablesegenauigkeit: 0,5 Einheiten

Die Viskosität wurde aus dem am Viskosimeter abgelesenen Wert und dem in der Tabelle angeführten Multiplikationsfaktor, welcher bei konstanter Umdrehungsgeschwindigkeit (RPM=10) von der Spindelgröße abhängt, errechnet.

Viskosität in mPas = abgelesener Wert x Faktor (entspricht 1000)

3.2.1.2 pH-Wert

Die Messung des pH-Wertes erfolgte mit Hilfe des pH-Meter 211 von Hanna Instruments laut Gebrauchsanweisung [HANNA, 2000].

Prinzip

Der pH-Wert ist definiert als der negative dekadische Logarithmus der H⁺ Ionen Konzentration einer Lösung (z.B.: [H]=1mol/l → pH = 0; [H] = 10⁽⁻¹⁴⁾mol/l → pH = 14).

Erforderliche Prüfmittel und Einrichtungen

- pH-Meter mit geeigneter Elektrode
- Thermometer (Genauigkeit +/-0,1°C) bzw. mit Temperaturkompensation
- deionisiertes Wasser (zur abschließenden Reinigung), Becherglas

Durchführung

- Elektrode wurde eingetaucht
- konstanter Wert wurde abgewartet und anschließend abgelesen

Berechnungen/Resultatangabe

pH Wert (1 Dezimale)

3.2.1.3 Invertzucker

Die Bestimmung des Invertzuckers erfolgte mit Hilfe des HPLC-Systems Shimazu 10-AD VP; Shimazu CDD 6A., entsprechend der Prüfanweisung zur Bestimmung von Glucose, Fructose, Saccharose und Glycerin [PV AL 10039, 2012].

Prinzip

Die Trennung der verschiedenen Zuckerkomponenten (Glucose, Fructose und Saccharose), erfolgt aufgrund unterschiedlicher Retentionszeiten auf einer Reverse-Phase-Trennsäule isokratisch. Die quantitative Bestimmung erfolgt mittels IR-Detektion [PV AL 10039, 2012].

Erforderliche Prüfmittel, Reagenzien und Einrichtungen

- Wasser deionisiert
- Wasser: HPLC-Reinstwasser
- Acetonitril: HPLC-Qualität
- Glucose pro analysi (p.A.)
- Fructose p.A.
- Saccharose p.A.
- Glycerin p.A.
- Analysenwaage (± 0.1 mg)
- Messkolben 100 ml und 1000 ml
- Magnetrührer mit Rührstab
- diverse Filter
- Stomacher, Stomacherbeutel
- Giftpipette
- Messur (± 5 ml)
- Filtrationsvorsätze
- Computersystem DIONEX Chromeleon
- Acetonitril: 80 Volumsteile (Laufmittel)
- Wasser: 20 Volumsteile (Laufmittel)

Nach der Zusammenmischung der beiden Lösungen und dem Überführen des Laufmittels in den Vorratskolben wurde das Laufmittel anschließend 10 Minuten im Ultraschallbad entgast.

Zuckerstandard :

- Glucose: ca. 5 g +/-1 mg genau gewogen
- Fructose: ca. 5 g +/-1 mg genau gewogen
- Saccharose: ca. 10 g +/-1 mg genau gewogen
- Glycerin: ca. 10 g +/-1 mg genau gewogen

Nachdem die Komponenten in einen Messkolben eingewogen wurden, wurde dieser mit 1000 mL deionisiertem Wasser aufgefüllt.

Säule, HPLC-Parameter

- Säule: NH₂-Säule Hypersil 5 µmAPS-2
- Flowrate: 2.0 ml/min
- Temperatur: 30°C (Trennsäule im Säulenofen)
- Probenvolumen: 20 µl
- Detektion: IR-Detektor

Probenvorbereitung

feste Proben:

- ~20 g der Probe wurden in einen Stomacherbeutel eingewogen
- dann wurden 10 mL Acetonitril mit einer Glaspipette hinzugefügt
- anschließend wurde mit deionisiertem Wasser auf etwa 100 g (auf 1/100 g genau) aufgefüllt
- das Gemisch wurde dann zwei Minuten im Stomacher homogenisiert und danach filtriert

Bei allen Analysen war der Verdünnungsfaktor zu berücksichtigen.

Zuletzt wurde die Probe mittels Spritze über einen Aufsteckfilter (0,45 µm) in das Injektionsventil injiziert.

Berechnungen/Resultatangabe

Die Ergebnisse wurden vom Programm Chromeleon direkt ausgegeben.

Angabe als Invertzucker (g/l): Glucose + Fructose + Saccharose [jeweils in g/l]

3.2.1.4 Trockensubstanz

Die Messung der Trockensubstanz erfolgte mit Hilfe des HG63 Moisture Analyzers von Mettler Toledo. Die Vorgehensweise erfolgte laut Bedienungsanleitung [METTLER-TOLEDO, 2009].

Prinzip

Das verwendete Gerät arbeitet nach dem thermogravimetrischen Prinzip. Nachdem das Startgewicht der Probe gemessen wurde, beginnt der Halogentrockner mit dem Erhitzen der Probe bis zur Gewichtskonstanz. Durch Ermittlung der Differenz zwischen Start- und Endgewicht, wird auf den Feuchtigkeitsgehalt der Probe rückgerechnet [METTLER-TOLEDO, 2009].

Erforderliche Prüfmittel und Einrichtungen

- Halogentrockner (Heizmodul und Präzisionswaage)
(Genauigkeit +/- 0,1 mg)
- Löffel oder Spatel

Durchführung

- Einwaage von zwei bis drei Gramm Senf und anschließend anwählen des M1 Programmes (schnell 150°C)

Berechnungen und Resultatangabe

% Wassergehalt = Auswaage (=Trockenverlust) x 100/Einwaage

% Trockensubstanz = Einwaage – Wassergehalt (%)

Die Angabe des Ergebnisses erfolgt in Gewichtsprozent.

3.2.1.5 Säure

Die Bestimmung des Säuregehaltes erfolgte mit Hilfe des Mettler Titrators T70 laut Bedienungsanleitung [METTLER-TOLEDO, 2006].

Prinzip

Durch die Zugabe einer bekannten Lauge bis zum Neutralisationspunkt einer Lösung, kann auf den Säuregehalt einer Lösung geschlossen werden.

Durch die Verwendung eines Autotitrators (vollständige Analysenstation für die titrimetrische Analyse) ist es möglich, die Durchführung der Titration zu automatisieren [METTLER-TOLEDO, 2006].

Erforderliche Prüfmittel, Reagenzien und Einrichtungen

- Mettler Autotitrator T70
- Analysenwaage (Genauigkeit +/-0,01 mg)
- deionisiertes Wasser, 0,1N NaOH od. 1,0N NaOH
- Probengefäß (100 ml Plastikbecher)

Durchführung

- für die Bestimmung der Essigsäure bei Senf wurden je 2,5 – 4 g in ein, mit wenig Deionat gefülltes, Probengefäß eingewogen
- das Probegefäß wurde auf 60 mL mit deionisiertem Wasser aufgefüllt und am Gerät befestigt
- das eingewogene Gewicht war in Gramm einzugeben

Berechnung und Resultatangabe

Die Berechnung wurde am Gerät selbst durchgeführt.

Der Essigsäuregehalt wurde in % Essigsäure ausgegeben.

3.2.1.6 Fett

Die Fettbestimmung erfolgte laut dem „Laboratoriumsbuch für den Lebensmittelchemiker“ [ACKER et al., 1963]

Prinzip

Unter dem Begriff der Lipide werden die Ester langkettiger, meist unverzweigter Carbonsäuren wie Fette, Wachse und andere zusammengefasst – zum Teil werden auch Isoprenoide und Terpene in diese Gruppe gezählt [LATSCHA und KAZMAIER, 2008].

Diese wasserfreien Substanzen können mit Lipidlösungsmitteln wie Äther, Petroleumbenzin oder Trichlorethan extrahiert werden.

Erforderliche Prüfmittel, Reagenzien, und Einrichtungen

- Analysenwaage (Genauigkeit +/- 0,1 mg)
- Erlenmeyerkolben mit Schliff
- Rückflusskühler (Dimrothkühler; 400 mm bzw. Kugelkühler)
- Trichter, Filterstativ, Faltenfilter, Magnetstab, Becherglas (500 ml)
- Magnetrührer mit Heizplatte, Rundkolben, Rückflusskühler, Heizplatte,
- Extraktionshülsen, Soxhletaufsatz, Rotavapor

- Trockenschrank (Temperatur 105 °C +/- 0,5°C)
- Exsikkator (befüllt mit trockenem Silicagel)
- circa 6N Salzsäure (440 ml 37%ige HCl auf 2000 ml), Petroleumbenzin

Durchführung

- Einwaage von circa 6 g Senf in einen Erlenmeyerkolben mit Magnetstab und Zugabe von 100 ml 6N HCl, die Probe wurde dann circa 30 Minuten unter Rückflusskühlung und unter ständigem Rühren gekocht
- anschließend wurde heiß über einen Faltenfilter filtriert, der Erlenmeyerkolben und der Filter wurden mit circa 300 ml kochendem deionisiertem Wasser gut ausgespült → salzsäurefrei gewaschen
- der Faltenfilter wurde in einem Becherglas bei 60°C im dafür vorgesehenen Trockenschrank oder bei Raumtemperatur über Nacht getrocknet; die Flüssigkeit wurde verworfen
- der Filter wurde in die Extraktionshülse (Karton) gestopft und in den Soxhletaufsatz gegeben
- der Rundkolben wurde (inklusive 2 Siedesteinen) in die Apparatur eingesetzt; das Becherglas mit circa 150 ml Petroleumbenzin ausgespült und über die Extraktionshülse gegossen
- das Fett wurde dann 3 Stunden mit Petroleumbenzin extrahiert
- dann wurde das Lösungsmittel am Rotavapor abgedampft
- der Rundkolben mit dem Fett wurde eine Stunde im Trockenschrank bei 105°C getrocknet
- die Auswaage erfolgte nach dem Abkühlen im Exsikkator (30 Minuten) auf der Analysenwaage

Berechnung / Resultatangabe

$\% \text{ FETT} = (\text{Auswaage} - \text{Leerkolben}) \times 100 / \text{Einwaage}$

Angabe: = % Fett (m/m) (auf 1 Dezimalstelle)

3.2.1.7 Salz

Die Bestimmung des Salzgehaltes erfolgte basierend auf der Literatur von JANDER et al. [1973] und mit Hilfe der Gebrauchsanweisungen der Mettler-Bürette [METTLER, 1973] und des Inolab pH/Ion Level 2 [WTW, 2002].

Prinzip

Konduktometrie (Leitfähigkeitstiteration), basiert auf der Eigenschaft wässriger Elektrolytlösungen den elektrischen Strom zu leiten. Die Leitfähigkeit wiederum beruht auf der elektrolytischen Dissoziation der gelösten Säuren, Basen und Salze, also auf dem Zerfall der Stoffe in Ionen.

Somit fällt durch Ansäuern der Lösung Silbernitrat als unlösliches Salz aus und beteiligt sich nicht mehr an der Leitfähigkeit der Lösung. Die Konzentration der Natriumionen bleibt während der Titration konstant. Wesentlich ist, dass die besser leitenden Chloridionen mehr und mehr reduziert werden und durch die schlechter leitenden Nitrationen ersetzt werden. Die Leitfähigkeit nimmt bis zur beendeten Fällungsreaktion ab. Im Anschluss steigt sie durch den Überschuss an Reagenzlösung wieder an [JANDER et al., 1973].

Erforderliche Prüfmittel, Reagenzien und Einrichtungen

- WTW Inolab pH/Ion Level 2
- Bechergläser
- Wechselbürette und Titrator
- Magnetrührer
- Salpetersäure konzentriert, deionisiertes Wasser

Durchführung

- die Proben (die Einwaage richtet sich nach dem erwarteten Salzgehalt → 5,86/% NaCl, entspricht bei Kremser Senf 5 bis 6 g Einwaage) wurden auf 40-50 mL mit deionisiertem Wasser entsprechend verdünnt
- es folgte das Ansäuern mit konzentrierter Salpetersäure (1 - 2 Tropfen)
- Elektrode (PT100) und Titrationsschlauch wurden in die Probe gegeben und anschließend wurde bis zum Endpunkt von 240 mV titriert
- der Verbrauch wurde abgelesen

Berechnung / Resultatangabe:

% NaCl = Verbrauch ml x 1,172/Einwaage

3.2.1.8 Asche

Die Ermittlung des Aschegehaltes erfolgte anhand der entsprechenden Prüfanweisung der Mautner Markhof Feinkost GmbH [PV AL 10019, 2008].

Prinzip

Unter Asche versteht man die Gesamtheit der nach der vollständigen Verbrennung des Eindampfrückstandes der jeweiligen Probe zurückbleibenden Mineralstoffe. Die Verbrennung ist dabei so durchzuführen, dass die Gesamtheit der Kationen (außer Ammonium) vorwiegend als Carbonate oder als andere wasserfreie Mineralsalze erhalten werden. Eine abgemessene Menge der Probe wird vorgeglüht und anschließend bei einer Temperatur von 600°C bis zur Verbrennung des Kohlenstoffes vollständig geglüht [PV AL 10019, 2008].

Erforderliche Prüfmittel und Einrichtungen

- Analysenwaage (Genauigkeit +/- 0,1 mg)
- Platinschale Durchmesser \varnothing 90 mm
- Exsikkator (befüllt mit trockenem Silicagel)
- Bunsenbrenner, Drahtnetz
- Trockenschrank 105°C (+/-1°)
- Muffelofen (600°)

Durchführung

Vorbereitung Senf:

- die ausgeglühte Platinschale (getrocknet im Exsikkator) wurde auf +/-0,1 mg genau ausgewogen
- 3,0 - 5,0 g Senfprobe wurden in die ausgewogene Platinschale eingewogen
- Die Probe wurde im Trockenschrank circa 1 Stunde getrocknet

Veraschung:

- die Probe wurde über der Bunsenbrennerflamme langsam verkoht
- anschließend wurde die Probe im Muffelofen bis zur vollständigen Verbrennung des Kohlenstoffes verascht (weiße Asche)
- danach musste die Probe im Exsikkator erkalten (mindestens 30 Minuten) und auf 0,1 mg genau ausgewogen werden

Berechnung / Resultatangabe

Gehalt an Asche g/100 g = Auswaage (g) x 100 / Einwaage (g)

3.2.1.9 Fettsäureprofil

Fettextraktion

- circa 3 g Einwaage der gefriergetrockneten Probe wurden im 100 ml Pyrexglas mit 90 mg Chloroform/Methanolmischung (2:1) versetzt
- das Pyrexglas wurde mit N₂ begast, gut verschlossen und 30 Minuten im Kühlen und Dunkeln gerüttelt
- über Nacht wurde die Probe im Kühlen und Dunkeln stehen gelassen
- die Probe wurde in einen 250 mL Scheidetrichter geleert (über einen Glastrichter mit Faltenfilter)
- das Pyrexglas wurde mit 3x5 mL Chloroform gespült und in den Scheidetrichter überführt
- der Filter wurde dann 2 mal mit 3 mL Chloroform gespült – 10 Minuten wurden abgewartet
- sobald sich das gesamte Extrakt im Scheidetrichter befand, konnte der Filter verworfen werden
- 18 mL CaCl₂ wurden in den Scheidetrichter gegeben, dieser mit einem Glasstopfen verschlossen und eine Minute lang kräftig geschüttelt (dazwischen musste der Scheidetrichter gelüftet werden)
- Abwarten der Phasentrennung
- falls notwendig konnte 1 mL Methanol unter die Lipidphase gespritzt werden
- die Lipidphase wurde über Natriumsulfat in einen 100 mL Messzylinder mit Faltenfilter abgelassen
- der Faltenfilter wurde mit 2x3 mL Chloroform gespült und anschließend verworfen
- das Extrakt wurde in ein dunkles Glasfläschchen gefüllt, mit N₂ begast, mit Parafil umwickelt und bei -20°C aufbewahrt

Ölgewinnung:

- 4 mL des Extrakts wurden in eine Spitzeprouvette mit Schliff pipettiert
- am Rotavapor bei circa 50°C und mittels Vakuumpumpe (200 mbar) wurde die Probe circa 15 Minuten lang abgedampft

- mindestens 10 μL des reinen Öls wurden in ein Cap gefüllt, mit N_2 begast und bei -80°C gelagert

Vorbereitung der GC-Analyse

- Herstellung einer methanolischen Natronlauge (1 g NaOH, 3 mg BHT, 50 mL Methanol – wurden circa 45 Minuten in ein Ultraschallbad geben, bis sich die Plätzchen vollständig gelöst haben)
- 10 μL des reinen Öls wurden in ein Pyrexröhrchen gegeben, 1 mL methanolische NaOH hinzugefügt und das Ganze für 10 Minuten ins Ultraschallbad gestellt
- die Pyrexröhrchen wurden bei 100°C 5 Minuten lang gekocht und anschließend 5 Minuten lang im Eis abgekühlt
- 1 mL BF_3 -Lösung wurde hinzugefügt, 5 Minuten bei 100°C gekocht und wieder 5 Minuten im Eis abgekühlt
- es wurden 4x 500 mL Hexan hinzugefügt und die Probe zwischendurch immer 5 Minuten lang bei 700 rpm gerüttelt
- die Hexanphase wurde abgenommen, in eine Eprovette gegeben und abgedampft
- danach wurde die Probe in 2000 μL Hexan gelöst und 75 μL davon in ein Vial gegeben

GC Analyse/Autosys 1 für Lebensmittel

- 2 μL der Probe wurden mit einem Split von 1:50 eingespritzt
- das Temperaturprogramm muss immer der jeweiligen Säule angepasst werden
- Injektor: 250°C
- Detektor: 275°C
- Vorsäule: 5 m
- Säule: hoch polare Rtx-2330 30 m x 0.25 mm x 0.20 μm , besteht aus 90% Biscynolpropyl und 10% Phenylcyanopropylpolysiloxane

3.2.2 Mikrobiologische Analyse

Der Zeitpunkt der Probenziehungen für die mikrobiologischen Untersuchungen entsprach jenem für die analytischen Proben. Die Wahl der Untersuchungsmethodik orientierte sich auch in diesem Fall an der Routineanalytik der Mautner Markhof Feinkost GmbH.

3.2.2.1 Plattengussverfahren von Senfproben

Bei einigen mikrobiologischen Untersuchungen wurde auf das Spatel-Plattengussverfahren zurückgegriffen [AA QE 03029, 2007].

Erforderliche Prüfmittel, Reagenzien und Einrichtungen

- Bunsenbrenner
- Kolbenhubpipette mit sterilen Spitzen (0,1 mL, 1 mL)
- Verdünnungslösung zu 9 mL (sterile physiologische Kochsalzlösung)
- Temperierte Nährböden

Prinzip und Durchführung

Die Verdünnung des Lebensmittels wurde mit einem geschmolzenen Nährboden vermischt oder ein Oberflächenausstrich durchgeführt.

Die Verdünnungsstufen mussten so ausgewählt werden, dass Petrischalen mit Koloniezahlen zwischen 10 und 200, höchstens 300 KBE (koloniebildende Einheit) pro Platte zu erwarten waren.

1 mL der Verdünnungsstufe 10^{-1} entspricht 0,1 g oder 0,1 mL Probe (Abb. 3.6 und 3.7).

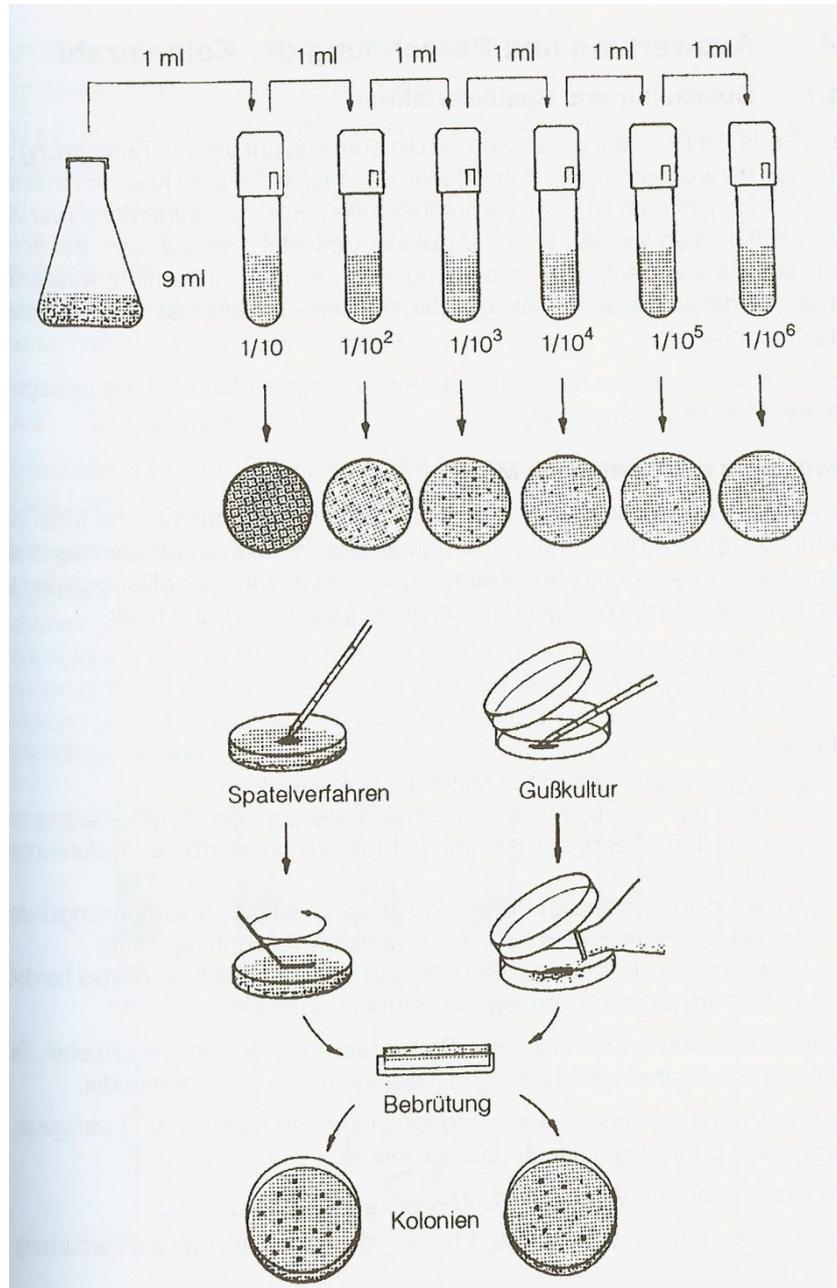


Abb. 3.6 Schematische Darstellung des Plattengussverfahrens [BAUMGART, 2004]

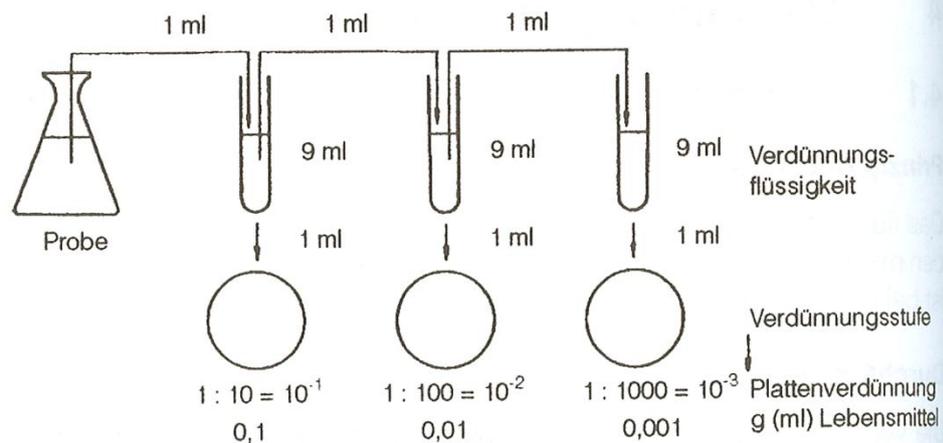


Abb. 3.7 Schematische Darstellung der Verdünnungsreihe zur Herstellung der Plattenverdünnung [BAUMGART, 2004]

Mit einer sterilen Spitze wurden 1 mL Probe oder Verdünnung in eine Petrischale pipettiert und anschließend wurden 12-15 mL des geschmolzenen und im Wasserbad abgekühlten Nährbodens in Petrischalen gegossen und mit der Probe gleichmäßig vermischt.

Die Zeit von der Erstverdünnung bis zur Beimpfung durfte 30 Minuten nicht überschreiten.

Bebrütungstemperatur und –zeit wurden entsprechend der zu untersuchenden Mikroorganismen angepasst.

3.2.2.2 Milchsäurebakterien

Die Bestimmung der Milchsäurebakterien erfolgte anhand der Prüfanweisung der Mautner Markhof Feinkost GmbH [AA QE 03004, 2007].

Erforderliche Prüfmittel, Reagenzien und Einrichtungen

- angeführte Substanzen siehe Tabelle 3.1
- deionisiertes Wasser
- Wasserbad
- Präzisionswaage ($\pm 0,1$ g)
- pH Meter
- Autoklav
- 1000 mL Schottflasche

- Petrischalen mit Nocken (Ø 90mm)
- Anaerobiertopf
- Anaerocult C

Medium

Bei dem hergestellten Medium (Tab. 3.1) handelt es sich um ein Selektivmedium, das der Isolierung und Keimzahlbestimmung von Milchsäurebakterien in Feinkostprodukten dient.

Durch einen Oberflächenausstrich werden 0,1 mL Probe auf das Medium aufgetragen.

Bakterienkolonien, die einen Aufhellungshof um die Kolonie bilden, sind als Milchsäurebakterien einzuordnen.

Tab. 3.1 Zusammensetzung des Mediums zum Nachweis von Milchsäurebakterien

MRS - Bouillon	52,0 g
Calciumcarbonat	19,8 g
Natriumthioglycolat	1,0 g
L –Cysteinhydrochlorid	1,0 g
Tomatensaft	300 mL
Ager	15 g
dem. Wasser	700 mL

mit 90 prozentiger Milchsäure den pH-Wert auf $5,3 \pm 0,1$ einstellen

Zunächst wurden die eingewogenen Reagenzien mit etwas deionisiertem Wasser suspendiert und anschließend die gesamte Restmenge an Wasser hinzugefügt. Der pH-Wert des Ansatzes wurde mit 90 prozentiger Milchsäure eingestellt (pH-Wert $5,3 \pm 0,1$) und der Ansatz 15 Minuten quellen gelassen.

Ein Rührstab wurde beigegeben und autoklaviert. Dann wurde der Nährboden bei 121°C für 15 Minuten sterilisiert und anschließend wurde das Medium im Oberflächenausstrich mit 0,1 mL Probe beimpft.

Bebrütung

Die Bebrütung erfolgte mit dem Boden nach oben im Anarobiertopf (Fa. MERCK) in modifizierter (CO₂ angereicherter) Atmosphäre (Anaerocult C) bei 30°C für 5 Tage.

3.2.2.3 Aerobe Gesamtkeimzahl

Die Bestimmung der aeroben Gesamtkeimzahl erfolgte entsprechend der Prüfanweisung der Mautner Markhof Feinkost GmbH [AA QE 03010, 2008].

Erforderliche Prüfmittel und Einrichtungen

- fertig Trockennährboden
- deionisiertes Wasser
- Wasserbad
- Präzisionswaage ($\pm 0,1$ g)
- pH Meter
- Autoklav
- 500 mL Schottflaschen
- 250 mL Schottflaschen
- Petrischalen ohne Nocken (\varnothing 90 mm)

Medium

Mit Hilfe des Plate Count Agar, ein hemmstoff- und indikatorfreier Nährboden, kann die Gesamtkeimzahl bestimmt werden.

Herstellung des Mediums

Der Trockennährboden wurde in Wasser suspendiert und im strömenden Dampf bis zum vollständigen Lösen erhitzt.

Nährbodenflaschen: Der flüssige Nährboden wurde zu je 100 mL auf 250 mL Schottflaschen aufgeteilt und anschließend autoklaviert.

Die Sterilisation wurde für 15 Minuten bei 121°C durchgeführt.

Bebrütung

Die Bebrütung erfolgte bei 30°C 3 Tage lang, mit dem Boden nach oben.

3.2.2.4 Milchsäurebildner

Die Bestimmung von Milchsäurebildnern erfolgte entsprechend der Prüfanweisung der Mautner Markhof Feinkost GmbH [AA QE 03037, 2007].

Erforderliche Prüfmittel und Einrichtungen

- fertig Trockennährboden
- deionisiertes Wasser
- Präzisionswaage ($\pm 0,1$ g)
- pH Meter
- Autoklav
- 2000 mL Becherglas
- 250 mL Schottflaschen mit Magnetrührstäbchen
- Metallkappen
- Peri-Fill-Dosierer

Medium

MRS Nährmedien besitzen eine geringe Selektivität, deshalb können neben den zu untersuchenden Lactobacillen auch andere Begleitkeime auf dem Nährmedium wachsen.

Um die Anreicherung von Milchsäurebildnern zu ermitteln, erfolgte die Auswertung über die Bestimmung des pH-Wertes.

Herstellung des Mediums

Der Trockennährboden wurde in deionisiertem Wasser gelöst. Anschließend wurde die Lösung in 250 mL Schottflaschen zu je 90 mL mittels Peri-Fill-Dosierer abgefüllt und für 15 Minuten bei 121°C sterilisiert. Zuletzt werden die 90 mL des Nährbodens mit 10 g Probe beimpft.

Bebrütung

Die Bebrütung erfolgte für 5 Tage bei 30°C am Schüttler. Abschließend wurde eine Bestimmung des pH-Wertes vorgenommen.

3.2.2.5 Hefen und Schimmel

Die Bestimmung von Hefen und Schimmel erfolgte entsprechend der Prüfanweisung der Mautner Markhof Feinkost GmbH [AA QE 03042, 2009].

Erforderliche Prüfmittel und Einrichtungen

- fertig Trockennährboden
- deionisiertes Wasser
- Wasserbad
- Präzisionswaage ($\pm 0,1$ g)
- pH Meter
- Autoklav
- 1000 mL Schottflaschen
- 250 mL Schottflaschen
- Petrischalen ohne Nocken (\varnothing 90mm)

Medium

Zur Bestimmung von Hefen und Schimmel, wurde auf einen Hefeextrakt-Glukose-Chloramphenicol-Agar zurückgegriffen. Es handelt sich um einen Selektivnährboden, der die Bestimmung der Koloniezahl je Gramm Lebensmittel ermöglicht.

Herstellung des Mediums

Der Trockennährboden wurde in Wasser suspendiert und im strömenden Dampf bis zum vollständigen Lösen erhitzt.

Nährbodenflaschen: Der flüssige Nährboden wurde zu je 100 mL auf 250 mL Schottflaschen aufgeteilt und anschließend autoklaviert.

Nährbodenplatten: Der sterile, temperierte Nährboden wurde zu je 20 mL in Petrischalen gegossen. Anschließend erfolgte eine Sterilisation bei 121°C für 15 Minuten. Zuletzt werden die Platten im Plattengussverfahren mit 1 ml Probe beimpft.

Bebrütung

Die Bebrütung erfolgte mit dem Deckel nach oben, lichtgeschützt bei 25°C 4 Tage lang.

3.2.3 Sensorische Analyse

Die sensorische Analyse der Proben erfolgte einerseits durch den Einsatz einer Quantitativen Deskriptiven Analyse (QDA) und andererseits durch den Einsatz einer Präferenzanalyse.

Die Präferenzanalysen wurden zwei Wochen nach Produktion des Senfes durchgeführt, der Abstand der weiteren Analysen entsprach jenem der analytischen und mikrobiologischen Untersuchungen (fünfwöchiger Abstand).

Die Quantitative Deskriptive Analyse fand erstmals ebenfalls zwei Wochen nach der Produktion („Zeitpunkt-Null“) statt. Der nächste Termin (Termin 1) fand fünf Wochen nach Termin 0 statt und der letzte Termin (Termin 3), aufgrund der zeitlichen Verfügbarkeit des Panels und des Bestrebens dieses möglich konstant zu halten, sechzehn Wochen nach der Erstproduktion.

3.2.3.1 Quantitative Deskriptive Analyse

Die Quantitative Deskriptive Analyse (QDA) wurde an der Universität Wien, Department für Ernährungswissenschaften, durch zehn geschulte Personen [ISO-STANDARD 8586, 1993] durchgeführt.

Aufgrund des langen Lagerzeitraumes von vier Monaten, kam es zum Teil zu Ausfällen der Panellisten beziehungsweise zu unvermeidbaren Neubesetzungen.

Methodik

Bei der QDA handelt es sich um eine deskriptive sensorische Methode, in der eine quantitative Evaluierung der Attribute die Erstellung eines Produktprofils ermöglicht. Es soll, durch die Evaluierung aller Sinneseindrücke, zu einer ganzheitlichen Beschreibung der Produkte kommen.

Die QDA wird in zwei Abschnitte gegliedert: die qualitative Beschreibung der Produktattribute und die quantitative Beurteilung der Intensität der zusammengestellten Deskriptoren [STONE und SIDEL, 1993].

Die Auswahl der Probenattribute, deren Intensität anschließend innerhalb der QDA ermittelt werden sollte, erfolgte einige Wochen vor dem Beginn der

Untersuchungen anhand der bis dato publizierten Daten. Gemeinsam mit den Panellisten kam es vorläufig zur Festlegung folgender Attribute (Tab. 3.2):

Tab. 3.2 Liste der Attribute für die Quantitative Deskriptive Analyse

ATTRIBUT	Beschreibung	Attribute	Description	Quelle/ Source
AUSSEHEN		APPEAR- ENCE		
Farbe	Farbton von hellgelb bis dunkelbraun	Colour	Colour ranging from bright yellow to dark brown	PAUNOVIC et al., [2011]
Glanz	Ausmaß der Lichtreflexion an der Produktoberfläche; von nicht bis stark wahrnehmbar	Gloss	Amount of light reflected from the product's surface; not to very strong noticeable	COGGINS et al., [2008]
Glattheit	Glattheit der Oberfläche; von glatt bis rau	Smoothness	Smoothness of the surface; not to very strong noticeable	TOSCHI et al., [2012]
Körnigkeit	Unregelmäßigkeiten, Körner oder Unebenheiten an der Oberfläche des Produktes; von nicht bis stark wahrnehmbar	Graininess	Irregularity, grains or bumps on the surface of the product; not to very strong noticeable	COGGINS et al., [2008]
GERUCH (pronasal)		ODOR		
Senfgeruch	Intensität des Senfgeruches; von nicht bis stark wahrnehmbar	Mustard- Odor	Level of mustard odor; not to very strong noticeable	-

säuerlich	Intensität des sauren Geruches; von nicht bis stark wahrnehmbar	Sour	Acidic odor, fresh citric acid odor; not to very sour	GREEN-PETERSON et al., [2006]
ranzig	Intensität des Geruches assoziiert mit oxidiertem linolenathältigem Öl; von nicht bis stark wahrnehmbar	Rancid	Aromatic characteristic of oxidized linolenate-containing oils; not to very strong noticeable	WARNER und ESKIN, [1995]
oxidiert	Intensität des Geruches assoziiert mit verdorbenen oder oxidierten Ölen; von nicht bis stark wahrnehmbar	Oxidation	General term, to include characteristics of deteriorated or oxidized oils from slight to intense (e.g. buttery to painty). General term denoting oil characteristics of an oxidation process known as reversion; not to very strong noticeable	WARNER und ESKIN, [1995]
FLAVOR/ TASTE (inkludiert retro-nasale Wahr- nehmung)		FLAVOR/ TASTE		
süß	Intensität des süßen Geschmacks (Basalgeschmacks- qualität, Geschmack	Sweet	Fundamental taste sensation elicited by sugars; not to very strong	LOTONG et al., [2000]

	der Saccharoselösung); von nicht bis stark wahrnehmbar		noticeable	
salzig	Intensität des salzigen Geschmacks (Basalgeschmacksqualität, Geschmack der NaCl-Lösung); von nicht bis stark wahrnehmbar	Salty	Fundamental taste sensation elicited by salts; not to very strong noticeable	LOTONG et al., [2000]
sauer	Intensität des sauren Geschmacks (Basalgeschmacksqualität, Geschmack der Zitronensäurelösung); von nicht bis stark wahrnehmbar	Sour	Fundamental taste sensation elicited by acids; not to very strong noticeable	LOTONG et al., [2000]
bitter	Intensität des bitteren Geschmacks (Basalgeschmacksqualität, Geschmack der Koffeinlösung); von nicht bis stark wahrnehmbar	Bitter	Fundamental taste sensation elicited by caffeine, quinine; not to very strong noticeable	LOTONG et al., [2000]
umami	Intensität des umami Geschmacks (Basalgeschmacksqualität, Geschmack der Natriumglutamatlösung); von nicht bis stark wahrnehmbar	Umami	Chemical feeling factor elicited by certain peptides and nucleotides; not to very strong noticeable	DRAKE et al., [2001]
Senfflavour	Intensität des Senfflavour; von wenig bis stark	Mustard-Flavor	Intensity of mustard taste; not to very strong	MUSTE et al., [2010]

	wahrnehmbar		noticeable	
Essigflavour	Intensität des Essigflavours; von nicht bis stark wahrnehmbar	Acid-flavor	Level of acid taste; not to very strong noticeable	ZHAO et al., [2007]
ranzig	Flavour assoziiert mit oxidiertem linolenathältigem Öl; von nicht bis stark wahrnehmbar	Rancid	Aromatic characteristic of oxidized linolenate-containing oils; not to very strong noticeable	WARNER und ESKIN, [1995]
oxidiert	Flavour assoziiert mit verdorbenen oder oxidierten Ölen; von nicht bis stark wahrnehmbar	Oxidized/Reverted	General term, to include characteristics of deteriorated or oxidized oils from slight to intense (e.g. buttery to painty) - General term denoting oil characteristics of an oxidation process known as reversion; not to very strong noticeable	WARNER und ESKIN, [1995]
metallisch	Intensität des metallischen Eindrucks; von nicht bis stark wahrnehmbar	Metallic	Level of metallic impression; not to very metallic	MUSTE et al., [2010]

TEXTUR und MUND-GEFÜHL		TEXTURE and MOUTH-FEEL		
Dicke (Löffel)	Ausmaß des Widerstandes des Produktes während des Rührens mit dem Löffel; von dünn bis dick	Thickness (spoon)	A measure of resistance of the product when stirred with a spoon; from thin to thick	HONGSOON GNERN und CHAMBERS, [2008]
Dicke (Mund)	Ausmaß des Widerstandes des Produktes während des Bewegens mit der Zunge im Mund; von dünn bis dick	Thickness (mouth)	Represents the thickness of the product in the mouth after food is compressed via up and down motions of tongue against palate ; from thin to thick	DE WIJK et al., [2003]
Viskosität (Löffel)	Ausmaß des Fließwiderstandes; evaluiert an der Fließgeschwindigkeit der Probe während des Gießens von einem Löffel; von nicht bis stark viskös	Viscosity (spoon)	Degree of resistance to flow - evaluated by the rate of flow of liquid sample when sample is poured from a spoon; from not to very viscous	COGGINS et al., [2008]
Viskosität (Mund)	Fließfähigkeit im Mund; notwendige Kraft beim Einsaugen des Produktes zwischen die Lippen; von nicht bis stark viskös	Viscosity (mouth)	Internal rate of flow across tongue or force used to draw sample from spoon between lips; not to very viscous	COGGINS et al., [2008]

Homogenität (Löffel)	Ausmaß der Gleichheit der Partikel; von nicht homogen zu sehr homogen	Homo- genous (spoon)	Degree of uniformity of particles from not; homogenous to very homogenous	MAJCHRZAK et al., [2009]
Homogenität (Mund)	Ausmaß der Gleichheit der Partikel; von nicht homogen zu sehr homogen	Homo- genous (mouth)	Degree of uniformity of particles; not homogenous to very homogenous	MAJCHRZAK et al., [2009]
Mundbelag	Ausmaß des Mundbelages nach dem Auswurf; von nicht bis stark wahrnehmbar	Mouth- coating	Degree to which the mouth remains coated after expectoration; not to very strong noticeable	JINJARAK et al., [2006]
Körnigkeit	Unebenheit der Oberfläche, Ausmaß an Körnigkeit oder Rauheit der Partikel beim darauf herumkauen, pressen des Senfes an den Gaumen; von nicht bis sehr körnig	Crispness	Use the tongue to press the mustard on to the palate. Degree to which surface is uneven, amount of graininess or roughness of particles on chewing; not to very crispy	GALAN-SOLDEVILLA et al., [2005]
Glätte	Der Grad des Schmelzens und Auflösens der Probe, der mit Cremigkeit in Verbindung gebracht wird; von nicht glatt bis sehr glatt	Smoothness	The degree of melting and dissolving in mouth corresponding to creaminess without sensation of "coarseness";	JAWORSKA et al., [2005]

			not smooth to very smooth	
Ad-stringierend	Zusammenziehender oder kribbelnder Eindruck auf den Oberflächen und /oder Seiten von Zunge und Mund, assoziiert mit Tanninen oder Alaun; von nicht bis stark wahrnehmbar	Astringent	Shrinking or puckering of tongue; not to very strong noticeable	LOTONG et al., [2000]
Beißend/stechend	Chemesthetischer Eindruck, hervorgerufen durch die Karbonisierung von Sodawasser auf der Zunge; von nicht bis stark wahrnehmbar	Prickle/bite	Chemical feeling factor of which the soda water sensation of carbonation on the tongue is typical not to very strong noticeable	WARNER und ESKIN, [1995]
NACHGESCHMACK		AFTERTASTE		
Allgemeine Intensität	Intensität des allgemeinen Nachgeschmacks; von nicht bis stark wahrnehmbar	Overall Intensity	Intensity of persistent taste; not to very strong noticeable	GALAN-SOLDEVILLA et al., [2005]
süß	Nachgeschmack assoziiert mit Saccharoselösung; von nicht bis stark wahrnehmbar	Overall sweet	Sweet taste that remains in the mouth after intake, not to very strong noticeable	ADHIKARI et al., [2010]
sauer	Nachgeschmack assoziiert mit Zitronensäurelösung;	Overall sour	Sour taste that remains in the mouth after	WARNER und ESKIN, [1995]

	von nicht bis stark wahrnehmbar		intake, not to very strong noticeable	
bitter	Bitterer Nachgeschmack, der im Mund verbleibt; Charakteristikum mancher Süßstoffe; von nicht bis stark wahrnehmbar	Residual bitterness	Bitter taste that remains in the mouth after intake characteristic of some sweeteners; not to very strong noticeable	CARDOSO et al., [2008]

Diese Liste wurde dann, in einem Gespräch mit der Leitung der Qualitätssicherung der Mautner Markhof Feinkost GmbH geringfügig verändert, um sie noch besser dem Produktprofil anpassen zu können. So wurde zum Beispiel die Beurteilung des Essigflavours, als auch die Basalgeschmacksqualität umami aus der Beurteilung entfernt. Hinzugefügt wurde hingegen die Beurteilung des süßlichen Geruchs.

Das Panel setzte sich aus zwölf geschulten Studentinnen (zwei Personen für Ausfälle) zusammen [ISO STANDARD 8586, 1993], die alle zwischen 23 und 28 Jahren alt waren und bereits im Rahmen des sensorischen Panels des Departments für Ernährungswissenschaften aktiv an Verkostungen teilgenommen hatten.

Eine Woche vor Beginn der Evaluierungen erhielten die Panellisten eine kurze Produkteinschulung, um sie mit dem komplexen Thema Kremser Senf vertraut zu machen. In diesem Training wurde zum einen versucht den Panellisten, anhand von Senföl, Senfsaat und Senfmehl, den charakteristischen Senfgeruch und Senfflavour, nahezubringen. Zum anderen wurden ihnen Proben verschiedener Kremser Senfe gereicht, welche sich in verschiedenen Attributen wie Bitterkeit, Süße oder Senfflavour deutlich unterschieden, um so die gesetzten Attribute besser hervorheben zu können. Zuletzt wurde den Panellisten mit diversen Senfproben der „geschmackliche“ Verlauf der Lagerung demonstriert.

Anzahl der Proben und Probenvorbereitung

Die sensorische Analyse der Proben erfolgte immer im „Doppelansatz“, wobei eine Evaluierung vormittags und eine Evaluierung nachmittags angesetzt wurde. Der Zeitrahmen zwischen den Verkostungen konnte von den Panellisten individuell festgelegt werden, musste aber mindestens zwei Stunden betragen, um eventuelle Adaptionen des Geruchs- und Geschmackssinnes zu vermeiden. Die Prüfer erhielten in etwa 20 g jeder Probe, die mit einem dreistelligen Zahlencode codiert und in einem durchsichtigen Plastikbecher mit Deckel randomisiert gereicht wurde. Die Proben wurden zuvor auf Zimmertemperatur temperiert. Zur Neutralisation wurde den Panellisten Wasser und Weißbrot geboten.

Die Untersuchungen fanden im Sensoriklabor [ISO-STANDARD 8585, 1988] des Departments für Ernährungswissenschaften statt.

Auswertung

Zur Auswertung der Proben wurden die Mittelwerte der verschiedenen Attribute für jede Probe getrennt und für jeden Verkosttermin einzeln berechnet, um eine Vergleichbarkeit der sensorischen Eigenschaften, über die Lagerdauer von vier Monaten zu ermöglichen. Zudem erfolgte die graphische Darstellung der Produktattribute mittels Spiderweb. Der zeitliche Verlauf der Entwicklung einzelner Attribute wurde weiters mit Balkendiagrammen dargestellt. Um statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Produktionsweisen und der Referenz, als auch der verschiedenen Attribute im zeitlichen Verlauf feststellen zu können, wurde eine oneway ANOVA (analysis of variances) mit den post hoc Tests LSD oder Tamhane, je nach Ergebnis des Levene-Tests, durchgeführt. Bei der Auswertung wurde auf die Programme MS Office Excel 2010 und IBM SPSS zurückgegriffen.

3.2.3.2 Präferenzanalyse

Die Proben wurden des Weiteren durch eine Gruppe von 30 Mitarbeitern der Mautner Markhof Feinkost GmbH, im Rahmen einer hedonischen Rangordnungsprüfung, evaluiert.

Methodik

Bei der Präferenzanalyse werden die Probanden gebeten, die ihnen vorgestellten Proben zu verkosten, und danach, entsprechend ihrer Präferenz (die beliebteste Probe sollte den Rang eins erhalten, die unbeliebteste Probe den letzten Rang) zu ordnen und dies auf dem Protokoll zu vermerken. Jeder Rangplatz durfte nur einmal vergeben werden [BUSCH-STOCKFISCH, 2002].

Die Analyse fand im sensorischen Labor der Mautner Markhof Feinkost GmbH statt. Das Labor bietet fünf Plätze, die durch Klappwände voneinander getrennt sind. Die Beleuchtung des Raumes erfolgt durch Tageslicht und durch Tischleuchten, die über den Verkostplätzen angebracht sind.

Anzahl der Proben und Probenvorbereitung

Die Prüfer erhielten in etwa 20 g jeder, mit einem dreistelligen Zahlencode codierten, Probe, die in einem durchsichtigen Plastikbecher mit Deckel randomisiert gereicht wurden. Die Proben wurden zuvor auf Zimmertemperatur temperiert. Zur Neutralisation wurde den Panellisten Wasser und Weißbrot geboten.

Auswertung

In der Auswertung wurde, durch Addition der Einzelwerte, zunächst die Rangsumme der jeweiligen Probe bestimmt. In weiterer Folge wurde auch der mittlere Rang ermittelt, welcher wiederum mit den mittleren Rängen der anderen Proben und der unterschiedlichen Verkostzeitpunkte verglichen wurde. Der niedrigste mittlere Rang kennzeichnete die beliebteste Probe, der höchste mittlere Rang die unbeliebteste Probe. Die graphische Darstellung erfolgte mittels Balkendiagrammen. Bei der Auswertung wurde auf das Programm MS Office 2010 Excel zurückgegriffen.

3.2.4 Statistische Analyse

Um die Fülle an Daten statistisch auswerten zu können, wurde zunächst jede Variablengruppe (Analytik, Sensorik und Fettsäureprofil) einzeln untersucht. Hierzu wurde vorab, um struktur-entdeckende Funktionen in den komplexen

Zusammenhängen erkennen zu können, eine Hauptkomponentenanalyse der Daten erstellt.

Da die Informationen der unterschiedlichen Untersuchungsbereiche aus mehreren, untereinander korrelierten Variablen erfasst wurden, wurde auf eine Hauptkomponentenanalyse zurückgegriffen, welche dazu dienen sollte, diese Variablen in wenige unkorrelierte Faktoren (entspricht den erstellten Komponenten) zusammenzufassen. In der Hauptkomponentenanalyse wird für jede einzelne Komponente ein Komponentenwert geschaffen, mit welchem anschließend weitergearbeitet werden kann. Wobei die Komponenten nach Wichtigkeit geordnet sind. Komponente 1 liefert den höchsten Erklärungsbeitrag, die darauffolgenden Komponenten sukzessive weniger. Die weiters erstellten Faktorladungen erklären die Komponenten genauer, da sie die Korrelation der Werte der Ausgangsvariablen und der Komponentenwerte darstellen. Eine Erleichterung der Interpretation stellt zudem die sogenannte Varimaxrotation dar, durch welche die Faktorladungen, in günstigen Fällen, sehr hohe absolute Werte oder Werte nahe 0 annehmen [BACKHAUS et al., 1990].

Anschließend erfolgte die Erstellung einer Clusteranalyse, in der die unterschiedlichen Beobachtungen anhand bestimmter Merkmale in Gruppen unterteilt wurden. Die Definition der Merkmale erfolgt durch die Werte verschiedener Variablen. In der vorliegenden Arbeit wurde auf die Hauptkomponentenwerte zurückgegriffen.

In der Clustererstellung erfolgt, nachdem ein passendes Ähnlichkeits- bzw. Distanzmaß ausgewählt wurde, die Erstellung einer Ähnlichkeits- bzw. Distanzmatrix zwischen allen Beobachtungen. Über einen Algorithmus erfolgt dann die Zusammenfassung der Beobachtungen zu Gruppen. Im Falle der vorliegenden Arbeit wurde auf das quadrierte euklidische Distanzmaß und die Wardmethode zurückgegriffen. Es wurden Clusteranalysen anhand der analytischen Eigenschaften, des Fettsäureprofils und der sensorischen Analyse durchgeführt [BACKHAUS et al., 1990].

Während bei den analytischen Eigenschaften und den Fettsäuren mit Einzeldaten gearbeitet wurde, wurde im Falle der sensorischen Evaluierung

sowohl mit den Mittelwerten als auch mit den Einzeldaten gearbeitet (Hauptkomponentenanalyse und Clusteranalyse).

Der Zusammenhang zwischen der Produktionsweise und den diversen Eigenschaften des Senfes (= Clusterzugehörigkeit) bzw. Lagerzeit / Eigenschaften des Senfes wurde mit Hilfe von Kreuztabellen dargestellt und die Signifikanz des Zusammenhangs mit Fishers Exact Test überprüft. Fishers Exact Test wurde dem Chi-quadrat Test wegen der geringen Stichprobenanzahl vorgezogen [WALSER, 2011]. Da jeder Datensatz 2x (1x Produktionsweise / Eigenschaften, 1x Lagerdauer / Eigenschaften) verwendet wurde, wurde eine Bonferronikorrektur durchgeführt, das heißt $p < 0,025$ wurde als signifikant angenommen.

Um weiters feststellen zu können, durch welche sensorischen Attribute (Einzelbeobachtungen) sich die Produktionsweisen voneinander unterscheiden, wurde auf einen Klassifizierungsbaum zurückgegriffen.

In der Baumanalyse wird, durch schrittweises Vorgehen, eine abhängige Variable, mit Hilfe von unabhängigen Variablen, in möglichst homogene Gruppen unterteilt. Anhand jener unabhängigen Variable, die die „beste“ Aufteilung der Beobachtungen der abhängigen Variablen erzielt, werden Untergruppen, sogenannte „Knoten“, gebildet, durch die, versucht werden kann, eine weitere signifikante Auftrennung mit den verbliebenen unabhängigen Variablen durchzuführen. Es werden dann für jede Untergruppe solange weitere Untergruppen erstellt, solange eine signifikante Auftrennung möglich ist, und eine vorher definierte Mindestgruppengröße nicht unterschritten wird.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt im sogenannten Baumdiagramm, wobei in oberster Reihe die unaufgeteilten Daten der abhängigen Variablen ersichtlich sind und darunter wiederum die Charakteristika der durch die erste unabhängige Variable festgelegten „Tochtergruppen“, sowie die Grenzwerte der entsprechenden unabhängigen Variablen, die die einzelnen Tochtergruppen begrenzen. Durch eine eventuelle Unterteilung der Tochtergruppen erster Ordnung in Tochtergruppen zweiter Ordnung entsteht die namensgebende Verästelung. Die Aufteilung der Tochtergruppen kann auch anhand unterschiedlicher Variablen erfolgen, zum Beispiel könnte bei einer

Tochtergruppe, die hauptsächlich Senfe der Produktionsweise 1 enthält, die Lagerdauer einen Einfluss auf die analytischen Parameter haben, bei anderen Produktionstypen aber nicht.

Bei der vorliegenden Auswertung kam die CHAID-Methode (Chi-squared Automatic Interaction Detection) zur Anwendung. Als minimale Gruppengröße wurde 20 für die Tochtergruppen 1. Ordnung und 10 für Tochtergruppen höherer Ordnung festgelegt.

Alle statistischen Untersuchungen wurden mit SPSS für Windows bei einem Signifikanzniveau von $\alpha=0,05$, nach Bonferronikorrektur $\alpha=0,025$, durchgeführt.

4 ERGEBNISSE

4.1 Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen

Im Laufe der Lagerdauer von vier Monaten konnten in den Senfproben weder Hefen, Schimmel oder Milchsäurebildner nachgewiesen werden (Tab. 4.1).

Tab. 4.1 Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen im Laufe der Lagerung

	aerobe			
	GKZ	Hefen	Schimmel	MSB
Referenz - Termin 0	480	0	0	0
Referenz - Termin 1	1200	0	0	0
Referenz - Termin 2	3400	0	0	0
Referenz - Termin 3	200	0	0	0
Probe 1 - Termin 0	520	0	0	0
Probe 1 - Termin 1	2000	0	0	0
Probe 1 - Termin 2	3500	0	0	0
Probe 1 - Termin 3	500	0	0	0
Probe 2 - Termin 0	550	0	0	0
Probe 2 - Termin 1	2400	0	0	0
Probe 2 - Termin 2	1500	0	0	0
Probe 2 - Termin 3	650	0	0	0
Probe 3 - Termin 0	550	0	0	0
Probe 3 - Termin 1	3000	0	0	0
Probe 3 - Termin 2	3800	0	0	0
Probe 3 - Termin 3	320	0	0	0
Probe 4 - Termin 0	110	0	0	0
Probe 4 - Termin 1	300	0	0	0
Probe 4 - Termin 2	200	0	0	0
Probe 4 - Termin 3	40	0	0	0

Termin 0 = 2 Wochen nach Produktion
 Termin 1 = 7 Wochen nach Produktion
 Termin 2 = 12 Wochen nach Produktion
 Termin 3 = 17 Wochen nach Produktion

Referenz = typisches Herstellungsverfahren, 60°C
 Probe 1 = veränderte Zutatenreihenfolge, 60°C
 Probe 2 = veränderte Zutatenreihenfolge, 30°C
 Probe 3 = unveränderte Zutatenreihenfolge, 30°C
 Probe 4 = veränderte Zutatenreihenfolge, 80°C

GKZ = Gesamtkeimzahl
 MSB = Milchsäurebildner

Wie in Abbildung 4.1 ersichtlich, bewegte sich die aerobe Gesamtkeimzahl (GKZ) der Referenz, als auch der Proben 1, 2 und 3 bei Termin 0 in einem

Bereich von 480 bis 550 GKZ. Lediglich Probe 4 zeigte eine deutlich geringere GKZ von 110.

Nach fünf wöchiger Lagerung (Termin 0 bis Termin 1) kam es bei allen untersuchten Senfproben, sowie der Referenz, zu einer deutlichen Steigerung der aeroben GKZ (Referenz: 150%; Probe 1: 285%; Probe 2: 336%; Probe 3: 445%; Probe 4: 173%).

Von Termin 1 bis 2 konnte weiterhin eine Steigerung der aeroben GKZ bei der Referenz, sowie bei den Proben 1 und 3 beobachtet werden. Die prozentuelle Erhöhung der aeroben GKZ betrug (von Termin 1 bis Termin 2) bei der Probe 1 – 75%, bei Probe 3 – 27% und bei der Referenz 183%. Bei den Proben 2 und 4 konnte von Termin 1 zu Termin 2 eine Senkung der aeroben GKZ festgestellt werden (Probe 2: 37,5%; Probe 4: 33,3%)

Probe 3 zeigte die stärkste Verkeimung, die im Laufe der Lagerdauer registriert wurde. Diese betrug zum zweiten Termin 3800 ausgezählte Keime.

Bei Termin 1 und 2 unterschieden sich die Ergebnisse in Abhängigkeit von dem eingesetzten Verfahren, waren aber noch immer innerhalb der von Mautner Markhof gesetzten Grenzwerte (maximal 50000 koloniebildende Einheiten/g Probe).

Zu Termin 3 konnte generell eine drastische Senkung der aeroben Gesamtkeimzahl bei allen Proben ausgemacht werden. Die deutlichste Verringerung der GKZ von Termin 2 zu Termin 3 konnte bei der Referenz gezeigt werden (Verringerung 94%). Bei Probe 3 reduzierte sich die aerobe GKZ von Termin 2 zu Termin 3 um 57%. Bei Probe 1 kam es in diesem Untersuchungszeitraum zu einer Senkung um 86%, bei Probe 2 um 57% und bei Probe 4 um 80%. Diese Reduktion konnte auch in den weitergeführten Analysen bestätigt werden und lässt eventuell den Schluss zu, dass sich die Bakterien mit der Zeit selbst die Lebensgrundlagen (Sauerstoff, Nährstoffe) nehmen und es deshalb zu einer drastischen Senkung der Keime kommt.

Bei Probe 4 machte sich der Einfluss der erhöhten Temperatur bemerkbar. Die aerobe Gesamtkeimzahl lag bereits zu Untersuchungsbeginn deutlich unter den Werten der anderen vier Proben, was sich auch während der gesamten Lagerdauer manifestierte. Am deutlichsten war dieser Unterschied zu Termin 2.

Während sich in Probe 4 200 ausgezählte Keime fanden, betrug das Mittel der ausgezählten Keime der Proben 1, 2 und 3, sowie der Referenz, 3050 Keime.

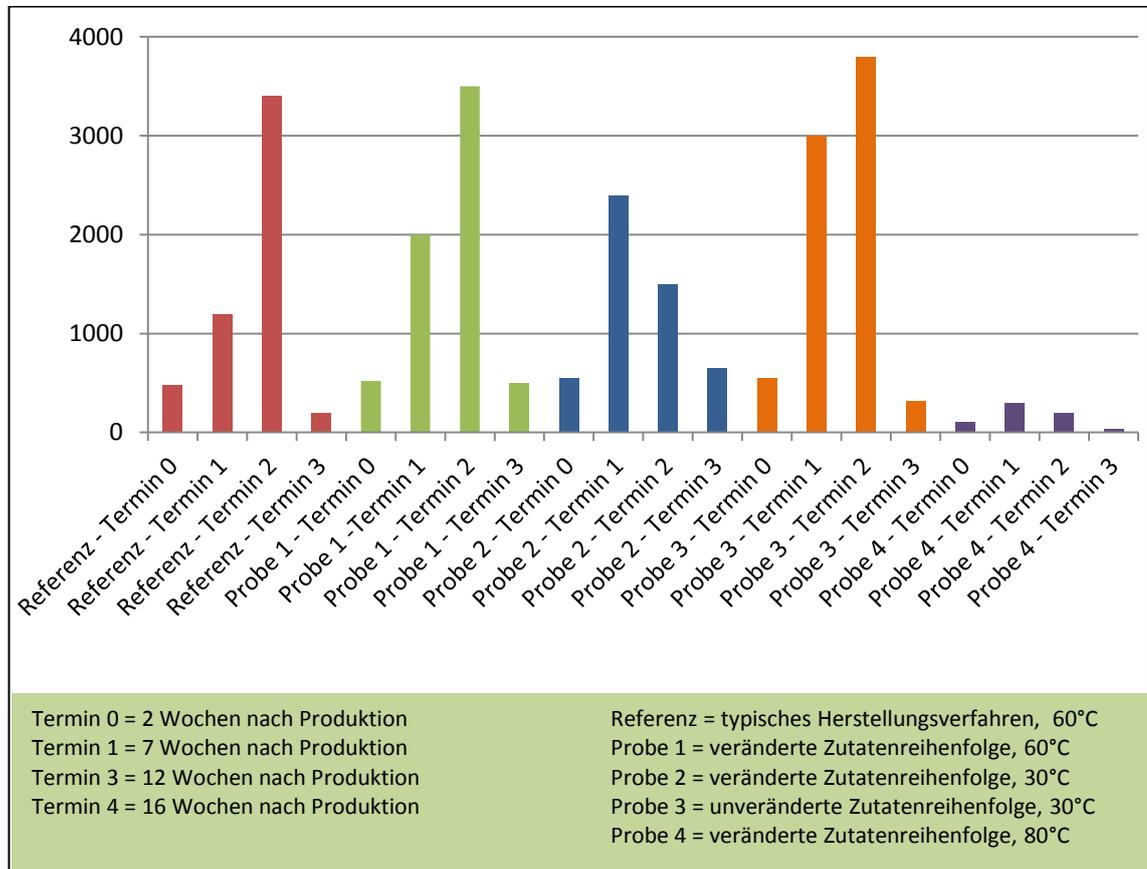


Abb. 4.1 Aerobe Gesamtkeimzahl der Senfproben im Laufe der Lagerung

4.2 Ergebnisse der analytischen Untersuchungen

Die Ergebnisse der analytischen Untersuchungen teilten sich in zwei wesentliche Bereiche:

- routinemäßige Analyseparameter der Mautner Markhof Feinkost GmbH
- Fettsäureprofile erstellt anhand der GC-Analysen

4.2.1 Ergebnisse der Routineanalytik

Die routinemäßige Analytik umfasste folgende Parameter:

- Viskosität
- pH-Wert

- Invertzucker
- Trockensubstanz
- Säure
- Fett
- Salz
- Die Bestimmung des Aschegehaltes (im prozentuellen Mittel 1,6%) erfolgte nur zu Beginn der Untersuchung, da hier keine Veränderungen zu erwarten waren.

Generell war zu beobachten, dass sich alle analytischen Parameter, auch über die Lagerdauer von vier Monaten hinweg, immer innerhalb der, durch die Mautner Markhof Feinkost GmbH gesetzten, Grenzwerte bewegten und somit immer den firmeninternen Normen entsprachen.

Bei allen vier untersuchten Senfvarianten, sowie der Referenz, konnte, über die Lagerdauer von vier Monaten, eine mittlere prozentuelle Zunahme der Viskosität (Abb. 4.2) um 12% festgestellt werden. Bei der Referenz betrug diese von Termin 0 zu Termin 3 etwa 8,4%, bei Probe 1 - 11,9%, bei Probe 3 - 9,2% und bei Probe 4 - 18,5%. Bei Probe 2 konnte keine Zunahme der Viskosität vermerkt werden.

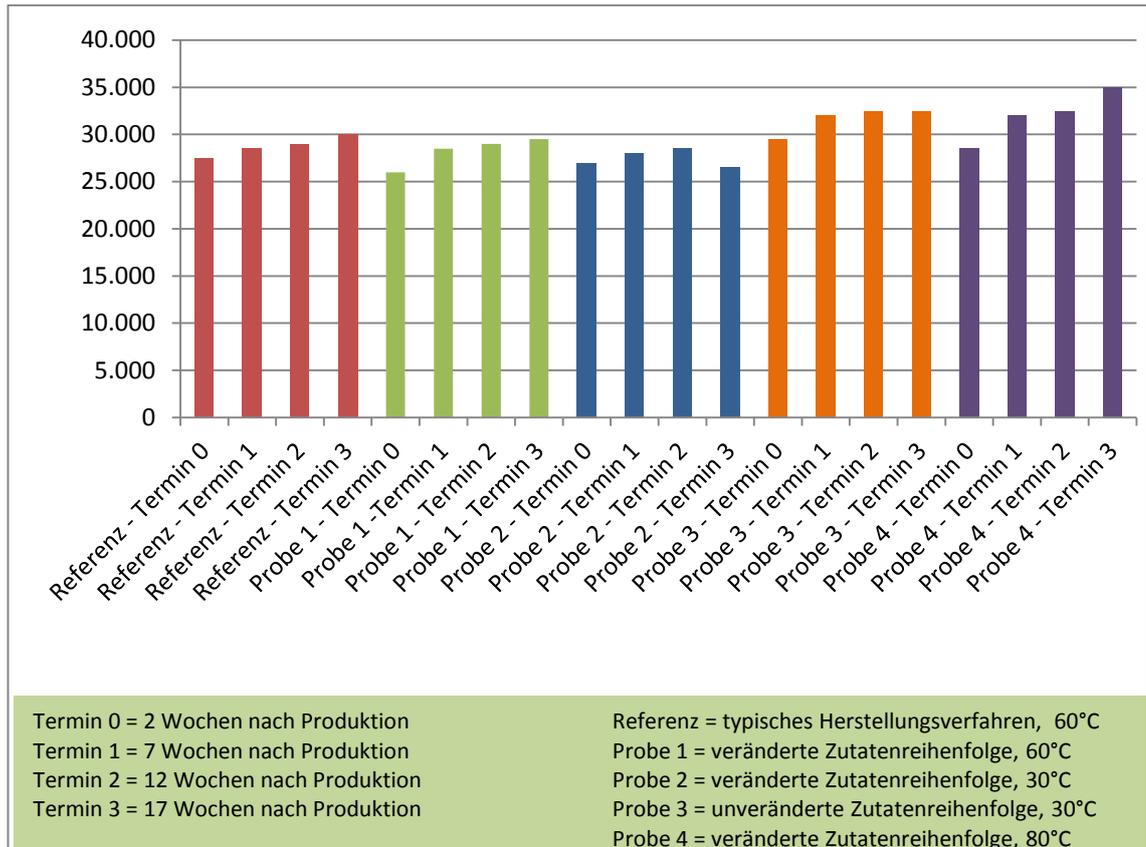


Abb. 4.2 Viskosität (mPas) der Senfproben im Laufe der Lagerung

Der Gehalt der Senfproben an Invertzucker unterschied sich nur sehr geringfügig. Bei der Referenz sowie den vier Senfvarianten konnte zunächst eine sehr deutliche Verringerung des Invertzuckergehaltes von Termin 0 zu Termin 1 festgestellt werden (Referenz: 32%; Probe 1: 32,6%; Probe 2: 28,6%; Probe 3: 26,1%; Probe 4: 28,4%). Diese relativierte sich im Laufe der Lagerung jedoch wieder und somit konnten, betrachtet man den Verlauf von Termin 0 zu Termin 3, wesentlich geringere Senkungen ermittelt werden (Referenz: 2,9%; Probe 1: 12,1%; Probe 2: 9,7%; Probe 4: 7,1%). Bei Probe 3 konnte letztendlich zwischen Termin 0 und Termin 3 eine geringe Steigerung des Invertzuckergehaltes von 1,2% beobachtet werden (Abb. 4.3).

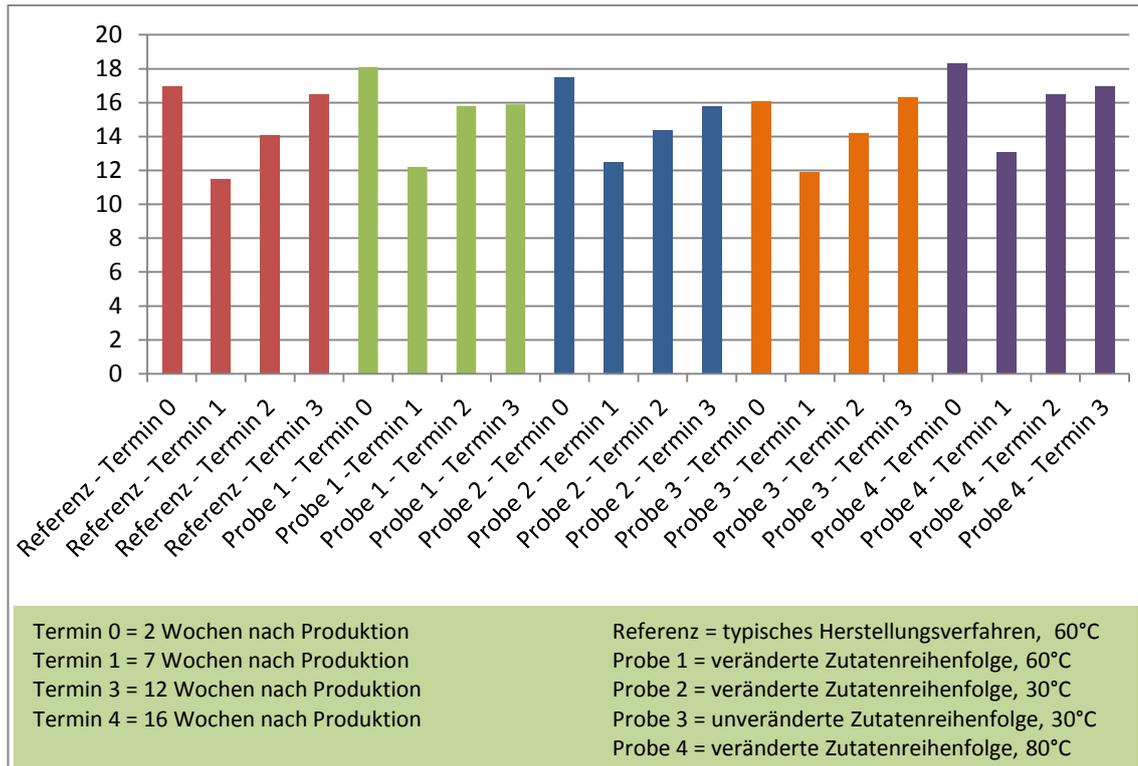


Abb. 4.3 Invertzuckergehalt (%) der Senfproben im Laufe der Lagerung

Beim Trockensubstanzgehalt (Abb. 4.4), als auch beim Säuregehalt der Senfvarianten, sowie der Referenz, konnten große Veränderungen beobachtet werden. Beim Trockensubstanzgehalt der Referenz, als auch aller anderen Proben kam es, im Laufe der Lagerung, zu einer deutlichen Abnahme (Abb. 4.4). Betrachtet man die Verringerung des Trockensubstanzgehaltes von Termin 0 zu Termin 3, so betrug diese bei der Referenz - 5,8%, bei Probe 1 - 5,4%, bei Probe 2 - 5,2%, bei Probe 3 - 7,8% und bei Probe 4 - 2,2%. Somit wurde die deutlichste Verringerung des Trockensubstanzgehaltes bei Probe 3 festgestellt, Probe 4 hingegen war, diesen Analyseparameter betreffend, am stabilsten und zeigte auch den höchsten gemessenen mittleren Trockensubstanzgehalt (33,8%).

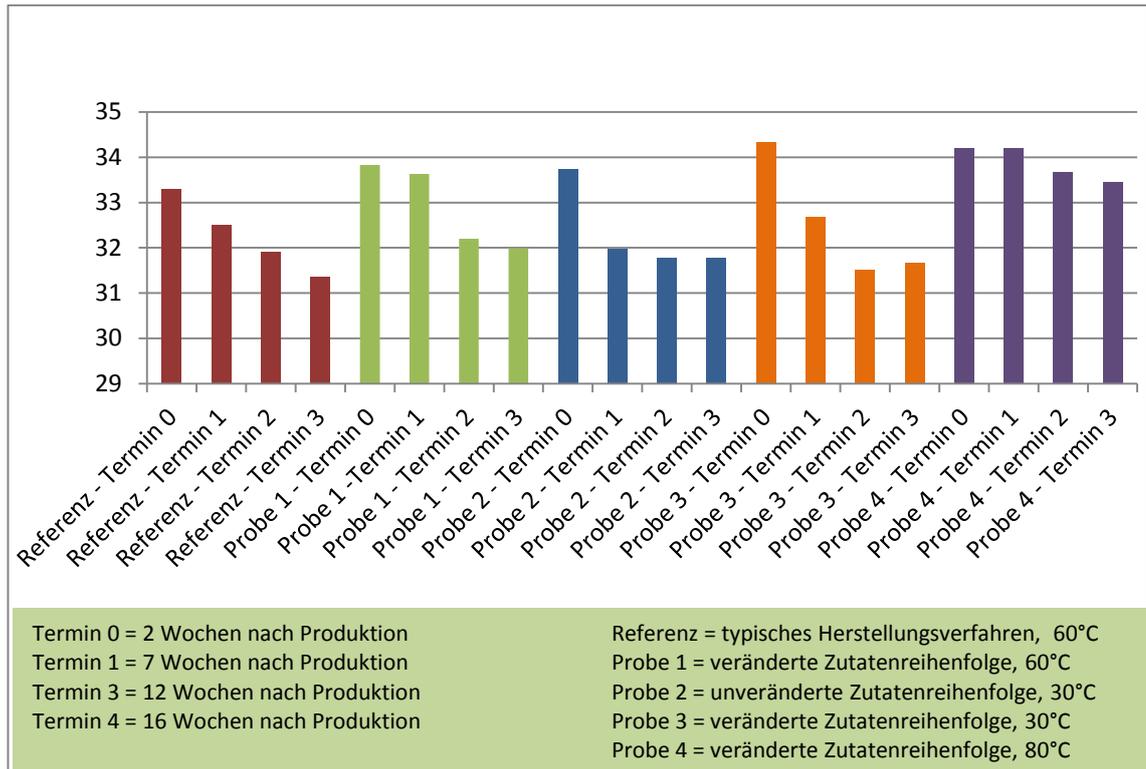


Abb. 4.4 Trockensubstanzgehalt (%) der Senfproben im Laufe der Lagerung

Der Säuregehalt aller fünf Senfproben (Abb. 4.5) nahm im Laufe der Lagerung im prozentuellen Mittel um 8% zu. Im Detail betrachtet konnte zwischen Termin 0 und Termin 3 eine relativ kontinuierliche Steigerung bei der Referenz - 7,4%, bei Probe 1 - 3,6%, bei Probe 2 - 6,5% und Probe 3 - 12,7% beobachtet werden. Probe 1 erwies sich somit, den Säuregehalt betreffend, als die stabilste Probe. In Probe 3 konnte zu Termin 3 der höchste Säuregehalt von 2,1% festgestellt werden.

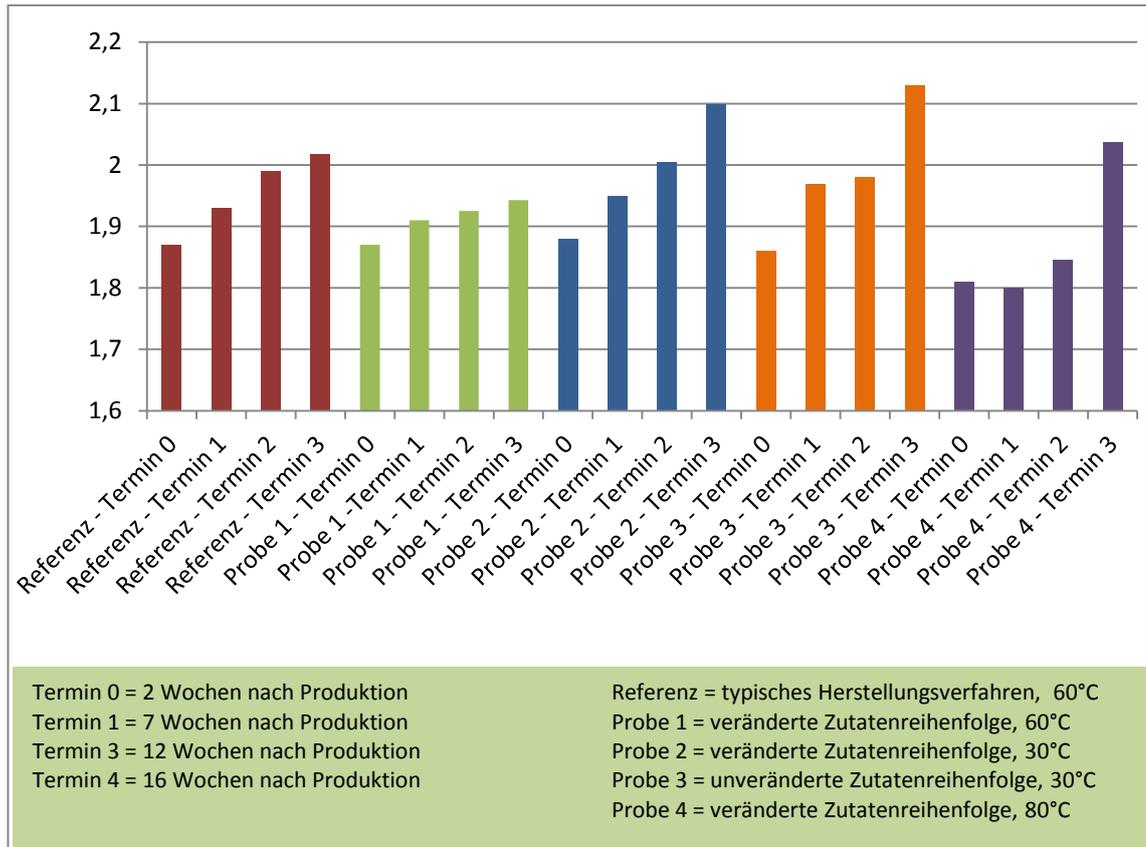


Abb. 4.5 Säuregehalt (%) der Senfproben im Laufe der Lagerung

Beim Salzgehalt der Referenz und der vier Senfvarianten, der im Mittel 0,86% betrug, als auch beim Fettgehalt (MW 6%) konnten im Laufe der Lagerung keine wesentlichen Veränderungen beobachtet werden. Daraus kann schlussfolgert werden, dass es innerhalb der beobachteten Lagerdauer von vier Monaten zu keinem nennenswerten Abbau von Fett kam.

4.2.2 Ergebnisse der Fettsäureanalytik

Da sich die eruierten Fettsäureprofile der vier erarbeiteten Senfvarianten und der Referenz weder im Laufe der Lagerung, noch durch die Produktionsmethode statistisch signifikant veränderten, soll Abbildung 4.6, das Fettsäureprofil der Referenz zum Termin 0, stellvertretend für die weiteren vier Senfvarianten, darstellen.

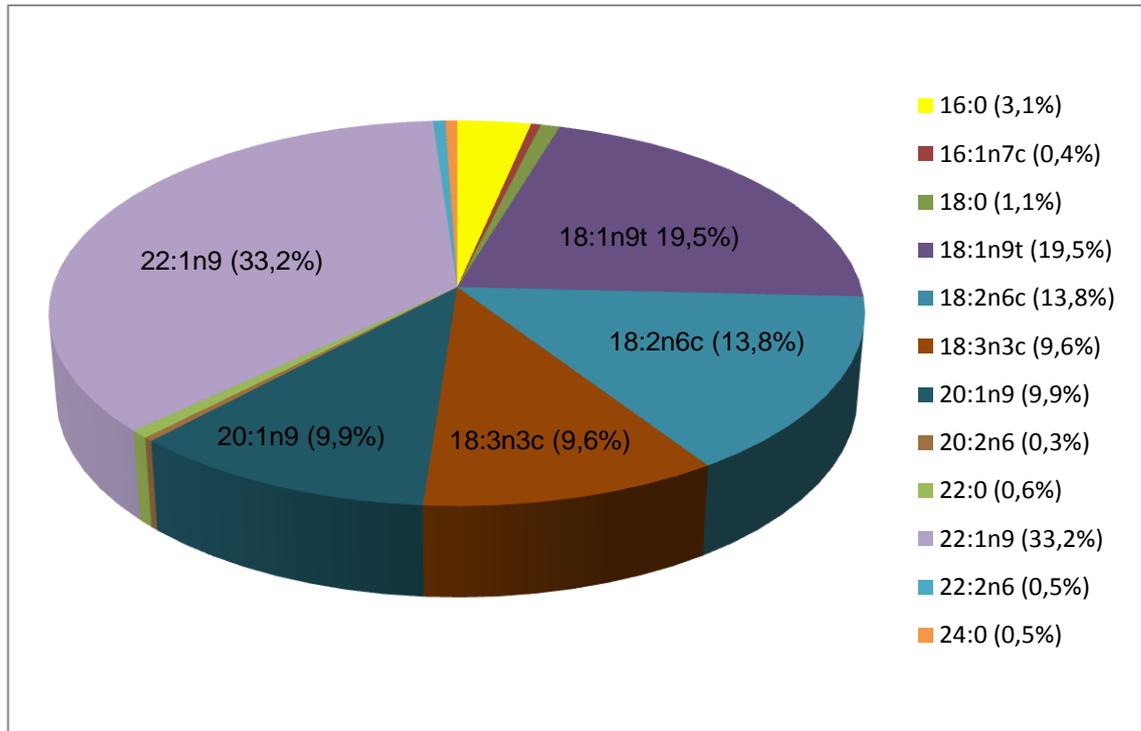


Abb. 4.6 Fettsäurezusammensetzung der Referenz zum Termin 0

In Abbildung 4.6 ist deutlich ersichtlich, dass das Fettsäureprofil der Referenz zum Termin 0 von fünf Fettsäuren dominiert wurde, die zusammen 86% der detektierten Fettsäuren betragen. Erucasäure (22:1n9), eine einfach ungesättigte Fettsäure welche in *Brassicaceae* vorkommt, machte mit einem Prozentsatz von 33,2% die mengenmäßig wichtigste Fettsäure aus.

Ölsäure (18:1n9t), die einen mittleren Anteil von 19,5% aufwies, war die mengenmäßig zweit wichtigste Fettsäure, die das Fettsäureprofil bestimmte. Der Anteil der Linolsäure (18:2n6c) am Fettsäureprofil betrug 13,8%. Auch Icosensäure (20:1n9; Anteil 9,9%), eine in *Brassicaceae* vorkommende einfach ungesättigte Fettsäure, und α -Linolensäure (18:3n3c; Anteil 9,6%) waren, obwohl geringfügiger im Vergleich zu den oben erwähnten Fettsäuren, in bedeutenden Mengen enthalten.

Weitere Fettsäuren wie, Palmitinsäure (3,1%), Palmitoleinsäure (0,4%), Stearinsäure (0,8%), Eicosadiensäure (0,3%), Behensäure (0,6%) und Docosadiensäure (0,5%) konnten nur in Spuren nachgewiesen werden.

Es konnte im Laufe der Lagerung, als auch durch die Art der Produktionsweise, sprich der sehr unterschiedlichen Erhitzungstemperaturen, keine statistisch signifikante Veränderung des Fettsäureprofils im Endprodukt erzielt werden.

Der prozentuelle Gehalt an omega-6 Fettsäuren machte im Mittel 13,8% aus, jener der omega-3 Fettsäure α -Linolensäure 9,6%. Daraus lässt sich ein Verhältnis der omega-6 zu den omega-3 Fettsäuren von etwa 1,4:1 errechnen. Dennoch sollte der Gesundheitswert des Senfes aufgrund seines hohen Gehaltes an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren nicht unterschätzt werden.

4.3 Ergebnisse der sensorischen Untersuchungen

Die Ergebnisse der sensorischen Untersuchungen teilten sich ebenfalls in zwei wesentliche Bereiche:

- Quantitative Deskriptive Analyse
- Präferenzprüfung

4.3.1 Quantitative Deskriptive Analyse

4.3.1.1 Ergebnisse der QDA zum Termin 0 (2 Wochen nach Produktion)

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der Aussehensattribute in der QDA zum Termin 0 (Abb. 4.7) zeigte sich, dass sich die Proben betreffend des Farbtones nicht deutlich voneinander unterschieden (Referenz: 7,27; Probe 1: 7,34; Probe 2: 7,22; Probe 3: 7,22). Probe 4 erwies sich jedoch mit einem Mittelwert von 7,84 als etwas dunkler (obwohl nicht signifikant), als die anderen Proben. Betrachtet man die anderen Aussehensattribute Glanz und Körnigkeit, so konnte auch hier beobachtet werden, dass vor allem Probe 4, sich, zum einen durch den geringsten Glanz (Probe 4: 5,99), und zum anderen durch die höchste Körnigkeit (Probe 4: 7,00), von den anderen Proben unterschied. Im Vergleich zur Referenz war der Unterschied in der Körnigkeit signifikant ($p < 0,05$).

Dieses Bild setzte sich auch bei der, mit dem Löffel beurteilten, Textur (Parameter Dicke und Homogenität) fort. Während sich, bis auf Probe 4, bei allen Proben sowie der Referenz (6,97) die Dicke in einem Bereich von 6,70 (Probe 2) und 6,91 (Probe 3) bewegte, wurde Probe 4 mit einem Mittelwert von 7,74 als dicker beurteilt, obwohl nicht signifikant im Vergleich zur Referenz. Zudem wies sie eine geringere Homogenität auf (Probe 4: 6,88).

Betreffend der Geruchsattribute konnte veranschaulicht werden, dass Probe 4, während die anderen vier Senfvarianten immer in sehr ähnlichen Bereichen rangierten, eine niedrigere Intensität aufwies. Die Ausprägung des Senfgeruchs bei Probe 4 war mit einem MW von 5,32 die Geringste, die der Probe 3 die Höchste (MW 7,79). Der Unterschied der Probe 4 (Senfgeruch) war im Vergleich zur Referenz signifikant ($p < 0,05$). Auch in der Beurteilung des sauren Geruchs zeigte Probe 3 die höchste und Probe 4 die niedrigste Ausprägung

(Probe 3: 6,25; Probe 4: 4,68). Die Intensität des süßlichen Geruchs der Proben unterschied sich nur geringfügig, wobei diese bei Probe 4 am höchsten ausgeprägt war (4,82) und bei der Referenzprobe am geringsten (3,5). Eine sehr wesentliche Unterscheidung der Proben konnte beim ranzigen Geruch beobachtet werden, wobei Probe 4 hier die höchste Ausprägung von 2,8 aufwies, während der MW der anderen vier Proben bei 0,83 lag.

Die Beurteilung der Geruchsattribute spiegelte sich auch in der Evaluierung der Flavour und Geschmacksattribute wieder. Der bittere Geschmack der Probe 4 betrug 2,48, während der MW der vier anderen Proben bei 1,92 lag. Probe 4 wies zudem den intensivsten süßen Geschmack auf (6,75) und die geringste Ausprägung des sauren Geschmacks (4,41). Am deutlichsten konnte der Qualitätsunterschied der Probe 4 jedoch bei der Beurteilung der Flavourattribute gezeigt werden. Betreffend des Senfflavors wies Probe 4 eine statistisch signifikant ($p < 0,05$) geringere Ausprägung auf als die anderen Proben (Referenz: 7,41; Probe 1: 6,78; Probe 2: 7,02; Probe 3: 7,71; Probe 4: 5,67). Die Intensität des metallischen Flavors von Probe 4 war hingegen höher ausgeprägt (Referenz: 1,53; Probe 1: 1,62; Probe 2: 1,49; Probe 3: 1,82; Probe 4: 2,14). Der ranzige Flavour war mit 2,47 bei Probe 4 am intensivsten, während der MW der anderen Proben bei 0,7 lag.

Probe 4 erwies sich in der Beurteilung des Mundgefühls als dicker (Probe 4: 7,51; MW der anderen Proben: 6,90) und wesentlich körniger (Probe 4: 7,23; MW der anderen Proben: 5,80, statistisch signifikant im Vergleich zur Referenz, $p < 0,05$). Zudem wies Probe 4 eine geringere Ausprägung der Adstringenz auf (Probe 4: 4,58, MW der anderen Proben: 5,09) und war weniger stechend (Probe 4: 5,67; MW der anderen Proben: 7,22). Im Vergleich zur Referenz war der Unterschied statistisch signifikant ($p < 0,05$).

Die Intensität des allgemeinen Nachgeschmacks war bei Probe 3 am stärksten (6,65) und bei Probe 4 am schwächsten (5,54). Die Beurteilungen der Attribute metallischer, bitterer und ranziger Nachgeschmack spiegelten jene Ergebnisse der Beurteilung der Flavourattribute wieder, wobei Probe 4 die höchste Ausprägung des metallischen (Probe 4: 1,76, MW der anderen Proben: 1,26),

des bitteren (Probe 4: 2,00, MW der anderen Proben: 1,20) und des ranzigen Nachgeschmacks (Probe 4: 2,49; MW der anderen Proben: 0,52) aufwies. Alle anderen Proben wurden mit sehr ähnlichen Beurteilungen versehen und ließen so kaum Unterscheidungen zu (Abb. 4.7).

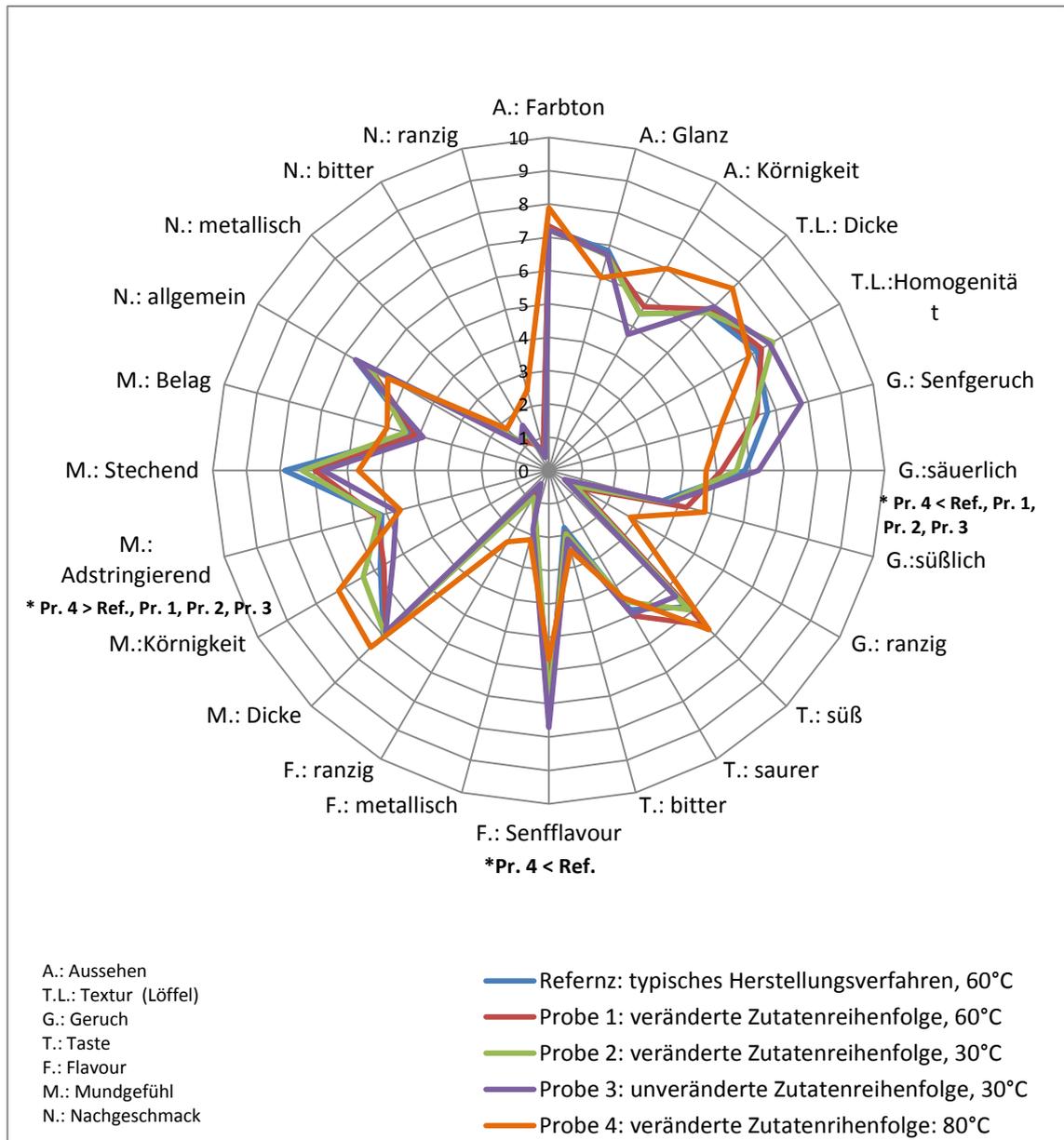


Abb. 4.7 Produktprofil* der Senfproben zum Termin 0 (MW aus Session 1 und 2, n=20)

* p < 0,05

4.3.1.2 Ergebnisse der QDA zum Termin 1 (5 Wochen nach Produktion)

Bei der Betrachtung der Aussehensattribute zum Termin 1 (Abb. 4.8) zeigte sich bei Probe 3 nach fünfwöchiger Lagerung die geringste Ausprägung des Farbtones (6,19), und bei Probe 4 die Höchste (7,73). Bei der Referenz, sowie den Proben 1 bis 3 bewegte sich die Intensität der Attribute Glanz und Körnigkeit in sehr ähnlichen Bereichen. Probe 4 wurde als statistisch signifikant ($p < 0,05$) weniger glänzend (Probe 4: 5,37; MW der anderen Proben: 6,65) und körniger (Probe 4: 7,13; MW der anderen Proben: 4,61), als die anderen Proben eingestuft.

In der Untersuchung der, mit dem Löffel beurteilten, Textur (Parameter Dicke und Homogenität) zeigte sich, dass Probe 2 dünnflüssiger war (6,61) und Probe 4 dickflüssiger (7,71) als die anderen Proben. Zudem wies Probe 4 die geringste Homogenität auf (5,58) – statistisch signifikant gegenüber allen anderen Proben ($p < 0,05$).

Bei der Betrachtung der Geruchsattribute konnte beobachtet werden, dass die Referenzprobe die höchste Ausprägung des Senfgeruchs (6,29) und des säuerlichen Geruchs (5,42) aufwies. Der Senfgeruch der Proben 3 und 4 war mit einem Mittelwert von 5,48 am geringsten ausgeprägt. Die Intensität des süßlichen Geruchs aller Proben rangierte in sehr ähnlichen Bereichen Referenz: 3,35; Probe 1: 4,20; Probe 2: 3,03; Probe 3: 3,63; Probe 4: 4,73). Statistisch signifikant ($p < 0,05$) hingegen war die Ausprägung des ranzigen Geruchs bei Probe 4 im Vergleich zu allen anderen Proben, wobei die Intensität der Probe 4 während der Lagerung stabil blieb (Probe 4: 2,83; MW der anderen Proben: 1,18; Probe 4 Termin 0: 2,80).

Die hohe Intensität des süßlichen Geruchs bei Probe 4, spiegelte sich auch in einer starken Ausprägung des süßen Geschmacks wieder (6,78). Probe 4 wies auch weiter den bittersten Geschmack auf, während bei der Referenz die niedrigste Bitterkeit festgestellt wurde (Referenz: 1,79, Probe 1: 2,14; Probe 2: 1,86; Probe 3: 2,21; Probe 4: 2,47).

Unter Betrachtung der Flavourattribute wurde abermals ersichtlich, dass Probe 4 als alternative Produktionsform wahrscheinlich auszuschließen ist. Während Probe 2 mit 6,73 die höchste Intensität des Senfflavors aufwies, betrug sie bei

Probe 4 nur MW = 5,52. Die Ausprägung der Flavourkomponenten metallisch und ranzig bewegte sich bei der Referenz als auch bei den Proben 1 bis 3 in sehr ähnlichen Bereichen (metallisch: Referenz: 1,63; Probe 1: 1,83; Probe 2: 1,61; Probe 3: 1,98; ranzig: Referenz: 0,80; Probe 1: 0,91; Probe 2: 1,00; Probe 3: 0,93). Lediglich Probe 4 zeigte wiederum eine höhere Intensität des metallischen Flavours (2,16) und eine statistisch signifikant ($p < 0,05$) stärkere Ausprägung des ranzigen Flavours (2,63) als alle anderen Proben.

Bei den Attributen des Mundgefühls, konnte beobachtet werden, dass sich die Referenz und die Proben 1 bis 3 kaum voneinander unterschieden (Dicke: Referenz: 6,45; Probe 1: 6,87; Probe 3: 6,34). Probe 4 war jedoch dickflüssiger (7,57). Das gleiche Bild konnte auch bei der Bewertung der Körnigkeit beobachtet werden, wobei Probe 4 als körniger, was der Beurteilung mit dem Löffel entsprach, eingestuft wurde (Probe 4: 7,19, MW der anderen Proben: 5,69) – im Vergleich zur Referenz war der Unterschied statistisch signifikant ($p < 0,05$). Probe 2 wies die höchste Adstringenz auf (5,02) und war auch stechender als die anderen Proben (4,61), obwohl statistisch nicht signifikant. Probe 4 zeigte die geringste Adstringenz (3,58) und war auch am wenigsten stechend (3,44).

Die Ausprägung des allgemeinen Nachgeschmacks war bei Probe 2 am höchsten (6,16) und bei Probe 4 am niedrigsten (5,23). Die Intensität des metallischen, als auch jene des bitteren Nachgeschmacks rangierte bei allen fünf Proben in sehr ähnlichen Bereichen. Lediglich beim ranzigen Nachgeschmack zeigte Probe 4 abermals eine statistisch signifikant ($p < 0,05$) stärkere Ausprägung (Probe 4: 2,46; MW der anderen Proben: 0,77), als die anderen Proben (Abb. 4.8).

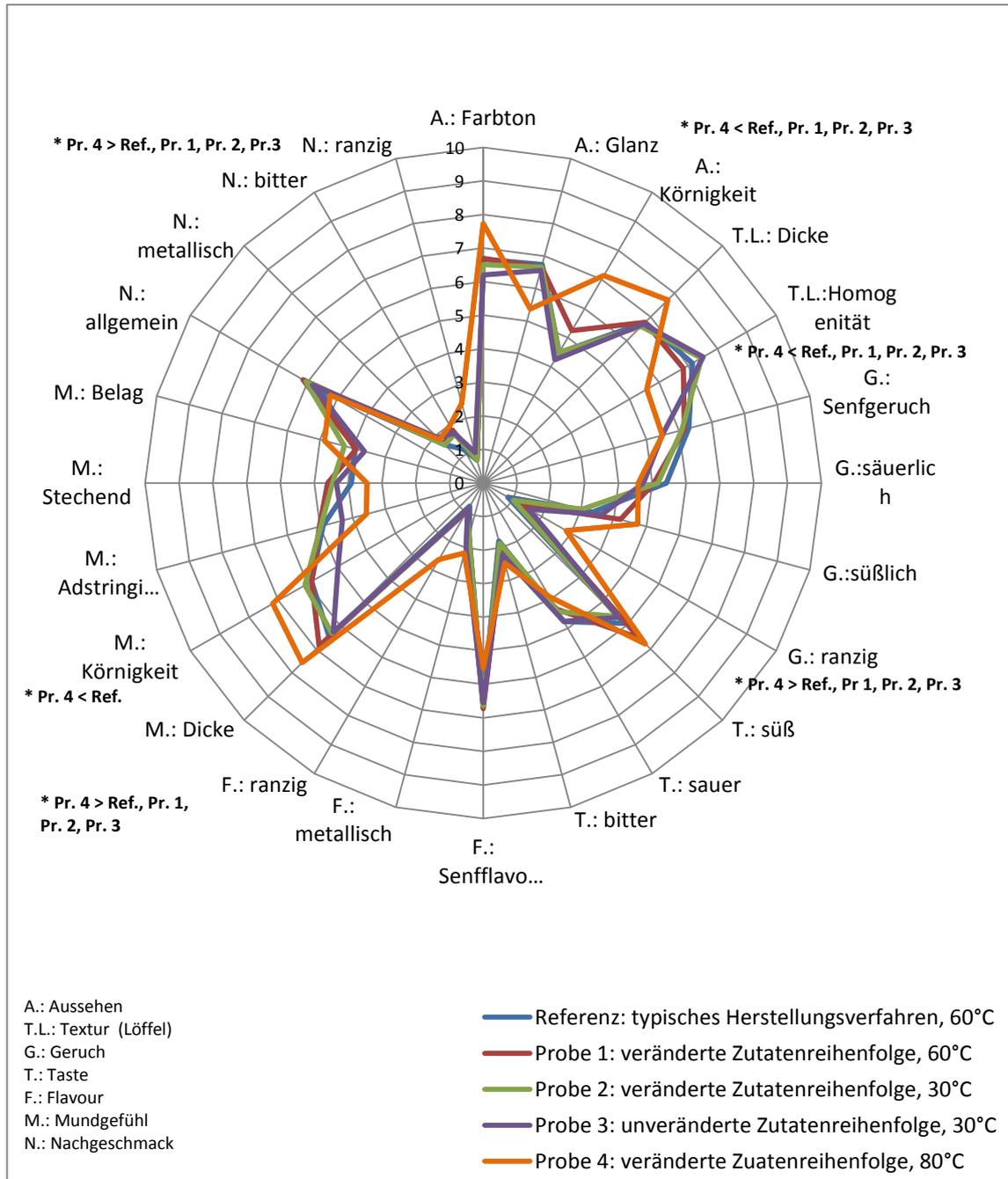


Abb. 4.8. Produktprofil* der Senfproben zum Termin 1 (MW aus Session 1 und 2, n=20)

* p < 0,05

4.3.1.3 Ergebnisse der QDA zum Termin 2 (16 Wochen nach Produktion)

Die Produktprofile der Senfproben zu Termin 2 (Abb. 4.9), sechzehn Wochen nach der Einlagerung, zeigten Tendenzen, die bereits bei den zwei ersten Terminen der Analyse beobachtet werden konnten. Probe 3 wies die geringste Intensität der Farbe auf (5,76), während Probe 4 als deutlich dunkler beurteilt wurde (7,28). Der Glanz und die Körnigkeit der Referenz, als auch der Proben 1 bis 3, waren sehr ähnlich ausgeprägt, während Probe 4 als weniger glänzend (Probe 4: 5,22; MW der anderen Proben: 6,50) und körniger (Probe 4: 7,08; Mittelwerte der anderen Proben: 4,59) beurteilt wurde. Betreffend des Attributes Glanz, unterschied sich Probe 4 statistisch signifikant von der Referenz und allen anderen Proben ($p < 0,05$).

Auch bei der Beurteilung der Textur (Parameter Dicke und Homogenität) mit Hilfe des Löffels, zeigte sich die Ähnlichkeit der Referenz mit den Proben 1 bis 3. Probe 4 war dagegen dickflüssiger (Probe 4: 7,24; MW der anderen Proben: 6,33) und weniger homogen (Probe 4: 5,82; MW der anderen Proben: 6,84) im Vergleich zu den anderen Proben.

Bei den Geruchsattributen konnte, nach viermonatiger Lagerdauer, bei der Referenz die höchste Ausprägung des Senfgeruchs (6,00) und des säuerlichen Geruchs (4,54) beobachtet werden, während Probe 4 die geringste Intensität dieser Attribute aufwies (Senfgeruch: 4,04; säuerlicher Geruch 3,24). Der süßliche Geruch unterschied sich bei allen Proben nur geringfügig (Referenz: 3,14; Probe 1: 3,97; Probe 2: 3,10; Probe 3: 3,39; Probe 4: 3,99). Der ranzige Geruch war ähnlich bei der Referenz, als auch bei den Proben 1 bis 3 (MW der vier Proben: 1,58) ausgeprägt. In der Probe 4 war dieser intensiver (2,84).

Probe 4 (6,72) war jedoch die Süßeste unter den untersuchten Senfvarianten, (MW der anderen 4 Proben: 5,55). Der saure Geschmack war bei Probe 2 am höchsten (4,26) und bei Probe 4 am niedrigsten (2,58) ausgeprägt. Bei dem bitteren Geschmack konnten innerhalb der untersuchten Proben keine eindeutigen Unterschiede festgestellt werden (Referenz: 2,79; Probe 1: 2,48; Probe 2: 2,37; Probe 3: 2,38; Probe 4: 3,03).

Die Intensität des Senfflavors war bei Probe 2 am deutlichsten (6,44) und bei Probe 4 am schwächsten (3,03) ausgeprägt, wobei dieser Unterschied bei

Probe 4 statistisch signifikant zur Referenz, als auch zu allen anderen Proben war ($p < 0,05$). Die weiteren Flavourattribute (metallisch und ranzig) zeigten wieder deutliche Unterschiede zwischen der Probe 4 und den anderen untersuchten Proben. Probe 4 war metallischer (Probe 4: 2,15; MW der anderen Proben: 1,80) und statistisch signifikant ranziger (Probe 4: 2,78; MW der anderen Proben: 0,99), im Vergleich zu allen anderen Proben ($p < 0,05$).

Die Beurteilungen des Mundgefühls zeigten große Ähnlichkeiten mit den mit dem Löffel beurteilten Attributen. Probe 4 war dickflüssiger (Probe 4: 7,73; MW der anderen Proben: 6,57) und körniger (Probe 4: 7,17; MW der anderen Proben: 5,81) als die anderen vier Proben. Die Ausprägung der Adstringenz und des stechenden Mundgefühls unterschied sich innerhalb der Proben nur sehr geringfügig.

Der ranzige Nachgeschmack war in Probe 4 statistisch signifikant ($p < 0,05$) höher ausgeprägt als in den anderen untersuchten Proben. Der bittere Nachgeschmack der Proben 1 bis 3, sowie der Referenz, unterschied sich nur geringfügig voneinander (Referenz: 2,06; Probe 1: 2,03; Probe 2: 1,81; Probe 3: 1,80). Probe 4 zeichnete sich hingegen durch den bittersten Nachgeschmack aus (3,07).

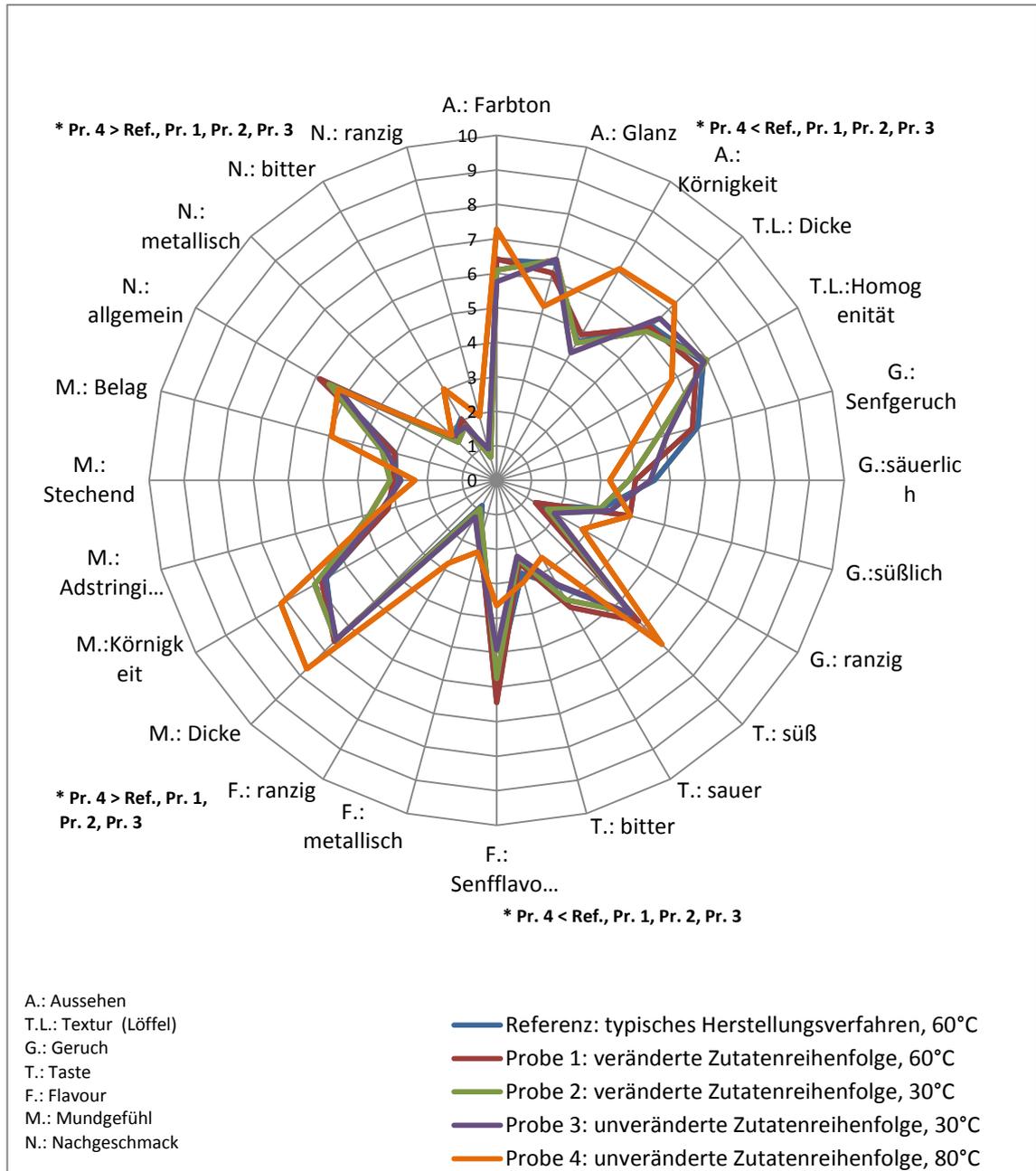


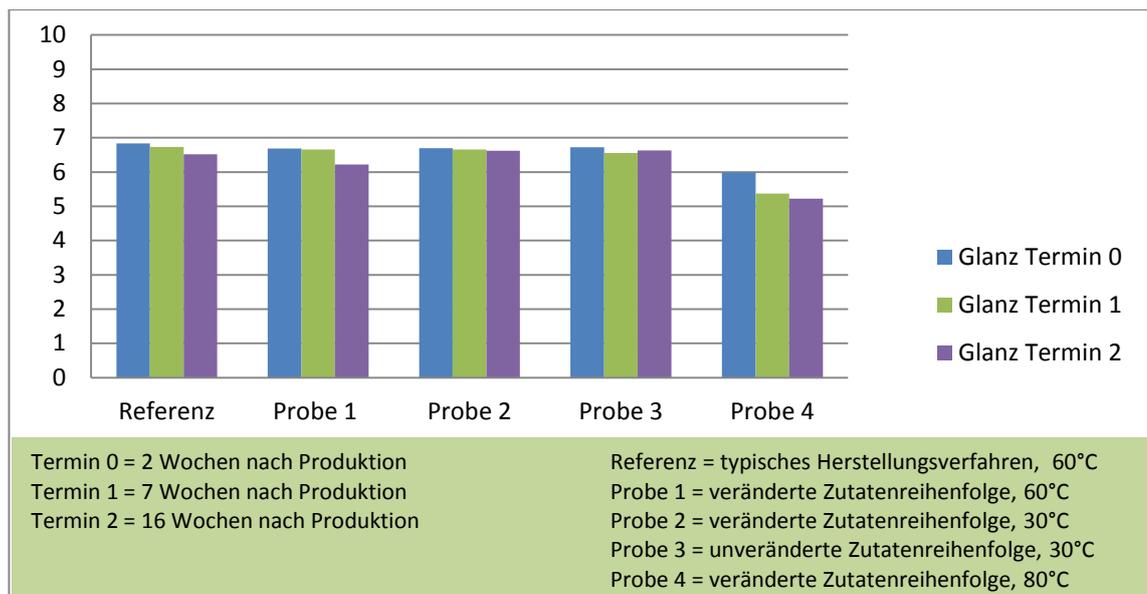
Abb. 4.9 Produktprofil* der Senfproben zum Termin 2 (MW aus Session 1 und 2, n=18)

* p < 0,05

4.3.1.4 Betrachtung einzelner Attribute im zeitlichen Verlauf

Im Folgenden soll die Beurteilung der Ausprägung einzelner für die Senfqualität wesentlicher Attribute im zeitlichen Verlauf erfolgen, um Rückschlüsse auf die Lagerstabilität der einzelnen Produktionsweisen ziehen zu können.

In Abbildung 4.10 zeigt sich, dass alle vier untersuchten Senfproben, sowie die Referenz, im Laufe der viermonatigen Lagerung etwas an Glanz verloren haben (Referenz - Termin 0: 6,84/Termin 2: 6,52; Probe 1 - Termin 0: 6,69/Termin 2: 6,62; Probe 2 - Termin 0: 6,69/Termin 2: 6,62; Probe 3 - Termin 0: 6,72/Termin 2: 6,63; Probe 4 - Termin 0: 5,99/Termin 2: 5,22) und dass Probe 4 bereits zu Beginn der Untersuchungen weniger glänzend war als die anderen Proben (Glanz der Referenz zu Termin 0: 6,84; Glanz der Probe 4 zu Termin 0: 5,99).



**Abb. 4.10 Beurteilung der Ausprägung des Glanzes im Laufe der Lagerung
 MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins**

Die Intensität des Senfgeruchs (Abb. 4.11) verringerte sich bei allen Senfproben im Laufe der Lagerung. Bei Probe 3 war zu Beginn der Untersuchungen der Senfgeruch am intensivsten (7,79), nahm jedoch nach fünfwöchiger Lagerung (Termin 1: 5,48) und nach sechzehnwöchiger Lagerung (Termin 2: 5,08), im Vergleich zu Termin 0, statistisch signifikant ab ($p < 0,05$). Probe 4 wies zu allen

drei Terminen die geringste Ausprägung des Senfgeruchs auf, wobei es zwischen Termin 1 und Termin 2 zu einer signifikanten Reduktion ($p < 0,05$) des Senfgeruches um 26,3% kam. Probe 2 zeigte einen statistisch signifikanten Verlust des Senfgeruchs zwischen Termin 0 und Termin 1 ($p < 0,05$) und Termin 1 und Termin 2 ($p < 0,05$). Die Referenz, als auch Probe 1 erwiesen sich als stabiler, hier kam es zu keinen signifikanten Veränderungen.

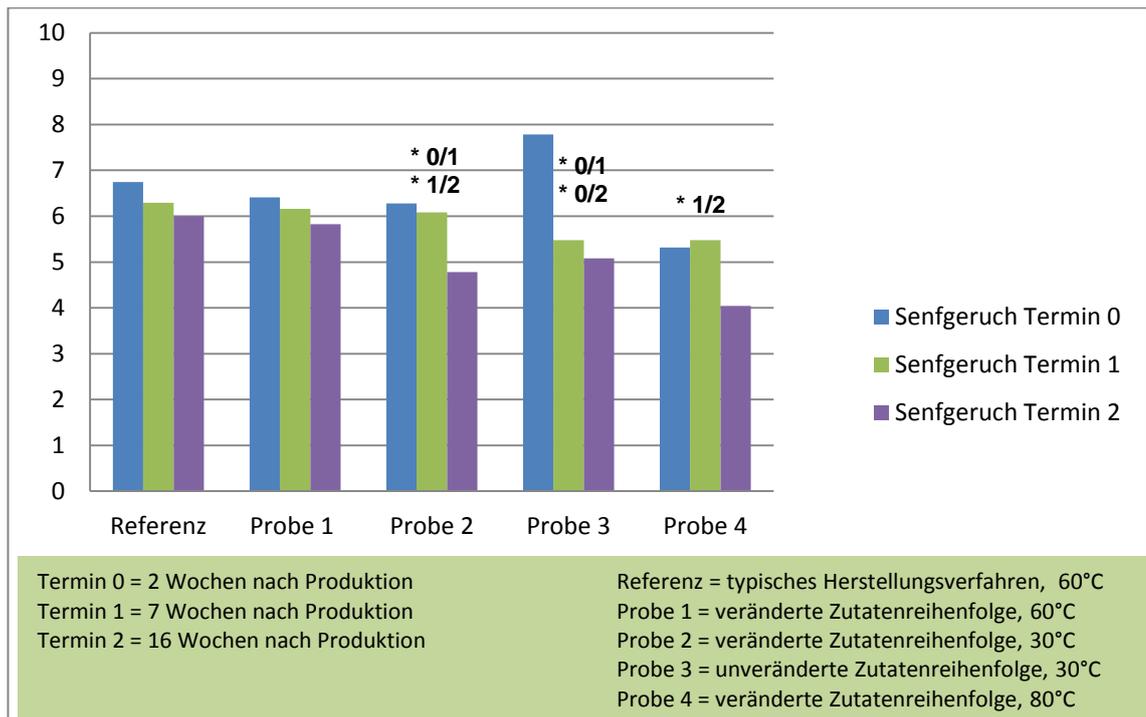


Abb. 4.11 Beurteilung der Ausprägung des Senfgeruchs im Laufe der Lagerung

MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins

* 0/1: Termin 0 > Termin 1 ($p < 0,05$)

* 0/2: Termin 0 > Termin 2 ($p < 0,05$)

* 1/2: Termin 1 > Termin 2 ($p < 0,05$)

In Abbildung 4.12 ist die Abnahme der Intensität des säuerlichen Geruchs sowohl bei der Referenz, als auch bei den anderen drei Proben ersichtlich. Bei der Referenz, als auch bei den Proben 1, 2 und 4 konnte eine durchschnittliche Reduktion des säuerlichen Geruches zwischen Termin 1 und Termin 2 um 16% beobachtet werden. Der Verlauf der Verringerung gestaltete sich bei diesen Proben sehr ähnlich und entsprach somit jenem der Referenz. Probe 3 wies zu Beginn der Untersuchungen die höchste Ausprägung des säuerlichen Geruchs

auf (6,25) und diese sank bis zum Termin 2 statistisch signifikant, auf einen Wert von 4,74, ab ($p < 0,05$).

Probe 4 roch zu allen drei Untersuchungsterminen am wenigsten säuerlich (Termin 0: 5,68; Termin 1: 5,48; Termin 2: 3,24).

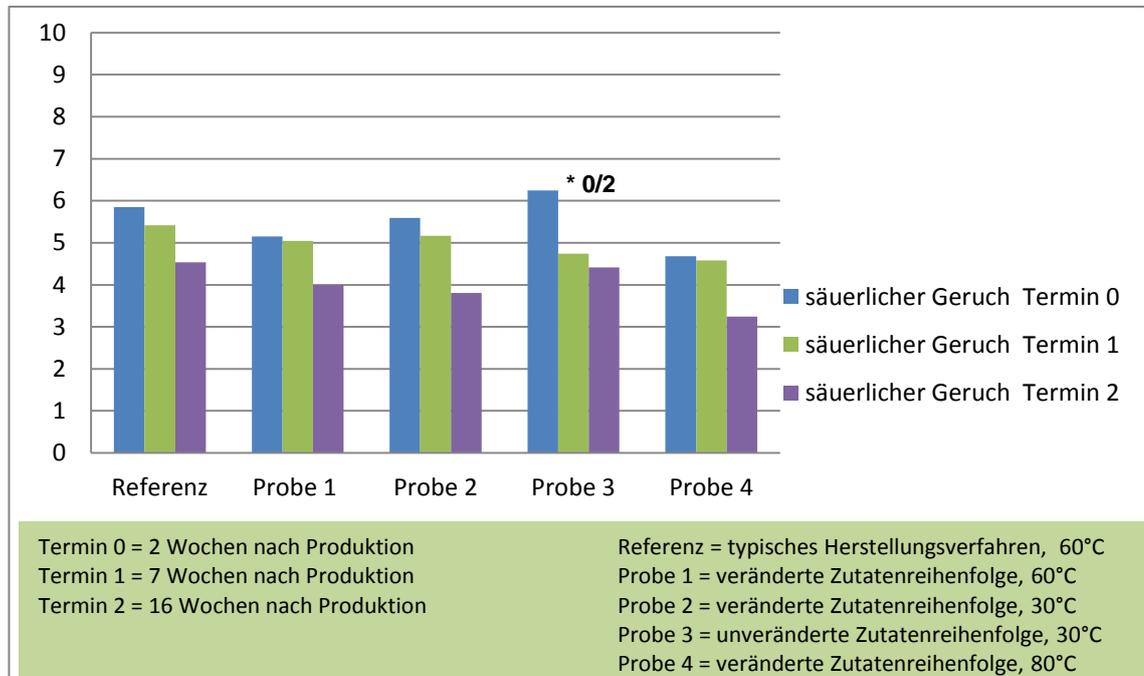


Abb. 4.12 Beurteilung der Ausprägung des säuerlichen Geruchs im Laufe der Lagerung MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins

* 0/2: Termin 0 > Termin 2 ($p < 0,05$)

Im Laufe der Lagerung nahm der süßliche Geruch der Referenz, als auch der anderen untersuchten Senfproben, nur geringfügig ab (Abb. 4.13). Am besten zeigte sich die Reduktion bei Probe 2 und Probe 4. Wobei sich der süßliche Geruch bei diesen beiden Proben zwischen Termin 1 und Termin 2 im Mittel um 16,4% verringerte. Der süßliche Geruch nahm im Laufe der Lagerung (Termin 0 bis Termin 2) bei der Referenz um 10,3%, bei Probe 1 um 6,6%, bei Probe 2 um 15,5%, bei Probe 3 um 8,9% und bei Probe 4 um 17,2% ab.

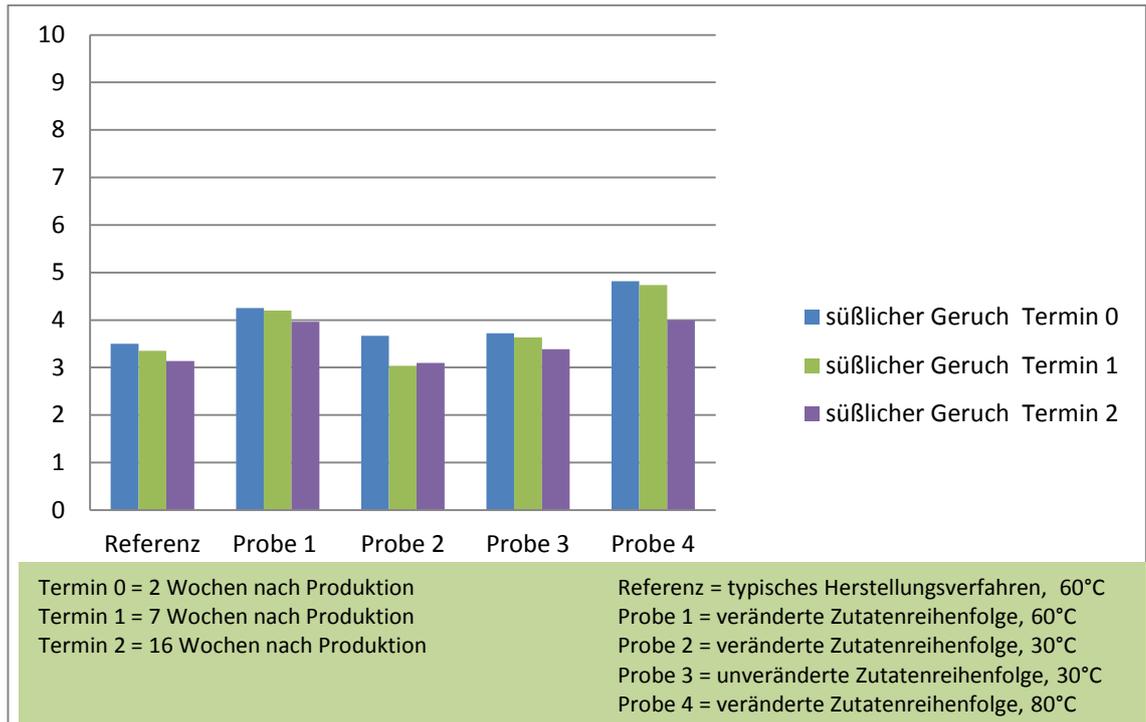
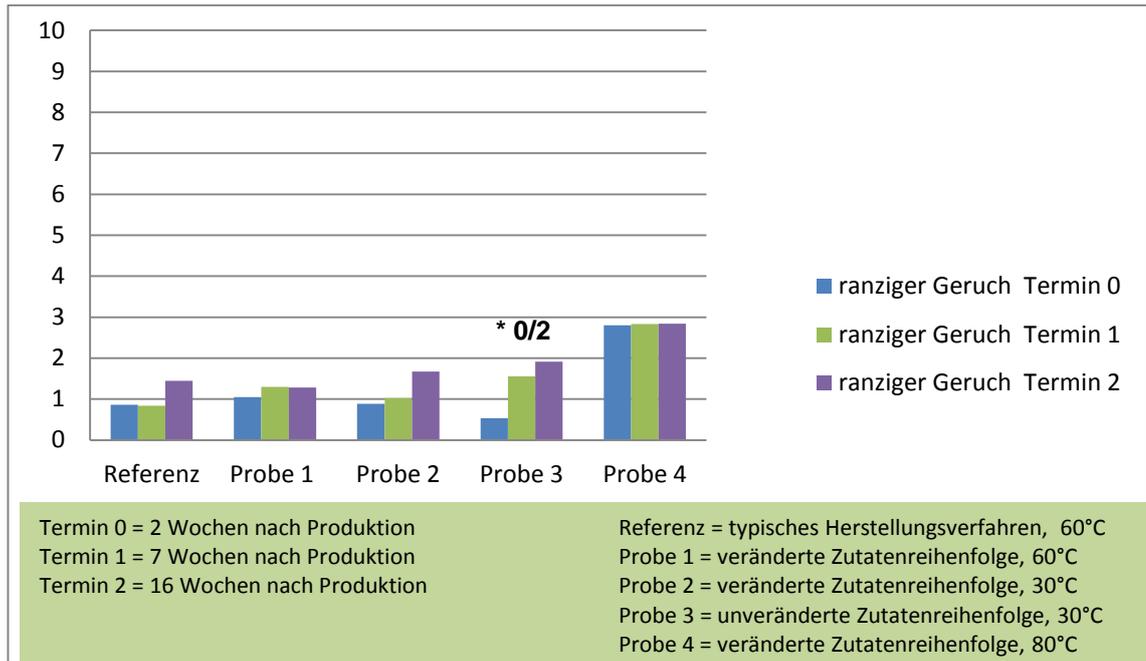


Abb. 4.13 Beurteilung der Ausprägung des süßlichen Geruchs im Laufe der Lagerung MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins

Der ranzige Geruch erhöhte sich über die Lagerdauer von vier Monaten am wenigsten bei Probe 4 (Termin 0: 2,80; Termin 1: 2,83; Termin 2: 2,84), war jedoch, im Vergleich zur Referenz und den anderen Proben, zu allen Terminen höher ausgeprägt. Bei Probe 3 kam es zu einer kontinuierlicheren Zunahme des ranzigen Geruchs (signifikant $p < 0,05$ von Termin 0 zu Termin 2), während die Referenz und Probe 2 eine Steigerung vor allem zwischen Termin 1 und Termin 2 zeigten (Referenz Termin 1: 0,84/Termin 2: 1,44; Probe 2 Termin 1: 1,02/Termin 2: 1,67) (Abb. 4.14).



**Abb. 4.14 Beurteilung der Ausprägung des ranzigen Geruchs im Laufe der Lagerung
MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins**

* 0/2: Termin 0 < Termin 2 ($p < 0,05$)

Der saure Geschmack nahm bei allen Proben über die viermonatige Lagerdauer ab. Als stabilste Probe erwies sich Probe 2, der saure Geschmack verringerte sich bei dieser Probe von Termin 0 zu Termin 2 um 8,9%. Bei der Referenz, als auch den Proben 3 und 4 fand die Reduktion der Intensität des sauren Geschmacks vor allem zwischen Termin 1 und Termin 2 statt und betrug bei Probe 3 - 26,7% und bei Probe 4 - 34%. Bei Probe 4 konnte eine statistisch signifikante Verringerung der Ausprägung des sauren Geschmacks zwischen Termin 0 und Termin 2 eruiert werden ($p < 0,05$), wobei sich der saure Geschmack um 41,5% reduzierte. Bei Probe 1 zeigte sich eine Abnahme des sauren Geschmacks (7,6%) vor allem zwischen Termin 0 und Termin 1 (Abb. 4.15).

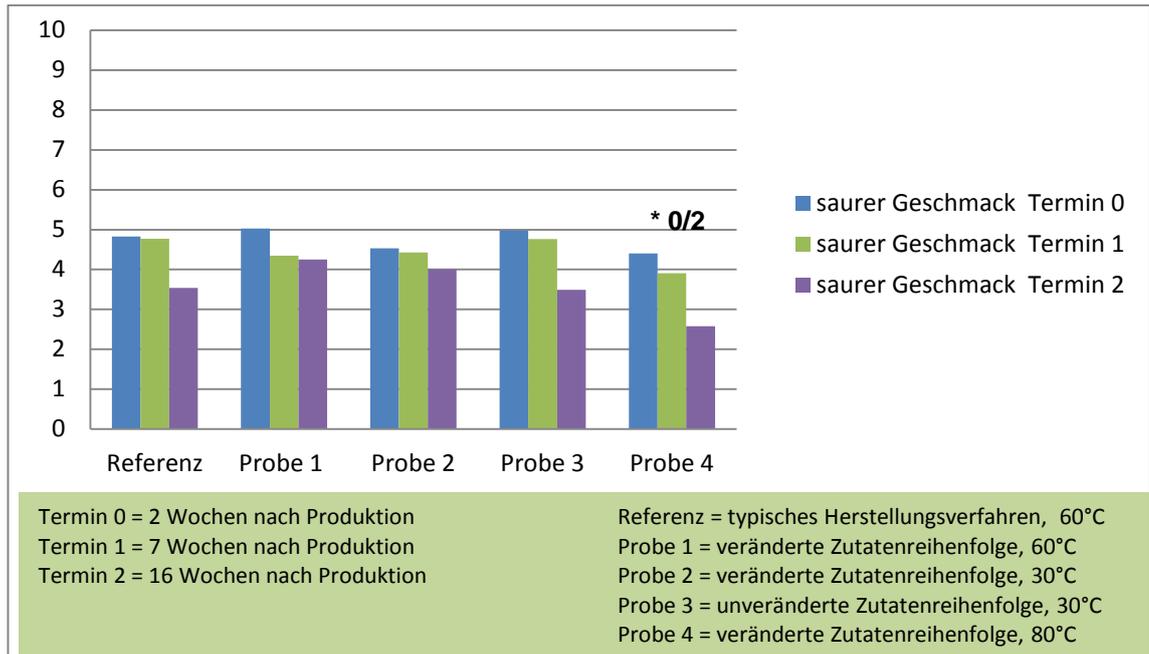


Abb. 4.15 Beurteilung der Ausprägung des sauren Geschmacks im Laufe der Lagerung MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins

* 0/2: Termin 0 > Termin 2 ($p < 0,05$)

In Abbildung 4.16 ist ersichtlich, dass die Ausprägung des süßen Geschmacks bei allen Proben, bis auf Probe 1, relativ stabil war. Bei der Referenz, bei Probe 2 und Probe 4 konnte zwischen Termin 0 und Termin 2 eine geringe Reduktion des süßen Geschmacks beobachtet werden (Referenz: 4,8%; Probe 2: 7,8%; Probe 4: 0,4%). Bei Probe 3 hingegen zeigte sich eine geringfügige Zunahme des süßen Geschmacks von Termin 0 zu Termin 2 (Probe 3: 2,6%). Bei Probe 1 konnte vor allem zwischen Termin 1 und Termin 2 eine Abnahme der Intensität des süßen Geschmacks beobachtet werden (12%).

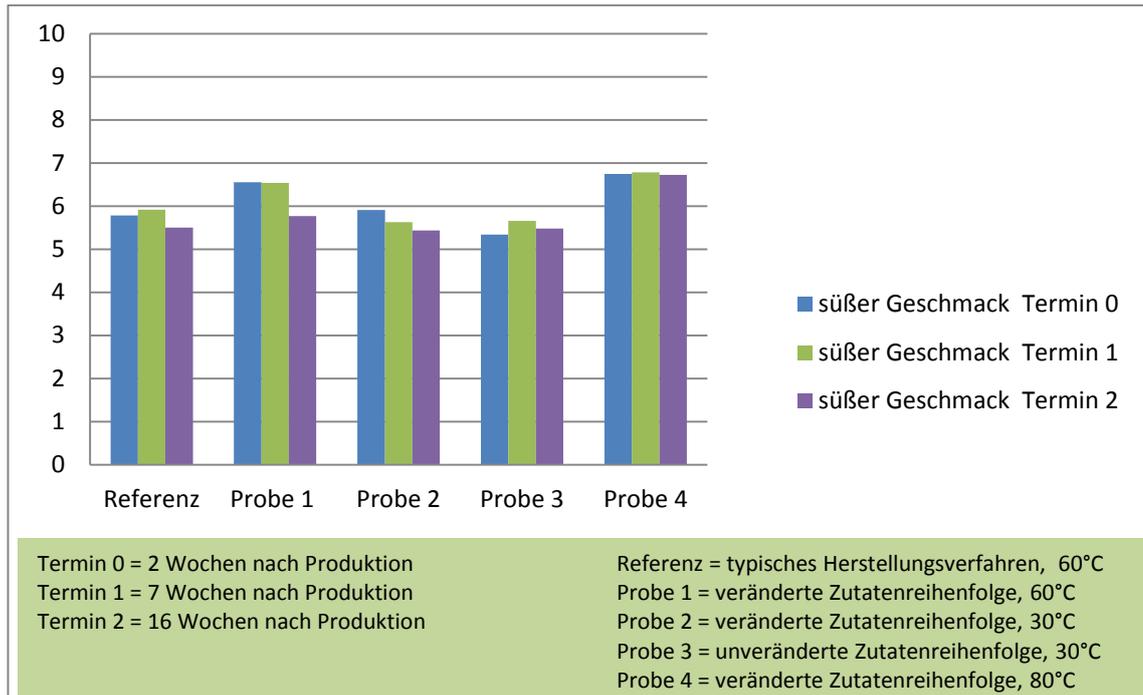


Abb. 4.16 Beurteilung der Ausprägung des süßen Geschmacks im Laufe der Lagerung MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins

Die Entwicklung der Intensität des bitteren Geschmacks verlief bei der Referenz, als auch den Proben 1, 2 und 4, sehr ähnlich (Abb. 4.17). In den ersten fünf Wochen der Lagerung (Termin 0 bis Termin 1) war die Bitterkeit dieser Proben relativ stabil, nahm aber in weiterer Folge zwischen Termin 1 und Termin 2 deutlich zu, obwohl statistisch nicht signifikant (Referenz: 55,8%; Probe 1: 15,8%; Probe 2: 27,4%; Probe 4: 22,7%). Der bittere Geschmack der Probe 3 blieb bis zum Ende der Lagerung relativ stabil (Zunahme von Termin 0 zu Termin 2: 6,5%)

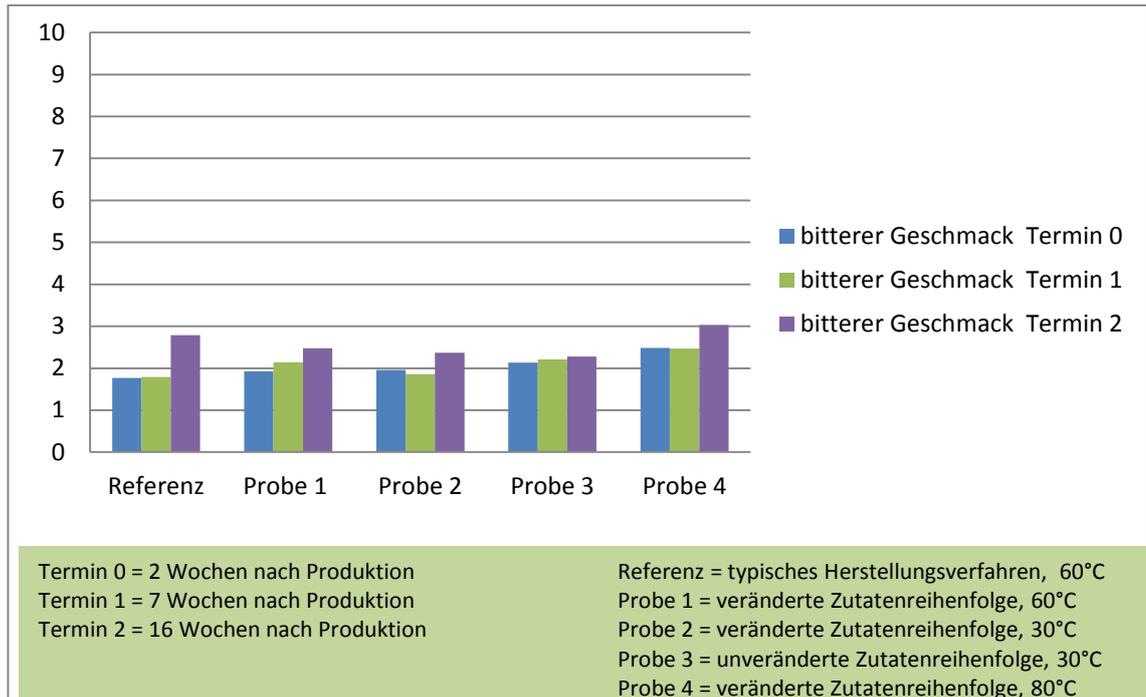


Abb. 4.17 Beurteilung der Ausprägung des bitteren Geschmacks im Laufe der Lagerung MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins

In Abbildung 4.18 ist ersichtlich, dass es bei allen untersuchten Senfproben zu einer Abnahme des Senfflavors im Laufe der Lagerung kam, lediglich Probe 1 konnte als stabil betrachtet werden. Die Unterschiede waren statistisch signifikant ($p < 0,05$) bei der Referenz von Termin 0 zu Termin 2, bei Probe 3 von Termin 0 zu Termin 1 sowie zu Termin 2, als auch von Termin 1 zu Termin 2 und bei Probe 4 je zwischen Termin 0 und 2, als auch zwischen Termin 1 und 2.

Bei Probe 2 konnten keine statistisch signifikanten Differenzen gezeigt werden, obwohl eine Abnahme des Senfflavors von Termin 0 zu Termin 2 zu beobachten war.

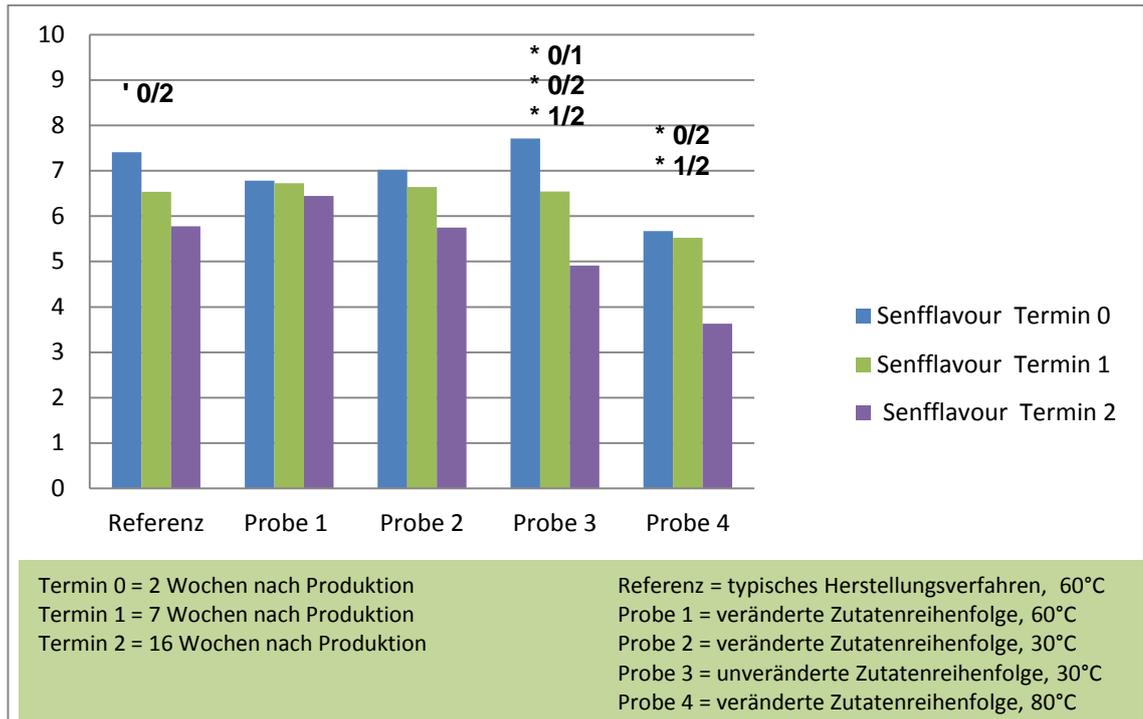


Abb. 4.18 Beurteilung der Ausprägung des Senfflavours im Laufe der Lagerung

MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins

* 0/1: Termin 0 > Termin 1 ($p < 0,05$)

* 0/2: Termin 0 > Termin 2 ($p < 0,05$)

* 1/2: Termin 1 > Termin 2 ($p < 0,05$)

Die Ausprägung des ranzigen Flavours war bei Probe 4, im Vergleich zur Referenz und zu den anderen Proben, zu allen Terminen deutlich höher (MW: 2,63). Die Referenz, als auch die Proben 1 und 2, unterschieden sich nur geringfügig voneinander (Referenz – Termin 0: 0,63, Termin 1: 0,80, Termin 2: 0,83; Probe 1 – Termin 0: 0,82, Termin 1: 0,91, Termin 2: 0,94; Probe 2 – Termin 0: 0,92, Termin 1: 1,0, Termin 2: 0,94) und erwiesen sich im Laufe der Lagerung als stabiler. Die deutlichste Zunahme, obwohl statistisch nicht signifikant, der Intensität des ranzigen Flavours zeigte Probe 3 (Zunahme Termin 0 zu Termin 1: 51%, Zunahme Termin 1 zu Termin 2: 27%) (Abb. 4.19).

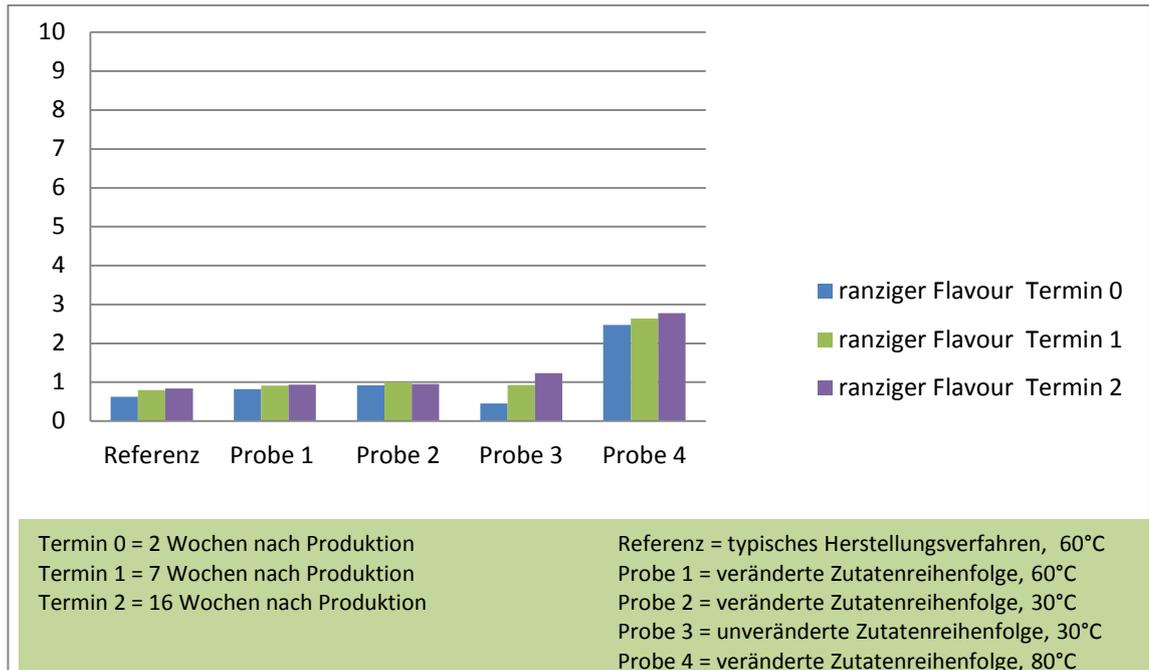


Abb. 4.19 Beurteilung der Ausprägung des ranzigen Flavours im Laufe der Lagerung MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins

Generell konnte eine Abnahme der Adstringenz in allen Senfproben über den Lagerzeitraum von 4 Monaten festgestellt werden. Probe 4 wies zu allen drei Terminen die geringste Ausprägung der Adstringenz auf. Zudem konnte bei Probe 4 die Reduktion der Intensität der Adstringenz vor allem zwischen Termin 1 und 2 beobachtet werden (Abnahme: 22%). Bei der Referenz, als auch bei den Proben 1 und 2 kam es vor allem erst zwischen Termin 1 und Termin 2 zu einer Abnahme (durchschnittliche Abnahme: 31%). Wobei eine statistisch signifikante Verringerung ($p < 0,05$) bei Probe 1 zwischen den Terminen 0 und 2, sowie 1 und 2 nachgewiesen werden konnte.

Bei Probe 3 kam es von Termin 0 zu Termin 1 zu einer Abnahme der Adstringenz von 8% und von Termin 1 zu Termin 2 um 20% (Abb. 4.20).

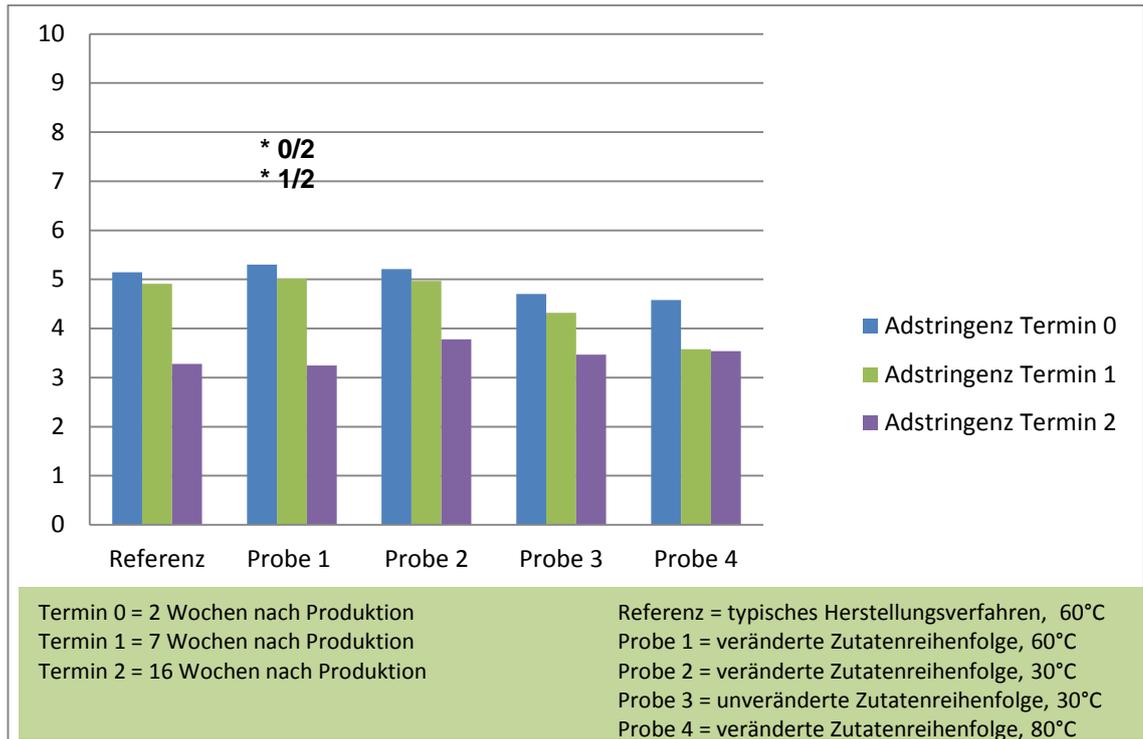


Abb. 4.20 Beurteilung der Ausprägung Adstringenz im Laufe der Lagerung

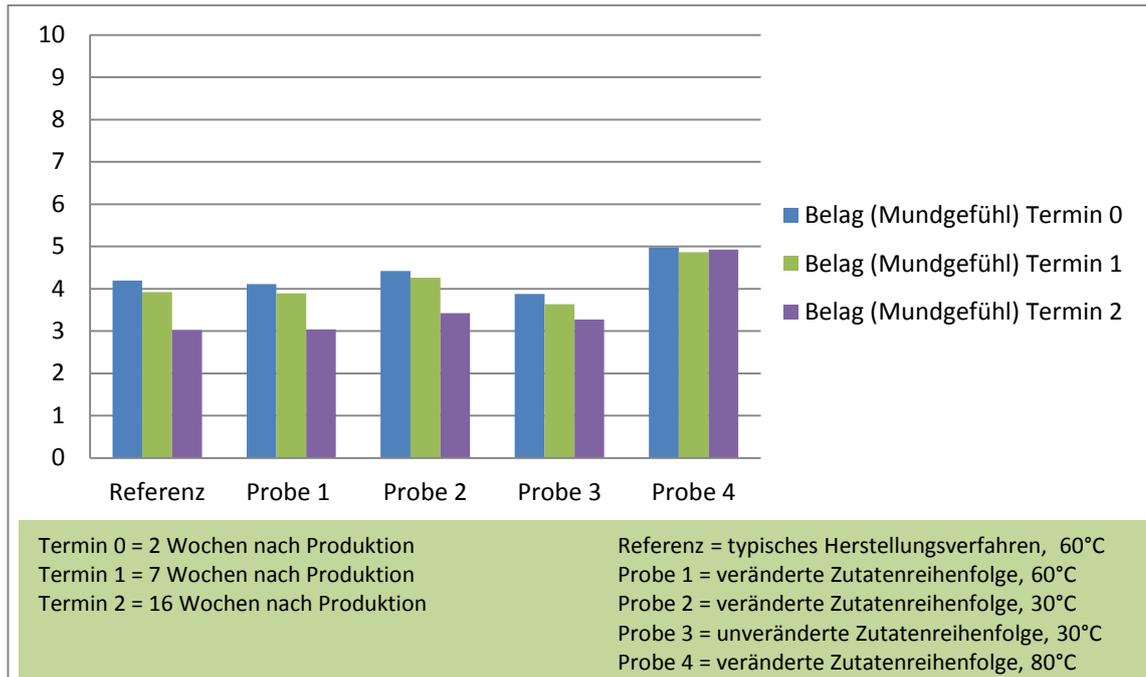
MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins

* 0/2: Termin 0 > Termin 2 ($p < 0,05$)

* 1/2: Termin 1 > Termin 2 ($p < 0,05$)

Des Weiteren konnte eine Reduktion des Mundbelages bei der Referenz, als auch bei den Proben 1, 2 und 3 festgestellt werden. Während bei Probe 3 die Minderung des Belages relativ gleichmäßig verlief (Termin 0 zu Termin 1: 7%; Termin 1 zu Termin 2: 10%), zeigte sich bei der Referenz, als auch bei den Proben 1 und 2, die deutlichste (obwohl nicht signifikante) Abnahme zwischen Termin 2 und 3 (Reduktion von Termin 2 zu Termin 3 im Mittel: 22%).

Probe 4 erwies sich, bei Betrachtung der Ausprägung des Mundbelages, als stabil, wobei es zu einer Verringerung von Termin 0 zu Termin 2 um lediglich 1,2% kam (Abb. 4.21).



**Abb. 4.21 Beurteilung der Ausprägung des Belages im Laufe der Lagerung
MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins**

In Abbildung 4.22 ist ersichtlich, dass bei Probe 4 an allen drei Terminen das stechende Mundgefühl am geringsten ausgeprägt war, im Vergleich zu den anderen untersuchten Proben und der Referenz. Wobei bei allen Proben, eine signifikante Reduktion ($p < 0,05$) zwischen Termin 0 und Termin 1 zu beobachten war (Referenz: 50%; Probe 1: 34%; Probe 2: 39%; Probe 3: 35%; Probe 4: 39%). Diese Verringerung setzte sich auch von Termin 1 zu Termin 2 fort (Referenz: 26%; Probe 1: 35%; Probe 2: 31%; Probe 3: 37%; Probe 4: 31%). Eine statistisch signifikante Abnahme ($p < 0,05$) der Intensität des stechenden Mundgeföhls konnte bei allen Proben auch zwischen Termin 0 und Termin 2 nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis entspricht auch den Erfahrungswerten der Mautner Markhof Feinkost GmbH, wobei eine Abnahme des stechenden Mundgeföhls durchwegs erwünscht ist, da der Senf als „mild und süß“ verkauft wird.

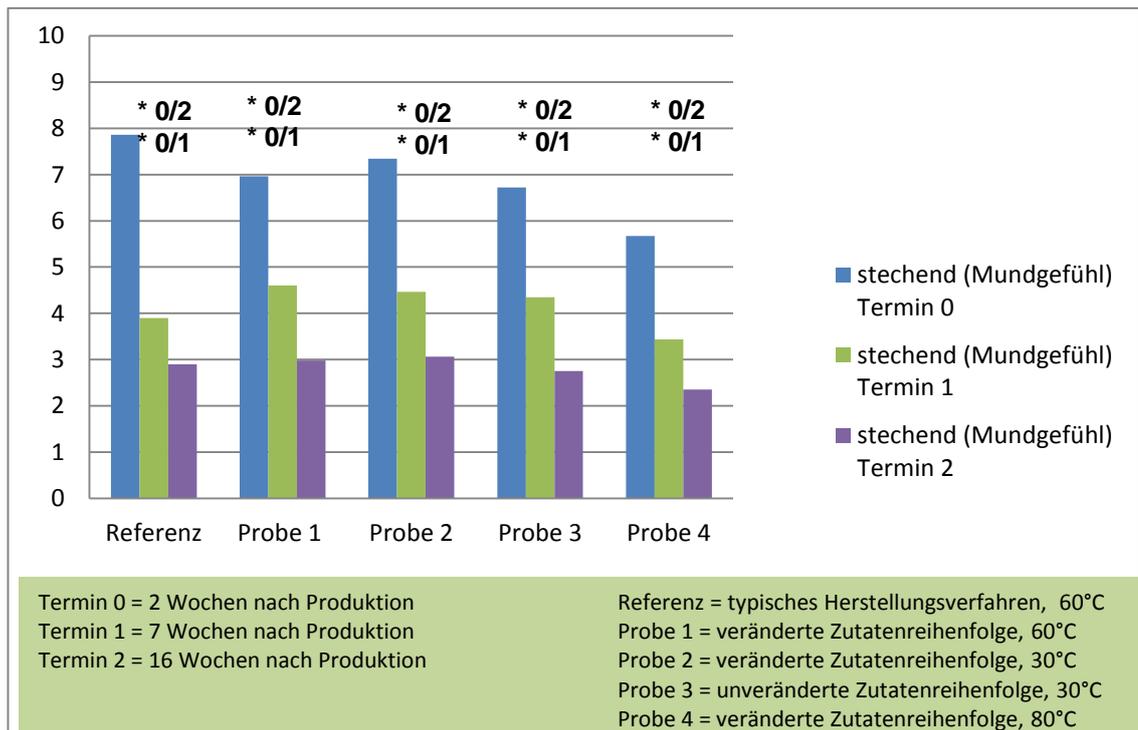


Abb. 4.22 Beurteilung der Ausprägung des stechenden Mundgefühls im Laufe der Lagerung

MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins

* 0/1: Termin 0 > Termin 1 ($p < 0,05$)

* 0/2: Termin 0 > Termin 2 ($p < 0,05$)

Der bittere Nachgeschmack stieg bei allen Proben während der Lagerung an, wobei es bei der Referenz, als auch bei Probe 4, zur deutlichsten Zunahme des bitteren Nachgeschmacks zwischen Termin 1 und 2 (Referenz: 77,58%; Probe 4: 55%) kam. Bei Probe 1 konnte eine 118,3 prozentige Steigerung vor allem zwischen Termin 0 und Termin 2 beobachtet werden, bei Probe 3 kam es zu einer Vermehrung um 14,6% und bei Probe 2 um 46,0% (Abb. 4.23).

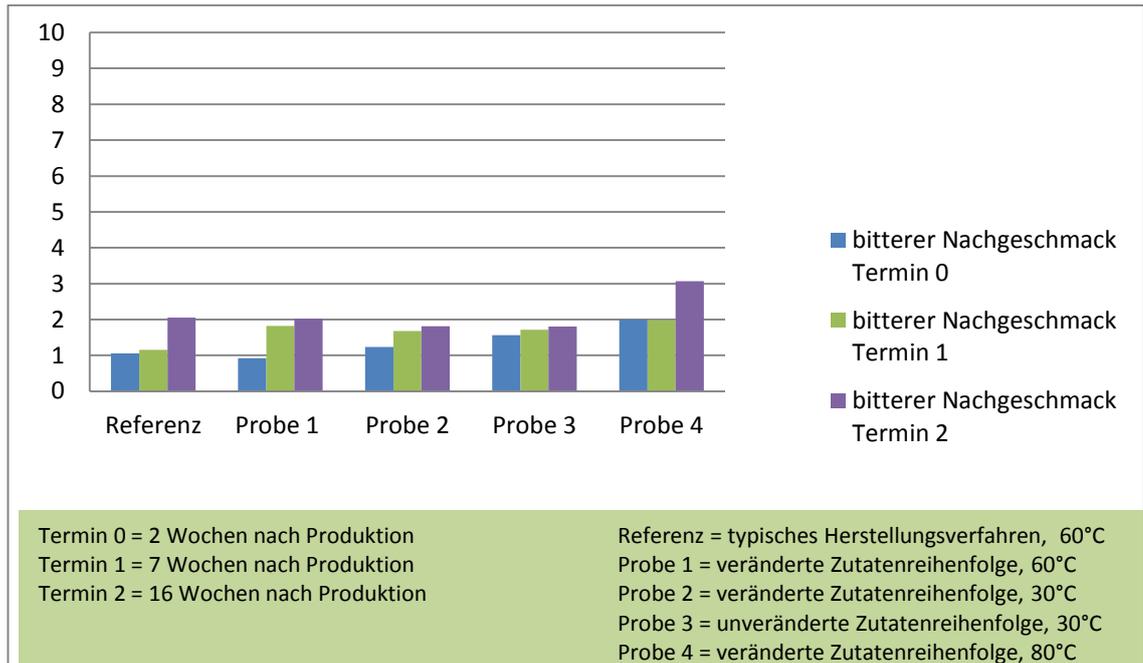


Abb. 4.23 Beurteilung der Ausprägung des bitteren Nachgeschmacks im Laufe der Lagerung

MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins

Der ranzige Nachgeschmack stieg im Laufe der Lagerung bei der Referenz um 36,1% und bei der Probe 1 um 12,7% an. Bei Probe 2 konnte von Termin 0 zu Termin 2 eine Zunahme der Intensität des ranzigen Nachgeschmackes von 64,3% beobachtet werden. Zum deutlichsten Anstieg kam es bei Probe 3, wobei dieser von Termin 0 zu Termin 2 123,8% betrug (obwohl statistisch nicht signifikant). Bei Probe 4 konnte hingegen eine Reduktion des bitteren Nachgeschmacks, von Termin 0 zu Termin 2, von 20,5% beobachtet werden (Abb. 4.24).

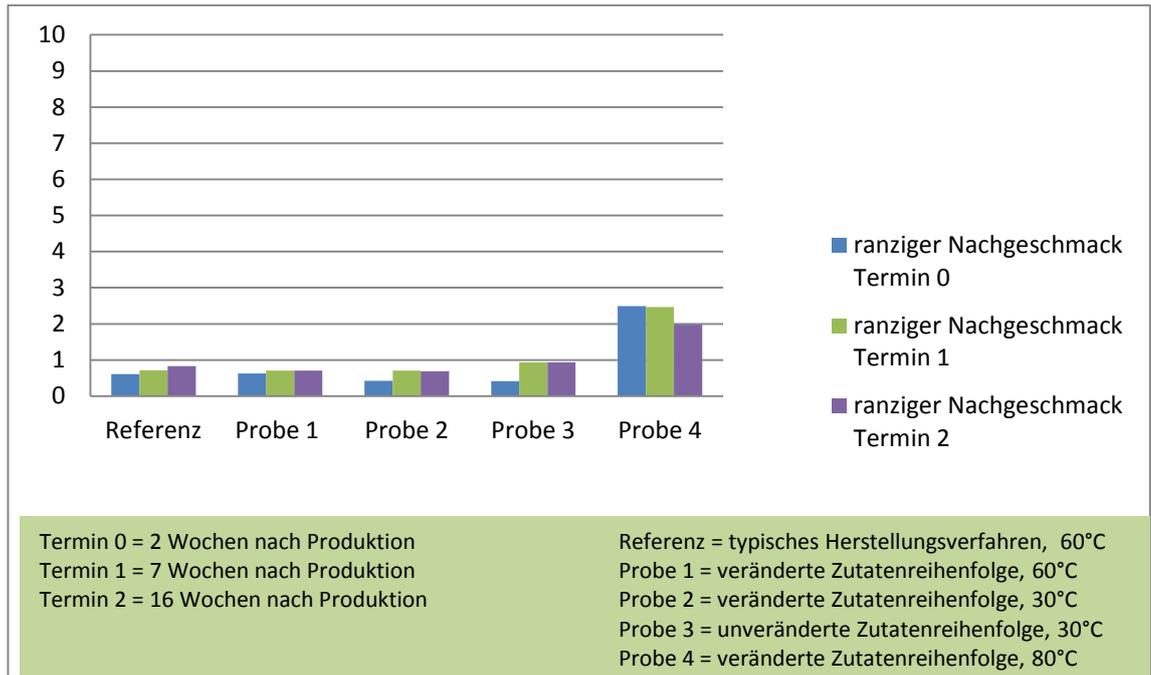


Abb. 4.24 Beurteilung der Ausprägung des ranzigen Nachgeschmacks im Laufe der Lagerung

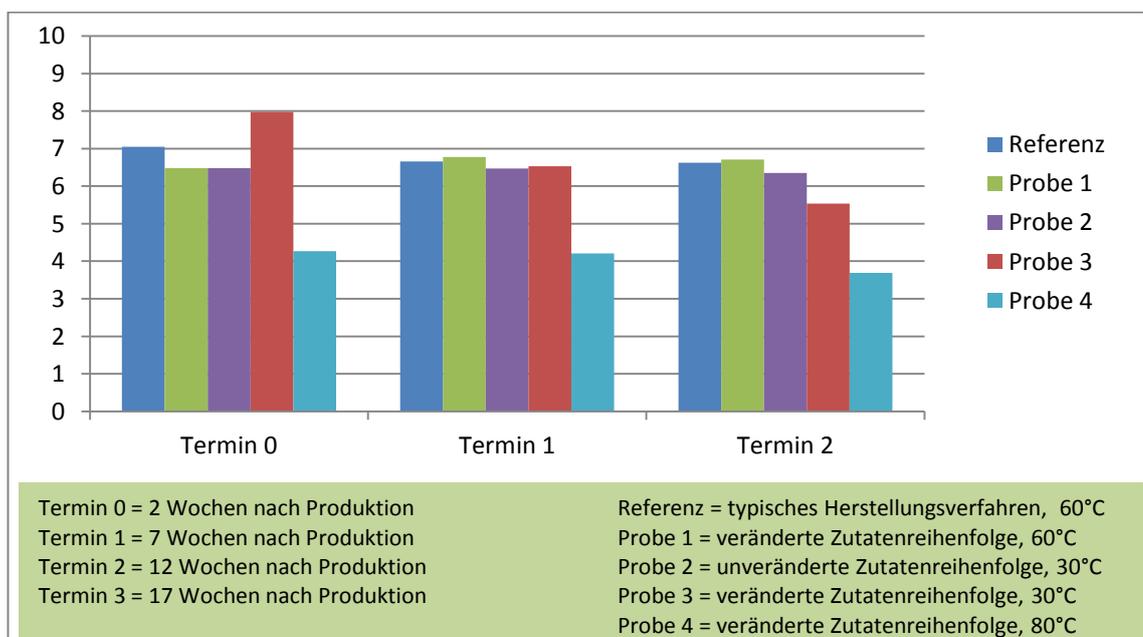
MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins

4.3.1.5 Beurteilung der allgemeinen Qualität im zeitlichen Verlauf

In der Betrachtung der allgemeinen Qualität der fünf erzeugten Senfproben (Abb. 4.25), zeigte sich deutlich, dass die Qualität der Probe 4, im Vergleich zu den anderen Proben, über den gesamten Lagerzeitraum von vier Monaten als wesentlich niedriger erachtet wurde und spiegelte somit die Ergebnisse der Einzelbeurteilungen wieder, in denen diese Probe unter anderem den geringsten Senfgeruch und Senfflavour, jedoch die höchste Intensität an Ranzigkeit und Bitterkeit im Geruch und Geschmack aufwies (allgemeine Qualität der Probe 4 über vier Monate: 4,05; MW der anderen vier Proben über vier Monate: 6,64).

Die Referenz, als auch die Proben 1 und 2 können, entsprechend der Beurteilung ihrer allgemeinen Qualität, als die stabilsten Proben angesehen werden. Zudem rangierte die Bewertung dieser Proben in einem engen Bereich (allgemeine Qualität der Referenz über 4 Monate: 6,78; der Probe 1 über 4 Monate: 6,65; der Probe 2 über 4 Monate: 6,43).

Die Qualität der Probe 3 war zu Termin 0 die Höchste (7,98), jedoch erwies sich die Probe im Laufe der Lagerung als nicht stabil und sank zuletzt bis zu Termin 2 deutlich ab (5,54).



**Abb. 4.25 Beurteilung der allgemeinen Qualität im Laufe der Lagerung
MW aus Session 1 und 2 des jeweiligen Termins**

4.3.2 Präferenzprüfung

Im Rahmen der Präferenzprüfung wurden den Proben die Ränge 1 bis 5 zugeteilt. Wobei mit dem niedrigsten Rang (Rang 1) die am meisten präferierte Probe versehen wurde und mit dem höchsten Rang (Rang 5) die am wenigsten präferierte Probe.

In den Ergebnissen der Präferenzanalysen zeigte sich deutlich, dass Probe 4, welche bei 80°C produziert wurde, zu Beginn der Untersuchungsreihe am wenigsten präferiert wurde (Rang 4,76; Abb. 4.26). Im Laufe der Lagerung nahm die Präferenz der Probe 4 jedoch deutlich zu und erreichte bei Termin 3 einen Rang von 3,57 (Abb. 4.29). Nichts desto trotz, erhielt Probe 4 auch bei Termin 3 den niedrigsten mittleren Rang aller untersuchter Proben. Dies lässt den Schluss zu, dass die Produktionsweise (geänderte Zutatenreihenfolge, 80°C), aufgrund ihrer geringen Präferenz in der hedonischen Prüfung der Senfproben, als Herstellungsalternative wahrscheinlich ausgeschlossen werden sollte.

Die Referenz wurde, im Rahmen der Präferenzprüfung, innerhalb der viermonatigen Lagerdauer relativ gleichbleibend bewertet. Der mittlere Rang bewegte sich nur in einem Bereich von 2,48 bei Termin 0 (Abb. 4.26) bis 2,93 bei Termin 3 (Abb. 4.29), wobei eine niedrigere Bevorzugung im Laufe der Lagerung zu vermerken war.

Eine deutliche Verschlechterung der Präferenz zeigte sich bei Probe 3, welche im Zuge der Lagerung von einem anfänglichen mittleren Rang von 1,59 (Abb. 4.26) auf 3,18 (Abb. 4.29) zurück fiel. Diese Entwicklung lässt einen zu raschen Qualitätsverlust der Probe erahnen und schließt somit auch diese Herstellungsmethode als alternative Produktionsform aus.

Probe 1 zeigte als einzige Senfvariante eine geringfügige Verbesserung der Präferenz (Rang 2,97 zu Beginn der Untersuchung; 2,04 zum Ende der Untersuchungen) über den Lagerzeitraum von vier Monaten, was auf die Stabilität der Probe hinweist.

Auch Probe 2 erwies sich, basierend auf den Ergebnissen der Präferenzanalyse, als stabil und stellt somit eine alternative Produktionsform dar – wenn man die Ergebnisse der Präferenzverkostungen im zeitlichen

Verlauf betrachtet. Der mittlere Rang bewegte sich lediglich in einem Bereich von 2,48 zu Termin 1 (Abb. 4.27) bis 3,07 zu Termin 0 (Abb. 4.26).

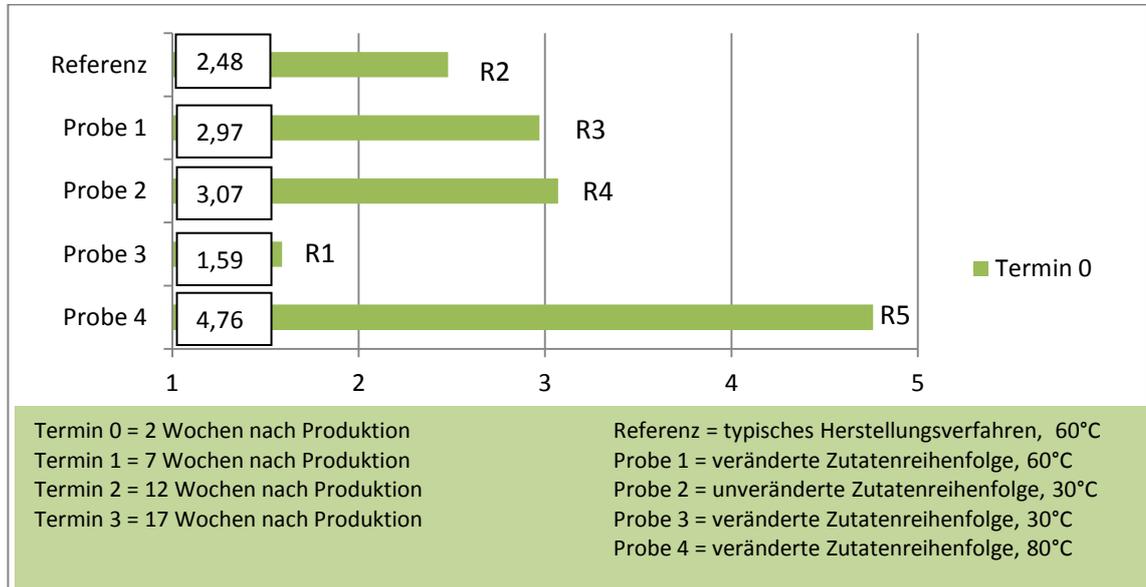


Abb. 4.26 Mittlere Ränge der Senfproben zu Termin 0

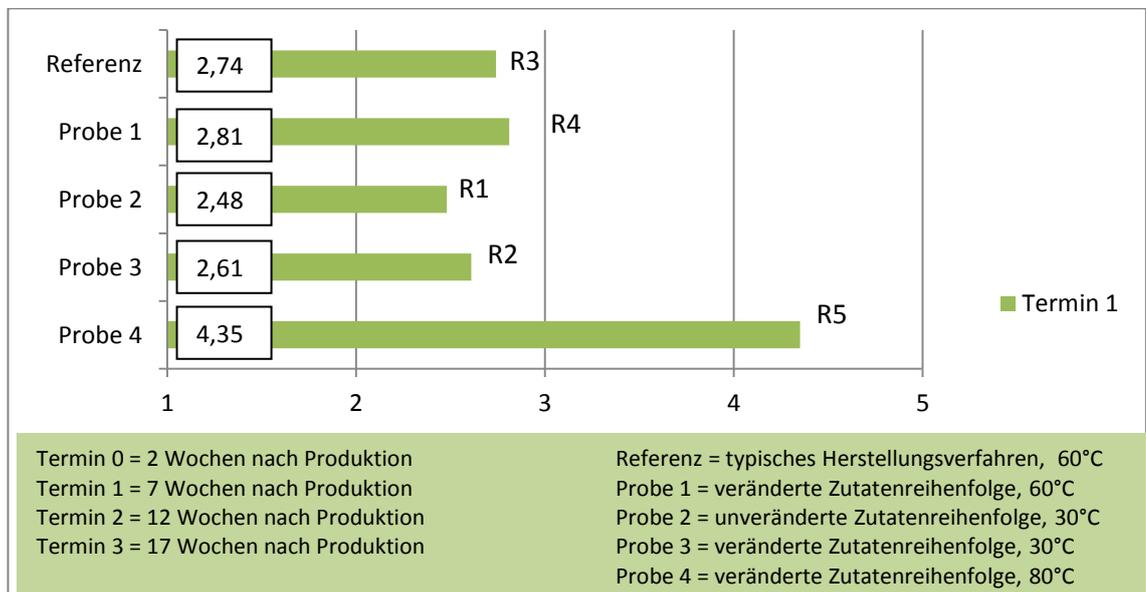


Abb. 4.27 Mittlere Ränge der Senfproben zu Termin 1

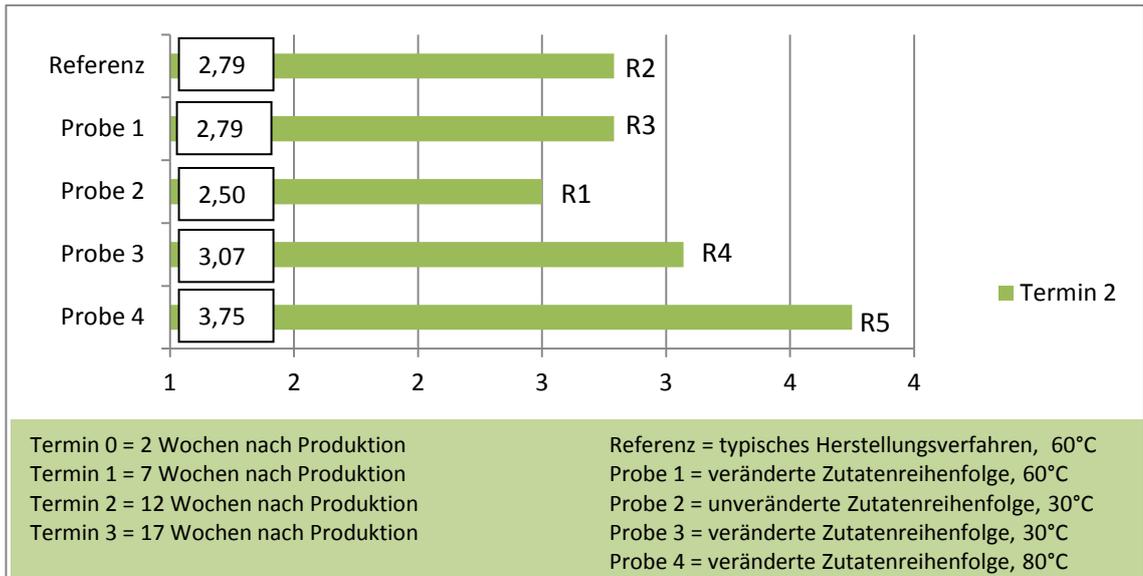


Abb. 4.28 Mittlere Ränge der Senfproben zu Termin 2

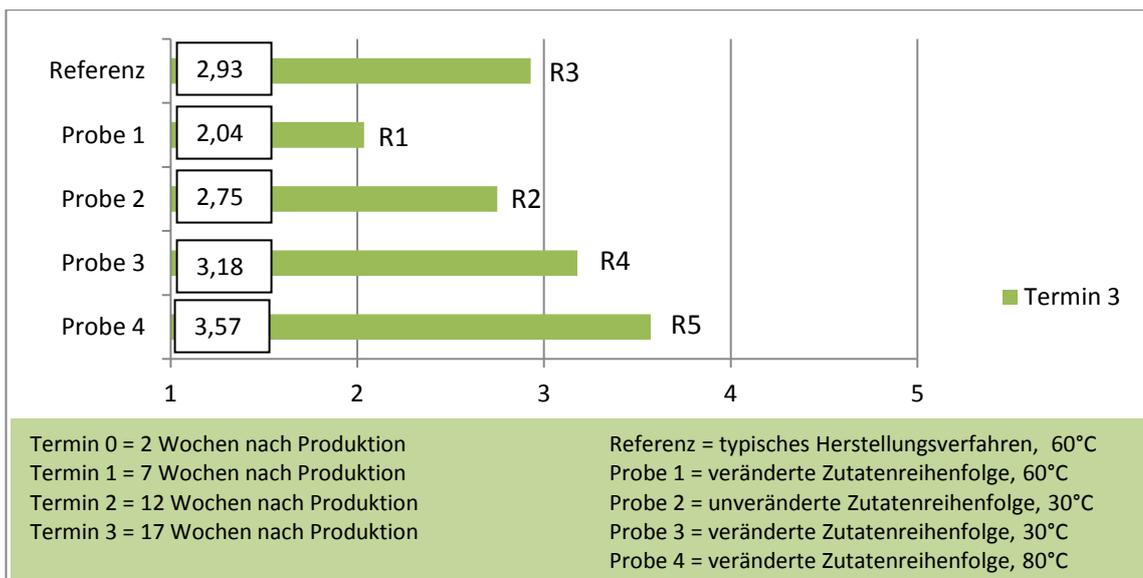


Abb. 4.29 Mittlere Ränge der Senfproben zu Termin 3

4.3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse der QDA und der Präferenzprüfung

In beiden sensorischen Analyseverfahren war zu beobachten, dass Probe 4 als alternative Produktionsform von Anbeginn an auszuschließen ist. Diese Probe wies bereits zu Beginn der Untersuchungen die geringste Ausprägung des Senfgeruchs (5,32) und -flavours (5,67) auf. Wobei es sich um Attribute handelt, die für die Qualität des Produktes unerlässlich sind. Zudem zeigte die Probe die höchste Intensität der Bitterkeit und Ranzigkeit, sowohl im Geschmack als auch im Nachgeschmack. Auch in der Präferenzanalyse wurde die Probe 4 zu jedem Termin mit dem niedrigsten Rang versehen (Termin 0: 4,76; Termin 1: 4,35; Termin 2: 3,75 Termin 3: 3,57).

Die Ranzigkeit erwies sich zudem auch in der statistischen Analyse als signifikante Variable bei der Unterscheidung der Proben.

Die hohe Intensität des süßlichen Geruchs (Termin 0: 4,82; Termin 1: 4,73; Termin 3: 3,99) und Geschmacks (Termin 0: 6,76; Termin 1: 6,78; Termin 2: 6,72) bei Probe 4 könnten auf die erhöhte Erhitzungstemperatur und somit auf ein Karamellisieren des enthaltenen Zuckers zurückzuführen sein.

Die Ausprägung des säuerlichen Geruchs (Termin 0: 4,68; Termin1: 4,58; Termin 2: 3,24) und Geschmacks (Termin 0: 4,41; Termin 1: 3,91; Termin 2: 2,58) entspricht den Ergebnissen der analytischen Untersuchungen, in denen der Säuregehalt von Probe 4 zu allen Messzeitpunkten geringer war als jener der anderen Proben (Abb. 4.5). Der saure Geruch und Geschmack zeigte sich in der statistischen Beurteilung ebenfalls als wesentlicher Parameter zur Unterscheidung der Proben.

Auch der Trockensubstanzgehalt von Probe 4 erreichte höhere Werte als jener der anderen Proben (Abb. 4.4), was eventuell die höhere Beurteilung der Dicke der Probe 4, durch die Panellisten, erklären könnte.

In der statistischen Analyse konnte auch gezeigt werden, dass sich die Proben vor allem, die Analytik betreffend, durch die Parameter Viskosität und Trockensubstanz unterschieden.

Alle Proben, außer Probe 4, erwiesen sich von Anbeginn an als homogen und es konnten im Rahmen der sensorischen Evaluierung kaum relevante

Unterschiede beobachtet werden (niedrigste gemessene Homogenität: Probe 2, Termin 0, 7,7; höchste gemessene Homogenität: Probe 1, Termin 2; 6,64).

Erwähnenswert sind zu Beginn der Untersuchung auch die Beurteilungen der Probe 3. Probe 3 stellte sich anfänglich, unter Betrachtung der Ergebnisse der Präferenzverkostung bei Termin 0, als sehr gute Alternative zur ursprünglichen Produktionsweise dar (mittlerer Rang 1,59). Dieses Ergebnis spiegelte sich auch in den Daten der QDA des Termins 0 wieder. Die Bewertung der Intensität von Probe 3 war am höchsten beim Senfgeruch (7,79) und beim allgemeinen Nachgeschmack (6,65). Auch beim Senfflavour wurde Probe 3 eine der höchsten (7,71) Ausprägungen zugeordnet. Hingegen wurden die Bitterkeit (2,14) und Ranzigkeit (0,46) als gering bewertet.

Auch nach fünfwöchiger Lagerung (Termin 1) der Proben zeigte sich, dass sich die Referenz, als auch die Proben 1, 2 und 3 in den meisten der untersuchten Attribute kaum voneinander unterschieden und das Produktprofil der QDA vom Termin 0 setzte sich noch nach fünfwöchiger Lagerdauer weiter fort. So konnten kaum Unterschiede in der Beurteilung des Senfgeruchs (Referenz: 6,29; Probe 1: 6,16; Probe 2: 6,08; Probe 3: 5,48; Probe 4: 5,48), des Senfflavours (Referenz: 6,53; Probe 1: 6,73; Probe 2: 6,64; Probe 3: 6,54; Probe 4: 5,52), der Bitterkeit (Referenz: 1,79; Probe 1: 2,14; Probe 2: 1,86; Probe 3: 2,21; Probe 4: 2,47) und der Ranzigkeit (Referenz: 0,80; Probe 1: 0,91; Probe 2: 1,00; Probe 3: 0,93; Probe 4: 2,63) zwischen der Referenz, sowie den Proben 1, 2 und 3, beobachtet werden.

Dieses Ergebnis untermauerten auch die Resultate der zweiten Präferenzverkostung in denen Probe 4 deutlich weniger präferiert wurde (Rang 4,35) als die anderen drei Proben (Referenz: 2,74; Probe 1: 2,81; Probe 2: 2,48; Probe 3: 2,61).

Nach viermonatiger Lagerdauer (Termin 2), wobei es sich um ein Viertel des Mindesthaltbarkeitsdatums des Produktes handelt, entsprachen die Beurteilungen der untersuchten Attribute, im Allgemeinen betrachtet, jenen der beiden ersten Untersuchungstermine. Lediglich Probe 4 konnte auch zu diesem

Zeitpunkt als alternative Produktionsform definitiv ausgeschlossen werden. Dies konnte in der Beurteilung des Senfgeruchs (Referenz: 6,00; Probe 1: 5,83; Probe 2: 4,78; Probe 3: 5,08; Probe 4: 4,04), des Senfflavours (Referenz: 5,78; Probe 1: 6,44; Probe 2: 5,75; Probe 3: 4,91; Probe 4: 3,63), der Bitterkeit (Referenz: 2,79; Probe 1: 2,48; Probe 2: 2,37; Probe 3: 2,28; Probe 4: 3,03) und der Ranzigkeit (Referenz: 0,84; Probe 1: 0,94; Probe 2: 0,95; Probe 3: 1,23; Probe 4: 2,78) am deutlichsten gezeigt werden. Obwohl sich die Unterschiede zu den anderen Produktionsformen im Laufe der Lagerung verringerten, was sich auch in der Beurteilung der Produktionsweise im Rahmen der Präferenzanalyse (Referenz: 2,79; Probe 1: 2,79; Probe 2: 2,50; Probe 3: 3,07; Probe 4: 3,75) widerspiegelte.

Bei Probe 3 jedoch, jener Probe, die sich zu Beginn der Analysen durch die höchste Präferenz (mittlerer Rang 1,59) auszeichnete, konnte gezeigt werden, dass es im Laufe der Lagerung zu einer Verringerung der Bevorzugung kam (mittlerer Rang Termin 3: 3,18). Zugleich wurde in den Ergebnissen der QDA ersichtlich, dass die Intensität an Bitterkeit (Termin 0: 2,14; Termin 2: 2,28) und Ranzigkeit (Termin 0: 0,46, Termin 2: 1,23) bei dieser Probe tendenziell zunahm, wohingegen die Ausprägung des Senfgeruchs (Termin 0: 7,79; Termin 2: 5,08) und des Senfflavours (Termin 0: 7,71; Termin 2: 4,91) zunehmend abnahmen.

Die Zunahme des ranzigen Flavours, Geruchs und Nachgeschmacks, sowie des sauren Geruchs und Geschmacks bei Probe 3 erwiesen sich im Laufe der Lagerung als statistisch signifikant ($p < 0,05$).

Probe 1 unterschied sich in der untersuchten Lagerdauer (Termin 1 bis Termin 3) nur sehr geringfügig von der Referenz, betrachtet man die Ergebnisse der QDA. Auch in der Präferenzanalyse wurde der Probe 1, von Termin 0 bis 2 ähnliche Ränge zugeordnet wie der Referenz (Referenz – Termin 0: 2,48, Termin 1: 2,74, Termin 2: 2,79; Probe 1: 2,97, Termin 0: 2,97, Termin 1: 2,81, Termin 2: 2,79). Lediglich zu Termin 3 schnitt Probe 1 mit einer Rangsumme von 2,04 etwas schlechter ab als die Referenz (2,94). Da bei Probe 1 lediglich die Reihenfolge der Zutatenzugabe verändert wurde und die sensorische

Beurteilung sich kaum von jener der Referenz unterscheidet, würde sich aufgrund, des logistischen Aufwands, eine Umstellung des Herstellungsverfahrens nicht rentieren.

Des Weiteren kam es auch bei Probe 2 zu einer statistisch signifikanten ($p < 0,05$) Veränderung der Ausprägung des sauren Geruchs und Geschmacks im Laufe der Lagerung. Dennoch unterschied sich diese Probe in den wesentlichen Parametern wie Senfflavour und Senfgeruch nicht allzu sehr von der Referenz und zeichnete sich, auch im Laufe der Lagerung, durch eine hohe Präferenz aus (Termin 0: 3,07; Termin 1: 2,48; Termin 2: 2,50; Termin 3: 2,75). Da sich auch die analytischen und mikrobiologischen Parameter innerhalb der gesetzten Grenzwerte der Mautner Markhof Feinkost GmbH bewegten, kommt diese Herstellungsform, aufgrund der enormen Zeit- und Energieersparnis, bedingt durch die Erhitzungstemperatur von 30°C, als eine gute Alternative zur Referenz durchaus in Frage.

5 DISKUSSION BEI BERÜCKSICHTIGUNG DER STATISTISCHEN ANALYSE

5.1 Fragestellungen

- a. In welchen analytischen Variablen unterscheiden sich die Senfe voneinander?
- b. Besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Lagerdauer und der analytischen Zusammensetzung der Senfe beziehungsweise der Produktionsweise und der analytischen Zusammensetzung?
- c. Unterscheiden sich die Senfe bezüglich ihrer Fettsäureprofile voneinander?
- d. Besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Lagerdauer und den ermittelten Fettsäureprofilen der Senfe beziehungsweise der Produktionsweise und den Fettsäureprofilen?
- e. In welchen sensorischen Variablen unterscheiden sich die Senfe voneinander?
- f. Besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Lagerdauer und den sensorischen Parametern der Senfe beziehungsweise der Produktionsweise und der sensorischen Beurteilung?
- g. Besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen den analytischen Parametern, der sensorischen Bewertung und den Fettsäureprofilen der Senfproben?

a. In welchen analytischen Variablen unterscheiden sich die Senfe voneinander?

Im ersten Schritt der Hauptkomponentenanalyse konnten 3 Hauptkomponenten festgelegt werden, die gemeinsam 79,1% der Gesamtvarianz abdecken (Anhang Tab. 16).

In der rotierten Komponentenmatrix zeigte sich dann weiters, dass bei Faktor 1 eine negative Korrelation von $r = 0,927$ mit der Variable Trockensubstanz und eine positive Korrelation von $r = 0,886$ mit der Variablen Säure bestand. Bei Faktor 2 konnte eine positive Korrelation von $r = 0,887$ mit der Variable

Viskosität und eine negative Korrelation von $r = 0,819$ mit der Variable Fettgehalt beobachtet werden. Was den dritten Faktor betrifft, so konnte eine positive Korrelation mit der Variable Invertzucker festgestellt werden. Wodurch sich eine vorrangige Unterscheidung der Senfe im Bereich Analytik vor allem auf die Variablen Trockensubstanz und Säure begründen lässt (Anhang Tab. 17).

b. Besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Lagerdauer und der analytischen Zusammensetzung der Senfe beziehungsweise der Produktionsweise und der analytischen Zusammensetzung?

Anschließend wurde, gestützt auf die eruierten Hauptkomponenten, eine Clusteranalyse erstellt. Hier konnten 3 wesentliche Cluster ausgemacht werden, die zur weiteren Analyse herangezogen wurden (Anhang Tab. 18).

Die Proben in Cluster 1 wiesen die geringste Trockensubstanz und den niedrigsten Säuregehalt auf. Proben aus Cluster 2 zeichneten sich vor allem durch eine niedrige Viskosität und eine hohe Trockensubstanz aus. Proben, die in Cluster 3 zu finden waren, zeichneten sich durch die höchste Viskosität und den höchsten Säuregehalt aus.

Exakter Test nach Fisher

Zuletzt wurde mit Hilfe des Exakten Tests nach Fisher eruiert, ob ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Produktionsweise bzw. der Lagerdauer und den analytischen Variablen besteht. Während die Produktionsweise keinen signifikanten Einfluss auf den Senf hatte (Anhang Tabelle 19), so konnte dennoch ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Lagerzeitraum und der analytischen Zusammensetzung des Senfes nachgewiesen werden (Anhang Tab. 21). Wobei sich eine sehr gleichmäßige Verteilung der Produktionszeitpunkte auf die verschiedenen Cluster zeigte.

Beobachtungen aus dem Termin 0 fanden sich vor allem im Cluster 1 wieder, Beobachtungen des Termins 1 in Cluster 2 und die Beobachtungen aus den letzten beiden Terminen fanden sich in Cluster 3 wieder (Anhang Tab. 20).

Aufgrund dieser gesamten Beobachtungen kann geschlossen werden, dass sich die analytischen Veränderungen des Senfes vor allem auf die Parameter Säure und Trockensubstanz beziehen. Unter Betrachtung der Einzeldaten ist zudem ersichtlich, dass es zu einer Zunahme des Säuregehaltes und einer Abnahme der Trockensubstanz bei allen Proben kam.

Wobei die statistische Signifikanz auch nach der Bonferroni-Korrektur noch aufrechterhalten werden konnte.

c. Unterscheiden sich die Senfe bezüglich ihrer Fettsäureprofile voneinander?

Wie auch bei der Auswertung der sensorischen Analyse und der analytischen Parameter, wurde in der statistischen Auswertung der Fettsäureprofile zunächst eine Hauptkomponentenanalyse durchgeführt.

Hierbei wurden 3 Hauptkomponenten festgestellt, die 75,4% der Gesamtvarianz erklären (Anhang Tab. 28).

In der rotierten Komponentenmatrix zeigte sich anschließend, dass hohe Korrelationen zwischen der Hauptkomponenten 1, welche 44,5% der Varianz innerhalb der verschiedenen Proben erklärte, und der Konzentration an 18:2n6c ($r = 0,903$), 18:1n9c ($r = 0,856$) und 18:3n3c ($r = 0,838$) bestand. Betreffend die ausgemachte Hauptkomponente 2, konnte eine hohe positive Assoziation mit der Fettsäure 24:0 ($r = 0,850$) und der Fettsäure 22:2n6 ($r = 0,811$) festgestellt werden. Bei Hauptkomponente 3 zeigte sich eine deutliche positive Korrelation mit 20:2n6 ($r = 0,934$) (Anhang Tab. 29).

Somit kann schlussgefolgert werden, dass sich die Proben vor allem durch ungesättigte Fettsäuren der Länge 18 C (Linolsäure, Ölsäure, α -Linolensäure) unterscheiden.

Eine weitere Rolle in der Unterscheidung spielen Lignocerinsäure, Decosadiensäure und Eicosadiensäure – wobei diese Fettsäuren nur in geringen Mengen nachweisbar waren.

d. Besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Lagerdauer und den ermittelten Fettsäureprofilen der Senfe beziehungsweise der Produktionsweise und der Fettsäureprofile?

Durch die anschließend erstellte Clusteranalyse konnten 4 Cluster ausgemacht werden, die für die weiteren Berechnungen herangezogen wurden.

Exakter Test nach Fisher

Der Exakte Test nach Fisher konnte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Produktionsweise und den ersichtlichen Fettsäuren (Anhang Tabelle 32), als auch zwischen dem Lagerzeitraum und den Fettsäuren zeigen (Anhang Tab. 31).

Somit kann schlussgefolgert werden, dass das Fettsäureprofil über einen Lagerzeitraum von 4 Monaten sehr stabil ist und auch durch die sehr unterschiedlichen Produktionstemperaturen (30 – 80°C) nicht beeinflusst werden konnte.

e. In welchen sensorischen Variablen unterscheiden sich die Senfe voneinander?

Um die Fülle an verschiedenen Variablen aus der sensorischen Analyse besser überblicken und bearbeiten zu können, wurde auch hier zunächst auf eine Hauptkomponentenanalyse zurückgegriffen. Es konnten 7 Hauptkomponenten ausgemacht werden, die 67,2% der Gesamtvarianz erklären (Anhang Tab. 22).

In der rotierten Komponentenmatrix konnte des Weiteren gezeigt werden, dass die Hauptkomponente 1, welche 20,9% der Varianz der Daten erklärt, vor allem durch Faktoren bestimmt wird, die die Ranzigkeit betreffen. So konnte eine hohe positive Korrelation von $r = 0,832$ zwischen der Hauptkomponente 1 und dem ranzigen Geruch, eine hohe positive Korrelation von $0,859$ zwischen dem ranzigen Flavour und der Hauptkomponente 1, sowie eine hohe positive Korrelation von $r = 0,808$ zwischen dem ranzigen Nachgeschmack und der Hauptkomponente 1 ausgemacht werden. Was die Hauptkomponente 2 betrifft, welche immerhin noch 15,7% der Varianz erklärt, wurden vor allem hohe Korrelationen mit dem sauren Geruch ($r = 0,738$) und dem sauren Geschmack

($r = 0,698$), aber auch der Adstringenz ($r = 0,772$) festgestellt. Betreffend Hauptkomponente 3 wurde eine hohe positive Korrelation mit der, durch den Löffel beurteilten, Glattheit festgestellt ($r = 0,834$). Die durch den Löffel beurteilte Dicke und die Dicke, beurteilt im Mundgefühl, waren vor allem mit Hauptkomponente 4 assoziiert, wohingegen der bittere Geschmack und der bittere Nachgeschmack mit Hauptkomponente 5 positiv korreliert waren. Hauptkomponente 6 wies vor allem mit den Attributen des Mundgefühls eine hohe positive Korrelation ($r = 0,832$) auf. Hauptkomponente 7 war dagegen mit dem süßlichen Geruch ($r = 0,81$) assoziiert.

Somit kann gesagt werden, dass sich die Proben, bezüglich der sensorischen Beurteilung, vor allem durch die Eigenschaft Ranzig (Geruch, Flavour und Nachgeschmack), saurer Geruch und Geschmack und die, durch den Löffel beurteilte, Glattheit unterscheiden, da diese 3 Hauptkomponenten gemeinsam 46,8% der Gesamtvarianz erklären (Anhang Tab. 23).

f. **Besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Lagerdauer und den sensorischen Eigenschaften der Senfe beziehungsweise der Produktionsweise und der sensorischen Beurteilung?**

Aufgrund der durchgeführten Clusteranalyse wurde eine Clusteranzahl von 8 festgelegt, die anschließend als Grundlage für Kreuztabellen und den exakten Test nach Fisher dienen.

Exakter Test nach Fisher

Durch den Exakten Test nach Fisher konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang, auch nach Bonferroni-Korrektur, sowohl zwischen dem Lagerzeitpunkt der Proben (Anhang Tab. 25), als auch der Produktionsweise und den Clustern eruiert werden (Anhang Tab. 25). Die genauere sensorische Unterscheidung betreffend der Produktionsweisen und der Lagerung siehe Kapitel 5.3.5 „Unterscheidung Produktionsweisen“

5.1.1 Clustervergleich

g. Besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen den analytischen Parametern, der sensorischen Bewertung und den Fettsäureprofilen der Senfproben?

Im nächsten Schritt wurde verglichen, ob ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den eruierten Clustern aus den Daten der Fettsäureprofile, der analytischen Untersuchungen und der sensorischen Untersuchungen bestand.

Um diesen Zusammenhang ermitteln zu können wurde wieder auf den exakten Test nach Fisher zurückgegriffen.

Zusammenhang Fettsäuren und analytische Parameter

Im Exakten Test nach Fisher konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen den erstellten Clustern aus der Fettsäureanalytik und den Clustern der analytischen Daten erkannt werden (Anhang Tab. 35).

Zusammenhang Fettsäuren und sensorische Analyse

Im Exakten Test nach Fisher konnte ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang zwischen den erstellten Clustern aus der Fettsäureanalytik und den Clustern der sensorischen Analyse erkannt werden (Anhang Tab. 37).

Zusammenhang sensorische Analyse und analytische Daten

Im Exakten Test nach Fisher konnte jedoch ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Clustern der sensorischen Analyse und jenen der analytischen Daten nachgewiesen werden (Anhang Tab. 39).

5.1.2 Unterscheidung Produktionsweisen

Um feststellen zu können, durch welche sensorische Attribute (Einzelbeobachtungen) sich die Produktionsweisen voneinander unterscheiden, wurde auf einen Klassifizierungsbaum zurückgegriffen:

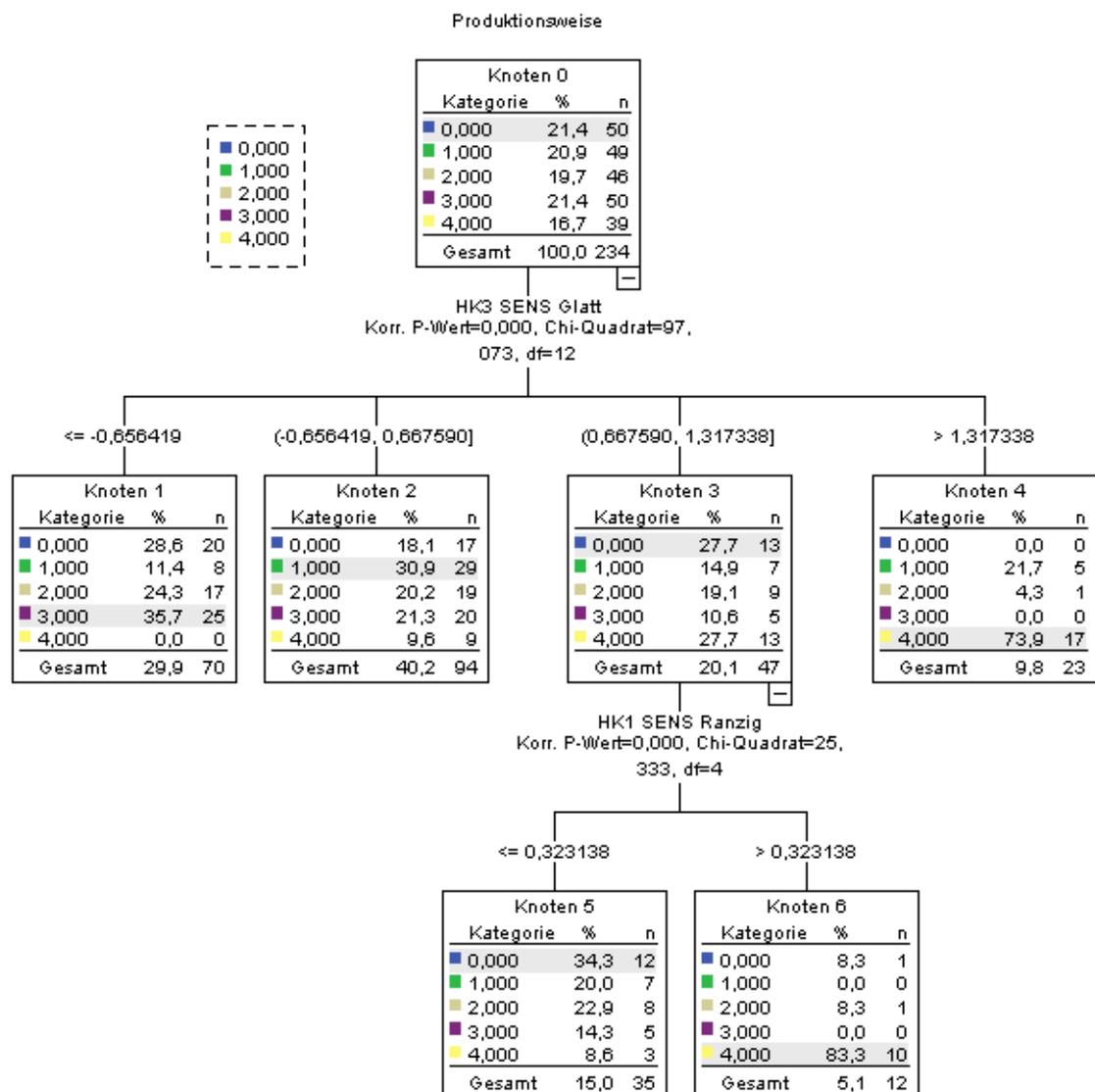


Abb. 5.1 Klassifizierungsbaum zur Unterscheidung der Produktionsweisen anhand ihrer sensorischen Bewertungen

Im Klassifizierungsbaum (Abbildung 5.1) wurde deutlich ersichtlich, dass sich die Produktionsweisen vor allem durch die Hauptkomponente 3 unterschieden, welche vor allem mit den Variablen Glattheit (mit dem Löffel beurteilt) und der Variable Glattheit (als Mundgefühl beurteilt) korrelierten.

Wobei sich im Bereich der weniger glatten Proben vor allem die Produktionsweisen 0 (Referenz, 60°C), 2 (unveränderte Zutatenreihenfolge, 30°C) und 3 (geänderte Zutatenreihenfolge, 30°C) wiederfanden und im oberen Bereich der Glattheit die Produktionsweisen 1 (veränderte Zutatenreihenfolge, 60°C) und 4 (geänderte Zutatenreihenfolge, 80°C).

Im mittleren Bereich der Glattheit unterschieden sich die Produktionsweisen, vor allem durch die Hauptkomponente 1, welche mit den Variablen ranziger Geruch, Flavour und Nachgeschmack korrelierte. Auffällig hierbei ist, dass sich vor allem die Produktionsweise 4 (geänderte Zutatenreihenfolge, 80°C) durch ihren ranzigen Flavour von den anderen Produktionsweisen unterschied – zumindest den mittleren Bereich betreffend.

5.1.2.1 Kruskal – Wallis – Test

Zuletzt sollte mit Hilfe des Kruskal – Wallis – Tests eruiert werden, in welchen sensorischen Attributen sich die verschiedenen Produktionsweisen im Laufe der Lagerung unterscheiden.

Beim Kruskal-Wallis-Test handelt es sich um eine nicht-parametrische (verteilungsfreie) Alternative zur einfaktoriellen Varianzanalyse – anstelle der ursprünglichen Werte werden die Rangzahlen der Beobachtungen verwendet [BORTZ et al., 1990].

Betreffend der herkömmlichen Produktionsweise und der Produktionsweise 1, beide Herstellungsverfahren fanden mit 60°C statt, als auch bei Produktionsweise 4 (geänderte Zutatenreihenfolge, 80°C), konnte keine statistisch signifikante Veränderung der Geschmacksattribute im Laufe der Lagerung festgestellt werden.

Bei Produktionsweise 2 (unveränderte Zutatenreihenfolge, 30°C) zeigte sich eine statistisch signifikante Veränderung ($p = 0,021$) der Geschmacksattribute

während der Lagerung betreffend der Hauptkomponenten 2, welche vor allem mit den Variablen saurer Geruch, saurer Geschmack und Adstringenz korrelierte.

Produktionsweise 3 (geänderte Zutatenreihenfolge, 30°C) zeigte statistisch signifikante Zusammenhänge einerseits mit der oben zuvor bereits beschriebenen Hauptkomponente 2 ($p=0,017$) aber auch mit der Hauptkomponente 5 ($p=0,05$), welche vor allem mit den Variablen bitterer Geschmack und bitterer Nachgeschmack korreliert war.

Somit kann zusammenfassend gesagt sein, dass sich nur bei Produktionsweise 2 (unveränderte Zutatenreihenfolge, 30°C) und 3 (geänderte Zutatenreihenfolge, 30°C), bei beiden wurde auf eine Erhitzungstemperatur von 30°C zurückgegriffen, eine Veränderung der sensorischen Attribute im Laufe der Lagerung zeigte. Diese Veränderung zeichnete sich bei beiden Produktionsweisen in einer Zunahme des sauren Geruches und Geschmackes, als auch in einer Zunahme der Adstringenz aus. Bei der dritten Produktionsweise konnte weiters im Laufe der Lagerung eine Zunahme des bitteren Geschmackes und Nachgeschmacks beobachtet werden.

6 SCHLUSSBETRACHTUNG

Bei Senf handelt es sich um ein sehr komplexes Lebensmittel, dessen Eigenschaften nicht nur durch die Zusammensetzung und Art der Zutaten geprägt ist, sondern sich bereits durch sehr geringfügige Änderungen verschiedenster Parameter beeinflussen lässt. So spielen zum Beispiel, wie zum Teil in der vorliegenden Arbeit gezeigt werden konnte, die Reihenfolge der Zugabe der Zutaten, die Temperatur des Herstellungsverfahrens, der ausgeübte Druck und die Lagerdauer der Saat eine wesentliche Rolle und können das Endprodukt Senf maßgeblich beeinflussen. Studien über das Fertigprodukt Senf sind zudem rar und das Wissen der Hersteller ist zumeist auf die firmeninterne Produktion fokussiert.

Auch die Herstellung des Kremser Senfes der Mautner Markhof Feinkost GmbH ist von einer jahrzehntelangen Tradition geprägt und auf die Produktionsmittel im Werk angepasst. Da sich die Firma jedoch mit einer phasenweisen Verringerung der sensorischen Qualität ihres Senfes konfrontiert sah, nahm man dies zum Anlass, weitere Untersuchungen auf diesem Gebiet durchzuführen.

Mit der vorliegenden Arbeit sollte zum einen, durch Verfahrensänderungen, versucht werden, die Verringerung der Qualität zu beheben und zum anderen sollte durch die analytischen, mikrobiologischen und sensorischen Untersuchungen ein vollständiges Portfolio des Produktes, über einen Lagerzeitraum von 16 Wochen, erstellt werden, um so das Wissen rund um das Thema Kremser Senf und dessen Entwicklung im Laufe der Lagerung zu vertiefen. Zu diesem Zweck wurden insgesamt fünf verschiedene Proben an Kremser Senf im Werk der Mautner Markhof Feinkost GmbH in Wien hergestellt. Bei der ersten Probe handelte es sich um das Vergleichsmuster, das nach dem typischen Herstellungsverfahren der Firma produziert wurde und als Referenz diente. Bei den anderen vier Proben wurden die Behandlungstemperaturen und zum Teil die Zugabereihenfolge der Zutaten verändert.

Die Produktionslinie und die Produktionsmenge (2,5 Tonnen) entsprachen bei allen fünf Proben der tagtäglichen Kremser Senfproduktion im Werk der Mautner Markhof Feinkost GmbH in Wien.

Im Anschluss wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Produktanalytik (Viskosität, pH-Wert, Invertzucker, Trockensubstanz, Säure, Fett, Salz, Asche, Fettsäurezusammensetzung)
- Mikrobiologische Analyse (aerobe Gesamtkeimzahl, Hefe, Schimmelpilze, Milchsäurebildner)
- Sensorische Analyse (Quantitative – Deskriptive - Analyse, Präferenzprüfung)

In den Ergebnissen der mikrobiologischen Untersuchungen zeigte sich, dass es zu einer Zunahme der aeroben Gesamtkeimzahl kam, die, nach eigenen Vermutungen, mit der gemessenen Steigerung des Säuregehaltes, als auch mit der beobachteten Zunahme des ranzigen Geruchs, Geschmacks und Nachgeschmacks zum anderen in Verbindung gebracht werden konnte.

Dieser Zusammenhang war vor allem bei der Referenz, als auch bei den Proben 1 bis 3 zu sehen, nicht jedoch bei Probe 4, bei der der ranzige Geruch und Geschmack während der Lagerung stabil geblieben ist - was diese These weiterhin stützen würde.

Hefen und Schimmel konnten auch nach viermonatiger Lagerdauer nicht nachgewiesen werden. Daraus kann schlussfolgert werden, dass es auch bei den beiden mit 30°C hergestellten Mustern zu keiner vermehrten mikrobiologischen Belastung kam, was womöglich auf die Wirkung der enthaltenen Scharfstoffe zurückzuführen ist.

Bei Betrachtung der analytischen Parameter der Proben während der Lagerung konnte die bereits erwähnte Zunahme des Säuregehaltes festgestellt werden. Der Trockensubstanzgehalt der Proben nahm, im Laufe der Lagerung, deutlich ab, was auch in einer Studie von BOGNÁR und KNAUSS [1989] , bei der Obst und Gemüse untersucht wurden, beobachtet werden konnte. Diese Abnahme

der Trockensubstanz ist vor allem auf den Abbau von Eiweiß- und Zuckerstoffen zurückzuführen, was wiederum die beobachtete Verringerung des Invertzuckergehaltes der Senfproben erklären könnte.

In der statistischen Analyse zeigte sich auch, dass sich die Senfe vor allem durch die Parameter Trockensubstanz und Säuregehalt voneinander unterschieden. Es konnte aber kein statistisch signifikanter Einfluss ($p < 0,025$) der Produktionsweise auf die analytischen Parameter beobachtet werden, jedoch konnte eine statistisch signifikante Veränderung ($p < 0,025$) der analytischen Zusammensetzung der Senfe im Laufe der Lagerung gezeigt werden. Diese Veränderung äußerte sich in einer Zunahme des Säuregehaltes und in einer Abnahme des Trockensubstanzgehaltes.

Die analysierte Steigerung des Säuregehaltes spiegelte sich jedoch nicht in den Ergebnissen der sensorischen Analyse wieder – hier konnte eine deutliche Abnahme der Intensität des sauren Geruchs und Geschmacks beobachtet werden.

Der Fettgehalt aller Proben veränderte sich innerhalb der sechzehnwöchigen Lagerdauer nicht, was wiederum den Ergebnissen der Fettsäureanalytik entsprach. Die erstellten Fettsäureprofile der Proben aus den fünf verschiedenen Produktionsweisen unterschieden sich nicht statistisch signifikant voneinander und erwiesen sich auch im Laufe der Lagerung als stabil. Da es sich bei 86% der ermittelten Fettsäuren um oxidationsempfindliche ungesättigte Fettsäuren handelte, lässt sich der Schluss ziehen, dass, womöglich aufgrund der Beschaffenheit des Verpackungsmaterials des Senfes, im Lagerzeitraum von vier Monaten eine Oxidation der Fettsäuren weitestgehend verhindert werden konnte, was unter Berücksichtigung der enthaltenen omega-3 und omega-6 Fettsäuren von großer Bedeutung ist.

Das Fettsäureprofil der Referenz wurde von fünf Fettsäuren dominiert, die zusammen 86% der detektierten Fettsäuren ausmachten. Erucasäure (22:1n9) machte mit einem Prozentsatz von 33,2% die mengenmäßig wichtigste Fettsäure aus. Bei Ölsäure (18:1n9t) handelte es sich, mit einem mittleren Gehalt von 19,5%, um die mengenmäßig zweit wichtigste Fettsäure, die das

Fettsäureprofil dominierte. Der Anteil der Linolsäure (18:2n6c) am Fettsäureprofil betrug 13,8%. Auch Icosensäure (20:1n9; Anteil 9,9%), eine in *Brassicacea* vorkommende einfach ungesättigte Fettsäure, und α -Linolensäure (18:3n3c; Anteil 9,9%) waren in bedeutenden Mengen enthalten.

Weitere Fettsäuren wie, Palmitinsäure (3,1%), Palmitoleinsäure (0,4%), Stearinsäure (0,8%), Eicosadiensäure (0,3%), Behensäure (0,6%), Docosadiensäure (0,5%), konnten nur in Spuren nachgewiesen werden.

Die Mengen der eruierten Fettsäuren entsprachen des Weiteren jenen Ergebnissen, zu welchen KUMAR und KIEWITT [1983] in ihrer Studie bezüglich des Fettsäureprofiles der reifen Senfsaat kamen.

In Abbildung 6.1 zeigt sich deutlich, dass, vor allem die fünf mengenmäßig wichtigsten Fettsäuren, in ihren prozentuellen Anteilen, quasi identisch zu den jetzigen Ergebnissen sind.

Aus diesem Vergleich kann geschlossen werden, dass die unterschiedlichen Verarbeitungsformen und Erhitzungstemperaturen, die Fettsäurezusammensetzung in der Saat kaum verändern.

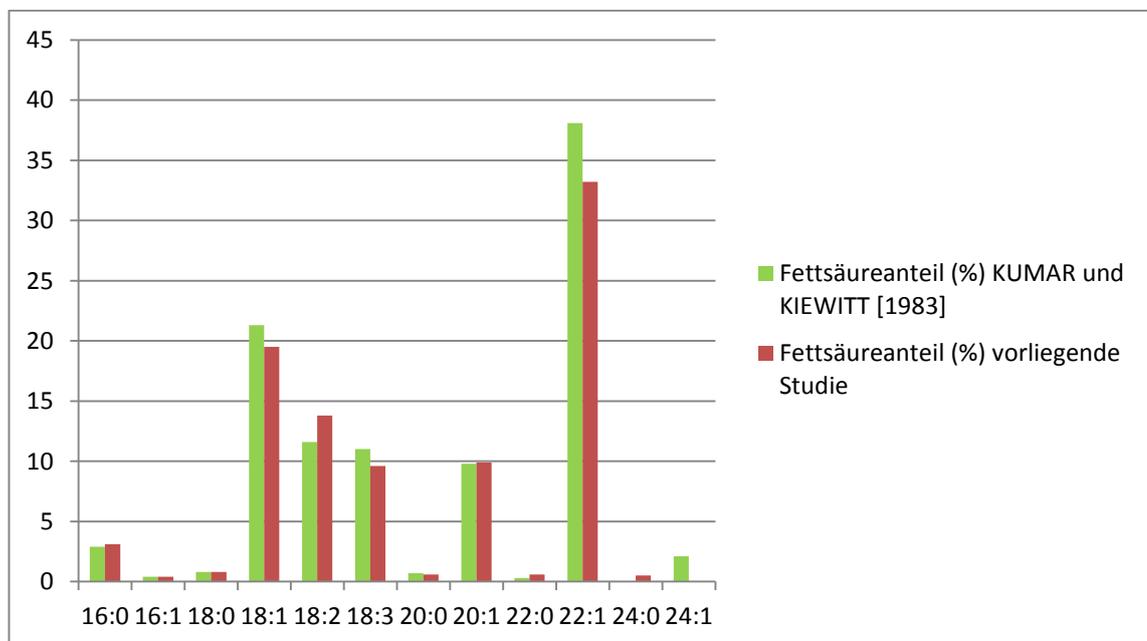


Abb. 6.1 Vergleich des prozentuellen Anteils der ermittelten Fettsäuren am Fettsäuregehalt der vorliegenden Studie und der Studie von KUMAR und KIEWITT [1983]

Unter Betrachtung der Ergebnisse der sensorischen Untersuchungen der Referenz, konnte zum einen im Zuge der Lagerung eine Verringerung der Intensität des Senfgeruchs und des Senfflavours festgestellt werden, was den graduellen Qualitätsverlust des Produktes im Laufe der Lagerung darstellt. Zum anderen konnte die gewünschte Minderung der Adstringenz und des stechenden Mundgefühls beobachtet werden. Ein Effekt der durchaus beabsichtigt ist und eine zweiwöchige Lagerung des Senfes vor Auslieferung bedingt, da der Senf als „mild und süß“ verkauft wird. Zudem zeigte sich eine, für die Lagerung typische, geringe Zunahme der Intensität des ranzigen Geruchs, Flavours und Nachgeschmacks, als auch eine Steigerung des bitteren Geschmacks und Nachgeschmacks zwischen der fünften (Termin 1) und sechzehnten Lagerwoche (Termin 3). Die Beurteilung der allgemeinen Qualität der Referenz blieb über den Lagerzeitraum von sechzehn Wochen relativ konstant und bewegte sich nur in einem Bereich von 7,05 bei Termin 0 und 6,62 bei Termin 3, was sich in der Präferenzprüfung widerspiegelte.

Bei der weiteren Betrachtung der Ergebnisse der sensorischen Untersuchungen, konnten sowohl Probe 1, als auch Probe 2 als alternative Produktionsformen eruiert werden. Schon in der Präferenzanalyse zeigte sich, dass diese beiden Proben immer gute Ränge zugeordnet bekamen und diese Beurteilungen auch über den sechzehnwöchigen Lagerzeitraum stabil blieben, wobei es bei Probe 1 sogar zu einer geringfügigen Verbesserung der Präferenz im Laufe der Lagerung kam (Rang 2,97 bei Termin 0; 2,04 zu Termin 3). Der mittlere Rang von Probe 2 bewegte sich lediglich in einem Bereich von 2,48 (Termin 1) bis 3,07 (Termin 0). Probe 1 und 2 zeichneten sich auch durch einen hohen Senfgeruch und Senfflavour aus, der im Laufe der Lagerung nur geringfügig abnahm. Zudem wurden der ranzige Geruch und Geschmack, als auch der bittere Geschmack, als gering empfunden. Da bei Probe 1 nur die Reihenfolge der Zutatenzugabe verändert wurde, würde sich diese Änderung des Verfahrens nicht rentieren, da das Ergebnis quasi jenem der Referenz entspricht. Probe 2 jedoch, wurde mit einer Temperatur von 30°C hergestellt und stellt somit eine beachtenswerte Alternative zur jetzigen Herstellungsform dar. Durch die Verringerung der Herstellungstemperatur könnte die

Produktionsdauer des Senfes deutlich reduziert werden und somit könnten auch die Kosten erheblich gesenkt werden.

Betrachtet man Probe 3, welche ebenfalls mit einer Temperatur von 30°C hergestellt wurde, so kam diese Herstellungsmethode zu Beginn der Untersuchungen durchaus als Alternative in Frage, da sie unter anderem in der Präferenzanalyse zu Termin 0 am meisten präferiert wurde (Rang 1 - 1,59) und sich zum anderen auch in der QDA durch eine hohe Ausprägung des Senfflavours und Senfgeruchs auszeichnete. Jedoch erwies sich die Probe im Laufe der Lagerung nicht als stabil. Die Probe fiel in der Präferenzanalyse deutlich ab (Rang 4 - 3,58 bei Termin 3) und dies bestätigte sich auch durch die Ergebnisse der QDA. Bei Probe 3 kam es zu einer statistisch signifikanten Verringerung ($p < 0,05$) des Senfgeruches und des Senfflavours im Laufe der viermonatigen Lagerung, was sich wiederum auch, entsprechend den Ergebnissen der Präferenzanalyse, in der Beurteilung der allgemeinen Qualität widerspiegelte (Abb. 4.25). Weiters konnte auch eine statistisch signifikante Zunahme des bitteren Geschmacks und Nachgeschmacks gezeigt werden. Somit sollte dieses Herstellungsverfahren, aufgrund der geringen Lagerstabilität, ausgeschlossen werden.

In der Präferenzanalyse konnte bereits gezeigt werden, dass Probe 4 als alternative Produktionsform auszuschließen ist (Termin 3: Referenz: 2,48; Probe 1: 2,97; Probe 2: 3,07; Probe 3: 1,59; Probe 4: 4,76). Ein Ergebnis, das sich auch in den Einzelbeurteilungen der QDA widerspiegelte, da Probe 4 eine signifikant geringere Ausprägung der Intensität des Senfgeruchs (zu Termin 0) und Senfflavours (Termin 0 und Termin 2) zeigte, als auch eine deutlich höhere Intensität der Ranzigkeit (Termin 1 und Termin 2). Somit kann schlussgefolgert werden, dass eine Erhitzungstemperatur von 80°C über eine Dauer von 60 Minuten, die Qualität des Kremser Senfes deutlich verringert und keine positiven Verbesserungen für das Produkt bringt. Dieses Ergebnis entspricht auch den Empfehlungen der Studie von SINDHU et al. [2012], die sich für eine Herstellungstemperatur von 60°C aussprach.

Leider wurde die Hitzebehandlung lediglich für zehn Minuten vorgenommen, was einen Rückschluss auf die Produktion der Mautner Markhof Feinkost

GmbH erschwerte, da hier der Senf meist für 60 Minuten bei 60°C gemaischt wird.

Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass sich bei allen Proben sämtliche analytischen und mikrobiologischen Parameter, über den Lagerzeitraum von vier Monaten, immer innerhalb der der Mautner Markhof Feinkost GmbH gesetzten Grenzwerte bewegten. Bei der Berücksichtigung der sensorischen Analysen konnte jedoch ein gradueller Qualitätsverlust festgestellt werden.

Als alternative Herstellungsvariante zur derzeitigen Produktionsweise konnte lediglich Herstellungsverfahren 2 (30°C, veränderte Zutatenreihenfolge) ermittelt werden, da das daraus resultierende Produkt sich zum einen durch eine gleichbleibende gute Qualität auszeichnet und zum anderen zeitliche, energetische und finanzielle Verbesserungen bedingen würde.

7 ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurden fünf Proben Kremser Senf (Referenz und vier Senfvarianten), deren Herstellungsverfahren sich durch unterschiedliche Parameter wie die Produktionstemperatur und die Reihenfolge der Zugabe der Zutaten unterschieden, über einen Lagerzeitraum von 16 Wochen, untersucht. Die analytischen Untersuchungen umfassten die Parameter Viskosität, pH-Wert, Invertzucker, Trockensubstanz, Säure, Fett, Salz, Asche und das Fettsäureprofil. Bei der mikrobiologischen Analyse wurde die aerobe Gesamtkeimzahl, sowie die Anzahl der Hefen, Schimmel und Milchsäurebildner bestimmt. Die sensorischen Evaluierungen umfassten zum einen eine Quantitative Deskriptive Analyse, anhand der Produktprofile erstellt wurden und zum anderen eine Rangordnungsprüfung, bei der die Präferenz der Konsumenten evaluiert wurde.

Es konnte festgestellt werden, dass sich die Lagerung sowohl auf die Zusammensetzung der Proben, als auch auf ihre sensorischen Eigenschaften auswirkte. Die sensorischen Produktprofile der Senfe wurden auch durch die unterschiedlichen Herstellungsverfahren beeinflusst.

Lediglich das Fettsäureprofil der Senfe erwies sich über einen Lagerzeitraum von sechzehn Wochen als äußerst stabil. Die unterschiedlichen Herstellungstemperaturen bedingten auch keine Veränderung der Fettsäurezusammensetzung.

Letztendlich konnte beobachtet werden, dass Probe 1 (60°C, veränderte Zutatenreihenfolge) und 2 (30°C, veränderte Zutatenreihenfolge) als alternative Herstellungsverfahren zur jetzigen Produktionsweise in Frage kommen, wobei Herstellungsverfahren 2, aufgrund der hohen Ersparnisse (zeitlich und energetisch) besonders interessant sein dürfte.

8 SUMMARY

The aim of this study was to investigate the development of 5 different types of Kremser mustard over a period of 16 weeks. The mustards were produced at different temperatures and also the order of mixing the ingredients varied.

The parameters viscosity, pH value, invert sugar, dry matter, acidity, fat, salt, ash and fatty acid profile, were parts of the analytic investigations. To the microbiologic analysis belonged the amount of total aerobic bacteria, yeasts, moulds and lactic acid bacteria. Sensory evaluation contained a Quantitative Descriptive Analysis, which was used to create product profiles and the ranking test of preference, which showed the consumers preference.

It could be shown that the storage influenced the analytical composition and the sensory profile of the mustard significantly. The sensory profiles of the samples were affected by the different kinds of production too.

The fatty acid profile of all mustards was very stable and did not change because of the different temperatures during alternative production and over the storage period of 16 weeks.

The obtained results showed that the alternative production of sample 1 (60°C, changed order of ingredient input) and sample 2 (30°C, Changed order of ingredient input) could be used to replace the actual mode. Especially the production of sample 2 is very a very interesting method due to the drastic reduction of energy and time.

9 LITERATURVERZEICHNIS

- AA QE 03004. TKTC Medium zur Bestimmung von Milchsäurebakterien in Feinkostprodukten. Mautner Markhof Feinkost GmbH. 2007: 1-2
- AA QE 03010. Plate Count Agar zum Nachweis der aeroben Gesamtkeimzahl. Mautner Feinkost Markhof GmbH. 2008: 1-2
- AA QE 03029. Plattengussverfahren für Senf und Feinkostprodukte. Mautner Markhof Feinkost GmbH. 2007: 1-2
- AA QE 03037. Nachweis gasbildender Mikroorganismen. Mautner Markhof Feinkost GmbH. 2007: 1-2
- AA QE 03042. Hefeextrakt-Glucose-Chloramphenicol Agar (YGC) zum Nachweis von Hefen und Schimmeln. Mautner Markhof Feinkost GmbH. 2009: 1-2
- ACKER L, EISENBRAND J, HEIMANN W, JANECKE H, KOCH J, LETZIG E. Laboratoriumsbuch für den Lebensmittelchemiker. Verlag von Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig. 1963: 38ff.
- ADHIKARI K, DOOLEY LM, CHAMBERS E IV, BHUMIRATANA N. Sensory of commercial lactose-free milks manufactured in the United States. *Journal of Food Science and Technology*, 2010, 43: 113-118
- BACKHAUS K, ERICHSON B, PLINKE W und R Weiber. *Multivariate Analysemethoden – eine anwendungsorientierte Einführung*. 6. Auflage. Springer Verlag. 1990: 416ff.
- BAUMGART J. *Mikrobiologische Untersuchungen von Lebensmitteln*. 5. Auflage. Behr's Verlag. 2004
- BOGNÁR A, KNAUSS C. Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur und Verpackung auf den Genuß- und Nährwert von frischem Gemüse und Obst bei der Lagerung im Kühlschrank. *Ernährungs-Umschau*, 1989, 36: 254-263
- BORTZ J, LIENERT GA, BOEHNKE K. *Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik*. Springer Verlag. 1990: 939ff

- BROOKFIELD. Bedienungsanleitung Analog-Viskosimeter. Brookfield Engineering Laboratories Vertriebs GesmbH. Anl.Nr.: GM/85-150, 1999: 4-5
- BROWN V. Environmental Effects on the Thyroid. *Environmental Health Perspectives*, 2003, 111, 12: 642-649
- BUSCH-STOCKFISCH M. Rangordnungsprüfung. In: *Praxishandbuch - Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung*. Behr's Verlag GesmbH. Hamburg. 2002, 1. Band: S. 1-8, 2. Band: 24-29
- CAI J, LIU B, SU Q. Comparison of simultaneous distillation extraction and solid-phase microextraction of the determination of volatile flavor components. *Journal of Chromatography A*, 2001, 930: 1-7
- CARDOSO JMP, BOLINI HMA. Descriptive profile of peach nectar sweetened with sucrose and different sweeteners. *Journal of Sensory Studies*, 2008, 23: 804-816
- COGGINS PC, SCHILLING MW, KUMARI S, GERRARD PD. Development of a sensory lexicon for conventional milk yoghurt in the United States. *Journal of Sensory Studies*, 2008, 23: 671-687
- DASGUPTA SK, FRIEND J. Changes in the Lipid and Fatty Acid Composition during Maturation of Seeds of White Mustard (*Sinapis alba*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1973, 24: 463-470
- DE WIJK RA, ENGELEN L, PRINZ JF. The role of intra-oral manipulation in the perception of sensory attributes. *Appetite*. 2003, 40: 1-7
- DINKOVA-KOSTOVA A, KOSTOV R. Glucosinolates and isothiocyanates in health and disease. *Trends in molecular medicine*, 2012, 18, 6: 337-347
- DRAKE MA, McINGVALE SC, CADWALLADAER KR, CIVILLE GV. Cross validation of a sensory language for cheddar cheese. *Journal of Food Science*, 66: 1422-1427
- GALAN-SOLDEVILLA H, RUIZ-P EREZ-CACHO MP, SERRANO JIMENEZ S, JODRAL VILLAREJO M, BENTABOL MANZANARES A. Development of a preliminary sensory lexicon for floral honey. *Journal of Food Quality and Preference*, 2005, 16: 71-77

- GREEN-PETERSON DMB, NIELSEN J, HYLDIG G. Sensory profiles of the most common salmon products on the Danish market. *Journal of Sensory Studies* 2006, 21, 415-427
- HANNA. Betriebsanleitung pH2111 Labor-pH/mV/°C-Meter mit Mikroprozessor. Hanna Instruments. 2000: 8-11
- HONGSOONGNERN P und CHAMBERS E. A Lexicon for texture and flavour characteristics of fresh and processed tomatoes. *Journal of sensory studies*. 2008, 23, 5: 583-599
- ISO-STANDARD 8585. Sensory analysis – General guidance for the design of test rooms. 1988
- ISO-STANDARD 8586. Sensory analysis – General guidance for the selection, training and monitoring of assessors. 1993. Part 1 – selected assembly
- JAHANGIR M, KIM HK, CHOI YH, VERPOORTE R. Health-Affecting Compounds in Brassicaceae. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2009, 8: 31-42
- JANDER G, JAHR KF, KNOLL H. Maßanalyse: Theorie und Praxis der klassischen und elektrochemischen Titrierverfahren. De Gruyter, Berlin, New York. 1973: 249 ff.
- JAWORSKA D, WASZKIEWICZ-ROBAK B, KOLANOWSKI W, SWIDERSKI F. Relative importance of texture properties in the sensory quality and acceptance of natural yoghurts. *International Journal of Dairy Technologies*. 2005, 58, 39-46
- JINJARAK S, OLABI A, JIME'NEZ-FLORES R, SODINI I, WALKER JH. Sensory evaluation of the whey and sweet cream buttermilk. *Journal of Dairy Science*. 2008, 89 (7): 2441-2450
- KUMAR D, KIEWITT I. Changes in fatty acid composition of lipid classes in developing mustard seed. *Phytochemistry*, 1983, 23: 349-352
- LATSCHA HP, KAZMEIER U. *Chemie für Biologen*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg. 2003: 651-652

- LÓPEZ-ARGÜELLO E, PÉREZ-RODRÍGUEZ ML, BOSCH-BOSCH N, BARERRA-VÁZQUEZ. Analytical study of the mineral fraction of mustard seed and mustard sauces. *Food Chemistry*, 1997, 62, 2: 157-160
- LOTONG V, CHAMBERS E IV, CHAMBERS DH. Determination of the sensory attributes of wheat sourdough bread. *Journal of Sensory Studies*, 2000, 15: 309-326
- MAJCHRZAK D, LAHM B, DÜRRSCHMID K. Conventional and probiotic yoghurts differ in sensory properties but not in consumers preferences. 2009
- METTLER. Betriebsanleitung DV10/DV11. Mettler-Instrumente AG. 1973: 1-8
- METTLER-TOLEDO. Selected Mettler Toledo Methods for Titration Excellence. Mettler-Toledo AG. 34 Application Brochure. 11/2006: 1-4
- METTLER-TOLEDO. Feuchtebestimmung mit dem Halogen Moisture Analyzer; Verfahren, Grundlagen. Mettler-Toledo AG. 05/2009: 5-17
- MUSTE S, CERBU AE, MUREȘAN C, MAN S, MURESAN V, BIROU A, CHIRCU C. Studies on Physicochemical and Sensory Attributes of New Varieties of Mustard Cream; *Bulletin USVAM Agriculture* 67(2)/2010. 2010: 341
- ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH, IV. Auflage, Codexkapitel/B29/Senf, 2010: 3-4
- PAUNOVIĆ D, KNUDSEN T, KRIVOKAPIĆ M, ZLATOVIĆ B, ANTIĆ M. Sinalbin degradation products in mild yellow mustard paste. *He.Ind.*, 2012, 66(1): 29-32
- PAUNOVIC D, SOLEVIC KNUDSEN T, KRIVOKAPIC M, ZLATKOVIC B, ANTIC M. Sinalbin degradation productions in mild yellow mustard paste. Faculty of Agriculture, University of Belgrad, Serbia. 2011: 3
- PV AL 10019. Prüfanweisung: Bestimmung der Asche von Senf und Fruchtsäften. Mautner Markhof Feinkost GmbH. 07/2008: 1-2
- PV AL 10039. Prüfanweisung: Bestimmung von Glucose, Fructose, Saccharose und Glycerin/HPLC Methode. Mautner Markhof Feinkost GmbH. 03/2012: 1-6

- SCHLINTER CM. Die sensorische Fachsprache – neue Wege zur besseren Kommunikation auf dem Gebiet der Sensorik. Diplomarbeit; Universität Wien. 2010
- SHANKARANARAYANA ML, RAGHAVAN B, NATARAJAN CP. Mustard - varieties, chemistry and analysis. Lebensmittel-Wissenschaft und – Technologie, 1972, 5: 191-197
- SINDHU S, MAYA P, INDIRA TN. A method for preparation of mustard (*Brassica juncea*) powder with retained pungency and bitterness. LWT – Food Science and Technology, 2012, 49: 42-47
- STONE H, SIDEL JA. Sensory Evaluation Practices. San Diego. Acad. Pr. 1993: 202-266
- TOSCHI TG, BENDINI A, BARBIERI S, VALLI E, CEZANNE ML, BUCKECKER K, CANAVARI M. Organic and conventional nonflavored yogurts from the Italian market: study on sensory profiles and consumer acceptability. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2012, 92, 14: 2788-2795
- VAN EYLEN D, INDRAWATI, HENDRICKX M, VAN LOEY A. Temperature and pressure stability of mustard seed (*Sinapis alba* L.) myrosinase. Food Chemistry, 2006, 97: 263-271
- VELISEK J, MIKULCOVÁ R, MÍKOVÁ K, WOLDIE KB, LINK J, DAVÍDEK J. Chemometric Investigation of Mustard Seed. Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie, 1995, 28: 620-624
- WALSER H. Statistik für Naturwissenschaftler. 1. Auflage. Haupt Verlag. 2011: 330ff.
- WARNER K, ESKIN MNA. Methods to assess quality and stability of oils and fat-containing foods. AOCS Press, Champaign, Illinois. 1995: 49-72
- WTW. Inolab pH/Ion Level 2. WTW Meß- und Analysegeräte GesmbH. 2002: 15-18
- ZHAO D, TANG J, DING X. Correlation between Flavour compounds and Sensory Properties of Potherb Mustard (*Brassica Juncea*, Coss.) Pickle. Food Science and Technology International, 2007 13, 423: 426

10 ANHANG

Tab. 1: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen, Einzelergebnisse

	aerobe			
	GKZ	Hefen	Schimmel	Milchsäurebildner
Referenz - Termin 0	480	0	0	0
Referenz - Termin 1	1200	0	0	0
Referenz - Termin 2	3400	0	0	0
Referenz - Termin 3	200	0	0	0
Probe 1 - Termin 0	520	0	0	0
Probe 1 - Termin 1	2000	0	0	0
Probe 1 - Termin 2	3500	0	0	0
Probe 1 - Termin 3	500	0	0	0
Probe 2 - Termin 0	550	0	0	0
Probe 2 - Termin 1	2400	0	0	0
Probe 2 - Termin 2	1500	0	0	0
Probe 2 - Termin 3	650	0	0	0
Probe 3 - Termin 0	550	0	0	0
Probe 3 - Termin 1	3000	0	0	0
Probe 3 - Termin 2	3800	0	0	0
Probe 3 - Termin 3	320	0	0	0
Probe 4 - Termin 0	110	0	0	0
Probe 4 - Termin 1	300	0	0	0
Probe 4 - Termin 2	200	0	0	0
Probe 4 - Termin 3	40	0	0	0

Tab. 2: Ergebnisse der analytischen Untersuchungen der Referenzprobe über die Lagerdauer von 4 Monaten, Einzelergebnisse

Datum	Referenzwerte	05.03.2012	21.03.2012	24.04.2012	29.05.2012	
Viskosität	16000 - 35000	22000	27500	28500	29000	mPas
pH-Wert	3,60 - 4,00	3,94	3,84	3,86	3,92	
Invertzucker	15,0 - 19,0	17,0	17,0	11,5	14,1	%
Trockensubstanz	32,5 - 36,5	34,5	33,3	32,5	31,9	%
Säure	1,70 - 2,10	1,78	1,87	1,93	1,99	%
Fett	5,0 - 7,1	5,9	6,3	5,9	6,3	%
Salz	0,6 - 1,4	0,8	0,8	0,9	0,9	%
Asche	1,2 - 2,2	1,6				%

Tab. 3: Ergebnisse der analytischen Untersuchungen von Probe 1 über die Lagerdauer von 4 Monaten, Einzelergebnisse

Datum	Referenzwerte	07.03.2012	21.03.2012	24.04.2012	29.05.2012	
Viskosität	16000 - 35000	23000	26000	28500	29000	mPas
pH-Wert	3,60 - 4,00	3,89	3,81	3,81	3,89	
Invertzucker	15,0 - 19,0	17,6	18,1	12,2	15,8	%
Trockensubstanz	32,5 - 36,5	34,6	33,8	33,6	32,2	%
Säure	1,70 - 2,10	1,80	1,87	1,91	1,93	%
Fett	5,0 - 7,1	6,3	6,3	6,3	5,7	%
Salz	0,6 - 1,4	0,9	0,9	0,9	0,9	%
Asche	1,2 - 2,2	1,6				%

Tab. 4: Ergebnisse der analytischen Untersuchungen von Probe 2 über die Lagerdauer von 4 Monaten, Einzelergebnisse

Datum	Referenzwerte	07.03.2012	21.03.2012	24.04.2012	29.05.2012	
Viskosität	16000 - 35000	22000	27000	28000	28500	mPas
pH-Wert	3,60 - 4,00	3,94	3,81	3,80	3,86	
Invertzucker	15,0 - 19,0	16,3	17,5	12,5	14,4	%
Trockensubstanz	32,5 - 36,5	34,5	33,7	32,0	31,8	%
Säure	1,70 - 2,10	1,80	1,88	1,95	2,01	%
Fett	5,0 - 7,1	6,4	5,7	6,4	5,4	%
Salz	0,6 - 1,4	0,9	0,8	0,9	0,9	%
Asche	1,2 - 2,2	1,6				%

Tab.5: Ergebnisse der analytischen Untersuchungen von Probe 3 über die Lagerdauer von 4 Monaten, Einzelergebnisse

Datum	Referenzwerte	06.03.2012	21.03.2012	24.04.2012	29.05.2012	
Viskosität	16000 - 35000	30000	29500	32000	32500	mPas
pH-Wert	3,60 - 4,00	3,92	3,81	3,82	3,89	
Invertzucker	15,0 - 19,0	16,6	16,1	11,9	14,2	%
Trockensubstanz	32,5 - 36,5	34,4	34,3	32,7	31,5	%
Säure	1,70 - 2,10	1,81	1,86	1,97	1,98	%
Fett	5,0 - 7,1	5,8	6,1	5,6	6,1	%
Salz	0,6 - 1,4	0,8	0,9	0,9	0,9	%
Asche	1,2 - 2,2	1,6				%

Tab. 6: Ergebnisse der analytischen Untersuchungen von Probe 4 über die Lagerdauer von 4 Monaten, Einzelergebnisse

Datum	Referenzwerte	07.03.2012	21.03.2012	24.04.2012	29.05.2012	
Viskosität	16000 - 35000	26000	28500	3200	32500	mPas
pH-Wert	3,60 - 4,00	3,93	3,81	3,80	3,88	
Invertzucker	15,0 - 19,0	17,6	18,3	13,1	16,5	%
Trockensubstanz	32,5 - 36,5	34,4	34,2	34,2	33,7	%

Säure	1,70 - 2,10	1,76	1,81	1,80	1,85	%
Fett	5,0 - 7,1	6,1	6,2	5,7	6,1	%
Salz	0,6 - 1,4	0,9	0,9	0,9	0,9	%
Asche	1,2 - 2,2	1,5				%

Tab. 7: detektierte und identifizierte Fettsäuren, die in die Diskussion miteinbezogen wurden, Anteil in % der gesamt eruierten Peakfläche, n = 20

Probe	16:0	16:1n7c	18:0	18:1n9c	18:2n6c	18:3n3c
Referenz T0	3,06	0,38	0,81	19,51	13,82	9,57
Referenz T1	2,88	1,02	0,67	19,36	13,53	9,19
Referenz T2	3,23	0,07	0,88	19,49	14,56	9,57
Referenz T3	3,31	0,17	1,03	18,85	14,23	9,50
Probe 1 T0	2,99	0,11	1,06	19,42	14,15	9,34
Probe 1 T1	3,11	0,14	1,03	18,94	14,09	9,18
Probe 1 T2	3,23	0,46	1,11	19,18	14,03	9,45
Probe 1 T3	3,18	0,10		19,55	14,22	9,58
Probe 2 T0	3,23	0,16	1,03	19,74	15,03	9,73
Probe 2 T1	3,11	0,17	1,04	19,66	15,42	10,35
Probe 2 T2	2,73	0,24	0,77	16,89	9,79	8,19
Probe 2 T3	3,28	0,41	1,11	20,11	14,84	9,90
Probe 3 T0	3,15	0,45	0,99	19,83	13,33	9,17
Probe 3 T1	3,00	0,17	0,99	19,76	13,19	9,29
Probe 3 T2	3,19	0,12	1,07	19,82	13,55	9,84
Probe 3 T3	3,29	0,17	1,05	20,11	13,98	9,71
Probe 4 T0	3,10	0,11	1,02	19,53	14,49	9,80
Probe 4 T1	3,04	0,17	1,12	19,49	14,30	9,67
Probe 4 T2	3,23	0,19		19,91	14,87	9,62
Probe 4 T3	3,07	0,26	1,00	19,22	14,10	9,53

Tab. 8: detektierte und identifizierte Fettsäuren, die in die Diskussion miteinbezogen wurden, Anteil in % der gesamt eruierten Peakfläche, n = 20

Probe	20:1n9	20:2n6	22:0	22:1n9	22:2n6	24:0
Referenz T0	9,86	0,32	0,64	33,24	0,47	0,51
Referenz T1	9,89	0,78	0,67	33,95	0,44	0,40
Referenz T2	10,16	0,67	0,61	34,34	0,40	0,20
Referenz T3	10,33	0,49	0,47	33,45	0,40	0,43

Probe 1 T0	10,00	0,43		35,26	0,17	0,44
Probe 1 T1	10,52	0,65	0,47	35,40	0,18	0,27
Probe 1 T2	10,52	0,45	0,62	34,65	0,41	0,39
Probe 1 T3	10,58	0,48	0,22	35,33	0,19	0,20
Probe 2 T0	10,17	0,50	0,35	34,11	0,12	0,23
Probe 2 T1	10,09	0,45	0,37	32,47	0,21	0,19
Probe 2 T2	8,78	0,43	0,54	28,92	0,06	0,14
Probe 2 T3	10,26	0,54	0,53	34,19	0,29	0,29
Probe 3 T0	9,96	0,39		36,36	0,20	0,29
Probe 3 T1	10,28	0,45	0,49	35,46	0,23	0,32
Probe 3 T2	10,46	0,39	0,57	35,90	0,34	0,24
Probe 3 T3	9,38	0,51	0,40	36,02	0,39	0,35
Probe 4 T0	10,66	0,58	0,44	35,23	0,28	0,30
Probe 4 T1	10,72	0,49	0,57	35,02	0,32	0,34
Probe 4 T2	10,78	0,55	0,55	35,40	0,27	0,33
Probe 4 T3	10,47	0,44	0,55	35,19	0,33	0,33

Tab. 9: detektierte und identifizierte Fettsäuren, die, da sie nur teilweise oder in Spuren nachgewiesen werden konnten, nicht in die Diskussion miteinbezogen wurden, Anteil in % der gesamt eruierten Peakfläche, n = 20

Probe	14:0	14:1	18:1n7c	20:4n6
Referenz T0		0,22	1,46	
Referenz T1		0,29	1,05	
Referenz T2		0,17	1,24	
Referenz T3	0,13	0,10	0,99	0,16
Probe 1 T0		0,10	1,26	
Probe 1 T1			1,15	0,16
Probe 1 T2			1,18	
Probe 1 T3			1,28	
Probe 2 T0			1,15	
Probe 2 T1			1,24	
Probe 2 T2			1,13	
Probe 2 T3			1,31	

Probe 3 T0			1,28	
Probe 3 T1		0,09	1,15	
Probe 3 T2	0,04			
Probe 3 T3				
Probe 4 T0	0,07			0,03
Probe 4 T1				0,11
Probe 4 T2				0,10
Probe 4 T3	0,03		1,30	0,10

Tab. 10: nicht zuordenbare Peaks der GC—Analyse, aufgelistet nach Retentionszeiten, Anteil in % der gesamt eruierten Peakfläche, n = 20

	5,5	7,9	8,2	13,1	17,8	20,9
Referenz T0	0,58	0,5	0,37	0,31	0,19	0,91
Referenz T1	0,8	0,68	0,34	0,32	0,68	0,9
Referenz T2	0,42	0,67	0,15	0,25	0,42	0,62
Referenz T3	0,3	0,74	0,13	0,22	0,25	0,94
Probe 1 T0	0,22	0,29	0,12	0,15	0,27	0,85
Probe 1 T1	0,07	0,34	0,16	0,05		0,67
Probe 1 T2	0,06	0,45	0,21	0,17		0,96
Probe 1 T3		0,49	0,11	1,28		
Probe 2 T0	0,09	0,39	0,09	0,04	0,17	0,5
Probe 2 T1	0,1	1,18		0,04	0,12	0,64
Probe 2 T2		0,36	0,04			0,52
Probe 2 T3	0,09	0,37	0,11			
Probe 3 T0	0,13	0,29	0,28	0,18		0,6
Probe 3 T1	0,16	0,33	0,15	0,21	0,22	0,79
Probe 3 T2		0,49	0,13			0,63
Probe 3 T3		0,46	0,14			0,69
Probe 4 T0	0,12	0,34	0,15	0,12	0,14	0,02
Probe 4 T1		0,3	0,18			0,89
Probe 4 T2	0,05	0,34	0,08			
Probe 4 T3		0,34	0,14			

Tab. 11: Ergebnisse der Quantitativen Deskriptiven Analyse zu Termin 0 (2 Wochen nach der Produktion, Mittelwerte aus Session 1 und 1, n = 20

	Referenz - Termin 1	Probe 1 - Termin 1	Probe 2 - Termin 1	Probe 3 - Termin 1	Probe 4- Termin 1
Farbton	7,27	7,34	7,22	7,22	7,89
Glanz	6,84	6,69	6,69	6,72	5,99
Glattheit	5,43	5,68	5,44	4,72	7,00
Dicke	6,71	6,86	6,70	6,96	7,74
Homogenität	7,16	7,31	7,70	7,60	6,88
Senfgeruch	6,75	6,41	6,28	7,79	5,32
säuerlicher Geruch	5,85	5,15	5,60	6,25	4,68
süßlicher Geruch	3,50	4,25	3,67	3,72	4,82
ranziger Geruch	0,86	1,05	0,88	0,54	2,80
süßer Geschmack	5,78	6,56	5,91	5,34	6,75
saurer Geschmack	4,83	5,03	4,53	4,98	4,41
bitterer Geschmack	1,77	1,93	1,96	2,14	2,48
Senfflavour	7,41	6,78	7,02	7,71	5,67
metallischer Flavour	1,53	1,62	1,49	1,82	2,14
ranziger Flavour	0,63	0,82	0,92	0,46	2,47
Dicke (Mundgefühl)	6,97	6,86	6,92	6,87	7,51
Glattheit (Mundgefühl)	5,80	5,67	6,38	5,35	7,23
Adstringierend (Mundgefühl)	5,15	5,30	5,21	4,71	4,58
Stechend (Mundgefühl)	7,86	6,96	7,35	6,72	5,67
Belag	4,19	4,11	4,42	3,88	4,98
allgemeiner Nachgeschmack	6,63	6,15	6,15	6,65	5,54
metallischer Nachgeschmack	1,30	1,26	1,30	1,18	1,76
bitterer Nachgeschmack	1,06	0,93	1,24	1,57	2,00
ranziger Nachgeschmack	0,61	0,63	0,42	0,42	2,49

Tab. 12: Ergebnisse der Quantitativen Deskriptiven Analyse zu Termin 1 (5 Wochen nach der Produktion, Mittelwerte aus Session 1 und 2, n = 18)

	Referenz - Termin 2	Probe 1 - Termin 2	Probe 2 - Termin 2	Probe 3 - Termin 2	Probe 4- Termin 2
Farbton	6,67	6,69	6,51	6,19	7,73
Glanz	6,73	6,66	6,66	6,56	5,37
Glattheit	4,48	5,24	4,49	4,24	7,13
Dicke	6,77	6,77	6,61	6,69	7,71
Homogenität	7,14	6,83	7,45	7,51	5,58
Senfgeruch	6,29	6,16	6,08	5,48	5,48
säuerlicher Geruch	5,42	5,04	5,17	4,74	4,58

süßlicher Geruch	3,35	4,20	3,03	3,63	4,73
ranziger Geruch	0,84	1,30	1,02	1,56	2,83
süßer Geschmack	5,92	6,54	5,63	5,66	6,78
saurer Geschmack	4,77	4,34	4,43	4,76	3,91
bitterer Geschmack	1,79	2,14	1,86	2,21	2,47
Senfflavour	6,53	6,73	6,64	6,54	5,52
metallischer Flavour	1,63	1,83	1,61	1,98	2,16
ranziger Flavour	0,80	0,91	1,00	0,93	2,63
Dicke (Mundgefühl)	6,45	6,87	6,34	6,28	7,57
Glattheit (Mundgefühl)	5,87	5,86	6,09	4,96	7,19
Adstringierend (Mundgefühl)	4,91	5,02	4,97	4,32	3,58
Stechend (Mundgefühl)	3,90	4,61	4,46	4,34	3,44
Belag	3,92	3,89	4,26	3,64	4,86
allgemeiner Nachgeschmack	5,57	6,16	6,06	5,83	5,23
metallischer Nachgeschmack	1,62	1,66	1,61	1,93	1,83
bitterer Nachgeschmack	1,16	1,82	1,68	1,71	1,98
ranziger Nachgeschmack	0,71	0,71	0,71	0,94	2,46

Tab. 13: Ergebnisse der Quantitativen Deskriptiven Analyse zu Termin 2 (16 Wochen nach der Produktion, Mittelwerte aus Session 1 und 2, n = 18)

	Referenz - Termin 3	Probe 1 - Termin 3	Probe 2 - Termin 3	Probe 3 - Termin 3	Probe 4- Termin 3
Farbton	6,38	6,42	6,09	5,76	7,28
Glanz	6,52	6,22	6,62	6,63	5,22
Glattheit	4,64	4,87	4,60	4,27	7,08
Dicke	6,32	6,26	6,11	6,64	7,24
Homogenität	6,86	6,64	6,98	6,89	5,82
Senfgeruch	6,00	5,83	4,78	5,08	4,04
säuerlicher Geruch	4,54	3,99	3,81	4,42	3,24
süßlicher Geruch	3,14	3,97	3,10	3,39	3,99
ranziger Geruch	1,44	1,29	1,67	1,92	2,84
süßer Geschmack	5,50	5,77	5,44	5,48	6,72
saurer Geschmack	3,54	4,26	4,01	3,49	2,58
bitterer Geschmack	2,79	2,48	2,37	2,28	3,03
Senfflavour	5,78	6,44	5,75	4,91	3,63
metallischer Flavour	1,83	1,81	1,59	1,99	2,15
ranziger Flavour	0,84	0,94	0,95	1,23	2,78
Dicke (Mundgefühl)	6,61	6,60	6,54	6,53	7,73
Glattheit (Mundgefühl)	5,66	5,82	6,05	5,72	7,17
Adstringierend	3,28	3,24	3,78	3,47	3,54

(Mundgefühl)					
Stechend (Mundgefühl)	2,89	2,98	3,06	2,75	2,36
Belag	3,02	3,04	3,42	3,27	4,92
allgemeiner Nachgeschmack	5,58	5,89	5,58	5,22	5,27
metallischer Nachgeschmack	1,77	1,59	1,56	1,79	1,82
bitterer Nachgeschmack	2,06	2,03	1,81	1,80	3,07
ranziger Nachgeschmack	0,83	0,71	0,69	0,94	1,92

Tab. 14.: Allgemeine Beurteilung der Qualität im Rahmen der Quantitativ Deskriptiven Analyse über den Lagerzeitraum von 16 Wochen, Mittelwerte aus Session 1 und 2, n = 56

	Referenz	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
allgemeine Beurteilung der Qualität - Termin 1	7,05	6,48	6,48	7,98	4,27
allgemeine Beurteilung der Qualität - Termin 2	6,66	6,78	6,47	6,53	4,21
allgemeine Beurteilung der Qualität - Termin 3	6,62	6,71	6,36	5,54	3,69

Tab.: 15.: Ergebnisse der Präferenzanalysen über den Lagerzeitraum von 16 Wochen, Mittelwerte

	Referenz	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
Mittelwert Termin 0	2,48	2,97	3,07	1,59	4,76
Mittelwert Termin 1	2,74	2,81	2,48	2,61	4,35
Mittelwert Termin 2	2,79	2,79	2,50	3,07	3,75
Mittelwert Termin 3	2,93	2,04	2,75	3,18	3,57

Tab. 16: Erklärte Gesamtvarianz der analytischen Parameter, Hauptkomponentenanalyse

Komponente	Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
	1	45,005	45,005	2,853	40,754
2	18,663	63,668	1,580	22,572	63,326
3	15,407	79,075	1,102	15,749	79,075

Tab. 17: Rotierte Komponentenmatrix basierend auf der Hauptkomponentenanalyse der analytischen Daten

	Komponente		
	1	2	3
Viskosität	,041	,887	-,131
pH_Wert	,769	,145	,135
Invertzucker	-,037	-,028	,991
Trockensubstanz	-,927	,073	,249
Säure	,886	,225	-,069
Fett	-,285	-,819	-,122
Salz	,731	,211	,047

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

Tab. 18: Kreuztabelle der Produktionsweise und der erstellten Cluster der analytischen Ergebnisse

		Cluster Analytik WARD			Gesamt
		1	2	3	
Produktionsweise	0	1	1	2	4
	1	1	1	2	4
	2	1	1	2	4
	3	1	1	2	4
	4	2	1	1	4
Gesamt		6	5	9	20

Tab. 19: Exakter Test nach Fisher, betreffend den Zusammenhang zwischen Produktionsweise und den erstellten Clustern der analytischen Ergebnisse

	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)		
	Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	1,000 ^b	1,000	1,000
Likelihood-Quotient	1,000 ^b	1,000	1,000
Exakter Test nach Fisher	1,000 ^b	1,000	1,000
Zusammenhang linear-mit-linear	,529 ^b	,517	,542

Anzahl der gültigen Fälle			
---------------------------	--	--	--

Tab. 20: Kreuztabelle des Lagerzeitpunktes und der erstellten Cluster der analytischen Ergebnisse

	Cluster Analytik WARD			Gesamt
	1	2	3	
Zeitpunkt 0	5	0	0	5
1	0	5	0	5
2	1	0	4	5
3	0	0	5	5
Gesamt	6	5	9	20

Tab. 21: Exakter Test nach Fisher, betreffend den Zusammenhang zwischen Lagerzeitpunkt und den erstellten Clustern der analytischen Ergebnisse

	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)		
	Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	,000 ^b	,000	,000
Likelihood-Quotient	,000 ^b	,000	,000
Exakter Test nach Fisher	,000 ^b	,000	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	,000 ^b	,000	,000
Anzahl der gültigen Fälle			

Tab. 22: Erklärte Gesamtvarianz der sensorischen Parameter, Hauptkomponentenanalyse

Komponente	Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	20,869	20,869	3,863	16,097	16,097
2	15,727	36,596	2,860	11,915	28,012
3	10,229	46,826	2,379	9,912	37,924
4	6,449	53,275	2,295	9,563	47,487
5	4,745	58,020	1,785	7,438	54,925

6	4,642	62,662	1,778	7,409	62,334
7	4,550	67,212	1,171	4,877	67,212

Tab. 23: Rotierte Komponentenmatrix basierend auf der Hauptkomponentenanalyse der sensorischen Daten

	Komponente						
	1	2	3	4	5	6	7
Farbton	,215	,289	,357	,414	-,116	-,218	,208
Glanz	-,153	,224	-,077	,573	,297	,153	-,202
Glattheit	,072	,229	,834	,010	-,005	,061	-,158
Dicke	-,004	,120	,463	,630	-,185	,013	,169
Homogenität	-,457	,031	-,148	,719	-,054	,007	,098
Senfgeruch	-,217	,442	,086	,278	-,379	,343	,180
säuerlicher_Geruch	-,051	,738	,082	,186	,008	,118	,176
süßlicher_Geruch	,067	-,038	,083	,102	,124	,087	,810
ranziger_Geruch	,832	-,153	,124	-,092	,070	-,002	,028
süßer_Geschmack	-,214	-,247	,545	,109	-,061	,358	,044
saurer_Geschmack	-,151	,698	,086	,064	,238	,076	-,024
bitterer_Geschmack	,199	,188	,074	-,038	,779	,022	,137
Senfflavour	-,385	,274	-,009	,085	-,345	,621	,152
metallischer_Flavour	,624	,243	-,282	,087	,271	-,194	-,033
ranziger_Flavour	,859	-,084	,098	-,033	,126	-,119	,001
Dicke_M	,002	-,010	,445	,661	,017	,138	,139
Glattheit_M	,097	,119	,738	,151	,114	,030	,163
Adstringierend_M	,003	,772	-,026	-,036	,075	-,219	-,252
Stechend_M	,076	,676	,115	,036	-,159	,174	-,016
Belag_M	,403	,021	,223	,469	,093	,281	-,378
allgemein_M	-,068	,097	,137	,084	-,009	,832	,006
metallisch_N	,696	,224	-,192	-,110	,068	-,249	,032
bitter_N	,361	-,103	-,022	,092	,720	-,201	,035
ranzig_N	,808	-,179	,126	-,082	,172	,032	,059

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

a. Die Rotation ist in 15 Iterationen konvergiert.

Tab. 24.: Kreuztabelle der Produktionsmethode und der erstellten Cluster der sensorischen Ergebnisse

	Produktionsweise					Gesamt
	0	1	2	3	4	

Cluster SENS WARD	1	10	8	8	5	1	32
	2	8	6	8	7	6	35
	3	7	4	3	8	1	23
	4	5	5	4	2	7	23
	5	5	4	2	9	0	20
	6	12	14	13	10	7	56
	7	3	8	7	7	7	32
	8	0	0	1	2	10	13
Gesamt		50	49	46	50	39	234

Tab. 25: Exakter Test nach Fisher, betreffend den Zusammenhang zwischen der Produktionsweise und den erstellten Clustern der sensorischen Ergebnisse

	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)		
	Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	,000 ^b	,000	,000
Likelihood-Quotient	,001 ^b	,000	,002
Exakter Test nach Fisher	,001 ^b	,000	,002
Zusammenhang linear-mit-linear	,000 ^b	,000	,001
Anzahl der gültigen Fälle			

Tab. 26.: Kreuztabelle aus dem Lagerzeitpunkt und der erstellten Cluster der sensorischen Ergebnisse

		Zeitpunkt			Gesamt
		0	1	2	
Cluster SENS WARD	1	20	3	9	32
	2	10	15	10	35
	3	11	12	0	23
	4	7	6	10	23
	5	7	11	2	20
	6	17	20	19	56
	7	1	6	25	32
	8	2	4	7	13
Gesamt		75	77	82	234

Tab. 27: Exakter Test nach Fisher, betreffend den Zusammenhang zwischen dem Lagerzeitpunkt und den erstellten Clustern der sensorischen Ergebnisse

	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)		
	Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	,000 ^b	,000	,000
Likelihood-Quotient	,000 ^b	,000	,000
Exakter Test nach Fisher	,000 ^b	,000	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	,000 ^b	,000	,000
Anzahl der gültigen Fälle			

Tab. 28: Erklärte Gesamtvarianz der Fettsäurezusammensetzung, Hauptkomponentenanalyse

Komponente	Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
	1	44,511	44,511	4,867	44,248
2	20,166	64,677	2,101	19,096	63,344
3	10,690	75,368	1,323	12,024	75,368

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse

Tab. 29: Rotierte Komponentenmatrix basierend auf der Hauptkomponentenanalyse der Fettsäurezusammensetzung

	Komponente		
	1	2	3
16:0	,794	,037	-,086
16:1n7c	-,331	,680	,499
18:1n9c	,856	,240	,013
18:2n6c	,903	,093	,162
18:3n3c	,838	,078	-,013
20:1n9	,763	-,024	,111
20:2n6	,103	-,018	,934
22:1n9	,778	,132	-,053
22:2n6	,272	,811	,120
24:0	,126	,850	-,232

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-

Normalisierung.

a. Die Rotation ist in 5 Iterationen konvergiert.

Tab. 30: Kreuztabelle aus dem Lagerzeitpunkt und der erstellten Cluster der Fettsäurezusammensetzung

		Cluster FS nach WARD				Gesamt
		1	2	3	4	
Zeitpunkt	0	3	0	2	0	5
	1	2	1	2	0	5
	2	2	0	2	1	5
	3	3	0	2	0	5
Gesamt		10	1	8	1	20

Tab. 31: Exakter Test nach Fisher, betreffend den Zusammenhang zwischen dem Lagerzeitpunkt und den erstellten Clustern der Fettsäurezusammensetzung

	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)		
	Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	1,000 ^b	1,000	1,000
Likelihood-Quotient	1,000 ^b	1,000	1,000
Exakter Test nach Fisher	1,000 ^b	1,000	1,000
Zusammenhang linear-mit-linear	,929 ^b	,922	,935
Anzahl der gültigen Fälle			

Tab 32: Kreuztabelle aus der Produktionsweise und der erstellten Cluster der Fettsäurezusammensetzung

		Cluster FS nach WARD				Gesamt
		1	2	3	4	
Produktionsweise	0	2	1	1	0	4
	1	2	0	2	0	4
	2	0	0	3	1	4
	3	4	0	0	0	4

	4	2	0	2	0	4
Gesamt		10	1	8	1	20

Tab. 33: Exakter Test nach Fisher, betreffend den Zusammenhang zwischen der Produktionsweise und den erstellten Clustern der Fettsäurezusammensetzung

	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)		
	Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	,178 ^b	,168	,188
Likelihood-Quotient	,139 ^b	,130	,148
Exakter Test nach Fisher	,146 ^b	,137	,155
Zusammenhang linear-mit-linear	,828 ^b	,818	,838
Anzahl der gültigen Fälle			

Tab. 34: Kreuztabelle aus den erstellten Clustern der analytischen Parameter und der erstellten Cluster der Fettsäurezusammensetzung

	Cluster FS nach WARD				Gesamt
	1	2	3	4	
Cluster Analytik WARD 1	3	0	3	0	6
2	2	1	2	0	5
3	5	0	3	1	9
Gesamt	10	1	8	1	20

Tab. 35: Exakter Test nach Fisher, betreffend den Zusammenhang zwischen den erstellten Clustern der Analytik und den erstellten Clustern der Fettsäurezusammensetzung

	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)		
	Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	,770 ^b	,759	,781
Likelihood-Quotient	,876 ^b	,868	,885
Exakter Test nach Fisher	,876 ^b	,868	,885
Zusammenhang linear-mit-	1,000 ^b	1,000	1,000

linear			
Anzahl der gültigen Fälle			

Tab. 36: Kreuztabelle aus den erstellten Clustern der sensorischen Parameter und der erstellten Cluster der Fettsäurezusammensetzung

		Cluster Sensorik MW				Gesamt
		1	2	3	4	
Cluster FS nach WARD	1	2	2	2	2	8
	3	1	3	1	1	6
	4	0	1	0	0	1
Gesamt		3	6	3	3	15

Tab. 37: Exakter Test nach Fisher, betreffend den Zusammenhang zwischen den erstellten Clustern der Sensorik und den erstellten Clustern der Fettsäurezusammensetzung

	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)		
	Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	1,000 ^b	1,000	1,000
Likelihood-Quotient	1,000 ^b	1,000	1,000
Exakter Test nach Fisher	1,000 ^b	1,000	1,000
Zusammenhang linear-mit-linear	,760 ^b	,749	,771
Anzahl der gültigen Fälle			

Tab. 38: Kreuztabelle aus den erstellten Clustern der sensorischen Parameter und der erstellten Cluster der Analytik

		Cluster Sensorik MW				Gesamt
		1	2	3	4	
Cluster Analytik WARD	1	3	0	2	1	6
	2	0	1	0	0	1
	3	0	5	1	2	8
Gesamt		3	6	3	3	15

Tab. 39: Exakter Test nach Fisher, betreffend den Zusammenhang zwischen den erstellten Clustern der Sensorik und den erstellten Clustern der Analytik

	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)		
	Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	,077 ^b	,070	,084
Likelihood-Quotient	,052 ^b	,046	,058
Exakter Test nach Fisher	,038 ^b	,033	,043
Zusammenhang linear-mit-linear	,456 ^b	,443	,469
Anzahl der gültigen Fälle			

Tab. 40: Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianz, betreffend Variablen Senfgeruch und Produktionsweise 2

F	df1	df2	Sig.
,054	2	53	,948

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Produktionsweise = 2

b. Design: Konstanter Term + Zeitpunkt

Tab. 41: Test der Zwischensubjekteffekte, betreffend Variablen Senfgeruch und Produktionsweise 2

Abhängige Variable: Senfgeruch

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	24,427 ^a	2	12,213	3,623	,034
Konstanter Term	1824,878	1	1824,878	541,289	,000
Zeitpunkt	24,427	2	12,213	3,623	,034
Fehler	178,682	53	3,371		
Gesamt	2045,420	56			
Korrigierte Gesamtvariation	203,109	55			

a. R-Quadrat = ,120 (korrigiertes R-Quadrat = ,087)

b. Produktionsweise = 2

Tab. 42: Multiple Comparison, betreffend Variablen Senfgeruch und Produktionsweise 2

Abhängige Variable: Senfgeruch

(I)Zeitpunkt	(J)Zeitpunkt	Mittlere Differenz	Standardfehler	Sig.
--------------	--------------	--------------------	----------------	------

			(I-J)		
LSD	0	1	,197	,5965	,743
		2	1,497*	,5965	,015
	1	0	-,197	,5965	,743
		2	1,300*	,6120	,038
	2	0	-1,497*	,5965	,015
		1	-1,300*	,6120	,038
Tamhane	0	1	,197	,5788	,982
		2	1,497	,6220	,063
	1	0	-,197	,5788	,982
		2	1,300	,5983	,107
	2	0	-1,497	,6220	,063
		1	-1,300	,5983	,107

Tab. 43: Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianz, betreffend Variablen Senfgeruch und Produktionsweise 3

Abhängige Variable: Senfgeruch

F	df1	df2	Sig.
5,577	2	53	,006

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Produktionsweise = 3

b. Design: Konstanter Term + Zeitpunkt

Tab. 44: Test der Zwischensubjekteffekte, betreffend Variablen Senfgeruch und Produktionsweise 3

Abhängige Variable: Senfgeruch

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	82,262 ^a	2	41,131	12,764	,000
Konstanter Term	2087,851	1	2087,851	647,916	,000
Zeitpunkt	82,262	2	41,131	12,764	,000
Fehler	170,788	53	3,222		

Gesamt	2387,130	56			
Korrigierte Gesamtvariation	253,050	55			

a. R-Quadrat = ,325 (korrigiertes R-Quadrat = ,300)

b. Produktionsweise = 3

Tab. 45: Multiple Comparison, betreffend Variablen Senfgeruch und Produktionsweise 3

Abhängige Variable: Senfgeruch

	(I)Zeitpunkt	(J)Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig.
LSD	0	1	2,307*	,5832	,000
		2	2,707*	,5832	,000
	1	0	-2,307*	,5832	,000
		2	,400	,5984	,507
	2	0	-2,707*	,5832	,000
		1	-,400	,5984	,507
Tamhane	0	1	2,307*	,5368	,001
		2	2,707*	,5594	,000
	1	0	-2,307*	,5368	,001
		2	,400	,6984	,921
	2	0	-2,707*	,5594	,000
		1	-,400	,6984	,921

Tab. 46: Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianz, betreffend Variablen Senfgeruch und Produktionsweise 4

Abhängige Variable: Senfgeruch

F	df1	df2	Sig.
2,473	2	50	,095

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Produktionsweise = 4

b. Design: Konstanter Term + Zeitpunkt

Tab. 47: Test der Zwischensubjekteffekte, betreffend Variablen Senfgeruch und Produktionsweise 4

Abhängige Variable: Senfgeruch

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
--------	-----------------------------	----	------------------------	---	------

Korrigiertes Modell	21,990 ^a	2	10,995	2,678	,079
Konstanter Term	1296,548	1	1296,548	315,840	,000
Zeitpunkt	21,990	2	10,995	2,678	,079
Fehler	205,254	50	4,105		
Gesamt	1519,450	53			
Korrigierte Gesamtvariation	227,245	52			

a. R-Quadrat = ,097 (korrigiertes R-Quadrat = ,061)

b. Produktionsweise = 4

Tab. 48: Multiple Comparison, betreffend Variablen Senfgeruch und Produktionsweise 4

Abhängige Variable: Senfgeruch

	(I)Zeitpunkt	(J)Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig.
LSD	0	1	-,166	,6852	,810
		2	1,272	,6754	,065
	1	0	,166	,6852	,810
		2	1,438*	,6852	,041
	2	0	-1,272	,6754	,065
		1	-1,438*	,6852	,041
Tamhane	0	1	-,166	,6082	,990
		2	1,272	,7115	,230
	1	0	,166	,6082	,990
		2	1,438	,7117	,148
	2	0	-1,272	,7115	,230
		1	-1,438	,7117	,148

Tab. 49: Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianz, betreffend Variablen säuerlicher Geruch und Produktionsweise 3

Abhängige Variable: säuerlicher_Geruch

F	df1	df2	Sig.
,678	2	53	,512

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Produktionsweise = 3

b. Design: Konstanter Term + Zeitpunkt

Tab. 50: Test der Zwischensubjekteffekte, betreffend Variablen säuerlicher Geruch und Produktionsweise 3

Abhängige Variable:säuerlicher_Geruch

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	36,673 ^a	2	18,336	3,244	,047
Konstanter Term	1472,134	1	1472,134	260,409	,000
Zeitpunkt	36,673	2	18,336	3,244	,047
Fehler	299,617	53	5,653		
Gesamt	1834,970	56			
Korrigierte Gesamtvariation	336,290	55			

a. R-Quadrat = ,109 (korrigiertes R-Quadrat = ,075)

b. Produktionsweise = 3

Tab. 51: Multiple Comparison, betreffend Variablen säuerlicher Geruch und Produktionsweise 3

Abhängige Variable:säuerlicher_Geruch

	(I)Zeitpunkt	(J)Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig.
LSD	0	1	1,506	,7725	,057
		2	1,828*	,7725	,022
	1	0	-1,506	,7725	,057
		2	,322	,7925	,686
	2	0	-1,828*	,7725	,022
		1	-,322	,7925	,686
Tamhane	0	1	1,506	,8133	,202
		2	1,828	,7316	,051
	1	0	-1,506	,8133	,202
		2	,322	,7892	,969
	2	0	-1,828	,7316	,051
		1	-,322	,7892	,969

Tab. 52: Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianz, betreffend Variablen ranziger Geruch und Produktionsweise 3

Abhängige Variable:ranziger_Geruch

F	df1	df2	Sig.
4,638	2	53	,014

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg

gleich ist.

a. Produktionsweise = 3

b. Design: Konstanter Term + Zeitpunkt

Tab. 53: Test der Zwischensubjekteffekte, betreffend Variablen ranziger Geruch und Produktionsweise 3

Abhängige Variable:ranziger_Geruch

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	19,722 ^a	2	9,861	4,522	,015
Konstanter Term	99,669	1	99,669	45,706	,000
Zeitpunkt	19,722	2	9,861	4,522	,015
Fehler	115,575	53	2,181		
Gesamt	230,980	56			
Korrigierte Gesamtvariation	135,297	55			

a. R-Quadrat = ,146 (korrigiertes R-Quadrat = ,114)

b. Produktionsweise = 3

Tab. 54: Multiple Comparison, betreffend Variablen ranziger Geruch und Produktionsweise 3

Abhängige Variable:ranziger_Geruch

	(I)Zeitpunkt	(J)Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig.
LSD	0	1	-1,021*	,4798	,038
		2	-1,382*	,4798	,006
	1	0	1,021*	,4798	,038
		2	-,361	,4922	,466
	2	0	1,382*	,4798	,006
		1	,361	,4922	,466
Tamhane	0	1	-1,021	,4627	,112
		2	-1,382*	,4246	,011
	1	0	1,021	,4627	,112
		2	-,361	,5919	,906
	2	0	1,382*	,4246	,011
		1	,361	,5919	,906

Tab. 55: Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianz, betreffend Variablen Senfflavour und Produktionsweise 0

Abhängige Variable:Senfflavour

F	df1	df2	Sig.
2,065	2	53	,137

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

- a. Produktionsweise = 0
- b. Design: Konstanter Term + Zeitpunkt

Tab. 56: Test der Zwischensubjekteffekte, betreffend Variablen Senfflavour und

Produktionsweise 0

Abhängige Variable: Senfflavour

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	25,370 ^a	2	12,685	4,634	,014
Konstanter Term	2414,000	1	2414,000	881,938	,000
Zeitpunkt	25,370	2	12,685	4,634	,014
Fehler	145,069	53	2,737		
Gesamt	2612,440	56			
Korrigierte Gesamtvariation	170,439	55			

a. R-Quadrat = ,149 (korrigiertes R-Quadrat = ,117)

b. Produktionsweise = 0

Tab. 57: Multiple Comparison, betreffend Variablen Senfflavour und Produktionsweise 0

Abhängige Variable: Senfflavour

	(I)Zeitpunkt	(J)Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig.
LSD	0	1	,877	,5375	,109
		2	1,632*	,5375	,004
	1	0	-,877	,5375	,109
		2	,756	,5515	,176
	2	0	-1,632*	,5375	,004
		1	-,756	,5515	,176
Tamhane	0	1	,877	,5432	,310
		2	1,632*	,5107	,009
	1	0	-,877	,5432	,310
		2	,756	,5831	,495
	2	0	-1,632*	,5107	,009
		1	-,756	,5831	,495

Tab. 58: Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianz, betreffend Variablen Senfflavour und Produktionsweise 3

Abhängige Variable: Senfflavour

F	df1	df2	Sig.
3,136	2	53	,052

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

- a. Produktionsweise = 3
- b. Design: Konstanter Term + Zeitpunkt

Tab. 59: Test der Zwischensubjekteffekte, betreffend Variablen Senfflavour und Produktionsweise 3

Abhängige Variable: Senfflavour

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	74,528 ^a	2	37,264	12,272	,000
Konstanter Term	2279,908	1	2279,908	750,808	,000
Zeitpunkt	74,528	2	37,264	12,272	,000
Fehler	160,940	53	3,037		
Gesamt	2554,900	56			
Korrigierte Gesamtvariation	235,469	55			

- a. R-Quadrat = ,317 (korrigiertes R-Quadrat = ,291)
- b. Produktionsweise = 3

Tab. 60: Multiple Comparison, betreffend Variablen Senfflavour und Produktionsweise 3

Abhängige Variable: Senfflavour

	(I)Zeitpunkt	(J)Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig.
LSD	0	1	1,166 [*]	,5662	,044
		2	2,799 [*]	,5662	,000
	1	0	-1,166 [*]	,5662	,044
		2	1,633 [*]	,5809	,007
	2	0	-2,799 [*]	,5662	,000
		1	-1,633 [*]	,5809	,007

Tamhane	0	1	1,166	,4977	,074
		2	2,799 [*]	,5945	,000
1	0	1	-1,166	,4977	,074
		2	1,633 [*]	,6347	,044
2	0	1	-2,799 [*]	,5945	,000
		2	-1,633 [*]	,6347	,044

Tab. 61: Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianz, betreffend Variablen Senfflavour und Produktionsweise 4

Abhängige Variable: Senfflavour

F	df1	df2	Sig.
,618	2	53	,543

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

- a. Produktionsweise = 4
- b. Design: Konstanter Term + Zeitpunkt

Tab. 62: Test der Zwischensubjekteffekte, betreffend Variablen Senfflavour und Produktionsweise 4

Abhängige Variable: Senfflavour

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	47,198 ^a	2	23,599	5,689	,006
Konstanter Term	1362,316	1	1362,316	328,417	,000
Zeitpunkt	47,198	2	23,599	5,689	,006
Fehler	219,850	53	4,148		
Gesamt	1647,120	56			
Korrigierte Gesamtvariation	267,049	55			

- a. R-Quadrat = ,177 (korrigiertes R-Quadrat = ,146)
- b. Produktionsweise = 4

Tab. 63: Multiple Comparison, betreffend Variablen Senfflavour und Produktionsweise 4

Abhängige Variable: Senfflavour

	(I)Zeitpunkt	(J)Zeitpunkt	Mittlere	Standardfehler	Sig.
			Differenz (I-J)		
LSD	0	1	,148	,6617	,823
		2	2,032 [*]	,6617	,003

	1	0		-,148	,6617	,823
		2		1,883*	,6789	,008
	2	0		-2,032*	,6617	,003
		1		-1,883*	,6789	,008
Tamhane	0	1		,148	,6282	,994
		2		2,032*	,6750	,015
	1	0		-,148	,6282	,994
		2		1,883*	,7090	,036
	2	0		-2,032*	,6750	,015
		1		-1,883*	,7090	,036

Tab. 64: Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianz, betreffend Variablen adstringierendes Mundgefühl und Produktionsweise 1

Abhängige Variable: Adstringierend_M

F	df1	df2	Sig.
1,736	2	51	,187

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

- a. Produktionsweise = 1
- b. Design: Konstanter Term + Zeitpunkt

Tab. 65: Test der Zwischensubjekteffekte, betreffend Variablen adstringierendes Mundgefühl und Produktionsweise 1

Abhängige Variable: Adstringierend_M

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	44,678 ^a	2	22,339	4,390	,017
Konstanter Term	1103,422	1	1103,422	216,816	,000
Zeitpunkt	44,678	2	22,339	4,390	,017
Fehler	259,549	51	5,089		
Gesamt	1407,650	54			
Korrigierte Gesamtvariation	304,228	53			

- a. R-Quadrat = ,147 (korrigiertes R-Quadrat = ,113)
- b. Produktionsweise = 1

Tab. 66: Multiple Comparison, betreffend Variablen adstringierendes Mundgefühl und Produktionsweise 1

Abhängige Variable: Adstringierend_M

	(I)Zeitpunkt	(J)Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig.
LSD	0	1	,283	,7520	,708
		2	2,056*	,7520	,009
	1	0	-,283	,7520	,708
		2	1,772*	,7520	,022
	2	0	-2,056*	,7520	,009
		1	-1,772*	,7520	,022
Tamhane	0	1	,283	,6765	,967
		2	2,056*	,7860	,040
	1	0	-,283	,6765	,967
		2	1,772	,7880	,092
	2	0	-2,056*	,7860	,040
		1	-1,772	,7880	,092

Tab. 67: Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianz, betreffend Variablen stechendes Mundgefühl und Produktionsweise 0

Abhängige Variable:Stechend_M

F	df1	df2	Sig.
5,155	2	53	,009

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

- a. Produktionsweise = 0
- b. Design: Konstanter Term + Zeitpunkt

Tab. 68: Test der Zwischensubjekteffekte, betreffend Variablen stechendes Mundgefühl und Produktionsweise 0

Abhängige Variable:Stechend_M

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	265,168 ^a	2	132,584	24,820	,000
Konstanter Term	1332,948	1	1332,948	249,530	,000
Zeitpunkt	265,168	2	132,584	24,820	,000
Fehler	283,117	53	5,342		
Gesamt	1943,290	56			

Korrigierte Gesamtvariation	548,286	55			
-----------------------------	---------	----	--	--	--

a. R-Quadrat = ,484 (korrigiertes R-Quadrat = ,464)

b. Produktionsweise = 0

Tab. 69: Multiple Comparison, betreffend Variablen stechendes Mundgefühl und Produktionsweise 0

Abhängige Variable:Stechend_M

	(I)Zeitpunkt	(J)Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig.
LSD	0	1	3,960*	,7509	,000
		2	4,966*	,7509	,000
	1	0	-3,960*	,7509	,000
		2	1,006	,7704	,197
	2	0	-4,966*	,7509	,000
		1	-1,006	,7704	,197
Tamhane	0	1	3,960*	,7061	,000
		2	4,966*	,7205	,000
	1	0	-3,960*	,7061	,000
		2	1,006	,8796	,596
	2	0	-4,966*	,7205	,000
		1	-1,006	,8796	,596

Tab. 70: Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianz, betreffend Variablen stechendes Mundgefühl und Produktionsweise 1

Abhängige Variable:Stechend_M

F	df1	df2	Sig.
5,162	2	53	,009

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Produktionsweise = 1

b. Design: Konstanter Term + Zeitpunkt

Tab. 71: Test der Zwischensubjekteffekte, betreffend Variablen stechendes Mundgefühl und Produktionsweise 1

Abhängige Variable:Stechend_M

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
--------	--------------------------	----	---------------------	---	------

Korrigiertes Modell	152,911 ^a	2	76,456	14,427	,000
Konstanter Term	1312,812	1	1312,812	247,728	,000
Zeitpunkt	152,911	2	76,456	14,427	,000
Fehler	280,869	53	5,299		
Gesamt	1791,110	56			
Korrigierte Gesamtvariation	433,780	55			

a. R-Quadrat = ,353 (korrigiertes R-Quadrat = ,328)

b. Produktionsweise = 1

Tab. 72: Multiple Comparison, betreffend Variablen stechendes Mundgefühl und Produktionsweise 1

Abhängige Variable:Stechend_M

	(I)Zeitpunkt	(J)Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig.
LSD	0	1	2,354 [*]	,7479	,003
		2	3,982 [*]	,7479	,000
	1	0	-2,354 [*]	,7479	,003
		2	1,628 [*]	,7673	,039
	2	0	-3,982 [*]	,7479	,000
		1	-1,628 [*]	,7673	,039
Tamhane	0	1	2,354 [*]	,6635	,004
		2	3,982 [*]	,7712	,000
	1	0	-2,354 [*]	,6635	,004
		2	1,628	,8521	,182
	2	0	-3,982 [*]	,7712	,000
		1	-1,628	,8521	,182

Tab. 73: Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianz, betreffend Variablen stechendes Mundgefühl und Produktionsweise 2

Abhängige Variable:Stechend_M

F	df1	df2	Sig.
1,173	2	53	,317

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

- a. Produktionsweise = 2
 b. Design: Konstanter Term + Zeitpunkt

Tab. 74: Test der Zwischensubjekteffekte, betreffend Variablen stechendes Mundgefühl und Produktionsweise 2

Abhängige Variable:Stechend_M

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	182,780 ^a	2	91,390	15,790	,000
Konstanter Term	1371,937	1	1371,937	237,038	,000
Zeitpunkt	182,780	2	91,390	15,790	,000
Fehler	306,755	53	5,788		
Gesamt	1912,630	56			
Korrigierte Gesamtvariation	489,536	55			

a. R-Quadrat = ,373 (korrigiertes R-Quadrat = ,350)

b. Produktionsweise = 2

Tab. 75: Multiple Comparison, betreffend Variablen stechendes Mundgefühl und Produktionsweise 2

Abhängige Variable:Stechend_M

	(I)Zeitpunkt	(J)Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig.
LSD	0	1	2,884 [*]	,7816	,001
		2	4,284 [*]	,7816	,000
	1	0	-2,884 [*]	,7816	,001
		2	1,400	,8019	,087
	2	0	-4,284 [*]	,7816	,000
		1	-1,400	,8019	,087
Tamhane	0	1	2,884 [*]	,7005	,001
		2	4,284 [*]	,8445	,000
	1	0	-2,884 [*]	,7005	,001
		2	1,400	,8201	,266
	2	0	-4,284 [*]	,8445	,000
		1	-1,400	,8201	,266

Tab. 76: Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianz, betreffend Variablen stechendes Mundgefühl und Produktionsweise 3

Abhängige Variable:Stechend_M

F	df1	df2	Sig.
,231	2	53	,795

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

- a. Produktionsweise = 3
- b. Design: Konstanter Term + Zeitpunkt

Tab. 77: Test der Zwischensubjekteffekte, betreffend Variablen stechendes Mundgefühl und Produktionsweise 3

Abhängige Variable:Stechend_M

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	152,307 ^a	2	76,153	11,456	,000
Konstanter Term	1184,517	1	1184,517	178,188	,000
Zeitpunkt	152,307	2	76,153	11,456	,000
Fehler	352,321	53	6,648		
Gesamt	1731,350	56			
Korrigierte Gesamtvariation	504,628	55			

- a. R-Quadrat = ,302 (korrigiertes R-Quadrat = ,275)
- b. Produktionsweise = 3

Tab. 78: Multiple Comparison, betreffend Variablen stechendes Mundgefühl und Produktionsweise 3

Abhängige Variable:Stechend_M

	(I)Zeitpunkt	(J)Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig.
LSD	0	1	2,376 [*]	,8377	,006
		2	3,970 [*]	,8377	,000
	1	0	-2,376 [*]	,8377	,006
		2	1,594	,8594	,069
	2	0	-3,970 [*]	,8377	,000
		1	-1,594	,8594	,069
Tamhane	0	1	2,376 [*]	,7856	,014
		2	3,970 [*]	,8758	,000
	1	0	-2,376 [*]	,7856	,014
		2	1,594	,8775	,217
	2	0	-3,970 [*]	,8758	,000

1	-1,594	,8775	,217
---	--------	-------	------

Tab. 79: Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianz, betreffend Variablen stechendes Mundgefühl und Produktionsweise 4

Abhängige Variable:Stechend_M

F	df1	df2	Sig.
2,295	2	53	,111

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

- a. Produktionsweise = 4
- b. Design: Konstanter Term + Zeitpunkt

Tab. 80: Test der Zwischensubjekteffekte, betreffend Variablen stechendes Mundgefühl und Produktionsweise 4

Abhängige Variable:Stechend_M

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittlere Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	109,412 ^a	2	54,706	9,939	,000
Konstanter Term	815,794	1	815,794	148,210	,000
Zeitpunkt	109,412	2	54,706	9,939	,000
Fehler	291,729	53	5,504		
Gesamt	1247,450	56			
Korrigierte Gesamtvariation	401,141	55			

- a. R-Quadrat = ,273 (korrigiertes R-Quadrat = ,245)
- b. Produktionsweise = 4

Tab. 81: Multiple Comparison, betreffend Variablen stechendes Mundgefühl und Produktionsweise 4

Abhängige Variable:Stechend_M

	(I)Zeitpunkt	(J)Zeitpunkt	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Sig.
LSD	0	1	2,231 [*]	,7622	,005
		2	3,314 [*]	,7622	,000
	1	0	-2,231 [*]	,7622	,005

		2	1,083	,7820	,172
	2	0	-3,314 [*]	,7622	,000
		1	-1,083	,7820	,172
Tamhane	0	1	2,231 [*]	,6610	,006
		2	3,314 [*]	,7922	,001
	1	0	-2,231 [*]	,6610	,006
		2	1,083	,8782	,537
	2	0	-3,314 [*]	,7922	,001
		1	-1,083	,8782	,537

Tab. 82: Oneway Anova betreffend des Vergleich der sensorischen Attribute, Zeitpunkt Null

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Farbton	Zwischen den Gruppen	6,394	4	1,598	,521	,720
	Innerhalb der Gruppen	291,440	95	3,068		
	Gesamt	297,833	99			
Glanz	Zwischen den Gruppen	9,124	4	2,281	,741	,566
	Innerhalb der Gruppen	289,210	94	3,077		
	Gesamt	298,334	98			
Glattheit	Zwischen den Gruppen	55,845	4	13,961	2,656	,038
	Innerhalb der Gruppen	499,385	95	5,257		
	Gesamt	555,230	99			
Dicke	Zwischen den Gruppen	14,854	4	3,714	1,376	,248
	Innerhalb der Gruppen	256,464	95	2,700		
	Gesamt	271,318	99			
Homogenität	Zwischen den Gruppen	8,813	4	2,203	,982	,421
	Innerhalb der Gruppen	213,149	95	2,244		
	Gesamt	221,962	99			
Senfgeruch	Zwischen den Gruppen	60,427	4	15,107	5,894	,000

	Gruppen					
	Innerhalb der Gruppen	233,230	91	2,563		
	Gesamt	293,657	95			
säuerlicher_Geruch	Zwischen den Gruppen	31,257	4	7,814	1,614	,177
	Innerhalb der Gruppen	460,071	95	4,843		
	Gesamt	491,328	99			
süßlicher_Geruch	Zwischen den Gruppen	23,272	4	5,818	1,600	,181
	Innerhalb der Gruppen	345,369	95	3,635		
	Gesamt	368,642	99			
ranziger_Geruch	Zwischen den Gruppen	54,304	4	13,576	5,833	,000
	Innerhalb der Gruppen	202,481	87	2,327		
	Gesamt	256,786	91			
süßer_Geschmack	Zwischen den Gruppen	30,428	4	7,607	1,344	,260
	Innerhalb der Gruppen	503,580	89	5,658		
	Gesamt	534,008	93			
saurer_Geschmack	Zwischen den Gruppen	5,969	4	1,492	,238	,916
	Innerhalb der Gruppen	582,506	93	6,264		
	Gesamt	588,475	97			
bitterer_Geschmack	Zwischen den Gruppen	5,542	4	1,385	,378	,824
	Innerhalb der Gruppen	340,603	93	3,662		
	Gesamt	346,144	97			
Senfflavour	Zwischen den Gruppen	49,362	4	12,341	5,572	,000
	Innerhalb der Gruppen	205,965	93	2,215		
	Gesamt	255,327	97			
metallischer_Flavou	Zwischen den	5,328	4	1,332	,671	,614

r	Gruppen					
	Innerhalb der Gruppen	180,617	91	1,985		
	Gesamt	185,945	95			
ranziger_Flavour	Zwischen den Gruppen	48,446	4	12,112	5,554	,000
	Innerhalb der Gruppen	198,460	91	2,181		
	Gesamt	246,906	95			
Dicke_M	Zwischen den Gruppen	5,935	4	1,484	,509	,729
	Innerhalb der Gruppen	277,147	95	2,917		
	Gesamt	283,082	99			
Glattheit_M	Zwischen den Gruppen	43,747	4	10,937	2,074	,090
	Innerhalb der Gruppen	500,875	95	5,272		
	Gesamt	544,621	99			
Adstringierend_M	Zwischen den Gruppen	8,158	4	2,039	,330	,857
	Innerhalb der Gruppen	575,409	93	6,187		
	Gesamt	583,567	97			
Stechend_M	Zwischen den Gruppen	53,358	4	13,340	3,349	,013
	Innerhalb der Gruppen	378,420	95	3,983		
	Gesamt	431,778	99			
Belag_M	Zwischen den Gruppen	14,090	4	3,522	,565	,689
	Innerhalb der Gruppen	592,778	95	6,240		
	Gesamt	606,868	99			
allgemein_M	Zwischen den Gruppen	16,451	4	4,113	1,221	,307
	Innerhalb der Gruppen	320,015	95	3,369		
	Gesamt	336,466	99			
metallisch_N	Zwischen den	4,072	4	1,018	,574	,682

	Gruppen					
	Innerhalb der	163,164	92	1,774		
	Gruppen					
	Gesamt	167,237	96			
bitter_N	Zwischen den	13,853	4	3,463	1,645	,169
	Gruppen					
	Innerhalb der	200,016	95	2,105		
	Gruppen					
	Gesamt	213,870	99			
ranzig_N	Zwischen den	56,925	4	14,231	7,265	,000
	Gruppen					
	Innerhalb der	170,413	87	1,959		
	Gruppen					
	Gesamt	227,338	91			

a. Zeitpunkt = 0

Tab. 83: Post hoc Test, betreffend der unterschiedlichen sensorischen Attribute zum Zeitpunkt Null

Abhängige Variable	(I)	(J)	Mittlere Differenz (I-J)	Standardf ehler	Signifik anz	95%- Konfidenzintervall		
						Untergre nze	Obergre nze	
Glattheit	LSD	0	1	-,2500	,7250	,731	-1,689	1,189
			2	-,0050	,7250	,995	-1,444	1,434
			3	,7150	,7250	,327	-,724	2,154
			4	-1,5700*	,7250	,033	-3,009	-,131
	1	0	2	,2500	,7250	,731	-1,189	1,689
			3	,2450	,7250	,736	-1,194	1,684
			4	,9650	,7250	,186	-,474	2,404
			4	-1,3200	,7250	,072	-2,759	,119
	2	0	1	,0050	,7250	,995	-1,434	1,444
			3	-,2450	,7250	,736	-1,684	1,194
			4	,7200	,7250	,323	-,719	2,159
			4	-1,5650*	,7250	,033	-3,004	-,126
	3	0	1	-,7150	,7250	,327	-2,154	,724
			2	-,9650	,7250	,186	-2,404	,474
			4	-,7200	,7250	,323	-2,159	,719
			4	-2,2850*	,7250	,002	-3,724	-,846
4	0	1,5700*	,7250	,033	,131	3,009		

			1	1,3200	,7250	,072	-,119	2,759
			2	1,5650*	,7250	,033	,126	3,004
			3	2,2850*	,7250	,002	,846	3,724
Tamha	0		1	-,2500	,7174	1,000	-2,384	1,884
ne			2	-,0050	,7163	1,000	-2,136	2,126
			3	,7150	,8130	,992	-1,703	3,133
			4	-1,5700	,7006	,271	-3,656	,516
	1	0	0	,2500	,7174	1,000	-1,884	2,384
			2	,2450	,6714	1,000	-1,750	2,240
			3	,9650	,7738	,917	-1,343	3,273
			4	-1,3200	,6546	,407	-3,266	,626
	2	0	0	,0050	,7163	1,000	-2,126	2,136
			1	-,2450	,6714	1,000	-2,240	1,750
			3	,7200	,7728	,988	-1,585	3,025
			4	-1,5650	,6535	,197	-3,507	,377
	3	0	0	-,7150	,8130	,992	-3,133	1,703
			1	-,9650	,7738	,917	-3,273	1,343
			2	-,7200	,7728	,988	-3,025	1,585
			4	-2,2850*	,7582	,047	-4,550	-,020
	4	0	0	1,5700	,7006	,271	-,516	3,656
			1	1,3200	,6546	,407	-,626	3,266
			2	1,5650	,6535	,197	-,377	3,507
			3	2,2850*	,7582	,047	,020	4,550
Senfgeruch	LSD	0	1	,3339	,5201	,523	-,699	1,367
			2	,4650	,5063	,361	-,541	1,471
			3	-1,0400*	,5063	,043	-2,046	-,034
			4	1,4283*	,5201	,007	,395	2,462
	1	0	0	-,3339	,5201	,523	-1,367	,699
			2	,1311	,5201	,802	-,902	1,164
			3	-1,3739*	,5201	,010	-2,407	-,341
			4	1,0944*	,5336	,043	,034	2,154
	2	0	0	-,4650	,5063	,361	-1,471	,541
			1	-,1311	,5201	,802	-1,164	,902
			3	-1,5050*	,5063	,004	-2,511	-,499
			4	,9633	,5201	,067	-,070	1,997
	3	0	0	1,0400*	,5063	,043	,034	2,046
			1	1,3739*	,5201	,010	,341	2,407
			2	1,5050*	,5063	,004	,499	2,511
			4	2,4683*	,5201	,000	1,435	3,502

	4	0	-1,4283*	,5201	,007	-2,462	-,395
		1	-1,0944*	,5336	,043	-2,154	-,034
		2	-,9633	,5201	,067	-1,997	,070
		3	-2,4683*	,5201	,000	-3,502	-1,435
Tamha	0	1	,3339	,5025	,999	-1,166	1,834
ne		2	,4650	,5478	,994	-1,167	2,097
		3	-1,0400	,4180	,166	-2,292	,212
		4	1,4283	,5503	,131	-,221	3,077
	1	0	-,3339	,5025	,999	-1,834	1,166
		2	,1311	,5625	1,000	-1,547	1,809
		3	-1,3739*	,4371	,037	-2,696	-,052
		4	1,0944	,5650	,469	-,600	2,788
	2	0	-,4650	,5478	,994	-2,097	1,167
		1	-,1311	,5625	1,000	-1,809	1,547
		3	-1,5050*	,4885	,043	-2,981	-,029
		4	,9633	,6056	,723	-,843	2,770
	3	0	1,0400	,4180	,166	-,212	2,292
		1	1,3739*	,4371	,037	,052	2,696
		2	1,5050*	,4885	,043	,029	2,981
		4	2,4683*	,4914	,000	,970	3,967
	4	0	-1,4283	,5503	,131	-3,077	,221
		1	-1,0944	,5650	,469	-2,788	,600
		2	-,9633	,6056	,723	-2,770	,843
		3	-2,4683*	,4914	,000	-3,967	-,970
Senfflavour	LSD	0	,6300	,4706	,184	-,305	1,565
		2	,3878	,4835	,425	-,572	1,348
		3	-,3000	,4706	,525	-1,235	,635
		4	1,7450*	,4706	,000	,810	2,680
	1	0	-,6300	,4706	,184	-1,565	,305
		2	-,2422	,4835	,618	-1,202	,718
		3	-,9300	,4706	,051	-1,865	,005
		4	1,1150*	,4706	,020	,180	2,050
	2	0	-,3878	,4835	,425	-1,348	,572
		1	,2422	,4835	,618	-,718	1,202
		3	-,6878	,4835	,158	-1,648	,272
		4	1,3572*	,4835	,006	,397	2,317
	3	0	,3000	,4706	,525	-,635	1,235
		1	,9300	,4706	,051	-,005	1,865
		2	,6878	,4835	,158	-,272	1,648

			4		2,0450*	,4706	,000	1,110	2,980
		4	0		-1,7450*	,4706	,000	-2,680	-,810
			1		-1,1150*	,4706	,020	-2,050	-,180
			2		-1,3572*	,4835	,006	-2,317	-,397
			3		-2,0450*	,4706	,000	-2,980	-1,110
	Tamha	0	1		,6300	,4286	,803	-,646	1,906
	ne		2		,3878	,4627	,995	-,992	1,767
			3		-,3000	,4551	,999	-1,652	1,052
			4		1,7450*	,5307	,022	,163	3,327
		1	0		-,6300	,4286	,803	-1,906	,646
			2		-,2422	,4264	1,000	-1,518	1,033
			3		-,9300	,4182	,280	-2,174	,314
			4		1,1150	,4995	,281	-,383	2,613
		2	0		-,3878	,4627	,995	-1,767	,992
			1		,2422	,4264	1,000	-1,033	1,518
			3		-,6878	,4531	,773	-2,039	,664
			4		1,3572	,5290	,138	-,224	2,938
		3	0		,3000	,4551	,999	-1,052	1,652
			1		,9300	,4182	,280	-,314	2,174
			2		,6878	,4531	,773	-,664	2,039
			4		2,0450*	,5224	,004	,486	3,604
		4	0		-1,7450*	,5307	,022	-3,327	-,163
			1		-1,1150	,4995	,281	-2,613	,383
			2		-1,3572	,5290	,138	-2,938	,224
			3		-2,0450*	,5224	,004	-3,604	-,486
	Stechend_M	LSD	0	1	,9000	,6311	,157	-,353	2,153
				2	,5150	,6311	,417	-,738	1,768
				3	1,1400	,6311	,074	-,113	2,393
				4	2,1900*	,6311	,001	,937	3,443
		1	0		-,9000	,6311	,157	-2,153	,353
			2		-,3850	,6311	,543	-1,638	,868
			3		,2400	,6311	,705	-1,013	1,493
			4		1,2900*	,6311	,044	,037	2,543
		2	0		-,5150	,6311	,417	-1,768	,738
			1		,3850	,6311	,543	-,868	1,638
			3		,6250	,6311	,325	-,628	1,878
			4		1,6750*	,6311	,009	,422	2,928
		3	0		-1,1400	,6311	,074	-2,393	,113
			1		-,2400	,6311	,705	-1,493	1,013

	2		-,6250	,6311	,325	-1,878	,628
	4		1,0500	,6311	,099	-,203	2,303
4	0		-2,1900*	,6311	,001	-3,443	-,937
	1		-1,2900*	,6311	,044	-2,543	-,037
	2		-1,6750*	,6311	,009	-2,928	-,422
	3		-1,0500	,6311	,099	-2,303	,203
Tamha	0	1	,9000	,5258	,632	-,664	2,464
ne		2	,5150	,6226	,995	-1,351	2,381
		3	1,1400	,6551	,617	-,829	3,109
		4	2,1900*	,5183	,001	,649	3,731
1	0		-,9000	,5258	,632	-2,464	,664
	2		-,3850	,6482	1,000	-2,319	1,549
	3		,2400	,6794	1,000	-1,792	2,272
	4		1,2900	,5487	,216	-,341	2,921
2	0		-,5150	,6226	,995	-2,381	1,351
	1		,3850	,6482	1,000	-1,549	2,319
	3		,6250	,7568	,995	-1,625	2,875
	4		1,6750	,6421	,125	-,243	3,593
3	0		-1,1400	,6551	,617	-3,109	,829
	1		-,2400	,6794	1,000	-2,272	1,792
	2		-,6250	,7568	,995	-2,875	1,625
	4		1,0500	,6736	,747	-,967	3,067
4	0		-2,1900*	,5183	,001	-3,731	-,649
	1		-1,2900	,5487	,216	-2,921	,341
	2		-1,6750	,6421	,125	-3,593	,243
	3		-1,0500	,6736	,747	-3,067	,967

*. Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau 0.05 signifikant.

a. Zeitpunkt = 0

Tab. 84: Oneway Anova betreffend des Vergleich der sensorischen Attribute, Zeitpunkt 1

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Farbton	Zwischen den Gruppen	24,042	4	6,010	2,072	,092
	Innerhalb der Gruppen	246,559	85	2,901		
	Gesamt	270,601	89			

Glanz	Zwischen den Gruppen	23,903	4	5,976	2,858	,028
	Innerhalb der Gruppen	177,746	85	2,091		
	Gesamt	201,649	89			
Glattheit	Zwischen den Gruppen	101,784	4	25,446	8,985	,000
	Innerhalb der Gruppen	240,714	85	2,832		
	Gesamt	342,498	89			
Dicke	Zwischen den Gruppen	14,796	4	3,699	1,266	,290
	Innerhalb der Gruppen	248,317	85	2,921		
	Gesamt	263,113	89			
Homogenität	Zwischen den Gruppen	44,405	4	11,101	3,450	,012
	Innerhalb der Gruppen	273,524	85	3,218		
	Gesamt	317,929	89			
Senfgeruch	Zwischen den Gruppen	10,805	4	2,701	,688	,602
	Innerhalb der Gruppen	329,773	84	3,926		
	Gesamt	340,578	88			
säuerlicher_Geruch	Zwischen den Gruppen	8,004	4	2,001	,364	,834
	Innerhalb der Gruppen	467,677	85	5,502		
	Gesamt	475,681	89			
süßlicher_Geruch	Zwischen den Gruppen	33,276	4	8,319	1,770	,142
	Innerhalb der Gruppen	399,505	85	4,700		
	Gesamt	432,781	89			
ranziger_Geruch	Zwischen den Gruppen	44,478	4	11,120	3,370	,013
	Innerhalb der Gruppen	280,434	85	3,299		
	Gesamt	324,913	89			

süßer_Geschmack	Zwischen den Gruppen	19,956	4	4,989	1,035	,394
	Innerhalb der Gruppen	409,672	85	4,820		
	Gesamt	429,627	89			
saurer_Geschmack	Zwischen den Gruppen	9,148	4	2,287	,488	,745
	Innerhalb der Gruppen	398,493	85	4,688		
	Gesamt	407,641	89			
bitterer_Geschmack	Zwischen den Gruppen	5,435	4	1,359	,335	,854
	Innerhalb der Gruppen	345,201	85	4,061		
	Gesamt	350,636	89			
Senfflavour	Zwischen den Gruppen	17,746	4	4,437	1,453	,224
	Innerhalb der Gruppen	259,450	85	3,052		
	Gesamt	277,196	89			
metallischer_Flavou r	Zwischen den Gruppen	4,030	4	1,007	,864	,489
	Innerhalb der Gruppen	99,079	85	1,166		
	Gesamt	103,109	89			
ranziger_Flavour	Zwischen den Gruppen	43,149	4	10,787	4,741	,002
	Innerhalb der Gruppen	193,414	85	2,275		
	Gesamt	236,563	89			
Dicke_M	Zwischen den Gruppen	20,875	4	5,219	1,499	,210
	Innerhalb der Gruppen	295,875	85	3,481		
	Gesamt	316,750	89			
Glattheit_M	Zwischen den Gruppen	28,702	4	7,176	1,957	,109
	Innerhalb der Gruppen	289,670	79	3,667		
	Gesamt	318,372	83			

Adstringierend_M	Zwischen den Gruppen	27,393	4	6,848	1,449	,225
	Innerhalb der Gruppen	401,607	85	4,725		
	Gesamt	429,000	89			
Stechend_M	Zwischen den Gruppen	16,386	4	4,096	,765	,551
	Innerhalb der Gruppen	455,199	85	5,355		
	Gesamt	471,585	89			
Belag_M	Zwischen den Gruppen	14,396	4	3,599	,758	,556
	Innerhalb der Gruppen	375,140	79	4,749		
	Gesamt	389,536	83			
allgemein_M	Zwischen den Gruppen	10,222	4	2,555	,675	,611
	Innerhalb der Gruppen	321,827	85	3,786		
	Gesamt	332,049	89			
metallisch_N	Zwischen den Gruppen	1,454	4	,364	,321	,863
	Innerhalb der Gruppen	94,055	83	1,133		
	Gesamt	95,510	87			
bitter_N	Zwischen den Gruppen	6,920	4	1,730	,660	,621
	Innerhalb der Gruppen	222,709	85	2,620		
	Gesamt	229,629	89			
ranzig_N	Zwischen den Gruppen	42,136	4	10,534	5,063	,001
	Innerhalb der Gruppen	176,842	85	2,080		
	Gesamt	218,978	89			

a. Zeitpunkt = 1

Tab. 85: Post hoc Test, betreffend der unterschiedlichen sensorischen Attribute zum Zeitpunkt

1

Abhängige Variable	(I)	(J)	Mittlere	Standardf	Signifik	95%-
--------------------	-----	-----	----------	-----------	----------	------

			Produktionswe	Produktionswe	Differenz	ehler	anz	Konfidenzintervall	
			ise	ise	(I-J)			Untergre	Obergre
								nze	nze
Glanz	LSD	0	1		,0722	,4820	,881	-,886	1,031
			2		,0722	,4820	,881	-,886	1,031
			3		,1778	,4820	,713	-,781	1,136
			4		1,3611*	,4820	,006	,403	2,320
	1	0	0		-,0722	,4820	,881	-1,031	,886
			2		,0000	,4820	1,000	-,958	,958
			3		,1056	,4820	,827	-,853	1,064
			4		1,2889*	,4820	,009	,330	2,247
	2	0	0		-,0722	,4820	,881	-1,031	,886
			1		,0000	,4820	1,000	-,958	,958
			3		,1056	,4820	,827	-,853	1,064
			4		1,2889*	,4820	,009	,330	2,247
	3	0	0		-,1778	,4820	,713	-1,136	,781
			1		-,1056	,4820	,827	-1,064	,853
			2		-,1056	,4820	,827	-1,064	,853
			4		1,1833*	,4820	,016	,225	2,142
	4	0	0		-1,3611*	,4820	,006	-2,320	-,403
			1		-1,2889*	,4820	,009	-2,247	-,330
			2		-1,2889*	,4820	,009	-2,247	-,330
			3		-1,1833*	,4820	,016	-2,142	-,225
Tamhane	0	1	1		,0722	,4469	1,000	-1,267	1,411
			2		,0722	,4006	1,000	-1,127	1,272
			3		,1778	,4787	1,000	-1,260	1,616
			4		1,3611	,5050	,107	-,160	2,883
	1	0	0		-,0722	,4469	1,000	-1,411	1,267
			2		,0000	,4296	1,000	-1,290	1,290
			3		,1056	,5032	1,000	-1,402	1,613
			4		1,2889	,5283	,185	-,297	2,874
	2	0	0		-,0722	,4006	1,000	-1,272	1,127
			1		,0000	,4296	1,000	-1,290	1,290
			3		,1056	,4625	1,000	-1,289	1,500
			4		1,2889	,4897	,126	-,193	2,770
	3	0	0		-,1778	,4787	1,000	-1,616	1,260
			1		-,1056	,5032	1,000	-1,613	1,402
			2		-,1056	,4625	1,000	-1,500	1,289
			4		1,1833	,5554	,339	-,480	2,847

		4	0	-1,3611	,5050	,107	-2,883	,160
			1	-1,2889	,5283	,185	-2,874	,297
			2	-1,2889	,4897	,126	-2,770	,193
			3	-1,1833	,5554	,339	-2,847	,480
Glattheit	LSD	0	1	-,7611	,5609	,178	-1,876	,354
			2	-,0111	,5609	,984	-1,126	1,104
			3	,2389	,5609	,671	-,876	1,354
			4	-2,6556*	,5609	,000	-3,771	-1,540
		1	0	,7611	,5609	,178	-,354	1,876
			2	,7500	,5609	,185	-,365	1,865
			3	1,0000	,5609	,078	-,115	2,115
			4	-1,8944*	,5609	,001	-3,010	-,779
		2	0	,0111	,5609	,984	-1,104	1,126
			1	-,7500	,5609	,185	-1,865	,365
			3	,2500	,5609	,657	-,865	1,365
			4	-2,6444*	,5609	,000	-3,760	-1,529
		3	0	-,2389	,5609	,671	-1,354	,876
			1	-1,0000	,5609	,078	-2,115	,115
			2	-,2500	,5609	,657	-1,365	,865
			4	-2,8944*	,5609	,000	-4,010	-1,779
		4	0	2,6556*	,5609	,000	1,540	3,771
			1	1,8944*	,5609	,001	,779	3,010
			2	2,6444*	,5609	,000	1,529	3,760
			3	2,8944*	,5609	,000	1,779	4,010
Tamha	0		1	-,7611	,5164	,803	-2,309	,787
ne			2	-,0111	,6152	1,000	-1,857	1,835
			3	,2389	,5850	1,000	-1,513	1,991
			4	-2,6556*	,5079	,000	-4,179	-1,132
		1	0	,7611	,5164	,803	-,787	2,309
			2	,7500	,5825	,902	-1,007	2,507
			3	1,0000	,5505	,559	-,655	2,655
			4	-1,8944*	,4678	,003	-3,295	-,494
		2	0	,0111	,6152	1,000	-1,835	1,857
			1	-,7500	,5825	,902	-2,507	1,007
			3	,2500	,6441	1,000	-1,679	2,179
			4	-2,6444*	,5751	,001	-4,382	-,907
		3	0	-,2389	,5850	1,000	-1,991	1,513
			1	-1,0000	,5505	,559	-2,655	,655
			2	-,2500	,6441	1,000	-2,179	1,679

			4	-2,8944*	,5426	,000	-4,528	-1,261
		4	0	2,6556*	,5079	,000	1,132	4,179
			1	1,8944*	,4678	,003	,494	3,295
			2	2,6444*	,5751	,001	,907	4,382
			3	2,8944*	,5426	,000	1,261	4,528
Homogenität	LSD	0	1	,3111	,5980	,604	-,878	1,500
			2	-,3056	,5980	,611	-1,494	,883
			3	-,3611	,5980	,548	-1,550	,828
			4	1,5611*	,5980	,011	,372	2,750
		1	0	-,3111	,5980	,604	-1,500	,878
			2	-,6167	,5980	,305	-1,806	,572
			3	-,6722	,5980	,264	-1,861	,517
			4	1,2500*	,5980	,040	,061	2,439
		2	0	,3056	,5980	,611	-,883	1,494
			1	,6167	,5980	,305	-,572	1,806
			3	-,0556	,5980	,926	-1,244	1,133
			4	1,8667*	,5980	,002	,678	3,056
		3	0	,3611	,5980	,548	-,828	1,550
			1	,6722	,5980	,264	-,517	1,861
			2	,0556	,5980	,926	-1,133	1,244
			4	1,9222*	,5980	,002	,733	3,111
		4	0	-1,5611*	,5980	,011	-2,750	-,372
			1	-1,2500*	,5980	,040	-2,439	-,061
			2	-1,8667*	,5980	,002	-3,056	-,678
			3	-1,9222*	,5980	,002	-3,111	-,733
Tamha	0		1	,3111	,6331	1,000	-1,584	2,206
ne			2	-,3056	,5565	1,000	-1,980	1,369
			3	-,3611	,5921	1,000	-2,136	1,413
			4	1,5611	,6538	,205	-,396	3,519
		1	0	-,3111	,6331	1,000	-2,206	1,584
			2	-,6167	,5604	,962	-2,304	1,070
			3	-,6722	,5958	,955	-2,458	1,114
			4	1,2500	,6571	,493	-,717	3,217
		2	0	,3056	,5565	1,000	-1,369	1,980
			1	,6167	,5604	,962	-1,070	2,304
			3	-,0556	,5137	1,000	-1,595	1,484
			4	1,8667*	,5836	,032	,105	3,628
		3	0	,3611	,5921	1,000	-1,413	2,136
			1	,6722	,5958	,955	-1,114	2,458

		2		,0556	,5137	1,000	-1,484	1,595
		4		1,9222*	,6177	,038	,068	3,776
	4	0		-1,5611	,6538	,205	-3,519	,396
		1		-1,2500	,6571	,493	-3,217	,717
		2		-1,8667*	,5836	,032	-3,628	-,105
		3		-1,9222*	,6177	,038	-3,776	-,068
ranziger_Geru	LSD	0	1	-,4611	,6055	,448	-1,665	,743
ch			2	-,1833	,6055	,763	-1,387	1,020
			3	-,7167	,6055	,240	-1,920	,487
			4	-1,9889*	,6055	,001	-3,193	-,785
	1	0		,4611	,6055	,448	-,743	1,665
		2		,2778	,6055	,648	-,926	1,482
		3		-,2556	,6055	,674	-1,459	,948
		4		-1,5278*	,6055	,013	-2,732	-,324
	2	0		-,1833	,6055	,763	-1,020	1,387
		1		-,2778	,6055	,648	-1,482	,926
		3		-,5333	,6055	,381	-1,737	,670
		4		-1,8056*	,6055	,004	-3,009	-,602
	3	0		,7167	,6055	,240	-,487	1,920
		1		,2556	,6055	,674	-,948	1,459
		2		,5333	,6055	,381	-,670	1,737
		4		-1,2722*	,6055	,039	-2,476	-,068
	4	0		1,9889*	,6055	,001	,785	3,193
		1		1,5278*	,6055	,013	,324	2,732
		2		1,8056*	,6055	,004	,602	3,009
		3		1,2722*	,6055	,039	,068	2,476
Tamha	0	1		-,4611	,3653	,913	-1,566	,644
ne		2		-,1833	,2920	1,000	-1,057	,691
		3		-,7167	,4823	,804	-2,203	,770
		4		-1,9889	,7661	,162	-4,404	,426
	1	0		,4611	,3653	,913	-,644	1,566
		2		,2778	,3709	,998	-,842	1,397
		3		-,2556	,5338	1,000	-1,867	1,355
		4		-1,5278	,7995	,510	-4,006	,950
	2	0		,1833	,2920	1,000	-,691	1,057
		1		-,2778	,3709	,998	-1,397	,842
		3		-,5333	,4865	,964	-2,029	,963
		4		-1,8056	,7687	,258	-4,225	,614
	3	0		,7167	,4823	,804	-,770	2,203

			1	,2556	,5338	1,000	-1,355	1,867
			2	,5333	,4865	,964	-,963	2,029
			4	-1,2722	,8592	,803	-3,885	1,341
		4	0	1,9889	,7661	,162	-,426	4,404
			1	1,5278	,7995	,510	-,950	4,006
			2	1,8056	,7687	,258	-,614	4,225
			3	1,2722	,8592	,803	-1,341	3,885
ranziger_Flav our	LSD	0	1	-,1111	,5028	,826	-1,111	,889
			2	-,2000	,5028	,692	-1,200	,800
			3	-,1278	,5028	,800	-1,128	,872
			4	-1,8333*	,5028	,000	-2,833	-,834
	1	0	0	,1111	,5028	,826	-,889	1,111
			2	-,0889	,5028	,860	-1,089	,911
			3	-,0167	,5028	,974	-1,016	,983
			4	-1,7222*	,5028	,001	-2,722	-,722
	2	0	0	,2000	,5028	,692	-,800	1,200
			1	,0889	,5028	,860	-,911	1,089
			3	,0722	,5028	,886	-,928	1,072
			4	-1,6333*	,5028	,002	-2,633	-,634
	3	0	0	,1278	,5028	,800	-,872	1,128
			1	,0167	,5028	,974	-,983	1,016
			2	-,0722	,5028	,886	-1,072	,928
			4	-1,7056*	,5028	,001	-2,705	-,706
	4	0	0	1,8333*	,5028	,000	,834	2,833
			1	1,7222*	,5028	,001	,722	2,722
			2	1,6333*	,5028	,002	,634	2,633
			3	1,7056*	,5028	,001	,706	2,705
Tamha ne	0	1	1	-,1111	,3027	1,000	-1,020	,798
			2	-,2000	,3377	1,000	-1,211	,811
			3	-,1278	,3006	1,000	-1,031	,776
			4	-1,8333	,7102	,160	-4,051	,384
	1	0	0	,1111	,3027	1,000	-,798	1,020
			2	-,0889	,3056	1,000	-1,007	,829
			3	-,0167	,2640	1,000	-,807	,774
			4	-1,7222	,6955	,204	-3,913	,468
2	0	0	,2000	,3377	1,000	-,811	1,211	
		1	,0889	,3056	1,000	-,829	1,007	
		3	,0722	,3036	1,000	-,840	,985	
		4	-1,6333	,7115	,277	-3,853	,586	

		3	0	,1278	,3006	1,000	-,776	1,031
			1	,0167	,2640	1,000	-,774	,807
			2	-,0722	,3036	1,000	-,985	,840
			4	-1,7056	,6946	,212	-3,895	,484
		4	0	1,8333	,7102	,160	-,384	4,051
			1	1,7222	,6955	,204	-,468	3,913
			2	1,6333	,7115	,277	-,586	3,853
			3	1,7056	,6946	,212	-,484	3,895
Glattheit_M	LSD	0	1	,0076	,6579	,991	-1,302	1,317
			2	-,2188	,6770	,747	-1,566	1,129
			3	,3562	,6770	,600	-,991	1,704
			4	-1,3201*	,6579	,048	-2,630	-,011
		1	0	-,0076	,6579	,991	-1,317	1,302
			2	-,2264	,6579	,732	-1,536	1,083
			3	,3486	,6579	,598	-,961	1,658
			4	-1,3278*	,6383	,041	-2,598	-,057
		2	0	,2188	,6770	,747	-1,129	1,566
			1	,2264	,6579	,732	-1,083	1,536
			3	,5750	,6770	,398	-,773	1,923
			4	-1,1014	,6579	,098	-2,411	,208
		3	0	-,3562	,6770	,600	-1,704	,991
			1	-,3486	,6579	,598	-1,658	,961
			2	-,5750	,6770	,398	-1,923	,773
			4	-1,6764*	,6579	,013	-2,986	-,367
		4	0	1,3201*	,6579	,048	,011	2,630
			1	1,3278*	,6383	,041	,057	2,598
			2	1,1014	,6579	,098	-,208	2,411
			3	1,6764*	,6579	,013	,367	2,986
Tamha	0		1	,0076	,6586	1,000	-1,983	1,998
ne			2	-,2188	,5331	1,000	-1,829	1,392
			3	,3562	,5323	,999	-1,252	1,964
			4	-1,3201	,6856	,484	-3,397	,757
		1	0	-,0076	,6586	1,000	-1,998	1,983
			2	-,2264	,6550	1,000	-2,207	1,754
			3	,3486	,6543	1,000	-1,630	2,328
			4	-1,3278	,7841	,650	-3,675	1,020
		2	0	,2188	,5331	1,000	-1,392	1,829
			1	,2264	,6550	1,000	-1,754	2,207
			3	,5750	,5279	,965	-1,020	2,170

			4	-1,1014	,6821	,713	-3,169	,966
		3	0	-,3562	,5323	,999	-1,964	1,252
			1	-,3486	,6543	1,000	-2,328	1,630
			2	-,5750	,5279	,965	-2,170	1,020
			4	-1,6764	,6815	,184	-3,742	,390
		4	0	1,3201	,6856	,484	-,757	3,397
			1	1,3278	,7841	,650	-1,020	3,675
			2	1,1014	,6821	,713	-,966	3,169
			3	1,6764	,6815	,184	-,390	3,742
ranzig_N	LSD	0	1	,0056	,4808	,991	-,950	,962
			2	,0056	,4808	,991	-,950	,962
			3	-,2278	,4808	,637	-1,184	,728
			4	-1,7500*	,4808	,000	-2,706	-,794
		1	0	-,0056	,4808	,991	-,962	,950
			2	,0000	,4808	1,000	-,956	,956
			3	-,2333	,4808	,629	-1,189	,723
			4	-1,7556*	,4808	,000	-2,712	-,800
		2	0	-,0056	,4808	,991	-,962	,950
			1	,0000	,4808	1,000	-,956	,956
			3	-,2333	,4808	,629	-1,189	,723
			4	-1,7556*	,4808	,000	-2,712	-,800
		3	0	,2278	,4808	,637	-,728	1,184
			1	,2333	,4808	,629	-,723	1,189
			2	,2333	,4808	,629	-,723	1,189
			4	-1,5222*	,4808	,002	-2,478	-,566
		4	0	1,7500*	,4808	,000	,794	2,706
			1	1,7556*	,4808	,000	,800	2,712
			2	1,7556*	,4808	,000	,800	2,712
			3	1,5222*	,4808	,002	,566	2,478
Tamha	0		1	,0056	,2736	1,000	-,814	,826
ne			2	,0056	,2693	1,000	-,802	,813
			3	-,2278	,2858	,996	-1,083	,628
			4	-1,7500	,6906	,180	-3,917	,417
		1	0	-,0056	,2736	1,000	-,826	,814
			2	,0000	,2490	1,000	-,745	,745
			3	-,2333	,2669	,993	-1,033	,566
			4	-1,7556	,6829	,170	-3,909	,398

2	0	-,0056	,2693	1,000	-,813	,802
	1	,0000	,2490	1,000	-,745	,745
	3	-,2333	,2624	,992	-1,020	,553
	4	-1,7556	,6812	,169	-3,906	,395
3	0	,2278	,2858	,996	-,628	1,083
	1	,2333	,2669	,993	-,566	1,033
	2	,2333	,2624	,992	-,553	1,020
	4	-1,5222	,6879	,326	-3,684	,640
4	0	1,7500	,6906	,180	-,417	3,917
	1	1,7556	,6829	,170	-,398	3,909
	2	1,7556	,6812	,169	-,395	3,906
	3	1,5222	,6879	,326	-,640	3,684

*. Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau 0.05 signifikant.

a. Zeitpunkt = 1

Tab. 86: Oneway Anova betreffend des Vergleiches der sensorischen Attribute, Zeitpunkt 2

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Farbton	Zwischen den Gruppen	22,237	4	5,559	2,066	,092
	Innerhalb der Gruppen	225,989	84	2,690		
	Gesamt	248,226	88			
Glanz	Zwischen den Gruppen	24,202	4	6,051	2,919	,026
	Innerhalb der Gruppen	172,018	83	2,073		
	Gesamt	196,220	87			
Glattheit	Zwischen den Gruppen	88,524	4	22,131	5,577	,000
	Innerhalb der Gruppen	333,307	84	3,968		
	Gesamt	421,832	88			
Dicke	Zwischen den Gruppen	14,564	4	3,641	1,936	,112
	Innerhalb der Gruppen	159,873	85	1,881		
	Gesamt	174,437	89			

Homogenität	Zwischen den Gruppen	16,318	4	4,080	1,050	,386
	Innerhalb der Gruppen	330,253	85	3,885		
	Gesamt	346,572	89			
Senfgeruch	Zwischen den Gruppen	45,787	4	11,447	2,945	,025
	Innerhalb der Gruppen	330,357	85	3,887		
	Gesamt	376,144	89			
säuerlicher_Geruch	Zwischen den Gruppen	19,309	4	4,827	,912	,461
	Innerhalb der Gruppen	449,991	85	5,294		
	Gesamt	469,300	89			
süßlicher_Geruch	Zwischen den Gruppen	13,372	4	3,343	,796	,531
	Innerhalb der Gruppen	348,593	83	4,200		
	Gesamt	361,965	87			
ranziger_Geruch	Zwischen den Gruppen	26,850	4	6,713	1,541	,198
	Innerhalb der Gruppen	370,226	85	4,356		
	Gesamt	397,077	89			
süßer_Geschmack	Zwischen den Gruppen	21,130	4	5,283	,966	,431
	Innerhalb der Gruppen	464,881	85	5,469		
	Gesamt	486,012	89			
saurer_Geschmack	Zwischen den Gruppen	29,714	4	7,429	1,412	,237
	Innerhalb der Gruppen	447,317	85	5,263		
	Gesamt	477,031	89			
bitterer_Geschmack	Zwischen den Gruppen	7,129	4	1,782	,484	,747
	Innerhalb der Gruppen	313,020	85	3,683		
	Gesamt	320,149	89			

Senfflavour	Zwischen den Gruppen	84,051	4	21,013	6,076	,000
	Innerhalb der Gruppen	293,958	85	3,458		
	Gesamt	378,009	89			
metallischer_Flavou r	Zwischen den Gruppen	3,186	4	,796	,348	,844
	Innerhalb der Gruppen	194,310	85	2,286		
	Gesamt	197,496	89			
ranziger_Flavour	Zwischen den Gruppen	47,563	4	11,891	5,152	,001
	Innerhalb der Gruppen	196,162	85	2,308		
	Gesamt	243,725	89			
Dicke_M	Zwischen den Gruppen	19,402	4	4,850	2,165	,080
	Innerhalb der Gruppen	190,448	85	2,241		
	Gesamt	209,850	89			
Glattheit_M	Zwischen den Gruppen	28,198	4	7,050	2,079	,091
	Innerhalb der Gruppen	288,220	85	3,391		
	Gesamt	316,418	89			
Adstringierend_M	Zwischen den Gruppen	3,364	4	,841	,101	,982
	Innerhalb der Gruppen	710,729	85	8,362		
	Gesamt	714,094	89			
Stechend_M	Zwischen den Gruppen	5,552	4	1,388	,173	,952
	Innerhalb der Gruppen	681,173	85	8,014		
	Gesamt	686,725	89			
Belag_M	Zwischen den Gruppen	45,274	4	11,319	2,650	,039
	Innerhalb der Gruppen	362,992	85	4,270		
	Gesamt	408,266	89			

allgemein_M	Zwischen den Gruppen	5,396	4	1,349	,396	,811
	Innerhalb der Gruppen	289,357	85	3,404		
	Gesamt	294,753	89			
metallisch_N	Zwischen den Gruppen	,994	4	,248	,114	,977
	Innerhalb der Gruppen	175,786	81	2,170		
	Gesamt	176,780	85			
bitter_N	Zwischen den Gruppen	19,826	4	4,957	1,997	,102
	Innerhalb der Gruppen	210,918	85	2,481		
	Gesamt	230,745	89			
ranzig_N	Zwischen den Gruppen	19,157	4	4,789	2,891	,027
	Innerhalb der Gruppen	140,829	85	1,657		
	Gesamt	159,986	89			

a. Zeitpunkt = 2

Tab. 87: Post hoc Test, betreffend der unterschiedlichen sensorischen Attribute zum Zeitpunkt 2

Abhängige Variable	(I) Produktionsweise	(J) Produktionsweise	Mittlere Differenz (I-J)	Standardf ehler	Signifik anz	95%- Konfidenzintervall							
						Untergre nze	Obergre nze						
Glanz	LSD	0											
		1											
		2											
		3											
			4										
			1										
			2										
			3										
			4										
			2										
			1										
			3										

			4	1,3941*	,4938	,006	,412	2,376
		3	0	,1111	,4799	,817	-,843	1,066
			1	,4111	,4799	,394	-,543	1,366
			2	,0157	,4869	,974	-,953	,984
			4	1,4098*	,4869	,005	,441	2,378
		4	0	-1,2987*	,4869	,009	-2,267	-,330
			1	-,9987*	,4869	,043	-1,967	-,030
			2	-1,3941*	,4938	,006	-2,376	-,412
			3	-1,4098*	,4869	,005	-2,378	-,441
Tamha	0		1	,3000	,4656	,999	-1,098	1,698
ne			2	-,0954	,4606	1,000	-1,482	1,291
			3	-,1111	,3639	1,000	-1,207	,985
			4	1,2987	,5428	,214	-,353	2,950
		1	0	-,3000	,4656	,999	-1,698	1,098
			2	-,3954	,5079	,997	-1,919	1,128
			3	-,4111	,4221	,984	-1,694	,872
			4	,9987	,5834	,639	-,759	2,757
		2	0	,0954	,4606	1,000	-1,291	1,482
			1	,3954	,5079	,997	-1,128	1,919
			3	-,0157	,4166	1,000	-1,287	1,255
			4	1,3941	,5794	,203	-,355	3,144
		3	0	,1111	,3639	1,000	-,985	1,207
			1	,4111	,4221	,984	-,872	1,694
			2	,0157	,4166	1,000	-1,255	1,287
			4	1,4098	,5060	,100	-,157	2,976
		4	0	-1,2987	,5428	,214	-2,950	,353
			1	-,9987	,5834	,639	-2,757	,759
			2	-1,3941	,5794	,203	-3,144	,355
			3	-1,4098	,5060	,100	-2,976	,157
Senfflavour	LSD	0	1	-,6667	,6199	,285	-1,899	,566
			2	,0278	,6199	,964	-1,205	1,260
			3	,8667	,6199	,166	-,366	2,099
			4	2,1444*	,6199	,001	,912	3,377
		1	0	,6667	,6199	,285	-,566	1,899
			2	,6944	,6199	,266	-,538	1,927
			3	1,5333*	,6199	,015	,301	2,766
			4	2,8111*	,6199	,000	1,579	4,044
		2	0	-,0278	,6199	,964	-1,260	1,205
			1	-,6944	,6199	,266	-1,927	,538

			3		,8389	,6199	,180	-,394	2,071
			4		2,1167*	,6199	,001	,884	3,349
	3		0		-,8667	,6199	,166	-2,099	,366
			1		-1,5333*	,6199	,015	-2,766	-,301
			2		-,8389	,6199	,180	-2,071	,394
			4		1,2778*	,6199	,042	,045	2,510
	4		0		-2,1444*	,6199	,001	-3,377	-,912
			1		-2,8111*	,6199	,000	-4,044	-1,579
			2		-2,1167*	,6199	,001	-3,349	-,884
			3		-1,2778*	,6199	,042	-2,510	-,045
	Tamha	0	1		-,6667	,4678	,835	-2,082	,749
	ne		2		,0278	,5988	1,000	-1,767	1,823
			3		,8667	,6381	,869	-1,051	2,785
			4		2,1444*	,6593	,027	,159	4,130
	1		0		,6667	,4678	,835	-,749	2,082
			2		,6944	,5212	,884	-,894	2,283
			3		1,5333	,5659	,113	-,201	3,268
			4		2,8111*	,5897	,001	,998	4,624
	2		0		-,0278	,5988	1,000	-1,823	1,767
			1		-,6944	,5212	,884	-2,283	,894
			3		,8389	,6782	,922	-1,193	2,870
			4		2,1167*	,6982	,046	,023	4,210
	3		0		-,8667	,6381	,869	-2,785	1,051
			1		-1,5333	,5659	,113	-3,268	,201
			2		-,8389	,6782	,922	-2,870	1,193
			4		1,2778	,7322	,611	-,914	3,470
	4		0		-2,1444*	,6593	,027	-4,130	-,159
			1		-2,8111*	,5897	,001	-4,624	-,998
			2		-2,1167*	,6982	,046	-4,210	-,023
			3		-1,2778	,7322	,611	-3,470	,914
	ranziger_Flav	LSD	0	1	-,1000	,5064	,844	-1,107	,907
	our			2	-,1111	,5064	,827	-1,118	,896
				3	-,3944	,5064	,438	-1,401	,612
				4	-1,9389*	,5064	,000	-2,946	-,932
	1		0		,1000	,5064	,844	-,907	1,107
			2		-,0111	,5064	,983	-1,018	,996
			3		-,2944	,5064	,562	-1,301	,712
			4		-1,8389*	,5064	,000	-2,846	-,832
	2		0		,1111	,5064	,827	-,896	1,118

			1	,0111	,5064	,983	-,996	1,018
			3	-,2833	,5064	,577	-1,290	,723
			4	-1,8278*	,5064	,001	-2,835	-,821
		3	0	,3944	,5064	,438	-,612	1,401
			1	,2944	,5064	,562	-,712	1,301
			2	,2833	,5064	,577	-,723	1,290
			4	-1,5444*	,5064	,003	-2,551	-,538
		4	0	1,9389*	,5064	,000	,932	2,946
			1	1,8389*	,5064	,000	,832	2,846
			2	1,8278*	,5064	,001	,821	2,835
			3	1,5444*	,5064	,003	,538	2,551
	Tamha	0	1	-,1000	,3328	1,000	-1,099	,899
	ne		2	-,1111	,3507	1,000	-1,166	,944
			3	-,3944	,3876	,978	-1,568	,779
			4	-1,9389	,6250	,052	-3,889	,011
		1	0	-,1000	,3328	1,000	-,899	1,099
			2	-,0111	,3803	1,000	-1,150	1,128
			3	-,2944	,4147	,999	-1,540	,951
			4	-1,8389	,6421	,084	-3,823	,146
		2	0	,1111	,3507	1,000	-,944	1,166
			1	,0111	,3803	1,000	-1,128	1,150
			3	-,2833	,4292	,999	-1,570	1,003
			4	-1,8278	,6516	,093	-3,833	,177
		3	0	,3944	,3876	,978	-,779	1,568
			1	,2944	,4147	,999	-,951	1,540
			2	,2833	,4292	,999	-1,003	1,570
			4	-1,5444	,6722	,260	-3,596	,507
		4	0	1,9389	,6250	,052	-,011	3,889
			1	1,8389	,6421	,084	-,146	3,823
			2	1,8278	,6516	,093	-,177	3,833
			3	1,5444	,6722	,260	-,507	3,596
	ranzig_N	LSD	0	,1194	,4291	,781	-,734	,973
			2	,1389	,4291	,747	-,714	,992
			3	-,1111	,4291	,796	-,964	,742
			4	-1,0944*	,4291	,013	-1,948	-,241
		1	0	-,1194	,4291	,781	-,973	,734
			2	,0194	,4291	,964	-,834	,873
			3	-,2306	,4291	,592	-1,084	,623

		4	-1,2139*	,4291	,006	-2,067	-,361
2		0	-,1389	,4291	,747	-,992	,714
		1	-,0194	,4291	,964	-,873	,834
		3	-,2500	,4291	,562	-1,103	,603
		4	-1,2333*	,4291	,005	-2,086	-,380
3		0	,1111	,4291	,796	-,742	,964
		1	,2306	,4291	,592	-,623	1,084
		2	,2500	,4291	,562	-,603	1,103
		4	-,9833*	,4291	,024	-1,836	-,130
4		0	1,0944*	,4291	,013	,241	1,948
		1	1,2139*	,4291	,006	,361	2,067
		2	1,2333*	,4291	,005	,380	2,086
		3	,9833*	,4291	,024	,130	1,836
Tamha ne	0	1	-,1194	,3222	1,000	-,846	1,085
		2	-,1389	,3280	1,000	-,843	1,121
		3	-,1111	,3481	1,000	-1,153	,931
		4	-1,0944	,5511	,451	-2,788	,599
1		0	-,1194	,3222	1,000	-1,085	,846
		2	,0194	,3066	1,000	-,898	,937
		3	-,2306	,3280	,999	-1,214	,753
		4	-1,2139	,5387	,293	-2,880	,453
2		0	-,1389	,3280	1,000	-1,121	,843
		1	-,0194	,3066	1,000	-,937	,898
		3	-,2500	,3337	,998	-1,250	,750
		4	-1,2333	,5422	,280	-2,907	,440
3		0	,1111	,3481	1,000	-,931	1,153
		1	,2306	,3280	,999	-,753	1,214
		2	,2500	,3337	,998	-,750	1,250
		4	-,9833	,5546	,603	-2,684	,718
4		0	1,0944	,5511	,451	-,599	2,788
		1	1,2139	,5387	,293	-,453	2,880
		2	1,2333	,5422	,280	-,440	2,907
		3	,9833	,5546	,603	-,718	2,684

*. Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau 0.05 signifikant.

a. Zeitpunkt = 2

11 CURRICULUM VITAE

Anna Katharina Kellner

Persönliche Informationen

- Name: Anna Katharina Kellner
- Staatsbürgerschaft: Österreich

Beruflicher Werdegang

- seit 10.2012 **Mautner Markhof Feinkost GmbH, Wien:**
Anstellung im Bereich Qualitätssicherung
- seit 09.2011 selbständige Tätigkeit als tiergestützte Therapeutin und reitpädagogische Betreuerin im Rahmen des Unternehmens „Tiergestütztes Erleben e.U.“
- 06.2011 – 10.2012 **Mautner Markhof Feinkost GmbH, Wien:**
Anstellung im Bereich Sensorik und Produktentwicklung
- 07.2010 **Mautner Markhof Feinkost GmbH, Wien:**
Praktikum: Bereich Produktentwicklung
- 07.2009 **Coca-Cola HBC Austria GmbH, Edelstal:**
Praktikum: Bereich Mikrobiologie

Schulischer Werdegang

- 10.2010 – 05.2013 **Universität Wien:**
Masterstudium: Ernährungswissenschaften
Schwerpunkt: Lebensmittelqualität und Lebensmittelsicherheit
- 06.2011 **Veterinärmedizinische Universität Wien:**
Abschluss Universitätslehrgang: “Akademisch geprüfte Fachkraft für tiergestützte Therapie und tiergestützte Fördermaßnahmen”
- 11.2012 **Landwirtschaftliche Fortbildungsinstitut Graz:**
Abschluss: “Reitpädagogische Betreuerin”

- 09.2006 - 08.2010 **Universität Wien:**
Bakkalaureatsstudium: Ernährungswissenschaften
- 06.2009 **Body & Health Academy Wien:**
Abschluss Lehrgang universitären Charakters:
"Akademischer psychosozialer Gesundheitstrainer"
- 09.2005 – 05.2006 **Europäischer Freiwilligen Dienst:**
neunmonatiger Lettlandaufenthalt
- 06.2005 **Bundesgymnasium Neusiedl am See:**
Abschluss: Reifeprüfung
- 09.1997 – 06.2005 **Bundesgymnasium Neusiedl am See**
- 09.1993 – 06.1997 **Volksschule Nickelsdorf**