



universität
wien

MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

„Deskriptive Sensorische Evaluierung und
Konsumentenbeurteilung von Bio Mais und Hirse
Snackprodukten aus Österreich“

verfasst von

Martina Anna Ruthmeier, BSc

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2015

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 066 838

Studienrichtung lt. Studienblatt: Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreut von: Ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei all jenen Personen bedanken, die mir bei der Entstehung dieser Masterarbeit zur Seite gestanden sind.

Zuerst möchte ich mich ganz herzlich bei Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak bedanken, die mir die Durchführung dieser Masterarbeit ermöglicht hat, mich gewissenhaft und professionell betreut hat, und mich mit zahlreichen wertvollen Tipps unterstützt hat.

Ein großer Dank gilt meinen Eltern Karl und Renate, die mich während der gesamten Dauer meines Studiums unterstützt haben und mir meine Ausbildung ermöglicht haben.

Ein besonderer Dank gilt meinem Freund Oliver, der mich während des Studiums, aber auch vor allem bei der Durchführung und beim Schreiben meiner Masterarbeit immer motiviert und unterstützt hat und mir viel Kraft gegeben hat.

Bedanken möchte ich mich auch bei der Firma Lemberona HandelsGmbH für die Bereitstellung aller Produkte für die sensorischen Tests.

Herzlichen Dank möchte ich auch allen PanellistInnen und KonsumentInnen aussprechen, die an den sensorischen Untersuchungen teilnahmen, denn ohne sie wären diese nicht zustande gekommen.

Vielen Dank!

Eidesstaatliche Erklärung

Ich versichere, dass ich diese Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

Diese Arbeit wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland einem Begutachter / einer Begutachterin zur Beurteilung oder in irgendeiner Form als Prüfungseinheit vorgelegt.

Wien, 25. Jänner 2015

(Unterschrift Verfasserin)

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	X
1 Einleitung und Fragestellung	1
2 Literaturübersicht	3
2.1 Gluten	3
2.1.1 Entstehung von Zöliakie	3
2.1.2 Symptome der Zöliakie	4
2.1.3 Glutenfreie Ernährung	5
2.1.4 Kennzeichnung glutenfreier Lebensmittel	7
2.2 Hirse und Mais	7
2.2.1 Hirse - botanische Aspekte	7
2.2.2 Ernährungs- und gesundheitsrelevante Aspekte von Hirse	8
2.2.3 Mais - botanische Aspekte	10
2.2.4 Ernährungs- und gesundheitsrelevante Aspekte von Mais	11
2.2.5 Inhaltsstoffe von Maismehl, Hirsemehl und Weizenmehl im Vergleich ...	12
2.3 Biologischer Landbau	14
2.4 Snackprodukte auf Extrusionsbasis	15
2.4.1 Methode des Extrudierens	16
2.4.2 Veränderungen im Produkt beim Extrudieren	16
2.4.3 Extrudieren zur Herstellung von glutenfreien Snackprodukten	20
3 Material und Methoden	22
3.1 Material	22
3.1.1 Charakterisierung der Produkte	24
3.1.2 Herstellung und Kennzeichnung der Produkte	26
3.2 Methoden	27
3.2.1 Fragebogen	27
3.2.2 QDA	35
3.3 Akzeptanzprüfung	43
3.3.1 Durchführung	44
3.3.2 Statistische Auswertung	46

3.4	Präferenzprüfung.....	46
3.4.1	Durchführung.....	47
3.4.2	Statistische Auswertung.....	49
4	Ergebnisse	50
4.1	Fragebogen.....	50
4.1.1	Kaufen Sie bewusst Bio Produkte?	50
4.1.2	Wenn Sie Bio Produkte kaufen, wie oft?	52
4.1.3	Essen Sie Bio Produkte?	53
4.1.4	Wenn Sie Bio Produkte essen, wie oft?	54
4.1.5	Worin besteht für Sie der größte Vorteil der Bio Produkte?	56
4.1.6	Wie häufig essen Sie Snacks wie Chips oder Popcorn?	57
4.1.7	Denken Sie, dass die Hirse/Mais Produkte eine gute Alternative zu Snacks wie Chips darstellen könnten?	58
4.1.8	Würden Sie die Hirse/Mais Snacks kaufen?	60
4.1.9	Wenn Sie die Produkte (Hirse/Mais Snacks) kaufen würden, würden Sie diese auch essen?	61
4.1.10	Wenn Sie die Hirse/Mais Snacks nicht essen würden, warum?	62
4.1.11	Korrelationen	64
4.2	Hirse-Mais-Bällchen	69
4.2.1	QDA.....	69
4.2.2	Akzeptanzprüfung.....	87
4.2.3	Präferenzprüfung	96
4.2.4	Vergleich der Ergebnisse des Akzeptanz- und Präferenztests	105
4.3	Maiswaffeln	108
4.3.1	QDA.....	108
4.3.2	Akzeptanzprüfung.....	124
4.3.3	Präferenzprüfung	131
5	Diskussion	142
6	Schlussbetrachtung	155
7	Zusammenfassung	160
8	Summary	162
9	Anhang	164
9.1	Fragebogen.....	164
9.1.1	Charakterisierung der Probanden	164
9.1.2	Kaufbereitschaft und Konsumverhalten von Bio Produkten.....	166

9.1.3	Konsumverhalten von Snackprodukten	167
9.1.4	Bereitschaft die Alternative der Hirse/Mais Snacks kaufen bzw. essen zu wollen.....	167
9.2	Hirse-Mais-Bällchen	168
9.2.1	QDA – Einzelergebnisse inklusive Statistik.....	168
9.2.2	Akzeptanzprüfung – Ergebnisse der statistischen Auswertung	171
9.2.3	Präferenzprüfung – Ergebnisse der statistischen Auswertung	173
9.3	Maiswaffeln.....	175
9.3.1	QDA – Einzelergebnisse inklusive Statistik.....	175
9.3.2	Akzeptanzprüfung – Ergebnisse der statistischen Auswertung	178
9.3.3	Präferenzprüfung – Ergebnisse der statistischen Auswertung	180
10	Literaturverzeichnis.....	182
11	Lebenslauf	188

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vergleich der Entwicklung der glutenfreien Ernährung mit anderen speziellen Diäten in Amerika im Zeitraum 2004 bis 2011	6
Abbildung 2: Untersuchte Sorten der Hirse-Mais-Bällchen.....	23
Abbildung 3: Analysierte Sorten der Maiswaffeln	24
Abbildung 4: Altersverteilung der Probanden	32
Abbildung 5: Berufsverteilung der Probanden	33
Abbildung 6: Beachtung der Angabe glutenfrei unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes	34
Abbildung 7: Auftreten von Zöliakie unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes	35
Abbildung 8: Bio Produkte kaufen unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes	51
Abbildung 9: Bio Produkte kaufen unter Berücksichtigung des Geschlechtes	52
Abbildung 10: Häufigkeit des Kaufes von Bio Produkten unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes	53
Abbildung 11: Bio Produkte essen unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes	54
Abbildung 12: Häufigkeit des Essens von Bio Produkten unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes	55
Abbildung 13: Häufigkeit des Konsums von Snackprodukten unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes.....	58
Abbildung 14: Urteil über die Hirse- und Maissnacks als Alternative zu anderen Snacks unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes	59
Abbildung 15: Kaufverhalten der Hirse- und Maissnacks als Alternative unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes.....	61
Abbildung 16: Urteil über den Konsum der Hirse- und Maissnacks als Alternative zu anderen Snacks unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes	62
Abbildung 17: Ursachen des Nicht-Verzehrs der Hirse- und Maissnacks unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes.....	63
Abbildung 18: Hirsebällchen und Maisbällchen im Vergleich.....	71
Abbildung 19: Hirse-, und Maisbällchen im Vergleich mit H-M-A-Tomatenbällchen.....	72
Abbildung 20: Hirse-, und Maisbällchen im Vergleich mit H-M-A-Paprikabällchen.....	74
Abbildung 21: Hirse-, und Maisbällchen im Vergleich mit H-M-Amaranthbällchen.....	75
Abbildung 22: Hirse-, und Maisbällchen im Vergleich mit H-M-A-Spirulinabällchen.....	77
Abbildung 23: Farbe.....	78

Abbildung 24: Attribute des Geruchs, die signifikante Unterschiede aufwiesen.....	81
Abbildung 25: Attribute des Flavours, die signifikante Unterschiede aufwiesen	82
Abbildung 26: Attribute des Geschmacks	83
Abbildung 27: Attribute des Mundgefühls, die signifikante Unterschiede aufwiesen	84
Abbildung 28: Nachgeschmack.....	85
Abbildung 29: Varianzanalyse der Hirse-Mais-Bällchen	86
Abbildung 30: Beurteilung der Akzeptanz der Hirsebällchen	88
Abbildung 31: Beurteilung der Akzeptanz der Maisbällchen.....	89
Abbildung 32: Beurteilung der Akzeptanz der H-M-A-Tomatenbällchen.....	90
Abbildung 33: Beurteilung der Akzeptanz der H-M-A-Paprikabällchen.....	91
Abbildung 34: Beurteilung der Akzeptanz der H-M-Amaranthbällchen	92
Abbildung 35: Beurteilung der Akzeptanz der H-M-A-Spirulinabällchen	93
Abbildung 36: Beurteilung der Präferenz der Hirsebällchen	100
Abbildung 37: Beurteilung der Präferenz der Maisbällchen.....	101
Abbildung 38: Beurteilung der Präferenz der H-M-A-Tomatenbällchen	102
Abbildung 39: Beurteilung der Präferenz der H-M-A-Paprikabällchen	103
Abbildung 40: Beurteilung der Präferenz H-M-Amaranthbällchen	104
Abbildung 41: Beurteilung der Präferenz der H-M-A-Spirulinabällchen	105
Abbildung 42: Maiswaffel Natur	109
Abbildung 43: Maiswaffel Natur und Maiswaffel Amaranth im Vergleich	110
Abbildung 44: Maiswaffel Natur und Maiswaffel Leinsamen im Vergleich	112
Abbildung 45: Maiswaffel Natur und Maiswaffel Sonnenblumenkern im Vergleich	114
Abbildung 46: Maiswaffel Natur und Maiswaffel Kürbiskern im Vergleich.....	115
Abbildung 47: Attribute des Geruchs, die signifikante Unterschiede aufwiesen.....	119
Abbildung 48: Attribute des Flavours, die signifikante Unterschiede aufwiesen	119
Abbildung 49: Attribute des Geschmacks	120
Abbildung 50: Attribute des Mundgefühls, die signifikante Unterschiede aufwiesen..	121
Abbildung 51: Auditiver Eindruck	122
Abbildung 52: Varianzanalyse der Maiswaffeln	123
Abbildung 53: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel Natur	125
Abbildung 54: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel mit Amaranth.....	126
Abbildung 55: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel mit Leinsamen.....	127
Abbildung 56: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel mit Sonnenblumenkern	128
Abbildung 57: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel mit Kürbiskern	129

Abbildung 58: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel Natur	134
Abbildung 59: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel mit Amaranth	135
Abbildung 60: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel mit Leinsamen	136
Abbildung 61: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel mit Sonnenblumenkern.....	137
Abbildung 62: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel mit Kürbiskernen	138
Abbildung 63: Erste Session der Hirse-Maisbällchen	168
Abbildung 64: Zweite Session der Hirse-Maisbällchen	169
Abbildung 65: Erste Session der Maiswaffeln	175
Abbildung 66: Zweite Session der Maiswaffeln	176

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung von Maismehl und Hirsemehl im Vergleich zu Weizenmehl.....	12
Tabelle 2: Ausgewählte Inhaltsstoffe von Mais-, Hirse- und Weizenmehl.....	13
Tabelle 3: Zutaten der Hirse-Mais-Bällchen	25
Tabelle 4: Zutaten der Maiswaffeln	25
Tabelle 5: Kalorien- und Fettgehalt der Hirse-Mais-Snacks	26
Tabelle 6: Attributenliste der Hirse-Maisbällchen und Maiswaffeln.....	37
Tabelle 7: Codierung Hirse-Mais-Bällchen	40
Tabelle 8: Codierung Maiswaffeln.....	40
Tabelle 9: Referenzmuster für bestimmte Attribute	41
Tabelle 10: Mehrfachantwortenset der abgegebenen Urteile über die Vorteile von Bio Produkten.....	56
Tabelle 11: Anteil der Personen die Bio Produkte essen bzw. kaufen.....	64
Tabelle 12: Signifikanzwert des Zusammenhangs zwischen Bio Produkte essen und Bio Produkte kaufen	65
Tabelle 13: Phi-Korrelationskoeffizient.....	65
Tabelle 14: Anteil der Personen die Bio Produkte essen und/oder den Hirse/Mais Snack als Alternative sehen.....	66
Tabelle 15: Signifikanzwert des Zusammenhangs zwischen Bio Produkte essen und Alternative	66
Tabelle 16: Phi-Korrelationskoeffizient.....	67
Tabelle 17: Anteil der Personen die die Hirse/Mais Snacks als Alternativprodukte sahen bzw. diese kaufen würden.....	68
Tabelle 18: Signifikanzwert des Zusammenhangs zwischen Alternative und Alternative kaufen	68
Tabelle 19: Phi-Korrelationskoeffizient.....	69
Tabelle 20: LSD-Tests der Attribute mit signifikanten Unterschieden zwischen den Produkten.....	86
Tabelle 21: t-Tests der Hirsebällchen.....	94
Tabelle 22: t-Tests der Maisbällchen	95
Tabelle 23: t-Tests der H-M-A-Tomatenbällchen.....	95
Tabelle 24: t-Tests der H-M-A-Paprikabällchen	96
Tabelle 25: t-Tests der H-M-A-Spirulinabällchen.....	96
Tabelle 26: Rangsummen Hirse-Mais-Bällchen	97

Tabelle 27: Friedmann Test - Mittlere Ränge der Hirse-Maisbällchen	97
Tabelle 28: Friedmann Test - Teststatistik der Hirse-Maisbällchen	98
Tabelle 29: Vorzeichentests der Hirse-Maisbällchen	98
Tabelle 30: LSD-Tests der Attribute mit signifikanten Unterschieden zwischen den Produkten	123
Tabelle 31: t-Tests der Maiswaffeln	131
Tabelle 32: Rangsummen der Maiswaffeln	131
Tabelle 33: Friedmann-Test - Mittlere Ränge der Maiswaffeln	132
Tabelle 34: Friedmann Test - Teststatistik der Maiswaffeln	132
Tabelle 35: Vorzeichentests der Maiswaffeln	133
Tabelle 36: Inhaltsstoffe von Maismehl und Spirulina-Pulver	143
Tabelle 37: Geschlechterverteilung der Probanden	164
Tabelle 38: Altersverteilung der Probanden	164
Tabelle 39: Berufsverteilung der Probanden	164
Tabelle 40: Bildungsgrad der Probanden	165
Tabelle 41: Nationalität der Probanden	165
Tabelle 42: Anteil der Personen die auf die Angabe glutenfrei achten	165
Tabelle 43: Anteil der Personen die an Zöliakie leiden	165
Tabelle 44: Anteil der Personen die Bio Produkte kaufen	166
Tabelle 45: Häufigkeit des Kaufens von Bio Produkten	166
Tabelle 46: Anteil der Personen die Bio Produkte essen	166
Tabelle 47: Häufigkeit des Essens von Bio Produkten	166
Tabelle 48: Häufigkeit des Konsums von Snackprodukten wie Chips oder Popcorn ..	167
Tabelle 49: Anteil der Personen die die Hirse- und Maissnacks für eine gute Alternative befinden	167
Tabelle 50: Anteil der Personen die die Alternativprodukte kaufen würden	167
Tabelle 51: Anteil der Personen die die Alternativprodukte essen würden	167
Tabelle 52: Gründe warum die Alternativprodukte nicht gegessen werden	168
Tabelle 53: LSD-Test zur Varianzanalyse	169
Tabelle 54: Beurteilung der Akzeptanz der Hirsebällchen	171
Tabelle 55: Beurteilung der Akzeptanz der Maisbällchen	171
Tabelle 56: Beurteilung der Akzeptanz der H-M-A-Tomatenbällchen	171
Tabelle 57: Beurteilung der Akzeptanz der H-M-A-Paprikabällchen	172
Tabelle 58: Beurteilung der Akzeptanz der H-M-Amaranthbällchen	172
Tabelle 59: Beurteilung der Akzeptanz der H-M-A-Spirulinabällchen	172

Tabelle 60: Deskriptive Statistik der Hirse-Maisbällchen zur Bewertung der Akzeptanz	173
Tabelle 61: Beurteilung der Präferenz der Hirsebällchen	173
Tabelle 62: Beurteilung der Präferenz der Maisbällchen	173
Tabelle 63: Beurteilung der Präferenz der H-M-A-Tomatenbällchen	174
Tabelle 64: Beurteilung der Präferenz der H-M-A-Paprikabällchen	174
Tabelle 65: Beurteilung der Präferenz der H-M-Amaranthbällchen	174
Tabelle 66: Beurteilung der Präferenz der H-M-A-Spirulinabällchen	175
Tabelle 67: LSD-Test zur Varianzanalyse	176
Tabelle 68: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel Natur	178
Tabelle 69: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel mit Amaranth	178
Tabelle 70: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel mit Leinsamen	178
Tabelle 71: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel mit Sonnenblumenkern	179
Tabelle 72: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel mit Kürbiskern	179
Tabelle 73: Deskriptive Statistik der Maiswaffeln zur Beurteilung der Akzeptanz	179
Tabelle 74: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel Natur	180
Tabelle 75: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel mit Amaranth	180
Tabelle 76: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel mit Leinsamen	180
Tabelle 77: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel mit Sonnenblumenkern	181
Tabelle 78: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel mit Kürbiskern	181

Abkürzungsverzeichnis

A	Aussehen
Abb.	Abbildung
AK	Auditive Eindrücke
ANOVA	Varianzanalyse
bzw.	beziehungsweise
DACH	Deutschland-Österreich-Schweiz
FDA	Food and Drug Administration
FL	Flavour
G	Geschmack
g	Gramm
GR	Geruch
HLA	humane Leukozyten Antigene
H-M-	Hirse-Mais-
H-M-A-	Hirse-Mais-Amaranth-
kcal	Kilokalorien
LSD	Least Significant Difference
MG	Mundgefühl
mg/kg	Milligramm pro Kilogramm
MW	Maiswaffel
NG	Nachgeschmack
Pkt.	Punkte
ppm	parts per million
p-Wert	Signifikanzwert (p-value)
QDA	Quantitative Deskriptive Analyse
Tab.	Tabelle
vgl.	verglichen

1 Einleitung und Fragestellung

Mit dem Beginn der Landwirtschaft vor etwa 10.000 Jahren trat der Konsum von glutenhaltigem Getreide in die menschliche Ernährung ein. Eine Konsequenz davon war, dass es im Laufe der Zeit zur Entstehung von Unverträglichkeiten gegenüber Gluten kam. Die häufigsten Gluten-assoziierten Erkrankungen stellen Weizenallergie und Zöliakie, eine Autoimmunerkrankung, dar. Es findet bei beiden Erkrankungsformen eine T-Zell-Aktivierung in der gastrointestinalen Mukosa statt. Abgesehen von diesen allergischen und autoimmunen Mechanismen gegenüber Gluten gibt es noch eine generelle Glutensensitivität. Personen, die an dieser Form der Glutenunverträglichkeit leiden, weisen aber im Unterschied zu ZöliakiepatientInnen keine Schäden in der Darmmukosa auf. Zöliakie ist eine der häufigsten Erkrankungen in Ländern, in denen vor allem Menschen europäischen Ursprungs leben, das heißt Europa, Nord- und Südamerika sowie Australien, es gibt jedoch auch PatientInnen in anderen Regionen der Welt, wie Nordafrika, Asien und dem mittleren Osten. Insgesamt leidet 1% der Weltbevölkerung an dieser Autoimmunerkrankung. Der Anstieg der Häufigkeit an Zöliakie-Erkrankungen in Entwicklungsländern erfolgt vermutlich durch die Anpassung an den westlichen Lebensstil der Ernährung. [Sapone et al. 2012] Der Anteil der Bevölkerung, der mit der Verdauung von Gluten Probleme hat, beträgt circa 10%. [Romer Labs 2012]

Für Personen mit Zöliakie ist es sehr wichtig, sich glutenfrei zu ernähren. [Ciacci et al. 2007] Im letzten Jahrzehnt ist die Nachfrage nach glutenfreien Produkten stark gestiegen. Dies hatte zur Folge, dass immer mehr Lebensmittelhersteller glutenfreie Produkte produzierten, und dadurch die Auswahl der angebotenen Waren größer wurde. [Romer Labs 2012] Glutenfreie Erzeugnisse sollen eine hohe Qualität aufweisen, nicht allzu teuer im Kaufpreis sowie in den Geschäften gut verfügbar sein. [Ciacci et al. 2007]

In vorliegender Arbeit werden glutenfreie Lebensmittel auf Mais- und Hirsebasis behandelt, deren Zutaten aus biologischem Landbau sowie zu einhundert Prozent aus Österreich stammen. Bei diesen Produkten handelt es sich um Snackprodukte, die sowohl für ZöliakiepatientInnen als auch für Personen mit Weizenallergie, Glutensensitivität, sowie für die ganz normale Bevölkerung geeignet sind. Eine weitere Zielgruppe stellen Personen dar, die einen großen Wert auf regionale Produkte und Waren biologischen Ursprunges legen.

Die behandelten Proben werden sensorisch mittels Quantitativer Deskriptiver Analyse bewertet und auch die Konsumentenakzeptanz und Konsumentenpräferenz wird erhoben. Es wird untersucht, ob sich die verschiedenen Varianten von Maiswaffeln bzw. Hirse-Maisbällchen signifikant in bestimmten Attributen, oder in der Akzeptanz und Präferenz der KonsumentInnen unterscheiden.

Außerdem sollen auch die Vorteile und Unterschiede der analysierten Proben im Vergleich zu anderen Snackprodukten am Markt herausgefunden werden, und es wird evaluiert ob die Hirse/Mais Snacks eine gute Alternative dazu darstellen könnten.

2 Literaturübersicht

2.1 Gluten

Der Begriff Gluten umfasst Proteine, die sogenannten Prolamine und Gluteline. Diese Proteinfraktion hat je Getreidesorte einen spezifischen Namen: bei Weizen wird sie als Gliadine und Glutenine bezeichnet, bei Gerste als Hordeine, bei Roggen Secaline und bei Hafer Avenine. All diese Proteine enthalten mehrere Prolin- und Glutaminreste. Dies bewirkt, dass sie gegenüber der gastrointestinalen Verdauung resistent sind, und daher mehr gegenüber der Desaminierung durch die Gewebstransglutaminase exponiert sind. [Comino et al. 2013]

Gluten haben aus technologischer Sicht vielerlei Nutzen. Während der Produktion von Stärke fällt viel Gluten an, wodurch die Anschaffung relativ kostengünstig ist. Weitere Vorteile sind, dass sie ernährungsphysiologisch sehr hochwertig sind und eine gute viskoelastische Fähigkeit aufweisen, die sich beim Backen sehr positiv auf den Geschmack und die Textur auswirkt. [Comino et al. 2013]

2.1.1 Entstehung von Zöliakie

Zu Beginn interagieren die Prolamin-Peptide von Gluten, die resistent gegenüber der Verdauung sind, mit einem Chemokinrezeptor, wodurch Zonulin freigesetzt wird und die Tight Junctions, eine Diffusionsbarriere, gestört werden. Sobald die Gliadin Peptide zur beeinträchtigten Barriere gelangen, können sie zur Lamina Propria, einer Schicht aus Bindegewebe, fortschreiten, in der die Gewebstransglutaminase (tTG) spezifische Glutaminreste deaminiert, wodurch eine negative Ladung auf das Molekül übertragen wird. Diese Peptide sind an die humanen Leukozyten Antigene (HLA) DQ2 oder DQ8 in einer Antigen-Präsentierenden Zelle gebunden. Diese präsentieren die Peptide den

T-Zellen, wodurch es zu einer kompletten Immunreaktion kommt. Die Gewebstransglutaminase ist neben den Gluten-Peptiden ebenfalls in den T-Zellen exprimiert, wodurch eine auto-immune Reaktion ausgebildet wird. [Ortiz-Sánchez et al. 2013]

Eine Schlüsselrolle bei der Entstehung von Zöliakie spielt folglich die genetische Prädisposition, da spezifische Gene der humanen Leukozyten Antigene der Klasse II (HLA-DQ2 und HLA-DQ8), die am Chromosom 6p21 lokalisiert sind, mit der Entstehung der Erkrankung stark verknüpft werden. 95% der ZöliakiepatientInnen exprimieren Gene, die das Protein HLA-DQ2 kodieren, die übrigen Betroffenen sind normalerweise HLA-DQ8 positiv. Der HLA-DQ2 Haplotyp ist ziemlich verbreitet und wird von ungefähr 30% der Kaukasier getragen. Dies bedeutet, dass die Anwesenheit von HLA-DQ2 und/oder von HLA-DQ8 für die Krankheitsentstehung von Zöliakie notwendig ist. Jedoch ist die alleinige Präsenz dieser Proteine nicht ausreichend, da das geschätzte Risiko für die Krankheitsentstehung bei deren Vorliegen nur 36-53% beträgt. [Sapone et al. 2012] Zöliakie entwickelt sich daher bei genetisch prädisponierten Personen, bei denen unidentifizierte Umweltfaktoren wie Infektionen oder Veränderungen in der mikrobiellen Flora eine Intoleranz gegenüber Gluten triggern können. [Comino et al. 2013]

2.1.2 Symptome der Zöliakie

Bei ZöliakiepatientInnen kommt es normalerweise zu einem stufenweisen Anstieg der Symptome, die erstmals Monate oder Jahre nach dem ersten Kontakt mit Gluten auftreten. [Sapone et al. 2012]

Die Beschwerden sind unterschiedlich und reichen von Verdauungsproblemen, Durchfall, Bauchschmerzen, Flatulenz und Gewichtsverlust bis hin zu Depressionen, Angstzuständen und Gereiztheit. Die Erkrankung führt zu Schäden der mikroskopisch kleinen Erhebungen im Dünndarm, der sogenannten Darmzotten. Diese sind sehr wichtig für die Absorption der

Nährstoffe, daher kann es zu einer Mangelernährung kommen. Bei langfristigem Anhalten der Zerstörung der Darmzotten kann es in Folge zu erheblichen Nährstoffmängeln, verzögertem Wachstum, oder auch Osteoporose kommen. [Romer Labs 2012]

Das Krankheitsbild umfasst daher sowohl gastrointestinale als auch nicht-gastrointestinale Symptome. [Ciacci et al. 2007]

2.1.3 Glutenfreie Ernährung

Die einzig wirksame Behandlung ist eine lebenslange Vermeidung von Glutenproteinen. Dies bedeutet, dass alle Arten von Weizen (*Triticum* sp.) vermieden werden müssen, inklusive Hartweizen, Spelzweizen, Kamut, Einkorn und Triticale, als auch Roggen und Gerste sowie teilweise Hafer. [Ciacci et al. 2007]

Beim Einhalten einer glutenfreien Diät kommt es bei den ZöliakiepatientInnen zu einem Rückgang der Symptome. Wenn Gluten jedoch wieder in die Ernährung mitaufgenommen wird, ist ein sofortiger Rückfall der Beschwerden wie Bauchschmerzen oder Erbrechen zu beobachten. [Comino et al. 2013]

Glutenfreie Produkte sind meist reich an Kohlehydraten und Fetten, sie haben jedoch oft Mängel an Mikro- und Makronährstoffen. Zu diesen glutenfreien Alternativen zählen unter anderem Cerealien (Reis, Mais und Hirse) und Pseudocerealien (Buchweizen, Quinoa und Amaranth).

Für die Erkrankten ist das Einhalten einer glutenfreien Diät nicht immer einfach, da Gluten ubiquitär vorkommt und auch oft in Fertiggerichten oder Medikamenten aufgrund technologischer Eigenschaften als Bindungs-, Verdickungs-, Stabilisierungs-, und Füllmittel, oder Proteinbeigabe eingesetzt wird. [Alvarez-Jubete et al. 2010] Beispiele hierfür sind verschiedene Desserts, Saucen oder auch Wurst. [Romer Labs 2012]

Ein weiteres großes Problem ist, dass glutenfreie Produkte durch Kreuzkontamination mit glutenhaltigen Waren in Folge Gluten enthalten

können. Diese Verunreinigung tritt vor allem während des Mahlens, des Lagerns oder der Herstellung auf. [Romer Labs 2012]

Die Gesundheit der ZöliakiepatientInnen hängt von der korrekten und wahrheitsgetreuen Kennzeichnung glutenfreier Produkte ab. Um die Sicherheit zu garantieren, werden kontinuierlich neue Verfahren zum Nachweis von Gluten entwickelt. [Romer Labs 2012]

Die nachfolgende Grafik (Abb. 1) zeigt den Verlauf der glutenfreien Ernährung im Vergleich zur fettfreien und kohlehydratarmen Diät in Amerika im Zeitraum von 2004 bis 2011.

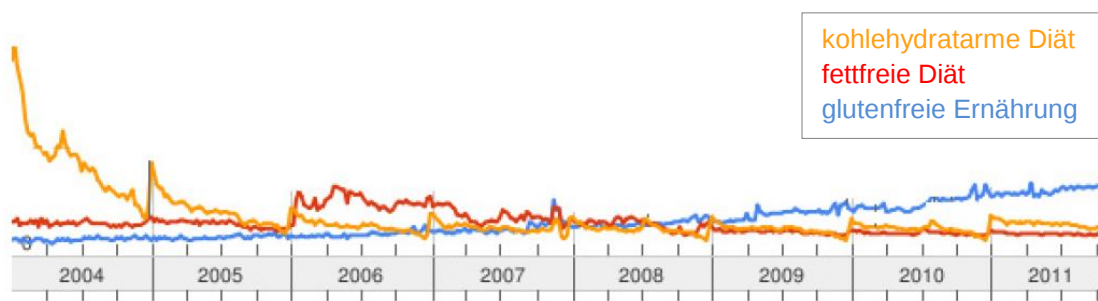


Abbildung 1: Vergleich der Entwicklung der glutenfreien Ernährung mit anderen speziellen Diäten in Amerika im Zeitraum 2004 bis 2011

Der Markt für glutenfreie Lebensmittel und Getränke stieg in diesem Zeitraum um eine jährliche Wachstumsrate von 28% an. Im Jahre 2008 verdrängte die glutenfreie Ernährung die beiden anderen Diäten in den Hintergrund. Nur bei einem geringen Teil der konsumierenden Personen wurde Zöliakie aber tatsächlich diagnostiziert. Andere Verzehrgruppen stellen Personen mit Weizenallergie und Glutensensitivität dar. Einen weiteren Beitrag zur Kaufkraft bilden GelegenheitskonsumentInnen, die glutenfreie Produkte ohne medizinischen Hintergrund kaufen, sowie Personen, die an Erkrankungen leiden, die möglicherweise durch den Verzehr von Gluten ausgelöst werden können, wie Multiple Sklerose, Reizdarmsyndrom, oder autistische Erkrankungen. [Rai et al. 2014]

2.1.4 Kennzeichnung glutenfreier Lebensmittel

Im Jänner 2007 wurde von der FDA festgelegt, dass glutenfreie Produkte gelabelt werden können. Bei der Bezeichnung *glutenfrei* handelt es sich um eine freiwillige Angabe. [Rai et al. 2014]

Die Verordnung (EC) 41/2009 regelt die Kennzeichnung und Zusammensetzung von Lebensmitteln, die für Menschen mit einer Glutenunverträglichkeit geeignet sind und es wurden Schwellenwerte für die Kennzeichnung definiert. Um ein Lebensmittel als *glutenfrei* deklarieren zu dürfen, darf der Glutengehalt im Produkt 20 ppm (= 20 mg/kg) nicht überschreiten und Produkte, die mit der Aussage *sehr geringer Glutengehalt* gekennzeichnet werden, dürfen einen Glutengehalt von maximal 100 ppm aufweisen. [Europäische Kommission 2009]

Glutenfreie Produkte werden außerdem mit einem international anerkannten Zeichen markiert, einer durchgestrichenen Ähre von Weizen. [Sapone et al. 2012]

2.2 Hirse und Mais

Da die untersuchten Produkte Hirse und Mais als Basis-Zutaten enthalten, wird in Folge auf die Eigenschaften und Besonderheiten dieser zwei Getreidesorten genauer eingegangen.

2.2.1 Hirse - botanische Aspekte

Hirse (*Sorghum* sp.) ist ein hitze- und dürreresistentes Getreide. [Ciacci et al. 2007] Sie ist nur weit verwandt zu den Triticale Stämmen Gerste, Roggen und Weizen und gehört wie Mais zu den Panicoideae, die eine Unterfamilie der Poaceae (Süßgräser) sind. [Taylor et al. 2006]

Dieses Getreide gedeiht unter ariden und semi-ariden Bedingungen. Es ist ein Nacktgetreide, das heißt es gibt keine Schale und beim Mahlen wird die Spelze

vom Korn getrennt. Die Farbe der Hirsekörner variiert stark und reicht von weiß bis zu schwarz. [Taylor und Anyango 2011]

In den westlichen Ländern wird es vor allem als Tierfutter verwendet, wohingegen in Afrika und Indien fast 40% der weltweiten Produktion an Hirse für die menschliche Ernährung verwendet wird. [Ciacci et al. 2007]

Viele Leute in Afrika, vor allem diejenigen in Regionen mit rarem Regenfall, konsumieren Hirse als Haupt-Getreide, da es sehr hartnäckig gegenüber Umweltbedingungen ist. [Anyango et al. 2011]

2.2.2 Ernährungs- und gesundheitsrelevante Aspekte von Hirse

Der Gehalt an Proteinen in Hirse beträgt zwischen 7-16%, mit einem Durchschnittswert von 11%. Wie in fast allen anderen Getreidearten sind die Hauptproteine Prolamin-Speicher-Proteine, die in Hirse Kafirine heißen. Sie werden entsprechend ihres Molekulargewichtes, der Löslichkeit, Struktur und Aminosäuresequenz in α -, β -, γ - und δ -Kafirine unterteilt. Diese haben aufgrund ihres niedrigen Gehalts an essentiellen Aminosäuren, vor allem Lysin, eine niedrige ernährungsphysiologische Qualität. Außerdem sind sie schlecht verdaubar, besonders wenn die Hirse in Wasser gekocht wird. Dennoch haben die Kafirine einen entscheidenden Vorteil, da sie sich strukturell sehr von den Weizen Speicherproteinen Glutenin und Gliadin unterscheiden. [Taylor und Anyango 2011]

In Studien wurde bestätigt, dass durch Hirse bei Personen die an Zöliakie leiden keine Änderungen im Duodenum ausgelöst werden [Taylor und Anyango 2011] und sie gilt daher als sicheres Lebensmittel für die Betroffenen. [Ciacci et al. 2007]

Somit eignet sich Hirse gut als Basis-Produkt für eine glutenfreie Ernährung. [Comino et al. 2013]. In der Lebensmittelindustrie wird sie zur Produktion von Getränken wie Bier, und zu Lebensmitteln wie Brot und Gebackenem verwendet. [Taylor et al. 2006] Am Markt gibt es unter anderem bereits Brote,

Tortillas, Snacks, Kekse und Fladenbrote aus diesem Getreide. [Ciacci et al. 2007]

Ein Hauptproblem bei der Verwendung von Hirse zum Backen ist jedoch die sehr geringe viskoelastische Eigenschaft von Kafirin im Teig, verglichen mit einem Teig aus Weizen mit den enthaltenen Gluten. Wenn Gluten mit Wasser in Kontakt kommen, werden sie hydratisiert und ein drei-dimensionales Netzwerk wird gebildet, welches für die einzigartige viskoelastische Eigenschaft von Teig aus Weizen verantwortlich ist. Kafirine sind jedoch aufgrund der hohen Leucingehalte hydrophober als Gluten und folglich schwerer zu hydratisieren. Eine weitere Ursache könnte auch die α -helikale Struktur der Kafirine sein, in der sie hauptsächlich vorliegen. Die Glutenine hingegen liegen in β -helikalen Strukturen vor. Des Weiteren sind die Kafirine kleinere Proteine als die hochmolekularen Glutenine, was ebenfalls zur geringen Elastizität beitragen könnte.

Wie in anderen Getreidesorten ist auch in Hirse Lysin die erste limitierende Aminosäure, wobei der Anteil noch geringer ist als in anderen Getreidesorten und nur 35-90% von deren Gehalt beträgt. [Taylor et al. 2014]

Dieses Getreide enthält circa 3,4% Lipide, das heißt etwas mehr als Weizen, aber weniger als Mais. Der Großteil sind neutrale Triyglyceride, wobei die Hauptfettsäuren Linolsäure und Ölsäure, das bedeutet ungesättigte Fettsäuren, sind.

Hirse besteht zu circa 71% aus Stärke, ist reich an Tocopherolen, und enthält zusätzlich verschiedene sekundäre Pflanzenstoffe, darunter phenolische Bestandteile (Phenolsäuren, Tannine und Flavonoide), Pflanzensterole sowie Policosanole. Studien haben ergeben, dass es durch die Phenole zu antioxidativen, anti-inflammatorischen, anti-arrhythmischen sowie krebspräventiven Eigenschaften kommt und Policosanole werden mit Cholesterin-senkender Aktivität assoziiert. [Taylor und Anyango 2011] Hirse

kann daher aufgrund dieser positiven Eigenschaften für funktionelle Lebensmittel eingesetzt werden. [Seth und Rajamanickam 2012]

Ein Großteil der Hirsesorten enthält als Bitterstoffe kondensierte Tannine (Proanthocyanidine sowie Procyanidine), die die Pflanze vor Fraß-Feinden wie Insekten und Vögeln, sowie vor Wetterschäden schützen. [Taylor et al. 2006] Diese sind polyphenolische Bestandteile, die unterhalb des Perikarps lokalisiert sind, [Rose et al. 2014] und aus polymerisierten Flavan-3-olen und Flavan-3,4-Diolen bestehen. Der Gehalt an phenolischen Verbindungen hängt einerseits von der Sorte, andererseits aber auch von Umweltfaktoren ab.

Die Phenole sind dafür verantwortlich, dass Hirse bitter schmeckt und adstringierend ist, wobei sowohl die Sorten, die Tannine enthalten, als auch diejenigen Spezies, die Tannin-frei sind, zumindest eine geringe Intensität der beiden Attribute aufweisen. Sind Tannine enthalten, so ist die Ausprägung von Bitterkeit und Adstringenz [Kobue-Lekalake et al. 2007], aber auch der antioxidativen Eigenschaften deutlich stärker. [Kobue-Lekalake et al. 2009]

Einige Sorten aus Westafrika haben ein gelbes Endosperm, das mit Carotinoiden pigmentiert ist. Die höchsten Gehalte weisen dabei Lutein, Zeaxanthin und β -Carotin auf. In einer Studie wurden die höchsten Gehalte an Carotinoiden in Hirse mit 1,7 mg/kg gefunden. Diese Werte sind jedoch zwei bis sechs Mal geringer als in gelbem Mais. [Taylor et al. 2014]

2.2.3 Mais - botanische Aspekte

Mais (*Zea mays* subsp. *mays* L) zählt wie Hirse zur Familie der Panicoideae und ist daher ebenfalls eine Unterfamilie der Poaceae. [Taylor et al. 2006] [Comino et al. 2013]

Es ist eine einjährige fremdbestäubende Pflanze, da die männlichen und weiblichen Pflanzenteile an unterschiedlichen Stellen der Pflanze lokalisiert sind. [Parle und Dhamija 2013]

Mais hatte seinen Ursprung im heutigen Mexiko, und breitete sich nach der Eroberung Amerikas rasch weltweit aus. Es ist eines der anpassungsfähigsten

Getreidesorten und wächst sowohl in tropischen als auch in nördlichen Klimazonen. [Gwirtz und Garcia-Casal 2014]

Er wird weltweit angebaut [Zeppa et al. 2012] und ist das drittwichtigste Getreide nach Weizen und Reis als Grundnahrungsmittel, vor allem in Lateinamerika. [Rodríguez-Miranda et al. 2011]

Bezogen auf die Gesamtanbaufläche belegt Mais global den zweiten Platz hinter Weizen, und bezüglich der Gesamtproduktion liegt er an zweiter Stelle nach Reis. [Hager et al. 2012] Mexiko hat weltweit den höchsten pro-Kopf-Konsum und in diesem Land herrscht mit über 300 Maissorten die größte Diversität. [Rodríguez-Miranda et al. 2011]

2.2.4 Ernährungs- und gesundheitsrelevante Aspekte von Mais

Mais weist mit 7 bis 14% einen geringen Proteingehalt auf und ist außerdem mangelhaft an wichtigen Aminosäuren, vor allem Lysin. [Rababah et al. 2012]

Er enthält Proteine mit einem geringen Anteil an α -Gliadin Fraktionen und kein Gluten. [Wójtowicz et al. 2013] Daher ist auch Mais für Zöliakie PatientInnen als sicher anzusehen und kann als Basis-Lebensmittel für eine erfolgreiche glutenfreie Ernährung herangezogen werden. [Comino et al. 2013]

Diese Getreideart weist einen hohen Anteil an Stärke auf, und enthält viele wertvolle Inhaltsstoffe, wie Spurenelemente, Ballaststoffe und Flavonoide.

Carotinoide kommen in Getreide generell eher wenig vor. Zu den sauerstoffhaltigen Carotinoiden, den Xantophyllen, zählen unter anderem Lutein, Zeaxanthin und β -Cryptoxanthin. Von Lutein und Zeaxanthin, zwei Xantophyllen die keine Provitamin-A-Aktivität haben, finden sich jedoch relativ hohe Gehalte in gelbem Mais. Sie wirken als Radikalfänger von reaktiven Sauerstoffspezies und binden im Menschen an physiologische Proteine. Auch β -Cryptoxanthin, ein Xantophyll mit Provitamin-A-Funktion, ist in Mais enthalten. Carotinoide schützen vor altersbedingter Makuladegeneration, die bei älteren Personen die häufigste Ursache für Erblindung ist. [Abdel-Aal et al. 2013]

Mais enthält außerdem Thiamin, das die Gedächtnisleistung und kognitive Funktionen steigern sowie das neuronale System schützen kann. Weitere wichtige Bestandteile sind Folsäure, die vor allem während der Schwangerschaft essentiell ist, und Phosphor, der eine bedeutende Funktion für die Leber hat. In pharmakologischen Studien wurden antioxidative, hypoglykämische und diurethische Eigenschaften von Mais herausgefunden. [Parle und Dhamija 2013]

Die hauptsächliche Verwendung dieser Getreidesorte ist als Tierfutter, insbesondere für Silagen. Er wird aber auch als Lebensmittel in Form von Popcorn und für allerlei Gerichte wie Polenta und Tortillas genutzt. [Zeppa et al. 2012] Eine weitere häufige Einsatzmöglichkeit stellen Snackprodukte wie Mais- oder Tortilla-Chips dar, die ein starkes Flavour von geröstetem Mais aufweisen. [Rababah et al. 2012]

Die Limitierungen von Maismehl zum Brotbacken stellen jedoch die gelbe Farbe und das intensive Maisflavour dar. [Hager et al. 2012]

2.2.5 Inhaltsstoffe von Maismehl, Hirsemehl und Weizenmehl im Vergleich

Maismehl und Hirsemehl unterscheiden sich in der chemischen Zusammensetzung von Weizenmehl, wie in Tabelle 1 ersichtlich ist.

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung von Maismehl und Hirsemehl im Vergleich zu Weizenmehl [Rai et al. 2014]

	Weizenmehl	Maismehl	Hirsemehl
Kcal/100 g	377,6	343,2	371,6
Protein %	10,5	11,1	11,7
Fett %	0,9	3,4	3,0
Stärke %	66,9	63,9	72,2
Ballaststoffe %	0,40	2,68	2,3
Aschegehalt %	0,58	1,22	2,2
Wassergehalt %	13,2	14,3	12,4

Maismehl hat einen höheren Fettanteil als Weizenmehl und Hirsemehl. Außerdem beinhaltet es die meisten Ballaststoffe, knapp gefolgt vom Hirsemehl und dem Weizenmehl, das deutlich weniger hat. Der Anteil der Proteine ist bei allen drei Sorten relativ ähnlich. Bezüglich der enthaltenen Stärke ist erkennbar, dass Hirsemehl die höchste Menge der drei Sorten aufweist.

Der Aschegehalt, der Information über den Anteil an Mineralstoffen gibt, ist beim Hirsemehl am höchsten ausgeprägt, gefolgt vom Mais- und dem Weizenmehl.

Bei Betrachtung des Kaloriengehalts kann festgestellt werden, dass Weizen- und Hirsemehl ähnliche Werte haben, wobei Maismehl einen geringeren Kaloriengehalt pro 100 g aufzeigt. [Rai et al. 2014]

In nachfolgender Tabelle 2 sind einige wichtige Inhaltsstoffe der drei verschiedenen Mehle zusammengefasst.

Tabelle 2: Ausgewählte Inhaltsstoffe von Mais-, Hirse- und Weizenmehl [Hager et al. 2012]

	Weizenmehl	Maismehl	Hirsemehl
Phytat (g/100 g)	0,16 ± 0,03	0,09 ± 0,03	0,49 ± 0,02
Polyphenole (mg/100 g)	13,04 ± 0,23	97,85 ± 0,64	103,30 ± 6,06
Calcium (mg/kg)	1797,7 ± 10,5	33,0 ± 1,1	97,6 ± 1,4
Magnesium (mg/kg)	244,0 ± 1,0	315,7 ± 1,5	849,7 ± 8,5
Kalium (mg/kg)	1520,3 ± 8,5	1487 ± 7,0	2581 ± 5
Eisen (mg/kg)	13,4 ± 0,1	9,1 ± 0,1	26,7 ± 0,2

Hirsemehl hat den höchsten Phytatgehalt der drei Sorten. Der Anteil der Polyphenole ist in Weizenmehl mit Abstand am geringsten im Vergleich mit dem Mais- und vor allem dem Hirsemehl, bei dem der Gehalt deutlich höher ist. Weizenmehl enthält deutlich mehr Calcium als die beiden anderen Mehle, und Hirsemehl weist am meisten Magnesium, Kalium sowie Eisen auf.

Bei ZöliakiepatientInnen kommt es häufig zu Nährstoffdefiziten, die zu Gewichtsverlust, Osteoporose und Eisenmangelanämie führen können. In

Studien wurde außerdem von Mängeln an Mineralstoffen wie Calcium, Selen, Magnesium, Zink oder Kupfer berichtet. Diese Defizite sind einerseits die Folge von der Malabsorption und andererseits von einer geringeren Zufuhr durch eine glutenfreie Ernährung beziehungsweise einen erhöhten Bedarf.

Die Proteinqualität von Mais und Hirse ist insgesamt eher mager, da die daraus hergestellten Mehle wenig Gesamtprotein enthalten und zusätzlich auch die Proteineffizienz gering ist. [Hager et al. 2012]

2.3 Biologischer Landbau

Da es sich bei den untersuchten Proben um Produkte aus biologischer Landwirtschaft handelt, wird im Folgenden kurz auf die Besonderheiten und Eigenschaften dieser Bewirtschaftungsform eingegangen.

Lebensmittel aus biologischem Landbau gehören zu den am schnellst wachsenden Abschnitten des europäischen Lebensmittelmarktes. Die KonsumentInnen wollen Lebensmittel kaufen, die Attribute wie *natürlich*, *frischer Geschmack*, *gesund* und *nahrhafter* zeigen. Viele Käufer sind der Überzeugung, dass Produkte aus biologischem Anbau genau diese zuvor genannten Attribute aufweisen, und daher gesünder und schmackhafter als konventionelle Produkte sind. [Lawlor et al. 2003]

Biologischer Landbau verzichtet auf den Einsatz von chemisch synthetischen Düngemitteln, Hormonen, Antibiotika, Bestrahlung und Gentechnik. Verbraucher entscheiden sich häufig für Lebensmittel aus biologischer Landwirtschaft da diese für sie nährstoffreicher erscheinen, und weniger Pestizide und Zusätze enthalten.

In einigen Untersuchungen wurden in Bio-Produkten weniger Nitrate gefunden, was auf jeden Fall erstrebenswert ist. Außerdem fanden Forscher in Blattgemüse aus organischem Anbau höhere Vitamin C- sowie Phenolgehalte. Bei den meisten anderen Nährstoffen wurden jedoch keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zu konventionellen Lebensmitteln gefunden. Weitere

Studien ergaben, dass sich Erzeugnisse aus biologischem und konventionellem Anbau nicht signifikant im Gehalt an Vitaminen, Mineralstoffen oder Kohlehydraten unterscheiden.

Ein eindeutiger Vorteil ist aber, dass Bioprodukte weniger Pestizide enthalten, was sich positiv auf die menschliche Gesundheit auswirkt.

Ein entscheidender Unterschied zum konventionellen Anbau ist, dass beim biologischen Landbau mehr Land notwendig ist, um dieselbe Menge an Lebensmitteln herzustellen. Ob eine komplette Umstellung auf diese Form des Anbaus die weltweite Bevölkerung ernähren könnte bleibt bis zum momentanen Zeitpunkt fraglich. Ein entscheidender Nachteil für viele KonsumentInnen ist, dass Produkte aus biologischem Landbau um durchschnittlich 10 bis 40% teurer sind als vergleichbare Produkte aus konventioneller Bewirtschaftung. Dieser höhere Preis ergibt sich aus zahlreichen Faktoren wie niedrigerer Produktivität oder vermehrten Kosten für Tiernahrung. [Forman et al. 2012]

2.4 Snackprodukte auf Extrusionsbasis

Aufgrund des ansteigenden Komforts und der zunehmenden Bequemlichkeit in der Gesellschaft gewinnen Snackprodukte immer mehr an Bedeutung. Diese Produkte können ohne weitere Zubereitung sofort konsumiert werden und darüber hinaus lange Zeit gelagert werden. Die Auswahl an Snackprodukten wird ständig größer, wobei Snacks auf Cerealien-Basis einen der bedeutendsten Bereiche darstellen.

Die Technologie des Extrudierens geht auf Joseph Bramah zurück, der 1797 den ersten Extrusionsprozess patentieren ließ. Seit den 1970er Jahren wird diese Technologie auch im Lebensmittelbereich angewandt.

Produkte die mithilfe dieses Verfahrens hergestellt werden sind zum Beispiel Frühstückscerealien, Snackprodukte, Säuglingsnahrung, Tiernahrung, Trockensuppen oder Getränketrockenmischungen. [Brennan et al. 2013]

2.4.1 Methode des Extrudierens

Die Qualität der Endprodukte hängt von zahlreichen Parametern ab, wie Qualität der Rohmaterialien, Temperatur, Extruder-Art und Geschwindigkeit.

Es gibt zwei Varianten von Extrudern, den Extrudertyp mit einer Schnecke, der als *single-screw* Extruder bekannt ist, und das Modell mit zwei nebeneinanderliegenden Schnecken, den *twin-screw* Extruder.

Der Mechanismus des Extrudierens besteht darin, dass die Masse mit einer ständig rotierenden Schnecke weiterbewegt wird, und am Ende der Schnecke unter hohem Druck und Temperatur durch eine Öffnung, die Extruder-Düseneinheit, gepresst wird. Diese Öffnung wird als Matrize bezeichnet. Durch den Druck und die Temperatur wird die Masse flüssig, bevor sie am Ende der Röhre durch die Öffnung gepresst wird. Mittels eines rotierenden Messers erfolgt das Schneiden des Produktes. Die schlagartige Druckabnahme im Verbindungsstück zwischen Matrize und Atmosphäre resultiert in einer Verdunstung des gegenwärtigen Wassers. Das bedeutet, dass sich das zuerst geschmolzene Produkt beim Auslass deutlich ausdehnt.

Der Prozess des Extrudierens kombiniert daher das Abmischen, Formen, Texturieren sowie Kochen von Rohmaterialien. [Brennan et al. 2013]

Es handelt sich folglich um eine Kombination aus Hoch-Temperatur und Kurzzeit-Verfahren. [Singh et al., 2007] Die Vorteile des Extrudierens gegenüber anderen Prozess-Technologien sind vielfältig und reichen von kürzeren Prozesszeiten, größerer Produktionskapazität, hoher Flexibilität in den Einsatzmöglichkeiten, bis hin zu niedrigen Betriebskosten. [Giacomino et al. 2013]

2.4.2 Veränderungen im Produkt beim Extrudieren

Das Verfahren des Extrudierens bewirkt im Produkt zahlreiche Veränderungen der physikalischen Eigenschaften wie der Dichte und Textur, aber vor allem der

Expansion des Produktes. Es kommt aber auch zu chemischen Modifikationen wie der Verkleisterung von Stärke, der Veränderung der Fette, der Denaturierung der Proteine und der Inaktivierung von Enzymen. [Jain et al. 2013]

Diese Technologie kann die Verdaubarkeit von Proteinen und Stärke je nach Prozessbedingung sowohl positiv als auch negativ beeinflussen und die Bioverfügbarkeit von Nährstoffen modifizieren. [Brennan et al. 2013]

Extrudierte Produkte weisen veränderte sensorische Eigenschaften, wie zum Beispiel erhöhte Knusprigkeit auf. [Brennan et al. 2013] Diese ist ein wichtiges Attribut, da sie gleichzeitig mit der Frische eines Produktes einhergeht. Die Knusprigkeit eines Produktes kann durch Adsorption der Umgebungsfeuchtigkeit verloren gehen. Die Folge ist eine Ablehnung des Produktes durch die KonsumentInnen. [Piazza et al. 2008]

Außerdem werden sowohl die natürliche Farbe als auch das Flavour beibehalten. [Jain et al. 2013]

2.4.2.1 Proteine und Aminosäuren

Der Protein-Nährwert hängt von der Quantität, Verdaubarkeit und Verfügbarkeit von essentiellen Aminosäuren ab. Der Vorteil des Extrudierens besteht in der Zerstörung von antinutritiven Faktoren, vor allem von Trypsin Inhibitoren, Tanninen, Phytaten und Hämagglutininen, die ansonsten die Protein Verdaubarkeit hemmen könnten. Diese ist bei extrudierten Produkten höher als bei nicht extrudierten. Eine mögliche Ursache hierfür könnte die Denaturierung von Proteinen und die Inaktivierung der erwähnten antinutritiven Faktoren darstellen.

In Getreide ist Lysin diejenige essentielle Aminosäure, die am meisten limitiert ist. Daher liegt beim Extrudieren ein Fokus auf der Aufrechterhaltung von Lysin. Um dieses Ziel zu erreichen, ist es wichtig beim Prozess Temperaturen von maximal 180°C sowie Wassergehalte von mindestens 15% einzuhalten.

Ein Problem beim Extrudieren stellt die mögliche Bildung von Acrylamid dar. Es handelt sich um ein Karzinogen, das bei hohen Temperaturen aus Aminosäuren in Gegenwart von reduzierenden Zuckern gebildet wird. Die wesentliche Aminosäure die zur Bildung von Acrylamid beiträgt ist Asparagin. Die Verwendung von Rohmaterialien mit niedrigen Gehalten dieser Aminosäure führt zu Endprodukten mit geringen Mengen an Acrylamid. Reis, Mais und Weizen weisen weniger Asparagin auf als Roggen.

2.4.2.2 Stärke

Stärke besteht aus Amylose- und Amylopektin-Molekülen, die zusammen ein Polysaccharid bilden und bei der Gelbildung während des Extrudierens mitwirken. Bei dieser Technologie werden Komplexe aus Amylose und Lipiden gebildet, wobei die Menge sowohl vom vorkommenden Stärke- als auch Lipidtyp im Lebensmittel abhängt. Monoglyceride und freie Fettsäuren bilden leichter derartige Komplexe als Triglyceride. [Singh et al. 2007]

2.4.2.3 Lipide

Lipide sind eine heterogene Gruppe von nicht-polaren Bestandteilen. Die häufigste vorkommende Form in Lebensmitteln sind Triglyceride, bei denen drei Fettsäuren mit einem Glycerolmolekül verestert sind. [Camire 2001] Lipide kommen in Getreide vor allem in der Kleie und dem Keimling vor. Diese Bestandteile werden während des Mahlens entfernt, um eine bessere und längere Lagerung zu ermöglichen. Das Extrudieren von Produkten mit sehr hohem Lipidanteil ist nicht ratsam, da die Umdrehung der Schnecke verlangsamt wird und die Expansion oft geringer ausfällt, weil sich kein so hoher Druck aufbauen kann. [Camire 2000]

Geringe Fettgehalte von weniger als 5% verbessern hingegen die Extrusions-Resultate, da die Textur positiv beeinflusst wird.

Während des Extrudierens kommt es sowohl durch die hohe Temperatur als auch durch die Zerstörung der Pflanzenzellwände zur Freisetzung der Lipide aus den Zellen.

In einer Studie von Nierle et al. [1980] wurde herausgefunden, dass bei extrudiertem Mais der Fettanteil um durchschnittlich 40% geringer war als bei der nicht-extrudierten Ware. [Nierle et al. 1980] Eine mögliche Erklärung dafür war, dass ein gewisser Anteil der Lipide beim Durchtritt durch die Matrize als freies Öl verloren geht, dies ist aber nur bei sehr fettreichen Lebensmitteln wie Soja relevant. Eine andere Begründung könnte die Bildung von Komplexen mit Amylose oder Proteinen sein. [Camire 2000]

Freie Fettsäuren entstehen im Lebensmittel durch Hydrolyse von Triglyceriden durch Lipasen sowie bei hoher Temperatur. Das Vorkommen dieser freien Fettsäuren führt im Produkt zu Off-Flavour und auch die Lagerung wird negativ beeinflusst. Extrudieren kann die Bildung dieser Fettsäuren verhindern, indem hydrolytische Enzyme denaturiert werden, [Camire et al. 1990] wodurch die Fettoxidation im Produkt vorgebeugt werden kann. Grundsätzlich würde diese aufgrund der vergrößerten Oberfläche im extrudierten Produkt begünstigt ablaufen. Außerdem sind Lipide, die an Stärke gebunden sind, weniger anfällig gegenüber Oxidation. [Arora und Camire 1994]

Das Extrudieren von Lebensmitteln mit geringem Fettgehalt führt daher zu Endprodukten, die einen höheren Nährwert und bessere sensorische Eigenschaften aufweisen sowie weniger anfällig für Lipid-Oxidation sind. [Singh et al. 2007]

2.4.2.4 Vitamine und Mineralstoffe

Vitamine unterscheiden sich hinsichtlich ihrer chemischen Struktur, daher ist auch die Stabilität während der Extrusion verschieden. Die Abbaurate hängt von zahlreichen Faktoren wie Temperatur, pH-Wert, Licht, Sauerstoff, Feuchtigkeit und auch Zeit ab. Eine Verminderung der Temperatur begünstigt den Erhalt der Vitamine.

Extrudieren kann die Absorption von Mineralstoffen verbessern, indem andere Faktoren, die diese hemmen, reduziert werden. So wird zum Beispiel Phytat zu Phosphat-Molekülen hydrolysiert, das ansonsten unlösliche Komplexe mit Mineralstoffen bilden könnte. [Singh et al. 2007]

2.4.3 Extrudieren zur Herstellung von glutenfreien Snackprodukten

Die meisten Snackprodukte werden aus stärkebasierten Lebensmitteln wie Mais, Reis, Kartoffeln oder Weizen hergestellt. Folglich weisen sie einen hohen Stärkegehalt auf, enthalten jedoch niedrige Nährstoffmengen an Ballaststoffen, Spurenelementen und Vitaminen. [Brennan et al. 2013]

Die Verwendung von Mais für die Herstellung extrudierter Snacks hat gezeigt, dass es zu Produkten mit guten ernährungsphysiologischen, physikalischen und sensorischen Eigenschaften kommt. [Rodríguez-Miranda et al. 2011]

Extrudieren eignet sich besonders gut für die Herstellung von glutenfreien Snacks, da Stärke der wichtigste Bestandteil ist, um eine hohe Expansionsrate zu erhalten, und nicht wie bei der Brotherstellung das Vorkommen von Gluten essentiell ist. Aus diesem Grund werden vor allem verschiedene Getreidesorten als Basiszutat genommen. Diese sind meist arm an Proteinen und haben außerdem aufgrund ihres niedrigen Gehaltes an essentiellen Aminosäuren eine geringe biologische Wertbarkeit. [Ibanoğlu et al. 2006]

KonsumentInnen verlangen jedoch immer mehr nach qualitativ hochwertigen Produkten, die einen hohen Nährwert aufweisen sowie zur Erhaltung der Gesundheit beitragen. Das bedeutet, dass nach momentanem Verlangen der Verbraucher ein Snackprodukt den Hunger stillen, wenig Fett aber viele Ballaststoffe enthalten, und wenn möglich mit Vitaminen und Mineralstoffen angereichert werden soll. [Brennan et al. 2013] Diese Produkte sollen jedoch auch leistbar sein und dürfen daher nicht extrem teuer sein.

Mittels Extrudieren können Snackprodukte hergestellt werden, die einen geringen Fettgehalt haben und kein Cholesterin enthalten. [Jain et al. 2013]

Die Erhöhung des Nährwertes kann durch die Zugabe von wertvollen Inhaltsstoffen, wie sekundären Pflanzenstoffen erreicht werden. [Brennan et al. 2013] Als Zutaten eignen sich besonders gut Früchte, Gemüse oder Leguminosen in verschiedensten Varianten, wie getrocknet oder pulverisiert. [Ibanoğlu et al. 2006]

Diese Forderung nach nährstoffreichen und energiearmen Snacks bringt für die Hersteller zahlreiche Herausforderungen mit sich. Die resultierenden Produkte sind oft härter, expandieren weniger und schneiden bei sensorischen Tests schlechter ab. [Brennan et al. 2013]

3 Material und Methoden

3.1 Material

Bei den untersuchten Produkten handelte es sich um Maiswaffeln und Hirse-Mais-Bällchen in unterschiedlichen Variationen. Insgesamt bestand das Untersuchungsmaterial aus elf Proben.

Bei der Kategorie der Hirse-Mais-Bällchen wurden sechs Proben sensorisch untersucht (Abb. 2):

- Hirsebällchen
- Maisbällchen
- Hirse-Mais-Bällchen mit Amaranth und Tomate (H-M-A-Tomatenbällchen)
- Hirse-Mais-Bällchen mit Amaranth und Paprika (H-M-A-Paprikabällchen)
- Hirse-Mais-Bällchen mit Amaranth (H-M-Amaranthbällchen)
- Hirse-Mais-Bällchen mit Amaranth und Spirulina (H-M-A-Spirulinabällchen)

Bei den Maiswaffeln wurden die nachfolgenden fünf Produkte sensorisch bewertet (Abb. 3):

- Maiswaffel Natur (MW Natur)
- Maiswaffel mit Amaranth (MW Amaranth)
- Maiswaffel mit Leinsamen (MW Leinsamen)
- Maiswaffel mit Sonnenblumenkernen (MW Sonnenblumenkerne)
- Maiswaffel mit Kürbiskernen (MW Kürbiskerne)



Abbildung 2: Untersuchte Sorten der Hirse-Mais-Bällchen

Die gesamten Produkte wurden von der Firma Lemberona Handels GmbH im Juni 2014 zur Verfügung gestellt. Sie wurden direkt nach der Herstellung in der Originalverpackung bereitgestellt, wobei das Mindesthaltbarkeitsdatum mit September 2015 datiert war.



Abbildung 3: Analyzierte Sorten der Maiswaffeln

3.1.1 Charakterisierung der Produkte

Die verwendeten Zutaten der einzelnen Produkte sind in den nachfolgenden Tabellen 3 (Bällchen) und 4 (Waffeln) dargestellt.

Bei den Hirse-Mais-Bällchen mit zusätzlichen Zutaten wurde aufgrund geschmacklicher Gründe auch jeweils 1% Salz hinzugefügt. Der Anteil an Amaranthmehl, Tomaten-, Paprika- sowie Spirulinapulver betrug je 5% (Tab. 3)

Tabelle 3: Zutaten der Hirse-Mais-Bällchen

	Hirse	Mais	H-M-A- Tomate	H-M-A- Paprika	H-M- Amaranth	H-M-A- Spirulina
Hirsemehl	100%	-	30%	30%	30%	30%
Maismehl	-	100%	59%	59%	64%	59%
Tomatenpulver	-	-	5%	-	-	-
Paprikapulver	-	-	-	5%	-	-
Amaranthmehl	-	-	5%	5%	5%	5%
Spirulinapulver	-	-	-	-	-	5%
Salz	-	-	1%	1%	1%	1%

Tabelle 4: Zutaten der Maiswaffeln

	MW Natur	MW mit Amaranth	MW mit Leinsamen	MW mit Sonnenblumenkern	MW mit Kürbiskern
Maisgrütze	100%	95%	95%	92,5%	92,5%
Amaranth	-	5%	-	-	-
Leinsamen	-	-	5%	-	-
Sonnen- blumenkern	-	-	-	7,5%	-
Kürbiskern	-	-	-	-	7,5%

Bei den Waffeln mit Sonnenblumenkernen und Kürbiskernen betrug der zugefügte Anteil aus geschmacklichen Gründen 7,5% und bei den Waffeln mit Amaranth und Leinsamen nur 5% (Tab. 4).

Die Kaloriengehalte und Fettgehalte der Mais und Hirse Snacks sind in Tabelle 5 aufgelistet. Der Fettgehalt der Hirse und Mais Snacks lag in einem Bereich von 1,1 bis 4,9 g/100 g, wobei sich die unterschiedlichen Werte durch die verschiedenen Zutaten und deren Fettgehalte ergaben.

Der Kaloriengehalt der Hirse-Mais Snacks betrug zwischen 350 und 389 kcal/100 g (Tab. 5).

Tabelle 5: Kalorien- und Fettgehalt der Hirse-Mais-Snacks

Produkt	Kaloriengehalt (kcal/100 g)	Fettgehalt (g/100 g)
Hirsebällchen	389	3,4
Maisbällchen	350	1,1
H-M-A-Tomatenbällchen	360	2,2
H-M-A-Paprikabällchen	362	2,7
H-M-A-Amaranthbällchen	360	2
H-M-A-Spirulinabällchen	365	2,2
Maiswaffel Natur	350	1,1
Maiswaffel mit Amaranth	352	1,4
Maiswaffel mit Leinsamen	355	2,6
Maiswaffel mit Sonnenblumenkern	368	4,7
Maiswaffel mit Kürbiskern	371	4,9

3.1.2 Herstellung und Kennzeichnung der Produkte

Die Produkte wurden mittels der Technologie des Extrudierens hergestellt. Das Hirsemehl und/oder Maismehl wurde samt weiteren Zutaten wie beispielsweise Tomatenpulver oder Leinsamen vermischt und mit 15-20% Wasser benetzt. Die Menge des zugefügten Wassers richtete sich nach der Güte des Rohproduktes, das bedeutet, ob dieses trocken oder feucht ist. Durch die Benetzung mit Wasser wurde die Mischung leicht feucht, es entstand aber kein typischer Teig. Die Mischung wurde danach in den *twin-screw* Extruder mit zwei nebeneinanderliegenden Schnecken gefüllt, der eine Länge von etwa 55 cm hatte. Die Temperatur betrug beim Extrudieren im Durchschnitt 140°C, der Druck 150 bar. Das Produkt befand sich circa 5 bis 7 Sekunden im Extruder, bevor es die Matrix erreichte und dadurch expandierte. Durch Verändern der Geschwindigkeit des rotierenden Messers konnte die Form des Endproduktes gewählt beziehungsweise angepasst werden.

Um die verbleibende Restfeuchte im Produkt zu entfernen, wurde es im Ofen bei 110°C für 4 bis 4,5 Minuten schonend nachgebacken.

Da es sich um glutenfreie Produkte handelte, wurden nur dementsprechende Zutaten verwendet.

Für ZöliakiepatientInnen ist die Tatsache der Glutenfreiheit von höchster Priorität, da sie die Sicherheit brauchen, dass die konsumierten Produkte wirklich glutenfrei sind. Daher wurde sowohl mittels externer Glutenanalyse bei einer anerkannten Analysestelle, als auch selbst mittels Gluten-Test-Kit die Glutenfreiheit aller Zutaten sowie der Endprodukte überprüft. Der Glutengehalt lag bei allen Produkten unter 20 ppm.

Die untersuchten Proben enthielten alle auf der Verpackung das anerkannte Symbol der durchgestrichenen Ähre.

Da der Glutengehalt bei allen Proben unter 20 ppm betrug, war die Kennzeichnung *glutenfrei* samt beigefügtem Zeichen rechtlich gesehen in Ordnung.

3.2 Methoden

3.2.1 Fragebogen

Da die untersuchten Hirse/Mais Snacks als Bio-Produkte verkauft werden, wurde ein Fragebogen entwickelt, um das Verhalten der KonsumentInnen gegenüber Produkten biologischen Landbaus evaluieren zu können. Es wurden sowohl demographische Daten erhoben, als auch Informationen über die Kauf- und Konsumeigenschaften von biologischen und glutenfreien Produkten sowie den analysierten Proben.

Die vorliegende Studie zielte auch darauf ab, zu überprüfen, ob die Verbraucher tatsächlich Produkte des biologischen Landbaus mit Attributen wie *natürlich*, *frischer Geschmack*, *gesund* oder *nahrhafter* assoziieren.

Die Einteilung der Altersgruppen der Befragten erfolgte in Anlehnung an die altersgemäße Einteilung der Aufnahme der Nährstoffe gemäß DACH-Referenzwerten von Jugendlichen und Erwachsenen. [D-A-CH 2013]

Es gab jedoch leichte Abweichungen in der Gruppenaufteilung, da die Einteilung der Erwachsenen im Bereich von 25 bis 51 Jahren zu weitflächig erschien. Durch die Aufspaltung dieser Kategorie in mehrere Altersgruppen sollte der Einfluss des Alters auf bestimmte Fragestellungen, wie das Kaufverhalten von Produkten biologischen Ursprunges, herausgefunden werden.

In der vorliegenden Studie wurden daher die Auswertungen unter Berücksichtigung verschiedener Altersgruppen sowie des Geschlechts durchgeführt.

Die gewählte Unterteilung der Altersgruppen lautete:

- < 19 Jahre
- 19 - 30 Jahre
- 31 - 50 Jahre
- 51 - 64 Jahre
- > 65 Jahre

Der Fragebogen, der den Befragten vorgelegt wurde, ist im Folgenden dargestellt:

Fragebogen zu

„Sensorische Evaluierung und Konsumentenbeurteilung von Bio Mais und Hirse Snackprodukten aus Österreich“

Ich bitte Sie die folgenden Fragen vollständig und wahrheitsgetreu auszufüllen. Sie unterstützen mich dadurch bei meiner Masterarbeit mit dem Thema „Sensorische Evaluierung und Konsumentenbeurteilung von Bio Mais und Hirse Snackprodukten aus Österreich“. Ihre Daten werden selbstverständlich vertraulich und anonym behandelt, und nicht an Dritte weitergegeben.

Vielen Dank für Ihre Mithilfe.

Teilnehmernummer:

Datum:

1. Geschlecht

☐ männlich

☐ weiblich

2. Alter (in Jahren)

☐ <16

☐ 16-20

☐ 21-30

☐ 31-45

☐ 46-59

☐ ≥60

3. Körpergröße: _____cm

4. Gewicht: _____kg

5. Beruf

☐ Schüler / Lehrling

☐ Student

☐ Arbeiter

☐ Angestellter

☐ Beamter

☐ Selbstständiger

☐ Unbeschäftigt

☐ Pensionist

6. Höchster erreichter Bildungsgrad

☐ Hauptschule

☐ Lehre

☐ höher bildende Schule ohne Matura

☐ höher bildende Schule mit Matura

☐ Universitäts-/Fachhochschulabschluss

☐ _____

7. Nationalität

☐ Österreich

☐ Andere: _____

8. Kaufen Sie bewusst Bio Produkte?

☐ Ja

☐ Nein

9. Wenn ja, wie oft kaufen Sie diese?

☐ jeden Tag

☐ 3-4x/Woche

☐ 1-2x/Woche

☐ seltener (z.B. 1-2x/Monat)

10. Essen Sie Bio Produkte?

☐Ja

☐Nein

11. Wenn ja, wie oft essen Sie diese?

☐jeden Tag

☐3-4x/Woche

☐1-2x/Woche

☐seltener (z.B. 1-2x/Monat)

12. Worin besteht für Sie der größte Vorteil der Bio-Produkte?

☐sie sind gut für die Gesundheit

☐sie haben einen höheren Nährwert (Inhaltsstoffe)

☐Anderes: _____

☐sie haben einen besseren Geschmack/Flavour ☐ich sehe keinen Vorteil

13. Achten Sie beim Kauf auf die Angabe „glutenfrei“?

☐Ja

☐Nein

14. Leiden Sie an Zöliakie (= Glutenunverträglichkeit: Weizen, Roggen, Gerste, und teilweise Hafer werden nicht vertragen)?

☐Ja

☐Nein

Bitte führen Sie jetzt die Präferenz- und Akzeptanzprüfung durch. Die restlichen Fragen bitte erst danach beantworten.

15. Wie häufig essen sie Snacks wie Chips, Popcorn,..?

☐jeden Tag

☐3-4x/Woche

☐1-2x/Woche

☐seltener (z.B. 1-2x/Monat)

☐nie

16. Denken Sie Mais-/Hirsebällchen bzw. Maiswaffeln könnten eine gute Alternative zu Snacks wie Chips oder Popcorn sein?

☐Ja

☐Nein

17. Würden Sie diese kaufen?

☐auf jeden Fall

☐vielleicht

☐sicher nicht

18. Wenn ja, würden Sie diese auch essen?

☐Ja

☐Nein

19. Wenn nein, warum nicht? _____

3.2.1.1 Statistische Auswertung

Es wurden mit dem Statistik Programm IBM SPSS Statistics 22 und Microsoft Office Excel 2010 Häufigkeitstabellen sowie unterschiedliche Balkendiagramme erstellt.

Da bei einer Fragestellung (Frage 12) Mehrfachantworten möglich waren, wurde ein Mehrfachantwortenset erstellt. [Janssen und Laatz 2013]

Mithilfe der Software SPSS Statistics wurden außerdem mögliche Zusammenhänge zwischen einigen Variablen untersucht.

3.2.1.2 Charakterisierung der Probanden

Insgesamt nahmen 121 Personen an der Befragung teil, davon 49 Männer und 72 Frauen. Der Frauenanteil an der Studie war demzufolge 59,5% und der Männeranteil 40,5%.

Es gab keine Teilnehmer der Altersgruppen *<19 Jahre* sowie *>65 Jahre*, alle Befragten waren zwischen 19 und 64 Jahren alt.

Die Altersverteilung der KonsumentenInnen wurde graphisch in Form eines Balkendiagrammes (Abb. 4) dargestellt.

66,1% der TeilnehmerInnen war zwischen 19 und 30 Jahren alt, 25,6% war 31 bis 50 Jahre, der Rest der Befragten war zwischen 51 und 64 Jahren.

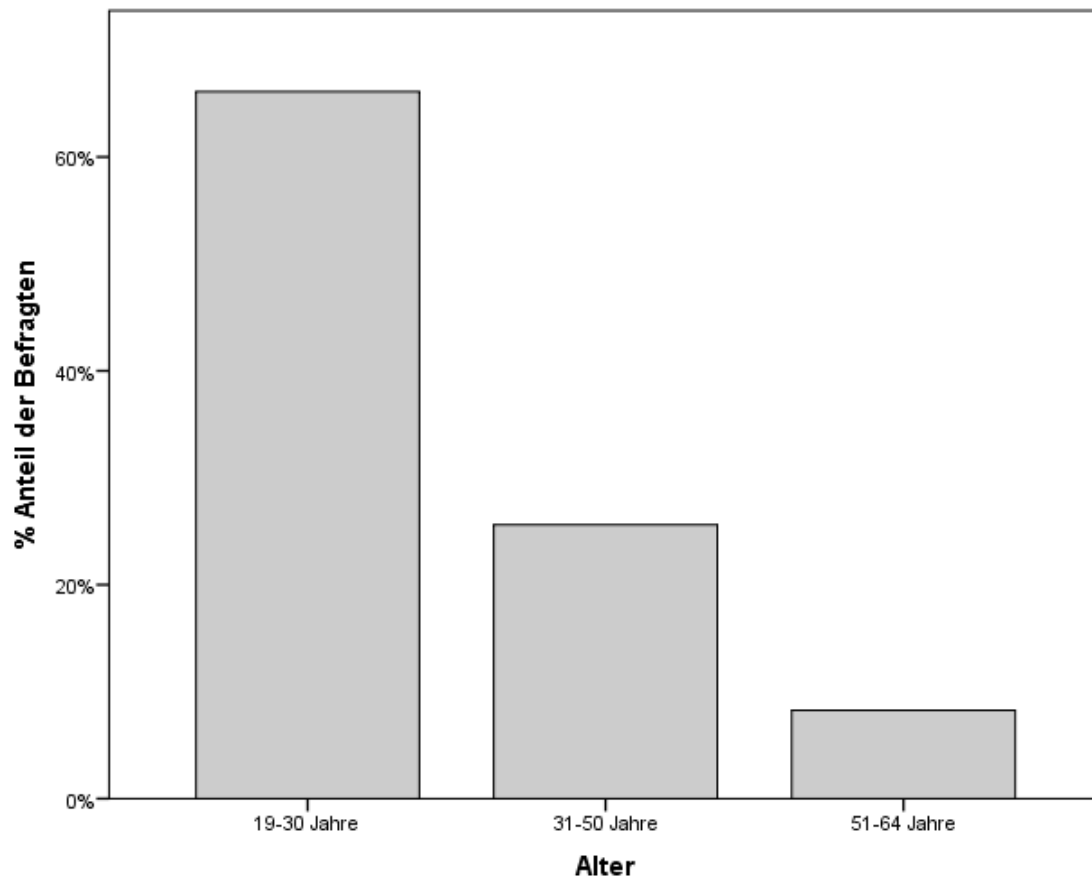


Abbildung 4: Altersverteilung der Probanden

Der Großteil der Befragten (54,5%) waren Studenten, gefolgt von Angestellten (23,1%), Arbeitern (9,1%) und Beamten (7,4%). Jeweils 2,5% der Befragten gaben an Selbstständige bzw. Pensionisten zu sein und 0,8% der TeilnehmerInnen waren Schüler oder Lehrlinge (Abb. 5).

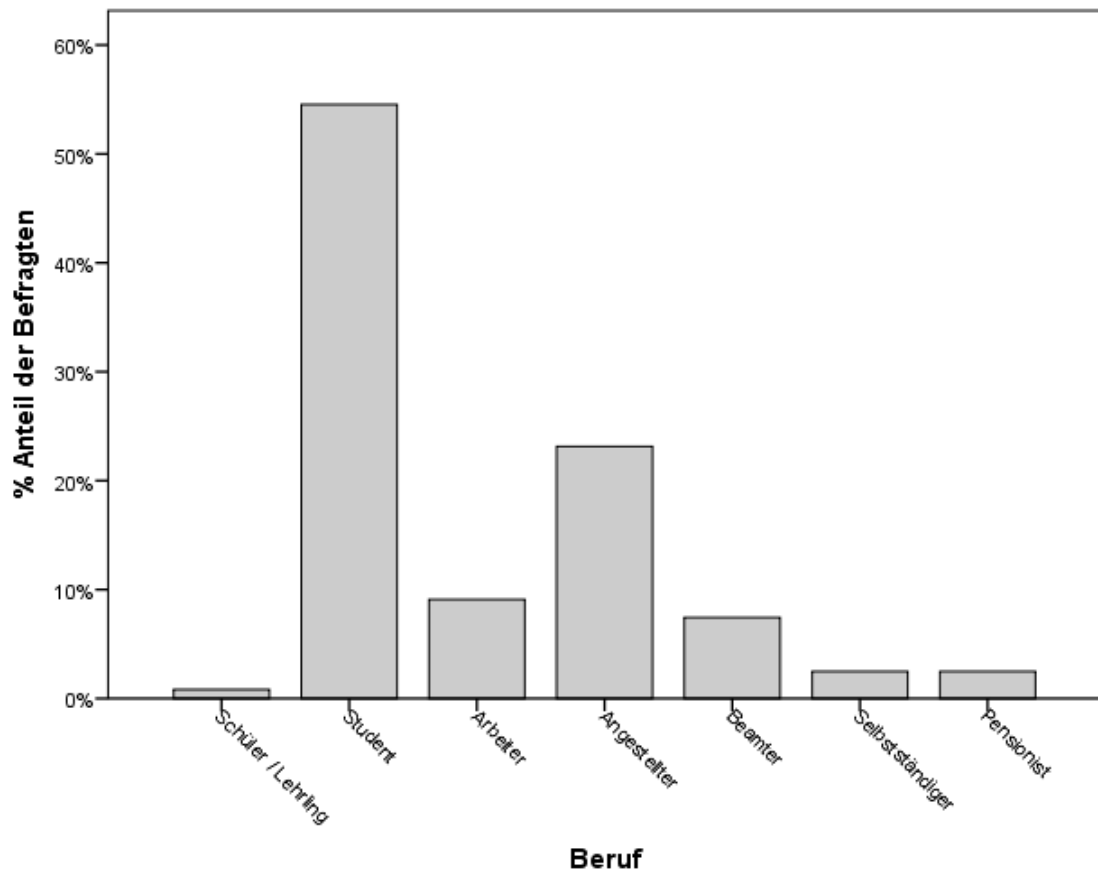


Abbildung 5: Berufsverteilung der Probanden

38,8% der Probanden hatten einen Universitäts- bzw. Fachhochschulabschluss, 33,9% wiesen einen Maturaabschluss auf. 15,7% absolvierten als höchsten Bildungsgrad eine Lehre, gefolgt von 8,3%, die eine höher bildende Schule ohne Matura besuchten, sowie 2,5% die einen Hauptschulabschluss vorwiesen.

Von den 121 Verbrauchern waren 110 Personen Österreicher und 11 TeilnehmerInnen sagten aus eine andere Nationalität zu besitzen.

Da es sich bei den untersuchten Proben um glutenfreie Produkte handelte, wurde hinterfragt, ob die KonsumentInnen auf die Angabe *glutenfrei* auf der Verpackung achten würden oder nicht. (Abb.6)

Bei der Altersgruppe der 19-30 Jährigen achtete keiner der männlichen Befragten auf die Angabe der Glutenfreiheit, bei den weiblichen Probanden gaben nur 3,8% an, darauf aufzupassen.

In der Altersgruppe der 31 bis 50 Jährigen gaben mehr Frauen (21,4%) als Männer (5,9%) an, dass sie auf die glutenfreie Deklaration Acht geben würden. Keiner der Befragten der Altersgruppe 51-64 Jahre achtete auf diese Angabe.

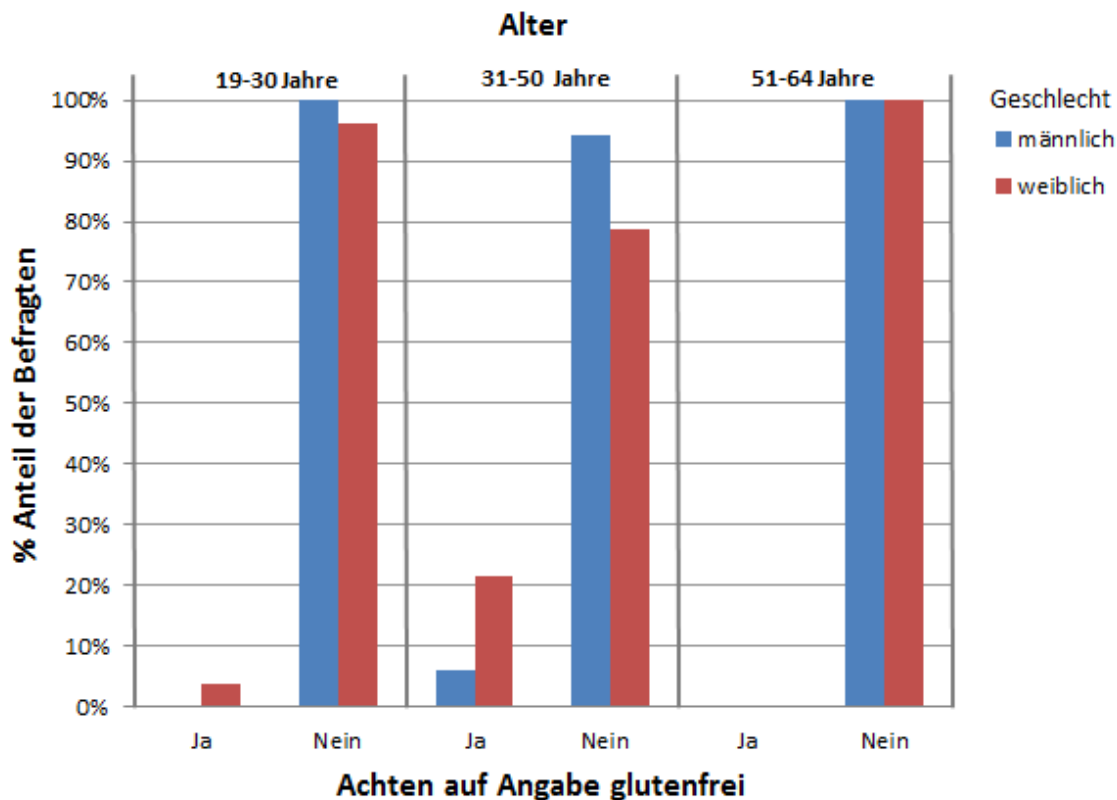


Abbildung 6: Beachtung der Angabe *glutenfrei* unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes

Die Tatsache, ob Personen auf die Glutenfreiheit der Waren achten, hängt auch davon ab, ob sie an Zöliakie leiden.

Es stellte sich heraus, dass insgesamt 5 Personen, das heißt 4,1% der Befragten, an Zöliakie litten. Beim Betrachten des Balkendiagrammes (Abb. 7) konnte festgestellt werden, dass bei der vorliegenden Studie mehr Frauen als Männer betroffen waren. Der höchste Anteil der erkrankten Personen fand sich in der Gruppe der 19-30 Jährigen, in der sowohl männliche (3,7%) als auch weibliche (5,7%) Probanden das Vorliegen der Krankheit bestätigten. In der Altersgruppe der 31 bis 50 Jährigen gaben 7,1% der Frauen an, an der Erkrankung zu leiden. Bei den 51 bis 64 Jährigen lag in dieser Studie bei niemandem eine Zöliakie vor.

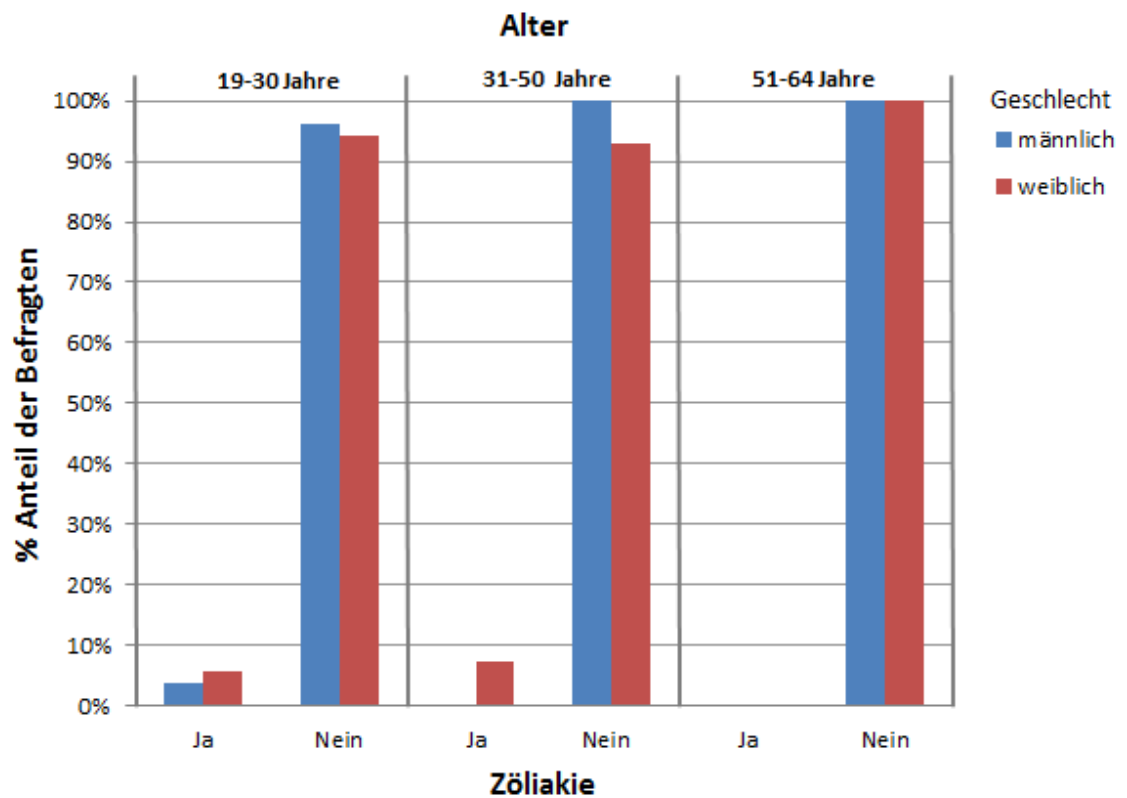


Abbildung 7: Auftreten von Zöliakie unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes

3.2.2 QDA

3.2.2.1 Prinzip der Methode

Bei der Quantitativen Deskriptiven Analyse handelt es sich um eine deskriptive sensorische Prüfung, im Rahmen derer von geschulten Testpersonen verschiedene Produktattribute in ihrer Intensität mithilfe einer unipolaren Skala bewertet werden. Das Ergebnis einer deskriptiven Prüfung sind Produktprofile, mit denen die untersuchten Produkte verglichen werden können. [Derndorfer 2010]

3.2.2.2 Durchführung

Die Quantitative Deskriptive Analyse wurde pro Produktgruppe (Maiswaffeln und Hirse-Mais-Bällchen) an einem separaten Tag in jeweils 2 Wiederholungs-Sessions durchgeführt. Diese fanden am 24. und 26. Juni 2014 jeweils um 10 und 13 Uhr statt.

Bei der QDA der Hirse-Maisbällchen nahmen 10 PannelistInnen an der Analyse teil, dadurch ergaben sich mit der Messwiederholung insgesamt 20 Werte. Bei der Quantitativen Deskriptiven Analyse der Maiswaffeln waren 11 PannelistInnen beteiligt, wodurch im Ganzen 22 Messwerte erlangt wurden.

Die QDA, die sich in zwei Phasen gliedert, wurde nach Stone et al. [1974] durchgeführt. [Stone et al. 1974]

In der ersten Phase der QDA wurden die Aussehens-, Geruchs-, Flavour-, Geschmacks-, Mundgefühl-, Nachgeschmack- sowie die auditiven Attribute festgelegt und definiert.

Die untersuchten Attribute der beiden Produktgruppen sind in nachfolgender Tabelle 6 samt Definitionen und Bedeutung der Ankerpunkte der Skalen zusammengefasst.

Bei der verwendeten Skala handelte es sich um eine stufenlose Linienskala mit den Ankerpunkten 0 und 10. Die Intensität des jeweiligen Attributes stieg von 0 - nicht wahrnehmbar - bis zu 10 - stark wahrnehmbar - an.

Tabelle 6: Attributenliste der Hirse-Maisbällchen und Maiswaffeln

Deutsch		English			
Attribut	Definition	Attribute	Definition	Skala	Literaturquelle
Aussehen		Appearance			
Farbe	Ausmaß der Farbtintensität von hell bis dunkel	Color intensity	The strength of the color from dark to light	hell - dunkel	modifiziert nach [Callejo 2011]
Geruch / Flavour		Odor / Flavour			
Hirseartig	Geruch / Flavour von gekochter Hirse	Sorghum porridge aroma	Intensity of the aroma of cooked sorghum	nicht - stark wahrnehmbar	[Anyango et al. 2011]
Maisartig	Geruch/Flavour wie gekochter Mais (Maiskolben), Mais-Mahlzeit, und andere Mais-Produkte	Maize-flavour	Tastes like boiled maize (cobs), maize-meal, and other maize products	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Kobue-Lekalake 2008]
Kräutergeruch/ Flavour	Geruch/Flavour wie Gras, Kleie, Kräutertee, strohig, Heu, Weizenkleie Flocken	Herbal aroma	Smells like grass, bran, herbal tea, straw-like, hay, wheat bran flakes	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Kobue-Lekalake 2008]
Modrig (erdig)	Geruch / Flavour von nassem Getreide und feuchter Erde	Musty (earthy)	The aromatics associated with wet grain and damp earth	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Callejo 2011]
Getoastet	Der Geruch / Flavour von Brot und Krume nach dem Backen/Erhitzen	Toasted	The odor impression of bread and crumb after baking/heating	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Callejo 2011]
Verbrannt	Der scharfe, beißende Geruch/Flavour eines Produktes das zu lange gebacken wurde	Burnt	The sharp, acrid note of a product that has been overbaked	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Lotong et al. 2000]
Tomate	Der Geruch/Flavour der mit Tomaten assoziiert wird, der als süß, fruchtig, erdig, reif und sauer beschrieben werden kann	Tomato ID	The aromatics commonly associated with tomato, which may be described as sweet, fruity, earthy, viney, ripe and sour (citric)	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Hongsoongnern und Chambers IV 2008]
Paprika	Der Geruch/Flavour der mit Paprika assoziiert wird	Bell pepper	Aroma associated with freshly cut green vegetable	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Drake et al. 2001]

Spirulina	Der Geruch/Flavour der mit Spirulina Pulver assoziiert wird	Spirulina	Intensity associated with spirulina powder	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Singh et al. 2013]
Amaranth	Der Geruch/Flavour der mit Amaranth assoziiert wird, mit den Charakteristika von leichter Bitterkeit und grasigem Nachgeschmack	Amaranth	Characteristics of slight bitterness, grassy aftertaste, appealing look	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Fouladkhah et al. 2011]
Leinsaat	Der Geruch/Flavour der mit Leinsaat assoziiert wird	Grain/Flax	Aroma and flavor associated with the smell and taste of milled flaxseed	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Aliani et al. 2012]
Sonnenblumenkerne	Der Geruch/Flavour wie Sonnenblumenkerne	Sunflower seed-like	Odor or taste reminiscent sunflower seeds	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Bendini et al. 2011]
Kürbiskerne	Der Geruch/Flavour von Kürbiskernen	Taste of cooked pumpkin	Characteristic taste of cooked pumpkin	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Gajewski et al. 2008]
Fremdgeruch /Fremdflavour	Andere wahrgenommene Gerüche/ Flavour beim Schnüffeln vom Produkt. Ein Geruch /Flavour das nicht natürlich ist, und durch Verderb, Kontamination oder das Verpackungsmaterial entsteht	Other Off-odours	Other detected odour impressions perceived by sniffing the product	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Blanda et al. 2010]
Geschmack		Taste			
sauer	Grundgeschmacksart, Geschmack von Zitronensäure-Lösung	sour	A basic taste factor of which citric acid is typical	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Callejo 2011]
bitter	Grundgeschmacksart, Geschmack von Koffeinlösung	bitter	Fundamental taste sensation of which caffeine or quinine is typical	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Callejo 2011]
salzig	Grundgeschmacksart, Geschmack von NaCl-Lösung	salty	Fundamental taste sensation elicited by sodium chloride	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Callejo 2011]
Mundgefühl		Mouthfeel			

Adstringenz	Eine Sensation die im Mund verweilt, den Mund, Gaumen und Zunge benetzt, trocknet und betäubt.	astringent	Intensity of a lingering sensation that coats, dries and numbs the mouth, palate and tongue	nicht - stark wahrnehmbar	[Nkhabutlane et al. 2014]
Kauvorgang	Anzahl der Kaubewegungen, die benötigt werden um das Produkt zu Kauen vor dem Schlucken	Chewiness	Number of chews required before bread is ready for swallowing	kein - starker Kauvorgang	modifiziert nach [Nkhabutlane et al. 2014]
Festigkeit	Benötigte Kraft um das Produkt zu Kauen vor dem Schlucken	Firmness of first bite	Force required by molars to bite bread	nicht fest - sehr fest	modifiziert nach [Nkhabutlane et al. 2014]
Trockenheit	Ausmaß an Trockenheit vom Produkt während dem Kauen	Dryness	Degree of dryness while chewing	nicht - stark wahrnehmbar	[Nkhabutlane et al. 2014]
Haftfähigkeit	Bewertung nach dem Pressen vom Produkt zwischen Zunge und Gaumen. Ausmaß, in dem sich das Produkt an den Gaumen anhaftet.	Adhesiveness	Analysis after compression between the tongue and palate. Degree to which the product adheres to the palate.	nicht - stark wahrnehmbar	[Callejo 2011]
Bindekraft	Ausmaß in dem das Produkt während des Kauens zusammenhält oder deformiert wird	Cohesiveness	Degree to which bread holds together or deforms while chewing	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Nkhabutlane et al. 2014]
Körnigkeit	Ausmaß in dem das Produkt kleine körnige Partikel enthält	Graininess / Grittiness	Degree to which bread contains small grainy or gritty particles	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Nkhabutlane et al. 2014]
Auditive Eindrücke		Auditory perception			
Knusprigkeit	Geräusch vom Produkt während dem Kauvorgang	Crispness	Noise of food during mastication	nicht - stark wahrnehmbar	[Paula und Conti-Silva 2014]
Nachgeschmack		Aftertaste			
Allgemeiner Nachgeschmack	Verbleibender Eindruck 1 Minute nach dem Schlucken	Overall aftertaste	Intensity of flavour of bread after swallowing	nicht - stark wahrnehmbar	modifiziert nach [Nkhabutlane et al. 2014]

Für die Codierung der unterschiedlichen Proben, die in den nachfolgenden Tabellen 7 und 8 ersichtlich ist, wurden dreistellige Zufallszahlen verwendet.

Tabelle 7: Codierung Hirse-Mais-Bällchen

Hirse-Mais-Bällchen	
367	Hirsebällchen
030	Maisbällchen
693	H-M-A-Tomatenbällchen
146	H-M-A-Paprikabällchen
793	H-M-Amaranthbällchen
452	H-M-A-Spirulinabällchen

Tabelle 8: Codierung Maiswaffeln

Maiswaffeln	
367	Maiswaffel Natur
030	Maiswaffel mit Amaranth
693	Maiswaffel mit Leinsamen
146	Maiswaffel mit Sonnenblumenkernen
793	Maiswaffel mit Kürbiskernen

In der zweiten Phase der Quantitativen Deskriptiven Analyse mussten alle Produktattribute anhand der stufenlosen Linienskala in ihrer Intensität bewertet werden. Diese wurden vor Beginn der Analyse genau mit den Panellisten besprochen und die Definitionen erläutert, sodass jeder Panellist jedes Attribut gleich interpretierte. Die TeilnehmerInnen bekamen außerdem eine komplette Attributen-Liste ausgehändigt, die ihnen auch während der gesamten Durchführung zur Verfügung stand.

Zur besseren Verständnis wurde auch eine Schulung der Panellisten zu einigen Attributen (Geruch sowie Flavour) mit entsprechenden Referenzmustern durchgeführt (Tab. 9).

Tabelle 9: Referenzmuster für bestimmte Attribute

Attribut	Referenzmuster
Hirseartig	Hirse in roher und gekochter Form
Maisartig	Maisgrieß in roher und gekochter Form
Tomate	Tomatenpulver
Paprika	getrocknete Paprikaschote und Paprikapulver
Amaranth	Amaranth in roher und gekochter Form
Spirulina	Spirulinapulver
Leinsaat	brauner Leinsamen
Sonnenblumenkerne	Sonnenblumenkerne
Kürbiskerne	Kürbiskerne
Fremdgeruch / Fremdflavour	Karton- und Plastikverpackung der Produkte

Die Referenzmuster wurden in pulverisierter beziehungsweise getrockneter Form gewählt, da die Zutaten in dieser Form bei der Herstellung der Produkte verarbeitet worden sind. Aus diesem Grund wurden keine frischen Waren, wie beispielsweise frische Tomaten, verwendet. Die Referenzmuster standen den Panellisten während der gesamten QDA ebenfalls weiterhin zur Verfügung.

Alle Analysen wurden im Sensoriklabor am Department für Ernährungswissenschaften der Universität Wien durchgeführt. Die Analysen fanden in zehn getrennten Einzelkabinen bei normaler Raumtemperatur sowie weißem Licht (Tageslichtleuchten sowie Lichtquellen in den Kabinen) statt. Die Kabinen beinhalteten einen weiß-grauen Tisch mit einem Computer, eine verschließbare Durchreiche und ein Waschbecken.

Die zu analysierenden Produkte wurden entsprechend der Codierung auf Tablettis dargeboten, wobei jede Probe einzeln in Alufolie verpackt war.

Den Teilnehmern wurde zu Beginn der Umgang mit der stufenlosen Linienskala im Sensorikprogramm FIZZ auf den Computern in den Kabinen erklärt.

Im Rahmen der Bewertung wurden die Panellisten aufgefordert den Mund zwischen der Verkostung von zwei Produkten zum Neutralisieren mit Wasser zu spülen. Es wurde zusätzlich in der Sensorik-Software FIZZ eine ein-minütige

Pause installiert, die zwischen zwei Proben automatisch abgehalten wurde, bevor mit dem nächsten Produkt fortgefahren werden konnte.

3.2.2.3 Statistische Auswertung

Die Ergebnisse der QDA wurden mithilfe der Sensorik Software FIZZ als Produktprofile in Form von Spiderwebs dargestellt. Diese veranschaulichen für jedes Attribut den Mittelwert aller Panellisten und Wiederholungen. Je weiter ein Wert vom Ursprung entfernt ist, desto stärker ist die Intensität der jeweiligen Eigenschaft ausgeprägt.

Es wurde mit dem Programm FIZZ eine Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt, mit der untersucht werden konnte, ob es signifikante Unterschiede in bestimmten Attributen zwischen den Proben gab.

Am Rande der Produktprofile wurde neben dem jeweiligen Attribut angegeben, ob zwischen den fünf bzw. sechs Produkten ein signifikanter Unterschied in der Bewertung gefunden werden konnte. Wenn kein signifikanter ($p > 0,05$) Unterschied festgestellt wurde, wurde das Attribut in blauer Farbe dargestellt, der Vermerk NS (nicht signifikant) hinzugefügt, und zusätzlich auch der Signifikanzwert angegeben. [BIOSYSTEMES 2011]

Handelte es sich um ein signifikantes Ergebnis, wurde das Attribut in roter Farbe abgebildet. Außerdem wurde mittels Sternen (*) angegeben, welches Signifikanzniveau bei der Berechnung verwendet wurde. Dieses wurde in drei Kategorien unterteilt: signifikant ($p < 0,05$), hoch signifikant ($p < 0,01$) und höchst signifikant ($p < 0,001$). Ein Stern (*) verdeutlichte ein signifikantes ($p < 0,05$), zwei Sterne (**) ein hoch signifikantes ($p < 0,01$) und drei Sterne (***) ein höchst signifikantes ($p < 0,001$) Ergebnis. [BIOSYSTEMES 2011]

Bei denjenigen Attributen bei denen signifikante Unterschiede zwischen den Proben herausgefunden werden konnten, wurde im Anschluss mittels multiplen Paarvergleichen getestet, welche Produkte sich signifikant unterschieden. [Derndorfer 2010] Dazu wurden mit der Sensorik Software FIZZ mehrere Fisher LSD-Tests, also Post-Hoc Tests, durchgeführt.

Dieser Test wurde immer mit dem Signifikanzniveau von 5% ($p < 0,05$) durchgeführt. Bei der Berechnung wurden Gruppen gebildet, die mit Großbuchstaben gekennzeichnet waren. Um herauszufinden, welche Produkte sich in einem Attribut signifikant unterschieden, mussten jeweils die Großbuchstaben, das heißt die zugehörigen Gruppen, beachtet werden. Zwischen Proben mit dem gleichen Großbuchstaben gab es keine signifikanten Unterschiede, da sie ein und derselben Gruppe zugewiesen wurden. Wenn zwei Produkte nicht den gleichen Buchstaben enthielten, das heißt trug eine Probe zum Beispiel den Buchstaben *A* und eine andere *B* gab es zwischen diesen beiden Produkten einen signifikanten Unterschied im betrachteten Attribut.

Das Bällchen bzw. die Waffel die den Buchstaben *A* trugen, wiesen immer die höchste Intensität im beobachteten Attribut auf. So konnte abgesehen vom Erkennen der Signifikanz immer sofort festgestellt werden, welche Produkte die stärkste und schwächste Ausprägung in einem Attribut aufwiesen. [BIOSYSTEMES 2011]

Um die Unterschiede zwischen den untersuchten Proben zu verdeutlichen, wurden mit dem Programm Microsoft Office Excel 2010 Balkendiagramme erstellt, in denen die Ausprägung der Attribute verschiedener Proben vergleichend dargestellt wurde.

3.3 Akzeptanzprüfung

Bei der Durchführung von Akzeptanztests kann sowohl die Gesamtakzeptanz als auch die Akzeptanz bestimmter Attribute untersucht werden. [Derndorfer 2010]

3.3.1 Durchführung

Die Akzeptanztests fanden Ende Juni und Anfang Juli 2014 statt. Die Tests wurden sowohl im Sensoriklabor des Instituts für Ernährungswissenschaften, als auch an anderen Orten der Universität Wien, wie der Mensa oder Aufenthaltsräumen, sowie an Plätzen außerhalb der Universität, wie in einigen Firmen abgehalten. Der Grund hierfür war verschiedene Personengruppen und nicht nur Studenten zu erreichen. Es nahmen insgesamt 121 KonsumentInnen an diesem hedonischen Test teil.

Anhand dieser Untersuchung sollte ermittelt werden, wie die verschiedenen Produkte von Laien, das heißt ungeschulten Personen, in der Akzeptanz bewertet werden. In vorliegender Studie wurde die Gesamtakzeptanz der Proben ermittelt.

Alle TeilnehmerInnen erhielten vor Beginn eine Erklärung zur Durchführung und zum Umgang mit der Skala. Die verwendete 9-Punkte-Skala stammt von Peryam und Girardot [1952]. Es handelt sich um eine bipolare kategorische Skala, das heißt sie reicht vom Attribut *mag ich besonders gerne* bis zum Attribut *mag ich überhaupt nicht*. Die Abstände zwischen den Skalenpunkten sind gleich groß, daher handelt es sich um eine Intervallskala. [Derndorfer 2010]

Die Befragten bekamen jeweils 2 Tablette mit den Produkten, die mit dreistelligen Zufallszahlen codiert wurden, wobei dieselbe Codierung wie bei der QDA verwendet wurde (Tab. 7 und 8).

Die TeilnehmerInnen bekamen die Anweisung, zuerst eine Produktkategorie, das bedeutet Bällchen oder Waffeln, zu bewerten, erst danach wurde die zweite Sorte begonnen. Die KonsumentInnen wurden aufgefordert, nacheinander die Produkte zu verkosten und die Akzeptanz in eine Skala einzutragen. Die ProbandInnen hatten außerdem die Möglichkeit ihren Mund mit Wasser zu neutralisieren.

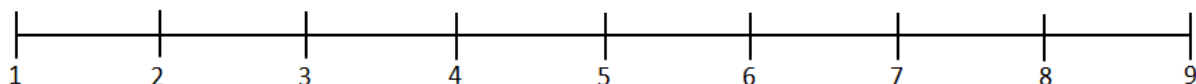
Die Vorlage des Akzeptanztests, die den KonsumentInnen vorgelegt wurde, befindet sich im Folgenden:

Akzeptanzprüfung

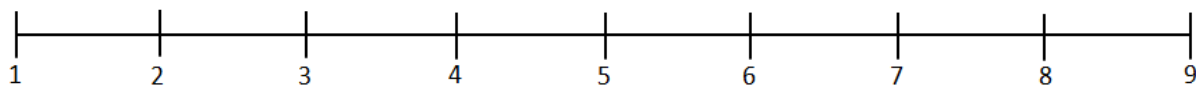
Sie erhalten 6 Proben an Bio **Hirse-/Maisbällchen** bzw. 5 **Maiswaffeln** mit unterschiedlichen Zutaten. Die Probenzuordnung erfolgt mittels einer 3-stelligen Codierung. Bitte tragen Sie jeweils die **Akzeptanz** in der **Skala** von **1-9** ein!

- 1 = mag ich besonders gern
- 2 = mag ich sehr gern
- 3 = mag ich gern
- 4 = mag ich etwas
- 5 = mag ich weder/noch
- 6 = mag ich nicht besonders
- 7 = mag ich wenig
- 8 = mag ich sehr wenig
- 9 = mag ich überhaupt nicht

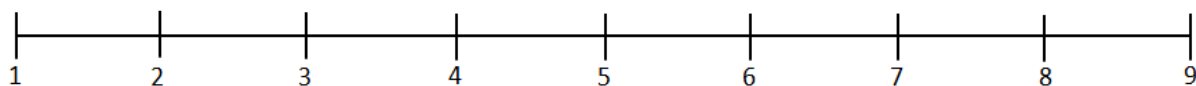
367



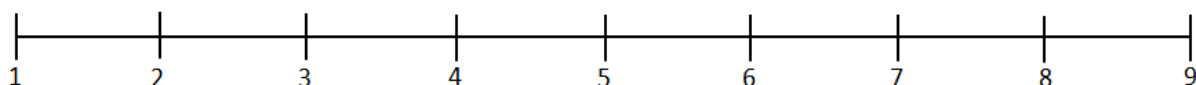
030



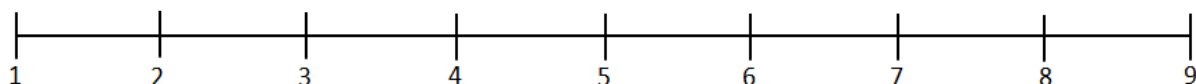
693



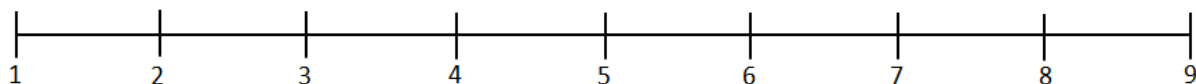
146



793



452



3.3.2 Statistische Auswertung

Die Skalenpunkte einer 9-Punkte-Akzeptanzskala können in drei Abschnitte eingeteilt werden, wobei die Punkte 1 bis 4 den sogenannten Gefallen-Bereich umfassen und die Skalenpunkte 6 bis 9 den Nicht-Gefallen Bereich abgrenzen. Zwischen den beiden Bereichen liegt ein neutraler Punkt, der Wendepunkt, der mit dem Wert 5 skaliert ist. [Fliedner und Wilhelmi 1989] [Meilgaard et al. 2006] Es wurde untersucht, wieviel Prozent der abgegebenen Urteile je Produkt im Gefallen Bereich von 1 bis 4 lagen, um Vergleiche in der Akzeptanz zwischen den analysierten Proben zu ermöglichen. Zusätzlich wurden zur graphischen Darstellung Balkendiagramme erstellt.

Die Beurteilung der Akzeptanz mehrerer Produkte mithilfe einer hedonischen 9-Punkte-Skala kann statistisch mittels t-Tests ausgewertet werden. Da in vorliegender Studie alle Prüfpersonen die gesamten untersuchten Produkte bewertet haben, wurde der t-Test für abhängige Stichproben verwendet. Mit diesem Test wurde berechnet, ob zwischen einem bestimmten Produktpaar ein signifikanter Unterschied in der Akzeptanz bestand. Es handelte sich um ein signifikantes Ergebnis, wenn der p-Wert kleiner als $\alpha=0,05$ ($p<0,05$) war. [Derndorfer 2010]

Die komplette statistische Auswertung des Akzeptanztests erfolgte mit dem Statistik Programm IBM SPSS Statistics 22.

3.4 Präferenzprüfung

Bei Rangordnungsprüfungen werden mehr als zwei Produkte gleichzeitig miteinander verglichen. [Derndorfer 2010] In vorliegender Studie wurde ein Rangordnungstest nach Präferenz durchgeführt.

3.4.1 Durchführung

Die Präferenztests fanden ebenfalls Ende Juni und Anfang Juli 2014 statt. Da diese Untersuchung gemeinsam mit der Ermittlung der Gesamtakzeptanz durchgeführt wurde, nahmen auch bei diesem hedonischen Test 121 KonsumentInnen teil. Folglich waren auch die Untersuchungsorte mit denen des Akzeptanztests ident.

Es wurden die Richtlinien von Busch-Stockfisch [2006] berücksichtigt.

Anhand dieses Rangordnungstests nach Präferenz sollte die relative Bevorzugung der Produkte durch Laien ermittelt werden.

Den TeilnehmerInnen wurde vor Beginn die Durchführung erklärt und sie bekamen je 2 Tablette mit den Produkten, die mit dreistelligen Zufallszahlen codiert wurden. Auch bei dieser Untersuchung wurde dieselbe Codierung wie bei der QDA gewählt (Tab. 7 und 8).

Die Befragten wurden aufgefordert, die Proben einer Produktkategorie, das heißt Hirse-Mais-Bällchen bzw. Mais-Waffeln, zu verkosten und sie danach in eine Rangfolge entsprechend der Präferenz zu bringen. Sie wurden darauf aufmerksam gemacht, dass bei der Ermittlung der Bevorzugung meist der erste Eindruck stimmt, und somit unnötiges Rückkosten zu vermeiden sei.

Den ProbandInnen wurde ein Glas Wasser zur Verfügung gestellt, um ihren Mund neutralisieren zu können.

Die Vorlage des Präferenztests für die TeilnehmerInnen befindet sich im Folgenden:

Rangordnungsprüfung nach Präferenz

Sie erhalten 6 Proben an Bio **Hirse-/Maisbällchen** bzw. 5 **Maiswaffeln** mit unterschiedlichen Zutaten.

Bitte ordnen Sie diesen unter der Berücksichtigung der Präferenz (Bevorzugung) die **Ränge 1-6** (Bällchen) bzw. **1-5** (Waffeln) zu.

1 = am meisten präferiert

6 (bzw. 5)= am wenigsten präferiert

Die Probenzuordnung erfolgt mittels einer 3-stelligen Codierung.

Beachten Sie, dass beim Verkosten meist der erste Eindruck stimmt, weshalb **unnötiges Rückkosten** zu **vermeiden** ist.

Nummer	Rang
367	
030	
693	
146	
793	
452	

3.4.2 Statistische Auswertung

Bei der statistischen Auswertung wurden die Rangsummen der Produkte durch Addition der vergebenen Ränge berechnet [Busch-Stockfisch 2006], wobei die niedrigste Summe die am meisten präferierte Probe charakterisiert.

Im Anschluss konnte die mittlere Rangsumme durch Division der jeweiligen Rangsumme durch die Anzahl der Testpersonen errechnet werden.

Danach wurde untersucht, ob sich die mittleren Ränge der Produkte signifikant voneinander unterschieden. Es gab hierbei zwei zu untersuchende Hypothesen. Die erste These untersuchte die Frage, ob alle Proben gleich in der Präferenz beurteilt wurden. Die zweite Hypothese diente der Feststellung ob ein signifikanter Unterschied zwischen zwei bestimmten Proben bestand.

Zur Überprüfung der ersten Fragestellung wurde der Friedman-Test verwendet. Ist der Wert der berechneten Teststatistik kleiner als $\alpha=0,05$ ($p<0,05$), so kann die Nullhypothese verworfen werden. Es besteht somit ein signifikanter Unterschied zwischen den Prüfproben. [Derndorfer 2010]

Wird bei der ersten Hypothese ein signifikanter Unterschied gefunden, kann zur Zweiten übergegangen werden. Hierfür werden die Produkte paarweise miteinander verglichen, [Busch-Stockfisch 2006] wofür sich die Durchführung von mehrfachen Vorzeichentests eignet. [Quadt et al. 2009]

Zur graphischen Darstellung der Ergebnisse wurden Balkendiagramme erstellt.

Die statistische Auswertung des Präferenztests wurde mit dem Statistik-Programm IBM SPSS Statistics 22 durchgeführt.

4 Ergebnisse

4.1 Fragebogen

Die Tabellen mit den absoluten und relativen Zahlenwerten zu allen Fragestellungen im Fragebogen sind im Anhang 9.1 dargestellt.

4.1.1 Kaufen Sie bewusst Bio Produkte?

63,6% der Befragten gaben an Waren biologischen Landbaus zu kaufen, die restlichen 36,4% der TeilnehmerInnen bezogen sich darauf, keine Bio Produkte zu kaufen (Tab. 44, Anhang).

In Abbildung 8 ist das Kaufverhalten der KonsumentInnen von Bio Produkten unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechts dargestellt.

In der Altersgruppe 19-30 Jahre zeigte sich, dass 77,4% der Frauen bewusst Bio Produkte kaufen, jedoch nur 40,7% der Männer. 22,6% der Frauen bzw. 59,3% der Männer gaben an keine Bio Produkte zu erwerben.

In der Altersgruppe der 31- bis 50-Jährigen konnte herausgefunden werden, dass 78,6% der weiblichen Befragten berichteten Bio Produkte zu kaufen und 21,4% kaufen derartige Güter nicht. 47,1% der 31- bis 50-Jährigen Männer sagten aus, solche Produkte zu erwerben, wohingegen 52,9% keine biologischen Waren kaufen.

80% der Frauen und 40% der Männer der Altersgruppe der 51- bis 64-Jährigen gaben an Produkte biologischen Landbaus zu kaufen, wohingegen 20% der Frauen und 60% der Männer diese Güter nicht kaufen.

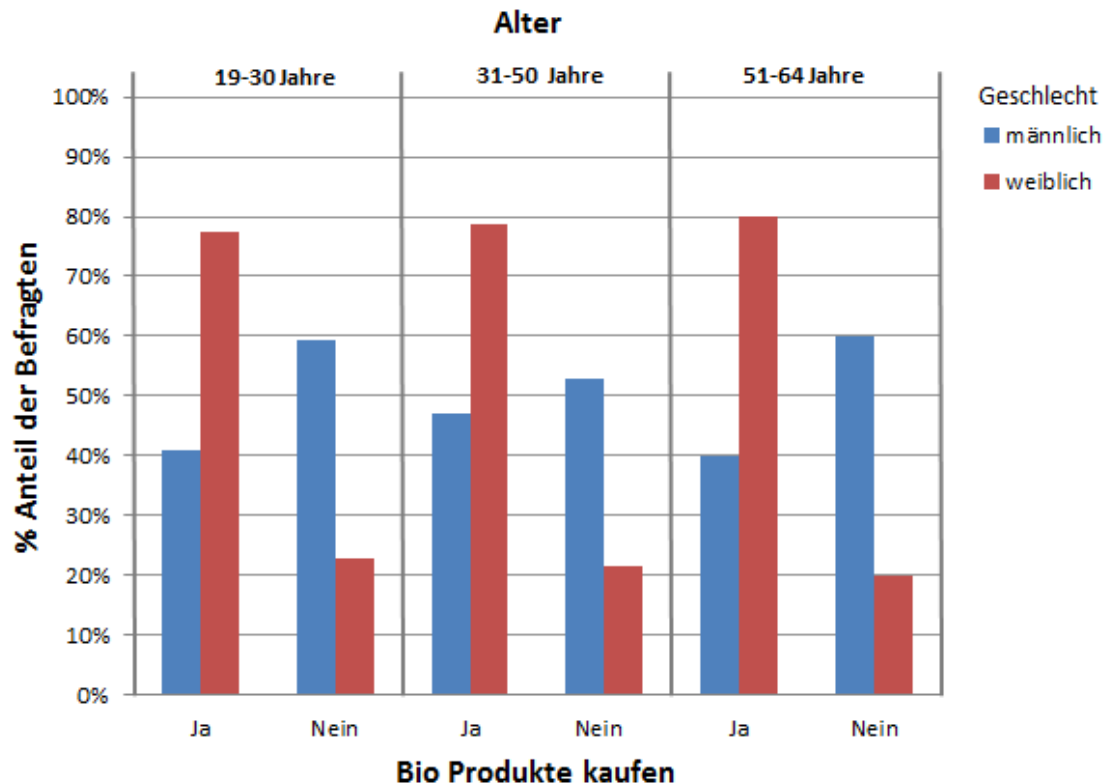


Abbildung 8: Bio Produkte kaufen unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes

Um die Abhängigkeit des Kaufverhaltens von Bioprodukten vom Geschlecht deutlicher darzustellen, wurde ein gruppiertes Balkendiagramm ohne Berücksichtigung der Altersgruppen erstellt (Abb. 9).

Es konnte festgestellt werden, dass 77,8% der Frauen bzw. 42,9% der Männer angaben Bio Produkte zu kaufen, wohingegen 22,2% der Frauen sowie 57,1% der Männer keine derartigen Erzeugnisse erwerben.

Es konnte daher in vorliegender Studie ein Unterschied im Kaufverhalten von Produkten biologischen Ursprunges zwischen den beiden Geschlechtern herausgefunden werden.

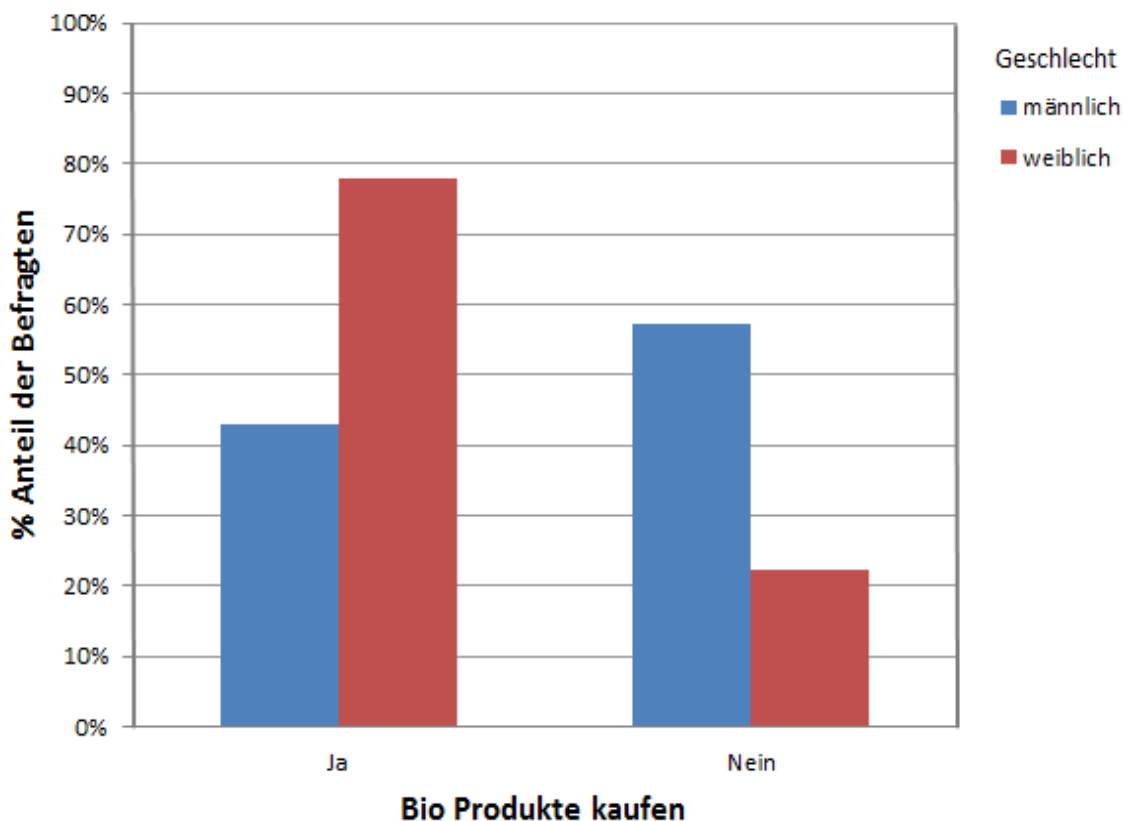


Abbildung 9: Bio Produkte kaufen unter Berücksichtigung des Geschlechtes

4.1.2 Wenn Sie Bio Produkte kaufen, wie oft?

In der Altersgruppe der 19-30 Jährigen war zu erkennen, dass nur Frauen (9,5%) angegeben haben jeden Tag Bio Produkte zu kaufen (Abb. 10). 7,1% der Männer sowie 14,3% der Frauen kaufen diese 3-4x / Woche ein, 57,1% der Männer und 61,9% der Frauen 1-2x / Woche und 35,7% der Männer sowie 14,3% der Frauen seltener.

Bei den 31-50 Jährigen konnte ebenfalls herausgefunden werden, dass nur weibliche Befragte (9,1%) jeden Tag biologische Produkte einkaufen. 25% der Männer sagten aus diese 3-4x / Woche zu kaufen, 62,5% 1-2x / Woche und 12,5% kaufen seltener Bio Produkte ein. Bei den Frauen zeigte sich, dass 18,2% 3-4x und 63,6% 1-2x / Woche, sowie 9,1% seltener biologische Produkte kaufen.

In der Altersgruppe der 51- bis 64-Jährigen gaben nur männliche Teilnehmer (50%) an jeden Tag solche Waren einzukaufen, wohingegen nur weibliche

Konsumenten (25%) diese 3-4x pro Woche kaufen. 50% der männlichen sowie 75% der weiblichen Befragten gaben an biologische Erzeugnisse 1-2x die Woche zu erwerben. Keiner der Befragten wählte die Antwortmöglichkeit *seltener*.

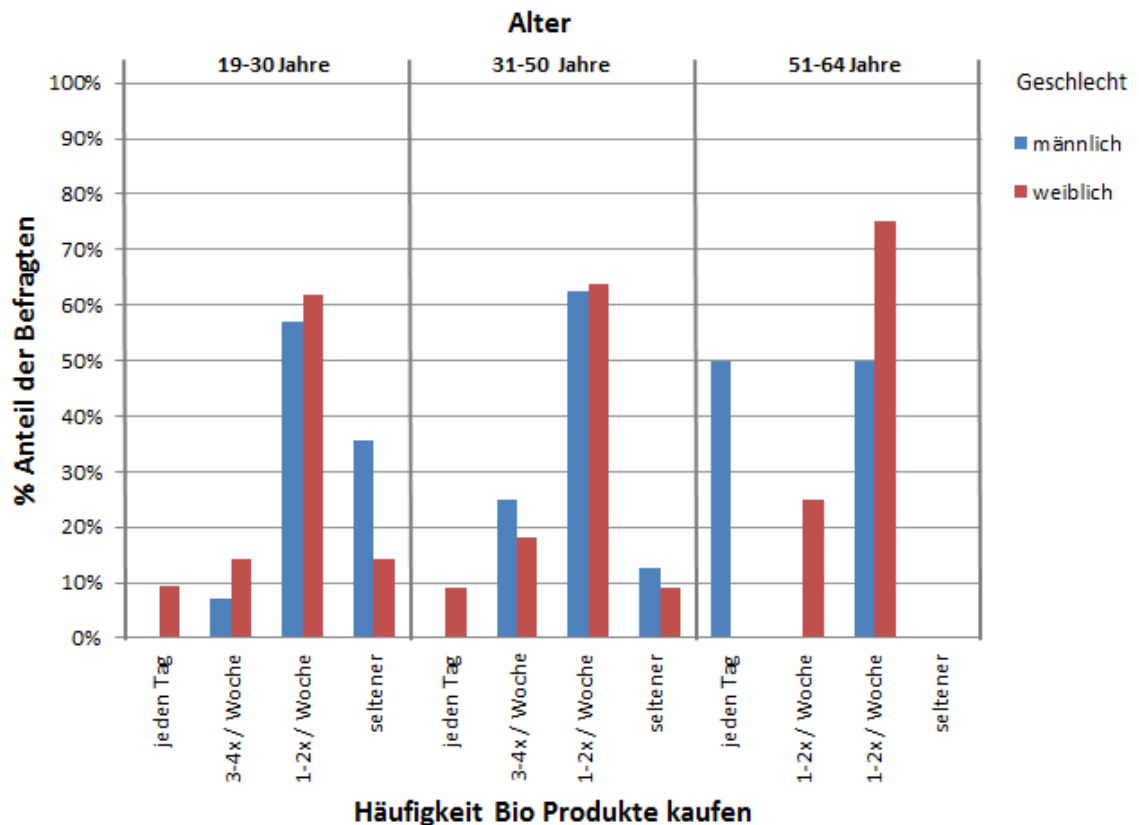


Abbildung 10: Häufigkeit des Kaufes von Bio Produkten unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes

4.1.3 Essen Sie Bio Produkte?

In der Altersgruppe der 19- bis 30-Jährigen konnte festgestellt werden, dass mehr Frauen (96,2%) im Vergleich zu Männern (92,6%) aussagten Produkte biologischen Landbaus zu konsumieren (Abb. 11).

100% der 31-50 Jährigen weiblichen Befragten gaben an Bio Produkte zu essen, sowie 94,1% der Männer, was bedeutet, dass nur männliche Teilnehmer angaben diese Erzeugnisse nicht zu verzehren.

In der Altersgruppe der 51- bis 64-Jährigen konnte erläutert werden, dass alle Männer und Frauen (je 100%) Bio Produkte konsumieren.

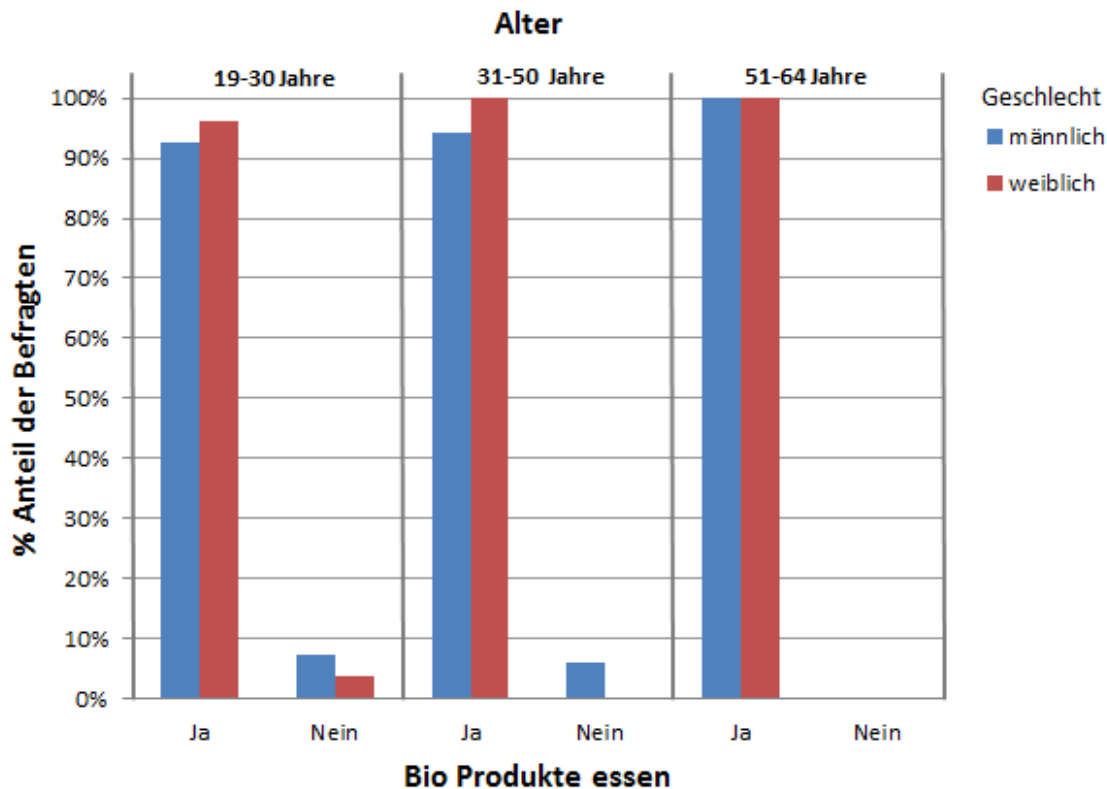


Abbildung 11: Bio Produkte essen unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes

4.1.4 Wenn Sie Bio Produkte essen, wie oft?

Aus der Grafik (Abb. 12) ist ersichtlich, dass 23,5% der weiblichen sowie 4% der männlichen 19- bis 30-Jährigen täglich Bio Produkte essen. 35,3% der Frauen sowie 28% der Männer sagten aus diese Güter 3 bis 4 Mal pro Woche zu konsumieren, 27,5% (Frauen) bzw. 40% (Männer) 1 bis 2 Mal die Woche, sowie 13,7% der weiblichen und 28% der männlichen Befragten seltener. Es zeigte sich daher, dass Frauen häufiger biologische Produkte konsumieren als Männer. Dieses Ergebnis spiegelte sich in allen vorhergehenden Fragestellungen wieder, was bedeutet, dass bei den 19 bis 30 Jährigen die weiblichen Konsumenten öfter Bio Produkte kaufen und diese auch verzehren.

Bei den 31- bis 50-Jährigen gaben nur Frauen (7,1%) an, dass sie Bio Erzeugnisse jeden Tag konsumieren. Außerdem verzehren mehr Frauen (28,6%) 3-4x / Woche biologische Produkte als Männer (25%), wohingegen Männer häufiger 1-2x / Woche (50% im Vergleich mit 42,9%) sowie seltener (25% verglichen mit 21,4%) Bio Ware essen als die weiblichen Befragten.

In der Altersgruppe der 51- bis 64-Jährigen konnte ein abweichendes Ergebnis festgestellt werden. Die befragten Männer gaben an entweder jeden Tag (20%) oder seltener als 1 bis 2 Mal pro Woche (80%) Bio Produkte zu essen, wohingegen der Großteil der Frauen 1 bis 2 Mal die Woche (60%) biologische Waren konsumieren, der Rest der Teilnehmerinnen 3 bis 4 Mal (40%). Keine der Frauen gab an diese Güter jeden Tag beziehungsweise seltener als 1-mal die Woche zu verzehren.

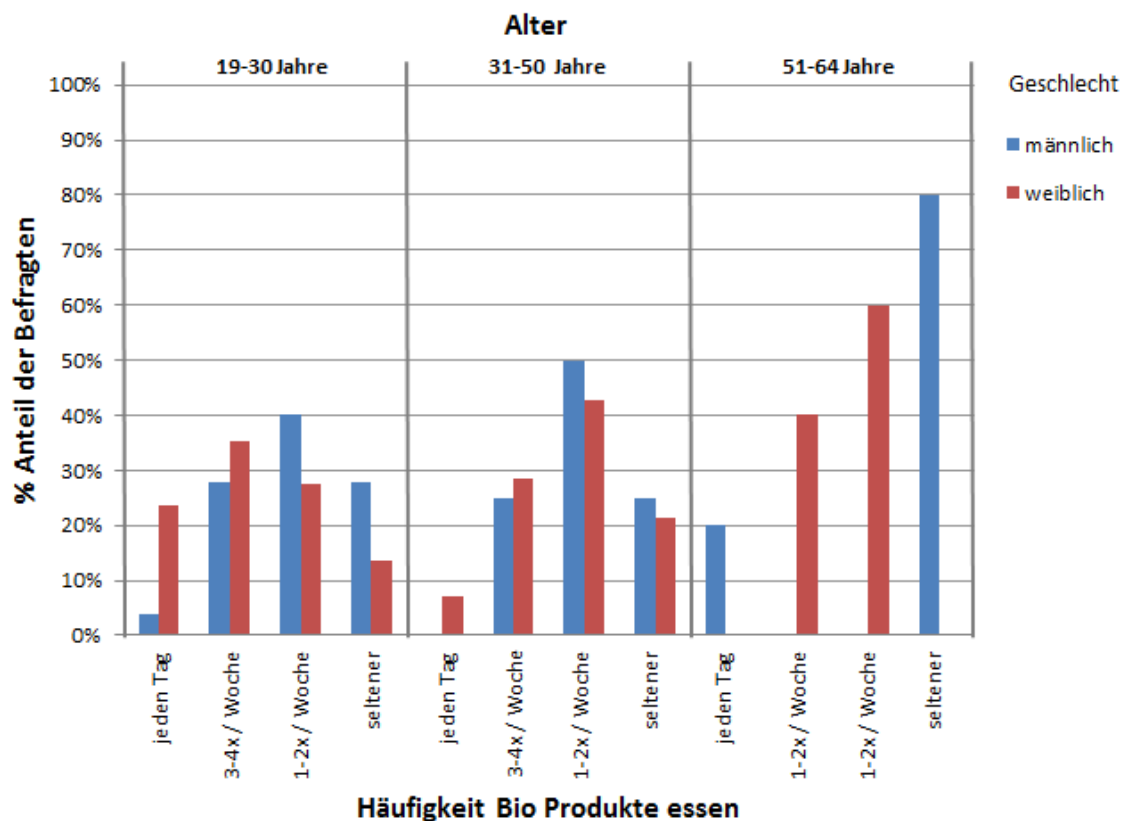


Abbildung 12: Häufigkeit des Essens von Bio Produkten unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes

4.1.5 Worin besteht für Sie der größte Vorteil der Bio Produkte?

Die positiven Aspekte die von den Befragten in Bezug auf biologische Produkte genannt wurden waren vielfältig, und umfassten die Gesundheit, den Nährwert, Geschmack, Nachhaltigkeit, Umwelt, Tierhaltung sowie Ethik (Tab. 10).

Der meist genannte Vorteil für die KonsumentInnen war, dass Produkte biologischen Ursprungs gut für die Gesundheit seien (33,7%). Der am zweithäufigsten angegebene Profit für die Befragten war, dass Bio Erzeugnisse einen besseren Geschmack haben als konventionelle Produkte (24,2%) und der am drittmeisten genannte Vorteil war, dass biologische Waren einen höheren Nährwert haben (14%).

10,1% der TeilnehmerInnen nannten den Profit für die Umwelt, gefolgt von 8,4% der Befragten die auf die Nachhaltigkeit dieser Bewirtschaftungsform hinwiesen. Für 3,4% der ProbandInnen war der positive Aspekt bezüglich der Tierhaltung relevant, sowie für 1,1% standen ethische Aspekte im Vordergrund. 5,1% der TeilnehmerInnen gaben an keinerlei Vorteil in Bio Produkten gegenüber konventionellen Waren zu sehen.

In vorliegender Studie konnten daher die Ergebnisse von Lawlor et al. [2003] über die Assoziation der KonsumentInnen mit bestimmten Attributen zu Bio Produkten bestätigt werden.

Tabelle 10: Mehrfachantwortenset der abgegebenen Urteile über die Vorteile von Bio Produkten

\$Vorteil Häufigkeiten				
		Antworten		Prozent der Fälle*1
		H	Prozent	
\$Vorteil ^a	Vorteil_Gesundheit	60	33,7%	50,0%
	Vorteil_Nährwert	25	14,0%	20,8%
	Vorteil_Geschmack	43	24,2%	35,8%
	kein_Vorteil	9	5,1%	7,5%
	Vorteil_Nachhaltigkeit	15	8,4%	12,5%
	Vorteil_Umwelt	18	10,1%	15,0%
	Vorteil_Tiere	6	3,4%	5,0%
	Vorteil_Ethik	2	1,1%	1,7%
Gesamtsumme		178	100,0%	148,3%

a. Dichotomiegruppe tabuliert bei Wert 1.

*1 Die Spalte Prozent der Fälle ergibt in Summe einen Wert von mehr als 100%, da es sich um ein Mehrfachantwortenset handelt und somit von einer Person mehrere Antworten vergeben werden konnten.

4.1.6 Wie häufig essen Sie Snacks wie Chips oder Popcorn?

Es konnte herausgefunden werden, dass der Großteil der Befragten zumindest ab und zu derartige Snacks konsumiert (96,7%).

In der Altersgruppe der 19- bis 30-Jährigen gaben nur Frauen an, nie solche Snacks zu verzehren (3,8%) (Abb. 13). Folglich sagten alle männlichen Befragten dieser Altersgruppe aus derartige Snacks zu essen. 13,2% der weiblichen sowie 7,4% der männlichen Befragten essen jeden Tag solche Snacks, 32,1% (Frauen) und 29,6% (Männer) 3 bis 4 Mal pro Woche und 32,1% (Frauen) sowie 37% (Männer) 1 bis 2 Mal / Woche.

Bei den 31- bis 50-Jährigen gaben hingegen nur Männer an nie Chips oder Popcorn zu konsumieren (11,8%). Frauen essen häufiger jeden Tag (21,4% vgl. mit 5,9%) sowie 1-2x / Woche (42,9% vgl. mit 35,3%) Snacks als Männer, die hingegen öfter die Antwortmöglichkeit 3-4x / Woche wählten (11,8% im Vergleich zu 7,1%).

Von den 51- bis 64-Jährigen sagte kein einziger aus, niemals derartige Snacks zu essen. Nur Frauen (40%) gaben bekannt diese jeden Tag zu verzehren, wohingegen lediglich Männer (20%) behaupteten sie 3-4x / Woche zu essen. 60% der männlichen sowie 40% der weiblichen Befragten behaupteten 1 bis 2 Mal pro Woche Snackprodukte zu verzehren.

Es konnte daher gezeigt werden, dass der Konsum von kalorien- und fettreichen Snacks sehr weitverbreitet und populär ist.

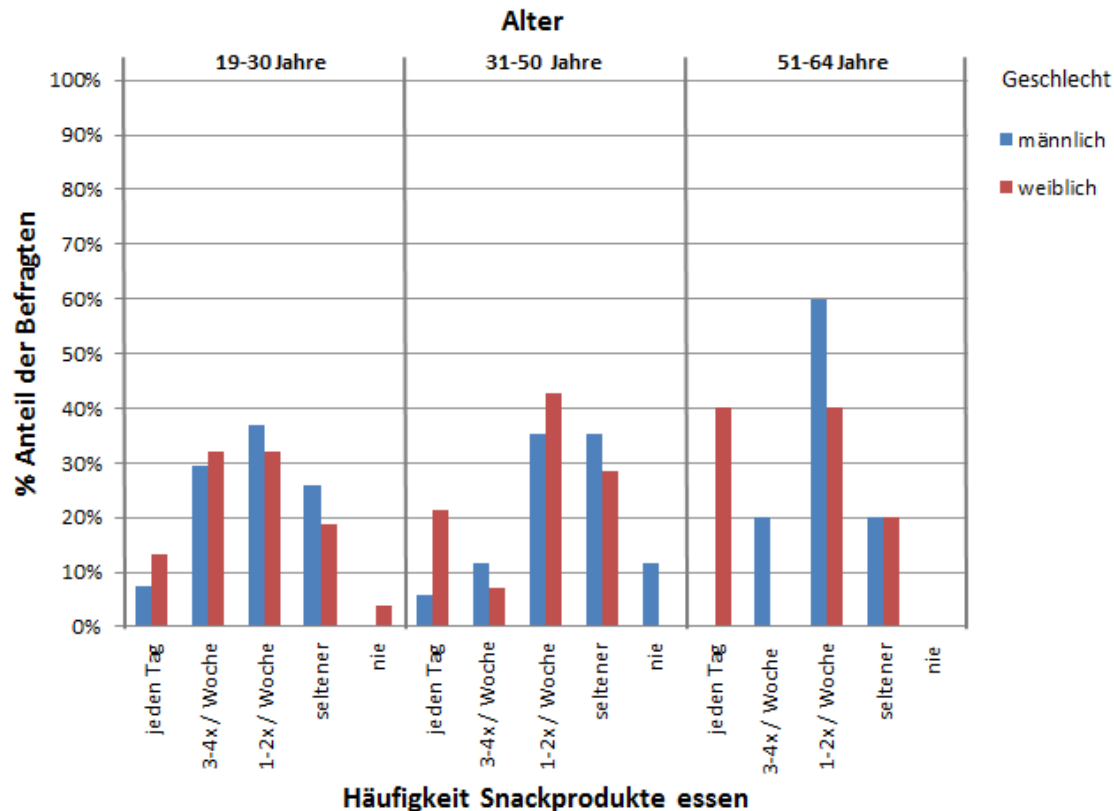


Abbildung 13: Häufigkeit des Konsums von Snackprodukten unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes

4.1.7 Denken Sie, dass die Hirse/Mais Produkte eine gute Alternative zu Snacks wie Chips darstellen könnten?

Da es sich bei den vorliegenden Mais und Hirse Snackprodukten um deutlich kalorienreduzierte und fettärmere Snacks handelte, wurde im Anschluss an die Durchführung der Akzeptanz- und Präferenztests evaluiert, ob diese Proben für die KonsumentInnen eine gute Alternative zu fettreichen Erzeugnissen wie Chips darstellen würden.

Die Befragung ergab, dass bei den Frauen in allen Altersgruppen jeweils ein höherer Prozentsatz der Ansicht war, dass die Hirse- und Mais-Snacks eine gute Alternative seien. Bei den Männern waren die Antworten nie so eindeutig wie bei den Frauen (Abb. 14).

Bei den 19- bis 30-Jährigen hielten 55,6% der Männer sowie 84,9% der Frauen die untersuchten Produkte für eine gute Alternative, die restlichen 44,4% der

männlichen und 15,1% der weiblichen Befragten sahen keine Ersatzmöglichkeit für fettreiche Snacks.

In der Altersgruppe der 31- bis 50-Jährigen gaben 52,9% der Männer und 71,4% der Frauen an, die untersuchten Proben als Alternative zu fettreichen Snackprodukten zu sehen, 47,1% (Männer) bzw. 28,1% (Frauen) waren nicht dieser Meinung.

Bei den 51- bis 64-Jährigen erachteten 80% der weiblichen sowie 40% der männlichen Probanden die Hirse/Mais Snacks als Alternative. Daher waren in dieser Altersgruppe mehr Männer (60%) der Überzeugung, dass die analysierten Proben keine Ersatzmöglichkeit darstellen. (Abb. 14)

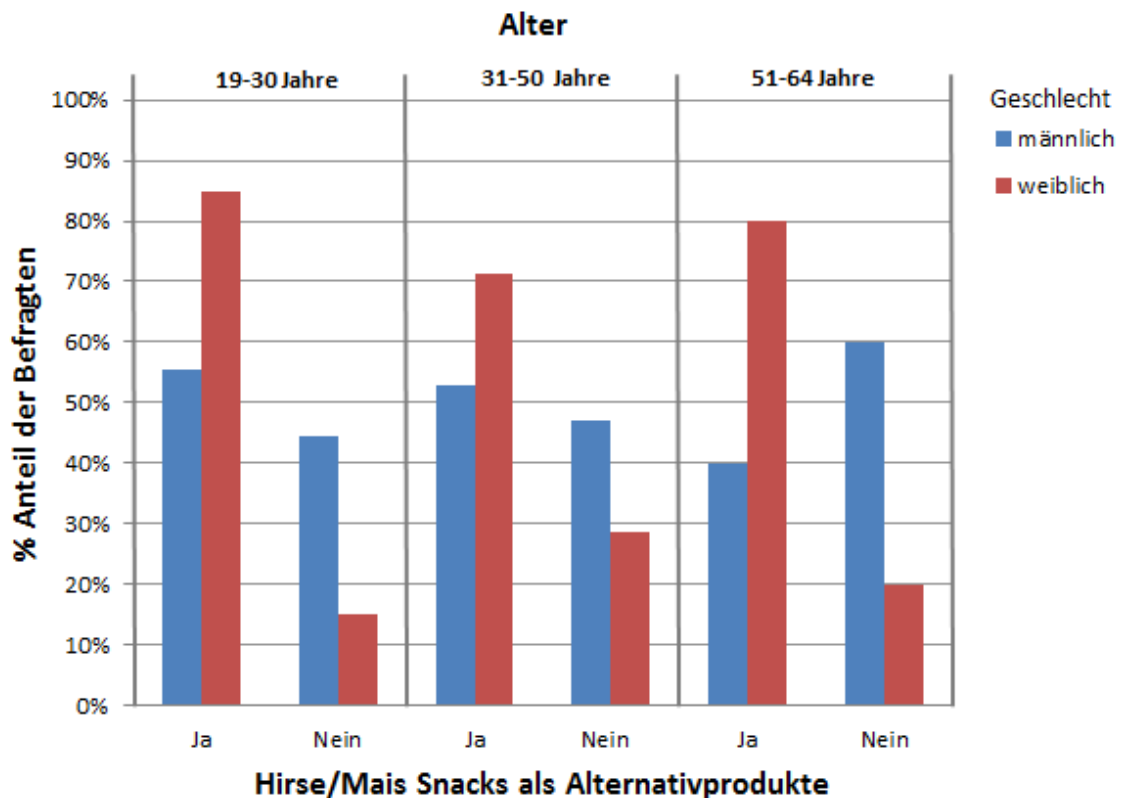


Abbildung 14: Urteil über die Hirse- und Maissnacks als Alternative zu anderen Snacks unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes

4.1.8 Würden Sie die Hirse/Mais Snacks kaufen?

Zusätzlich zur Frage, ob die KonsumentInnen die Hirse/Mais-Produkte für eine gute Alternative zu anderen Snackprodukten befinden, wurde eruiert, ob sie diese auch kaufen würden (Abb. 15).

Bei den 19- bis 30-Jährigen gaben 32,1% der Frauen sowie 7,4% der Männer an, dass sie die Hirse-Mais-Snacks kaufen würden. 62,5% der weiblichen und 81,5% der männlichen Befragten würden diese vielleicht einkaufen, und 5,7% der Frauen bzw. 11,1% der Männer würden diese nicht erwerben.

In der Altersgruppe der 31 bis 50 Jährigen waren 11,8% der Männer als auch 28,6% der Frauen der Meinung, dass sie die Hirse/Mais Snacks auf jeden Fall kaufen würden, 58,8% (Männer) und 50% (Frauen) vielleicht, und 29,4% der männlichen sowie 21,4% der weiblichen Probanden würden diese nicht einkaufen.

20% der männlichen als auch 40% der weiblichen Befragten der 51- bis 64-Jährigen vertraten die Ansicht, dass sie die Alternativprodukte auf jeden Fall erwerben würden. Jeweils 60% der Teilnehmer beider Geschlechter wählten die Antwortmöglichkeit vielleicht. Ausschließlich Männer (20%) gaben an, dass sie diese Snacks sicher nicht kaufen würden.

Zusammenfassend konnte festgestellt werden, dass in allen Altersgruppen mehr Frauen als Männer die Hirse/Mais Snacks auf jeden Fall kaufen würden (32,1% im Vergleich mit 7,4%, 28,6% gegenüber 11,8%, sowie 40% vgl. mit 20%), wohingegen immer mehr Männer als Frauen aussagten, dass sie diese Produkte sicher nicht kaufen würden (11,1% vgl. mit 5,7%, 29,4% vgl. mit 21,4% bzw. 20% vgl. mit 0%). Außerdem gab jeweils der größte Anteil der Befragten in allen Altersgruppen an, dass sie die Produkte vielleicht erwerben würden.

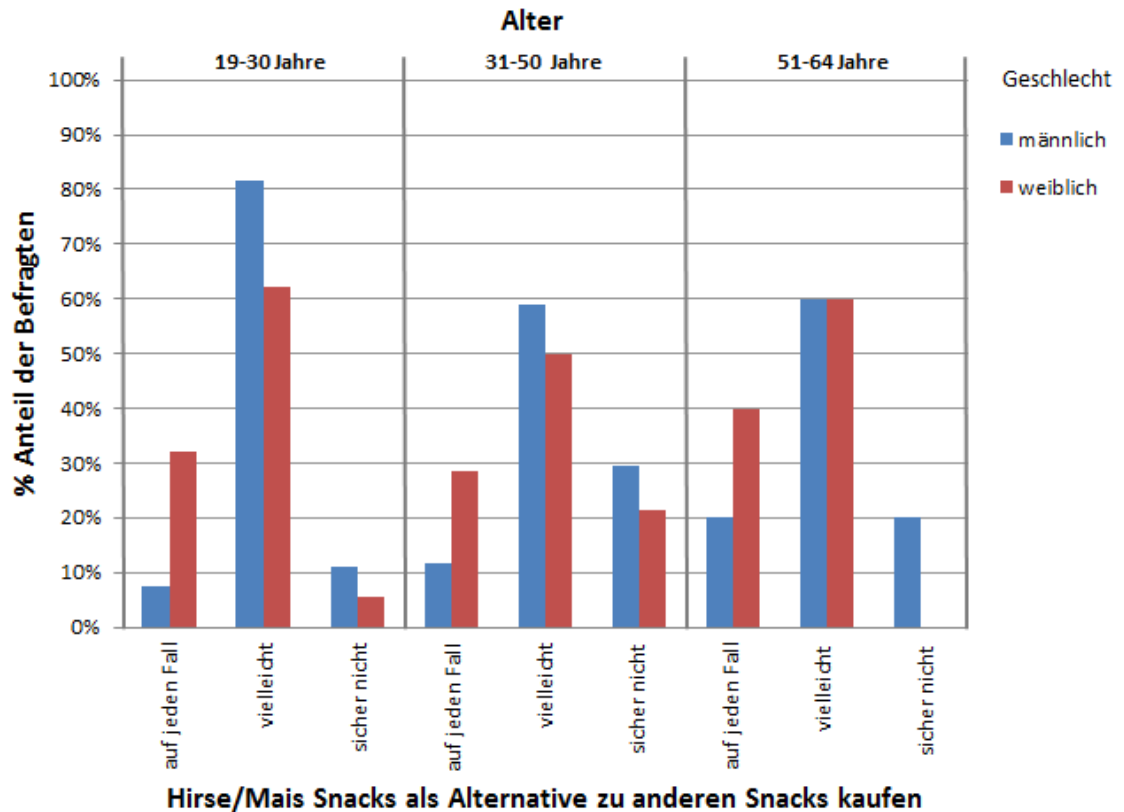


Abbildung 15: Kaufverhalten der Hirse- und Maissnacks als Alternative unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes

4.1.9 Wenn Sie die Produkte (Hirse/Mais Snacks) kaufen würden, würden Sie diese auch essen?

Es konnte festgestellt werden, dass bei den 19- bis 30-Jährigen 85,2% der männlichen sowie 94,3% der weiblichen Konsumenten die Hirse/Mais Snacks essen würden (Abb. 16). Die übrigen 14,8% der Männer bzw. 5,7% der Frauen gaben an, diese Produkte nicht konsumieren zu würden.

In der Altersgruppe der 31- bis 50-Jährigen sagten 64,7% der Männer und 78,6% der Frauen aus, dass sie die untersuchten Proben essen würden, wohingegen 35,3% der männlichen sowie 21,4% der weiblichen Teilnehmer diese nicht verzehren würden.

Bei den 51- bis 64-Jährigen gaben 60% der Männer sowie 80% der Frauen an, dass sie diese Snacks konsumieren würden, 40% der männlichen als auch 20% der weiblichen Befragten würden dies nicht machen.

Es konnte daher herausgefunden werden, dass sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen in jeweils allen Altersgruppen mehr Personen die Hirse/Mais Snacks essen würden als nicht.



Abbildung 16: Urteil über den Konsum der Hirse- und Maissnacks als Alternative zu anderen Snacks unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes

4.1.10 Wenn Sie die Hirse/Mais Snacks nicht essen würden, warum?

Insgesamt gaben 15,7% der Befragten an, dass sie die Proben nicht essen würden. Die Gründe reichten von Angaben, dass die Produkte keine Alternative zu Snackprodukten wie Chips oder Popcorn darstellen würden, nicht beziehungsweise langweilig schmeckten, bis hin zu Aussagen, dass sie künstlich schmecken würden. Generell war der Hauptgrund, dass die untersuchten Proben nicht geschmeckt haben.

In der Altersgruppe der 19- bis 30-Jährigen waren 1,9% der Frauen, die die Hirse/Mais Snacks nicht essen würden, der Meinung, dass die analysierten

Produkte künstlich schmecken würden (Abb. 17). 11,1% der Männer sowie 3,8% der befragten Frauen, die die Hirse/Mais Snacks als Alternativprodukte ablehnten, vertraten die Ansicht, dass diese nicht schmeckten, bzw. 3,7% der Männer fanden, dass sie zu wenig Geschmack hätten.

Bei den 31- bis 50-Jährigen gaben 23,5% der männlichen und 21,4% der weiblichen Teilnehmer, die eine ablehnende Haltung zum Produkt hatten, an, dass die Produkte nicht geschmeckt haben, sowie 11,8% der Männer, dass sie zu wenig Geschmack aufwiesen.

In der Altersgruppe 51-64 Jahre sagten 20% der männlichen Personen, die in dieser Alterskategorie die Hirse-Mais-Snacks verweigerten, dass diese keine Alternative zu Chips oder Popcorn darstellen würden, bzw. je 20% der Männer und Frauen schmeckten diese nicht.

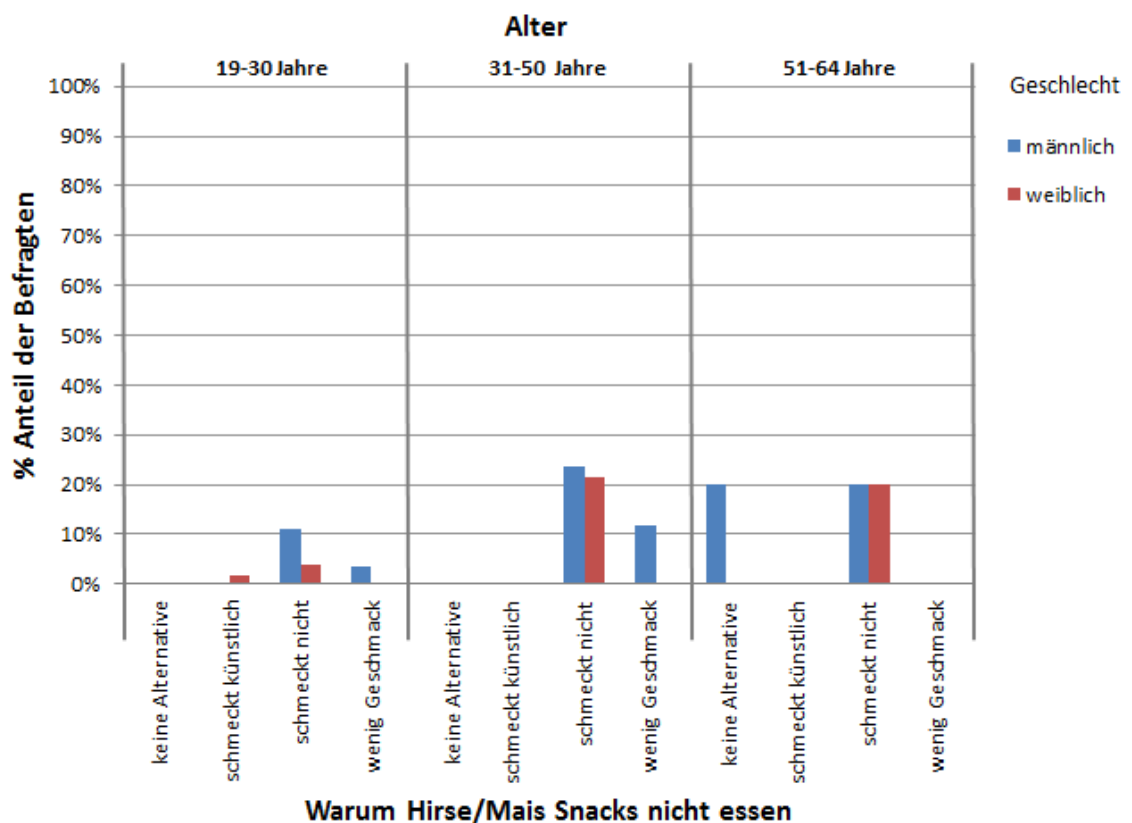


Abbildung 17: Ursachen des Nicht-Verzehrs der Hirse- und Maissnacks unter Berücksichtigung des Alters und Geschlechtes

4.1.11 Korrelationen

Im Anschluss an die Auswertung der einzelnen Fragestellungen wurde auf mögliche Zusammenhänge zwischen bestimmten Variablen untersucht.

4.1.11.1 Zusammenhang zwischen Bio Produkte essen und Bio Produkte kaufen

Die Evaluierung der ersten Interaktion war zwischen den Faktoren *Bio Produkte essen* und *Bio Produkte kaufen*.

Es konnte festgestellt werden (Tab. 11), dass 66,4% der Befragten die angegeben haben Bio Erzeugnisse zu essen diese auch kaufen würden. 33,6% der KonsumentInnen, die Bio Produkte essen, kaufen diese jedoch nicht ein. Dies könnte möglicherweise dadurch erklärt werden, dass diese Personen entweder nicht selbst den Einkauf erledigen oder Produkte aus eigenem biologischem Anbau verzehren.

Außerdem wurde herausgefunden, dass all diejenigen TeilnehmerInnen, die angaben, keine Waren biologischen Ursprunges zu essen, auch keine derartigen Produkte kaufen. (100%)

Tabelle 11: Anteil der Personen die Bio Produkte essen bzw. kaufen

			Bio essen		Gesamtsumme
			Ja	Nein	
Bio kaufen	Ja	Anzahl	77	0	77
		% in Bio kaufen	100,0%	0,0%	100,0%
		% in Bio essen	66,4%	0,0%	63,6%
	Nein	Anzahl	39	5	44
		% in Bio kaufen	88,6%	11,4%	100,0%
		% in Bio essen	33,6%	100,0%	36,4%
Gesamtsumme	Anzahl	116	5	121	
	% in Bio kaufen	95,9%	4,1%	100,0%	
	% in Bio essen	100,0%	100,0%	100,0%	

Es konnte ein signifikanter ($p=0,005$) Zusammenhang zwischen den Faktoren *Bio Produkte essen* und *Bio Produkte kaufen* ermittelt werden (Tab. 12).

Tabelle 12: Signifikanzwert des Zusammenhangs zwischen Bio Produkte essen und Bio Produkte kaufen

Chi-Quadrat-Tests					
	Wert	df	Asymp. Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	9,127 ^a	1	,003		
Kontinuitätskorrektur ^b	6,484	1	,011		
Likelihood-Quotient	10,498	1	,001		
Exakter Test nach Fisher				,005	,005
Zusammenhang linear-mit-linear	9,052	1	,003		
Anzahl der gültigen Fälle	121				

a. 2 Zellen (50,0%) haben die erwartete Anzahl von weniger als 5. Die erwartete Mindestanzahl ist 1,82.

b. Berechnung nur für eine 2x2-Tabelle

Zwischen diesen beiden Variablen herrschte ein signifikanter ($p=0,005$) schwacher bis mittelstarker Zusammenhang ($r_{\text{phi}}=0,275$) (Tab. 13). Dieses Ergebnis konnte die Erkenntnisse, die aus der Kreuztabelle (Tab. 11) gewonnen wurden, bestätigen.

Tabelle 13: Phi-Korrelationskoeffizient

Symmetrische Maße			
		Wert	Näherungsw eise Sig.
Nominal bezüglich	Phi	,275	,003
Nominal	Cramer-V	,275	,003
	Kontingenzkoeffizient	,265	,003
Anzahl der gültigen Fälle		121	

4.1.11.2 Zusammenhang zwischen Bio Produkte essen und der Ansicht über die Hirse/Mais Snacks als Alternativprodukte

Ein weiterer Zusammenhang wurde zwischen dem Konsumverhalten von Bioprodukten und der Ansicht der Befragten, ob die Mais- und Hirsesnacks eine gute Alternative zu anderen fettreichen Snacks darstellen würden, untersucht (Tab. 14).

Es konnte festgestellt werden, dass 72,4% der KonsumentInnen, die ausgesagt haben Bio Produkte zu essen (84 Personen), die Hirse/Mais Snacks als gute Alternative zu anderen Snackwaren empfanden. Für die restlichen 27,6% der

Befragten, die angegeben haben Bio Erzeugnisse zu essen, stellten die untersuchten Produkte keine Alternative dar.

Lediglich eine Person, die berichtet hatte keine Waren des biologischen Landbaus zu konsumieren, zog die dargebotenen Proben als Ersatzmöglichkeit in Erwägung. Weitere 4 Personen, das heißt 80% der TeilnehmerInnen, die bekannt gaben keine Bio Produkte zu verzehren, zogen die vorgestellten Artikel nicht als Alternative in Betracht.

Tabelle 14: Anteil der Personen die Bio Produkte essen und/oder den Hirse/Mais Snack als Alternative sehen

Kreuztabelle Alternative 'Bio essen					
			Bio essen		Gesamtsumme
			Ja	Nein	
Alternative	Ja	Anzahl	84	1	85
		% in Alternative	98,8%	1,2%	100,0%
		% in Bio essen	72,4%	20,0%	70,2%
	Nein	Anzahl	32	4	36
		% in Alternative	88,9%	11,1%	100,0%
		% in Bio essen	27,6%	80,0%	29,8%
Gesamtsumme	Anzahl	116	5	121	
	% in Alternative	95,9%	4,1%	100,0%	
	% in Bio essen	100,0%	100,0%	100,0%	

Es wurde ein signifikanter ($p=0,027$) Zusammenhang zwischen den Faktoren *Bio Produkte essen* und *Hirse/Mais Snacks als Alternative* herausgefunden (Tab. 15).

Tabelle 15: Signifikanzwert des Zusammenhangs zwischen Bio Produkte essen und Alternative

Chi-Quadrat-Tests					
	Wert	df	Asymp. Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (zweiseitig)	Exakte Sig. (einseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	6,301 ^a	1	,012	,027	,027
Kontinuitätskorrektur ^b	4,042	1	,044		
Likelihood-Quotient	5,665	1	,017		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	6,249	1	,012		
Anzahl der gültigen Fälle	121				

a. 2 Zellen (50,0%) haben die erwartete Anzahl von weniger als 5. Die erwartete Mindestanzahl ist 1,49.

b. Berechnung nur für eine 2x2-Tabelle

Zwischen den beiden Variablen konnte ein signifikanter ($p=0,027$), aber eher schwacher ($r_{\text{phi}}=0,228$) Zusammenhang festgestellt werden. Dieses Ergebnis könnte dadurch erklärt werden, dass 27,6% der Personen, die angaben Bio Produkte zu essen, keine Alternative in den vorgestellten Snacks zu anderen Snackprodukten sehen, wodurch keine starke Korrelation gewonnen wurde (Tab. 16). Es wurde folglich ein Trend ermittelt, dass die Befragten, die biologische Ware konsumieren, die Hirse/Mais Snacks als gute Option zu anderen Zwischenmahlzeiten empfinden.

Tabelle 16: Phi-Korrelationskoeffizient

Symmetrische Maße		Wert	Näherungsw eise Sig.
Nominal bezüglich	Phi	,228	,012
Nominal	Cramer-V	,228	,012
Anzahl der gültigen Fälle		121	

4.1.11.3 Zusammenhang zwischen der Ansicht über Hirse/Mais Snacks als Alternative und deren Kaufverhalten

Der dritte Zusammenhang der evaluiert wurde, war zwischen der Ansicht der Befragten, ob die vorgestellten Produkte eine Alternative zu anderen Snacks darstellen würden und ob sie diese auch kaufen würden (Tab. 17).

Es konnte herausgefunden werden, dass 32,9% der KonsumentInnen, die die analysierten Produkte als Alternative empfanden, diese auf jeden Fall kaufen würden. 63,5% der ProbandInnen, die in diesen Snacks eine gute Option sahen, würden diese vielleicht kaufen, sowie 3,5% würden sie sicher nicht erwerben.

Bei den Personen, die angegeben haben, dass sie in den Produkten keine Alternative zu anderen Snacks sahen, gab es keinen, der diese auf jeden Fall kaufen würde (0%). 66,7% der Befragten, die die Proben nicht als Ersatz in Betracht ziehen würden, würden diese vielleicht erwerben, sowie 33,3% sicher nicht.

Tabelle 17: Anteil der Personen die die Hirse/Mais Snacks als Alternativprodukte sahen bzw. diese kaufen würden

Kreuztabelle Alternative kaufen*Alternative					
			Alternative		Gesamtsumme
			Ja	Nein	
Alternative kaufen	auf jeden Fall	Anzahl	28	0	28
		% in Alternative kaufen	100,0%	0,0%	100,0%
		% in Alternative	32,9%	0,0%	23,1%
	vielleicht	Anzahl	54	24	78
		% in Alternative kaufen	69,2%	30,8%	100,0%
		% in Alternative	63,5%	66,7%	64,5%
	sicher nicht	Anzahl	3	12	15
		% in Alternative kaufen	20,0%	80,0%	100,0%
		% in Alternative	3,5%	33,3%	12,4%
Gesamtsumme		Anzahl	85	36	121
		% in Alternative kaufen	70,2%	29,8%	100,0%
		% in Alternative	100,0%	100,0%	100,0%

Es wurde ein höchst signifikanter ($p < 0,001$) Zusammenhang zwischen diesen beiden Variablen ermittelt (Tab.18).

Tabelle 18: Signifikanzwert des Zusammenhangs zwischen Alternative und Alternative kaufen

Chi-Quadrat-Tests			
	Wert	df	Asymp. Sig. (zweiseitig)
Pearson-Chi-Quadrat	30,018 ^a	2	,000
Likelihood-Quotient	36,015	2	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	28,718	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	121		

a. 1 Zellen (16,7%) haben die erwartete Anzahl von weniger als 5.
Die erwartete Mindestanzahl ist 4,46.

Zwischen den untersuchten Faktoren konnte ein starker Zusammenhang ($r_{\text{phi}} = 0,498$) festgestellt werden (Tab. 19), das heißt, dass KonsumentInnen, die die Hirse/Mais Snacks als gute Alternative empfanden, diese eher kaufen würden.

Tabelle 19: Phi-Korrelationskoeffizient

Symmetrische Maße		Wert	Näherungsw eise Sig.
Nominal bezüglich	Phi	,498	,000
Nominal	Cramer-V	,498	,000
Anzahl der gültigen Fälle		121	

Mithilfe des Fragebogens konnten daher wertvolle Erkenntnisse über das Konsumverhalten sowie die Kaufbereitschaft von Produkten biologischen Ursprunges gewonnen werden.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis war, dass das Interesse die Hirse- und Maissnacks zu konsumieren und zu kaufen grundsätzlich gegeben ist, es bedarf nur noch sie zu steigern.

4.2 Hirse-Mais-Bällchen

4.2.1 QDA

Wie in Kapitel 3.2.2 erläutert wurde, sind Produktprofile das Ergebnis von einer Quantitativen Deskriptiven Analyse. Diese werden im Folgenden in Form von Spiderwebs dargestellt.

4.2.1.1 Neutrale Hirse- und Maisbällchen

Das erste Spiderweb (Abb. 18) stellt einen Vergleich der Hirsebällchen und der Maissbällchen dar. Diese sind die neutralen Bällchen ohne weitere Zutaten und dienen daher zum Vergleich mit den anderen Produkten, bei denen immer sowohl Hirse als auch Mais gleichzeitig mit anderen Zutaten vermischt wurden.

Es war zu erkennen, dass das Hirsebällchen - das in der Farbe Pink dargestellt ist - über intensive Geruchs- (6,88 Pkt.) und Flavourattribute von Hirse (6,97 Pkt.) verfügte. Das Maisbällchen - in gelber Farbe abgebildet - wies ebenfalls sehr ausgeprägte Geruchs-, und Flavourattribute von Mais (6,29 bzw. 8,17 Pkt.) auf. Beim diesem war das entsprechende Flavour stärker ausgeprägt als der Geruch, wohingegen beim Hirsebällchen beide Attribute vergleichbar waren. Der Geruch nach Getoastetem war bei beiden Bällchen ähnlich vorhanden (2,98 bzw. 2,77 Pkt.), aber das Flavour war beim Maisbällchen stärker ausgebildet (3,49 Pkt. vgl. mit 2,46 Pkt.).

Ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Sorten konnte bei der Bitterkeit beobachtet werden. Das Hirsebällchen war sowohl bitterer (3,14 Pkt. vgl. mit 0,91 Pkt.) als auch stärker adstringierend (2,15 Pkt. vgl. mit 1,00 Pkt.) als das Bällchen mit Mais.

Der Kautvorgang (3,82 bzw. 3,38 Pkt.), die Festigkeit (4,42 bzw. 4,56 Pkt.), die Körnigkeit (4,92 bzw. 4,20 Pkt.), die Knusprigkeit (7,26 bzw. 7,57 Pkt.), sowie der Nachgeschmack (4,24 bzw. 4,21 Pkt.) wiesen vergleichbare Intensitäten bei beiden Proben auf. Die Haftfähigkeit war hingegen beim Produkt mit Mais (7,94 Pkt.) deutlich stärker ausgeprägt als beim Hirsebällchen (4,54 Pkt.).

Eine weitere Erkenntnis zeigte sich in der Farbe, die bei den Maisbällchen dunkler bewertet wurde (3,55 Pkt.) im Vergleich mit den Bällchen mit Hirse (1,31 Pkt.).

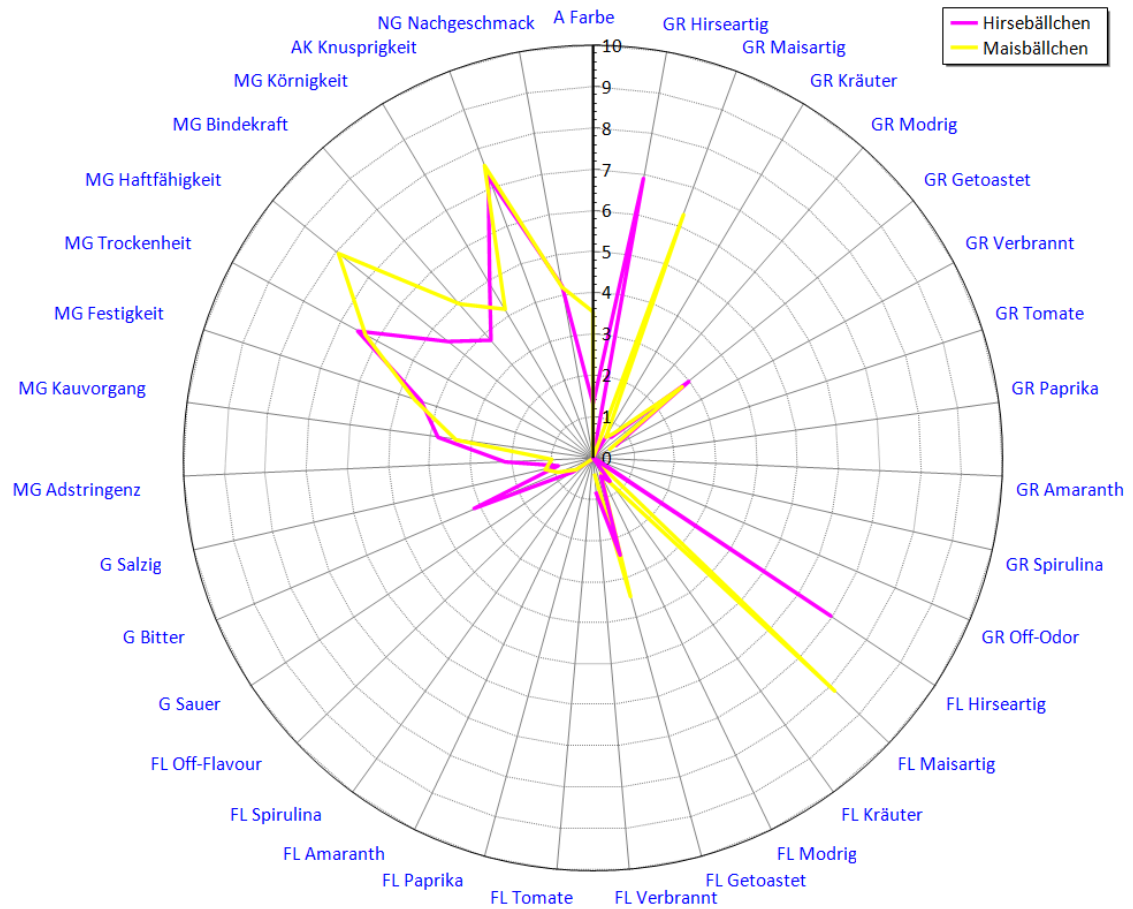


Abbildung 18: Hirsebällchen und Maisbällchen im Vergleich

A = Aussehen, GR = Geruch, FL = Flavour, G = Geschmack, MG = Mundgefühl,
AK = Auditive Eindrücke, NG = Nachgeschmack

4.2.1.2 Hirse- / Maisbällchen und H-M-A-Tomatenbällchen im Vergleich

Auf den ersten Blick war zu erkennen, dass beim H-M-A-Tomatenbällchen der Geruch sowie das Flavour nach Tomate (5,60 bzw. 8,02 Pkt.) stark ausgeprägt waren, wobei das Flavour deutlich intensiver bewertet wurde (Abb. 19). Durch die Zugabe des Tomatenpulvers wurden die Geruchs-, und Flavourattribute von Mais (2,48 bzw. 3,25 Pkt.) und Hirse (2,56 bzw. 3,04 Pkt.) fast im gleichen Ausmaß abgedeckt.

Das Produkt mit Tomate roch weniger stark getoastet (1,74 Pkt.) als die anderen beiden Sorten.

Durch die Zugabe von 5% Amaranth konnte der Geruch bzw. das Flavour nicht stark beeinflusst werden. Der Geruch nach Amaranth zeigte eine sehr geringe

Intensität (0,86 Pkt.), das Flavour wurde stärker wahrgenommen (1,42 Pkt.), jedoch auch viel geringer als jenes von Tomate, Mais und Hirse.

Das H-M-A-Tomatenbällchen war saurer (2,52 Pkt.) sowie salziger (3,32 Pkt.) als die neutralen Sorten, und weniger bitter (2,04 Pkt.) als das Hirse- aber mehr als das Maisbällchen. Die Bitterkeit von Hirse konnte daher durch die Zugabe von Tomate und Mais gesenkt werden.

Die Adstringenz war ähnlich wie die des Hirsebällchens (2,32 Pkt.) und der Kauvorgang (3,17 Pkt.), die Festigkeit (3,63 Pkt.), die Körnigkeit (3,79 Pkt.) sowie die Knusprigkeit (7,56 Pkt.) waren vergleichbar mit den beiden neutralen Proben. Das H-M-A-Tomatenbällchen war weniger haftfähig (4,68 Pkt.) als das Mais- aber ähnlich wie das Hirsebällchen.

Der Nachgeschmack zeigte eine höhere Ausprägung (5,42 Pkt.) als bei den beiden Vergleichssorten und auch die Farbe wurde deutlich dunkler bewertet (5,79 Pkt.).

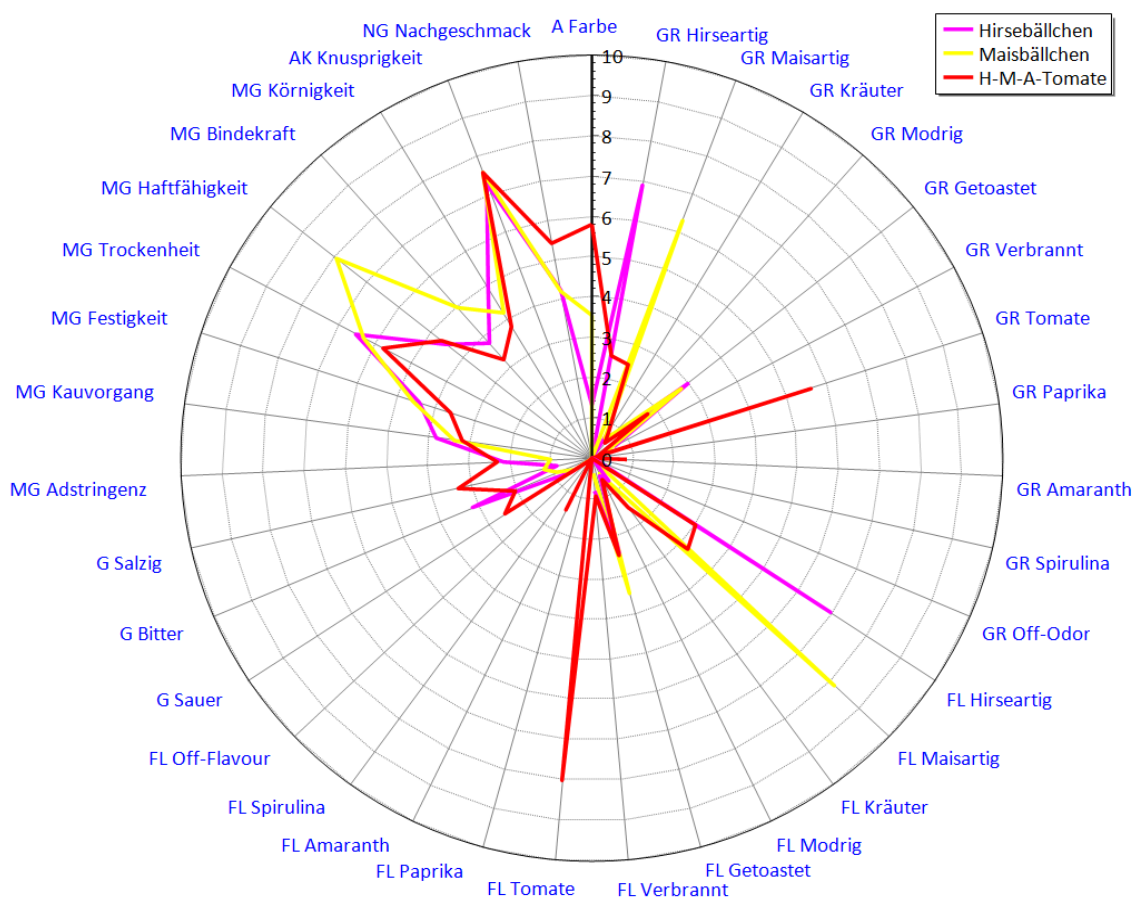


Abbildung 19: Hirse-, und Maisbällchen im Vergleich mit H-M-A-Tomatenbällchen

A = Aussehen, GR = Geruch, FL = Flavour, G = Geschmack, MG = Mundgefühl,
AK = Auditive Eindrücke, NG = Nachgeschmack

4.2.1.3 Hirse- / Maisbällchen und H-M-A-Paprikabällchen im Vergleich

In der Abbildung 20 kann erkannt werden, dass beim H-M-A-Paprikabällchen die Geruchs-, und Flavourattribute von Paprika mit einer hohen Intensität bewertet wurden (6,73 bzw. 7,38 Pkt.), wobei das Flavour stärker wahrgenommen wurde als der Geruch. Durch die ausgeprägte Erfassung von Paprika, wurde die Empfindung der Geruchs- und Flavour-Attribute von Mais (2,75 bzw. 3,88 Pkt.) und Hirse (3,01 bzw. 3,92 Pkt.) stark abgeschwächt.

Das Hinzufügen von Amaranth bewirkte, dass das Flavour nach Amaranth stärker wahrgenommen wurde als der Geruch (1,68 Pkt. vgl. mit 1,28 Pkt.).

Der Geruch nach Getoastetem (2,85 Pkt.) war ähnlich wie bei den neutralen Sorten, das Flavour war beim H-M-A-Paprikabällchen (2,69 Pkt.) mit dem Hirsebällchen (2,46 Pkt.) vergleichbar. Bei der Probe mit Paprika wurden außerdem der Geruch sowie Flavour nach Verbranntem gering erkannt (0,88 bzw. 1,32 Pkt.) und damit stärker empfunden als bei den Vergleichssorten.

Das H-M-A-Paprikabällchen war saurer (1,96 Pkt.) als das Mais- und das Hirsebällchen. Die Bitterkeit (2,68 Pkt.) zeigte etwas geringere Intensität als die des Produktes mit Hirse, jedoch deutlich höhere als die des Maisbällchens.

Die Adstringenz der Probe mit Paprika (2,21 Pkt.) war vergleichbar mit der der neutralen Sorte mit Hirse (2,15 Pkt.).

Der Kauvorgang (3,26 Pkt.), die Festigkeit (3,80 Pkt.), die Bindekraft (3,96 Pkt.) und die Knusprigkeit (7,34 Pkt.) wurden ähnlich bewertet wie bei den Vergleichsprodukten. Das Bällchen mit Paprika war mehr haftfähig (5,54 Pkt.) als die Probe mit Hirse jedoch weniger als die mit Mais.

Auffallend war außerdem die dunklere Farbe (6,17 Pkt.) und eine intensivere Wahrnehmung des Nachgeschmackes (5,13 Pkt.).

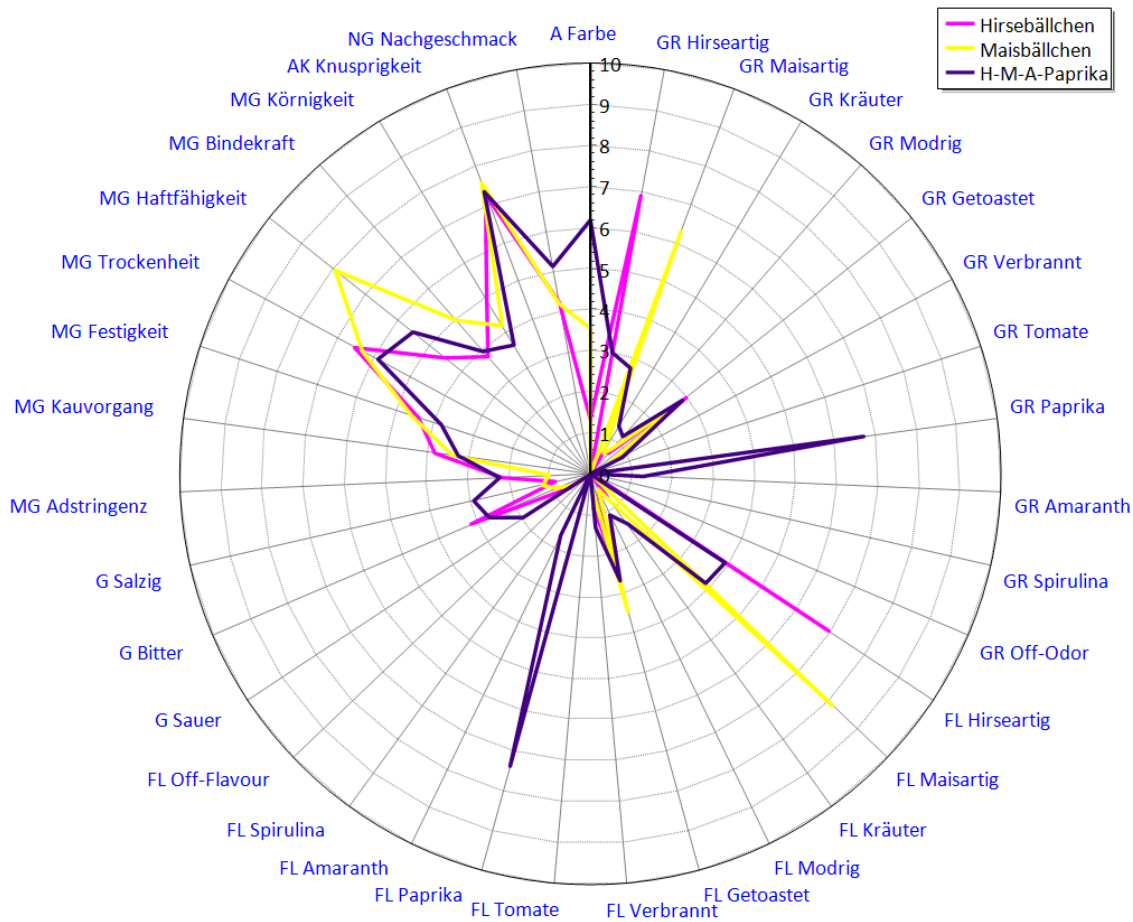


Abbildung 20: Hirse-, und Maisbällchen im Vergleich mit H-M-A-Paprikabällchen

A = Aussehen, GR = Geruch, FL = Flavour, G = Geschmack, MG = Mundgefühl,
AK = Auditive Eindrücke, NG = Nachgeschmack

4.2.1.4 Hirse- / Maisbällchen und H-M-Amaranthbällchen im Vergleich

Durch die Zugabe von Amaranth wies das H-M-Amaranthbällchen Geruch und Flavour dieser Zutat auf (Abb. 21), wobei das Flavour (5,32 Pkt.) stärker bewertet wurde als der Geruch (3,65 Pkt.). Das Hinzufügen dieser Pseudocereale führte erneut zu einer Abschwächung der Geruchs- und Flavourattribute von Mais (4,17 bzw. 4,68 Pkt.) und Hirse (4,00 bzw. 4,55 Pkt.). Der Geruch nach Getoastetem (3,59 Pkt.) wurde stärker bewertet als bei den neutralen Proben, das Flavour (3,19 Pkt.) war geringer ausgeprägt als beim Maisbällchen, aber stärker als beim Hirsebällchen. Die Wahrnehmung des Geruches beziehungsweise des Flavours nach Verbranntem (1,32 bzw. 1,03

Pkt.) war etwas stärker vorhanden als bei den Vergleichsprodukten, dennoch aber sehr gering.

Das H-M-Amaranthbällchen schmeckte saurer (1,61 Pkt.) und salziger (2,98 Pkt.) als die beiden anderen Sorten. Es erwies sich deutlich bitterer (2,54 Pkt.) als das Maisbällchen (0,91 Pkt.) jedoch weniger als das Hirsebällchen (3,14 Pkt.).

Die Adstringenz (1,83 Pkt.) war vergleichbar mit dem Hirsebällchen und daher deutlich intensiver ausgeprägt als beim Maisbällchen.

Die Haftfähigkeit (4,83 Pkt.) wurde annähernd gleich stark bewertet wie die des Produktes mit Hirse. Der Kauvorgang (3,14 Pkt.), die Festigkeit (3,57 Pkt.), die Trockenheit (5,73 Pkt.), die Bindekraft (4,01 Pkt.), die Körnigkeit (3,96 Pkt.), die Knusprigkeit (6,92 Pkt.) sowie der Nachgeschmack (4,66 Pkt.) wurden von den PanellistInnen mit ähnlicher Intensität wahrgenommen wie bei den neutralen Sorten.

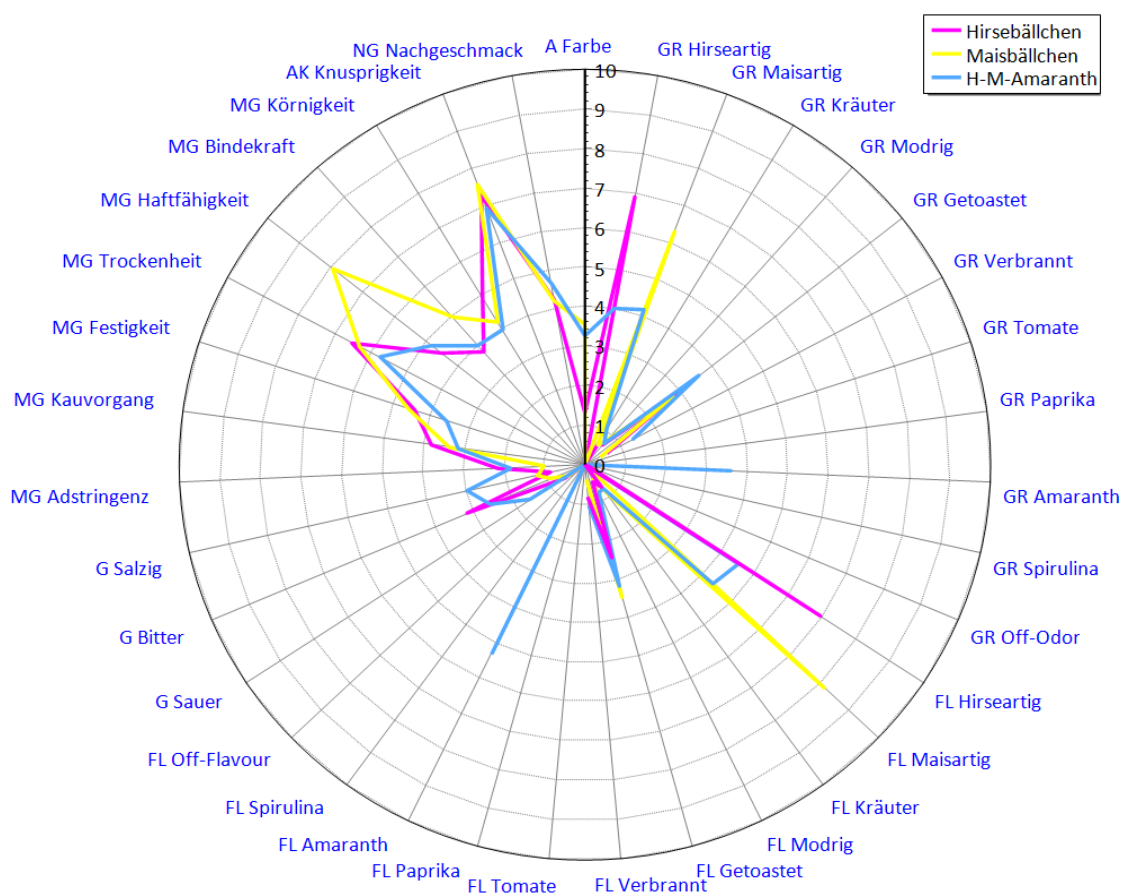


Abbildung 21: Hirse-, und Maisbällchen im Vergleich mit H-M-Amaranthbällchen

A = Aussehen, GR = Geruch, FL = Flavour, G = Geschmack, MG = Mundgefühl,
AK = Auditive Eindrücke, NG = Nachgeschmack

Die Farbe (3,25 Pkt.) war vergleichbar mit der des neutralen Maisproduktes und damit dunkler als bei der Probe mit Mais.

4.2.1.5 Hirse- / Maisbällchen und H-M-A-Spirulinabällchen im Vergleich

Das Beifügen von Spirulina führte zu einer sehr intensiven Wahrnehmung der Geruchs- und Flavourattribute der Alge (Abb. 22). Sowohl der Geruch (8,05 Pkt.) als auch das Flavour (9,06 Pkt.) waren sehr stark ausgeprägt. Folglich überdeckte der Spirulinageruch beziehungsweise das -flavour die Zutaten Mais und Hirse in sehr großem Ausmaß. Es konnte bemerkt werden, dass sowohl beim Geruch als auch beim Flavour die Wahrnehmung von Mais (2,17 bzw. 3,00 Pkt.) stärker überdeckt wurde als die von Hirse (2,73 bzw. 3,65 Pkt.). Interessant war außerdem, dass die Abdeckung beim Geruch stärker ausgeprägt war als beim Flavour, obwohl das Spirulinaflavour intensiver als der Spirulinageruch bewertet wurde.

Obwohl in der Probe 5% Amaranth enthalten war, wurde durch die dominanten Eigenschaften der Alge fast kein Geruch nach Amaranth (0,42 Pkt.) wahrgenommen und auch das Flavour (0,88 Pkt.) wurde als sehr schwach bewertet.

Der Geruch und das Flavour von Getoastetem (1,82 bzw. 1,82 Pkt.) sowie Verbranntem (0,88 bzw. 1,03 Pkt.) waren weniger intensiv als bei den neutralen Proben.

Beim Spirulinabällchen konnten sowohl Geruch als auch Flavour von Kräutern (3,36 bzw. 4,13 Pkt.) sowie Modrigkeit (3,50 bzw. 2,81 Pkt.) wahrgenommen werden, was bei den Vergleichsprodukten nicht, beziehungsweise nur sehr gering der Fall war.

Das H-M-A-Spirulinabällchen war saurer (1,58 Pkt.) und deutlich salziger (4,14 Pkt.) als die Vergleichsproben. Die Bitterkeit (2,57 Pkt.) war intensiver als beim Maisbällchen und leicht geringer als beim Hirsebällchen.

Das Produkt mit Spirulina wurde stärker adstringierend (2,94 Pkt.) bewertet als die Vergleichsproben. Die Haftfähigkeit (4,76 Pkt.) war vergleichbar mit dem Hirsebällchen (4,54 Pkt.), und damit deutlich geringer als bei der Probe mit Mais

(7,94 Pkt.). Der Kauvorgang (3,52 Pkt.), die Festigkeit (4,41 Pkt.), die Trockenheit (5,78 Pkt.), die Bindekraft (3,81 Pkt.), die Körnigkeit (3,88 Pkt.) sowie die Knusprigkeit (7,46 Pkt.) lagen im Bereich der Intensität der neutralen Produkte. Deutliche Unterschiede gab es allerdings beim Nachgeschmack, der beim H-M-A-Spirulinabällchen viel intensiver bewertet wurde (7,29 Pkt.) und auch die Farbe war deutlich dunkler (8,55 Pkt.) als bei den Vergleichsproben.

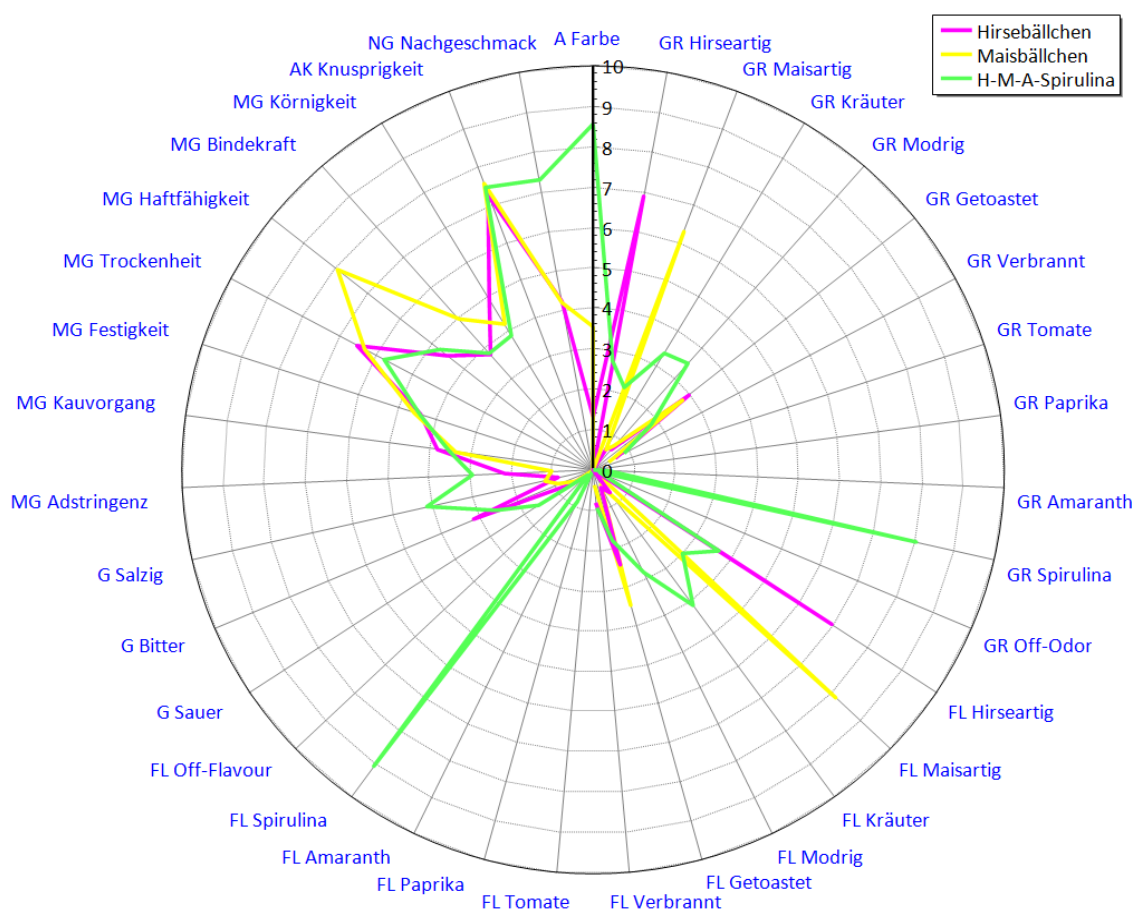


Abbildung 22: Hirse-, und Maisbällchen im Vergleich mit H-M-A-Spirulinabällchen

A = Aussehen, GR = Geruch, FL = Flavour, G = Geschmack, MG = Mundgefühl,
AK = Auditive Eindrücke, NG = Nachgeschmack

4.2.1.6 Vergleich aller Bällchen mittels Varianzanalyse und LSD-Tests

Um nicht nur einen Vergleich der verschiedenen Bällchen mit den beiden neutralen Sorten sondern auch untereinander zu ermöglichen, wurden alle sechs Proben in einem zusammenfassenden Profilplot gemeinsam dargestellt

(Abb. 29). Die beiden Spiderwebs der einzelnen Sessions vom Vormittag und Nachmittag wurden im Anhang (Abb. 63 und 64) abgebildet.

Die Ergebnisse der Varianzanalyse zur Untersuchung, ob es zwischen den sechs analysierten Produkten signifikante Unterschiede in den Attributen gab, und der multiplen Paarvergleiche (Fisher LSD-Tests) zur weiteren Auswertung, welche Sorten sich signifikant unterschieden, werden im Folgenden diskutiert. In Tabelle 20 sind die Attribute dargestellt, bei denen signifikante Unterschiede festgestellt werden konnten, die Ergebnisse inklusive nicht signifikanter Testergebnisse befinden sich im Anhang (Tab. 53).

4.2.1.6.1 Aussehen

Die Analyse der Farbe (Abb. 23 und 29) zeigte, dass es aufgrund der unterschiedlichen Zutaten starke Differenzen zwischen den sechs Proben gab. Die Hirsebällchen waren am hellsten (1,31 Pkt., D), gefolgt von den Amaranth- (3,25 Pkt., C), Mais- (3,55 Pkt., C), Tomaten- (5,79 Pkt., B) und Paprikabällchen (6,17 Pkt., B). Das H-M-A-Spirulinabällchen wurde signifikant ($p < 0,001$) am dunkelsten bewertet (8,55 Pkt., A).

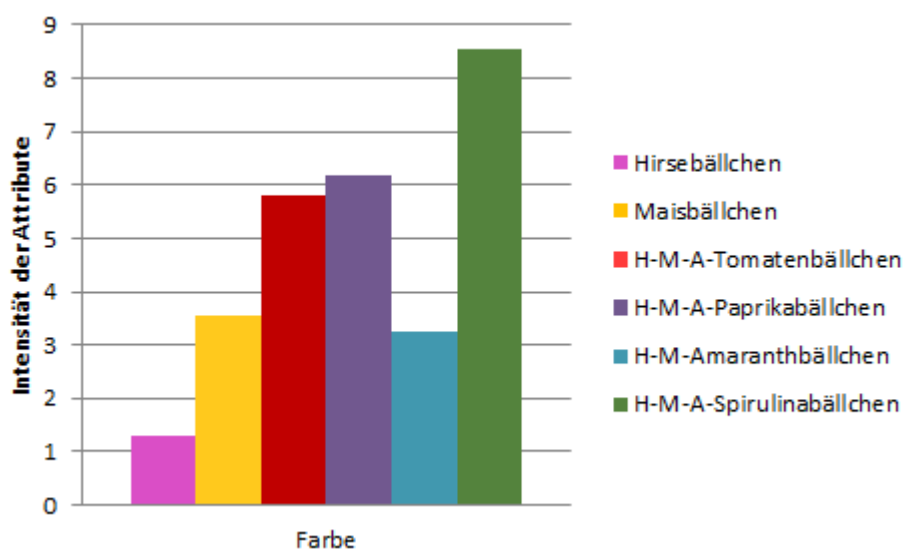


Abbildung 23: Farbe

4.2.1.6.2 Geruch und Flavour

Bei der Betrachtung des Geruches (Abb. 24 und 29) nach Hirse war zu erkennen, dass sich das Hirsebällchen (6,88 Pkt., A) signifikant ($p < 0,001$) vom H-M-Amaranthbällchen (4,00 Pkt., B) unterschied. Dieses wies signifikant ($p < 0,001$) stärkeren Hirsegeruch auf als die Bällchen mit Tomate (2,56 Pkt., C), Paprika (3,01 Pkt., C) und Spirulina (2,73 Pkt., C). Alle Produkte differierten signifikant ($p < 0,001$) im Hirsegeruch vom Maisbällchen (D), das keine Hirse als Zutat enthielt. Ähnliche Ergebnisse wurden beim Flavour von Hirse (Abb. 25 und 29) erzielt, mit der Ausnahme, dass sich die Probe mit Paprika (3,92 Pkt., BC) nur vom Hirsebällchen (6,97 Pkt., A) und Maisbällchen (0,00 Pkt., D) signifikant ($p < 0,001$) unterschied, nicht aber von den Produkten mit Amaranthmehl (4,55 Pkt., B), Tomaten- (3,04 Pkt., C) und Spirulinapulver (3,65 Pkt., C).

Dies bedeutet, dass beim Bällchen mit Amaranth sowohl Hirsegeruch als auch -flavour weniger überdeckt wurden als bei den anderen Produkten. Die größte Abdeckung erfolgte beim Bällchen mit Tomate (2,56 Pkt. bzw. 3,04 Pkt.) und Spirulina (2,73 Pkt. bzw. 3,65 Pkt.).

Für die Geruchs- und Flavour-Attribute von Mais (Abb. 24, 25 und 29) konnten ähnliche Ergebnisse wie bei den Hirse-Attributen herausgefunden werden, wobei im Maisbällchen (6,29 Pkt., A) signifikant ($p < 0,001$) die höchste Intensität wahrgenommen wurde und im Hirsebällchen (0,00 Pkt., D) keine. Der Geruch sowie das Flavour nach Mais wurden erneut bei der Probe mit Amaranth (4,17 Pkt., bzw. 4,38 Pkt.) signifikant ($p < 0,001$) am wenigsten und bei den Produkten mit Tomate (2,48 Pkt. bzw. 3,25 Pkt.) und Spirulina (2,17 Pkt. bzw. 3,00 Pkt.) am stärksten überdeckt.

Der Geruch nach Kräutern unterschied sich im Bällchen mit Spirulina (3,36 Pkt., A) signifikant ($p < 0,001$) von den fünf anderen untersuchten Sorten, die alle vergleichbar waren und somit der gleichen Gruppe (B) zugeteilt wurden. Auch das Flavour wurde am intensivsten beim Spirulinabällchen (4,13 Pkt., A)

wahrgenommen. Das Bällchen mit Paprika (1,53 Pkt., B) war signifikant ($p < 0,001$) mehr kräuterartig als das Hirsebällchen (0,69 Pkt., C). Die Proben mit Tomate (1,50 Pkt., BC), Mais (0,72 Pkt., BC) und Amaranth (0,73 Pkt., BC) unterschieden sich signifikant ($p < 0,001$) vom Produkt mit Spirulina, jedoch nicht von den Sorten mit Hirse und Paprika.

Der Geruch sowie das Flavour nach Modrigem waren beim Bällchen mit Spirulina (3,50 Pkt., A bzw. 2,81 Pkt., A) signifikant ($p < 0,001$) stärker ausgeprägt als bei allen anderen Sorten (B).

Beim Produkt mit Amaranth wurde der Geruch nach Getoastetem am intensivsten wahrgenommen (3,59 Pkt., A), das Flavour war beim Mais- (3,49 Pkt., A) gefolgt vom Amaranthbällchen (3,19 Pkt., AB) am stärksten ausgeprägt.

Das H-M-Amaranthbällchen wies den stärksten verbrannten Geruch (1,32 Pkt., A) auf, gefolgt von den Sorten mit Paprika und Spirulina (je 0,88 Pkt., AB), Hirse (0,63 Pkt., BC), Mais (0,42 Pkt., BC) und der Probe mit Tomate (0,17 Pkt., C), die am wenigsten verbrannt roch. Es konnten signifikante ($p = 0,0004$) Unterschiede zwischen den sechs Proben festgestellt werden.

Die Flavour-Eigenschaften waren von den Zutaten Hirse, Mais, Tomate, Paprika, Amaranth sowie Spirulina abhängig und wurden in allen Proben mit höherer Intensität bewertet als beim Geruch. Die Sorten mit Tomate, Paprika und Spirulina unterschieden sich in den entsprechenden Geruchs- und Flavour-Attributen der jeweiligen Zutaten signifikant ($p < 0,001$) von den anderen fünf Bällchen. Die Ausnahme stellte das Bällchen mit Amaranth dar, da die Pseudocerealie auch in den Produkten mit Tomate, Paprika und Spirulina als Zutat enthalten war. Das H-M-Amaranthbällchen wich im Geruch und Flavour nach Amaranth (3,65 Pkt., A bzw. 5,32 Pkt., A) signifikant ($p < 0,001$) von allen anderen Produkten ab, bei denen jedoch Differenzen gefunden werden konnten. Das Bällchen mit Paprika (1,28 Pkt., B) unterschied sich im Geruch nach Amaranth signifikant ($p < 0,001$) vom Produkt mit Spirulina (0,42 Pkt., CD), Hirse (0 Pkt., D), und Mais (0 Pkt., D), jedoch nicht von der Sorte mit Tomate

(0,86 Pkt., BC). Bei den neutralen Hirse und Mais Bällchen war kein Amaranth als Zutat enthalten, daher wurde von den Panellisten kein Geruch wahrgenommen. Beim Flavour nach Amaranth wurden ähnliche Ergebnisse wie beim Geruch erzielt. Das Bällchen mit Spirulina (0,88 Pkt., C) unterschied sich signifikant ($p < 0,001$) von allen anderen Sorten außer Tomate (1,42 Pkt., BC).

Das Flavour der zusätzlichen Zutaten außer Hirse und Mais wurde beim Spirulinabällchen am intensivsten wahrgenommen (9,06 Pkt.), gefolgt von den Bällchen mit Tomate (8,02 Pkt.), Paprika (7,38 Pkt.) und Amaranth (5,32 Pkt.). Auch beim Geruch wurde das Produkt mit Spirulina am intensivsten bewertet (8,05 Pkt.), gefolgt von den Sorten mit Paprika (6,73 Pkt.), Tomate (5,60 Pkt.) und Amaranth (3,65 Pkt.). Die neutralen Hirse- und Maisbällchen wurden sowohl beim Geruch (6,88 Pkt.[Hirse] bzw. 6,29 Pkt.[Mais]) als auch beim Flavour (6,97 Pkt.[Hirse] bzw. 8,17 Pkt.[Mais]) mit hoher Intensität beurteilt.

Off-Flavour und Off-Odor wurden nicht beziehungsweise fallweise mit ganz geringer Intensität wahrgenommen. Dies ist wichtig, da ansonsten die Produkte durch diese störenden Faktoren von den KonsumentInnen nicht angenommen werden würden. Es konnten keine signifikanten Differenzen zwischen den sechs untersuchten Proben herausgefunden werden ($p = 0,0619$ [Off-Odor] bzw. $p = 0,4299$ [Off-Flavour]).

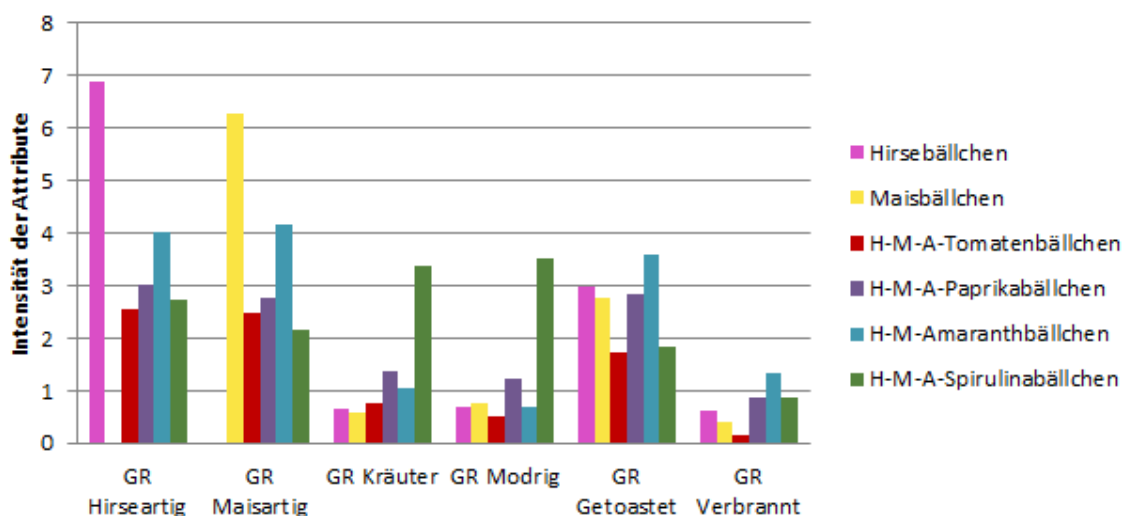


Abbildung 24: Attribute des Geruchs, die signifikante Unterschiede aufwiesen

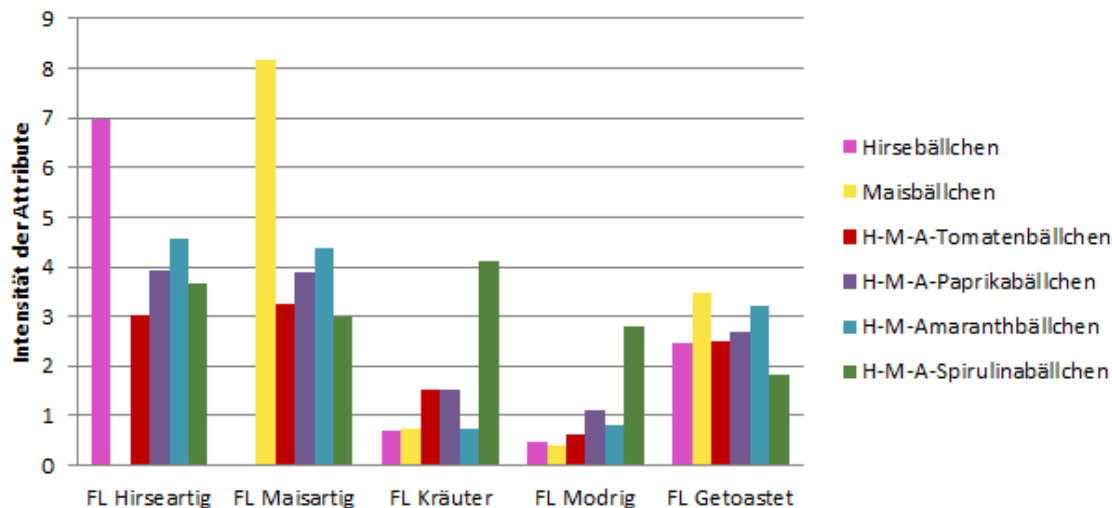


Abbildung 25: Attribute des Flavours, die signifikante Unterschiede aufwiesen

4.2.1.6.3 Geschmack

Bei der Betrachtung der Grundgeschmacksrichtung sauer (Abb. 26 und 29) konnte herausgefunden werden, dass das Bällchen mit Tomate (2,52 Pkt., A) von allen Sorten signifikant ($p < 0,001$) am sauersten bewertet wurde. Die Produkte mit Paprika (1,96 Pkt., B), Amaranth (1,61 Pkt., B) und Spirulina (1,58 Pkt., B) zeigten ähnliche Eigenschaften und waren signifikant ($p < 0,001$) saurer im Vergleich zu den Hirse- (0,62 Pkt., C) und Maisbällchen (0,50 Pkt., C).

Die neutrale Probe mit Hirse (3,14 Pkt., A) wurde am bittersten bewertet, gefolgt von den Produkten mit Paprika- (2,68 Pkt., AB), und Spirulinapulver (2,57 Pkt., AB) sowie Amaranthmehl (2,57 Pkt., AB), die untereinander keine signifikanten Unterschiede ($p > 0,05$) zeigten und daher derselben Gruppe zugewiesen wurden. Die Probe mit Hirse war signifikant ($p < 0,001$) bitterer als das Bällchen mit Tomate (2,04 Pkt., B) und das neutrale Maisbällchen (0,91 Pkt., C), das als am wenigsten bitter bewertet wurde. Die Bitterkeit der Hirse konnte nur beim Bällchen mit Tomate signifikant ($p < 0,001$) gesenkt werden.

Das Produkt mit Spirulina wurde am salzigsten bewertet (4,14 Pkt., A) und es unterschied sich signifikant ($p < 0,001$) von allen anderen untersuchten Sorten, außer vom Bällchen mit Tomate (3,32 Pkt., AB). Das H-M-A-Tomatenbällchen

war signifikant ($p < 0,001$) salziger als die neutralen Proben mit Hirse (0,88 Pkt., C) und Mais (1,20 Pkt., C), jedoch nicht als die Bällchen mit Paprika (2,92 Pkt., B) und Amaranth (2,98 Pkt., B).

Es konnte herausgefunden werden, dass die Sorten bei denen Salz als Zutat hinzugefügt wurde, das heißt die Produkte mit Tomate, Paprika, Amaranth und Spirulina, zu signifikanten ($p < 0,001$) Unterschieden in der Salzigkeit mit den Sorten ohne Salzzugabe (Hirse, Mais) führten.

Bei den Proben mit Tomate, Paprika, Amaranth und Spirulina wurde die gleiche Menge an Salz hinzugefügt, dennoch wurden signifikante ($p < 0,001$) Differenzen zwischen diesen Produkten herausgefunden. Die Wahrnehmung der Salzigkeit konnte daher durch das Zufügen von unterschiedlichen Zutaten beeinflusst werden.

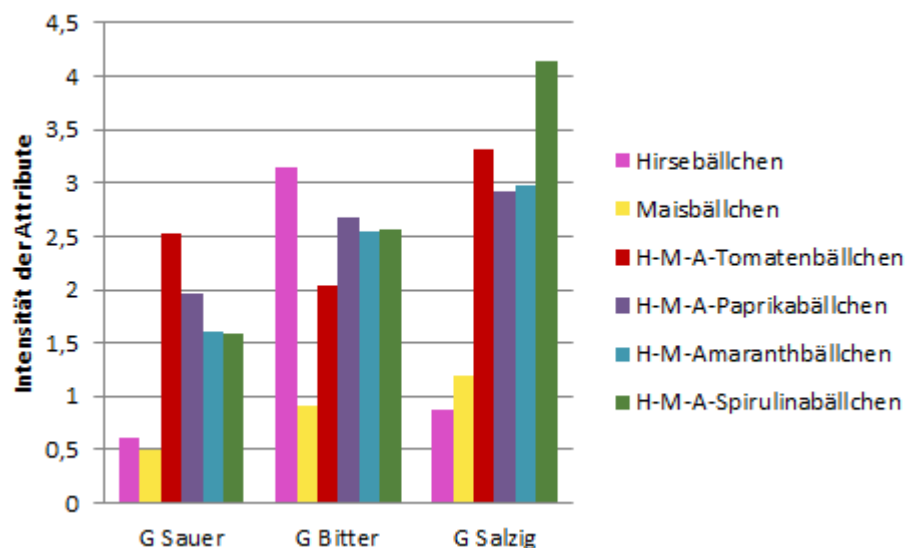


Abbildung 26: Attribute des Geschmacks

4.2.1.6.4 Mundgefühl

Ein wichtiges Attribut stellt die Adstringenz dar. Das Bällchen mit Spirulina wurde am stärksten adstringierend beurteilt (2,96 Pkt., A), gefolgt vom Tomatenbällchen (2,32 Pkt., AB) und den Paprika- (2,21 Pkt., B), Hirse- (2,15 Pkt., B) und Amaranthbällchen (1,83 Pkt., B). Zwischen den Produkten mit Hirse, Paprika und Amaranth (B) gab es untereinander keine signifikanten

Unterschiede ($p > 0,05$), nur zum Produkt mit Mais (1,00 Pkt., C) und Spirulina ($p < 0,001$). Die neutrale Probe mit Mais wurde daher als am wenigsten adstringierend bewertet. Die Sorte mit Tomate (AB) wich nur vom Maisbällchen signifikant ($p < 0,001$) in der Adstringenz ab.

Die Festigkeit (4,56 Pkt., A [Mais] bzw. 4,42 Pkt., AB [Hirse]) sowie die Trockenheit (6,50 Pkt., A [Hirse] bzw. 6,31 Pkt., AB [Mais]) waren bei den neutralen Proben signifikant ($p = 0,0065$ bzw. $p = 0,0384$) am stärksten ausgeprägt.

Die Haftfähigkeit war im Maisbällchen (7,94 Pkt., A) signifikant ($p < 0,001$) am stärksten und am wenigsten im Hirsebällchen (4,54 Pkt., C) ausgeprägt.

Auch bei der Bindekraft, die beim Maisbällchen mit der höchsten Intensität wahrgenommen (4,95 Pkt., A) wurde, konnten signifikante ($p = 0,0058$) Differenzen zu den übrigen fünf untersuchten Proben herausgefunden werden.

Das Hirsebällchen (4,92 Pkt., A) war signifikant ($p = 0,0005$) körniger als die restlichen evaluierten Produkte (B).

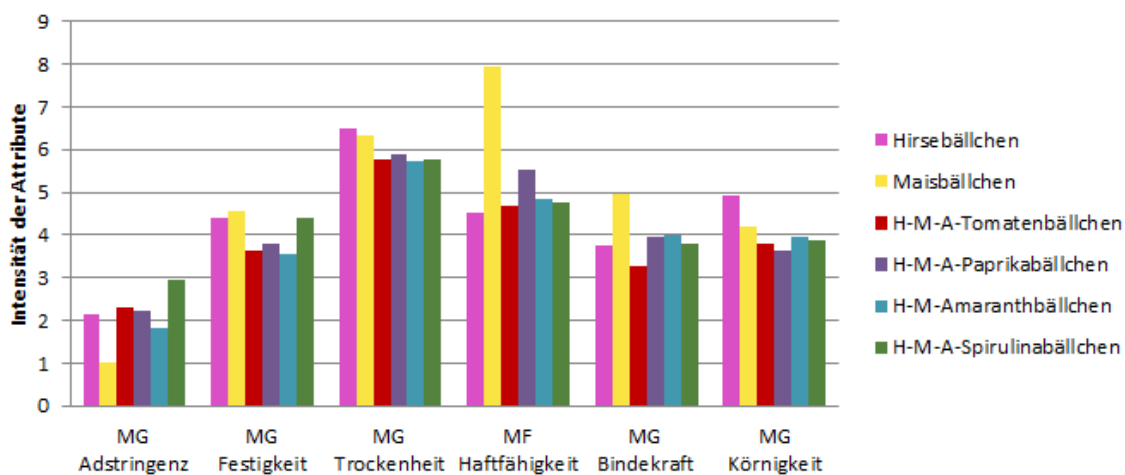


Abbildung 27: Attribute des Mundgefühls, die signifikante Unterschiede aufwiesen

4.2.1.6.5 Auditiver Eindruck

Die Analyse der Knusprigkeit führte zu keinen signifikanten ($p = 0,3952$) Unterschieden zwischen den sechs untersuchten Produkten, wobei das

Maisbällchen am knusprigsten (7,57 Pkt.) und das H-M-Amaranthbällchen (6,92 Pkt.) am wenigsten knusprig war.

4.2.1.6.6 Nachgeschmack

Beim Nachgeschmack (Abb. 28 und 29) konnten große Unterschiede zwischen den sechs analysierten Produkten herausgefunden werden. Dieser war beim Spirulinabällchen (7,29 Pkt., A) am stärksten ausgeprägt, was zu signifikanten ($p < 0,001$) Differenzen zu allen anderen Proben führte. Die Sorten mit Tomate (5,42 Pkt., B) und Paprika (5,13 Pkt., B) zeigten einen vergleichbaren Nachgeschmack, wie auch die Sorten Hirse (4,24 Pkt., C) und Mais (4,21 Pkt., C). Das Bällchen mit Amaranth (4,66 Pkt., BC) unterschied sich alleinig vom Spirulinabällchen signifikant ($p < 0,001$) im Nachgeschmack.

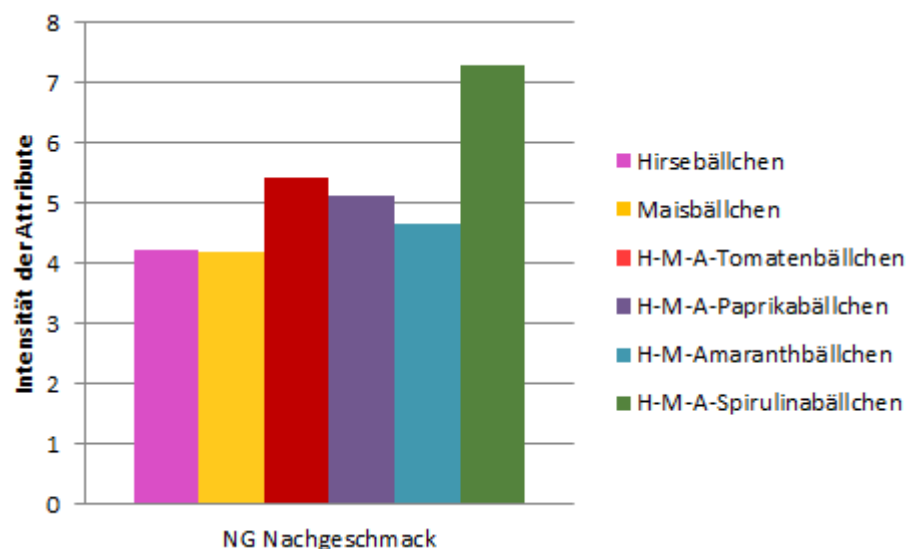


Abbildung 28: Nachgeschmack

Zusammenfassend konnte herausgefunden werden, dass bei der Untersuchung von Off-Odor ($p=0,0619$), Off-Flavour ($p=0,4299$), Flavour Verbrannt ($p=0,0680$), Kauvorgang ($p=0,0829$) sowie Knusprigkeit ($p=0,3952$) keine signifikanten Unterschiede zwischen den sechs analysierten Produkten ermittelt wurden.

Bei der Trockenheit konnten signifikante ($p < 0,05$) Differenzen zwischen den sechs Bällchen herausgefunden werden und bei der Festigkeit und der Bindekraft waren die Unterschiede hoch signifikant ($p < 0,01$). Bei allen übrigen Attributen, das heißt der Farbe, dem Hirse-, Mais-, Kräuter-, Tomaten-, Paprika-, Amaranth-, und Spirulinaartigem sowie modrigem und getoastetem Geruch und Flavour, verbranntem Geruch, saurem, bitterem und salzigem Geschmack sowie Nachgeschmack, als auch der Adstringenz, Haftfähigkeit und Körnigkeit konnten höchst signifikante ($p < 0,001$) Unterschiede zwischen den sechs Produkten festgestellt werden.

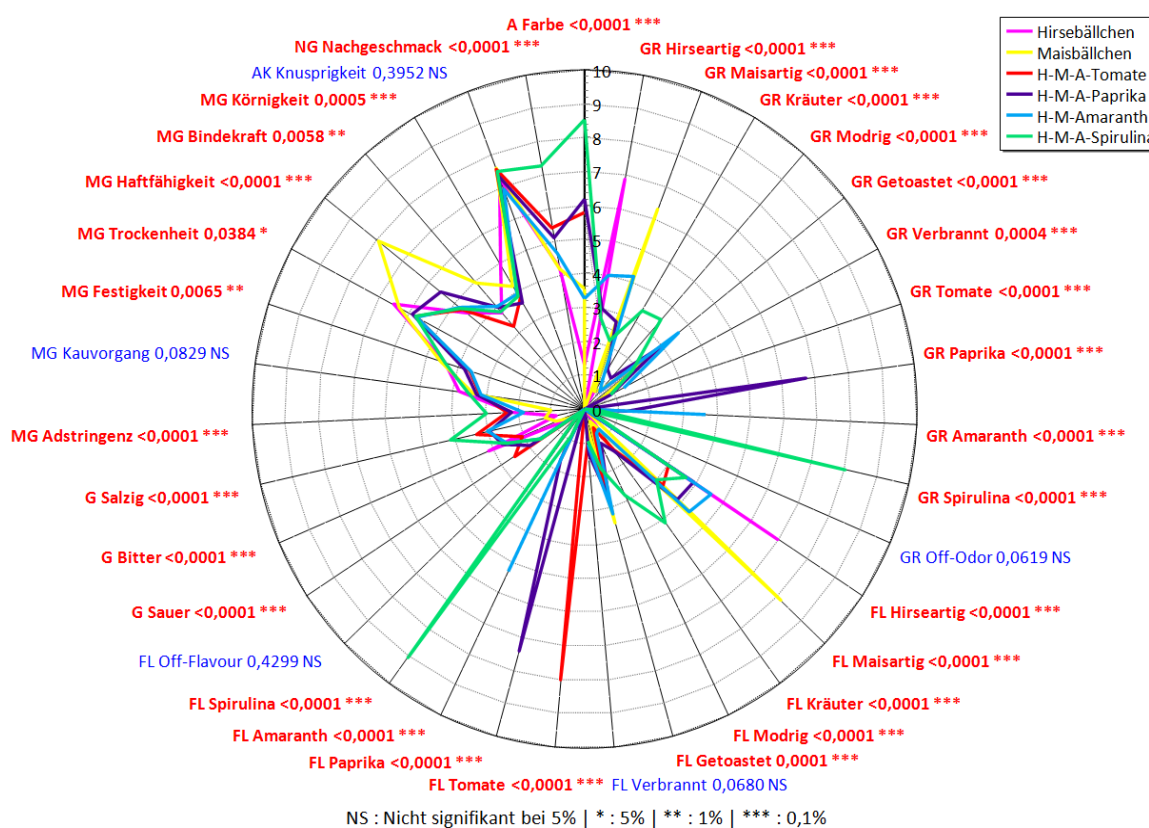


Abbildung 29: Varianzanalyse der Hirse-Mais-Bällchen

A = Aussehen, GR = Geruch, FL = Flavour, G = Geschmack, MG = Mundgefühl, AK = Auditive Eindrücke, NG = Nachgeschmack

Tabelle 20: LSD-Tests der Attribute mit signifikanten Unterschieden zwischen den Produkten

Analyse	Hirsebällchen	Maisbällchen	H-M-A-Tomate	H-M-A-Paprika	H-M-A-Amaranth	H-M-A-Spirulina	p
A Farbe	D	C	B	B	C	A	<0,0001
GR Hirse	A	D	C	C	B	C	<0,0001
GR Mais	D	A	C	C	B	C	<0,0001

GR Kräuter	B	B	B	B	B	A	<0,0001
GR Modrig	B	B	B	B	B	A	<0,0001
GR Getoastet	AB	B	C	AB	A	C	<0,0001
GR Verbrannt	BC	BC	C	AB	A	AB	0,0004
GR Tomate	B	B	A	B	B	B	<0,0001
GR Paprika	B	B	B	A	B	B	<0,0001
GR Amaranth	D	D	BC	B	A	CD	<0,0001
GR Spirulina	B	B	B	B	B	A	<0,0001
FL Hirse	A	D	C	BC	B	C	<0,0001
FL Mais	D	A	C	BC	B	C	<0,0001
FL Kräuter	C	BC	BC	B	BC	A	<0,0001
FL Modrig	B	B	B	B	B	A	<0,0001
FL Getoastet	CD	A	CD	BC	AB	D	0,0001
FL Tomate	B	B	A	B	B	B	<0,0001
FL Paprika	B	B	B	A	B	B	<0,0001
FL Amaranth	D	D	BC	B	A	C	<0,0001
FL Spirulina	B	B	B	B	B	A	<0,0001
G Sauer	C	C	A	B	B	B	<0,0001
G Bitter	A	C	B	AB	AB	AB	<0,0001
G Salzig	C	C	AB	B	B	A	<0,0001
MG Adstringenz	B	C	AB	B	B	A	<0,0001
MG Festigkeit	AB	A	C	BC	C	AB	0,0065
MG Trockenheit	A	AB	B	B	B	B	0,0384
MG Haftfähigkeit	C	A	BC	B	BC	BC	<0,0001
MG Bindekraft	B	A	B	B	B	B	0,0058
MG Körnigkeit	A	B	B	B	B	B	0,0005
NG Nachgeschmack	C	C	B	B	BC	A	<0,0001

4.2.2 Akzeptanzprüfung

Die Ergebnisse der Akzeptanz der Hirse/Mais-Bällchen wurden sowohl in Form von Häufigkeitstabellen (Tab. 54 bis 59, Anhang) als auch Balkendiagrammen (Abb. 30 bis 35) dargestellt.

4.2.2.1 Hirsebällchen

Bei den Hirsebällchen lagen 33,1% der Bewertungen im Bereich der Skalenpunkte 1 *mag ich besonders gerne* bis 4 *mag ich etwas* (Abb. 30).

Es wurde jedoch keine einzige Akzeptanz mit dem Skalenpunkt 1 *mag ich besonders gern* abgegeben und nur 3,3% der ProbandInnen bewerteten das Hirsebällchen mit dem Skalenpunkt 2 *mag ich sehr gern*.

Die meisten Akzeptanzurteile wurden beim Punkt 4 *mag ich etwas* (19%) und 6 *mag ich nicht besonders* (19%) abgegeben, gefolgt von 18,2% Urteilen bei 7 *mag ich wenig*.

12 der 121 KonsumentInnen (9,9%) beurteilten das Produkt mit *mag ich überhaupt nicht*.

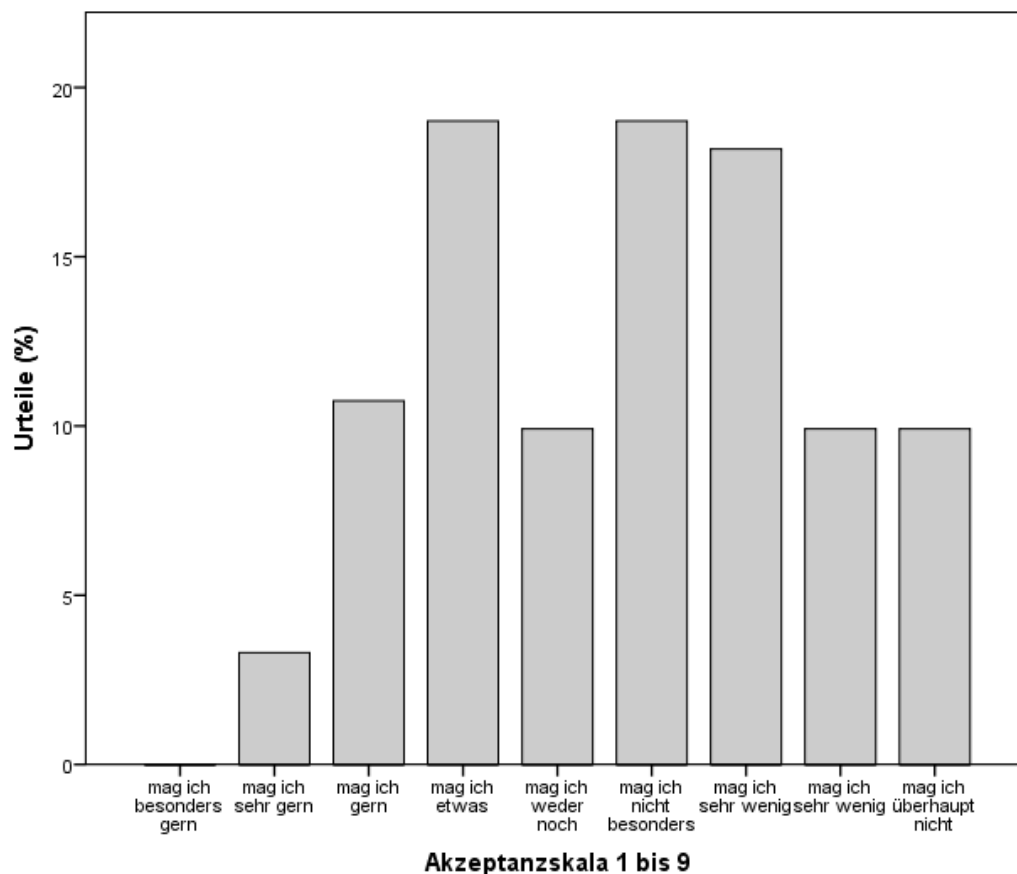


Abbildung 30: Beurteilung der Akzeptanz der Hirsebällchen

4.2.2.2 Maisbällchen

Anders sahen die Ergebnisse beim Maisbällchen aus. Der prozentuelle Anteil der abgegebenen Urteile im Bereich der Skalenpunkte 1 bis 4 lag bei 57,9% (Abb. 31). Das Produkt mit Mais erhielt daher sogar fast doppelt so viele Bewertungen in diesem Bereich wie das Hirsebällchen.

Die meisten Urteile (26,4%) der Befragten gab es beim Punkt 4 *mag ich etwas*. Die wenigsten Urteile wurden von den KonsumentInnen bei den Skalenpunkten 1, 8 und 9 mit jeweils 5% der Stimmen abgegeben.

Außerdem wurden in Summe bei den Punkten 1 und 2 (17,4%) insgesamt mehr Bewertungen erreicht als bei den Punkten 8 und 9 (10%).

Folglich ergab sich eine bessere Akzeptanz im Vergleich zum Hirsebällchen.

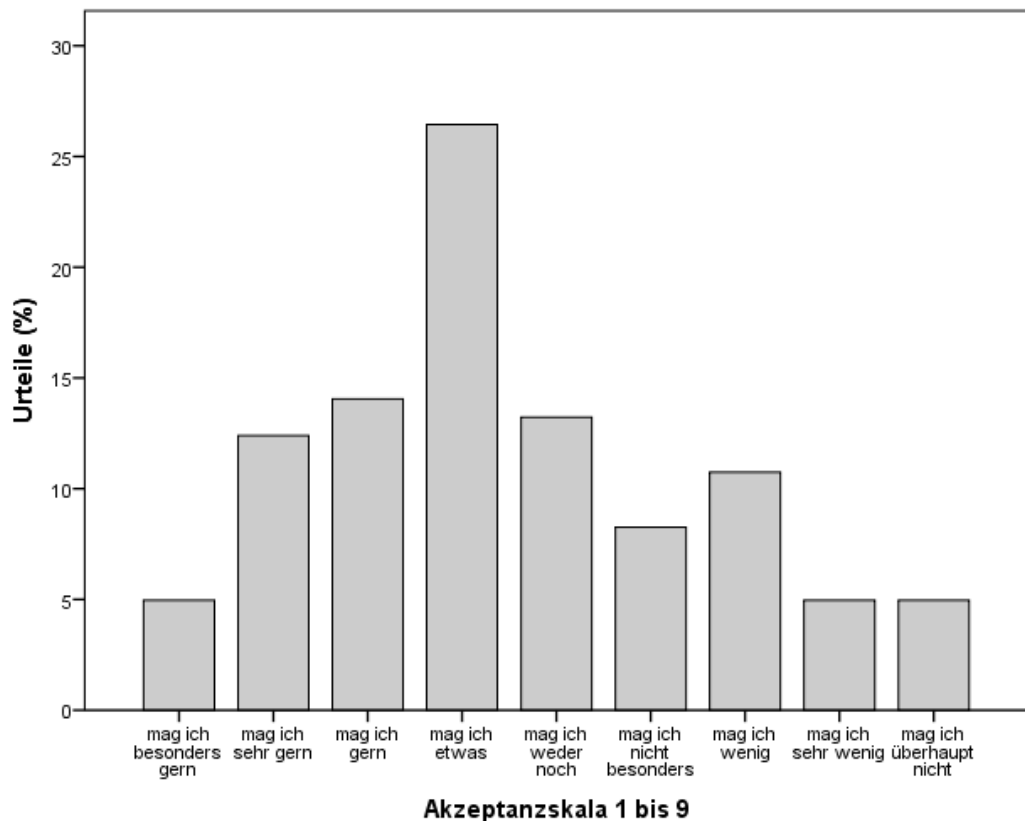


Abbildung 31: Beurteilung der Akzeptanz der Maisbällchen

4.2.2.3 H-M-A-Tomatenbällchen

57,9% der Urteile lagen bei den Hirse-Maisbällchen mit Amaranth und Tomate im Gefallen-Bereich von 1 bis 4 (Abb. 32). Damit betrug die Akzeptanz in diesem Abschnitt exakt gleich viele Prozente wie bei den Maisbällchen.

Im Unterschied zum Produkt mit Mais wurden jedoch mehr Bewertungen an den Skalenpunkten 2 (15,7%) und 3 (16,5%) sowie weniger am Punkt 4 *mag ich etwas* (23,1%) abgegeben.

5,8% der ProbandInnen beurteilten diese Probe mit 9, das heißt *mag ich überhaupt nicht*. Das bedeutet, dass beim H-M-A-Tomatenbällchen an diesem Skalenpunkt um 0,8% mehr Urteile vergeben wurden als beim Maisbällchen.

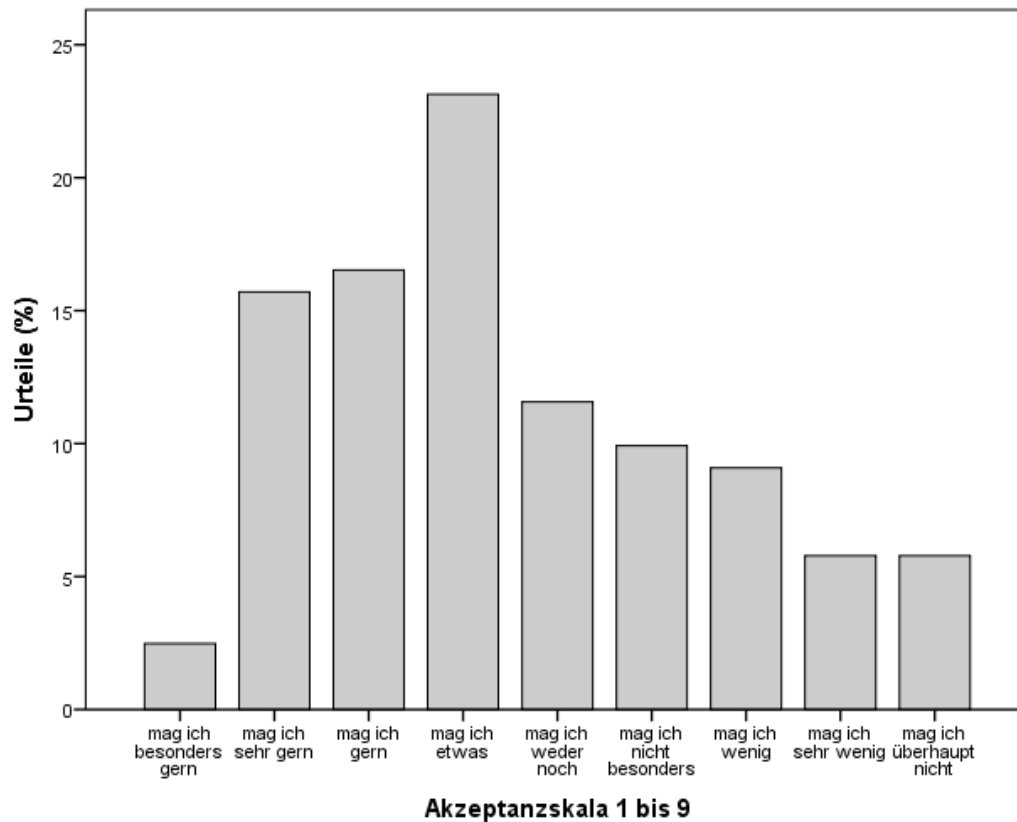


Abbildung 32: Beurteilung der Akzeptanz der H-M-A-Tomatenbällchen

4.2.2.4 H-M-A-Paprikabällchen

Der prozentuelle Anteil der KonsumentInnen, die die Hirse-Maisbällchen mit Amaranth und Paprika mit den Skalenpunkten 1 bis 4 bewertet haben, lag bei 40,5% (Abb. 33). Dieses Produkt zeigte daher eine geringere Akzeptanz als das Mais- und das H-M-A-Tomatenbällchen im definierten Gefallen-Bereich, die jeweils 57,9% der Urteile erhielten.

Die meisten Bewertungen wurden beim Skalenpunkt 5 *mag ich weder noch* abgegeben (19,8%), gefolgt von *mag ich gern* (17,4%, Punkt 3). Der Skalenpunkt 1, der die höchste Akzeptanz darstellt, wurde von nur 0,8% der ProbandInnen gewählt, das bedeutet von einer einzigen Person.

Folglich ergab sich eine geringere Gesamtakzeptanz im Vergleich zu anderen untersuchten Sorten wie den Proben mit Mais oder Tomate.

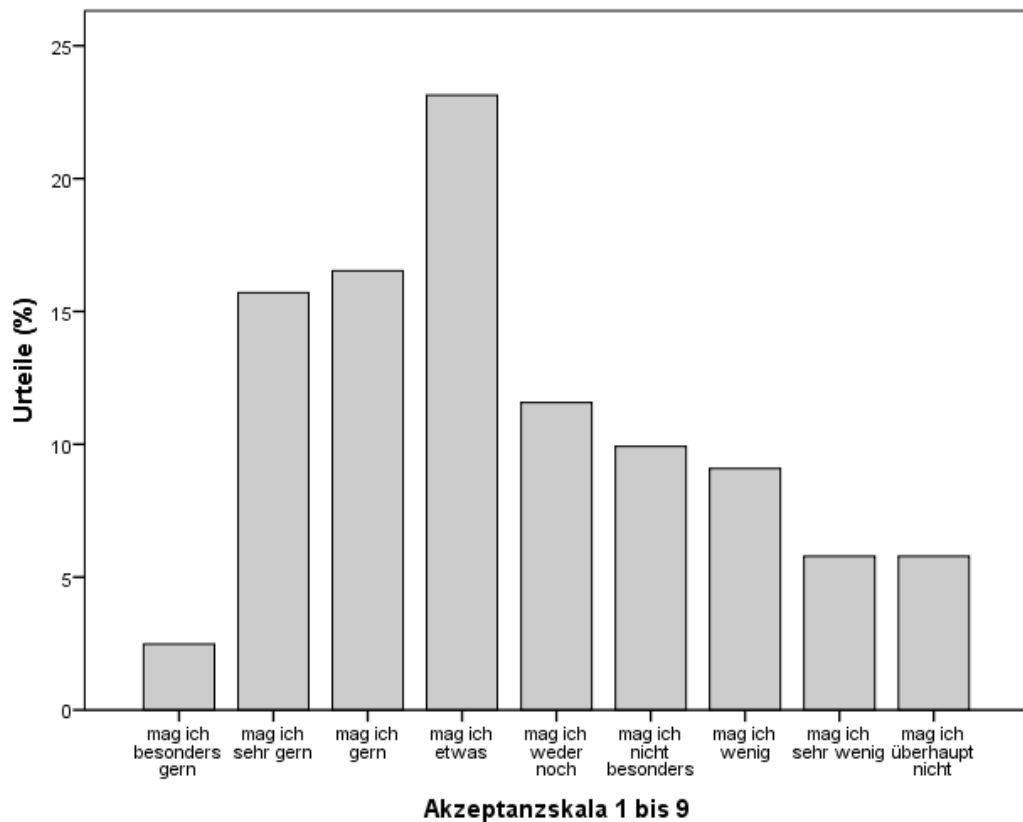


Abbildung 33: Beurteilung der Akzeptanz der H-M-A-Paprikabällchen

4.2.2.5 H-M-Amaranthbällchen

Der prozentuale Anteil der ProbandInnen, die das Hirse-Maisbällchen mit Amaranth im Bereich der Skalenpunkte 1 *mag ich besonders gern* bis 4 *mag ich etwas* bewertet haben lag bei 52,9% (Abb. 34). Dieses Produkt wies daher eine höhere Akzeptanz als das H-M-A-Paprika- (40,5%) sowie das Hirsebällchen (33,1%) auf, jedoch eine geringere als das Mais- (57,9%) und das H-M-A-Tomatenbällchen.

2,5% der TeilnehmerInnen bewerteten das H-M-Amaranthbällchen mit 1, das heißt *mag ich besonders gern*. Die meisten Urteile wurden bei den Skalenpunkten 4 *mag ich etwas* (22,3%) und 3 *mag ich gern* (20,7%) abgegeben.

5 Personen, das heißt 4,1% der Befragten, beurteilten dieses Produkt mit *mag ich überhaupt nicht*.

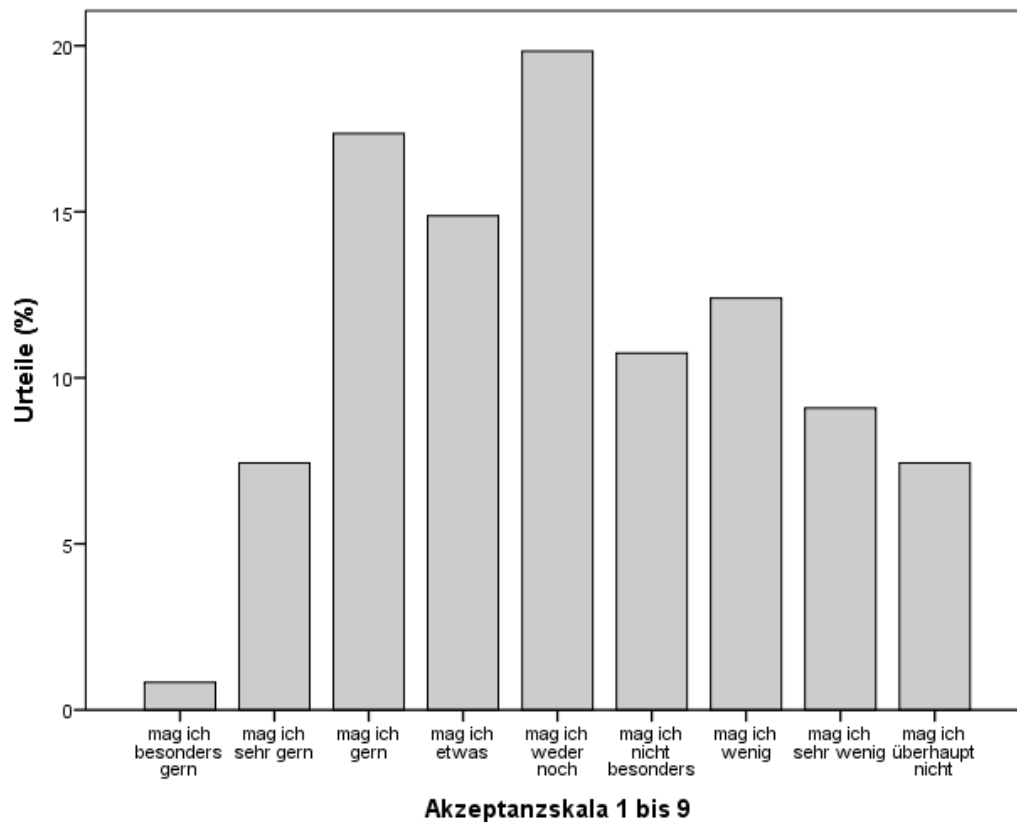


Abbildung 34: Beurteilung der Akzeptanz der H-M-Amaranthbällchen

4.2.2.6 H-M-A-Spirulinabällchen

Die Hirse-Mais Bällchen mit Amaranth und Spirulina wurden am wenigsten akzeptiert, da nur 12,4% der KonsumentInnen diese Probe im Gefallen-Bereich von 1 bis 4 bewerteten (Abb. 35).

Es konnte festgestellt werden, dass die Häufigkeit der abgegebenen Urteile vom Skalenpunkt 1 *mag ich besonders gern* bis hin zum Skalenpunkt 9 *mag ich überhaupt nicht* kontinuierlich anstieg, somit gab es beim Punkt 9 die meisten Bewertungen der Befragten (40,5%).

Nur eine einzige Person, das heißt 0,8% der TeilnehmerInnen vergab für diese Probe das Urteil *mag ich besonders gern*.

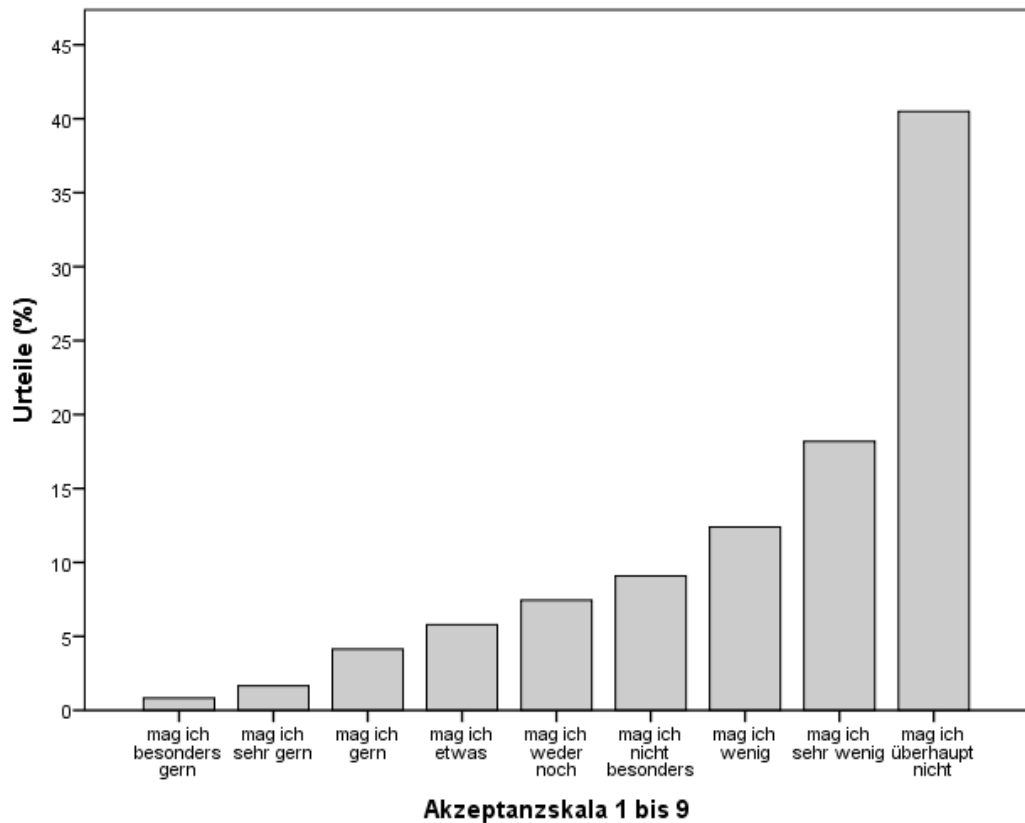


Abbildung 35: Beurteilung der Akzeptanz der H-M-A-Spirulinabällchen

4.2.2.7 Deskriptive Statistik

Aus den deskriptiven Statistiken (Tab. 60, Anhang) konnte abgeleitet werden, dass für fünf der sechs untersuchten Produkte sowohl die Akzeptanz 1 *mag ich besonders gern* als auch 9 *mag ich überhaupt nicht* vergeben wurde. Die einzige Ausnahme stellte das Hirsebällchen dar, bei dem keiner/keine der KonsumentInnen die Bewertung 1 wählte.

Es wurden außerdem die jeweiligen Mittelwerte aus allen Konsumentenbewertungen pro Produkt dargestellt (Tab. 60), die in aufsteigender Reihenfolge lauteten:

1. Maisbällchen (4,53)
2. H-M-A-Tomatenbällchen (4,55)
3. H-M-Amaranthbällchen (4,71)
4. H-M-A-Paprikabällchen (5,17)
5. Hirsebällchen (5,74)
6. H-M-A-Spirulinabällchen (7,28)

Ein niedrigerer Mittelwert bedeutet, dass die Probe mehr akzeptiert wurde.

Das Produkt Hirse-Maisbällchen mit Spirulina erzielte den höchsten Mittelwert und folglich die geringste Akzeptanz, wobei das Maisbällchen von den Befragten am höchsten akzeptiert wurde.

4.2.2.8 t-Tests für abhängige Stichproben

In Tabelle 21 werden die Ergebnisse des t-Tests zwischen den Hirsebällchen und den anderen fünf untersuchten Produkten dargestellt.

Tabelle 21: t-Tests der Hirsebällchen

Test für Stichproben mit paarigen Werten		t	df	Sig. (2-seitig)
Paar 1	Hirse - Mais	7,409	120	,000
Paar 2	Hirse - H-M-A-Tomate	5,262	120	,000
Paar 3	Hirse - H-M-A-Paprika	2,427	120	,017
Paar 4	Hirse - H-M-Amaranth	5,143	120	,000
Paar 5	Hirse - H-M-A-Spirulina	-5,857	120	,000

Das Hirsebällchen unterschied sich von den Produkten mit Mais, Tomate, Amaranth und Spirulina höchst signifikant ($p < 0,001$) in der Akzeptanz der KonsumentInnen.

Bei der Analyse der Probe mit Hirse und dem H-M-A-Paprikabällchen konnte ein signifikanter ($p = 0,017$) Unterschied in der Akzeptanz herausgefunden werden.

Tabelle 22: t-Tests der Maisbällchen

Test für Stichproben mit paarigen Werten		t	df	Sig. (2-seitig)
Paar 6	Mais - H-M-A-Tomate	-,111	120	,912
Paar 7	Mais - H-M-A-Paprika	-2,988	120	,003
Paar 8	Mais - H-M-Amaranth	-,889	120	,376
Paar 9	Mais - H-M-A-Spirulina	-10,547	120	,000

Der Vergleich der Maisbällchen mit den übrigen untersuchten Produkten ist in Tabelle 22 dargestellt. Die Analyse der Hirsebällchen mit den Maisbällchen wurde nicht erneut durchgeführt (siehe Tab. 21).

Zwischen den Proben mit Mais und Tomate konnte kein signifikanter ($p=0,915$) Unterschied in der Akzeptanz herausgefunden werden. Diese beiden Produkte wiesen auch bei der Häufigkeitsbewertung im Gefallen-Bereich der Skalenpunkte 1 bis 4 eine idente Anzahl an Konsumentenurteilen auf.

Ebenso unterschieden sich die Maisbällchen nicht signifikant ($p=0,376$) von den H-M-Amaranthbällchen.

Signifikante Differenzen in der Akzeptanz konnten jedoch zwischen Maisbällchen und H-M-A-Paprika- ($p=0,003$), beziehungsweise mit H-M-A-Spirulinabällchen ($p<0,001$) beobachtet werden.

Tabelle 23: t-Tests der H-M-A-Tomatenbällchen

Test für Stichproben mit paarigen Werten		t	df	Sig. (2-seitig)
Paar 10	H-M-A-Tomate - H-M-A-Paprika	-3,172	120	,002
Paar 11	H-M-A-Tomate - H-M-Amaranth	-,718	120	,474
Paar 12	H-M-A-Tomate - H-M-A-Spirulina	-11,246	120	,000

Tabelle 23 zeigt den Vergleich der H-M-A-Tomatenbällchen und den Produkten, die bei den vorherigen t-Tests noch nicht untersucht wurden. Die Bällchen mit Tomaten unterschieden sich bezüglich der Akzeptanz signifikant von den

Proben mit Paprika ($p=0,002$) und Spirulina ($p<0,001$), nicht jedoch von denen mit Amaranth ($p=0,474$).

Tabelle 24: t-Tests der H-M-A-Paprikabällchen

Test für Stichproben mit paarigen Werten				
		t	df	Sig. (2-seitig)
Paar 13	H-M-A-Paprika - H-M-Amaranth	2,469	120	,015
Paar 14	H-M-A-Paprika - H-M-A-Spirulina	-8,969	120	,000

Die verbleibenden t-Tests der H-M-A-Paprikabällchen sind in Tabelle 24 dargestellt. Der Unterschied zu den Bällchen mit Amaranth ($p=0,015$) und mit Spirulina ($p<0,001$) war in beiden Fällen signifikant.

Tabelle 25: t-Tests der H-M-A-Spirulinabällchen

Test für Stichproben mit paarigen Werten				
		t	df	Sig. (2-seitig)
Paar 15	H-M-Amaranth - H-M-A-Spirulina	-11,759	120	,000

Die Akzeptanz zwischen H-M-Amaranth- und H-M-A-Spirulinabällchen unterschied sich signifikant ($p<0,001$) (Tab. 25).

Das Bällchen mit Spirulina unterschied sich daher in der Konsumentenakzeptanz höchst signifikant ($p<0,001$) von allen übrigen fünf untersuchten Produkten.

4.2.3 Präferenzprüfung

Zu Beginn wurden die Rangsummen aller untersuchter Proben gebildet, da sich daraus die Präferenz ergibt (Tab. 26).

Tabelle 26: Rangsummen Hirse-Mais-Bällchen

Hirsebällchen	Maisbällchen	H-M-A-Tomate	H-M-A-Paprika	H-M-Amaranth	H-M-A-Spirulina
468	337	318	413	377	631

Die niedrigste Rangsumme und damit die höchste Präferenz zeigte das Bällchen mit Tomate (318), gefolgt vom Mais- (337), H-M-Amaranth- (377), H-M-A-Paprika- (413) und Hirsebällchen (468). Die höchste Rangsumme wies eindeutig das Bällchen mit Spirulina auf (631), was bedeutet, dass dieses Produkt von den KonsumentInnen am wenigsten präferiert wurde.

Bei der Durchführung des Friedman Tests wurden zunächst die mittleren Ränge pro Produkt berechnet (Tab. 27).

Tabelle 27: Friedman Test - Mittlere Ränge der Hirse-Maisbällchen

Ränge	
	Mittlerer Rang
Hirse	3,86
Mais	2,78
H-M-A-Tomate	2,62
H-M-A-Paprika	3,41
H-M-Amaranth	3,11
H-M-A-Spirulina	5,21

Wie auch bei der Rangsumme wies das H-M-A-Tomatenbällchen den niedrigsten mittleren Rang auf (2,62), gefolgt vom Mais- (2,78), H-M-Amaranth- (3,11), H-M-A-Paprika- (3,41), Hirse- (3,86) und H-M-A-Spirulinabällchen (5,21).

Die Teststatistik des Friedman Tests betrug 156,259 (Tab. 28). Bei Betrachtung des Signifikanzwertes ($p < 0,001$) zeigte sich, dass ein höchst signifikanter Unterschied zwischen den sechs untersuchten Proben hinsichtlich der Präferenz gefunden werden konnte.

Tabelle 28: Friedmann Test - Teststatistik der Hirse-Maisbällchen

Teststatistiken ^a	
H	121
Chi-Quadrat	156,259
df	5
Asymp. Sig.	,000

a. Friedman-Test

Daher wurden im Anschluss mehrere Vorzeichen Tests durchgeführt, mit dem Ziel herauszufinden, zwischen welchen Produktpaaren es signifikante Unterschiede in der Präferenz gab. Die Ergebnisse der einzelnen Produktpaare wurden in der Tabelle 29 dargestellt.

Tabelle 29: Vorzeichentests der Hirse-Maisbällchen

Teststatistiken ^a					
	Mais - Hirse	H-M-A-Tomate - Hirse	H-M-A-Paprika - Hirse	H-M-Amaranth - Hirse	H-M-A-Spirulina - Hirse
U	-5,818	-3,455	-,545	-3,818	-6,000
Asymp. Sig. (2-seitig)	,000	,001	,585	,000	,000

	H-M-A-Tomate - Mais	H-M-A-Paprika - Mais	H-M-Amaranth - Mais	H-M-A-Spirulina - Mais	H-M-A-Paprika - H-M-A-Tomate
U	-,364	-2,182	-,909	-7,091	-4,364
Asymp. Sig. (2-seitig)	,716	,029	,363	,000	,000

	H-M-Amaranth - H-M-A-Tomate	H-M-A-Spirulina - H-M-A-Tomate	H-M-Amaranth - H-M-A-Paprika	H-M-A-Spirulina - H-M-A-Paprika	H-M-A-Spirulina - H-M-Amaranth
U	-2,100	-8,545	,000	-7,818	-7,818
Asymp. Sig. (2-seitig)	,036	,000	1,000	,000	,000

a. Vorzeichentest

Das Hirsebällchen unterschied sich in der Präferenz der Befragten signifikant ($p < 0,001$ bzw. $p = 0,001$) von allen untersuchten Produkten, außer vom H-M-A-Paprikabällchen ($p = 0,585$).

Das Maisbällchen unterschied sich hinsichtlich der Präferenz der KonsumentInnen nicht signifikant von den Proben mit Tomate ($p = 0,716$) und mit Amaranth ($p = 0,363$). Diese drei Produkte lagen bei der Ermittlung der mittleren

Ränge auf den Plätzen eins bis drei, das heißt auf den meist präferierten Rängen.

Zu den Produkten mit Hirse ($p < 0,001$), Paprika ($p = 0,029$) und Spirulina ($p < 0,001$) gab es im Vergleich mit dem Maisbällchen signifikante Differenzen in der Präferenz.

Die Analyse des H-M-A-Tomaten- mit dem H-M-A-Paprikabällchen führte zu einem höchst signifikanten ($p < 0,001$), und die Untersuchung mit dem H-M-Amaranthbällchen zu einem signifikanten ($p = 0,036$) Unterschied in der Präferenz.

Außerdem wurde keine signifikante ($p = 1,000$) Differenz in der Präferenz zwischen dem Bällchen mit Amaranth und dem mit Paprika festgestellt, obwohl sich die beiden Produkte in der Akzeptanz signifikant ($p = 0,015$) unterschieden.

Es konnte ermittelt werden, dass sich das Spirulinabällchen signifikant ($p < 0,001$) von allen fünf anderen analysierten Proben in der Präferenz unterschied.

Um die Ergebnisse übersichtlicher darzustellen wurden je Produkt die vergebenen Ränge in einem Balkendiagramm graphisch dargestellt (Abb. 36 bis 41). Die absoluten und relativen Zahlenwerte der Analyse wurden tabellarisch (Tab. 61 bis 66, Anhang) dargelegt.

4.2.3.1 Hirsebällchen

Beim Hirsebällchen wurde von den TeilnehmerInnen am häufigsten der Rang 5, mit 24,8% der abgegebenen Urteile, vergeben, gefolgt von den Rängen 4 (19,8%), 3 (19,0%) sowie 2 (15,7%). Der Rang 1, der das meist präferierte Produkt darstellte, wurde bei diesem Produkt von nur 5,8% der KonsumentInnen gewählt.

Der Rang 6, der das wenigste präferierte Produkt repräsentierte, wurde mit 14,9% der Urteile bewertet (Abb. 36).

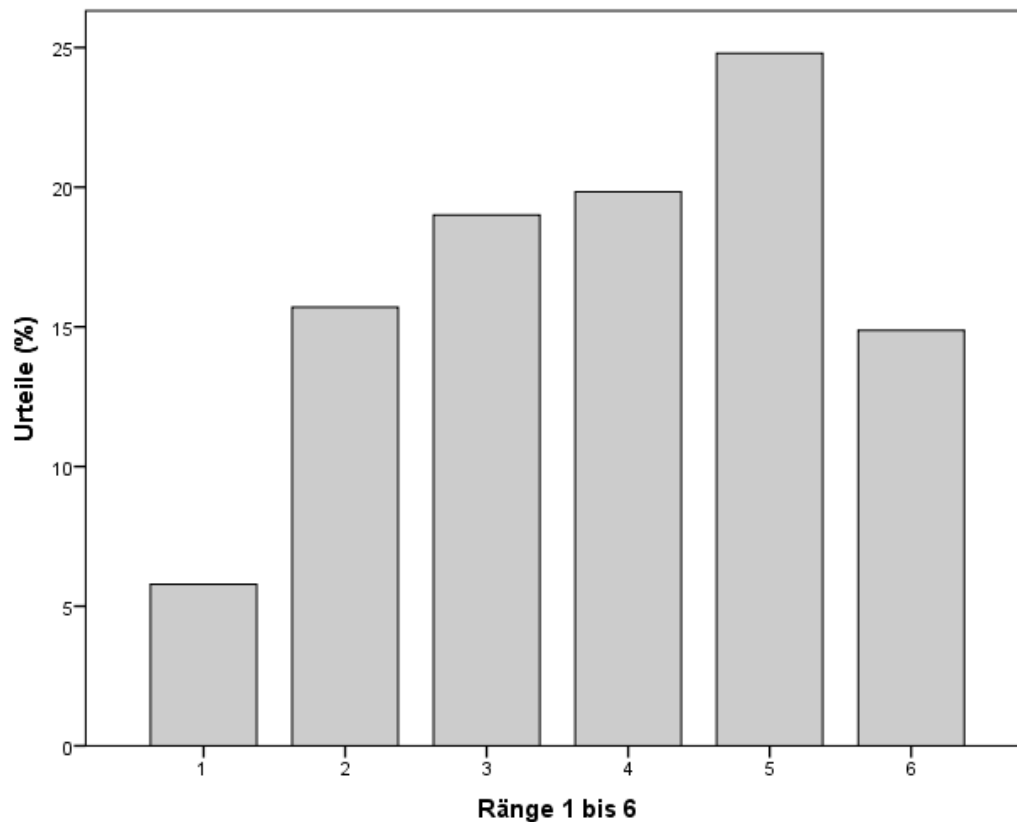


Abbildung 36: Beurteilung der Präferenz der Hirsebällchen

4.2.3.2 Maisbällchen

Im Unterschied dazu stand die Bewertung des Maisbällchens, bei dem die Ränge 1 und 2 mit je 24% von den ProbandInnen am häufigsten vergeben wurden (Abb. 37). 20,7% der VerbraucherInnen entschieden sich für Rang 3, 13,2% für Rang 4 sowie 17,4% der TeilnehmerInnen bewerteten das Produkt mit Mais mit dem fünften Rang. Der Rang 6 hingegen wurde von nur 0,8% der Befragten, das heißt von einer einzigen Person, gewählt.

Im Vergleich zum Hirsebällchen zeigte sich, dass beim Maibällchen von den KonsumentInnen häufiger die mehr präferierten und seltener die weniger präferierten Ränge vergeben wurden.

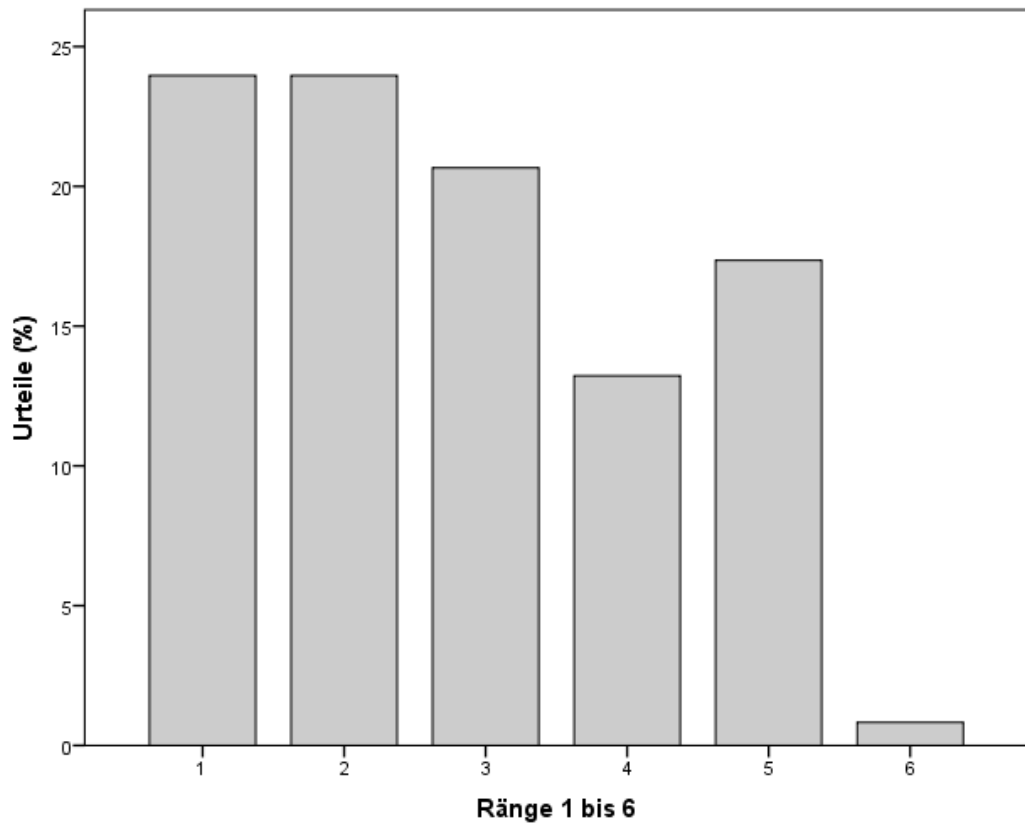


Abbildung 37: Beurteilung der Präferenz der Maisbällchen

4.2.3.3 H-M-A-Tomatenbällchen

Auch beim H-M-A-Tomatenbällchen wurde der Rang 1 am häufigsten vergeben, und zwar von 38 % der Befragten (Abb. 38). Daher haben sich deutlich mehr KonsumentInnen bei dieser Probe für das meist präferierte Produkt entschieden als beim Hirse- und Maisbällchen.

Der Rang 5 wurde bei diesem Bällchen von den TeilnehmerInnen am zweithäufigsten gewählt, mit 21,5% der Urteile, gefolgt vom Rang 2, der von 19,8% der Befragten vergeben wurde.

Weitere 14% der ProbandInnen legten sich in der Bewertung dieses Produktes auf den Rang 4 fest, sowie 12,5% auf den Rang 3.

Lediglich 4 Personen (3,3%) wählten beim H-M-A-Tomatenbällchen den wenigst präferierten Rang 6.

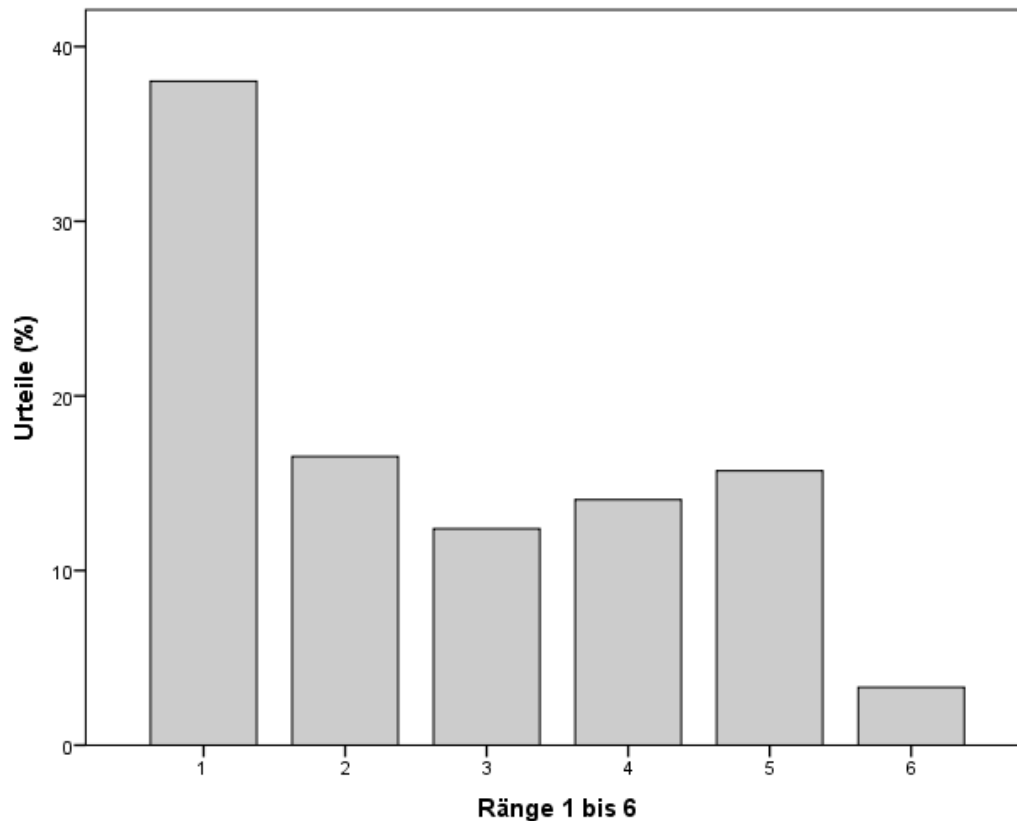


Abbildung 38: Beurteilung der Präferenz der H-M-A-Tomatenbällchen

4.2.3.4 H-M-A-Paprikabällchen

Das Bällchen mit Paprika erhielt von den Befragten deutlich weniger Bewertungen mit dem Rang 1 (10,7%), und damit viel weniger Urteile als das Mais- (24%) und H-M-A-Tomatenbällchen (38%) beim meist präferierten Rang (Abb. 39). Die meisten Beurteilungen wurden beim Rang 4 abgegeben (27,3%), gefolgt von den Rängen 5 und 2, die von 21,5% bzw. 19,8% der KonsumentInnen vergeben wurden.

16,5% der ProbandInnen entschieden sich beim H-M-A-Paprikabällchen für den dritten Rang.

5 Personen, das heißt 4,1% der TeilnehmerInnen, wählten den Rang 6.

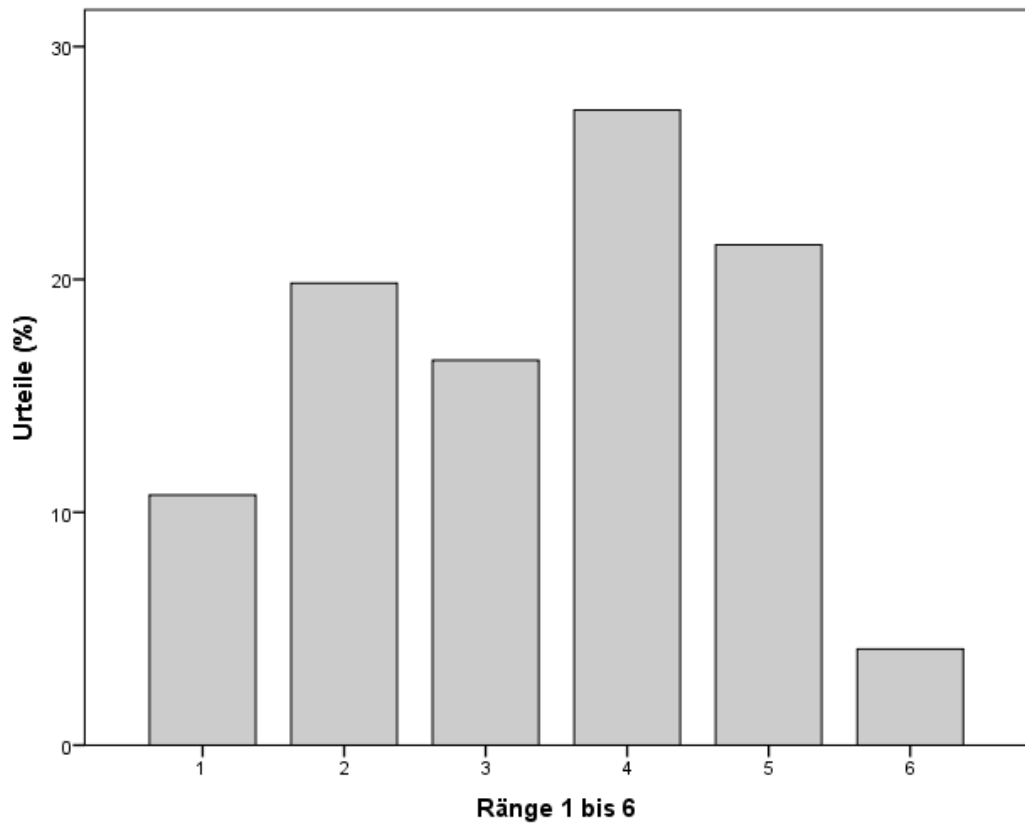


Abbildung 39: Beurteilung der Präferenz der H-M-A-Paprikabällchen

4.2.3.5 H-M-Amaranthbällchen

Die meisten Bewertungen der Befragten waren bei den Rängen 3 und 4 mit 24,8% bzw. 21,5% zu finden (Abb. 40). 15,7% der KonsumentInnen (19 Personen) wählten für das H-M-Amaranthbällchen den Rang 1, das heißt das meist präferierte Produkt. Das bedeutet, dass mehr TeilnehmerInnen dieses Produkt mit dem Rang 1 eingestuft haben als das Hirse- (0%) und das H-M-A-Paprikabällchen (10,7%), jedoch weniger als das Mais- (24%) und H-M-A-Tomatenbällchen (38%).

19% der ProbandInnen legten ihre Bewertung mit dem Rang 2 fest sowie 16,5% mit dem fünften Rang.

Nur 2,5% der Konsumentenurteile wurden beim Rang 6 vergeben.

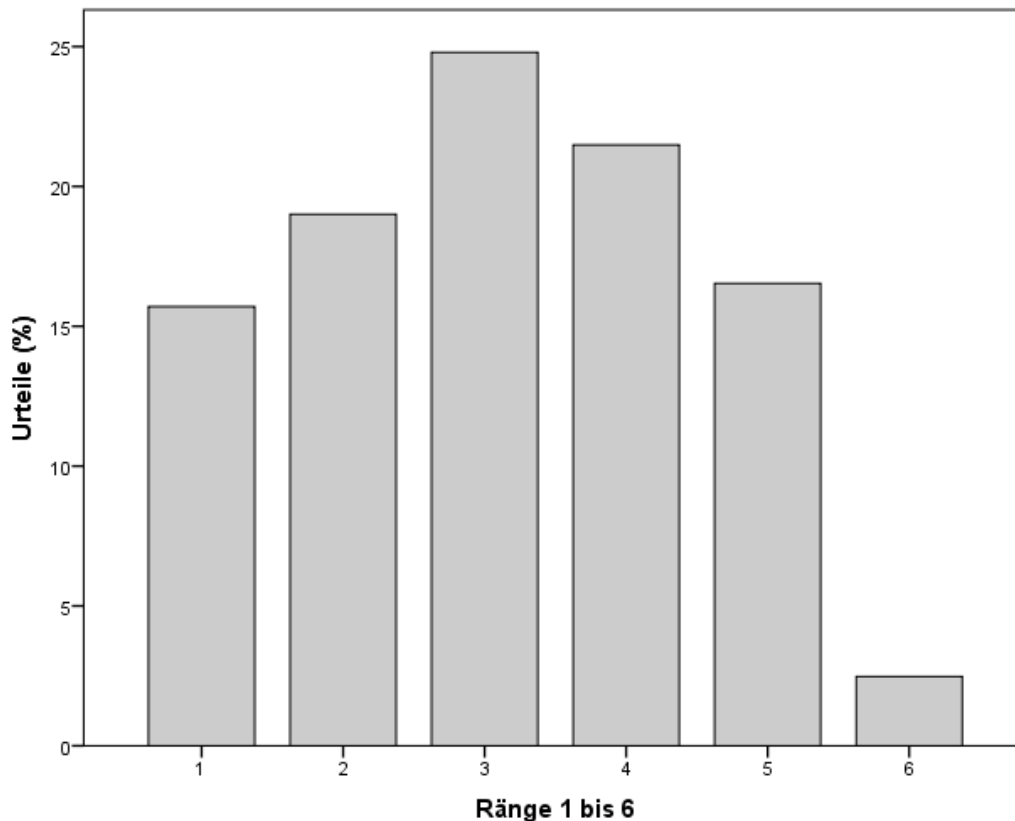


Abbildung 40: Beurteilung der Präferenz H-M-Amaranthbällchen

4.2.3.6 H-M-A-Spirulinabällchen

5% der ProbandInnen, das heißt 6 Personen, bewerteten dieses Produkt mit dem Rang 1 (Abb. 41). Im Vergleich mit den anderen untersuchten Bällchen wurden bei dieser Sorte die wenigsten Urteile bei diesem Rang abgegeben.

Auch die Ränge 2 (5,0%), 3 (6,6%), 4 (5,0%) und 5 (4,1%) erhielten von den Testpersonen nur eine geringe Anzahl an Beurteilungen.

74,4% der TeilnehmerInnen, das heißt 90 Personen, wählten beim H-M-A-Spirulinabällchen den Rang 6 und bewerteten diese Probe als das am wenigsten präferierte Produkt. Im Vergleich zu den anderen untersuchten Produkten wurde der Rang 6 bei diesem Bällchen am häufigsten zugewiesen, da beim Hirsebällchen 14,9%, beim Mais- 0,8%, beim H-M-A-Tomaten- 3,3%, beim H-M-A-Paprika- 4,1%, und beim H-M-Amaranth-Bällchen 2,5% der Konsumentenurteile vergeben wurden.

Das H-M-A-Spirulinabällchen wurde von den Befragten daher mit über 70% der Urteile beim Rang 6 und einer geringen Anzahl an Bewertungen bei den übrigen Rängen beurteilt.

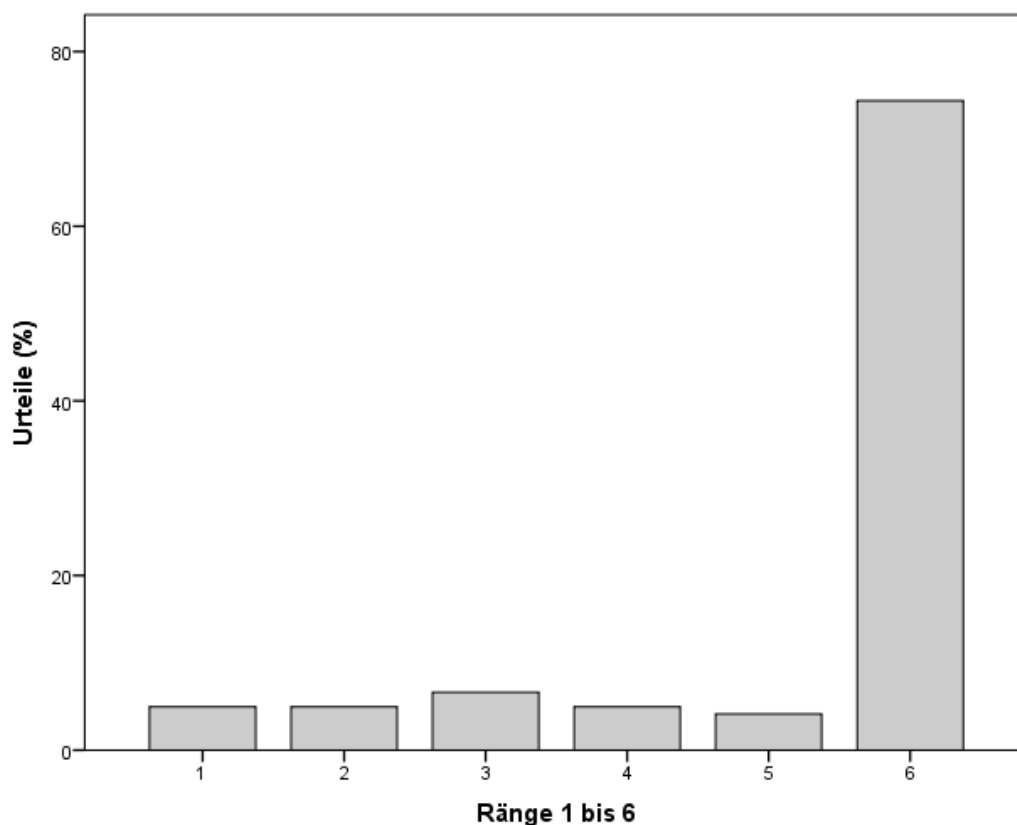


Abbildung 41: Beurteilung der Präferenz der H-M-A-Spirulinabällchen

4.2.4 Vergleich der Ergebnisse des Akzeptanz- und Präferenztests

Die Schlüsselattribute der untersuchten Produkte stellten die jeweiligen Zutaten (Hirse, Mais, Tomatenpulver, Paprikapulver, Amaranthmehl und Spirulinapulver) dar, jedoch spielte auch vor allem die Bitterkeit eine große Rolle bei der Akzeptanz und Präferenz der Proben.

Im Rahmen der Quantitativen Deskriptiven Analyse wurde herausgefunden, dass das Hirsebällchen am bittersten war, wodurch sich die signifikanten ($p < 0,001$ bzw. $p = 0,017$ [H-M-A-Paprikabällchen]) Unterschiede in der Akzeptanz zu allen übrigen untersuchten Produkten erklären lassen könnten.

Die Bitterkeit kann durch die in Hirse enthaltenen phenolischen Verbindungen, insbesondere der Tannine, begründet werden.

Das Hirsebällchen wich auch in der Präferenz signifikant ($p < 0,001$ bzw. $p = 0,001$) von allen analysierten Proben ab, außer vom Bällchen mit Paprika ($p = 0,585$). Das Produkt mit Hirse, das den intensivsten bitteren Geschmack aufwies, wurde weniger bevorzugt als die meisten anderen Sorten. Bei der Auswertung der QDA stellte sich heraus, dass sich das Hirsebällchen und das H-M-A-Paprikabällchen nicht signifikant ($p > 0,05$) in der Bitterkeit unterschieden, was bedeutet, dass die Zugabe des Paprikapulvers die Bitterkeit der Hirse nicht wesentlich senken konnte. Eine weitere Erkenntnis der QDA war, dass es zwischen dem Hirse- und H-M-A-Paprikabällchen auch keine signifikanten ($p > 0,05$) Unterschiede in der Adstringenz gab.

Zwischen Maisbällchen und H-M-A-Tomatenbällchen konnte keine signifikante Differenz in der Akzeptanz ($p = 0,912$) sowie in der Präferenz ($p = 0,716$) herausgefunden werden. In der QDA wurde festgestellt, dass die Probe mit Mais die geringste Bitterkeit aufwies, gefolgt vom H-M-A-Tomatenbällchen. Außerdem wurde in der QDA ermittelt, dass nur beim Produkt mit Tomate die Bitterkeit von Hirse signifikant gesenkt werden konnte. Im Rahmen der QDA wurde ebenfalls herausgefunden, dass das H-M-A-Tomatenbällchen signifikant ($p < 0,05$) adstringierender war als das Maisbällchen, was aber auf die Akzeptanz sowie Präferenz der KonsumentInnen keinen bedeutenden Einfluss hatte.

Auch zwischen dem Maisbällchen und dem H-M-Amaranthbällchen konnten weder in der Akzeptanz ($p = 0,376$) noch in der Präferenz ($p = 0,363$) signifikante Unterschiede festgestellt werden.

Das Maisbällchen unterschied sich jedoch signifikant sowohl in der Akzeptanz als auch der Präferenz von den Produkten mit Hirse ($p < 0,001$) und H-M-A-Paprika ($p = 0,003$ bzw. $p = 0,029$), was durch die erhöhte Bitterkeit sowie Adstringenz dieser beiden Proben erklärt werden könnte.

Die H-M-A-Tomatenbällchen differenzierten sich bezüglich der Akzeptanz und Präferenz signifikant von den Proben mit Paprika ($p=0,002$ bzw. $p<0,001$), was vermutlich durch die gesenkte Bitterkeit durch das Beifügen von Tomatenpulver erklärt werden kann. Das Produkt mit Tomate wich in der Akzeptanz nicht signifikant von dem mit Amaranth ($p=0,474$) ab, da die beiden Produkte einen vergleichbaren bitteren Geschmack aufwiesen und sich auch in der Adstringenz nicht signifikant ($p>0,05$) unterschieden, jedoch wurden bei der Präferenz signifikante Differenzen festgestellt ($p=0,036$).

Der Unterschied in der Akzeptanz der H-M-A-Paprikabällchen zu den Proben mit H-M-Amaranth war signifikant ($p=0,015$), was aber nicht die Ursache in unterschiedlicher Bitterkeit oder Adstringenz haben konnte, da diese in der QDA ähnlich bewertet wurde. Dieses Ergebnis könnte dadurch erklärt werden, dass die beiden Bällchen Differenzen im Nachgeschmack aufwiesen, der beim Paprikabällchen intensiver bewertet wurde. Außerdem führte das Hinzufügen von Paprikapulver zu einer stärkeren Überdeckung des Geruchs und Flavours von Hirse und Mais.

In der Präferenz wurde jedoch zwischen den beiden Produkten kein signifikanter ($p=1,000$) Unterschied festgestellt, eine Ursache könnte die ähnliche Bitterkeit der beiden Proben sein.

Das H-M-A-Spirulinabällchen unterschied sich sowohl in der Konsumentenakzeptanz als auch in der Präferenz signifikant ($p<0,001$) von allen übrigen fünf untersuchten Produkten. Dieses Ergebnis kann durch die Erkenntnisse der QDA erklärt werden, bei der herausgefunden wurde, dass Spirulina im Bällchen sehr dominant war. Es wurde sowohl im Geruch als auch im Flavour mit viel höherer Intensität wahrgenommen als bei den übrigen Zutaten, wie beispielsweise Tomate. Folglich wurde der Geruch und Flavour von Mais und Hirse sehr stark durch die Alge überdeckt. Ein weiterer Grund für die niedrige Akzeptanz und Präferenz könnte der stärker ausgeprägte modrige Geruch und Flavour sein.

Die Bitterkeit dürfte bei diesem Produkt für die geringe Akzeptanz und Präferenz nicht entscheidend gewesen sein, da sie geringer war als beim

Hirsebällchen. Das Spirulinabällchen war jedoch am salzigsten, obwohl nicht mehr Salz hinzugefügt wurde als bei den anderen untersuchten Produkten mit unterschiedlichen Zutaten.

Entscheidend für die ablehnende Haltung der Befragten könnte die höhere Adstringenz gewesen sein, vor allem dürfte aber auch der Nachgeschmack eine große Rolle gespielt haben, der beim Bällchen mit Spirulina am deutlichsten ausgeprägt war. Dies ließ sich durch die Dominanz der Geruchs- und Flavourattribute von Spirulina erklären.

Auch die Farbe darf in der Beurteilung nicht vernachlässigt werden, da die H-M-A-Spirulinabällchen deutlich dunkler waren als die Vergleichsprodukte, und daher für die Befragten nicht so attraktiv im Aussehen gewesen sein könnten. Denn die Beurteilung mit dem Auge spielt bei der Akzeptanz von KonsumentInnen auch eine ganz entscheidende Rolle.

4.3 Maiswaffeln

4.3.1 QDA

4.3.1.1 Maiswaffel Natur

Im ersten Profilplot wurde alleinig die Maiswaffel Natur, das heißt die neutrale Probe, dargestellt (Abb. 42).

Im Graph ist erkennbar, dass sowohl der Geruch (6,62 Pkt.) als auch das Flavour nach Mais (7,18 Pkt.) stark ausgeprägt waren. Der Geruch nach Getoastetem (4,65 Pkt.) wurde stärker wahrgenommen als das Flavour (3,29 Pkt.). Die Maiswaffel Natur wies eine geringe Intensität sowohl im Geruch (0,78 Pkt.) als auch im Flavour (0,83 Pkt.) nach Verbranntem auf.

Das Produkt wurde sowohl als leicht bitter (1,08 Pkt.) als auch salzig (1,00 Pkt.) eingestuft, aber als nicht sauer (0,16 Pkt.).

Außerdem wurde die Probe als relativ knusprig bewertet (7,80 Pkt.).

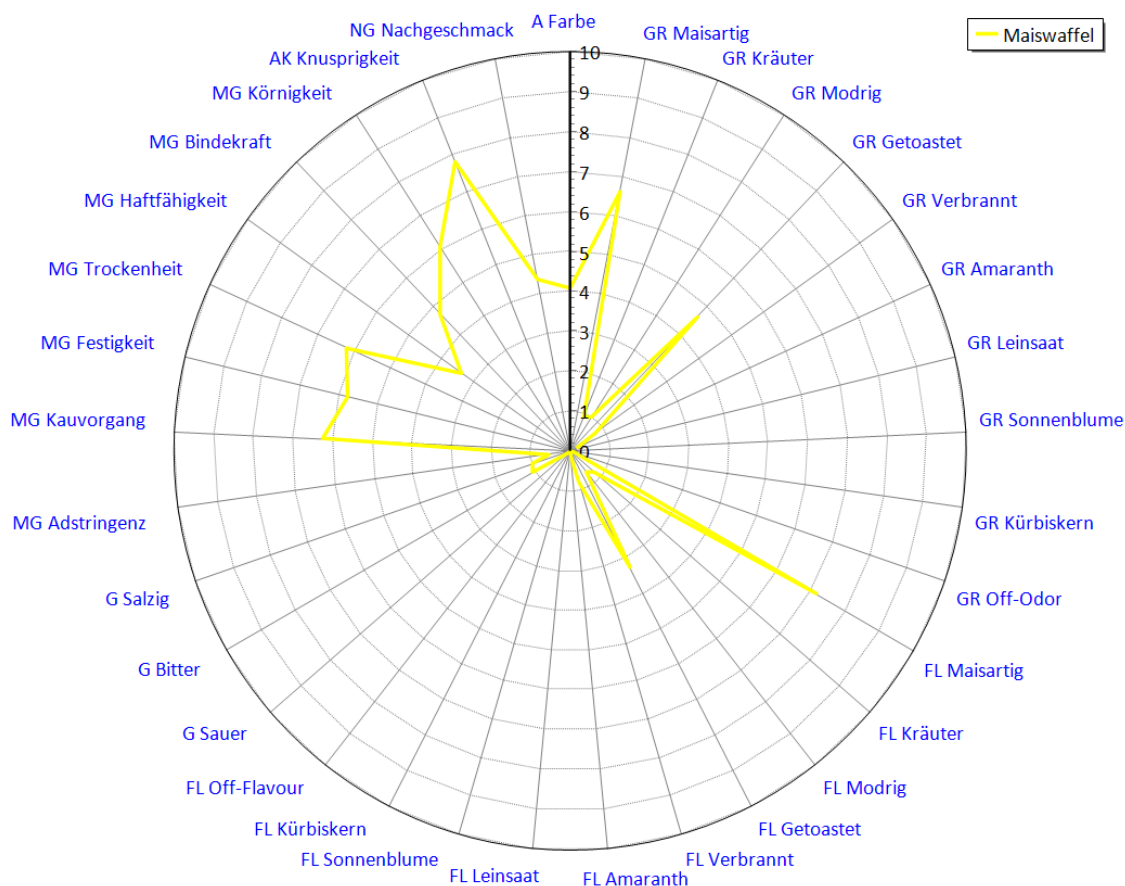


Abbildung 42: Maiswaffel Natur

A = Aussehen, GR = Geruch, FL = Flavour, G = Geschmack, MG = Mundgefühl,
AK = Auditive Eindrücke, NG = Nachgeschmack

4.3.1.2 Maiswaffel mit Amaranth

Da bei dieser Waffel Amaranth hinzugefügt wurde, stand zu Beginn die Analyse der Schlüsselattribute von Amaranth und Mais im Vordergrund. Aus dem Produktprofil (Abb. 43) konnte abgelesen werden, dass das Flavour nach Amaranth (5,35 Pkt.) intensiver war als der Geruch (4,36 Pkt.). Außerdem wurde beobachtet, dass durch die Beigabe der neuen Zutat die Geruchs- und Flavour-Attribute von Mais in gewissem Maße überdeckt wurden, wobei der Geruch (5,58 Pkt.) nicht so stark abgedeckt wurde wie das Flavour (5,14 Pkt.). Der Geruch (4,20 Pkt.) sowie das Flavour (2,71 Pkt.) nach Getoastetem waren in etwa mit der neutralen Probe vergleichbar (4,65 Pkt. bzw. 2,71 Pkt.). Bei der Maiswaffel mit Amaranth wurde der Geruch nach Verbranntem (1,27 Pkt.)

intensiver wahrgenommen als bei der Maiswaffel Natur (0,78 Pkt.), insbesondere aber das Flavour (1,94 Pkt. anstelle von 0,83 Pkt.).

Die Probe mit Amaranth wurde deutlich bitterer (2,63 Pkt.) bewertet als die Maiswaffel Natur (1,08 Pkt.), die Salzigkeit war vergleichbar (0,93 Pkt. vgl. mit 1,00 Pkt. [Natur]). Weder die neutrale Probe (0,16 Pkt.) noch die Waffel mit Amaranth (0,43 Pkt.) wurden als sauer bewertet.

Die Adstringenz war bei der Amaranth-Waffel intensiver (1,32 Pkt.) als bei der Vergleichsprobe (0,55 Pkt.). Der Kauvorgang (6,83 Pkt.), die Festigkeit (6,13 Pkt.), die Trockenheit (6,77 Pkt.), die Haftfähigkeit (3,65 Pkt.), die Bindekraft (5,00 Pkt.) und die Körnigkeit (6,25 Pkt.) wurden mit ähnlicher Intensität beurteilt wie bei der neutralen Probe (6,26 Pkt., 5,77 Pkt., 6,22 Pkt., 3,36 Pkt., 4,73 Pkt., 6,06 Pkt.). Dieses Produkt wurde aber als etwas weniger knusprig (7,15 Pkt. vgl. mit 7,80 Pkt.) empfunden, jedoch mit stärkerem Nachgeschmack (5,27 Pkt. vgl. mit 4,36 Pkt.). Die Farbe war leicht dunkler (4,74 Pkt.) als die der neutrale Probe (4,08 Pkt.).

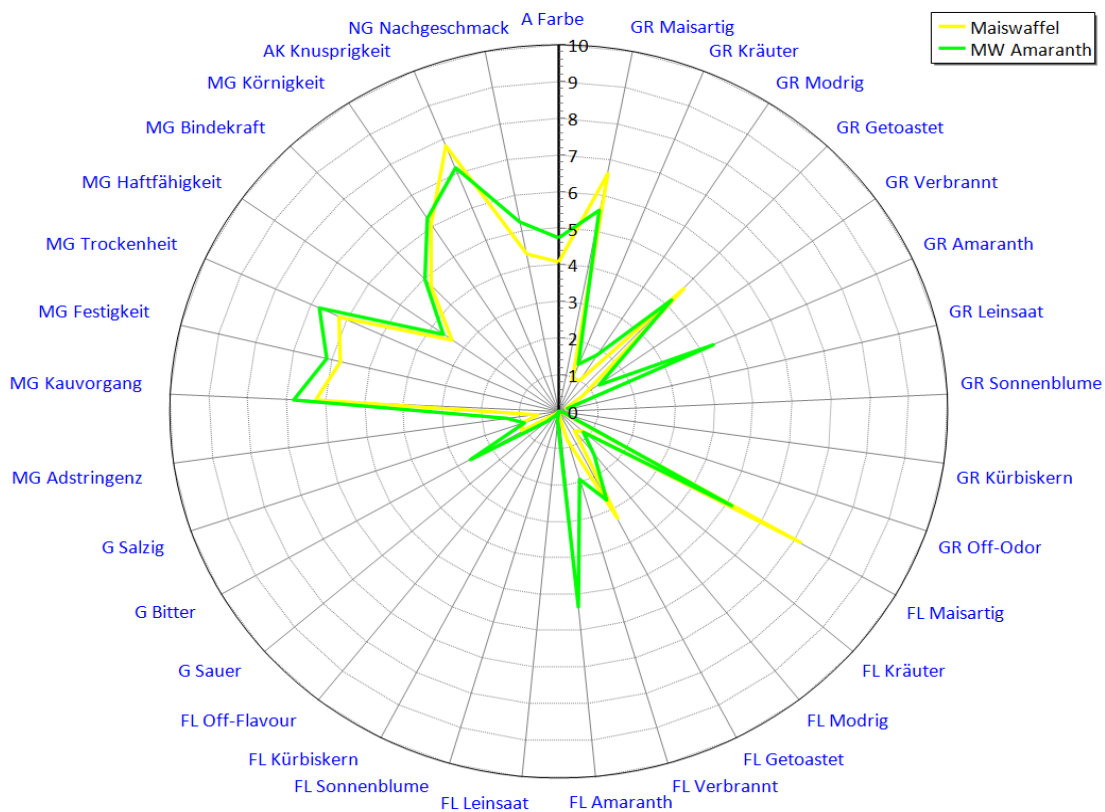


Abbildung 43: Maiswaffel Natur und Maiswaffel Amaranth im Vergleich

A = Aussehen, GR = Geruch, FL = Flavour, G = Geschmack, MG = Mundgefühl, AK = Auditive Eindrücke, NG = Nachgeschmack

4.3.1.3 Maiswaffel mit Leinsamen

Der Geruch (4,95 Pkt.) sowie das Flavour (6,89 Pkt.) nach Leinsamen wurden durch Hinzufügen dieser Zutat wahrgenommen (Abb. 44). Das Maisflavour (4,11 Pkt.) und der -geruch (4,10 Pkt.) wurden dadurch im gleichen Ausmaß abgedeckt.

Die Maiswaffel mit Leinsamen war sowohl im Geruch als auch im Flavour mehr kräuterartig (2,14 Pkt. bzw. 1,85 Pkt.) und modrig (1,90 Pkt. bzw. 1,74 Pkt.) als die neutrale Sorte. Das Flavour nach Getoastetem (3,26 Pkt.) war vergleichbar mit der Waffel Natur (3,29 Pkt.), der Geruch war weniger stark ausgeprägt (3,09 Pkt. vgl. mit 4,65 Pkt.). Der Geruch nach Verbranntem (0,87 Pkt. vgl. mit 0,78 Pkt.) war ähnlich wie bei der Vergleichsprobe, das Flavour etwas intensiver (1,53 Pkt. vgl. mit 0,83 Pkt.).

In Bezug auf die Grundgeschmacksarten wurde die Waffel mit Leinsamen als saurer (0,95 Pkt. vgl. mit 0,16 Pkt.) und bitterer (2,24 Pkt. vgl. mit 1,08 Pkt.) bewertet als die neutrale Waffel, die Salzigkeit war vergleichbar (1,06 Pkt. vgl. mit 1,00 Pkt.).

Die Adstringenz (1,31 Pkt.) war stärker ausgeprägt als bei der Maiswaffel Natur (0,55 Pkt.).

Der Kauvorgang (6,39 Pkt. vgl. mit 6,26 Pkt.), die Festigkeit (5,85 Pkt. vgl. mit 5,77 Pkt.), die Trockenheit (6,36 Pkt. vgl. mit 6,22 Pkt.) und die Haftfähigkeit (3,84 Pkt. vgl. mit 3,36 Pkt.) waren mit der Maiswaffel Natur vergleichbar. Die Waffel mit Leinsamen war jedoch etwas körniger (6,78 Pkt. vgl. mit 6,06 Pkt.), und weniger knusprig (7,29 Pkt. vgl. mit 7,80 Pkt.) als das Vergleichsprodukt. Der Nachgeschmack war leicht stärker ausgeprägt (4,95 Pkt. vgl. mit 4,36 Pkt.) und auch die Farbe wurde als dunkler bewertet (5,01 Pkt. vgl. mit 4,08 Pkt.).

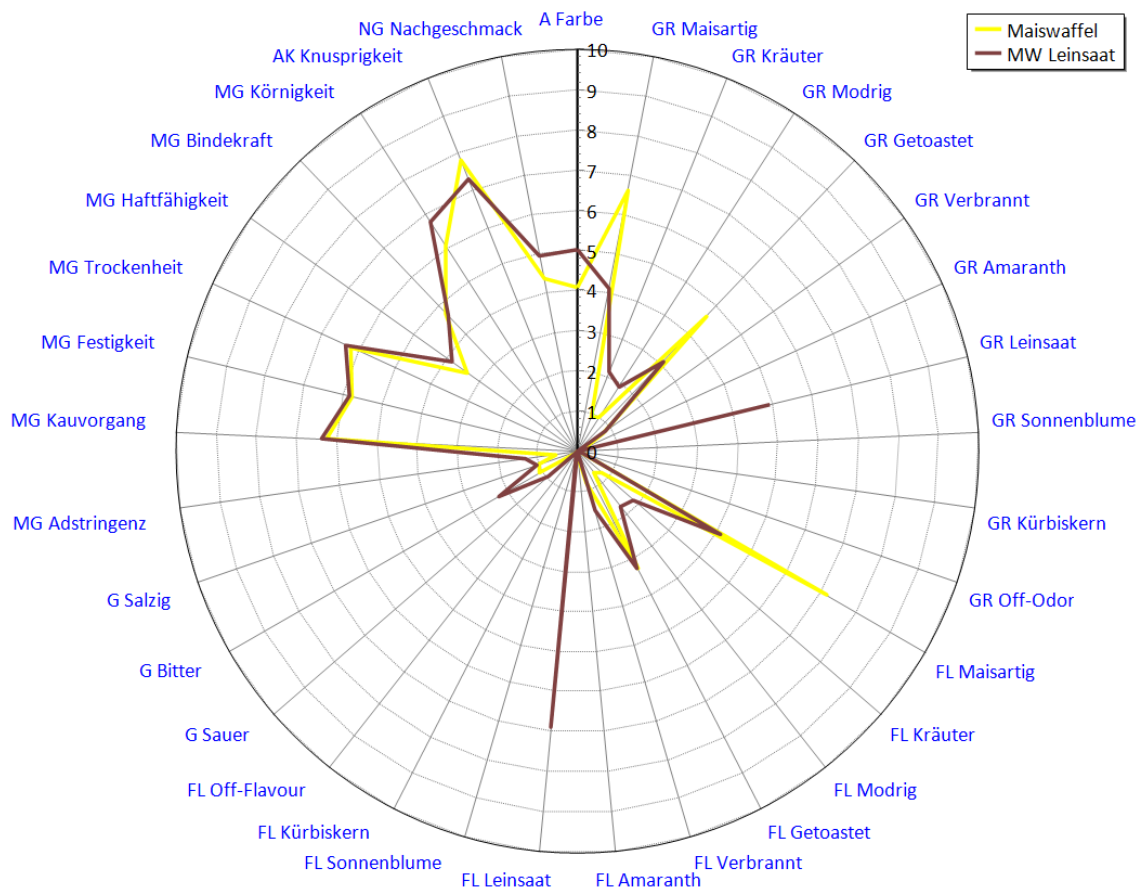


Abbildung 44: Maiswaffel Natur und Maiswaffel Leinsamen im Vergleich

A = Aussehen, GR = Geruch, FL = Flavour, G = Geschmack, MG = Mundgefühl, AK = Auditive Eindrücke, NG = Nachgeschmack

4.3.1.4 Maiswaffel mit Sonnenblumenkernen

Um zunächst die Schlüsselattribute zu bewerten, wurde mit der Auswertung der Mais-, und Sonnenblumenkernattribute begonnen. Sowohl der Geruch (4,68 Pkt.) als auch das Flavour (5,36 Pkt.) nach Sonnenblumenkernen wurden von den Panellisten gut erkannt (Abb. 45).

Durch das Zufügen der Sonnenblumenkerne wurden sowohl Maisgeruch (4,93 Pkt. vgl. mit 6,62 Pkt.) als auch -flavour (5,50 Pkt. vgl. mit 7,18 Pkt.) weniger stark wahrgenommen wie bei der neutralen Maiswaffel. Zu bemerken war außerdem, dass sowohl der Geruch nach Mais (4,93 Pkt.) beziehungsweise nach Sonnenblumenkernen (4,68 Pkt.) mit ähnlicher Intensität wahrgenommen

wurden, wie auch das entsprechende Flavour (5,50 Pkt. [Mais] bzw. 5,36 Pkt. [Sonnenblumenkern]).

Die Waffel mit Sonnenblumenkernen wies etwas mehr intensiven Geruch und Flavour nach Kräutern (1,42 Pkt. vgl. mit 1,00 Pkt. bzw. 1,13 Pkt. vgl. mit 0,81 Pkt.) und Modrigem (1,46 Pkt. vgl. mit 1,00 Pkt. bzw. 1,05 Pkt. vgl. mit 0,66 Pkt.) auf als die Vergleichswaffel. Der Geruch nach Verbranntem war auch leicht intensiver als beim neutralen Produkt (1,30 Pkt. vgl. mit 0,78 Pkt.), wohingegen das Flavour deutlich stärker ausgeprägt war (1,93 Pkt. vgl. mit 0,83 Pkt.).

Diese Probe war ähnlich sauer (0,40 Pkt. vgl. mit 0,16 Pkt.) und salzig (1,19 Pkt. vgl. mit 1,00 Pkt.) wie die neutrale Waffel, aber etwas bitterer (1,90 Pkt. vgl. mit 1,08 Pkt.).

Auch die Adstringenz war dezent stärker ausgeprägt als bei der Vergleichsprobe (1,26 Pkt. vgl. mit 0,55 Pkt.). Der Kauvorgang (6,20 Pkt. vgl. mit 6,26 Pkt.), die Festigkeit (6,04 Pkt. vgl. mit 5,77 Pkt.), die Trockenheit (6,33 Pkt. vgl. mit 6,22 Pkt.), die Haftfähigkeit (4,00 Pkt. vgl. mit 3,36 Pkt.), die Bindekraft (5,25 Pkt. vgl. mit 4,73 Pkt.), die Körnigkeit (6,07 Pkt. vgl. mit 6,06 Pkt.) sowie der Nachgeschmack (4,39 Pkt. vgl. mit 4,36 Pkt.) waren mit der Maiswaffel Natur vergleichbar.

Die Waffel mit Sonnenblumenkernen wurde aber weniger knusprig (6,61 Pkt. vgl. mit 7,80 Pkt.) und dunkler (4,67 Pkt. vgl. mit 4,08 Pkt.) bewertet als das Vergleichsprodukt.

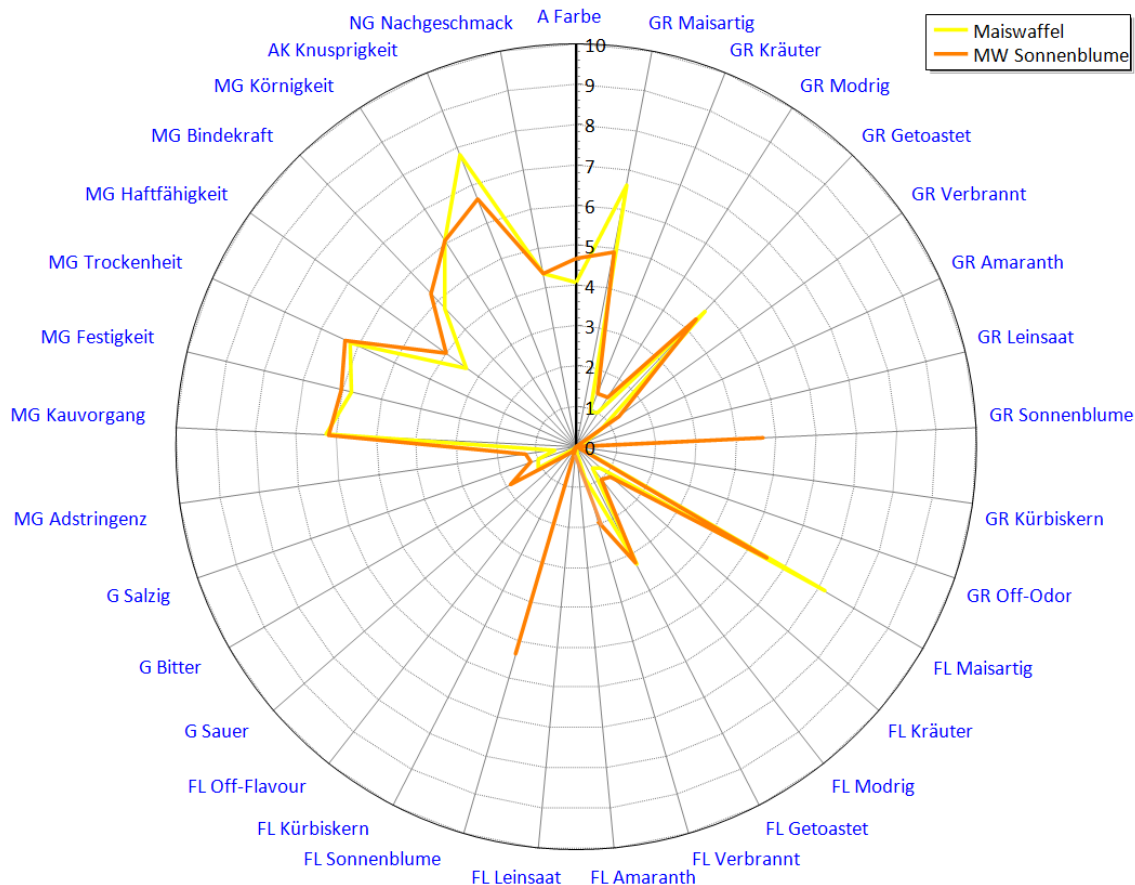


Abbildung 45: Maiswaffel Natur und Maiswaffel Sonnenblumenkern im Vergleich

A = Aussehen, GR = Geruch, FL = Flavour, G = Geschmack, MG = Mundgefühl,
AK = Auditive Eindrücke, NG = Nachgeschmack

4.3.1.5 Maiswaffel mit Kürbiskernen

Da in diesem Produkt Kürbiskerne enthalten waren, wurde sowohl der Geruch (4,68 Pkt.) als auch das Flavour (4,20 Pkt.) von Kürbiskernen deutlich erkannt (Abb. 46). Auch bei dieser Probe wurden Maisgeruch (5,21 Pkt.) und -flavour (5,94 Pkt.) durch die Kürbiskerne teilweise überdeckt.

Der Geruch sowie das Flavour nach Kräutern (1,60 Pkt. vgl. mit 0,90 Pkt. [Geruch] bzw. 1,14 Pkt. vgl. mit 0,81 Pkt. [Flavour]) und Modrigem (1,66 Pkt. vgl. mit 1,00 Pkt. [Geruch] bzw. 1,32 Pkt. vgl. mit 0,66 Pkt. [Flavour]) wurden stärker wahrgenommen als bei der Vergleichsprobe. Der Geruch (1,37 Pkt. vgl. mit 0,78 Pkt.) und das Flavour (1,41 Pkt. vgl. mit 0,83 Pkt.) nach Verbranntem waren ähnlich wie bei der neutralen Waffel.

Die Waffel war wie auch die Maiswaffel Natur nicht sauer (0,46 Pkt. vgl. mit 0,16 Pkt.), ähnlich salzig (1,18 Pkt. vgl. mit 1,00 Pkt.), aber bitterer (2,26 Pkt. vgl. mit 1,08 Pkt.).

Auch die Adstringenz war bei der Maiswaffel mit Kürbiskernen stärker ausgeprägt als bei der neutralen Probe (3,10 Pkt. vgl. mit 0,55 Pkt.). Der Kauvorgang (6,47 Pkt. vgl. mit 6,26 Pkt.), die Festigkeit (6,16 Pkt. vgl. mit 5,77 Pkt.), die Trockenheit (6,62 Pkt. vgl. mit 6,22 Pkt.), die Bindekraft (5,21 Pkt. vgl. 4,73 Pkt.) und die Körnigkeit (6,15 Pkt. vgl. mit 6,06 Pkt.) wurden ähnlich wahrgenommen wie beim Vergleichsprodukt.

Die Haftfähigkeit (4,48 Pkt. vgl. mit 3,36 Pkt.) und der Nachgeschmack (4,87 Pkt. vgl. mit 4,36 Pkt.) waren stärker ausgeprägt als bei der neutralen Probe, wohingegen die Waffel mit Kürbiskernen weniger knusprig (6,67 Pkt. vgl. mit 7,80 Pkt.) und dunkler war (4,98 Pkt. vgl. mit 4,08 Pkt.).

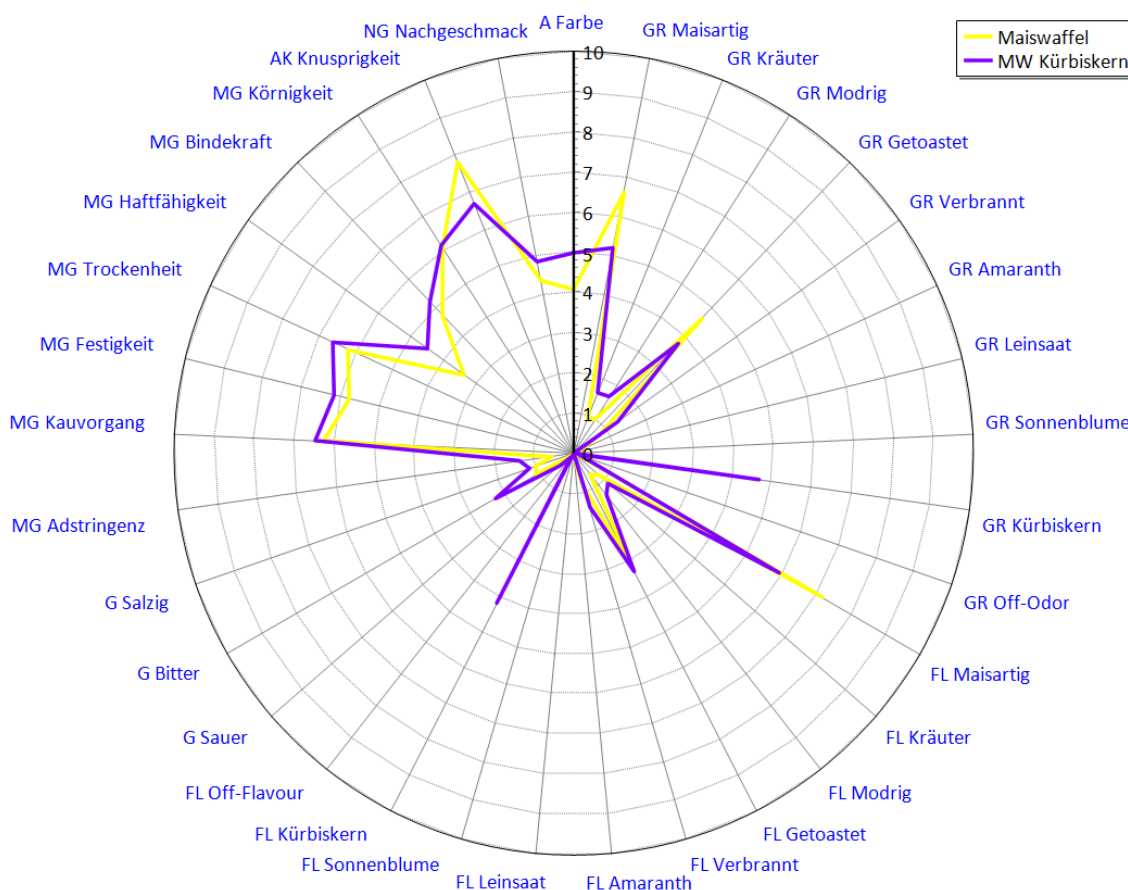


Abbildung 46: Maiswaffel Natur und Maiswaffel Kürbiskern im Vergleich

A = Aussehen, GR = Geruch, FL = Flavour, G = Geschmack, MG = Mundgefühl,
AK = Auditive Eindrücke, NG = Nachgeschmack

4.3.1.6 Vergleich aller Maiswaffeln mittels Varianzanalyse und LSD-Tests

Abschließend wurden alle fünf untersuchten Waffeln in einem zusammenfassenden Produktprofil (Abb. 52) dargestellt, um auch Vergleiche zwischen den verschiedenen Sorten zu ermöglichen. Die einzelnen Spiderwebs der zwei Messwiederholungen wurden ebenfalls abgebildet (Abb. 65 und 66, Anhang).

Die Ergebnisse der Varianzanalyse zur Untersuchung, ob es zwischen den fünf Proben signifikante Unterschiede bei einigen Attributen gibt, und der multiplen Paarvergleiche (Fisher LSD-Tests) zur weiteren Analyse sind im Folgenden dargestellt.

In der Tabelle 30 wurden diejenigen Attribute, bei denen signifikante Unterschiede herausgefunden wurden, abgebildet, die Ergebnisse inklusive nicht signifikanter Testergebnisse befinden sich im Anhang (Tab. 67).

4.3.1.6.1 Aussehen

Bezüglich der Analyse der Farbe wurde die Maiswaffel Natur am hellsten bewertet (4,08 Pkt.), wobei es zu keinen signifikanten ($p=0,1175$) Unterschieden zwischen den fünf evaluierten Produkten kam.

4.3.1.6.2 Geruch und Flavour

Bei der Untersuchung des Maisgeruches wurden signifikante ($p<0,001$) Unterschiede zwischen den fünf Proben gefunden, wobei der Geruch bei der Maiswaffel Natur (6,62 Pkt., A) am stärksten ausgeprägt war und diese sich signifikant ($p<0,001$) von den restlichen analysierten Sorten unterschied. Die Produkte mit Amaranth (5,58 Pkt., B), Sonnenblumenkernen (4,93 Pkt., B) und Kürbiskernen (5,21 Pkt., B) zeigten signifikante ($p<0,001$) Differenzen zur Waffel Natur (A) und zur Waffel mit Leinsaat (4,10 Pkt., C).

Auch das Flavour von Mais wurde bei der Maiswaffel Natur (7,18 Pkt., A) signifikant ($p<0,001$) am stärksten wahrgenommen, gefolgt von dem Produkt

mit Kürbiskernen (5,94 Pkt., B), Sonnenblumenkernen (5,50 Pkt., BC), Amaranth (5,14 Pkt., C) und Leinsamen (4,11 Pkt., D). Die Waffel mit Sonnenblumenkernen (BC) unterschied sich signifikant ($p < 0,001$) von den Produkten mit Leinsaat (D) und Natur (A), jedoch nicht von denen mit Kürbiskernen (B) und Amaranth (C).

Dies bedeutet, dass durch die Zugabe der Zutaten Amaranth, Leinsaat, Sonnenblumenkerne und Kürbiskerne sowohl Maisgeruch als auch -flavour abgeschwächt wurden, wobei Leinsaat zur größten Überdeckung führte.

Der Geruch sowie das Flavour nach Kräutern (2,14 Pkt. bzw. 1,85 Pkt.) waren am stärksten bei der Maiswaffel mit Leinsamen ausgeprägt. Der Geruch nach Kräutern unterschied sich zwischen der Maiswaffel Natur (0,90 Pkt., C) und der Waffel mit Leinsaat (A) signifikant ($p = 0,0035$). Es wurden jedoch keine signifikanten Differenzen zwischen der Sorte mit Leinsaat und Kürbiskern (AB), beziehungsweise zwischen den Proben mit Kürbiskern, Amaranth (BC) und Sonnenblume (BC) herausgefunden. Beim Flavour nach Kräutern wurde nur ein statistisch signifikanter Unterschied ($p = 0,0006$), nämlich zwischen der Sorte Leinsaat (A) und allen anderen Sorten (B) festgestellt.

Der modrige Geruch war bei den Produkten mit Leinsamen (1,90 Pkt., A), Amaranth (1,82 Pkt., A) und Kürbiskern (1,66 Pkt., A) signifikant ($p = 0,0116$) stärker als bei der Waffel Natur (1,00 Pkt., B), aber zur Sorte mit Sonnenblumenkern (1,46 Pkt., AB) gab es keine signifikante Differenz. Auch das modrige Flavour war beim Produkt mit Leinsamen (1,74 Pkt., A) intensiver als bei der Probe mit Amaranth (1,50 Pkt., AB) und Kürbiskern (1,32 Pkt., AB), jedoch signifikant ($p = 0,0027$) stärker als bei der Waffel mit Sonnenblumenkern (1,05 Pkt., BC) und der neutralen Sorte (0,66 Pkt., C).

Der Geruch nach Getoastetem wurde am intensivsten bei der Maiswaffel Natur (4,65 Pkt., A) und signifikant ($p = 0,0006$) am geringsten bei der Maiswaffel mit Leinsaat (3,09 Pkt., C) bewertet, wohingegen das Flavour nach Getoastetem bei allen fünf analysierten Sorten vergleichbar war und kein signifikanter

($p=0,4006$) Unterschied herausgefunden werden konnte (3,29 Pkt. [Natur], 2,71 Pkt. [Amaranth], 3,26 Pkt. [Leinsamen], 3,23 Pkt. [Sonnenblumenkern], 3,30 Pkt. [Kürbiskern]).

Der Geruch nach Verbranntem war am stärksten bei der Waffel mit Kürbiskernen (1,37 Pkt., A) und Sonnenblumenkernen (1,30 Pkt., AB) ausgeprägt, wobei signifikante ($p=0,020$) Differenzen zu den übrigen drei analysierten Produkten gefunden wurden. Das Flavour nach Verbranntem war bei den Produkten mit Amaranth (1,94 Pkt., A), Sonnenblumenkernen (1,93 Pkt., A) und Leinsamen (1,53 Pkt., A) signifikant ($p=0,0015$) stärker ausgeprägt als beim Naturprodukt (0,83 Pkt., B), wohingegen zur Probe mit Kürbiskernen (1,41 Pkt., AB) keine signifikanten ($p>0,05$) Unterschiede festgestellt werden konnten.

Die Geruchs- und Flavour-Eigenschaften waren von den Zutaten (Mais, Amaranth, Leinsamen, Sonnenblumenkern, Kürbiskern) abhängig, wobei jeweils ein signifikanter ($p<0,001$) Unterschied zu den anderen vier Sorten festgestellt wurde.

Der Geruch wurde bei der Waffel mit Leinsamen (4,95 Pkt.) am stärksten wahrgenommen, gefolgt von der Sorte mit Kürbiskern (4,68 Pkt.), Sonnenblumenkern (4,68 Pkt.) und Amaranth (4,36 Pkt.).

Das Flavour war bei der Waffel mit Leinsamen am intensivsten (6,89 Pkt.), gefolgt von dem Produkt mit Sonnenblumenkern (5,36 Pkt.), Amaranth (5,35 Pkt.) und Kürbiskern (4,20 Pkt.).

Die Analyse führte zum Ergebnis, dass Off-Odor sowie Off-Flavour bei den untersuchten Maiswaffeln nicht bzw. nur in vernachlässigbarer Intensität vorhanden waren. Es konnten keine signifikanten Abweichungen ($p=0,8452$ bei [Off-Odor] bzw. $p=0,9471$ bei [Off-Flavour]) zwischen den Produkten herausgefunden werden.

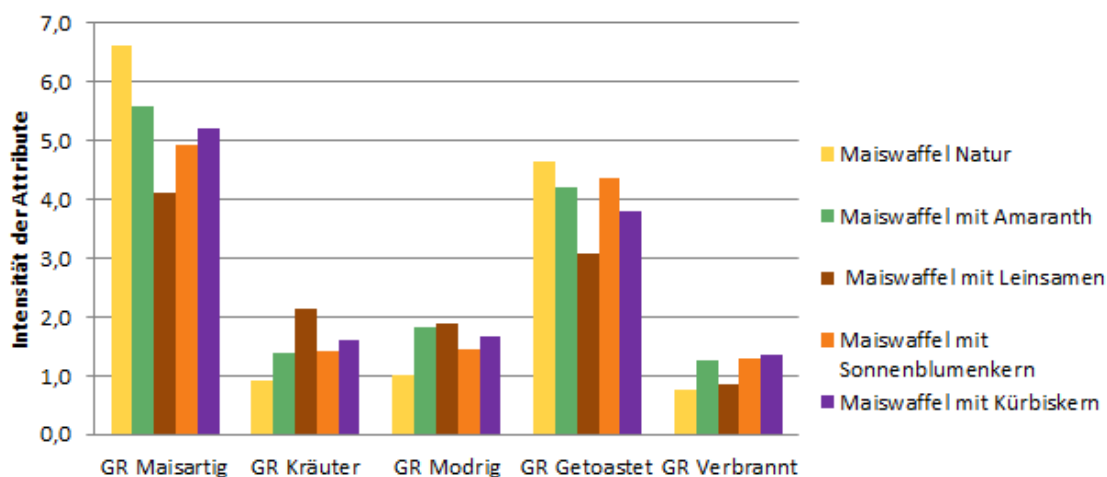


Abbildung 47: Attribute des Geruchs, die signifikante Unterschiede aufwiesen

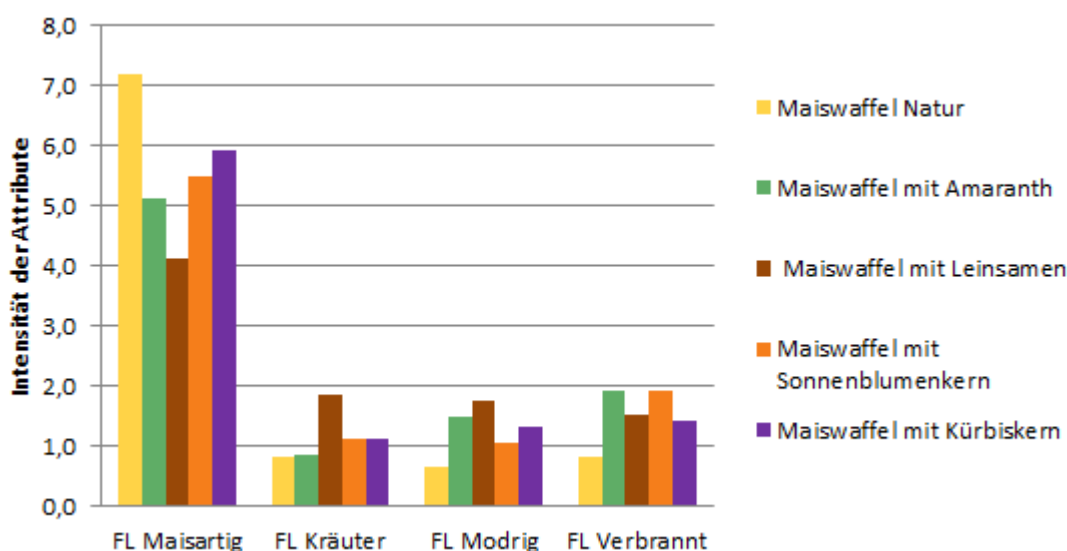


Abbildung 48: Attribute des Flavours, die signifikante Unterschiede aufwiesen

4.3.1.6.3 Geschmack

Bezüglich der Grundgeschmacksrichtungen war die Waffel mit Leinsamen am sauersten (0,95 Pkt., A) und es konnte eine signifikante ($p=0,0017$) Differenz zu den übrigen vier Maiswaffeln (B) ermittelt werden (Abb. 49 und 52).

Die Produkte mit Kürbiskernen und Sonnenblumenkernen erwiesen sich am salzigsten (1,18 Pkt. bzw. 1,19 Pkt.), es gab aber zwischen den fünf Proben keine signifikanten Unterschiede ($p=0,6162$).

Die bitterste Sorte war die Waffel mit Amaranth (2,63 Pkt., A), die jedoch nicht signifikant ($p>0,05$) von den Sorten mit Leinsamen (2,24 Pkt., AB) und Kürbiskern (2,26 Pkt., AB) abwich. Die Waffel mit Sonnenblumenkernen (1,90 Pkt., B) präsentierte sich signifikant ($p=0,0002$) weniger bitter als die Waffel mit Amaranth, und signifikant ($p=0,0002$) bitterer als die Maiswaffel Natur (1,08 Pkt., C), die die geringste Bitterkeit aufwies (Abb. 49 und 52).

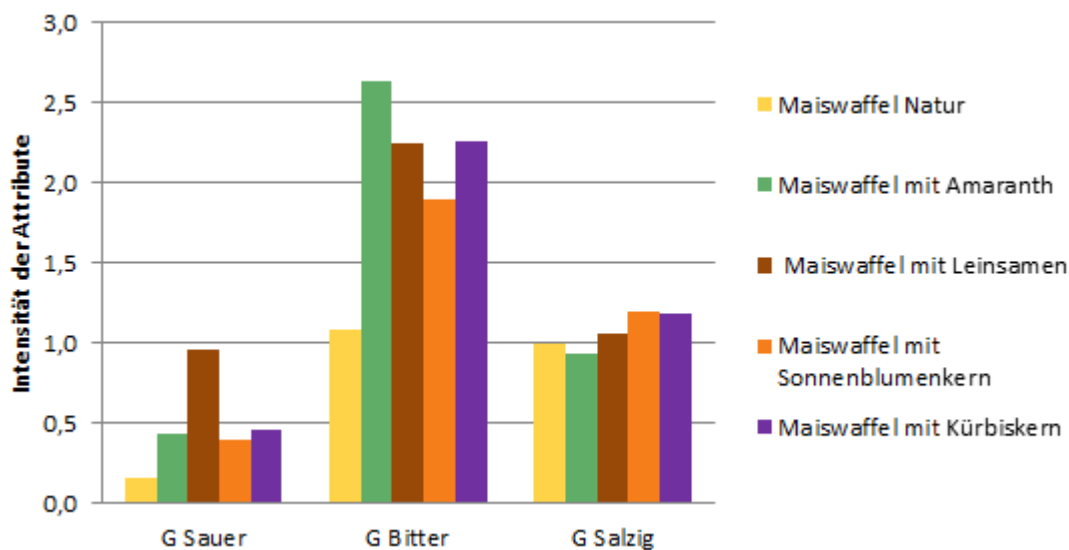


Abbildung 49: Attribute des Geschmacks

4.3.1.6.4 Mundgefühl

Die Maiswaffel mit Kürbiskern (1,35 Pkt., A) war am stärksten adstringierend. Mithilfe des LSD-Tests konnte herausgefunden werden, dass ein signifikanter ($p=0,0198$) Unterschied zwischen der Sorte Maiswaffel Natur (0,55 Pkt., B), die am wenigsten adstringierend bewertet wurde, und den übrigen vier Sorten bestand. Die Sorten mit Amaranth (1,32 Pkt., A), Leinsaat (1,31 Pkt., A), Sonnenblumenkern (1,26 Pkt., A) sowie Kürbiskern (A) wiesen eine vergleichbare Adstringenz auf.

Die Analyse des Kauvorganges ($p=0,1236$), der Festigkeit ($p=0,3927$), der Trockenheit ($p=0,0679$) und der Körnigkeit ($p=0,0508$) führte zu ähnlichen, nicht signifikanten Ergebnissen zwischen den fünf untersuchten Waffelsorten.

Die Bindekraft erwies sich bei der Probe mit Kürbiskern (5,21 Pkt., A) sowie Sonnenblumenkern (5,25 Pkt., A) signifikant ($p=0,0207$) höher als bei der Waffel Natur (4,73 Pkt., B) und dem Produkt mit Leinsamen (4,68 Pkt., B), zu der Probe mit Amaranth (5,00 Pkt., AB) konnten keine signifikanten Differenzen ($p>0,05$) herausgefunden werden.

Die Haftfähigkeit wurde bei der Waffel mit Kürbiskernen (4,48 Pkt.) am stärksten bewertet und bei der neutralen Maiswaffel (3,36 Pkt.) am geringsten, es gab jedoch keine signifikanten ($p=0,1106$) Differenzen.

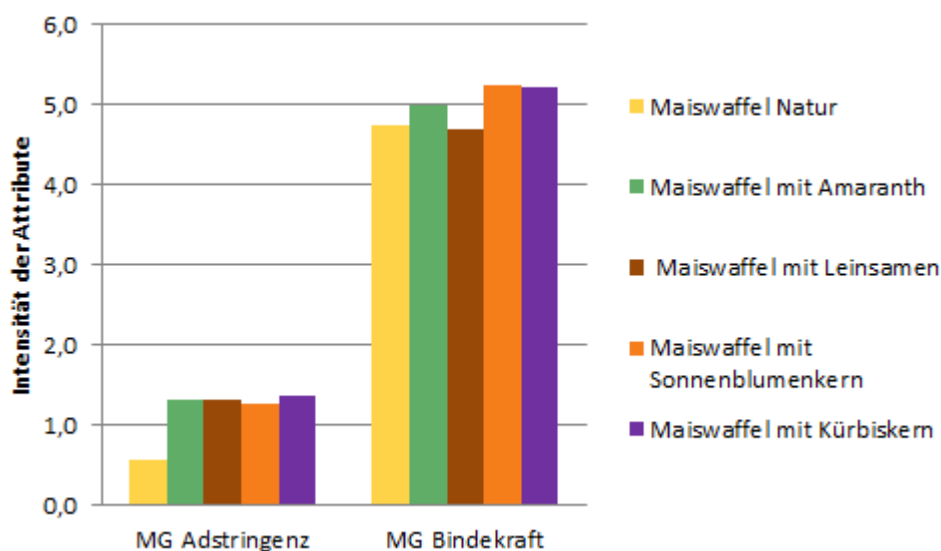


Abbildung 50: Attribute des Mundgefühls, die signifikante Unterschiede aufwiesen

4.3.1.6.5 Auditiver Eindruck

Ein weiteres entscheidendes Attribut bei Waffeln stellt die Knusprigkeit (Abb. 51 und 52) dar. Die Maiswaffel Natur (7,80 Pkt., A) stellte sich als signifikant ($p=0,0001$) knuspriger heraus verglichen mit den Proben mit Amaranth (7,15 Pkt., BC), Sonnenblumenkern (6,61 Pkt., D) sowie Kürbiskern (6,67 Pkt., CD), jedoch nicht signifikant ($p>0,05$) knuspriger als die Sorte mit Leinsaat (7,29 Pkt., AB). Zwischen den am wenigsten knusprigen Produkten mit Sonnenblumen- und Kürbiskern gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied.

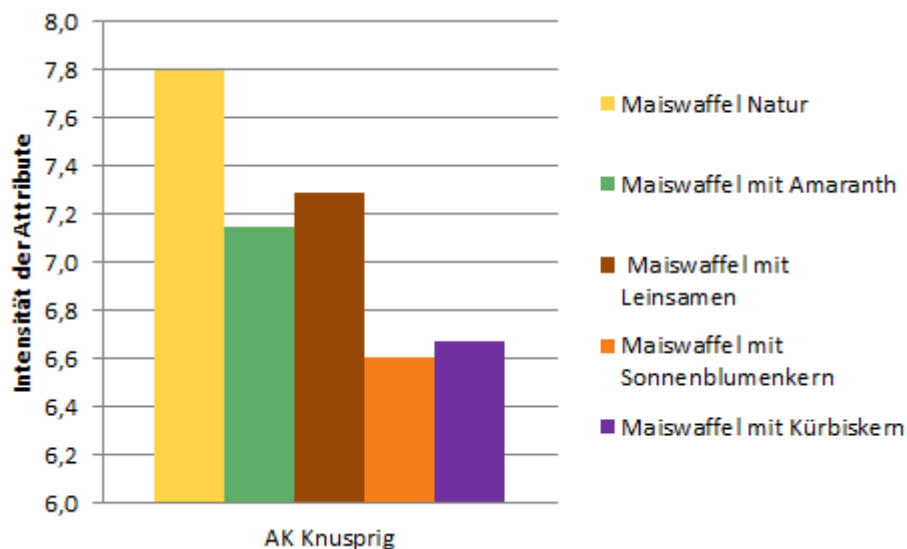


Abbildung 51: Auditiver Eindruck

4.3.1.6.6 Nachgeschmack

Der Nachgeschmack wies bei der Maiswaffel Natur (4,36 Pkt.) und der Probe mit Sonnenblumenkernen (4,39 Pkt.) die geringste und bei der Sorte mit Amaranth (5,27 Pkt.) die stärkste Ausprägung auf, es wurden jedoch keine statistisch signifikanten ($p=0,1977$) Differenzen ermittelt.

Zusammenfassend konnte festgestellt werden, dass bei insgesamt elf Attributen keine signifikanten ($p>0,05$) Abweichungen zwischen den fünf untersuchten Waffeln herausgefunden wurden: Off-Odor, Off-Flavour, Flavour Getoastet, Salziger Geschmack, Nachgeschmack, Kauvorgang, Festigkeit, Trockenheit, Haftfähigkeit, Körnigkeit und Farbe.

Die Adstringenz und Bindekraft sowie der modrige und verbrannte Geruch führten zu signifikanten ($p<0,05$) Unterschieden zwischen den fünf Waffeln. Der kräuterartige Geruch, das modrige und verbrannte Flavour sowie der saure Geschmack wichen hoch signifikant ($p<0,01$) zwischen den Produkten ab.

Die Untersuchung des maisartigen, Amaranth-, Leinsamen-, Sonnenblumen- und Kürbiskernartigen Geruchs sowie Flavours, getoasteten Geruches,

kräuterartigen Flavours, als auch des bitteren Geschmacks und der Knusprigkeit ergaben höchst signifikante ($p < 0,001$) Differenzen.

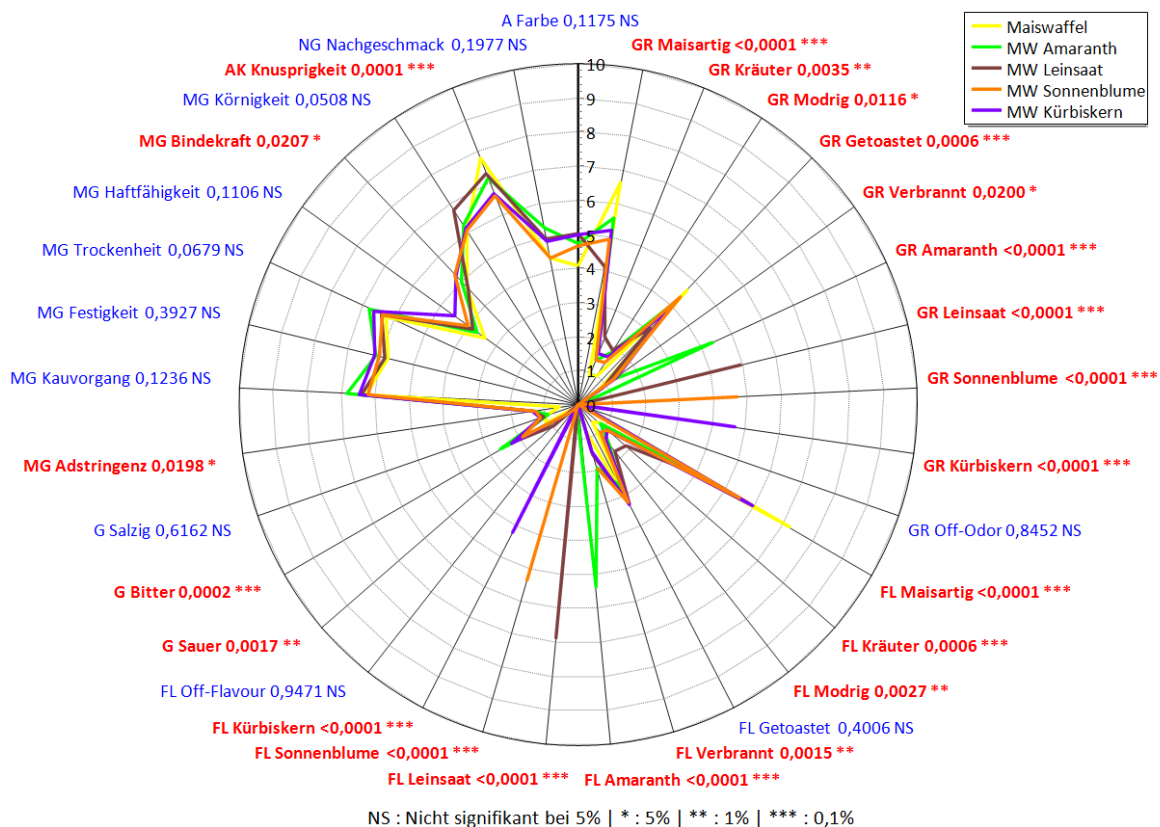


Abbildung 52: Varianzanalyse der Maiswaffeln

A = Aussehen, GR = Geruch, FL = Flavour, G = Geschmack, MG = Mundgefühl, AK = Auditive Eindrücke, NG = Nachgeschmack

Tabelle 30: LSD-Tests der Attribute mit signifikanten Unterschieden zwischen den Produkten

Analyse	Maiswaffel	MW Amaranth	MW Leinsaat	MW Sonnenblume	MW Kürbiskern	p
GR Mais	A	B	C	B	B	<0,0001
GR Kräuter	C	BC	A	BC	AB	0,0035
GR Modrig	B	A	A	AB	A	0,0116
GR Getoastet	A	AB	C	AB	BC	0,0006
GR Verbrannt	C	AB	BC	AB	A	0,0200
GR Amaranth	B	A	B	B	B	<0,0001
GR Leinsaat	B	B	A	B	B	<0,0001
GR Sonnenblume	B	B	B	A	B	<0,0001
GR Kürbiskern	B	B	B	B	A	<0,0001
FL Mais	A	C	D	BC	B	<0,0001
FL Kräuter	B	B	A	B	B	0,0006
FL Modrig	C	AB	A	BC	AB	0,0027
FL Verbrannt	B	A	A	A	AB	0,0015
FL Amaranth	B	A	B	B	B	<0,0001
FL Leinsaat	B	B	A	B	B	<0,0001
FL Sonnenblume	B	B	B	A	B	<0,0001

FL Kürbiskern	B	B	B	B	A	<0,0001
G Sauer	B	B	A	B	B	0,0017
G Bitter	C	A	AB	B	AB	0,0002
MG Adstringenz	B	A	A	A	A	0,0198
MG Bindekraft	B	AB	B	A	A	0,0207
AK Knusprigkeit	A	BC	AB	D	CD	0,0001

4.3.2 Akzeptanzprüfung

Die Ergebnisse der Bewertung der Akzeptanz durch die KonsumentInnen wurden als Häufigkeitstabellen (Tab. 68 bis 72, Anhang) sowie in Form von Balkendiagrammen (Abb. 53 bis 57) dargestellt.

4.3.2.1 Maiswaffel Natur

Bei der Maiswaffel Natur lagen 57,9% der Urteile der Befragten im Gefallen-Bereich 1 *mag ich besonders gern* bis 4 *mag ich etwas* (Abb. 53). Im Vergleich zu den anderen Produkten erhielt die neutrale Waffel daher die beste Bewertung.

Aus dem Balkendiagramm lässt sich erkennen, dass die meisten Urteile beim Skalenpunkt 3 *mag ich gern* von 19,8% der KonsumentInnen abgegeben wurden, gefolgt von 19% Beurteilungen beim Punkt 4 *mag ich etwas* und 18,2% bei 5 *mag ich weder/noch*.

13,2% der TeilnehmerInnen gaben bekannt, dass sie die Maiswaffel Natur sehr gern mögen und jeweils 6,6% sagten aus das Produkt nicht besonders bzw. sehr wenig zu mögen.

Sowohl 5,8% der ProbandInnen (7 Personen) wählten den Skalenpunkt 1 *mag ich besonders gern*, als auch den Skalenpunkt 9 *mag ich überhaupt nicht*.

5% der VerbraucherInnen waren der Ansicht, dass die vorgestellte Probe nur wenig ihren Vorlieben entsprach (Punkt 7).

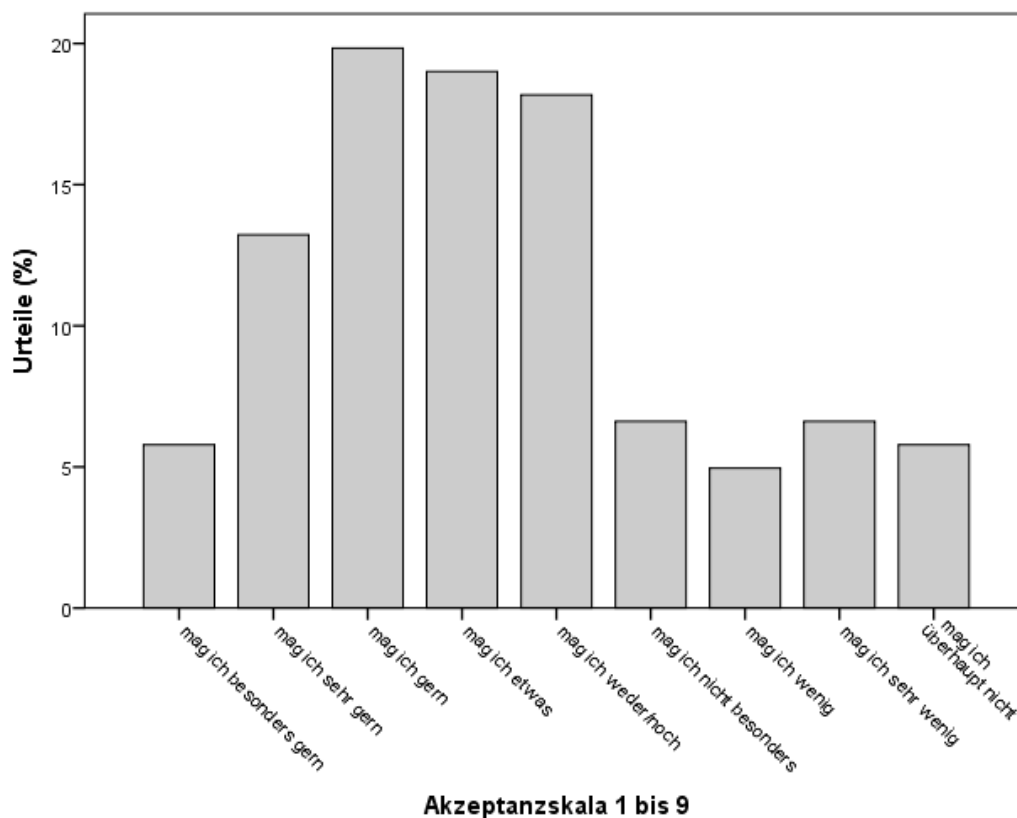


Abbildung 53: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel Natur

4.3.2.2 Maiswaffel mit Amaranth

Die Maiswaffel mit Amaranth wurde von 52,1% der KonsumentInnen im Bereich der Skalenpunkte 1 bis 4 bewertet (Abb. 54). Im Vergleich mit der Maiswaffel Natur erhielt dieses Produkt weniger Urteile im Gefallen Bereich.

Es konnte festgestellt werden, dass der Skalenpunkt 1, der die höchste Akzeptanz repräsentierte, bei dieser Waffel nur von 0,8% der Befragten, das heißt einer Person, gewählt wurde.

Die meisten Urteile lagen beim Skalenpunkt 4 *mag ich etwas* (30,6%).

Es wurde außerdem ermittelt, dass der prozentuale Anteil der abgegebenen Beurteilungen sowohl beim Skalenpunkt 2 als auch 8 je 8,3% betrug, wie auch bei den Punkten 3 und 7 jeweils 12,4%.

3,3% der Befragten lehnten diese Probe gänzlich ab, da sie sich für den Punkt 9 entschieden.

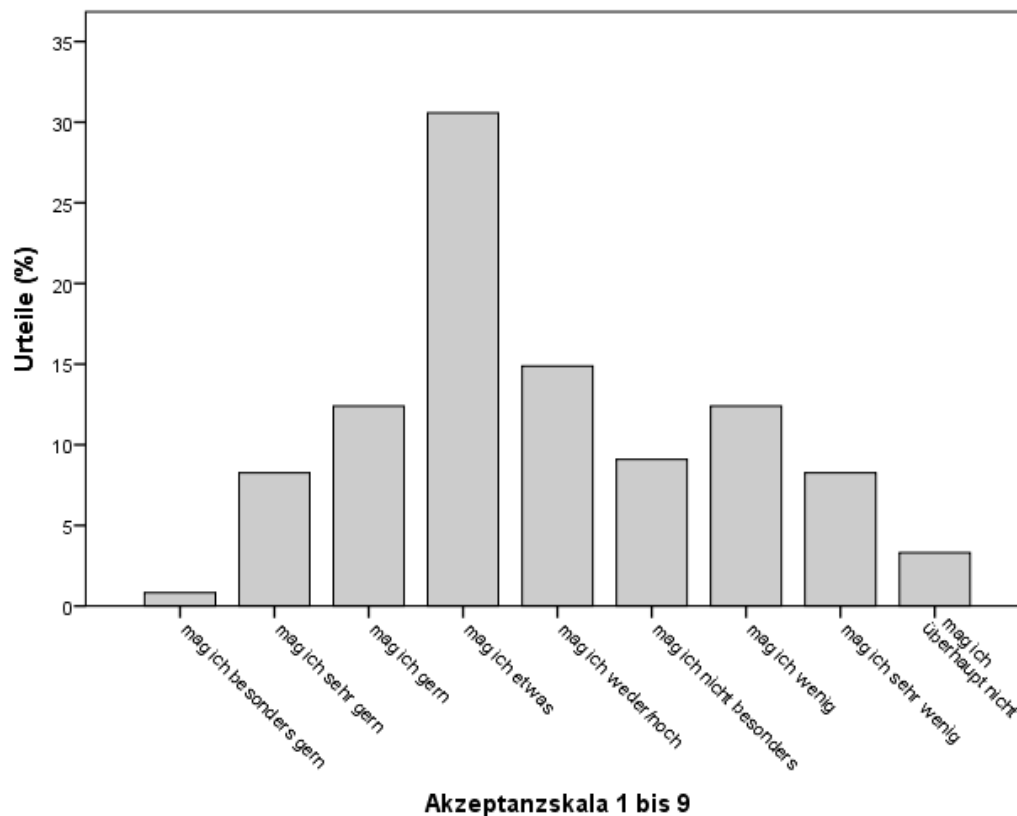


Abbildung 54: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel mit Amaranth

4.3.2.3 Maiswaffel mit Leinsamen

Die Akzeptanz der Maiswaffel mit Leinsamen wurde von 25,6% der Befragten im Gefallen-Bereich der Skalenpunkte 1 bis 4 bewertet, was die geringste Akzeptanz aller fünf analysierten Produkte in diesem Bereich darstellte.

Beim Betrachten des Balkendiagrammes fiel auf, dass die Skalenpunkte 1 (1,7%), 2 (3,3%) und 3 (4,1%) am wenigsten gewählt wurden (Abb. 55). Die meisten Urteile gab es bei den Punkten 6 *mag ich nicht besonders* und 8 *mag ich sehr wenig*, jeweils 18,2% der KonsumentInnen entschieden sich für diese Bewertung. 16,5% der VerbraucherInnen gaben an, die Probe mit Leinsamen etwas zu mögen.

Der Anteil der ProbandInnen die dieses Produkt mit der geringsten Akzeptanz (*mag ich überhaupt nicht*) bewerteten lag bei 13,2%. Daher wählten bei dieser Waffel mehr TeilnehmerInnen den Skalenpunkt 9 als bei der Maiswaffel Natur (5,8%) und der Sorte mit Amaranth (3,3%).

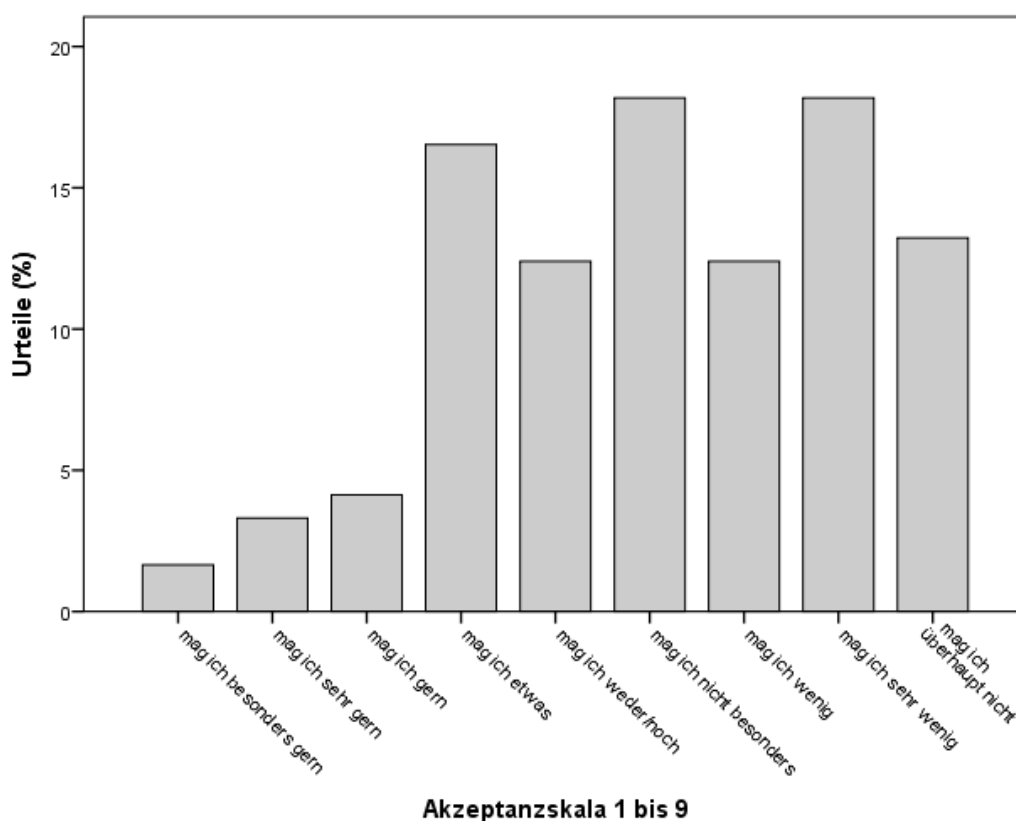


Abbildung 55: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel mit Leinsamen

4.3.2.4 Maiswaffel mit Sonnenblumenkern

Die Akzeptanz der Maiswaffel mit Sonnenblumenkernen im Bereich der Skalenpunkte 1 *mag ich besonders gern* bis 4 *mag ich etwas* wurde von 43% der KonsumentInnen bewertet (Abb. 56). Dieses Produkt wurde daher mehr akzeptiert als die Sorte mit Leinsamen (25,6%), aber weniger als die Waffeln mit Amaranth (52,1%) und Natur (57,9%).

Bei den Skalenpunkten 1 und 2 wurden nur 3,3% bzw. 4,1% der Bewertungen abgegeben, bei den Punkten 4 (19,8%), 3 und 5 (je 15,7%) konnten die meisten Urteile festgestellt werden.

9,9% der Befragten erklärten, dieses Produkt sehr wenig zu mögen (Punkt 8), sowie 6,6 % sagten aus es überhaupt nicht zu mögen.

Folglich schnitt die Waffel mit Sonnenblumenkernen in der Konsumentenakzeptanz insgesamt besser ab, als die Waffel mit Leinsamen.

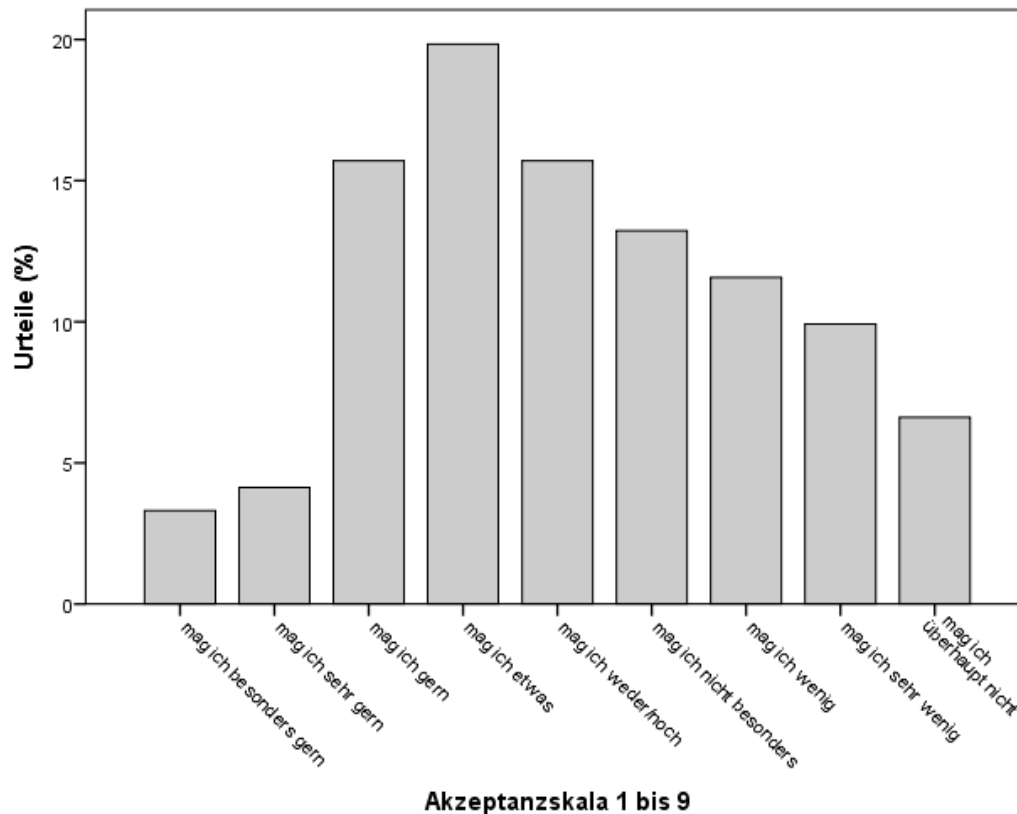


Abbildung 56: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel mit Sonnenblumenkern

4.3.2.5 Maiswaffel mit Kürbiskern

Bei der Maiswaffel mit Kürbiskernen lagen 54,5% der Urteile im genannten Gefallen-Bereich (Abb. 57). Diese Waffel wies daher nach der Maiswaffel Natur (57,9%) die zweitmeisten Bewertungen im Bereich der Skalenpunkte 1 bis 4 auf.

Bei diesem Produkt erfolgten die meisten Beurteilungen beim Skalenpunkt 3 *mag ich gern* (23,1%), gefolgt vom Punkt 4 *mag ich etwas* (21,5%).

14% der Befragten entschieden sich für den Skalenpunkt 5, sowie 13,2% für das nächst geringere Akzeptanzurteil mit dem Punkt 6.

Nur 3,3% der KonsumentInnen wählten das Urteil *mag ich besonders gern*, daher erhielt der Skalenpunkt 1 bei dieser Probe die wenigsten Bewertungen.

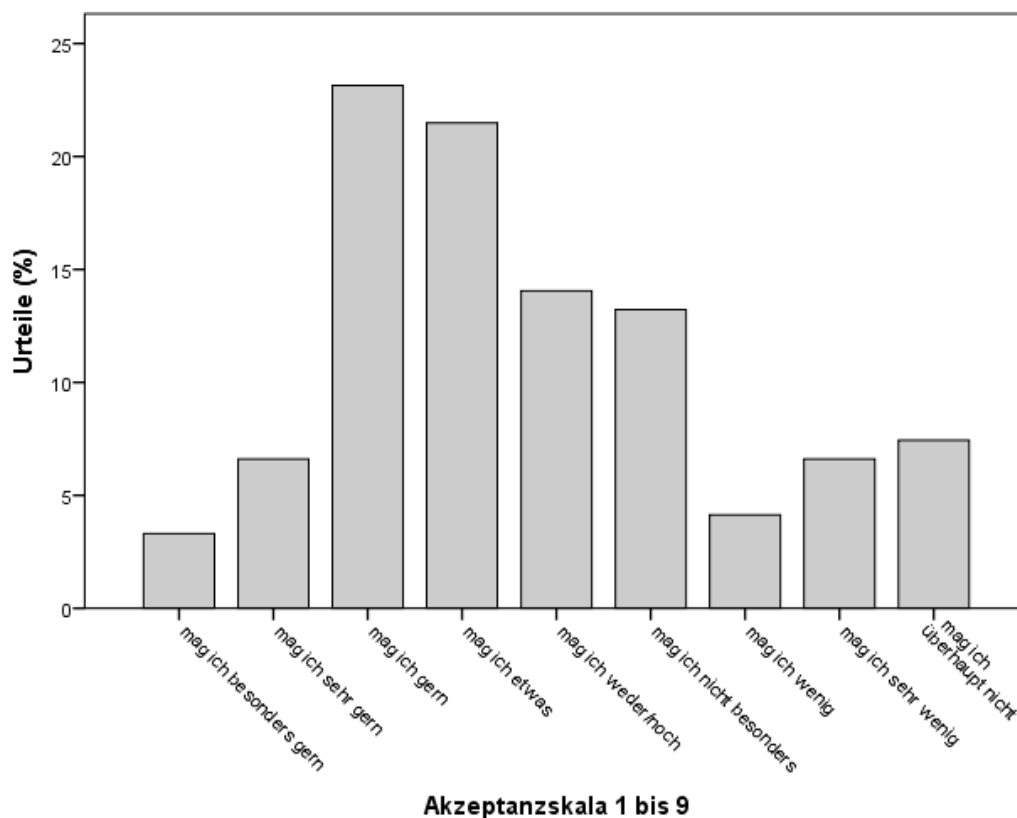


Abbildung 57: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel mit Kürbiskern

Die höchste Akzeptanz bei den Skalenpunkten 1 *mag ich besonders gern* bis 4 *mag ich etwas* erhielt somit die Maiswaffel Natur (57,9%), gefolgt von der Maiswaffel mit Kürbiskernen (54,5%), Amaranth (52,1%) sowie Sonnenblumenkernen (43%), und die niedrigste Akzeptanz wurde bei der Maiswaffel mit Leinsamen (25,6%) erzielt.

4.3.2.6 Deskriptive Statistik

Aus den deskriptiven Statistiken (Tab. 73, Anhang) war ersichtlich, dass von den KonsumentInnen bei allen fünf untersuchten Produkten sowohl das Akzeptanzurteil 1 *mag ich besonders gern* als auch 9 *mag ich überhaupt nicht*, vergeben wurde.

In der Tabelle (Tab. 73, Anhang) wurden die Mittelwerte der abgegebenen Urteile der 121 ProbandInnen dargestellt, die in aufsteigender Akzeptanz lauteten:

1. Maiswaffel Natur	(4,38)
2. Maiswaffel mit Kürbiskern	(4,70)
3. Maiswaffel mit Amaranth	(4,88)
4. Maiswaffel mit Sonnenblumenkern	(5,16)
5. Maiswaffel mit Leinsamen	(6,09)

Ein niedrigerer Mittelwert bedeutet, dass das Produkt von den Verbrauchern besser angenommen wurde.

Das Produkt Maiswaffel Natur erzielte somit die höchste Akzeptanz und die Waffel mit Leinsamen wurde von den Befragten am wenigsten akzeptiert.

Dieses Ergebnis war ident mit der Auswertung der Häufigkeit der abgegebenen Urteile im Gefallen-Bereich der Skalenpunkte 1 bis 4.

4.3.2.7 t-Tests für abhängige Stichproben

Die Analyse der Maiswaffeln mittels t-Test führte sowohl zu signifikanten als auch nicht signifikanten Differenzen zwischen den fünf untersuchten Produkten. (Tab. 31)

Höchst signifikante Unterschiede in der Akzeptanz wurden zwischen den Maiswaffeln Natur und Amaranth ($p < 0,001$), Natur und Leinsamen ($p < 0,001$), Natur und Sonnenblumenkern ($p < 0,001$), Amaranth und Leinsamen ($p < 0,001$), Leinsamen und Sonnenblumenkern ($p < 0,001$), sowie Leinsamen und Kürbiskern ($p < 0,001$) beobachtet.

Zwischen der Probe mit Sonnenblumenkernen und der Sorte mit Kürbiskernen wurde ein hoch signifikanter Unterschied ($p = 0,005$) in der Konsumentenakzeptanz festgestellt.

Keine signifikanten Differenzen in der Akzeptanz der Befragten konnten zwischen den Sorten Mais Natur und Kürbiskern ($p=0,088$), Amaranth und Sonnenblumenkern ($p=0,162$) sowie Amaranth und Kürbiskern ($p=0,311$) ermittelt werden.

Tabelle 31: t-Tests der Maiswaffeln

Test für Stichproben mit paarigen Werten		t	df	Sig. (2-seitig)
Paar 1	Mais - Mais Amaranth	-4,021	120	,000
Paar 2	Mais - Mais Leinsamen	-8,168	120	,000
Paar 3	Mais - Mais Sonnenblumenkern	-4,260	120	,000
Paar 4	Mais - Mais Kürbiskern	-1,719	120	,088
Paar 5	Mais Amaranth - Mais Leinsamen	-6,156	120	,000
Paar 6	Mais Amaranth - Mais Sonnenblumenkern	-1,406	120	,162
Paar 7	Mais Amaranth - Mais Kürbiskern	1,017	120	,311
Paar 8	Mais Leinsamen - Mais Sonnenblumenkern	4,881	120	,000
Paar 9	Mais Leinsamen - Mais Kürbiskern	6,489	120	,000
Paar 10	Mais Sonnenblumenkern - Mais Kürbiskern	2,847	120	,005

4.3.3 Präferenzprüfung

Zu Beginn der Auswertung der Präferenzprüfung der Maiswaffeln wurden die Rangsummen für die fünf untersuchten Produkte berechnet, wobei eine niedrigere Rangsumme bedeutete, dass das Produkt von den KonsumentInnen am meisten präferiert wurde (Tab. 32).

Tabelle 32: Rangsummen der Maiswaffeln

Maiswaffel	MW Amaranth	MW Leinsamen	MW Sonnenblume	MW Kürbiskern
280	368	466	366	336

Die niedrigste Rangsumme zeigte die Maiswaffel Natur (280), gefolgt von der Probe mit Kürbiskern (336), Sonnenblumenkern (366), Amaranth (368) und Leinsamen (466).

Die Maiswaffel Natur wurde daher von den TeilnehmerInnen am meisten präferiert und die Waffel mit Leinsamen am wenigsten.

Bei der Durchführung des Friedman Tests wurden zunächst die mittleren Ränge der fünf analysierten Produkte berechnet (Tab. 33).

Tabelle 33: Friedman-Test - Mittlere Ränge der Maiswaffeln

Ränge	
	Mittlerer Rang
Mais	2,31
Mais Amaranth	3,04
Mais Leinsamen	3,85
Mais Sonnenblumenkern	3,02
Mais Kürbiskern	2,77

Wie auch bei der Rangsumme wies die Maiswaffel Natur den niedrigsten mittleren Rang auf (2,31), gefolgt von der Sorte mit Kürbiskern (2,77), Sonnenblumenkern (3,02), Amaranth (3,04) sowie Leinsamen (3,85).

Die Teststatistik des Friedman Tests betrug 60,466 (Tab. 34). Der Test führte zu einem signifikanten ($p < 0,001$) Ergebnis, das heißt, dass die fünf Produkte hinsichtlich der Konsumenten-Präferenz signifikant divergieren.

Tabelle 34: Friedman Test - Teststatistik der Maiswaffeln

Teststatistiken^a	
H	121
Chi-Quadrat	60,466
df	4
Asymp. Sig.	,000

a. Friedman-Test

Im Anschluss wurden mehrere Vorzeichentests durchgeführt, um herauszufinden, zwischen welchen Produktpaaren die signifikanten Differenzen in der Präferenz bestanden (Tab. 35).

Tabelle 35: Vorzeichentests der Maiswaffeln

Teststatistiken ^a					
	Mais Amaranth - Mais	Mais Leinsamen - Mais	Mais Sonnen- blumenkern - Mais	Mais Kürbiskern - Mais	Mais Leinsamen - Mais Amaranth
U	-4,182	-5,818	-3,091	-1,636	-4,182
Asymp. Sig. (2-seitig)	,000	,000	,002	,102	,000
	Mais Sonnen- blumenkern - Mais Amaranth	Mais Kürbiskern - Mais Amaranth	Mais Sonnen- blumenkern - Mais Leinsamen	Mais Kürbiskern - Mais Leinsamen	Mais Kürbiskern - Mais Sonnen- blumenkern
U	-,727	-1,552	-3,818	-4,545	-,364
Asymp. Sig. (2-seitig)	,467	,121	,000	,000	,716

a. Vorzeichentest

Es konnten höchst signifikante Unterschiede in der Präferenz zwischen den Maiswaffeln Natur und Amaranth ($p < 0,001$), Natur und Leinsamen ($p < 0,001$), Leinsamen und Amaranth ($p < 0,001$), Sonnenblumenkern und Leinsamen ($p < 0,001$) sowie Kürbiskern und Leinsamen ($p < 0,001$) festgestellt werden.

Zwischen der Maiswaffel Natur und dem Produkt mit Sonnenblumenkern wurde eine hoch signifikante ($p = 0,002$) Differenz in der Konsumentenpräferenz herausgefunden.

Die Analyse der Proben mit Kürbiskern und Mais Natur ($p = 0,102$), Sonnenblumenkern und Amaranth ($p = 0,467$), Kürbiskern und Amaranth ($p = 0,121$), sowie Kürbiskern und Sonnenblumenkern ($p = 0,716$) resultierte in keinen signifikanten Unterschieden in der Präferenz. Diese Produktpaare wurden jeweils mit ähnlichen mittleren Rängen bewertet.

Um die Resultate graphisch darzustellen, wurden je Produkt die vergebenen Ränge in einem Balkendiagramm veranschaulicht. Dadurch konnte abgeschätzt werden, wieviel Prozent der Befragten welchen Rang gewählt haben. Die

absoluten und relativen Zahlenwerte wurden als Häufigkeiten tabellarisch angegeben (Tab. 74 bis 78).

4.3.3.1 Maiswaffel Natur

Die Maiswaffel Natur wurde von den KonsumentInnen am häufigsten mit dem Rang 1 bewertet (36,4%), die übrigen Ränge wurden mit absteigender Häufigkeit beurteilt (Abb. 58).

Auch bei Betrachtung der absoluten und relativen Zahlenwerte (Tab. 74, Anhang) war ersichtlich, dass die Maiswaffel Natur im Vergleich zu den anderen Produkten am häufigsten den Rang 1 zugeteilt bekam und somit das meist präferierte Produkt war.

25,6% der Befragten wählten den Rang 2, 18,2% den Rang 3, 9,9% den Rang 4 und nur 9,9% der ProbandInnen bewerteten die Maiswaffel Natur mit dem Rang 5.

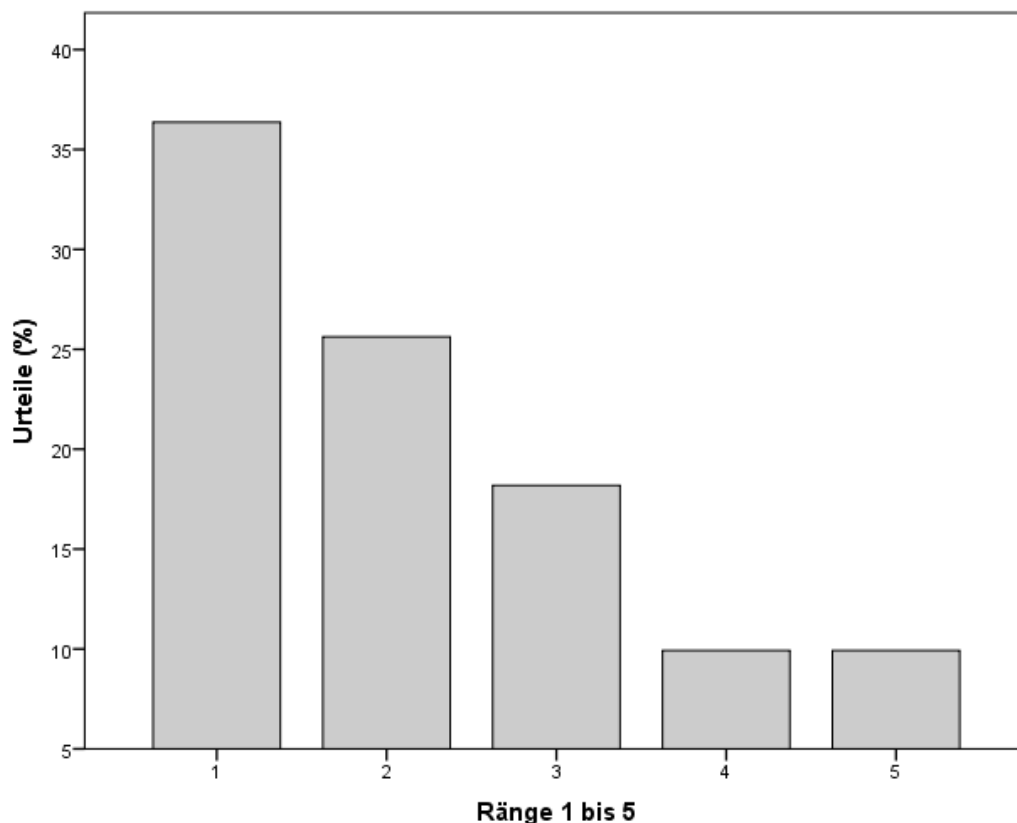


Abbildung 58: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel Natur

4.3.3.2 Maiswaffel mit Amaranth

Die Maiswaffel mit Amaranth wurde von den Befragten vorrangig mit dem Rang 3 (25,6%) bewertet, gefolgt von den Rängen 2 (24,8%) und 4 (24,0%) (Abb. 59). Der Rang 5 wurde von 14% der KonsumentInnen vergeben, und damit öfter als der Rang 1 (11,6%).

Im Vergleich mit der Maiswaffel Natur entschieden sich bei diesem Produkt mehr ProbandInnen für den Rang 5 (14,0% vgl. mit 9,9%), jedoch weniger für den Rang 1 (11,6% vgl. mit 36,4%)

Folglich zeigte sich eine geringere Präferenz der Befragten als bei der Maiswaffel Natur.

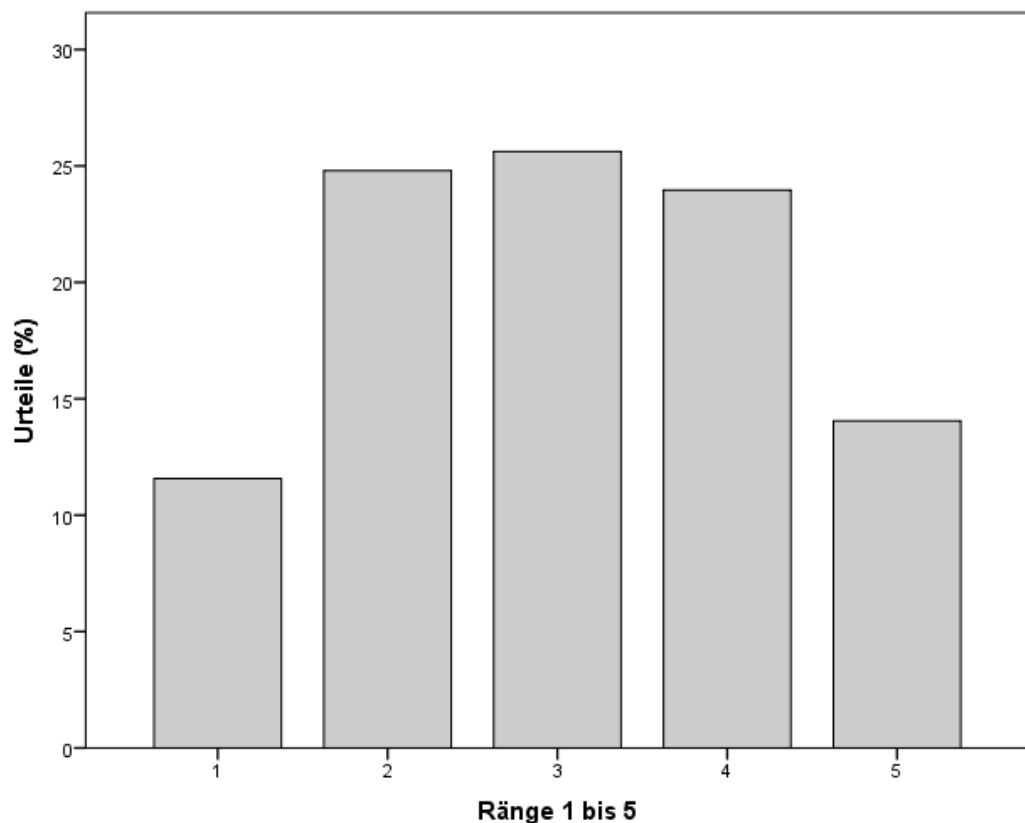


Abbildung 59: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel mit Amaranth

4.3.3.3 Maiswaffel mit Leinsamen

Die Waffel mit Leinsamen wurde von 10,7% der KonsumentInnen (13 Personen) mit dem Rang 1 bewertet (Abb. 60). Daher wählten bei diesem Produkt weniger Befragte den meist präferierten Rang als bei der Waffel Natur (36,4%) und der Waffel mit Amaranth (11,6%).

49,6% der Urteile, das heißt die meisten Bewertungen, wurden von den TeilnehmerInnen beim Rang 5 vergeben. Verglichen mit den Maiswaffeln Natur (9,9%) und mit Amaranth (14,0%) erhielt die Sorte mit Leinsamen deutlich mehr Urteile beim Rang 5. Der Rang 2 wurde von 7,4% der Befragten gewählt, Rang 3 von 17,4% und Rang 4 von 14,9%.

Somit ergab sich eine geringe Präferenz im Vergleich mit den anderen Produkten.

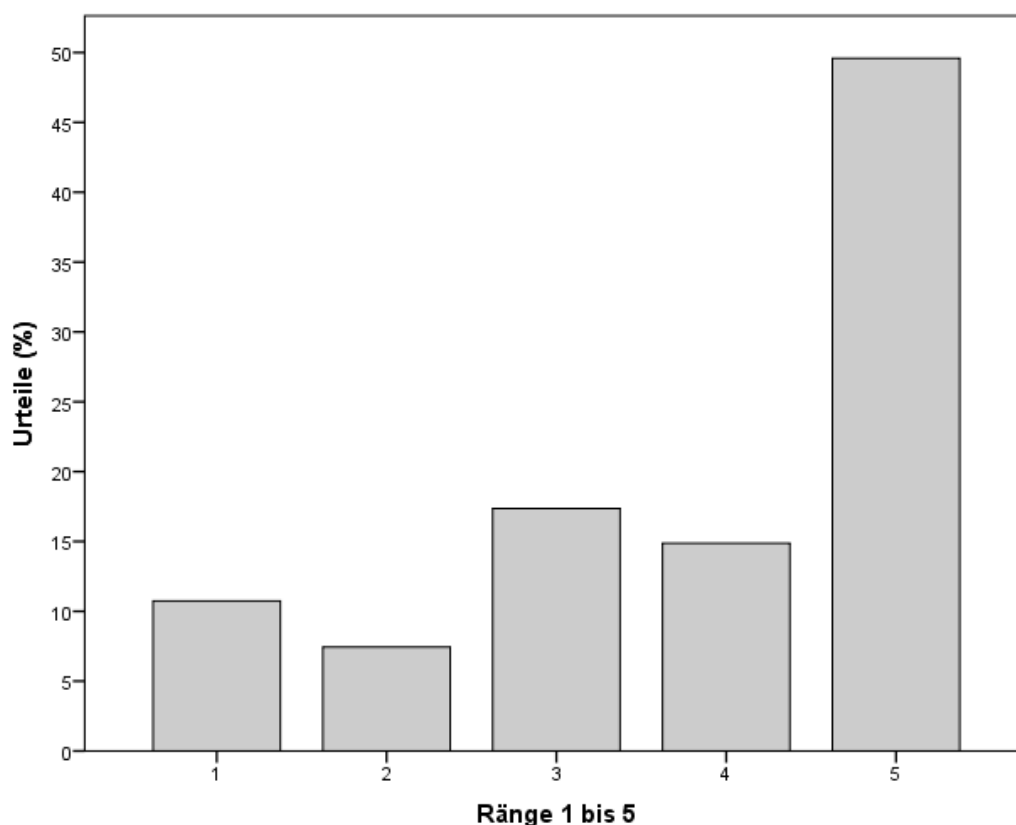


Abbildung 60: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel mit Leinsamen

4.3.3.4 Maiswaffel mit Sonnenblumenkernen

Die Maiswaffel mit Sonnenblumenkernen wurde von den KonsumentInnen am häufigsten mit dem Rang 4 (33,1%) bewertet (Abb. 61). Dieser Rang wurde daher von mehr Befragten vergeben als bei der Maiswaffel Natur (9,9%), mit Leinsamen (14,9%) und mit Amaranth (24,0%).

16,5% der Befragten wählten den Rang 1, 17,4% den Rang 2, 23,1% Rang 3 und nur 9,9% Rang 5.

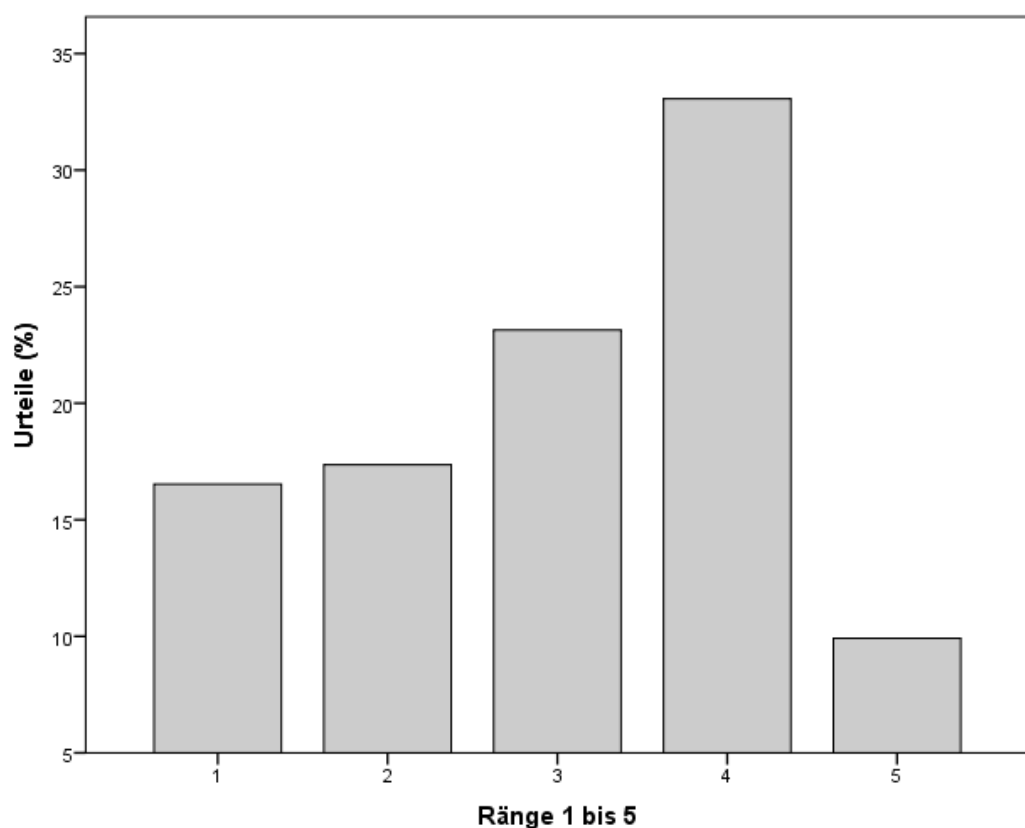


Abbildung 61: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel mit Sonnenblumenkern

4.3.3.5 Maiswaffel mit Kürbiskernen

Der Maiswaffel mit Kürbiskernen wurde am häufigsten der Rang 1 zugeteilt (von 24,8% der KonsumentInnen), gefolgt von 24% Urteilen beim Rang 2, 18,2% beim Rang 4, und jeweils 16,5% bei den Rängen 2 und 5 (Abb. 62).

Dieses Produkt wurde öfter als das meist präferierte Produkt gewählt als die Maiswaffel mit Sonnenblumenkernen (16,5%), mit Leinsamen (10,7%) und mit Amaranth (11,6%), jedoch seltener als die Maiswaffel Natur (36,4%).

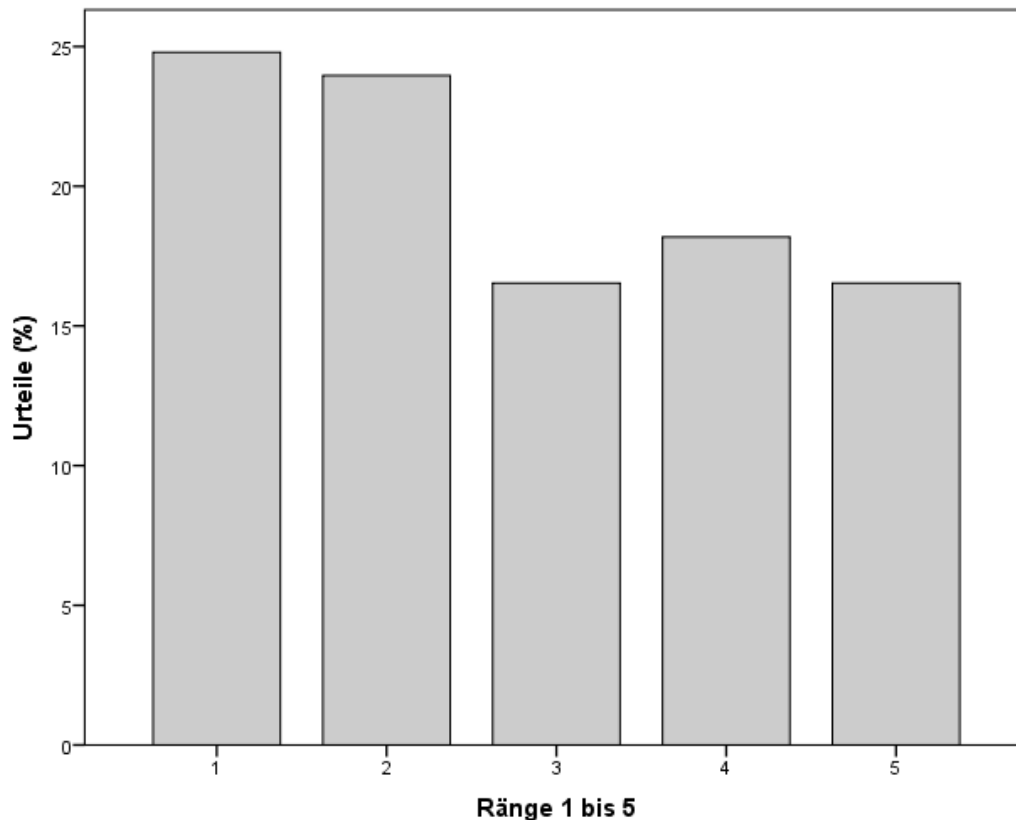


Abbildung 62: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel mit Kürbiskernen

4.3.3.6 Vergleich der Ergebnisse des Akzeptanz- und Präferenztests

Die Schlüsselattribute der untersuchten Produkte stellten die jeweiligen Zutaten (Mais, Amaranthmehl, Leinsamen, Sonnenblumenkerne und Kürbiskerne) dar, jedoch spielten auch insbesondere die Bitterkeit und Adstringenz eine große Rolle bei der Konsumenten-Akzeptanz sowie Präferenz.

Es wurde herausgefunden, dass die Maiswaffel Natur und die Maiswaffel mit Amaranth sowohl in der Akzeptanz als auch Präferenz signifikant ($p < 0,001$) unterschiedlich von den Befragten bewertet wurden. Als eine mögliche Ursache könnte die stärker ausgeprägte Bitterkeit und Adstringenz bei der Probe mit

Amaranth angegeben werden, wie in der QDA festgestellt wurde. Ein weiterer Grund könnte in der unterschiedlichen Knusprigkeit der Waffeln liegen, da diese ein wichtiges Attribut für die Akzeptanz sowie Präferenz der KonsumentInnen darstellt. Die Maiswaffel Natur war signifikant ($p < 0,001$) knuspriger als die Waffel mit Amaranth.

Auch die Maiswaffel Natur und die Waffel mit Leinsamen zeigten höchst signifikante ($p < 0,001$) Differenzen, sowohl in der Präferenz als auch der Akzeptanz. Dies beruhte wahrscheinlich auf der Tatsache, dass das Produkt mit Leinsamen in der QDA als deutlich bitterer, saurer, und stärker adstringierend bewertet wurde als die neutrale Sorte.

Zwischen der Maiswaffel Natur und dem Produkt mit Sonnenblumenkernen wurde in der Akzeptanz ein höchst ($p < 0,001$) und in der Präferenz ein hoch signifikanter ($p = 0,002$) Unterschied festgestellt. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass die Probe mit Sonnenblumenkernen einen intensiveren Geruch sowie Flavour von Modrigem und Verbranntem aufwies. Des Weiteren war auch die Bitterkeit und Adstringenz stärker ausgeprägt als bei der neutralen Sorte. Auch die Knusprigkeit könnte eine Rolle spielen, denn die Maiswaffel Natur war signifikant ($p < 0,001$) knuspriger als das Produkt mit Sonnenblumenkernen.

Die Bewertung der Akzeptanz sowie der Präferenz der Sorten mit Amaranth und Leinsamen durch die ProbandInnen führte in beiden Fällen zu höchst signifikanten ($p < 0,001$) Unterschieden. Der Grund dafür lag bei diesem Probenpaar weder in der Bitterkeit noch der Adstringenz, da bei der QDA keine signifikanten Differenzen bei diesen Attributen gefunden wurden.

Die Ursache könnte im Ausmaß der Überdeckung des Maisgeruches und -flavours durch die zusätzlichen Zutaten sein, die durch Leinsamen deutlich stärker abgedeckt wurden als durch Amaranth. Bei der Maiswaffel mit Leinsamen waren auch das Kräuterflavour und der saure Geschmack stärker ausgeprägt.

Auch die Produkte mit Leinsamen und Sonnenblumenkernen wurden von den KonsumentInnen signifikant ($p < 0,001$) verschieden in der Akzeptanz und Präferenz bewertet. Bei diesem Probenpaar entstand der signifikante Unterschied möglicherweise durch die Überdeckung der Maisattribute durch Leinsamen. Auch das Kräuterflavour war bei der Waffel mit Leinsamen signifikant ($p = 0,0006$) stärker ausgeprägt als bei der Waffel mit Sonnenblumenkernen. Bitterkeit und Adstringenz trugen nicht wesentlich zu der Entwicklung des signifikanten Ergebnisses bei, da diese im Rahmen der QDA als ähnlich bewertet wurden.

Es konnte herausgefunden werden, dass die Maiswaffel mit Leinsamen und die Probe mit Kürbiskernen sowohl in der Akzeptanz als auch in der Präferenz signifikant ($p < 0,001$) verschieden von den TeilnehmerInnen bewertet wurden. Bei diesen zwei Produkten könnten die signifikanten Differenzen durch ähnliche Faktoren wie beim Probenpaar Leinsamen und Sonnenblumenkerne erklärt werden.

Bei der Untersuchung der Akzeptanz zwischen der Maiswaffel mit Sonnenblumenkernen und der Probe mit Kürbiskernen wurde ein hoch signifikanter ($p = 0,005$) Unterschied festgestellt, wohingegen es in der Bewertung der Präferenz durch die ProbandInnen keine signifikante ($p = 0,716$) Differenz gab. In der QDA wurde herausgefunden, dass die beiden Produkte nicht signifikant in der Überdeckung des Maisgeruches und -flavours durch die zusätzlichen Zutaten differieren, und auch der Geruch und Flavour nach Kräutern vergleichbar war.

Die Maiswaffel mit Kürbiskernen war bitterer, es konnte aber keine signifikante ($p > 0,05$) Differenz zwischen den beiden Sorten ermittelt werden. Der Geruch sowie Flavour nach Verbranntem war bei der Sorte mit Sonnenblumenkernen stärker ausgeprägt.

Weder in der Konsumentenakzeptanz noch in der -präferenz konnten zwischen den Maiswaffeln mit Kürbiskern und Natur ($p = 0,088$ bzw. $p = 0,102$),

Sonnenblumenkern und Amaranth ($p=0,162$ bzw. $p=0,467$), sowie Kürbiskern und Amaranth ($p= 0,311$ bzw. $p=0,121$) signifikante Unterschiede ermittelt werden.

Dies bedeutet, dass sowohl in der Bewertung der Akzeptanz als auch der Präferenz jeweils bei denselben Produktpaaren entweder signifikante oder nicht signifikante Unterschiede festgestellt wurden. Die einzige Ausnahme stellte das Probenpaar der Waffeln mit Kürbiskern und Sonnenblumenkern dar.

Die Maiswaffel Natur wurde von den Befragten sowohl am höchsten akzeptiert als auch am meisten präferiert. Die Maiswaffel mit Leinsamen erzielte die niedrigste Akzeptanz und war am wenigsten präferiert.

Die Waffel mit Leinsamen unterschied sich sowohl in der Akzeptanz als auch in der Präferenz signifikant im Vergleich zu allen anderen Produkten. Der Grund hierfür könnte sein, dass der Geruch sowie das Flavour von Leinsamen in diesem Produkt sehr dominant waren und den Geruch und das Flavour von Mais stark überdecken konnten.

5 Diskussion

In Bezug auf Konsumentenakzeptanz sind bei extrudierten Produkten vor allem Eigenschaften wie Expansion, Dichte oder Härte sehr entscheidend. Für Snacks die mit der Technik des Extrudierens hergestellt werden, kommen vor allem Getreidemehle zum Einsatz, da diese sehr gut zum Expandieren geeignet sind. Jedoch enthalten Snacks aus Getreide wenig Protein, und außerdem besitzen sie einen sehr begrenzten Anteil an essentiellen Aminosäuren. Da viele Snackprodukte daher eine geringe Nährstoffdichte aufweisen, empfiehlt es sich, diese mit Proteinen oder anderen wertvollen Inhaltsstoffen anzureichern. [Joshi et al. 2014]

In vorliegender Studie wurden die Produkte mit Tomatenpulver, Paprikapulver, Amaranthmehl, Spirulinapulver, Sonnenblumenkernen sowie Kürbiskernen versetzt. Die Vielfalt der beigefügten Zutaten hatte zweierlei Gründe. Erstens, um allen KonsumentInnen, allen voran aber denen, die kein Gluten zu sich nehmen dürfen, ein Spektrum an Auswahlmöglichkeit zu bieten. Denn gerade diese ist bei glutenfreien Produkten noch nicht überall gegeben, erleichtert aber die Einhaltung einer glutenfreien Diät um ein Vielfaches.

Die zweite Ursache bestand in den ernährungsphysiologischen Eigenschaften der Zutaten und der Möglichkeit der Erhöhung des Nährstoffgehaltes der Produkte.

Eine hervorragende Proteinquelle stellt die Alge Spirulina dar, die schon seit Jahrhunderten von verschiedensten Personengruppen konsumiert wird. Sie ist ein optimales Nahrungsergänzungsmittel für sämtliche Altersgruppen sowie Personen mit allen möglichen Lebensstilen. [Joshi et al. 2014]

Das Cyanobakterium Spirulina ist bekannt für seinen hohen biologischen Nährwert, da es eine gute Quelle für Vitamine, vor allem für Vitamin B12 und Carotinoide ist, und viele Mineralstoffe, besonders Eisen, enthält. Diese Alge ist außerdem reich an essentiellen Fettsäuren, insbesondere γ -Linolensäure, die eine Vorstufe der Prostaglandine darstellt. [Belay et al. 1993]

Ein weiterer Vorteil des Cyanobakteriums ist seine antioxidative Eigenschaft, die durch Moleküle wie γ -Tocopherol, β -Carotin und Xanthophylle bewirkt wird. [Patel et al. 2006]

Spirulina hat noch weitere therapeutische Effekte, unter anderem ist sie bekannt für ihre antiviralen und immunologischen Eigenschaften, daher eignet sie sich hervorragend zur Erhöhung der Nährstoffdichte von nährstoffarmen Lebensmitteln. [Sharma und Dunkwal 2012]

Joshi et al. [2014] untersuchten die Verwendung von Spirulina-Pulver in extrudierten Produkten aus Mais. Hierzu wurden Maismehl und Spirulinapulver in verschiedenen Konzentrationen vermischt, wobei Maismehl durch die Alge in den Mengen von 5, 7,5, 10, 12,5 und 15% ersetzt wurde. Die extrudierten Produkte wurden mit einem scharfen Messer geschnitten, kurz bei Raumtemperatur abgekühlt und danach 12 Stunden bei 60°C im Trockenschrank getrocknet. Da Stärke die wesentliche Zutat ist, damit ein Produkt expandiert, nahm die Expansion mit zunehmender Spirulinazugabe ab.

Tabelle 36: Inhaltsstoffe von Maismehl und Spirulina-Pulver [Joshi et al. 2014]

	Maismehl	Spirulina-Pulver	Mais-Spirulina extrudiertes Produkt
Wassergehalt (%)	9,7	8,7	6,27
Kohlehydrate (%)	76,77	16,5	74,78
Proteine (%)	8,29	63,95	14,63
Fett (%)	2,64	1,65	2,49
Aschegehalt (%)	1,09	8,86	1,65
Zink (mg/kg)	4	40	6,65
Gesamtcarotinoide (mg/kg)	14,54	2050	138,83

In der Tabelle 36 sind die Inhaltsstoffe von Maismehl sowie Spirulina-Pulver dargestellt. Es ist ersichtlich, dass der größte Unterschied bei den Makronährstoffen in der Aufteilung in Kohlenhydrate und Proteine besteht. Spirulina hat nur 16,5% Kohlenhydrate und 63,95% Protein, wohingegen Mais 76,77% Kohlehydrate, aber nur 8,29% Protein enthält. Eine weitere große Differenz liegt auch im Gehalt an Carotinoiden vor, der bei Spirulina 2050 mg/kg beträgt, und bei Mais nur 14,54 mg/kg. Spirulina weist des Weiteren mit 40

mg/kg Zink deutlich höhere Gehalte als Mais auf. Die Werte für den Mais-Spirulina Mix gelten für eine Zugabe von 7,5% Spirulina, die von Joshi et al. [2014] als optimal erachtet wurde.

Durch Hinzufügen von Spirulinapulver zu einem Mais-extrudierten Produkt kann daher der Gehalt an Protein, Zink und Carotinoiden deutlich erhöht werden. [Joshi et al. 2014]

Singh et al. [2013] versuchten mit den Zutaten Hirsemehl, Guarkernmehl und Spirulinapulver Brötchen herzustellen, die sowohl einen hohen Ballaststoff- als auch Proteingehalt aufweisen. Durch die Zugabe von Spirulina gelang es den Anteil an Proteinen sowie das antioxidative Potential zu steigern.

Für die sensorische Untersuchung der Produkte wurde eine deskriptive Analyse durchgeführt, bei der sich herausstellte, dass mit zunehmendem Anteil an Spirulinapulver die Bewertung des Flavours nach Gestoastetem und Cerealien zunehmend abnahm, wobei herausgefunden werden konnte, dass nicht mehr als 7% des Algenpulvers hinzugefügt werden sollte. Die Gründe hierfür lagen im faulen Geruch und einem unattraktiven intensiven Flavour von Spirulina, das sich bei zu hoher Zugabe entwickelte. Folglich ist es aus sensorischen Gründen sinnvoll, die Beimengung von Spirulina zu Produkten zu limitieren. [Singh et al. 2013]

In der vorliegenden Studie kam es zu einem ähnlichen Ergebnis wie in der Untersuchung von Singh et al. [2013]. In der Quantitativen Deskriptiven Analyse zeigte sich, dass das Produkt mit Spirulina sehr intensive Geruchs- und Flavour-Eigenschaften der Alge aufwies. Die Zugabe von 5% Spirulina führte bei den meisten KonsumentInnen zu geringer Akzeptanz und Präferenz der untersuchten Hirse-Mais-Bällchen im Vergleich mit den restlichen analysierten Produkten mit anderen Zutaten. Das H-M-A-Spirulinabällchen wurde von den Befragten sowohl am wenigsten akzeptiert als auch am wenigsten präferiert. Es wäre daher eventuell sinnvoll, die Zugabe an Spirulina etwas weiter zu beschränken, um die Konsumentenakzeptanz steigern zu können.

Die Kombination von glutenfreien Getreidesorten und Gemüse beziehungsweise Früchten durch Extrudieren führt zur Herstellung von glutenfreien Lebensmitteln, die reich an Ballaststoffen sind. Derartige Lebensmittel sind am glutenfreien Markt jedoch oft Mangelware, wären für ZöliakiepatientInnen aber sehr wichtig, da diese oft zu wenige Ballaststoffe zu sich nehmen.

In einer Studie von Stojceska et al. [2010] wurde die Möglichkeit untersucht, glutenfreie Snackprodukte aus einer Mischung aus Reismehl, Kartoffelstärke, Maisstärke, Milchpulver und Sojamehl herzustellen. Zu diesem Gemisch wurden entweder getrocknete Cranberries, Karottenpulver, oder Rote-Rübenpulver hinzugefügt, um den Anteil an Ballaststoffen zu erhöhen. Es zeigte sich in den fertigen extrudierten Produkten, dass der Gesamtgehalt an Ballaststoffen signifikant erhöht werden konnte. [Stojceska et al. 2010]

Jain et al. [2013] analysierten die Erhöhung des Nährstoffgehaltes eines extrudierten Produktes aus Mais und Reis durch die Zugabe von Kürbis- und Tomatenbrei, wobei 10% der stärkebasierten Zutaten durch Kürbis beziehungsweise Tomate ersetzt wurden. Es stellte sich heraus, dass sowohl der Nährwert, aber auch das Flavour der Produkte verbessert werden konnte. Letzteres ist für KonsumentInnen sehr oft kaufentscheidend, da ein Produkt nicht nur nährstoffreich sein soll, sondern vor allem auch schmecken muss. [Jain et al. 2013]

Kürbis ist eine hervorragende Quelle von Carotinoiden und enthält außerdem hohe Mengen an Protein, Tocopherol und löslichen sowie unlöslichen Ballaststoffen. Aufgrund dieser exzellenten ernährungsphysiologischen Eigenschaften eignet er sich als Zutat für viele Produkte. Die Zugabe von Kürbis zu Frühstückscerealien oder Snackprodukten ist somit eine gute Möglichkeit, die Qualität dieser Lebensmittel zu verbessern.

In einer Studie von Norfezah et al. [2011] wurde untersucht, wie sich die Expansionsrate ändert, wenn zu Maisgrieß Kürbismehl hinzugefügt wird. Die Autoren fanden heraus, dass je mehr Kürbismehl hinzugefügt wurde, desto geringer die Rate des Expandierens war. Es wurde beobachtet, dass die

Expansionsrate bei einer Zugabe von 10% Kürbismehl jedoch fast so hoch war wie bei alleiniger Verwendung von Mais. Die Produkte mit Kürbismehl unterschieden sich signifikant in der Härte und Farbe von den reinen Maisprodukten. Es bedarf daher noch an Forschung, da idealerweise Produkte mit maximaler Expansion und möglichst geringer Härte hergestellt werden sollten. [Norfezah et al. 2011]

In vorliegender Studie wurde kein Kürbismehl verwendet, sondern anstelle dessen gehackte Kürbiskerne. In der QDA konnte festgestellt werden, dass es zwischen der Maiswaffel Natur und der Waffel mit Kürbiskern deutliche Unterschiede in der Farbe gab, wie auch in der Studie von Norfezah et al. [2011] herausgefunden wurde. Außerdem war die Kürbiskern-Waffel weniger knusprig. Der Kauvorgang sowie die Festigkeit des Produktes waren etwas stärker ausgeprägt als bei der reinen Maiswaffel, jedoch wurden keine signifikanten ($p > 0,05$) Differenzen gefunden. Ein Ziel zur Optimierung könnte daher die Erhöhung der Knusprigkeit und eine Verringerung der Härte sein. Die Maiswaffel mit Kürbiskernen wurde von den Befragten durchaus positiv bewertet, da sie am zweitbesten nach der Maiswaffel Natur sowohl akzeptiert als auch präferiert wurde.

Tomaten eignen sich sehr gut zur Anreicherung von Snackprodukten, denn vor allem durch die attraktive rote Farbe sind sie bei KonsumentInnen sehr beliebt. Für Produzenten ist jedoch der hohe Gehalt an Lycopin und an Ballaststoffen von entscheidender Bedeutung. Lycopin gehört zu den Carotinoiden und bewirkt die rote Farbe von Tomaten. Abgesehen von der Farbgebung wirkt es antioxidativ und reduziert freie Radikale, daher wird es in Zusammenhang mit verringertem Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen und Krebs, sowie mit einer Verbesserung des Immunsystems gebracht.

Während des Extrudierens werden alle Zellwände mechanisch zerstört, woraufhin die Zellbestandteile in die stärkehaltige Matrix gelangen. Da Lycopin in Tomaten in den Plastiden lokalisiert ist, kann es sein, dass es während der Verdauung nicht bioverfügbar ist wenn die Zellen intakt bleiben. Im Laufe des

Extrudierens könnte es durch die hohe Temperatur jedoch auch teilweise verloren gehen.

Dehghan-Shoar et al. [2011] untersuchten das Zufügen von Tomatenhaut beziehungsweise Tomatenpaste zu einem Mais-basierten extrudierten Snack. Durch das Beimengen von Tomate verringerte sich natürlich der Stärkeanteil der Mischung, jedoch stiegen der Ballaststoff- sowie der Aschegehalt stark an. Ein weiterer positiver Effekt der ermittelt wurde war, dass durch das Extrudieren die Bioverfügbarkeit von Lycopin im Vergleich zur rohen Tomate erhöht werden konnte. [Dehghan-Shoar et al. 2011]

In einer weiteren Studie gelang es den Nährwert eines Reis-, Mais-, beziehungsweise Weizen-extrudierten Produktes erfolgreich zu verbessern, indem Tomatenhaut-Pulver hinzugefügt wurde. [Dehghan-Shoar et al. 2010]

In der vorliegenden Studie wurden die H-M-A-Tomatenbällchen von den KonsumentInnen durchwegs positiv bewertet. Dieses Produkt wurde von den Befragten gemeinsam mit dem Maisbällchen am meisten akzeptiert, da zwischen den beiden Sorten kein signifikanter ($p=0,915$) Unterschied in der Akzeptanz herausgefunden werden konnte. Außerdem wurde diese Probe von den TeilnehmerInnen verglichen mit den anderen fünf untersuchten Hirse-Mais-Bällchen am meisten präferiert.

Gründe dafür könnten das Flavour als auch der Geruch von Tomate sein, aber auch eine attraktive Optik durch die hellrote Farbe. Im Rahmen der QDA konnte festgestellt werden, dass die Bitterkeit der Hirse beim H-M-A-Tomatenbällchen signifikant ($p<0,001$) gesenkt wurde, was sich wiederum günstig auf die Akzeptanz sowie Präferenz ausgewirkt haben könnte.

Die Anreicherung dieser Probe mit Tomate scheint daher sehr erfolgreich zu sein.

Paprika ist eine weitere sehr gute Quelle für Carotinoide, wobei das Hauptcarotinoid Capsanthin ist. Dieses besitzt keine Provitamin-A Aktivität, es ist jedoch ein guter Fänger von freien Radikalen. [Aizawa und Inakuma 2009] Paprika enthält außerdem reichlich Vitamin C, Tocopherole und auch

phenolische Bestandteile, daher besitzt er sehr gute antioxidative Eigenschaften und eignet sich zur Anreicherung von Lebensmitteln. [Park und Kim 2007]

In der durchgeführten Studie wurde das H-M-A-Paprikabällchen von den KonsumentInnen weder als das meist akzeptierte noch präferierte Produkt bewertet, sondern es erzielte jeweils den vierten Platz/Rang. Dies bedeutete gleichzeitig, dass nur zwei Produkte weniger akzeptiert bzw. präferiert wurden als diese Probe.

In Zukunft sollte daher das Gesamt-Flavour des H-M-A-Paprikabällchens weiter optimiert werden, um von den KonsumentInnen angenommen zu werden, wie zum Beispiel durch Erhöhung des Maisanteiles.

Amaranth gehört zu den Pseudocerealien und ist daher eine glutenfreie Alternative für Zöliakie-PatientInnen. Es weist einen höheren Proteingehalt auf als Weizen und die Bioverfügbarkeit der Proteine ist hoch. Diese bestehen vor allem aus Globulinen und Albuminen, die arm an Glutaminsäure sind, und sie enthalten nur wenig Speicherprotein Prolamin. Außerdem besitzen sie mehr essentielle Aminosäuren wie Lysin.

Amaranth ist eine gute Quelle für Ballaststoffe, Riboflavin und Vitamin E. In glutenfreien Produkten sind häufig Calcium, Magnesium und Eisen mangelhaft, diese Mineralstoffe sind in vorliegender Pseudocerealie jedoch reichlich vorhanden. Von besonderer Wichtigkeit ist der hohe Calciumgehalt in den Amaranthsamen, insbesondere für Zöliakie-PatientInnen die an Osteoporose oder Osteopenie leiden.

Der Gehalt an Fett ist um zwei bis drei Mal höher als in anderen Getreidesorten wie beispielsweise Weizen. Auffallend ist der hohe Anteil an mehrfach-ungesättigten Fettsäuren, mit Linolensäure als Hauptfettsäure.

Amaranth hat daher eine hohe Nährstoffdichte und kann somit die Qualität einer glutenfreien Diät deutlich verbessern. [Alvarez-Jubete et al. 2010]

Es enthält jedoch Phytinsäure, die die Bioverfügbarkeit von Mineralstoffen negativ beeinflussen kann. [Sanz-Penella et al. 2013] Durch Extrudieren wird

aber Phytat - das in der Natur vorkommende Anion der Phytinsäure - zu Phosphat-Molekülen hydrolysiert, und somit kann die Absorption von Mineralstoffen gesteigert werden. [Singh et al. 2007]

Es ist nicht möglich Amaranth alleine zu extrudieren, da es einen sehr hohen Fettanteil besitzt, und das Fett die Expansionsrate reduziert. Folglich ist das Hinzufügen von Stärke notwendig um ein gutes Resultat zu erzielen. Durch das Vermischen von Amaranth mit Getreidemehl können daher Produkte hergestellt werden, die ernährungsphysiologisch sehr wertvoll sind. [Ilo et al. 1999]

In einer Studie von Ramos Diaz et al. [2013] gelang es erfolgreich extrudierte Snackprodukte aus Mais mit beigefügtem Amaranth herzustellen. Dieses Produkt war durch die Zugabe dieser Pseudocerealie weit nährstoffreicher als ein normales Snackprodukt aus Mais.

In vorliegender Studie wurde Amaranth sowohl als Zutat der Hirse-Maisbällchen als auch der Maiswaffeln verwendet. Die Bewertung der KonsumentInnen fiel im Gesamten relativ positiv aus.

Das H-M-Amaranthbällchen wurde im Vergleich zu den anderen fünf untersuchten Hirse-Mais-Produkten sowohl am drittmeisten akzeptiert als auch präferiert. Es konnte in der Präferenz nur ein signifikanter Unterschied zum H-M-A-Tomatenbällchen ($p=0,036$), jedoch nicht zum Maisbällchen ($p=0,363$) herausgefunden werden. In der Akzeptanz der Probe mit Amaranth wurde keine signifikante Differenz zu diesen beiden Sorten ermittelt ($p=0,376$ bzw. $p=0,474$).

Die Maiswaffel mit Amaranth wurde von den Befragten von den vorgestellten Produkten am drittmeisten akzeptiert, jedoch nur am viertmeisten präferiert. Es wurde herausgefunden, dass sich diese Waffel in der Präferenz nur signifikant ($p<0,001$) von der am meisten und wenigsten präferierten Sorte unterschied, das heißt von der Maiswaffel Natur bzw. der Maiswaffel mit Leinsamen.

Eine Ursache für eine Ablehnung bei manchen KonsumentInnen könnte die Bitterkeit der Probe sein, die im Vergleich zu anderen Produkten teilweise erhöht war.

Sonnenblumenkerne sind reich an Proteinen, und bestehen bis zu 36% daraus. Der Fettanteil beträgt 49,6%, wobei der Großteil davon mehrfachungesättigte Fettsäuren sind. Sie enthalten außerdem kein Cholesterin und sind reich an Vitamin E, Phenolsäuren, Betain, Cholin, Lignanen und Arginin, sowie Eisen, Zink, Kalium und Magnesium. Durch diese hervorragenden Inhaltsstoffe eignen sich Sonnenblumenkerne hervorragend zur Anreicherung von Bäckereiprodukten und Snackprodukten. [Gupta et al. 2007]

Die Bewertung der Maiswaffel mit Sonnenblumenkernen durch die KonsumentInnen in vorliegender Studie resultierte in einer geringen Akzeptanz (4. Platz), sowie im Präferenztest im dritten Rang. Es konnten in der Präferenz aber nur signifikante ($p < 0,05$) Unterschiede zum meist beziehungsweise am wenigsten präferierten Produkt festgestellt werden. In der Akzeptanz der Waffel mit Sonnenblumenkernen wurden signifikante ($p < 0,05$) Unterschiede zu den Proben Mais Natur (meist akzeptiert), mit Kürbiskern (am zweitmeisten akzeptiert), sowie mit Leinsamen (am wenigsten akzeptiert) ermittelt.

Mögliche Gründe für ein ablehnende Haltung der ProbandInnen könnten der stärker ausgeprägte Geruch und Flavour nach Modrigem und Verbranntem sein, wie in der QDA herausgefunden wurde.

Leinsamen besteht zu 40-45% aus Öl, wovon Omega-3-Fettsäuren die Hauptfettsäuren darstellen. Aufgrund dieses hohen Gehaltes an ungesättigten Fettsäuren eignet sich Leinsamen ausgezeichnet zur Anreicherung von Lebensmitteln. [Yuksel et al. 2014]

Besonders wertvolle Inhaltsstoffe sind α -Linolensäure und Lignane. Abgesehen vom Ölgehalt besteht Leinsamen aus etwa 30% Ballaststoffen, 20% Protein, 6% Wasser- und 4% Aschegehalt. [Mesquita et al. 2013]

Er ist reich an phenolischen Bestandteilen und bioaktiven Peptiden. All diese hochwertigen Komponenten bewirken, dass es mit Leinsamen vielfältige Assoziationen zur Gesundheit beziehungsweise zum Schutz vor Erkrankungen wie Adipositas, hormonabhängigen Krebsarten oder kardiovaskulären Krankheiten gibt. Durch diese positiven Eigenschaften eignet sich Leinsamen

bestens zur Beimischung zu anderen Cerealien zur Herstellung von extrudierten Produkten.

Es gibt jedoch auch einen Nachteil bei der Verwendung von Leinsamen, da ungesättigte Fettsäuren sehr leicht oxidieren, wodurch die Haltbarkeit der Produkte verkürzt wird. Diese kann aber wiederum verbessert werden, wenn genügend Antioxidanten hinzugefügt werden. [Giacomino et al. 2013]

In einer Studie von Aliani et al. [2012] wurde der Effekt von Leinsamen-Zugabe (23%, gemahlen) zu Bagels auf die Akzeptanz und das Flavour untersucht. Als Vergleichsprodukte wurden Bagels ohne Leinsamen, Bagels mit Zimt, Rosinen sowie mit oder ohne Leinsamen, sowie Bagels mit Sonnenblumenkernen und Sesam wieder in der Variation mit oder ohne Leinsamen dargeboten.

Es zeigte sich in der QDA, dass die Produkte mit Leinsamen signifikant bitterer bewertet wurden als die Vergleichsprodukte ohne Leinsamen, die Intensität der Bitterkeit war dennoch eher gering. Die Probe, die nur Leinsamen enthielt, wies eine höhere Intensität von Geruch und Flavour von Leinsamen auf, wobei die Wahrnehmung durch das Hinzufügen von Zimt und Rosinen signifikant abgeschwächt wurde.

Auch die Akzeptanz der Produkte wurde durch die Zugabe von Leinsamen signifikant gesenkt, konnte aber durch Beifügen von Zimt und Rosinen wieder erhöht werden.

In der durchgeführten Studie kam es zu ähnlichen Ergebnissen. Die Waffel mit Leinsamen wurde in der QDA als deutlich bitterer bewertet als die Maiswaffel Natur. Leinsamen führte außerdem zur stärksten Überdeckung der Maisattribute bei den Waffeln. Dies könnte zur Folge haben, dass dieses Produkt von allen vorgestellten Sorten von den KonsumentInnen sowohl am wenigsten präferiert als auch akzeptiert wurde.

Eine Optimierung könnte eventuell dahingehen, dass der Anteil an Leinsamen gesenkt wird, beziehungsweise weitere Zutaten zur Abschwächung des Leinsamen Flavours hinzugefügt werden.

Es zeigte sich daher, dass all die verwendeten Zutaten von hervorragender ernährungsphysiologischer Qualität waren. KonsumentInnen entscheiden jedoch meist aufgrund des Geschmacks, ob sie ein Produkt akzeptieren und nicht aufgrund der beinhalteten Komponenten.

Bei den Hirse-Mais-Bällchen zeigte sich bei den Konsumententests, dass jeweils die Mais- und Tomatenbällchen am besten bewertet wurden. Ein Großteil der TeilnehmerInnen hatte jedoch wahrscheinlich noch nie, beziehungsweise selten Kontakt mit der Alge Spirulina. Das Spirulinabällchen wurde sowohl beim Akzeptanz- als auch beim Präferenztest viel schlechter bewertet als die anderen untersuchten Produkte. Dies könnte einerseits durch die Dominanz des womöglich unbekannten Spirulinageruches und -flavours erklärt werden, aber auch durch die Unwissenheit der KonsumentInnen über die wertvollen Eigenschaften dieser Alge.

Auch bei den Waffeln erzielte die Maiswaffel Natur - die außer Mais sonst keine weiteren Zutaten beinhaltete - in beiden Konsumententests die beste Bewertung. Die Probe mit Leinsamen wurde hingegen bei beiden Tests am wenigsten akzeptiert beziehungsweise präferiert. Wie bei Spirulina, waren auch der Geruch sowie das Flavour von Leinsamen in der Waffel sehr dominant, was von den Befragten als störend empfunden werden könnte.

Ein weiterer ernährungsphysiologischer Vorteil der untersuchten Hirse/Mais Snacks im Vergleich zu anderen Produkten am Markt war der geringe Salzgehalt, beziehungsweise, dass bei allen Maiswaffeln sowie bei den Hirse- und Maisbällchen Natur überhaupt kein Salz hinzugefügt wurde. Bei den restlichen analysierten Hirse-Maisbällchen mit zusätzlichen Zutaten betrug der Salzgehalt 1%.

In einer Studie von Vardavas et al [2006] wurde der Salzgehalt von 30 Snackprodukten erhoben. Dieser betrug im Mittel $2,05 \pm 0,73$ g pro 100 g. Spitzenwerte von 3,86 g/100 g wurden bei Chips mit extra beigefügtem Käse gefunden.

Der Vergleich mit den untersuchten Hirse und Maissnacks zeigte, dass diese deutlich weniger Salz enthielten als andere Snackprodukte am Markt.

Vardavas et al. [2006] analysierten außerdem den Fettgehalt, da Snackprodukte oft in Fett gebacken werden. Die Analyse der 30 Proben ergab Werte von 9,1 - 45,9 Gramm Fett pro 100 g, mit einem Mittelwert von 31,3 g/100 g.

Der Fettgehalt der in vorliegender Arbeit untersuchten Hirse und Mais Snacks (1,1 bis 4,9 g/100 g) war deutlich geringer als in den Produkten die von Vardavas et al. [2006] analysiert wurden, denn durch die Technologie des Extrudierens können Produkte mit geringem Fettgehalt produziert werden, da keine Zugabe von zusätzlichem Fett notwendig ist. [Jain et al., 2013]

Der Kaloriengehalt von Chips beträgt im Durchschnitt 539 kcal/100 g, und von Popcorn 368 kcal/100 g. [Elmadfa et al. 2009] Dies bedeutet, dass Popcorn weniger Kalorien enthalten als Chips, wobei diese deutlich ansteigen, wenn Popcorn in Öl oder Fett zubereitet werden, beziehungsweise wenn Butter hinzugefügt wird. Der Kaloriengehalt von Popcorn, die mit Öl hergestellt wurden und bei denen zusätzlich Butter beigefügt wurde, beträgt durchschnittlich 583 kcal/100 g. Häufig wird zu Popcorn auch noch extra Salz hinzugefügt. [The National Agricultural Library 2014]

Der Kaloriengehalt der untersuchten Hirse-Mais Snacks, der zwischen 350 und 389 kcal/100 g betrug, war daher deutlich geringer als bei anderen Snackprodukten die am Markt erhältlich sind.

Es wäre daher, auch im Sinne der KonsumentInnen, sinnvoll die positiven Eigenschaften wertvoller Zutaten hervorzuheben und bekannter zu machen. Denn auch wenn ein Produkt beim ersten Kontakt nicht komplett überzeugt hat, kann das Wissen über die gesundheitsfördernden Eigenschaften die Akzeptanz deutlich erhöhen. Des Weiteren kann beim häufigeren Konsum von vorerst unbekannten Produkten die Akzeptanz gesteigert werden.

Im Moment fehlt es bei vielen KonsumentInnen jedoch noch an Gesundheitsbewusstsein, daher wäre es in Zukunft wichtig dieses zu wecken und zu fördern.

Denn gerade bei Personen, die an Zöliakie erkrankt sind, kommt es häufig zu Nährstoffdefiziten, und dadurch ist es wichtig, Vielfalt in die glutenfreie Ernährung zu bringen. [Hager et al. 2012] Durch die mit Tomatenpulver, Paprikapulver, Amaranthmehl, Spirulinapulver, Sonnenblumenkernen, Kürbiskernen und Leinsamen angereicherten Hirse- und Maissnacks ist dies auf jeden Fall möglich. Somit können Nährstoffdefizite vorgebeugt beziehungsweise ausgeglichen werden, und die Erhaltung der Gesundheit kann gleichzeitig gefördert werden. Durch die Vielfalt der Produkte ist es für Personen, die kein Gluten aufnehmen dürfen, auch leichter nicht immer ein und dieselben Produkte zu konsumieren.

6 Schlussbetrachtung

Zöliakie ist eine weit verbreitete Erkrankung, mit der höchsten Ausprägung in Nordeuropa und in Ländern europäischen Ursprunges. Die Prävalenz der Gesamtbevölkerung beträgt 1%. [Ciacci et al. 2007]

Für die Erkrankten gibt es jedoch nur eine wirksame Behandlungsmöglichkeit, eine lebenslange glutenfreie Ernährung. Da Gluten aber ubiquitär vorkommt und es auch immer wieder zu Kreuzkontaminationen mit anderen Lebensmitteln kommt, ist es für die Zöliakie-PatientInnen nicht gerade einfach Gluten einhundertprozentig zu vermeiden. [Comino et al. 2013]

Im Rahmen vorliegender Arbeit wurden daher glutenfreie Snackprodukte auf Mais- und Hirsebasis sensorisch untersucht und auch Konsumententests unterzogen, um festzustellen ob die vorgestellten Proben eine Alternative zu anderen Produkten darstellen könnten. Ein weiteres Ziel war es, die Vorteile gegenüber anderen gängigen Snackprodukten am Markt herauszufinden.

Die analysierten Proben wurden mit der produktschonenden Methode des Extrudierens hergestellt und danach im Ofen kurz nachgebacken. Die Basiszutat aller untersuchten Produkte war Hirsemehl und/oder Maismehl. Daher wiesen die Proben einen hohen Stärkegehalt auf, aber niedrige Nährstoffgehalte der Proteine, Ballaststoffe, Spurenelemente und Vitamine. [Brennan et al. 2013]

Extrudieren eignet sich für die Herstellung von glutenfreien Snacks, da Stärke der wichtigste Bestandteil ist um eine hohe Expansionsrate zu erhalten. [Ibanoğlu et al. 2006]

Viele KonsumentInnen verlangen jedoch qualitativ hochwertige Produkte, die den Hunger stillen, wenig Fett aber viele Ballaststoffe enthalten und zur Aufrechterhaltung der Gesundheit beitragen sollen. [Brennan et al. 2013] Mit der Technologie des Extrudierens können Snackprodukte hergestellt werden,

die einen geringen Fettgehalt haben und kein Cholesterin beinhalten. [Jain et al. 2013]

Die Erhöhung des Nährwertes kann durch Zugabe von wertvollen Komponenten erreicht werden. [Brennan et al. 2013]

In den analysierten Snacks wurde dies mithilfe der wertvollen Zutaten Tomatenpulver, Paprikapulver, Amaranthmehl, Spirulinapulver, Sonnenblumenkerne, Kürbiskerne sowie Leinsamen erreicht.

In Tomaten ist das Lycopin, ein Carotinoid, ein wichtiger Inhaltsstoff, der antioxidativ wirkt und mit der Vorbeugung von bestimmten Krankheiten assoziiert wird. [Dehghan-Shoar et al. 2011]

Paprika stellt eine sehr gute Quelle für Carotinoide und Vitamin C dar, hat sehr gute antioxidative Eigenschaften und agiert als Radikalfänger. [Aizawa und Inakuma 2009] [Park und Kim 2007]

Amaranth enthält viele essentielle Aminosäuren, mehrfachungesättigte Fettsäuren, Ballaststoffe und Mineralstoffe, wie Calcium und Eisen. Calcium ist für an Zöliakie Erkrankte ein sehr wichtiger Mineralstoff, da diese oft an Osteoporose leiden. [Alvarez-Jubete et al. 2010]

Spirulina ist besonders reich an Proteinen, Vitamin B12, Carotinoiden, Mineralstoffen und essentiellen Fettsäuren. [Belay et al. 1993]

Sonnenblumenkerne sind eine gute Quelle für Proteine, mehrfachungesättigte Fettsäuren, Vitamin E, Phenolsäuren, Eisen, Zink, Kalium und Magnesium. [Gupta et al. 2007]

Kürbis beinhaltet viele Carotinoide, Protein, Tocopherol sowie lösliche und unlösliche Ballaststoffe. [Norfezah et al. 2011]

Leinsamen ist bekannt für seinen hohen Gehalt an α -Linolensäure und Lignan. [Mesquita et al. 2013]

Durch die Anreicherung der Hirse und Mais Snackprodukte mit den erwähnten Zutaten ist es für Zöliakie-PatientInnen einfacher genügend Nährstoffe mit der glutenfreien Diät aufzunehmen.

Ein besonderer Vorteil der Mais und Hirse Snacks im Vergleich zu anderen Snackprodukten wie Chips bestand im hohen Nährstoffgehalt der Produkte.

Die Proben wiesen außerdem eine sehr geringe Salzigkeit auf, und auch der Kalorien- sowie Fettgehalt war viel niedriger als bei diversen anderen Snackprodukten am Markt.

Die sensorische Evaluierung der Produkte wurde in zwei Abschnitte unterteilt. Zu Beginn wurde eine Quantitative Deskriptive Analyse mit geschulten PanellistInnen durchgeführt um Produktprofile zu erstellen. Im zweiten Teil wurden Akzeptanz-, und Präferenzprüfungen mit ungeschulten KonsumentInnen abgehalten.

Die Ergebnisse der QDA zeigten, dass es zwischen den Produkten teilweise große Unterschiede in den erwähnten Attributen gab. Durch das Hinzufügen anderer Zutaten zu den Basiskomponenten wurden der Hirse- beziehungsweise Mais-Geruch und -Flavour in ihrer Intensität in einem bestimmten Ausmaß überdeckt. Bei den Bällchen führte Spirulina zur intensivsten Abdeckung, bei den Maiswaffeln war die Überdeckung beim Produkt mit Leinsamen am meisten ausgeprägt.

Bei den Bällchen war außerdem zu beobachten, dass das Hirsebällchen am bittersten bewertet wurde, was auf die enthaltenen phenolischen Verbindungen zurückzuführen war. Die Bitterkeit der Hirse konnte nur bei der Probe mit Tomate signifikant gesenkt werden. Das Maisbällchen wurde am wenigsten bitter beurteilt, da in diesem keine bitter schmeckenden Stoffe enthalten waren. Zwischen den sechs untersuchten Hirse-Maisbällchen konnten keine signifikanten Unterschiede in der Knusprigkeit festgestellt werden.

Bei den Maiswaffeln wurde die Maiswaffel Natur als am wenigsten bitter bewertet und sie zeigte die höchste Knusprigkeit. Die Probe mit Amaranth wies die höchste Intensität der Bitterkeit auf.

Im Anschluss an die QDA wurden Konsumententests durchgeführt. Zu Beginn wurden mithilfe eines Fragebogens grundsätzliche demographische Daten, aber auch Informationen zum Kauf von Produkten biologischen Ursprunges, oder von glutenfreien Waren erhoben. Danach wurden sowohl Akzeptanztests als auch Präferenztests für beide Produktgruppen durchgeführt.

Bei den Hirse-Mais-Bällchen zeigte sich beim Akzeptanztest, dass die Maisbällchen am höchsten akzeptiert wurden, gefolgt von den Tomaten-, Amaranth-, Paprika-, Hirse- und Spirulinabällchen. Bei der Präferenzprüfung erzielte das Tomatenbällchen, vor dem Mais-, Amaranth-, Paprika-, Hirse- sowie Spirulinabällchen den ersten Rang und wurde daher am meisten präferiert.

Bei den Waffeln wurde die Maiswaffel Natur sowohl am meisten akzeptiert als auch präferiert. Das Produkt mit Leinsamen war am wenigsten akzeptiert und erhielt beim Präferenztest ebenfalls den letzten Rang. Die weiteren Proben in absteigender Akzeptanz waren die Waffel mit Amaranth, Kürbiskernen sowie mit Sonnenblumenkernen. Beim Präferenztest wies hingegen die Waffel mit Kürbiskernen den zweiten Rang auf, gefolgt von der Probe mit Sonnenblumenkernen und mit Amaranth.

Die Auswertung des Fragebogens ergab, dass knapp 64% der TeilnehmerInnen angegeben haben, Produkte biologischen Ursprunges zu kaufen. Es konnte herausgefunden werden, dass Frauen eher Bio-Produkte kauften als Männer. Die meisten Vorteile der biologischen Waren, die die KonsumentInnen genannt haben, waren positive Assoziationen zur Gesundheit, besserer Geschmack/Flavour und höherer Nährwert. Etwa 5% der Befragten sahen in Erzeugnissen biologischen Ursprunges keinerlei Vorteil zu konventioneller Ware.

In vorliegender Studie konnten daher die Ergebnisse von Lawlor et al. [2003] bestätigt werden, dass KonsumentInnen Bio Produkten mit bestimmten

Assoziation wie natürlich, gesund, frischer Geschmack sowie nahrhafter in Verbindung bringen.

Von den 121 Teilnehmern der Studie litten 4,1% an Zöliakie, wobei mehr Frauen als Männer betroffen waren.

Es stellte sich heraus, dass der Konsum von kalorien- und fettreichen Snacks wie Chips oder Popcorn sehr weitverbreitet und populär war. Die Befragung zeigte, dass ein Großteil der Frauen die Hirse- und Mais-Snacks als gute Alternative zu derartigen Snackprodukten empfanden, bei den Männern ergab sich kein so eindeutiges Bild wie bei den Frauen, es war lediglich ein Trend erkennbar.

Knapp 16% der Befragten würden die vorgestellten Hirse und Mais Produkte aus unterschiedlichen Gründen aber nicht verzehren.

Es konnte festgestellt werden, dass die Kaufbereitschaft der Befragten vorhanden war, jedoch würde diese vermutlich höher ausfallen, wenn die KonsumentInnen mehr über die positiven Eigenschaften der Zutaten wüssten. Ein besonderer Vorteil der untersuchten Produkte war, dass es sich dabei um glutenfreie Lebensmittel handelte, die von Personen die an Zöliakie erkrankt sind problemlos vertragen werden.

Daher ist es in Zukunft wichtig, die Bevölkerung besser über die Alternativen von kalorienreduzierten Snackprodukten und deren Vorteile zu informieren. So können auch Personen, die nicht an Zöliakie erkrankt sind, davon profitieren und es ist möglich Nährstoffdefiziten und ernährungsabhängigen Erkrankungen vorzubeugen.

7 Zusammenfassung

Weltweit ist 1% der Bevölkerung von der Autoimmunerkrankung Zöliakie betroffen, für die die einzige wirksame Behandlungsmöglichkeit eine lebenslange glutenfreie Ernährung ist. Für die Betroffenen ist es daher sehr wichtig, dass glutenfreie Produkte eine hohe Qualität aufweisen sowie in den Geschäften gut verfügbar sind.

Im Rahmen vorliegender Arbeit wurden extrudierte glutenfreie Bio Hirse und Mais Snacks aus Österreich sowohl einer Quantitativen Deskriptiven Analyse unterzogen, um Produktprofile zu erstellen, als auch Konsumenten-Akzeptanz- und -Präferenztests, um zu evaluieren, ob diese Proben als Alternative zu anderen Snackprodukten am Markt geeignet sein könnten.

Die Ergebnisse der QDA zeigten, dass es zwischen den untersuchten Produkten teilweise signifikante Unterschiede in den evaluierten Attributen gab. Es konnte festgestellt werden, dass durch das Hinzufügen unterschiedlicher Zutaten der Geruch sowie Flavour der Basiskomponenten Hirse und Mais in einem bestimmten Ausmaß überdeckt wurde, wobei bei den Bällchen Spirulina und bei den Maiswaffeln Leinsamen zur intensivsten Abdeckung führten.

Das Hirsebällchen wurde am bittersten bewertet, die Bitterkeit der Hirse konnte nur durch die Zugabe von Tomate signifikant gesenkt werden.

Bei den Maiswaffeln wurde die Probe Mais Natur als am wenigsten bitter bewertet und sie zeigte die höchste Knusprigkeit, wohingegen das Produkt mit Amaranth am bittersten war.

Bei den Konsumententests stellte sich heraus, dass das Maisbällchen sowie das H-M-A-Tomatenbällchen von den Befragten am meisten und das Produkt mit Spirulina am wenigsten akzeptiert und präferiert wurden. Es konnte herausgefunden werden, dass die Maiswaffel Natur in beiden Konsumententests am besten bewertet wurde, die Waffel mit Leinsamen wurde jedoch am wenigsten präferiert sowie akzeptiert.

Mithilfe der Erkenntnisse der QDA konnte die unterschiedliche hedonische Bewertung der Proben größtenteils abgeklärt werden.

Die Ergebnisse der Konsumentenbefragung belegten, dass ein Großteil der Frauen die Hirse- und Mais-Snacks als gute Alternative zu anderen Snackprodukten empfanden, und auch bei den Männern war ein Trend dazu erkennbar.

Zusammengefasst konnte gezeigt werden, dass die untersuchten Hirse-Maisbällchen und Maiswaffeln ernährungsphysiologisch eine gute Alternative zu fettreichen Snacks wie Chips oder Popcorn darstellen und zusätzlich als glutenfreie Produkte den Zöliakie-PatientInnen angeboten werden können.

8 Summary

One percent of the worldwide population is suffering from the autoimmune disorder celiac disease, for which a lifelong gluten-free diet is the only effective treatment. Therefore it is really important that gluten-free products are both of high quality and well available.

In the present thesis a Quantitative Descriptive Analysis, as well as consumer acceptance and preference tests were conducted for extruded organic gluten-free sorghum and maize snacks, originated from Austria. With the aid of the QDA product profiles were developed and the aim of the hedonic tests was to determine if the examined samples could be adequate alternatives to other snack products available on the market.

The results of the QDA showed that there were significant differences in some of the evaluated product attributes. It could be observed that the adding of different ingredients covered the odor as well as flavour of sorghum and maize to a certain extent. The corn-millet ball with Spirulina and the corn wafers with linseed resulted in the highest covering.

The millet balls were evaluated to be the most bitter. The bitterness of millet could only be lowered in the sample with tomato.

The corn wafers natural were assessed to be the least bitter and the crispiest, whereas the sample with amaranth was shown to be the most bitter.

In the consumer tests it turned out that the maize as well as tomato balls were accepted and preferred the most by the respondents, and the sample with Spirulina the least. It was found out that the corn wafers natural were rated the best in both hedonic tests and that the sample with linseed was accepted as well as preferred the least. The different evaluation of the analyzed products could be clarified with the aid of the results of the Quantitative Descriptive Analysis.

The results of the hedonic tests revealed that the majority of women were of the opinion that the sorghum and maize snacks could be a good alternative to other snack products on the market. Concerning men there was also a positive trend visible.

In conclusion it could be figured out that the examined millet-corn balls and corn wafers can be considered as a good alternative to fatty snack products like crisps or popcorn from a nutritional point of view. Additionally, these gluten-free products can be offered to people suffering from celiac disease.

9 Anhang

9.1 Fragebogen

9.1.1 Charakterisierung der Probanden

Tabelle 37: Geschlechterverteilung der Probanden

Geschlecht		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	männlich	49	40,5	40,5	40,5
	weiblich	72	59,5	59,5	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 38: Altersverteilung der Probanden

Alter		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	19-30 Jahre	80	66,1	66,1	66,1
	31-50 Jahre	31	25,6	25,6	91,7
	51-64 Jahre	10	8,3	8,3	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 39: Berufsverteilung der Probanden

Beruf		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	Schüler / Lehrling	1	,8	,8	,8
	Student	66	54,5	54,5	55,4
	Arbeiter	11	9,1	9,1	64,5
	Angestellter	28	23,1	23,1	87,6
	Beamter	9	7,4	7,4	95,0
	Selbstständiger	3	2,5	2,5	97,5
	Pensionist	3	2,5	2,5	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 40: Bildungsgrad der Probanden

Bildung		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	Hauptschule	3	2,5	2,5	2,5
	Lehre	19	15,7	15,7	18,2
	höher bildende Schule ohne Matura	10	8,3	8,3	26,4
	höher Bildene Schule mit Matura	41	33,9	33,9	60,3
	Universitäts/Fachhochschulabschluss	47	38,8	38,8	99,2
	Sonstiges	1	,8	,8	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 41: Nationalität der Probanden

Nationalität		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	Österreich	110	90,9	90,9	90,9
	Andere	11	9,1	9,1	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 42: Anteil der Personen die auf die Angabe glutenfrei achten

Angabe_Glutenfrei		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	Ja	6	5,0	5,0	5,0
	Nein	115	95,0	95,0	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 43: Anteil der Personen die an Zöliakie leiden

Zöliakie		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	Ja	5	4,1	4,1	4,1
	Nein	116	95,9	95,9	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

9.1.2 Kaufbereitschaft und Konsumverhalten von Bio Produkten

Tabelle 44: Anteil der Personen die Bio Produkte kaufen

Bio kaufen					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	Ja	77	63,6	63,6	63,6
	Nein	44	36,4	36,4	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 45: Häufigkeit des Kaufens von Bio Produkten

Häufigkeit_Bio_kaufen					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	jeden Tag	6	5,0	7,4	7,4
	3-4x / Woche	12	9,9	14,8	22,2
	1-2x / Woche	50	41,3	61,7	84,0
	seltener	13	10,7	16,0	100,0
	Gesamtsumme	81	66,9	100,0	
Fehlend	System	40	33,1		
Gesamtsumme		121	100,0		

Tabelle 46: Anteil der Personen die Bio Produkte essen

Bio essen					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	Ja	116	95,9	95,9	95,9
	Nein	5	4,1	4,1	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 47: Häufigkeit des Essens von Bio Produkten

Häufigkeit_Bio_essen					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	jeden Tag	15	12,4	12,9	12,9
	3-4x / Woche	35	28,9	30,2	43,1
	1-2x / Woche	41	33,9	35,3	78,4
	seltener	25	20,7	21,6	100,0
	Gesamtsumme	116	95,9	100,0	
Fehlend	System	5	4,1		
Gesamtsumme		121	100,0		

9.1.3 Konsumverhalten von Snackprodukten

Tabelle 48: Häufigkeit des Konsums von Snackprodukten wie Chips oder Popcorn

Häufigkeit_Snacks_essen					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	jeden Tag	15	12,4	12,4	12,4
	3-4x / Woche	29	24,0	24,0	36,4
	1-2x / Woche	44	36,4	36,4	72,7
	seltener	29	24,0	24,0	96,7
	nie	4	3,3	3,3	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

9.1.4 Bereitschaft die Alternative der Hirse/Mais Snacks kaufen bzw. essen zu wollen

Tabelle 49: Anteil der Personen die die Hirse- und Maissnacks für eine gute Alternative befinden

Alternative					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	Ja	85	70,2	70,2	70,2
	Nein	36	29,8	29,8	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 50: Anteil der Personen die die Alternativprodukte kaufen würden

Alternative_kaufen					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	auf jeden Fall	28	23,1	23,1	23,1
	vielleicht	78	64,5	64,5	87,6
	sicher nicht	15	12,4	12,4	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 51: Anteil der Personen die die Alternativprodukte essen würden

Alternative_essen					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	Ja	102	84,3	84,3	84,3
	Nein	19	15,7	15,7	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 52: Gründe warum die Alternativprodukte nicht gegessen werden

Warum_nicht_Essen		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	keine Alternative	1	,8	,8	,8
	schmeckt künstlich	1	,8	,8	1,6
	schmeckt nicht	14	11,6	11,6	13,2
	wenig Geschmack	3	2,5	2,5	15,7
	Gesamtsumme	19	15,7	15,7	

9.2 Hirse-Mais-Bällchen

9.2.1 QDA – Einzelergebnisse inklusive Statistik

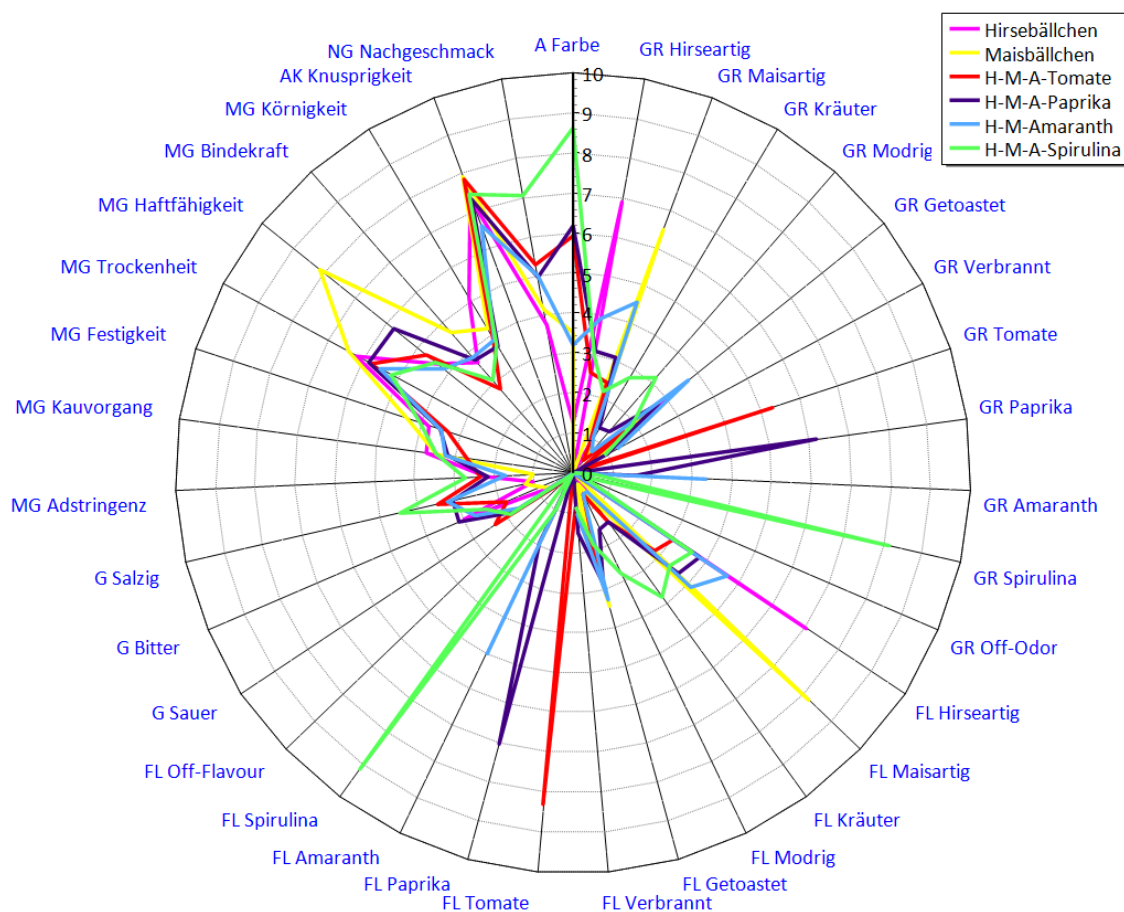


Abbildung 63: Erste Session der Hirse-Maisbällchen

A = Aussehen, GR = Geruch, FL = Flavour, G = Geschmack, MG = Mundgefühl,
AK = Auditive Eindrücke, NG = Nachgeschmack

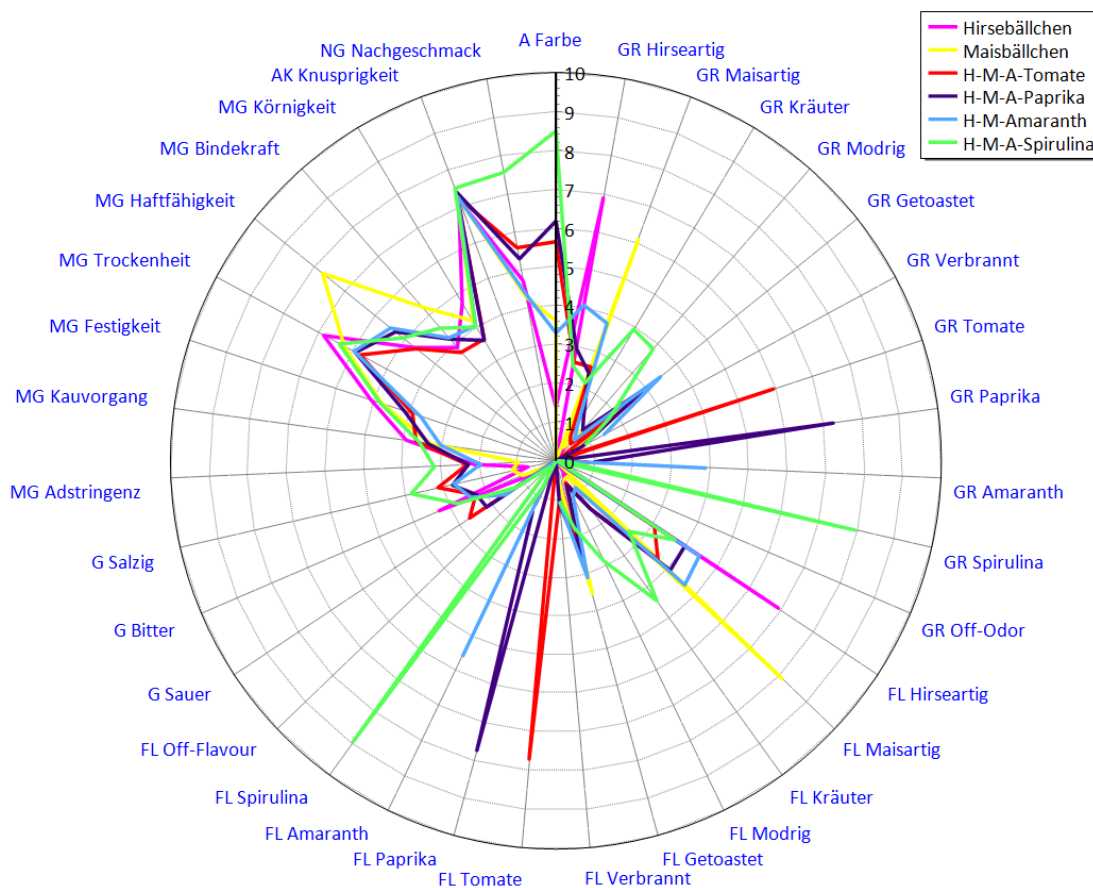


Abbildung 64: Zweite Session der Hirse-Maisbällchen

A = Aussehen, GR = Geruch, FL = Flavour, G = Geschmack, MG = Mundgefühl,
AK = Auditive Eindrücke, NG = Nachgeschmack

Tabelle 53: LSD-Test zur Varianzanalyse

Analyse	Hirse- bällchen	Mais- bällchen	H-M-A- Tomate	H-M-A- Paprika	H-M- Amaranth	H-M-A- Spirulina	Vergleichs- faktor	Wahrschein- lichkeit
A Farbe	1,31	3,55	5,79	6,17	3,25	8,55	85,69	<0,0001
	D	C	B	B	C	A		***
GR Hirse	6,88	0,00	2,56	3,01	4,00	2,73	46,26	<0,0001
	A	D	C	C	B	C		***
GR Mais	0,00	6,29	2,48	2,75	4,17	2,17	45,33	<0,0001
	D	A	C	C	B	C		***
GR Kräuter	0,67	0,59	0,77	1,36	1,06	3,36	13,76	<0,0001
	B	B	B	B	B	A		***
GR Modrig	0,68	0,78	0,50	1,22	0,70	3,50	14,57	<0,0001
	B	B	B	B	B	A		***
GR Getoastet	2,98	2,77	1,74	2,85	3,59	1,82	5,99	<0,0001
	AB	B	C	AB	A	C		***
GR Verbrannt	0,63	0,42	0,17	0,88	1,32	0,88	5,08	0,0004
	BC	BC	C	AB	A	AB		***
GR Tomate	0,00	0,00	5,60	0,00	0,00	0,00	73,33	<0,0001
	B	B	A	B	B	B		***
GR Paprika	0,00	0,00	0,00	6,73	0,00	0,00	114,59	<0,0001
	B	B	B	A	B	B		***
GR Amaranth	0,00	0,00	0,86	1,28	3,65	0,42	32,08	<0,0001
	D	D	BC	B	A	CD		***
GR Spirulina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,05	418,42	<0,0001
	B	B	B	B	B	A		***

GR Off-Odor	0,15	0,05	0,00	0,05	0,00	0,18	2,19	0,0619
	!	!	!	!	!	!		
FL Hirse	6,97	0,00	3,04	3,92	4,55	3,65	50,51	<0,0001
	A	D	C	BC	B	C		***
FL Mais	0,00	8,17	3,25	3,88	4,38	3,00	56,84	<0,0001
	D	A	C	BC	B	C		***
FL Kräuter	0,69	0,72	1,50	1,53	0,73	4,13	19,95	<0,0001
	C	BC	BC	B	BC	A		***
FL Modrig	0,47	0,41	0,60	1,13	0,80	2,81	11,38	<0,0001
	B	B	B	B	B	A		***
FL Getoastet	2,46	3,49	2,50	2,69	3,19	1,82	5,75	0,0001
	CD	A	CD	BC	AB	D		***
FL Verbrannt	0,82	0,38	0,94	1,32	1,03	0,95	2,13	0,0680
	!	!	!	!	!	!		
FL Tomate	0,00	0,00	8,02	0,00	0,00	0,00	328,40	<0,0001
	B	B	A	B	B	B		***
FL Paprika	0,00	0,00	0,00	7,38	0,00	0,00	294,85	<0,0001
	B	B	B	A	B	B		***
FL Amaranth	0,00	0,00	1,42	1,68	5,32	0,88	60,84	<0,0001
	D	D	BC	B	A	C		***
FL Spirulina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,06	1953,95	<0,0001
	B	B	B	B	B	A		***
FL Off-Flavour	0,08	0,05	0,11	0,06	0,00	0,16	0,99	0,4299
	!	!	!	!	!	!		
G Sauer	0,62	0,50	2,52	1,96	1,61	1,58	15,08	<0,0001
	C	C	A	B	B	B		***
G Bitter	3,14	0,91	2,04	2,68	2,54	2,57	7,64	<0,0001
	A	C	B	AB	AB	AB		***
G Salzig	0,88	1,20	3,32	2,92	2,98	4,14	17,80	<0,0001
	C	C	AB	B	B	A		***
MG Adstringenz	2,15	1,00	2,32	2,21	1,83	2,94	8,07	<0,0001
	B	C	AB	B	B	A		***
MG Kauvorgang	3,82	3,38	3,17	3,26	3,14	3,52	2,02	0,0829
	!	!	!	!	!	!		
MG Festigkeit	4,42	4,56	3,63	3,80	3,57	4,41	3,46	0,0065
	AB	A	C	BC	C	AB		**
MG Trockenheit	6,50	6,31	5,75	5,88	5,73	5,78	2,46	0,0384
	A	AB	B	B	B	B		*
MG Haftfähigkeit	4,54	7,94	4,68	5,54	4,83	4,76	14,77	<0,0001
	C	A	BC	B	BC	BC		***
MG Bindekraft	3,77	4,95	3,25	3,96	4,01	3,81	3,52	0,0058
	B	A	B	B	B	B		**
MG Körnigkeit	4,92	4,20	3,79	3,65	3,96	3,88	4,91	0,0005
	A	B	B	B	B	B		***
AK Knusprigkeit	7,26	7,57	7,56	7,34	6,92	7,46	1,05	0,3952
	!	!	!	!	!	!		
NG Nachgeschmack	4,24	4,21	5,42	5,13	4,66	7,29	17,51	<0,0001
	C	C	B	B	BC	A		***

* signifikant bei 5 %

** signifikant bei 1 %

*** signifikant bei 0,1 %

! Test nicht durchgeführt (keine Signifikanz bei ANOVA)

9.2.2 Akzeptanzprüfung – Ergebnisse der statistischen Auswertung

Tabelle 54: Beurteilung der Akzeptanz der Hirsebällchen

Hirse		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	mag ich besonders gern	0	,0	,0	,0
	mag ich sehr gern	4	3,3	3,3	3,3
	mag ich gern	13	10,7	10,7	14,0
	mag ich etwas	23	19,0	19,0	33,1
	mag ich weder noch	12	9,9	9,9	43,0
	mag ich nicht besonders	23	19,0	19,0	62,0
	mag ich sehr wenig	22	18,2	18,2	80,2
	mag ich sehr wenig	12	9,9	9,9	90,1
	mag ich überhaupt nicht	12	9,9	9,9	100,0

Tabelle 55: Beurteilung der Akzeptanz der Maisbällchen

Mais		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	mag ich besonders gern	6	5,0	5,0	5,0
	mag ich sehr gern	15	12,4	12,4	17,4
	mag ich gern	17	14,0	14,0	31,4
	mag ich etwas	32	26,4	26,4	57,9
	mag ich weder noch	16	13,2	13,2	71,1
	mag ich nicht besonders	10	8,3	8,3	79,3
	mag ich wenig	13	10,7	10,7	90,1
	mag ich sehr wenig	6	5,0	5,0	95,0
	mag ich überhaupt nicht	6	5,0	5,0	100,0
Gesamtsumme		121	100,0	100,0	

Tabelle 56: Beurteilung der Akzeptanz der H-M-A-Tomatenbällchen

H-M-A-Tomate		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	mag ich besonders gern	3	2,5	2,5	2,5
	mag ich sehr gern	19	15,7	15,7	18,2
	mag ich gern	20	16,5	16,5	34,7
	mag ich etwas	28	23,1	23,1	57,9
	mag ich weder noch	14	11,6	11,6	69,4
	mag ich nicht besonders	12	9,9	9,9	79,3
	mag ich wenig	11	9,1	9,1	88,4
	mag ich sehr wenig	7	5,8	5,8	94,2
	mag ich überhaupt nicht	7	5,8	5,8	100,0
Gesamtsumme		121	100,0	100,0	

Tabelle 57: Beurteilung der Akzeptanz der H-M-A-Paprikabällchen

H-M-A-Paprika		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	mag ich besonders gern	1	,8	,8	,8
	mag ich sehr gern	9	7,4	7,4	8,3
	mag ich gern	21	17,4	17,4	25,6
	mag ich etwas	18	14,9	14,9	40,5
	mag ich weder noch	24	19,8	19,8	60,3
	mag ich nicht besonders	13	10,7	10,7	71,1
	mag ich wenig	15	12,4	12,4	83,5
	mag ich sehr wenig	11	9,1	9,1	92,6
	mag ich überhaupt nicht	9	7,4	7,4	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 58: Beurteilung der Akzeptanz der H-M-Amaranthbällchen

H-M-Amaranth		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	mag ich besonders gern	3	2,5	2,5	2,5
	mag ich sehr gern	9	7,4	7,4	9,9
	mag ich gern	25	20,7	20,7	30,6
	mag ich etwas	27	22,3	22,3	52,9
	mag ich weder noch	18	14,9	14,9	67,8
	mag ich nicht besonders	14	11,6	11,6	79,3
	mag ich wenig	13	10,7	10,7	90,1
	mag ich sehr wenig	7	5,8	5,8	95,9
	mag ich überhaupt nicht	5	4,1	4,1	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 59: Beurteilung der Akzeptanz der H-M-A-Spirulinabällchen

H-M-A-Spirulina		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	mag ich besonders gern	1	,8	,8	,8
	mag ich sehr gern	2	1,7	1,7	2,5
	mag ich gern	5	4,1	4,1	6,6
	mag ich etwas	7	5,8	5,8	12,4
	mag ich weder noch	9	7,4	7,4	19,8
	mag ich nicht besonders	11	9,1	9,1	28,9
	mag ich wenig	15	12,4	12,4	41,3
	mag ich sehr wenig	22	18,2	18,2	59,5
	mag ich überhaupt nicht	49	40,5	40,5	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 60: Deskriptive Statistik der Hirse-Maisbällchen zur Bewertung der Akzeptanz

Deskriptive Statistiken					
	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Hirse	121	2	9	5,74	1,947
Mais	121	1	9	4,53	2,074
H-M-A-Tomate	121	1	9	4,55	2,109
H-M-A-Paprika	121	1	9	5,17	2,064
H-M-Amaranth	121	1	9	4,71	1,947
H-M-A-Spirulina	121	1	9	7,28	2,009
Gültige Anzahl (listenweise)	121				

9.2.3 Präferenzprüfung – Ergebnisse der statistischen Auswertung

Tabelle 61: Beurteilung der Präferenz der Hirsebällchen

Hirse				
	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig 1	7	5,8	5,8	5,8
2	19	15,7	15,7	21,5
3	23	19,0	19,0	40,5
4	24	19,8	19,8	60,3
5	30	24,8	24,8	85,1
6	18	14,9	14,9	100,0
Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 62: Beurteilung der Präferenz der Maisbällchen

Mais				
	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig 1	29	24,0	24,0	24,0
2	29	24,0	24,0	47,9
3	25	20,7	20,7	68,6
4	16	13,2	13,2	81,8
5	21	17,4	17,4	99,2
6	1	,8	,8	100,0
Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 63: Beurteilung der Präferenz der H-M-A-Tomatenbällchen

H-M-A-Tomate

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	1	46	38,0	38,0	38,0
	2	20	16,5	16,5	54,5
	3	15	12,4	12,4	66,9
	4	17	14,0	14,0	81,0
	5	19	15,7	15,7	96,7
	6	4	3,3	3,3	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 64: Beurteilung der Präferenz der H-M-A-Paprikabällchen

H-M_A-Paprika

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	1	13	10,7	10,7	10,7
	2	24	19,8	19,8	30,6
	3	20	16,5	16,5	47,1
	4	33	27,3	27,3	74,4
	5	26	21,5	21,5	95,9
	6	5	4,1	4,1	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 65: Beurteilung der Präferenz der H-M-Amaranthbällchen

H-M-Amaranth

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	1	19	15,7	15,7	15,7
	2	23	19,0	19,0	34,7
	3	30	24,8	24,8	59,5
	4	26	21,5	21,5	81,0
	5	20	16,5	16,5	97,5
	6	3	2,5	2,5	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 66: Beurteilung der Präferenz der H-M-A-Spirulinabällchen

H-M-A-Spirulina		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	1	6	5,0	5,0	5,0
	2	6	5,0	5,0	9,9
	3	8	6,6	6,6	16,5
	4	6	5,0	5,0	21,5
	5	5	4,1	4,1	25,6
	6	90	74,4	74,4	100,0
Gesamtsumme		121	100,0	100,0	

9.3 Maiswaffeln

9.3.1 QDA – Einzelergebnisse inklusive Statistik

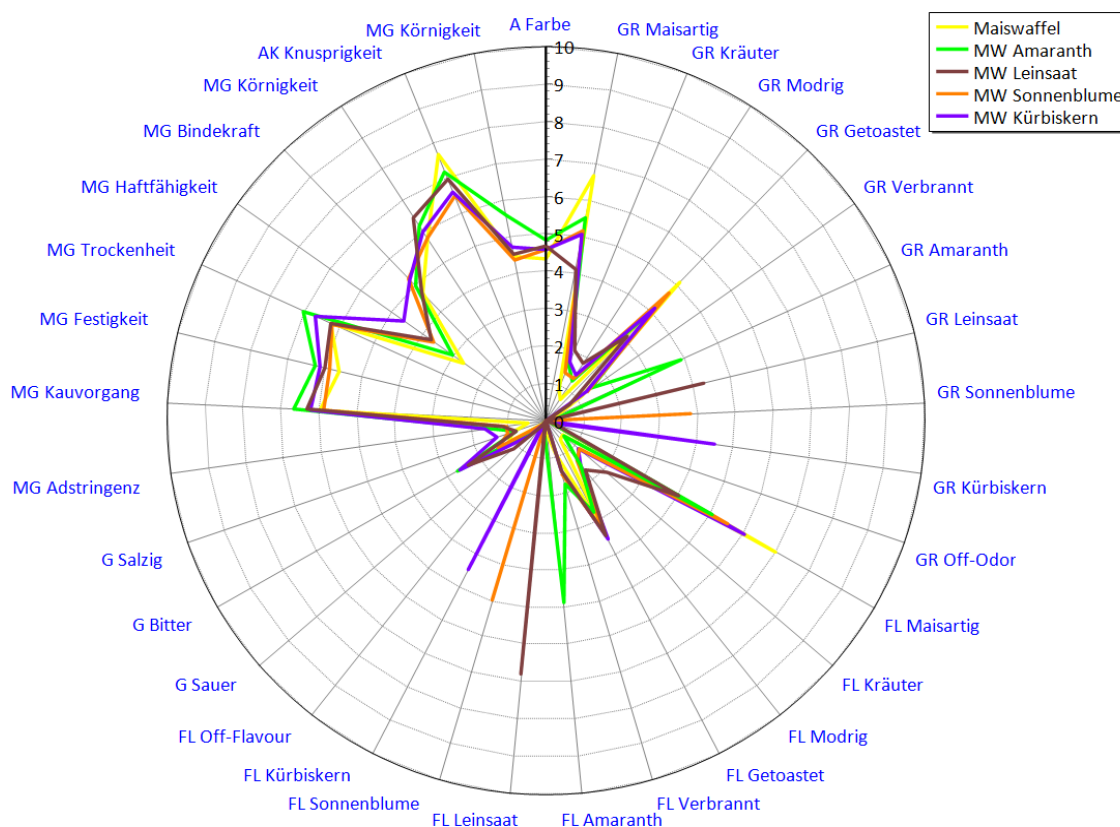


Abbildung 65: Erste Session der Maiswaffeln

A = Aussehen, GR = Geruch, FL = Flavour, G = Geschmack, MG = Mundgefühl,
AK = Auditive Eindrücke, NG = Nachgeschmack

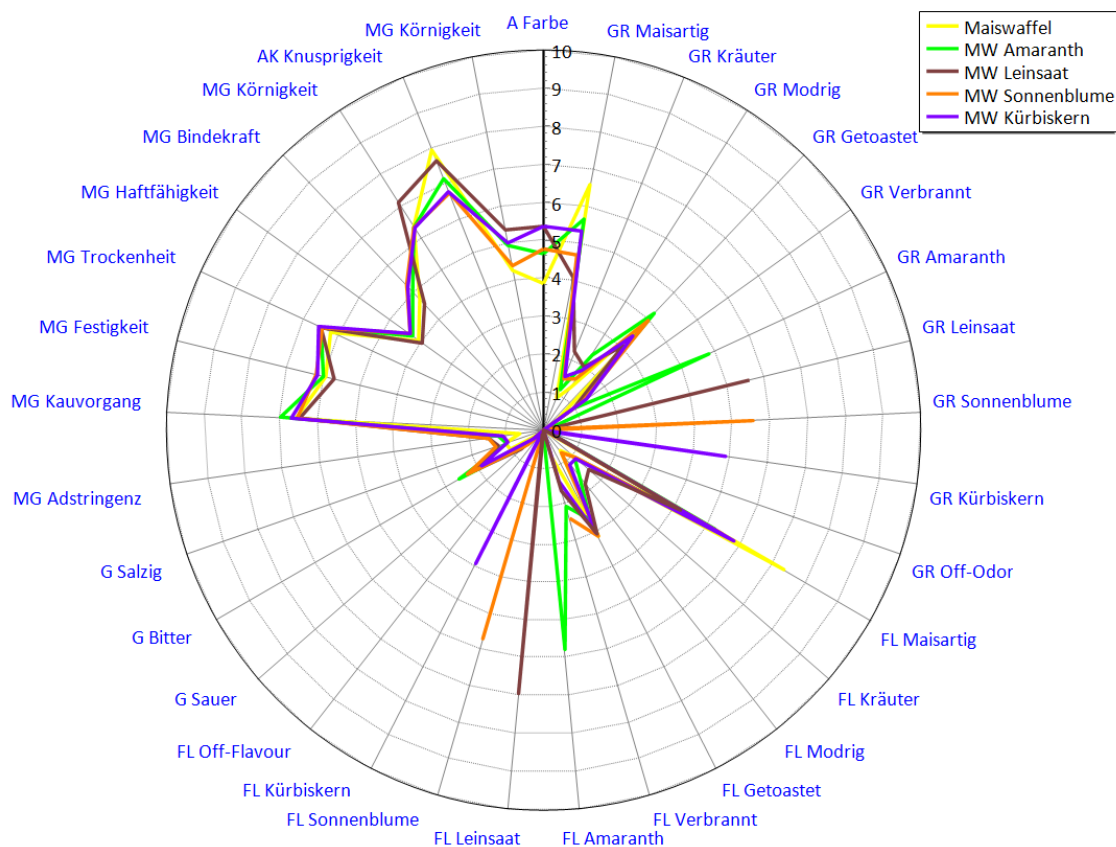


Abbildung 66: Zweite Session der Maiswaffeln

A = Aussehen, GR = Geruch, FL = Flavour, G = Geschmack, MG = Mundgefühl,
AK = Auditive Eindrücke, NG = Nachgeschmack

Tabelle 67: LSD-Test zur Varianzanalyse

Analyse	Maiswaffel	MW Amaranth	MW Leinsaat	MW Sonnenblume	MW Kürbiskern	Vergleichs-faktor	Wahrschein-lichkeit
A Farbe	4,08	4,74	5,01	4,67	4,98	1,90	0,1175
	!	!	!	!	!		
GR Mais	6,62	5,58	4,10	4,93	5,21	13,62	<0,0001
	A	B	C	B	B		***
GR Kräuter	0,90	1,40	2,14	1,42	1,60	4,25	0,0035
	C	BC	A	BC	AB		**
GR Modrig	1,00	1,82	1,90	1,46	1,66	3,45	0,0116
	B	A	A	AB	A		*
GR Getoastet	4,65	4,20	3,09	4,35	3,79	5,44	0,0006
	A	AB	C	AB	BC		***
GR Verbrannt	0,78	1,27	0,87	1,30	1,37	3,09	0,0200
	C	AB	BC	AB	A		*
GR Amaranth	0,18	4,36	0,00	0,00	0,00	43,36	<0,0001
	B	A	B	B	B		***
GR Leinsaat	0,00	0,00	4,95	0,00	0,00	50,64	<0,0001
	B	B	A	B	B		***
GR Sonnenblume	0,00	0,00	0,00	4,68	0,00	55,81	<0,0001
	B	B	B	A	B		***
GR Kürbiskern	0,00	0,00	0,00	0,00	4,68	62,92	<0,0001
	B	B	B	B	A		***
GR Off-Odor	0,09	0,14	0,18	0,07	0,14	0,35	0,8452
	!	!	!	!	!		
FL Mais	7,18	5,14	4,11	5,50	5,94	19,61	<0,0001

9.3.2 Akzeptanzprüfung – Ergebnisse der statistischen Auswertung

Tabelle 68: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel Natur

Maiswaffel Natur		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	mag ich besonders gern	7	5,8	5,8	5,8
	mag ich sehr gern	16	13,2	13,2	19,0
	mag ich gern	24	19,8	19,8	38,8
	mag ich etwas	23	19,0	19,0	57,9
	mag ich weder/noch	22	18,2	18,2	76,0
	mag ich nicht besonders	8	6,6	6,6	82,6
	mag ich wenig	6	5,0	5,0	87,6
	mag ich sehr wenig	8	6,6	6,6	94,2
	mag ich überhaupt nicht	7	5,8	5,8	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 69: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel mit Amaranth

Maiswaffel Amaranth		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	mag ich besonders gern	1	,8	,8	,8
	mag ich sehr gern	10	8,3	8,3	9,1
	mag ich gern	15	12,4	12,4	21,5
	mag ich etwas	37	30,6	30,6	52,1
	mag ich weder/noch	18	14,9	14,9	66,9
	mag ich nicht besonders	11	9,1	9,1	76,0
	mag ich wenig	15	12,4	12,4	88,4
	mag ich sehr wenig	10	8,3	8,3	96,7
	mag ich überhaupt nicht	4	3,3	3,3	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 70: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel mit Leinsamen

Maiswaffel Leinsamen		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	mag ich besonders gern	2	1,7	1,7	1,7
	mag ich sehr gern	4	3,3	3,3	5,0
	mag ich gern	5	4,1	4,1	9,1
	mag ich etwas	20	16,5	16,5	25,6
	mag ich weder/noch	15	12,4	12,4	38,0
	mag ich nicht besonders	22	18,2	18,2	56,2
	mag ich wenig	15	12,4	12,4	68,6
	mag ich sehr wenig	22	18,2	18,2	86,8
	mag ich überhaupt nicht	16	13,2	13,2	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 71: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel mit Sonnenblumenkern

Maiswaffel Sonnenblumenkern					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	mag ich besonders gern	4	3,3	3,3	3,3
	mag ich sehr gern	5	4,1	4,1	7,4
	mag ich gern	19	15,7	15,7	23,1
	mag ich etwas	24	19,8	19,8	43,0
	mag ich weder/noch	19	15,7	15,7	58,7
	mag ich nicht besonders	16	13,2	13,2	71,9
	mag ich wenig	14	11,6	11,6	83,5
	mag ich sehr wenig	12	9,9	9,9	93,4
	mag ich überhaupt nicht	8	6,6	6,6	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 72: Beurteilung der Akzeptanz der Maiswaffel mit Kürbiskern

Maiswaffel Kürbiskern					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	mag ich besonders gern	4	3,3	3,3	3,3
	mag ich sehr gern	8	6,6	6,6	9,9
	mag ich gern	28	23,1	23,1	33,1
	mag ich etwas	26	21,5	21,5	54,5
	mag ich weder/noch	17	14,0	14,0	68,6
	mag ich nicht besonders	16	13,2	13,2	81,8
	mag ich wenig	5	4,1	4,1	86,0
	mag ich sehr wenig	8	6,6	6,6	92,6
	mag ich überhaupt nicht	9	7,4	7,4	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 73: Deskriptive Statistik der Maiswaffeln zur Beurteilung der Akzeptanz

Deskriptive Statistiken					
	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Mais (367)	121	1	9	4,38	2,130
Mais Amaranth (030)	121	1	9	4,88	1,885
Mais Leinsamen (693)	121	1	9	6,09	2,041
Mais Sonnenblumenkern (146)	121	1	9	5,16	2,070
Mais Kürbiskern (793)	121	1	9	4,70	2,072
Gültige Anzahl (listenweise)	121				

9.3.3 Präferenzprüfung – Ergebnisse der statistischen Auswertung

Tabelle 74: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel Natur

Maiswaffel Natur					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	1	44	36,4	36,4	36,4
	2	31	25,6	25,6	62,0
	3	22	18,2	18,2	80,2
	4	12	9,9	9,9	90,1
	5	12	9,9	9,9	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 75: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel mit Amaranth

Maiswaffel Amaranth					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	1	14	11,6	11,6	11,6
	2	30	24,8	24,8	36,4
	3	31	25,6	25,6	62,0
	4	29	24,0	24,0	86,0
	5	17	14,0	14,0	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 76: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel mit Leinsamen

Maiswaffel Leinsamen					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	1	13	10,7	10,7	10,7
	2	9	7,4	7,4	18,2
	3	21	17,4	17,4	35,5
	4	18	14,9	14,9	50,4
	5	60	49,6	49,6	100,0
	Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 77: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel mit Sonnenblumenkern

Maiswaffel Sonnenblumenkern

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig 1	20	16,5	16,5	16,5
2	21	17,4	17,4	33,9
3	28	23,1	23,1	57,0
4	40	33,1	33,1	90,1
5	12	9,9	9,9	100,0
Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

Tabelle 78: Beurteilung der Präferenz der Maiswaffel mit Kürbiskern

Maiswaffel Kürbiskern

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig 1	30	24,8	24,8	24,8
2	29	24,0	24,0	48,8
3	20	16,5	16,5	65,3
4	22	18,2	18,2	83,5
5	20	16,5	16,5	100,0
Gesamtsumme	121	100,0	100,0	

10 Literaturverzeichnis

- Abdel-Aal, E.-S., Humayoun, A., Khalid, Z., Rashida, A. Dietary Sources of Lutein and Zeaxanthin Carotenoids and Their Role in Eye Health. *Nutrients* 2013; 5 (4):1169-1185.
- Aizawa, K., Inakuma, T. Dietary capsanthin, the main carotenoid in paprika (*Capsicum annuum*), alters plasma high-density lipoprotein-cholesterol levels and hepatic gene expression in rats. *British Journal of Nutrition* 2009; 102 (12):1760-1766.
- Aliani, M., Ryland, D., Pierce, G. N. Effect of flax addition on the flavor profile and acceptability of bagels. *Journal of Food Science and Technology* 2012; 77 (1):62-70.
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., Gallagher, E. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends in Food Science and Technology* 2010; 21 (2):106-113.
- Anyango, J. O., De Kock, H. L., Taylor, J. R. N. Evaluation of the functional quality of cowpea-fortified traditional African sorghum foods using instrumental and descriptive sensory analysis. *LWT - Food Science and Technology* 2011; 44 (10):2126-2133.
- Arora, A., Camire, M. E. Performance of potato peels in muffins and cookies. *Food Research International* 1994; 27 (1):15-22.
- Belay, A., Ota, Y., Miyakawa, K., Shimamatsu, H. Current knowledge on potential health benefits of Spirulina. *Journal of Applied Phycology* 1993; 5 (2):235-241.
- Bendini, A., Barbieri, S., Valli, E., Buchecker, K., Canavari, M., Toschi, T. G. Quality evaluation of cold pressed sunflower oils by sensory and chemical analysis. *European Journal of Lipid Science and Technology* 2011; 113 (11):1375-1384.
- BIOSYSTEMES. *FIZZ Calculations Reference Manual*. 2. Auflage, Version 2.47, Couternon, 2011.
- Blanda, G., Cerretani, L., Comandini, P., Toschi, T. G., Lercker, G. Investigation of off-odour and off-flavour development in boiled potatoes. *Food Chemistry* 2010; 118 (2):283-290.
- Brennan, M. A., Derbyshire, E., Tiwari, B. K., Brennan, C. S. Ready-to-eat snack products: The role of extrusion technology in developing consumer acceptable and nutritious snacks. *International Journal of Food Science and Technology* 2013; 48 (5):893-902.
- Busch-Stockfish, Mechthild. *Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung*. 14. Aktualisierungslieferung. Behr's Verlag, Hamburg, 2006.
- Callejo, M. J. Present situation on the descriptive sensory analysis of bread. *Journal of Sensory Studies* 2011; 26 (4):255-268.

- Camire, M. E., Camire, A., Krumhar, K. Chemical and nutritional changes in foods during extrusion. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 1990; 29 (1):35-57.
- Camire, M.E. Chemical and nutritional changes in food during extrusion. In: *Extruders in Food Applications*, Herausgeber Riaz, M.N., CRC Press, Boca Raton, 2000. 127-147.
- Camire, M.E. Extrusion and nutritional quality. In: *Extrusion Cooking: Technologies and Applications*, Herausgeber Guy, R., Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2001.
- Ciacchi, C., Maiuri, L., Caporaso, N., Bucci, C., Del Giudice, L., Rita Massardo, D., Pontieri, P., Di Fonzo, N., Bean, S. R., Ioerger, B., Londei, M. Celiac disease: In vitro and in vivo safety and palatability of wheat-free sorghum food products. *Clinical Nutrition* 2007; 26 (6):799-805.
- Comino, I., De Lourdes Moreno, M., Real, A., Rodriguez-Herrera, A., Barro, F., Sousa, C. The gluten-free diet: testing alternative cereals tolerated by celiac patients. *Nutrients* 2013; 5 (10):4250-68.
- D-A-CH. *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr*. 1. Auflage, 5., korrigierter Nachdruck 2013. Umschau Buchverlag, Bonn, 2013.
- Dehghan-Shoar, Z., Hardacre, A. K., Brennan, C. S. The physico-chemical characteristics of extruded snacks enriched with tomato lycopene. *Food Chemistry* 2010; 123 (4):1117-1122.
- Dehghan-Shoar, Z., Mandimika, T., Hardacre, A. K., Reynolds, G. W., Brennan, C. S. Lycopene bioaccessibility and starch digestibility for extruded snacks enriched with tomato derivatives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2011; 59 (22):12047-12053.
- Derndorfer, E. *Lebensmittelsensorik*. 3., überarbeitete Auflage. Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Wien, 2010.
- Drake, M. A., McIngvale, S. C., Gerard, P. D., Cadwallader, K. R., Civille, G. V. Development of a descriptive language for Cheddar cheese. *Journal of Food Science* 2001; 66 (9):1422-1427.
- Elmadfa, I., Aign, W., Muskat, E., Fritzsche, D. *Die große GU Nährwert-Kalorien-Tabelle*. 4. Auflage. GRÄFE UND UNZER Verlag GmbH, München, 2009.
- Europäische Kommission. VERORDNUNG (EG) Nr. 41/2009 DER KOMMISSION vom 20. Januar 2009 zur Zusammensetzung und Kennzeichnung von Lebensmitteln, die für Menschen mit einer Glutenunverträglichkeit geeignet sind. Brüssel, 2009.
- Fliedner, I., Wilhelmi, F. *Grundlagen und Prüfverfahren der Lebensmittelsensorik, Einführung in die Prüfverfahren*. Behr's Verlag, Hamburg, 1989.
- Forman, J., Silverstein, J., Bhatia, J. J. S., Abrams, S. A., Corkins, M. R., De Ferranti, S. D., Golden, N. H., Paulson, J. A., Brock-Utne, A. C., Brumberg, H. L.,

- Campbell, C. C., Lanphear, B. P., Osterhoudt, K. C., Sandel, M. T., Trasande, L., Wright, R. O. Organic foods: Health and environmental advantages and disadvantages. *Pediatrics* 2012; 130 (5):1406-1415.
- Fouladkhah, A., Bunning, M., Stone, M., Stushnoff, C., Stonaker, F., Kendall, P. Consumer hedonic evaluation of eight fresh specialty leafy greens and their relationship to instrumental quality attributes and indicators of secondary metabolites. *Journal of Sensory Studies* 2011; 26 (3):175-183.
- Gajewski, M., Radzanowska, J., Danilčenko, H., Jariene, E., Cerniauskiene, J. Quality of pumpkin cultivars in relation to sensory characteristics. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 2008; 36 (1):73-79.
- Giacomino, S., Peñas, E., Ferreyra, V., Pellegrino, N., Fournier, M., Apro, N., Olivera Carrión, M., Frias, J. Extruded Flaxseed Meal Enhances the Nutritional Quality of Cereal-based Products. *Plant Foods for Human Nutrition* 2013; 68 (2):131-136.
- Gupta, R. K., Sharma, A., Sharma, R. Instrumental Texture Profile Analysis (TPA) of shelled sunflower seed caramel snack using response surface methodology. *Food Science and Technology International* 2007; 13 (6):455-460.
- Gwirtz, J. A., Garcia-Casal, M. N. Processing maize flour and corn meal food products. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2014; 1312 (1):66-75.
- Hager, A.-S., Wolter, A., Jacob, F., Zannini, E., Arendt, E. K. Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. *Journal of Cereal Science* 2012; 56 (2):239-247.
- Hongsoongnern, P., Chambers IV, E. A lexicon for texture and flavor characteristics of fresh and processed tomatoes. *Journal of Sensory Studies* 2008; 23 (5):583-599.
- Ibanoğlu, S., Ainsworth, P., Özer, E. A., Plunkett, A. Physical and sensory evaluation of a nutritionally balanced gluten-free extruded snack. *Journal of Food Engineering* 2006; 75 (4):469-472.
- Ilo, S., Liu, Y., Berghofer, E. Extrusion cooking of rice flour and amaranth blends. *LWT - Food Science and Technology* 1999; 32 (2):79-88.
- Jain, D., Devi, M., Thakur, N. Study on the effect of machine operative parameters on physical characteristics of rice/maize based fruit/vegetable pulp fortified extrudates. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal* 2013; 15 (2):231-242.
- Janssen, J., Laatz, W. *Statistische Datenanalyse mit SPSS: Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul Exakte Tests*. 8. Auflage. Springer Gabler Verlag, Hamburg, 2013.
- Joshi, S. M. R., Bera, M. B., Panesar, P. S. Extrusion Cooking of Maize/Spirulina Mixture: Factors Affecting Expanded Product Characteristics and Sensory Quality. *Journal of Food Processing and Preservation* 2014; 38 (2):655-664.

- Kobue-Lekalake, R. I., Taylor, J. R. N., De Kock, H. L. Effects of phenolics in sorghum grain on its bitterness, astringency and other sensory properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2007; 87 (10):1940-1948.
- Kobue-Lekalake, R. I., Taylor, J. R. N., De Kock, H. L. Influence of PROP taster status on the consumer acceptability of food made from tannin sorghums. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2009; 89 (11):1809-1814.
- Kobue-Lekalake, R.I. Sensory Perception of Bitterness and Astringency in Sorghum. Diplomarbeit, 2008. University of Pretoria.
- Lawlor, J. B., Sheehan, E. M., Delahunty, C. M., Kerry, J. P., Morrissey, P. A. Sensory characteristics and consumer preference for cooked chicken breasts from organic, corn-fed, free-range and conventionally reared animals. *International Journal of Poultry Science* 2003; 2 (6):409-416.
- Lotong, V., Chambers IV, E., Chambers, D. H. Determination of the sensory attributes of wheat sourdough bread. *Journal of Sensory Studies* 2000; 15 (3):309-326.
- Meilgaard, M.C., Carr, B.T., Civille, G.V. *Sensory Evaluation Techniques*. 4. Auflage. CRC Press, Boca Raton, 2006.
- Mesquita, C. B., Leonel, M., Mischán, M. M. Effects of processing on physical properties of extruded snacks with blends of sour cassava starch and flaxseed flour. *Food Science and Technology* 2013; 33 (3):404-410.
- Nierle, W., Elbaya, A.W., Seiler, K., Fretzdorff, B., Wolff, J. Veränderungen der Getreideinhaltsstoffe während der Extrusion mit einem Doppelschneckenextruder. *Getreide Mehl Brot* 1980; 34:73-76.
- Nkhabutlane, P., Du Rand, G. E., De Kock, H. L. Quality characterization of wheat, maize and sorghum steamed breads from Lesotho. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2014; 94 (10):2104-2117.
- Norfezah, M. N., Hardacre, A., Brennan, C. S. Comparison of waste pumpkin material and its potential use in extruded snack foods. *Food Science and Technology International* 2011; 17 (4):367-373.
- Ortiz-Sánchez, J. P., Cabrera-Chávez, F., Calderon de la Barca, A. M. Maize Prolamins Could Induce a Gluten-Like Cellular Immune Response in Some Celiac Disease Patients. *Nutrients* 2013; 5 (10):4174-4183.
- Park, J. H., Kim, C. S. Effect of paprika (*Capsicum annuum* L.) on inhibition of lipid oxidation in lard-pork model system during storage at 4°C. *Food Science and Biotechnology* 2007; 16 (5):753-758.
- Parle, M., Dhamija, I. Zea Maize: A modern craze. *International Research Journal of Pharmacy* 2013; 4 (6):39-43.
- Patel, A., Mishra, S., Ghosh, P. K. Antioxidant potential of C-phycocyanin isolated from cyanobacterial species *Lyngbya*, *Phormidium* and *Spirulina* spp. *Indian Journal of Biochemistry and Biophysics* 2006; 43 (1):25-31.

- Paula, A. M., Conti-Silva, A. C. Texture profile and correlation between sensory and instrumental analyses on extruded snacks. *Journal of Food Engineering* 2014; 121 (1):9-14.
- Piazza, L., Gigli, J., Benedetti, S. Study of structure and flavour release relationships in low moisture bakery products by means of the acoustic-mechanical combined technique and the electronic nose. *Journal of Cereal Science* 2008; 48 (2):413-419.
- Quadt, A., Schönberger, S., Schwarz, M. *Statistische Auswertungen in der Sensorik: Leitfaden für die Praxis*. Behr's Verlag, Darmstadt, 2009.
- Rababah, T. M., Brewer, S., Yang, W., Al-Mahasneh, M., Al-U'Datt, M., Rababa, S., Ereifej, K. Physicochemical properties of fortified corn chips with broad bean flour, chickpea flour or isolated soy protein. *Journal of Food Quality* 2012; 35 (3):200-206.
- Rai, S., Kaur, A., Singh, B. Quality characteristics of gluten free cookies prepared from different flour combinations. *Journal of Food Science and Technology* 2014; 51 (4):785-789.
- Ramos Diaz, J. M., Kirjoranta, S., Tenitz, S., Penttilä, P. A., Serimaa, R., Lampi, A. M., Jouppila, K. Use of amaranth, quinoa and kañiwa in extruded corn-based snacks. *Journal of Cereal Science* 2013; 58 (1):59-67.
- Rodríguez-Miranda, J., Ruiz-López, I. I., Herman-Lara, E., Martínez-Sánchez, C. E., Delgado-Licon, E., Vivar-Vera, M. A. Development of extruded snacks using taro (*Colocasia esculenta*) and nixtamalized maize (*Zea mays*) flour blends. *LWT - Food Science and Technology* 2011; 44 (3):673-680.
- Romer Labs. Gluten. Internet:
<http://www.romerlabs.com/de/knowledge/gluten/?type=98&> (Stand 17.07.2014).
- Rose, D. J., Williams, E., Mkandawire, N. L., Weller, C. L., Jackson, D. S. Use of whole grain and refined flour from tannin and non-tannin sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) varieties in frybread. *Food Science and Technology International* 2014; 20 (5):333-339.
- Sanz-Penella, J. M., Wronkowska, M., Soral-Smietana, M., Haros, M. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *LWT - Food Science and Technology* 2013; 50 (2):679-685.
- Sapone, A., Bai, J. C., Ciacci, C., Dolinsek, J., Green, P. H. R., Hadjivassiliou, M., Kaukinen, K., Rostami, K., Sanders, D. S., Schumann, M., Ullrich, R., Villalta, D., Volta, U., Catassi, C., Fasano, A. Spectrum of gluten-related disorders: Consensus on new nomenclature and classification. *BMC Medicine* 2012; 10 (13):1-12.
- Seth, D., Rajamanickam, G. Development of extruded snacks using soy, sorghum, millet and rice blend - A response surface methodology approach. *International Journal of Food Science and Technology* 2012; 47 (7):1526-1531.

- Sharma, V., Dunkwal, V. Development of Spirulina based "biscuits": A potential Method of value addition. *Studies on Ethno-Medicine* 2012; 6 (1):31-34.
- Singh, P., Singh, R., Jha, A., Rasane, P., Gautam, A. K. Optimization of a process for high fibre and high protein biscuit. *Journal of Food Science and Technology* 2013:1-10.
- Singh, S., Gamlath, S., Wakeling, L. Nutritional aspects of food extrusion: A review. *International Journal of Food Science and Technology* 2007; 42 (8):916-929.
- Stojceska, V., Ainsworth, P., Plunkett, A., Ibanoglu, S. The advantage of using extrusion processing for increasing dietary fibre level in gluten-free products. *Food Chemistry* 2010; 121 (1):156-164.
- Stone, H., Sidel, J. L., Olivers, S., Woosley, A., Singleton, R.C. Sensory evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. *Food Technology* 1974; 28:24-33.
- Taylor, J. R. N., Anyango, J. O. Chapter 12 - Sorghum Flour and Flour Products: Production, Nutritional Quality, and Fortification. In: *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention*, Herausgeber Preedy, V. R. , Watson, R. W., Patel, V. B., Academic Press, San Diego, 2011. 127-139.
- Taylor, J. R. N., Belton, P. S., Beta, T., Duodu, K. G. Increasing the utilisation of sorghum, millets and pseudocereals: Developments in the science of their phenolic phytochemicals, biofortification and protein functionality. *Journal of Cereal Science* 2014; 59 (3):257-275.
- Taylor, J. R. N., Schober, T. J., Bean, S. R. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. *Journal of Cereal Science* 2006; 44 (3):252-271.
- The National Agricultural Library. National Nutrient Database for Standard Reference Release 27. Internet:
<http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6028?fg=&man=&facet=&format=Abridged&count=&max=25&offset=&sort=&qlookup=popcorn> (Stand 12.10.2014).
- Vardavas, C. I., Yiannopoulos, S., Kiriakakis, M., Poulli, E., Kafatos, A. Fatty acid and salt contents of snacks in the Cretan and Cypriot market: A child and adolescent dietary hazard. *Food Chemistry* 2006; 101 (3):924-931.
- Wójtowicz, A., Kolasa, A., Mościcki, L. Influence of Buckwheat Addition on Physical Properties, Texture and Sensory Characteristics of Extruded Corn Snacks. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 2013; 63 (4):239-244.
- Yuksel, F., Karaman, S., Kayacier, A. Enrichment of wheat chips with omega-3 fatty acid by flaxseed addition: Textural and some physicochemical properties. *Food Chemistry* 2014; 145:910-917.
- Zeppa, G., Bertolino, M., Rolle, L. Quantitative descriptive analysis of Italian polenta produced with different corn cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2012; 92 (2):412-417.

11 Lebenslauf

Persönliche Daten

Name Martina Ruthmeier, BSc

Ausbildung

01/2013 - dato	Masterstudium: Ernährungswissenschaften Spezialisierung: <i>Lebensmittelqualität und -sicherheit</i>
10/2009 - 12/2012	Bachelorstudium: Ernährungswissenschaften, Uni Wien Bachelor-Arbeit: „ <i>Folic acid and folate- Is too much rather harmful than prospective?</i> “
2001-2009	Gymnasium der Englischen Fräulein mit Matura-Abschluss mit Auszeichnung

Praktische Erfahrungen

ab 03/2014	Qualitätssicherung bei Lemberona Handels GmbH
07-08/2013	Praktikum bei Lemberona Handels GmbH Tätigkeit: <i>Qualitätssicherung und -kontrolle, Probenahme und Analyse, sensorische Beurteilung, HACCP, Spezifikationen</i>
09/2011	Praktikum im Zentrallabor des Landeskrankenhauses St. Pölten Tätigkeit: <i>Elektrophorese, PCR, Hämatologische Analyse</i>
02/2011	Praktikum am Emerging Focus Nutrigenomics am Department für Ernährungswissenschaften Tätigkeit: <i>Vorbereitung von Proben für die LC/MS-Analytik</i>

Weiterbildung

1 st Scientific Meeting of the Research Platform "Active Ageing"	(Universität Wien)
Public Health: Forschung und Anwendung	(ÖGPH)
Der Darm als Zentrum der Gesundheit und Krankheit	(DGMIM)
12. Wiener Osteoporosetag im Wiener Rathaus	(Stadt Wien)
Symposium Probiotika - State of the Art	(ÖAIE)
Mykotoxin Summer Talks 2014	(IFA Tulln)

Sprachkenntnisse

Deutsch	Muttersprache
Englisch	Verhandlungssicher
Französisch	Gute Kenntnisse

Weitere Qualifikationen

sehr gute Office-Kenntnisse
 gute Photoshop Kenntnisse
 Absolvierung des Social-Competence-Trainings *Tools for Life* (Adler Social Coaching)

St. Pölten, 25.01.2015