



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Herstellung von Backmischungen für feine Backwaren
mit gesundheitlichem Zusatznutzen

Verfasserin

Pegah Ghanbari

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 474

Studienrichtung lt. Studienblatt: Diplomstudium Ernährungswissenschaften

Betreuer: Ao.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr. Emmerich Berghofer

Ich möchte mich bei meiner Betreuerin für die Unterstützung bei der Erstellung der Arbeit und meinem Mann für die moralische Unterstützung herzlich bedanken.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
2	Gesunder Lebensstil	9
2.1	DALY (Disability-Adjusted Life Year).....	9
2.2	Ernährungs- und lebensstilassoziierte Erkrankungen	10
2.3	Optimale Nährstoffaufnahme.....	12
3	Getreide	14
3.1	Ursprung des Ackerbaus	14
3.2	Nährstoffe in Getreide.....	14
3.3	Gerste	15
4	Ballaststoffe.....	18
4.1	Allgemein.....	18
4.2	Komponenten und Bindungen	18
4.3	Quellen der Ballaststoffe.....	19
4.3.1	Natürliches Vorkommen	19
4.3.2	Künstliche Erzeugung.....	19
4.4	Eigenschaften der Ballaststoffe.....	19
4.4.1	Physikalische Eigenschaften	20
4.4.2	Physiologische Funktionen.....	21
4.5	β -Glucan.....	23
4.5.1	Wirkungen von β -Glucan	25
4.5.2	Diverse Studien über β -Glucan	25
5	Health Claim	32
5.1	Allgemein.....	32
5.2	Positivliste.....	32
5.3	Nährwertprofil	33
6	Aufgabenstellung praktischer Teil	36
7	Feine Backwaren	37
7.1	Feinbackwaren und Dauerbackwaren.....	37
7.2	Herstellung von feinen Backwaren ohne Hefeeinsatz	37
7.3	Mürbteiggebäck	37
8	Material und Methoden	38
8.1	Verwendete Rohstoffe	38
8.1.1	Gerstenmehl.....	38

8.1.2	Weizenmehl	38
8.1.3	Biskuitmehl:	38
8.1.4	Zusätzliche Rohstoffe	38
8.2	Verwendete Materialien und Geräte	39
8.2.1	Für Teigherstellung	39
8.2.2	Für Keksherstellung	39
8.2.3	Für Analyse	39
8.3	Analytische Methoden	39
8.3.1	Bestimmung der Bruchfestigkeit (Texturmessung)	39
8.3.2	Bestimmung des Ausdehnungsgrades	39
8.3.3	Bestimmung der Farbe	40
8.3.4	Sensorische Analyse	40
9	Versuchsdurchführung	41
9.1	Vorbereitungsversuche	41
9.2	Hauptversuche	42
9.3	Spritzgebäck	51
9.4	Vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Mürbteigkekse	51
10	Ergebnisse und Diskussion	52
10.1	Vorversuchsergebnisse	52
10.2	Hauptversuchsergebnisse	53
10.3	Spritzgebäck 1	68
10.4	Vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Mürbteigkekse	68
10.4.1	Farb- und Texturmessung der Mürbkekse aus dem Großversuch	69
10.4.2	Sensorische Beurteilung	70
11	Schlussfolgerung	77
12	Zusammenfassung	79
13	Summary	80
14	Literaturverzeichnis	81
15	Anhang 1	89
16	Lebenslauf	91

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Feldfruchtproduktion 1975-2011 in Österreich.....	17
Tabelle 2: Eigelb vs. Eiklar	42
Tabelle 3: Eigelb vs. Eiklar vs. Molke/Gluten	43
Tabelle 4: 11%Butter vs. 17%Butter und Eiklar vs. Gluten.....	44
Tabelle 5: 4,2%Gluten vs. 7%Gluten und 4,2%Eiklar vs. 7%Eiklar	45
Tabelle 6: Futtermehl vs. Feine Kleie und Malzmehl vs. Haferflocken vs. Buttermilchp..	46
Tabelle 7: Mischemulgator vs. Lecithin	47
Tabelle 8: Weizenmehl vs. Biscuitmehl und Margarine vs. Butter.....	47
Tabelle 9: SAPP 28 vs. Natriumbicarbonat.....	48
Tabelle 10: Diverse Backhilfsmittel	49
Tabelle 11: Diverse Mehlsorten	49
Tabelle 12: Wasser vs. Orangensaft	50
Tabelle 13: Spritzgebäck	51
Tabelle 14: Texturmessung Vorversuche und Referenzproben	53
Tabelle 15: Texturmessung Eigelbpulvereinsatz.....	54
Tabelle 16: Texturmessung Eiklarpulvereinsatz	54
Tabelle 17: Texturmessung Gluten- und Molkeneinsatz.....	55
Tabelle 18: Texturmessung 11%Butter vs. 17%Butter und Eiklar vs. Gluten.....	57
Tabelle 19: Texturmessung 4,2%Gluten vs. 7%Gluten und 4,2%Eiklar vs. 7%Eiklar.....	59
Tabelle 20: Texturmessung Futtermehl vs. Feine Kleie und Malzmehl vs. Haferflocken vs. Buttermilchpulver.....	60
Tabelle 21: Texturmessung Mischemulgator vs. Lecithin	62
Tabelle 22: Texturmessung Rezeptur 3 neu verarbeitet	63
Tabelle 23: Texturmessung diverse Backhilfsmittel	65
Tabelle 24: Texturmessung diverse Mehlsorten.....	66
Tabelle 25: β -Glucangehalt der verwendeten Mehlsorten und des Spritzteiges	68
Tabelle 26: Farbmessungswerte der einzelnen Proben.....	69
Tabelle 27: Texturmessung der Kekse aus dem Großversuch	70
Tabelle 37: β -Glucan- und Ballaststoffgehalt von V1-V5.....	77

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die 10 wichtigsten Faktoren als Ursache der Krankheitslast (DALY)	10
Abbildung 2: BMI nach Geschlecht - Vergleich der Jahre 1999 und 2006/07	11
Abbildung 3: Anteil Energieliefernden Nährstoffe bei Österreichischen Erwachsenen	12
Abbildung 4: Zufuhr an Makronährstoffen in Österr. Bevölkerung	13
Abbildung 5: Hordeum Vulgare	15
Abbildung 6: Struktur von β -Glucan	24
Abbildung 7: Postprandiale Plasmaglucoeseantwort auf β -Glucan	29
Abbildung 8: Postprandiale Plasmainsulinantwort auf β -Glucan	29
Abbildung 9: Futtermehl/7% Gluten -1	57
Abbildung 10: Gerstenmehl/7% Gluten, 180° C	57
Abbildung 11: Futtermehl/7% Gluten	57
Abbildung 12: Feine Kleie/7% Gluten	58
Abbildung 13: Futtermehl/7% EK	58
Abbildung 14: Feine Kleie/7% EK	58
Abbildung 15: Futtermehl/Malzmehl, 170° C	61
Abbildung 16: Futtermehl/Haferflocken, 170° C	61
Abbildung 17: Futtermehl/0,3% EK, 170° C	61
Abbildung 18: Futtermehl/Milchpulver, 170° C	61
Abbildung 19: Futtermehl/Mischemulgator/V1, 170° C	62
Abbildung 20: Futtermehl/Lecithin/V2, 170° C	62
Abbildung 21: Futtermehl/V3, 170° C	63
Abbildung 22: Futtermehl/V4, 170° C	63
Abbildung 23: Futtermehl/Biscuitmehl	63
Abbildung 24: Futtermehl/Margarine	63
Abbildung 25: Futtermehl, Weinsteinp. 10 min	65
Abbildung 26: Futtermehl, BP, 10min	65
Abbildung 27: Futtermehl/V4, 12 min	66
Abbildung 28: Futtermehl/V3, 12 min	66
Abbildung 29: Futtermehl/V1, 11min, 180° C	67
Abbildung 30: Gerstenmehl/V2, 11min, 180° C	67
Abbildung 31: Feine Kleie/V3, 11min, 180° C	67
Abbildung 32: Futtermehl/V4, Hafer, 11min 180° C	67
Abbildung 33: Detail Benotung „Geschmack“	72
Abbildung 34: Detail Benotung „Konsistenz“	73
Abbildung 35: Detail Benotung „Feinheit“	73
Abbildung 36: Übersicht Benotung der Sorten	74
Abbildung 37: Kaufoption, "würden Sie das Produkt im Handel kaufen?"	74
Abbildung 38: Weiterempfehlung des Produktes	75

1 Einleitung

In den letzten hundert Jahren, seit Beginn der Industrialisierung, haben sich die Ernährungsgewohnheiten der Menschen stark verändert. Vor der Industrialisierung war aufgrund der niedrigeren Einkommen und Konzentration des Lebens außerhalb der Ballungsräume die Ernährung hauptsächlich vegetarisch und somit kohlenhydratreich und fettarm.

Seit Beginn der Industrialisierung hat sich aber die körperliche Aktivität der verringert. Die Ernährung wurde von kohlenstoffreich auf Protein- und fettreich umgestellt. Zudem können sich die Menschen durch höhere Einkommen auch stärker durch tierische Kost ernähren. In den letzten 100 Jahren ging der Verzehr vom wichtigen ballaststoffreichen Lebensmittel zurück.

Das Fleisch wurde damals hauptsächlich bei der Oberschicht und zu besonderen Anlässen gegessen, heute kann sich jeder Fleisch leisten.

Diese Faktoren der ballaststoffarmen, protein- und fettreichen Ernährung durch tierische Kost, gepaart mit Stress und Umweltverschmutzung, führen dazu, dass Menschen verstärkt mit Krankheiten, wie Arterienverkalkung durch erhöhten Cholesterinspiegel, oder Diabetes mellitus Typ II durch erhöhten Blutzuckerspiegel, konfrontiert sind. Auch Gallensteine, Krampfadern, Dickdarmkrebs, Blinddarmentzündung und andere Krankheiten gehören zu den Zivilisationskrankheiten, die durch Ballaststoffmangel begünstigt oder dadurch hervorgerufen werden (WATZL und LEITZMANN, 1995).

Daher sollte man auf eine möglichst gesunde Ernährung achten, um Risiken für ernährungsbedingte Krankheiten zu vermeiden. Vor allem in den Industrieländern hat sich herausgestellt, dass in den letzten 10 bis 15 Jahren die Konsumenten verstärkt auf die gesunden Zutaten in den Lebensmitteln achten.

Dieser Trend wurde von der Lebensmittelindustrie erkannt und bietet zudem für die Hersteller eine hervorragende Basis zur Produktdiversifikation und Preisresistenz gegenüber dem Discounter.

Dadurch waren verstärkt Produkte am Markt zu finden, die gesunde Ernährung suggerieren, jedoch keineswegs gesund sind und sich nicht oder sehr geringfügig von ihren herkömmlichen Konkurrenzprodukten unterscheiden.

Manchmal sind tatsächlich gesunde Zutaten vorhanden, die aber von der Menge kaum die empfohlene Tagesdosis erreichen oder deren Verzehr durch andere ungesunde Zutaten, wie z. B. Zucker oder Fett, nicht zu empfehlen sind.

Um die Auswahl der gesunden Lebensmittel für die Konsumenten zu erleichtern und zum Schutz der Konsumenten vor Irreführung und besseren Verständlichkeit über die Lebensmittelinhaltsstoffe, wurden im Jahr 2006 die „Health Claims- Verordnungen“ (EG) Nr. 1924/2006 veröffentlicht.

Als Zielsetzungen der Verordnung sind sicherzustellen, dass jede Angabe auf einem Etikett, mit dem ein Lebensmittel in der Europäischen Union gekennzeichnet ist, eindeutig und durch wissenschaftliche Nachweise abgesichert ist. Es ist auch definiert, wann ein Lebensmittel als „gesund“ zu bezeichnen ist (z. B. maximaler Zucker- und Fettgehalt oder Mindestangaben zu Ballaststoffe usw.).

Damit soll verhindert werden, dass die Lebensmittelindustrie willkürlich mit gesunden Lebensmitteln am Markt wirbt, obwohl der Verzehr mehr Schaden anrichtet als eine gesundheitsfördernde Wirkung erbringt.

Auf der anderen Seite gibt es seit jeher Produkte, die tatsächlich als gesund zu bezeichnen sind, aber durch einseitige Ernährung und einfachere Verarbeitungsmöglichkeit in Vergessenheit geraten sind.

Ein Beispiel dafür stellt die Gerste dar. Das Getreide hat einen hohen Ballaststoffgehalt, vor allem reich an β -Glucan, weswegen sie vorbeugend gegenüber Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Diabetes mellitus II wirkt.

Doch trotz der guten Gesundheitsbilanz wird Gerste und dergleichen heutzutage eher selten bei der Lebensmittelproduktion eingesetzt. Dies sollte sich ändern, um einen Schritt in Richtung gesündere Ernährung zu machen.

In dieser Arbeit soll mithilfe der Gerste als Basis für die Produktion der Kekse gezeigt werden, dass man ohne Verzicht auf Genussmittel sich gesund ernähren kann.

2 Gesunder Lebensstil

Eine adäquate Ernährung ist ein wichtiger Teil des gesundheitsförderlichen Lebensstils und ist ein wesentlicher Grundpfeiler und die Voraussetzung für die Gesundheit. Es wird selten darauf geachtet, dass man durch eine gesunde Ernährung einen wesentlichen Beitrag dazu leisten kann, um Krankheiten vorzubeugen. Aktiver Lebensstil und gesunde Ernährung können gegenüber chronischen Krankheiten prophylaktisch wirken.

Chronische Erkrankungen werden als die häufigste Todesursache in der Welt angesehen. Im Jahr 2002 starben weltweit 29 Millionen Menschen durch chronische Krankheiten, wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebs, chronische Atemwegserkrankungen und Diabetes (YACH et al., 2004).

Unterschiedliche Studien haben gezeigt, dass neben anderen Faktoren auch die Ernährung und der Lebensstil eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Krankheiten und Tod spielen und somit für die Erhaltung der Gesundheit und zur Vorbeugung von Erkrankungen bedeutend sind (LEHNER et al., 2012).

Die World Health Organization (WHO) vermutet, dass in weniger als 10 Jahren über 75% aller Todesfälle in den Industrieländern durch chronische Erkrankungen verursacht sein könnten. Um dieser Situation vorzubeugen, muss auf verschiedene Faktoren, wie z. B. die Ernährung, neben ausreichender Bewegung geachtet werden (WHO/FAO, 2003).

Eine ernährungsrelevante Vorbeugung von Lebensstil- und ernährungsbedingten Erkrankungen, wie z. B. Adipositas ist notwendig, um die Folgeerkrankungen und damit verbundene Kosten zu reduzieren bzw. kontrollieren (KIEFER et al., 2006).

Bei dieser Befragung haben mehr als 2,5 Millionen ($> 1/3$) der über 15-jährigen über ein chronisches Gesundheitsdefizit oder eine chronische Krankheit berichtet, wobei die Anzahl der betroffenen Frauen etwas höher war als die der Männer. Diese Gesundheitsprobleme nehmen mit dem Alter und vorwiegend beim weiblichen Geschlecht zu. Ein permanentes gesundheitliches Problem haben nur etwa 17% der bis 29-jährigen Personen, wobei der Prozentsatz bei den über 75-jährigen um einiges höher liegt, nämlich über 66% der Bevölkerung (KLIMONT et al., 2007).

2.1 DALY (Disability-Adjusted Life Year)

Um die Auswirkungen von Krankheiten in der Gesellschaft zu messen, wurde das DALY (disability adjusted life years) Konzept von der Weltbank konzipiert und 1993 präsentiert. Darin werden die Jahre gemessen, die man durch Krankheit und Tod verliert. Ein DALY kann als ein verlorenes Jahr im Vergleich zum gesunden Leben verstanden werden. Die Kalkulation basiert auf der Summe der verlorenen Jahre aufgrund des vorzeitigen Todes in der Gesellschaft und der verlorenen Jahre aufgrund einer Behinderung.

$$\text{DALY} = \text{YLD} + \text{YLL}$$

YLD - *Years lived with Disability*: mit Behinderung gelebte Lebensjahre

YLL - *Years of Life lost*: durch vorzeitigen Tod verlorene Lebensjahre

$$YLD = I \times DW \times L$$

I = Anzahl der Fälle

DW = Schwere der Behinderung

L = durchschnittliche Dauer der Behinderung bis zur Heilung oder bis zum Tod (in Jahren)

$$YLL = N \times L$$

N = Anzahl der Todesfälle

L = verbliebene Lebenserwartung im Sterbealter (in Jahren) (WHO, 2012)

Mit dieser Kennzahl sollen die Vorbeugungen und vor allem die Effizienz der Behandlung gemessen werden.

Im Jahr 2000 waren in Europa 41% verlorene Jahre verursacht durch Krankheiten und Tod wegen Erkrankungen zurückzuführen, bei deren Entwicklung die Ernährungsweise eine bedeutende Rolle spielt (WHO, 2004). Innerhalb der Gruppe der von Ernährungsfaktoren abhängigen Erkrankungen waren vor allem Herz-Kreislauferkrankungen mit 61%, Krebs mit 32% und Diabetes mellitus mit 5% die Krankheiten, die am meisten Jahre laut DALY Konzept verbrauchen (WHO/FAO, 2003). Die untere Tabelle zeigt die Rangliste der Ursachen der Krankheitslast in den entwickelten Ländern (WHO, 2004).

Risikofaktoren	Total DALYs (%)
Tabak	12,2
Bluthochdruck	10,9
Alkohol	9,2
Cholesterin	7,6
Übergewicht	7,4
Geringer Verzehr an Obst und Gemüse	3,9
Bewegungsmangel	3,3
Drogen	1,8
Ungeschützter Geschlechtsverkehr	0,8
Eisenmangel	0,7

Abbildung 1: Die 10 wichtigsten Faktoren als Ursache der Krankheitslast, gemessen in DALY (ÖSTERREICHISCHER ERNÄHRUNGSBERICHT, 2009)

2.2 Ernährungs- und lebensstilassoziierte Erkrankungen

Ernährungs- und lebensstilabhängige Erkrankungen, wie Übergewicht, erhöhter Blutcholesterinspiegel und erhöhter Blutdruck, sind vor allem kombiniert mit geringem körperlichen Aktivitäten und erhöhtem Alkohol- und Tabakkonsum die Hauptrisikofaktoren für Erkrankungen und Tod. Allein 42% der Todesfälle in Österreich im Jahr 2011 waren aufgrund der Herz-Kreislauf-Erkrankungen zurückzuführen. 4% der Todesfälle sind auf Diabetes Mellitus II zuzuordnen (Statistik Austria, 2012a).

Adipositas und deren Folgeerkrankungen beeinträchtigen nicht nur die individuelle Lebensqualität, sondern stellen darüber hinaus eine hohe Belastung für das Gesundheitssystem dar. Diese Kosten kann man in direkten und indirekten Kosten aufteilen.

Direkte Kosten werden durch Ausgaben für Spitalaufenthalt, Medikamente, Therapieausgaben, ärztliche Betreuung und Pflegepersonal verursacht. Indirekte Kosten entstehen durch mangelnde Produktivität und Ressourcenverlust aufgrund von krankheitsbedingtem Ausfalls und erhöhten Krankenständen sowie Frühpensionierung durch Arbeitsunfähigkeit und Todesfälle.

Im Jahre 2010 wurden ca. 29,8 Mrd. EUR (11% des BIP in Österreich) für die laufenden Gesundheitskosten ausgegeben (Statistik Austria 2012c). Laut Schätzungen umfassen mit Übergewicht assoziierte Kosten ca. 5% der Gesamtausgaben des Gesundheitssystems. Umgelegt auf die österreichischen Ausgaben sind das ca. 1,5 Mrd. EUR.

In Österreich ist die Anzahl der adipösen Personen laut der Gesundheitsbefragung 2006/2007 bei den Männern von 9,1% auf 12,8% und bei den Frauen von 9,1% auf sogar 13,4% gestiegen.

Die Häufigkeit von Übergewicht bzw. Adipositas steigt mit zunehmendem Alter. Erst ab ca. 65 Jahren ist ein rückläufiger Trend erkennbar, der aber dennoch zum Vergleichsjahr 1999 steigend ist (Statistik Austria, 2007).

Geschlecht, Alter	Untergewicht		Normalgewicht		Übergewicht		Adipositas	
	BMI<18,5		BMI 18,5-<25		BMI 25-<30		BMI 30 und mehr	
	1999	2006/07	1999	2006/07	1999	2006/07	1999	2006/07
	in %							
	Männer							
Insgesamt	0,9	0,6	35,6	41,6	54,4	44,9	9,1	12,8
20 bis 29 Jahre	1,5	0,7	52,2	69,5	42,4	24,0	3,9	5,7
30 bis 44 Jahre	0,7	0,5	38,5	44,6	53,4	44,0	7,4	10,8
45 bis 59 Jahre	0,6	0,4	26,6	30,2	59,9	52,2	12,9	17,2
60 bis 74 Jahre	0,7	0,5	25,7	28,1	60,1	52,9	13,5	18,6
75 Jahre und älter	1,8	2,4	35,4	37,9	56,1	51,5	6,7	8,1
	Frauen							
Insgesamt	3,3	2,9	66,1	53,8	21,5	29,9	9,1	13,4
20 bis 29 Jahre	6,7	7,6	80,8	72,5	9,1	14,1	3,4	5,8
30 bis 44 Jahre	3,7	3,1	74,2	64,0	15,8	23,4	6,3	9,4
45 bis 59 Jahre	1,7	1,7	59,5	48,5	26,9	33,3	11,9	16,5
60 bis 74 Jahre	1,5	1,0	50,9	36,8	32,0	41,3	15,6	20,9
75 Jahre und älter	3,8	1,6	61,2	42,7	26,9	40,7	8,2	15,0
Q: STATISTIK AUSTRIA, Gesundheitsbefragung 2006/07, Mikrozensus-Sonderprogramm "Fragen zur Gesundheit" 1999. Erstellt am: 21.08.2007.								

Abbildung 2: BMI nach Geschlecht - Vergleich der Jahre 1999 und 2006/07

2.3 Optimale Nährstoffaufnahme

Um eine gesundheitsfördernde und ausgewogene Ernährung zu erreichen, müssen bestimmte Mikro- und Makronährstoffe zugeführt werden.

Zu den Makronährstoffen gehören Kohlenhydrate, Eiweiße und Fette, die dem Körper beim Abbau Verbrennungsenergie liefern.

Mikronährstoffe liefern keine Energie, sind aber für den Stoffwechsel beim Organismus notwendig. Dazu gehören unter anderem Vitamine, Spurenelemente, Mengenelemente und Mineralstoffe. Durch ihr Fehlen können mitunter schwerwiegende Mangelerscheinungen auftreten.

Aus dem Österreichischen Ernährungsbericht 2008 ist zu sehen, dass die Aufnahme von vor allem ungesättigten Fetten und Zucker bei beiden Geschlechtern sowie Cholesterin bei Männern eine höhere Menge ist als der D-A-CH Referenzwert empfiehlt. Eine Senkung des Cholesterins wäre demnach anzustreben.

Dagegen ist die Kohlenhydrat-Aufnahme niedriger als der D-A-CH Referenzwert. Die Aufnahme von Kohlenhydraten (Di- und Polysaccharide) sollten zu Lasten von Fett und Zucker erhöht werden. Die untere Grafik illustriert den Makronährstoff-Anteil in der Ernährung der erwachsenen Bevölkerung in Österreich (18-75 Jahren) (ELMADFA et al., 2009)

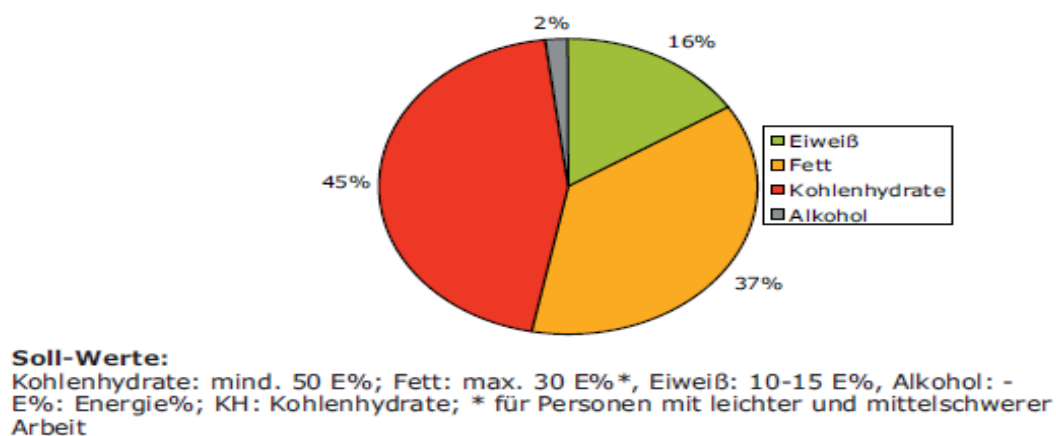


Abbildung 3: Anteil Energieliefernden Nährstoffe bei Österreichischen Erwachsenen. (ÖSTERREICHISCHER ERNÄHRUNGSBERICHT, 2009)

Frauen	Gesamt	18-<25 J.	25-<51 J.	51-64 J.	D-A-CH
Energie (MJ)	7,5	7,1	7,6	7,6	8,5-10*
Eiweiß (E%)	15	15	15	16	10-15
KH (E%)	46	47	46	46	>50
Zucker (E%)	11	12	11	10	-
Ballaststoffe (g)	20	17	21	22	>30
Fett (E%)	37	37	37	37	max. 30
GFS (E%)	15	15	15	15	max. 10
MFS (E%)	12	12	12	12	10-13
PFS (E%)	8	8	8	8	7-10
Cholesterin (mg)	283	261	285	294	max. 300
Alkohol (E%)	1,3	0,9	1,3	2,0	-
Männer	Gesamt	18-<25 J.	25-<51 J.	51-<64 J.	D-A-CH
Energie (MJ)	9,0	10,2	8,9	8,7	10,5-12,5*
Eiweiß (E%)	17	17	17	17	10-15
KH (E%)	43	43	43	42	>50
Zucker (E%)	9	9	9	8	-
Ballaststoffe (g)	20	20	19	22	>30
Fett (E%)	37	38	38	36	max. 30
GFS (E%)	14	14	14	14	max. 10
MFS (E%)	13	13	13	13	10-13
PFS (E%)	8	8	8	8	7-10
Cholesterin (mg)	352	385	355	319	max. 300
Alkohol (E%)	3,4	2,3	3,3	4,8	-
E%: Energie%; KH: Kohlenhydrate; GFS: Gesättigte Fettsäuren; MFS: Monoenfettsäuren; PFS: Polyenfettsäuren; * Richtwerte für die durchschnittliche Energiezufuhr in MJ bei Personen mit einem BMI im Normbereich und mit altersangepasster habitueller körperlicher Aktivität, PAL zwischen 1,6-1,75					

Abbildung 4: Zufuhr an Makronährstoffen in Österr. Bevölkerung, (ÖSTERREICHISCHER ERNÄHRUNGSBERICHT, 2009)

Eine Steigerung der Zunahme von Kohlenhydraten wäre sehr wünschenswert. Im nächsten Kapitel werden die positiven Eigenschaften der Ballaststoffe, vor allem, die in Gerste vorhandenen Ballaststoffe behandelt.

3 Getreide

Getreide sind die zu Mehl bearbeitbaren Früchte der Pflanzenfamilie Gramineen. Gramineen gehören mit ihren fast 3000 Arten zu den wichtigsten Futterpflanzen und sind eine der bedeutendsten Pflanzenfamilien für die Menschen. Sie wachsen fast überall auf der Erde und stehen mengen- und wertmäßig bei weitem an der Spitze aller pflanzenbaulichen Produkten. Auch wegen ihrer hervorragenden Lager- und Transportfähigkeit gehören sie zu den wertvollsten Nahrungsquellen der Menschen. Zu den wichtigsten Getreidesorten zählen z. B. Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Mais, Reis und Hirse.

Gerste, Hafer und Roggen kommen überwiegend in gemäßigten Zonen vor. Wegen ihrer Trocken- und Salzresistenz ist Gerste auch in manchen subtropischen Ländern von erheblicher Bedeutung.

Ein Nebenprodukt der Müllerei ist die Kleie, die unverändert in Diät-nahrung und als eiweißreiches Futtermittel benötigt wird. Aus der Kleie wird durch Extraktion Öl gewonnen. Besonders aus Mais, Reis und Weizen werden die Extraktionsrückstände hauptsächlich in der Tiernahrung und für die Kultur von Mikroorganismen verwendet. Die vielseitige Verwendung sowie das breite Vorhandensein in der Natur machen Getreide unverzichtbar (ESPIG und REHM, 1996).

3.1 Ursprung des Ackerbaus

Es ist anzunehmen, dass sich der Ackerbau in Mitteleuropa in der Ära von Jungsteinzeit entwickelte. Diese Annahme wird durch archäologische Ausgrabungen, vor allem in Europa und Nordafrika, belegt.

Allerdings reichen die Funde im Nahen Osten und Kleinasien weiter zurück, wovon auszugehen ist, dass die Impulse und Erkenntnisse des Ackerbaus aus diesen Gebieten nach Europa transferiert wurden. Spuren von Gerste (*Hordeum vulgare*), Linse (*Lens culinaris*) und Erbse (*Pisum sativum*) wurden entdeckt, die auf eine Nutzung bis vor 7000 Jahren in diesen Gebieten hinweisen (GARVE und HOFMEISTER, 1998).

Allmählich entwickelte sich die Menschheit von der aneignenden Lebensweise des Jägers und Sammlers zur produzierenden Wirtschaftsweise des Bauern. Dieser allgemein als neolithische Revolution bekannte Übergang setzte zu unterschiedlichen Zeiten ein. In Mesopotamien um ca. 11000 Jahre v. Chr. und in Mitteleuropa um ca. 5500 v. Chr. (BICK, 2006). Als bereits die ersten primitiven Weizen- und Gerstensorten kultiviert und angebaut wurden, jagten die Ackerbauern noch nebenbei. Doch um die Pflanzen ernten und die Körner bearbeiten zu können, mussten sie geeignete Behälter und Mahlsteine produzieren. Diese unhandlichen Gegenstände waren zu schwer, um sie auf die Wanderschaft mitzunehmen. Die Neolithische Revolution führte zur Sesshaftigkeit von Menschen und Domestizierung von Tieren sowie zur Verwendung des Ackerbaus. Fest steht jedenfalls, dass das Getreide aus Naturmenschen Kulturmenschen machte (FESSEL et al., 1992).

3.2 Nährstoffe in Getreide

Getreide liefert Energie, Vitamine, Mineralstoffe und vor allem sogenannte komplexe Kohlenhydrate (Ballaststoffe). Wird beim Mahlvorgang das gesamte Getreide (samt

Schale) vermahlen, bleiben viele wertvolle Nährstoffe enthalten. Denn in den Randschichten und dem Keimling des Getreidekorns sitzen die wertvollen Nährstoffe, wie Eiweiß, Linolsäure, Spurenelemente, Vitamine und Ballaststoffe.

Werden aber bei der Produktion die Randschichten entfernt, wie es bei der Herstellung von Weißmehl der Fall ist, gehen bis zu 90% der Nährstoffe, wie Vitamine (insbesondere B1, B2 und Folsäure), Mineralstoffe sowie hochwertige Fette und Eiweiß verloren. Bei dieser Herstellungsmethode gehen sogar 95% des Ballaststoffes verloren. Aus diesem Grund ist es für die Ernährung von großer Bedeutung, ballaststoffreiche Vollkornprodukte, wie Brot, Reis, Nudeln und Müsli auf dem Speiseplan zu haben (NOWAK und TRÖSTL, 1999).

Über die positiven Vorteile der Ballaststoffe und deren Inhaltstoffe wird in den nächsten Kapiteln dieser Arbeit eingegangen.

3.3 Gerste

Hordeum vulgare, e. Barley, fr. Orge, it. Orze, sp. Cebada

Gerste ist ein sehr anpassungsfähiges und vielfältiges Getreide, hat eine kürzere Wachstumsphase als Roggen und Weizen, hat keinen hohen Bedarf an Feuchtigkeit, ist ein Selbstbestäuber und kann überall angebaut werden. Deshalb kam es zur Einkreuzung und Formenaufspaltung und somit zur Sortenvielfalt (KÜSTER et al., 1999).

Dieses Getreide hatte schon in der frühen Steinzeit bis zum Mittelalter eine wichtige Bedeutung. In der Antike wurde Gerste als Nahrungsmaß und Maßeinheit eingesetzt und galt als Reichtums-Symbol. Es wurde unter anderem als Nahrungsgetreide zur Gewinnung von Gerstenschrotbrei verwendet oder als Arzneimittel, z. B. gegen Fieber, eingesetzt. Heute wird dieses vor allem zur Bierherstellung oder als Tierfutter verwendet. Als Brotgetreide wird es nur noch selten in manchen nördlichen Ländern Europas verwendet (HAMM und HOSBACH, 1998).



Abbildung 5: *Hordeum Vulgare* (THOME, 1885)

Gerste wurde morphologisch in Nacktgerste, Kurzgrannige Gerste, Grannenlose Gerste, Glattgrannige Gerste und Kapuzengerste geteilt (SCHIEMANN, 1948).

Es gibt zwei Aussaaten im Jahr und deshalb wird die Gerste in Sommer- und Wintergerste eingeteilt, die sich bezüglich der Temperaturen, Bodenbeschaffenheit und des Ertragsreichtums unterscheiden. Die Wintergerste wird im September gesät und braucht eine längere Wachstumsdauer als die Sommergerste. Im Gegensatz zur Sommergerste braucht die Wintergerste konstante Temperaturen im Winter und anhaltend warme Temperaturen im Frühjahr. Die Sommergerste reift in ca. 3 Monaten auch bei niedrigeren Temperaturen des Nordens und in trockenen Gebieten Afrikas und wird bei Gelb- oder Todreife geerntet. (FRANKE, 1997)

Dafür ist die Wintergerste ertragreicher als die Sommergerste. Je nach Standort liefert die Wintergerste ca. 50-90 dt/ha und die Sommergerste nur 40.60 dt/ha (Anonym, 2012).

Gerstenkörner im entspelzten getrockneten reifen Zustand enthalten etwa 12% Wasser, ca. 10% Protein (in Wintergerste etwas höher) und etwa 2% Fett, 60-70% Kohlenhydrate, hauptsächlich als Stärke und ca. 10% Ballaststoffe (1,7% wasserlösliche Ballaststoffe und über 8% wasserunlösliche Ballaststoffe). Nach Hafer hat Gerste mit 2,25% den höchsten Gehalt an Mineralstoffen, wie Magnesium, Calcium, Eisen und Zink. Der Rest besteht aus Vitaminen, wie Vitamin E, Vitamin B-Komplex, Vitamin C und Carotinoide (BICKEL-SANDKÖTTER, 2001; SOUCI et al., 1994).

Zu den Ballaststoffen des Gerstenkorns gehören 10-14% Cellulose aus langen stabilen Fasern, die hauptsächlich neben den Hemicellulosen in den Spelzen zu finden sind. Im Mehlkörper befinden sich fast ausschließlich β -Glucane, vor allem $\beta(1,4)$ Verknüpfungen und Pentosane (Brandt, 2009).

Aus Gerste werden hauptsächlich Futtergetreide hergestellt. Vor allem Wintergerste wird wegen dem höheren Proteinanteil im Vergleich zur Sommergerste stärker zur Futtermehlproduktion herangezogen. Der Rest wird für die menschliche Ernährung zur Herstellung von Mehl, Grieß, Graupe, Malzkaffee, Bier (vor allem aus Sommergerste, wegen dem höheren Kohlenhydratanteil als Wintergerste) bearbeitet. Gerste, die früher einen sehr hohen Wert hatte, besitzt heute eine geringere wirtschaftliche Bedeutung als z. B. Weizen, Mais und Reis. Es wird immer wieder versucht, für die Gerste eine neue wirtschaftliche Verwendung zu finden, um dieses wertvolle nährstoffreiche Getreide nicht in die Vergessenheit geraten zu lassen (AUFHAMMER und FISCHBECK, 1973).

In Österreich verringert sich die Anbaufläche für Gerste im Vergleich zu den anderen wichtigen Getreidesorten kontinuierlich. In der Ernteerhebung der Statistik Austria (Tabelle 1) ist dieser Trend deutlich zu sehen. Man muss auch bedenken, dass die Gerste heute in Österreich und in der EU hauptsächlich für die Tierfutterproduktion und die Bierherstellung verwendet wird und wenig Bedeutung für die menschliche Ernährung hat.

Tabelle 1: Feldfruchtproduktion 1975-2011 in Österreich (STATISTIK AUSTRIA, 2012b)

Jahr	Weizen	Gerste	Körnermais inkl. CCM	Kartoffeln	Zucker- rüben	Raps und Rüben	Sojabohnen
Produktion in Tonnen							
1975	945.188	1.006.242	980.532	1.578.687	3.134.492	5.524	-
1976	1.233.520	1.286.583	936.428	1.746.023	2.583.342	4.403	-
1977	1.071.848	1.211.734	1.159.413	1.352.246	2.720.930	4.867	-
1978	1.194.808	1.423.602	1.165.640	1.400.892	1.884.677	6.275	-
1979	849.921	1.128.714	1.346.655	1.493.706	2.145.173	3.011	-
1980	1.200.599	1.514.491	1.292.745	1.263.922	2.587.292	8.361	-
1981	1.025.011	1.219.816	1.374.386	1.309.779	3.006.924	9.876	-
1982	1.236.355	1.436.543	1.550.775	1.120.676	3.510.487	9.003	-
1983	1.417.365	1.448.917	1.453.703	1.011.511	2.020.308	11.869	-
1984	1.501.005	1.516.981	1.542.072	1.138.097	2.564.487	12.338	-
1985	1.562.776	1.521.408	1.726.693	1.042.196	2.407.406	17.289	-
1986	1.414.599	1.292.450	1.739.740	982.405	1.570.866	26.842	-
1987	1.450.734	1.178.686	1.685.121	879.497	2.128.322	65.705	-
1988	1.559.993	1.366.424	1.700.444	1.001.044	1.933.706	86.987	-
1989	1.362.951	1.421.645	1.491.310	845.466	2.640.832	95.552	-
1990	1.404.468	1.520.554	1.620.237	793.536	2.494.366	101.527	17.658
1991	1.375.253	1.427.045	1.571.361	789.979	2.521.605	132.875	36.770
1992	1.325.401	1.342.141	1.118.169	738.256	2.605.408	132.352	92.284
1993	1.018.013	1.099.646	1.524.487	885.833	2.993.908	131.396	125.258
1994	1.255.122	1.184.350	1.420.645	593.720	2.560.583	217.069	104.946
1995	1.301.445	1.065.188	1.473.492	724.426	2.885.807	267.596	31.121
1996	1.239.723	1.082.789	1.735.568	768.974	3.131.307	120.757	26.763
1997	1.352.281	1.257.800	1.841.682	676.872	3.011.921	129.084	33.477
1998	1.341.820	1.211.557	1.645.607	646.915	3.314.143	128.374	50.457
1999	1.416.200	1.152.801	1.699.939	711.729	3.216.731	194.265	50.449
2000	1.312.962	854.667	1.851.728	694.609	2.633.532	125.353	32.843
2001	1.508.283	1.012.407	1.771.081	694.602	2.773.478	146.525	33.875
2002	1.434.208	861.391	1.955.595	684.321	3.043.398	128.647	35.329
2003	1.191.380	882.322	1.707.771	560.340	2.485.386	77.721	39.465
2004	1.718.825	1.006.742	1.944.882	693.054	2.901.902	120.815	44.824
2005	1.453.072	879.628	2.020.955	763.165	3.083.792	104.303	60.573
2006	1.396.300	914.052	1.746.185	654.621	2.493.097	137.303	64.960
2007	1.399.341	810.980	1.994.698	668.755	2.656.214	144.706	52.902
2008	1.689.688	967.921	2.448.538	756.945	3.091.432	174.592	54.095
2009	1.523.368	835.107	2.168.838	722.098	3.083.135	171.073	71.333
2010	1.517.805	777.961	1.955.989	671.722	3.131.666	170.584	94.544
2011	1.781.837	859.375	2.453.133	816.070	3.456.227	179.669	109.378

Q: STATISTIK AUSTRIA, Ernteerhebung. Erstellt am 14.03.2012.

Aufgrund der wertvollen Nähr- und Inhaltstoffe, wie Vitamine, Mineralien und Ballaststoffe, die in der Gerste vorkommen, sollte dieses Getreide stärker in der Nahrungsmittelherstellung und -bearbeitung eingesetzt werden. Der vermehrte Einsatz von Gerstenmehl anstatt z. B. Weizenmehl würde die Zufuhr von Ballaststoffen in der Nahrungskette erhöhen und zu einer Verbesserung und Optimierung des allgemeinen Gesundheitszustands führen.

Wegen der zahlreichen Vorteile, die Ballaststoffe mit sich bringen und im nächsten Kapitel näher erläutert werden, ist es angebracht, sich ballaststoffreich zu ernähren.

Ein gesunder Lebensstil – dazu gehört zweifelslos viel Bewegung und eine ausgewogene ballaststoffreiche Ernährung – kann prophylaktisch gegen zahlreiche Krankheiten wirken.

4 Ballaststoffe

4.1 Allgemein

Ballaststoffe (Nahrungsfaser, „Nicht-Stärke-Polysaccharide“ NSP) sind Bestandteile von Zellwänden und ein unverdaulicher Naturbestandteil pflanzlicher Lebensmittel. Sie werden durch die Verdauungsenzyme im menschlichen Magen-Darm-Trakt nicht abgebaut (ELMADFA und LEITZMANN, 2004). Die Gruppe der Ballaststoffe (Polysaccharide) umfasst Verbindungen, die als Stütz- und Strukturelemente in Pflanzenzellen dienen und somit der Pflanze Halt und Stabilität geben.

Mit der Zunahme der Industrialisierung und technischen Verbesserung vor allem in der Getreideverarbeitung wurde es möglich, den hellen Mehlkörper mit geringem Aufwand von der schlecht verwertbaren Außenschicht des Korns (Kleie) abzutrennen. Der zunehmende Verbrauch heller Mehle anstelle dunkler Vollkornmehle führt zu einer geringen Zufuhr an Ballaststoffen zum Körper. Geringer Ballaststoffzufuhr führt zu Mangelkrankungen, die typisch für unsere Gesellschaft geworden sind. Sogenannte Wohlstands- oder Zivilisationskrankheiten, die häufiger in industrialisierten Ländern vorkommen, können ihre Ursachen in einer geringen Zufuhr an Ballaststoffen haben. Das liegt vor allem an verbesserten mahltechnischen Verfahren, die eine effiziente Abtrennung der Kleie vom Weißmehl ermöglicht (SCHEPACH, 1996).

Ballaststoffe sollen der Entstehung von Krankheiten, wie Diabetes mellitus, Dickdarmkrebs, erhöhter Cholesterinspiegel, Gallensteine, Übergewicht und zahlreichen anderen Krankheiten entgegenwirken.

Untersuchungen können einen direkten Zusammenhang zwischen der Häufigkeit des Auftretens der Krankheiten und dem Mangel an Ballaststoffzufuhr nachweisen.

Durchschnittlich nehmen Erwachsene in Mitteleuropa derzeit etwa 20g Ballaststoffe zu sich; die meisten Vegetarier führen etwa die doppelte Menge zu und die Landbewohner Afrikas nehmen ca. 50-120 g/d auf (ELMADFA und LEITZMANN, 2004).

4.2 Komponenten und Bindungen

Zum wichtigsten Vertreter der Gruppe Ballaststoffe zählen unter anderem Cellulose, Hemicellulosen, β -Glucane, Pektine, Pflanzengummis und Lignin und kommen in Lebensmitteln in unterschiedlichen Mengen vor.

Ballaststoffe können unter anderem in zwei große Gruppen der löslichen und unlöslichen Ballaststoffe eingeteilt werden:

1. Ballaststoffe mit niedrigem Wasserbindungsvermögen, die überwiegend aus Cellulose und Hemicellulose bestehen. Diese enthalten relativ viel Lignin und können bakteriell wenig abgebaut werden und sind wasserunlöslich (z. B. enthalten in Vollkorngetreide)
2. Wasserlösliche Ballaststoffe können von Darmbakterien zu Fettsäure abgebaut werden und sind reich an Uronsäure oder Arabinoxylanen. Zu den wasserlöslichen

Ballaststoffen zählen z. B. Pektine, Pflanzengummi, β -Glucan und Gelstoffe aus Algen (ELMADFA und LEITZMANN, 2004).

4.3 Quellen der Ballaststoffe

4.3.1 Natürliches Vorkommen

Ballaststoffe kommen in allen unverarbeiteten Lebensmitteln, vorwiegend aber in pflanzlichen Nahrungsmitteln, wie Obst, Gemüse und Getreide, vor. Sie sind hauptsächlich in strukturbildendem Gerüstgewebe oder Randschichten der Zellwände vorhanden. Der Ballaststoffgehalt in Pflanzen ist unterschiedlich und schwankt aufgrund biologischer Faktoren, wie Sorte, Reifegrad und bodenabhängigen Wachstumsbedingungen.

Besonders ballaststoffreich (g Ballaststoff/100g Lebensmittel) sind Vollkorngetreide, Gemüse, z. B. Kohlrarten und Kartoffeln (Pelkkartoffeln). In Getreide ist wenig Pektin enthalten, dafür mehr Hemicellulose, während der Anteil von Pektinen und Cellulose in Obst und Gemüse höher ist. Dafür enthält Obst weniger Hemicellulose. Der Ligningehalt erhöht sich mit steigendem Reifegrad und ist bei ausgereiften Samen höher als beim jungen grünen Gemüse (ELMADFA und LEITZMANN, 2004).

4.3.2 Künstliche Erzeugung

In der Lebensmittelindustrie dienen Ballaststoffe wegen ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften als Gelier, Verdickungs- und Bindemittel. Ebenfalls Verwendung finden Ballaststoffe bei der Herstellung von Medikamenten und Arzneimitteln. Allerdings werden in der Industrie hauptsächlich Isolate verwendet. Diese Produkte können ebenfalls als ballaststoffhaltig bezeichnet werden, weil die gesetzliche Bestimmung nicht die Zugabe erlaubter Quellstoffe auf 2% des Produktgewichts festlegt. Ausnahmen gibt es bei der Zugabe von Pektin (max. 3% des Produktgewichts) und Gummi arabicum (unbegrenzt) (ELMADFA und LEITZMANN, 2004).

Man kann auch Ballaststoffe aus Nahrungsergänzungsmitteln zu sich nehmen. Allerdings muss einem auch bewusst sein, dass die natürliche Zunahme von Ballaststoffen, durchschnittlich 0,5 g beträgt und die meisten Studien über die Vorteilhaftigkeit von Ballaststoffen sich auf die Aufnahme durch natürliche Quellen beziehen. Es bleibt abzuwarten, wie die gesundheitlichen Auswirkungen auf den Körper zu bewerten sind und welche Produkte die Industrie auf den Markt bringt (ELMADFA und LEITZMANN, 2004).

4.4 Eigenschaften der Ballaststoffe

Ein besseres Verständnis der physiologischen Wirkung der Ballaststoffe bringen eher die physikalischen Eigenschaften, wie Viskosität, Wasserbindungskapazität, Fermentierbarkeit, Gallensäuren-Bindungsfähigkeit und Kationenaustauschfunktion, als nur die Kenntnis über die chemische Zusammensetzung der Ballaststoffe (ELMADFA und LEITZMANN, 2004).

4.4.1 Physikalische Eigenschaften

4.4.1.1 Wasserbindungskapazität:

Die Quellfähigkeit der Polysaccharide spielt beim Wasserbindungsvermögen der Ballaststoffe eine essentielle Rolle, weil sie gemeinsam mit Wasser gallertige oder kolloidale Lösungen bilden und durch das Binden der Quellstoffe an das Wasser erhöht sich das Volumen und der Wassergehalt der Nahrung. Die Funktionsrate der Wasserbindungskapazität ist bei löslichen Ballaststoffen, wie β -Glucan, höher als bei unlöslichen Ballaststoffen, wie Lignin oder Cellulose. Eine Strukturmodifizierung der Polysaccharide erhöht mehrfach die Wasserbindungskapazität (ELMADFA und LEITZMANN, 2004).

4.4.1.2 Viskosität:

Einige der Ballaststoffe, wie Pektine, β -Glucane, Gummis, Agar und Carrageen, können nach der Bindung an das Wasser Lösungen mit hoher Viskosität bilden (ELMADFA und LEITZMANN, 2004).

4.4.1.3 Fermentierbarkeit:

Die Ballaststoffe werden durch die Verdauungsenzyme des Magen-Darm-Trakts nicht abgebaut, sondern durch die Darmflora mehr oder weniger fermentiert. Die Geschwindigkeit der Fermentation sowie die Fermentationsrate werden durch die Art der Ballaststoffe, die physikalische Bindung oder Struktur und durch die Menge der Mikroflora beeinflusst. Das heißt, z. B. isolierte Ballaststoffe werden schneller als Ballaststoffquellen mit großen Partikeln fermentiert und unlösliche Ballaststoffe werden bakteriell fast nicht abgebaut. Aber auch einige lösliche Ballaststoffe, wie Psyllium und Xanthan, werden nicht oder wenig fermentiert. Die Ballaststoffe werden nach der Fermentation zu kurzkettigen Fettsäuren, wie Acetat, Butyrat und Propionat, sowie Methan- und Wasserstoffgasen umgebaut (ELMADFA und LEITZMANN, 2004).

4.4.1.4 Gallensäure-Bindungsfähigkeit:

Gallensäure entsteht im Cholesterinstoffwechsel als Endprodukt, was durch Bindung an Ballaststoffe vom Körper ausgeschieden wird, weil die Wiederaufnahme der Gallensäure nicht mehr erfolgt oder ohne Bindung an Ballaststoffe wieder in den enterohepatischen Kreislauf zurückgelangt und der Fettresorption und -verdauung dient. Ballaststoffe nach Bindungsfähigkeit sind z. B. Guar, Lignin, Pektin, Weizenkleie und Cellulose. Bei einem niedrigeren PH-Wert erhöht sich die Gallensäureadsorption und bei höheren Werten sinkt die Adsorption der Gallensäure (ELMADFA und LEITZMANN, 2004).

4.4.1.5 Kationenaustauschfunktion:

Ionenaustauscher sind reaktive Gruppen in Ballaststoffen, die verschiedene Stoffe, wie Mineralstoffe und Spurenelemente, im Magen-Darm-Trakt selektiv binden und den Einfluss in Stoffwechselvorgängen zeigen können, z. B. Entgiftung durch Bindung und Ausscheidung schädlicher Stoffe (ELMADFA und LEITZMANN, 2004).

4.4.2 Physiologische Funktionen

Zahlreiche klinische und experimentelle Studien an Tier und Mensch wurden durchgeführt, um einen Bedarf an Ballaststoffen in der Ernährung aufzuzeigen, die auf den o. g. unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften der Ballaststoffe basieren:

4.4.2.1 Sättigende Wirkung:

Beim Verzehr von ballaststoffreichen Lebensmitteln wird aufgrund der Faserstruktur der Cellulose und des Lignins ein intensiveres und längeres Kauen benötigt. Das bewirkt wiederum eine vermehrte Absonderung eines puffernden, alkalischen Speichels. Beides sind wichtige Vorgänge für die Zahnerhaltung und die Vorverdauung der Speisen. Die Verweildauer des ballaststoffreichen Speisebreis im Magen wird verlängert und der Speichel kann länger einwirken und der Magensaft wird vermehrt sezerniert. Dadurch wird meist das Hungergefühl reduziert und eine übermäßige Nahrungsaufnahme durch diese natürliche Sättigung verhindert (ELMADFA und LEITZMANN, 2004).

4.4.2.2 Einfluss auf den Gastrointestinaltrakt:

Ballaststoffe in der Nahrung können Funktionen des Dickdarms beeinflussen, indem sie die Transitzeit der aufgenommenen Nahrung im Darm verkürzen, das Stuhlgewicht und die Stuhlentleerungshäufigkeit erhöhen. Epidemiologische Daten von BURKITT (1971) ergaben, dass Menschen in Afrika, die in ländlichen Gebieten lebten und sich reich an unverdaulichen pflanzlichen Pflanzenfasern in ihrer Kost ernährten, ein wesentlich höheres durchschnittliches Stuhlgewicht hatten, als Afrikaner, die in den Ballungsräumen lebten. Auch die Zeit zwischen der Nahrungsaufnahme und ihrer Ausscheidung (Transitzeit) war wesentlich kürzer als vergleichsweise bei den Europäern. (HUTH, 1979).

Es gibt eine nicht-proportionale Korrelation zwischen dem Stuhlgewicht und der gastrointestinalen Transitzeit: je niedriger das Stuhlgewicht, desto höher ist die Passagezeit im Darm und umgekehrt. Diese gilt bis zu einem bestimmten Mengenwert (20-30 g), ab dieser Stuhlmenge ist die Änderung nicht signifikant (ELMADFA und LEITZMANN, 2004).

Ballaststoffe mit dem meisten Anteil an unlöslichen Bestandteilen, wie z. B. Weizenkleie, erhöhen das Stuhlgewicht am stärksten. Obst und Gemüse, Gummis und Schleimstoffe steigern die Stuhlmenge mittelmäßig, während Leguminosen und Pektin fast keine Wirkung darauf haben. Ferner wird das Stuhlgewicht durch die Vermehrung der Zellmasse der Darmflora beeinflusst. So kann z. B. Weizenkleie einen Anstieg des Stuhlgewichts direkt über eine Erhöhung des unverdaulichen Coloninhalts und der Wasserbindung ermöglichen, während die Ballaststoffe in Obst und Gemüse und die löslichen Polysaccharide indirekten Einfluss durch die Erhöhung der mikrobiellen Zellmasse auf das Stuhlgewicht haben. Außerdem gilt bei Weizenkleie ein proportionaler Zusammenhang zwischen Partikelgröße der Weizenkleie und dem Stuhlgewicht (ELMADFA und LEITZMANN, 2004).

Es gibt aber auch andere Faktoren außer Stuhlmenge, die die intestinale Transitzeit durch Ballaststoffe beeinflussen, wie niedrige pH-Werte, schlecht absorbierbare kurzkettige Fettsäuren oder eine direkte Wirkung auf die Darmperistaltik. Die erhöhte

Stoffwechselaktivität der Darmflora, die durch Ballaststoffe ausgeübt wird, können sogar Darmkrebsvorbeugend sein (WATZL, 1995).

4.4.2.3 Cholesterinsenkung:

Cholesterin zählt zur Gruppe der Lipide (Fette) und ist im Körper wasserunlöslich. Cholesterin ist ein wichtiger Bestandteil unseres Körpers und die Vorstufe zu Gallensäure, Vitamin D und Geschlechtshormone. Darüber hinaus ist Cholesterin Bestandteil unseres Zellmembrans (BARTELS, R. und BARTELS, H. 2004). Cholesterin wird durch Nahrung aus tierischem Fett aufgenommen oder im eigenen Körper hauptsächlich in der Leber gebildet. Im gesunden Körper herrscht meist ein Gleichgewicht zwischen dem aufgenommenen und körpereigen gebildeten Cholesterin. Ein hoher Cholesterinspiegel (Normaler Wert liegt zw. 150 bis 200 mg/dl Serum¹) führt durch Ablagerungen zur Verengung von Blutgefäßen, die Herz- und Gehirnfarkte folgen können. Doch nicht jede Cholesterinart stellt ein Risiko der Verengung der Blutgefäße dar. Man unterscheidet zwischen LDL (Low-Density-Lipoprotein) und HDL (High-Density-Lipoprotein).

LDL Cholesterin zählt zu der Gruppe des „gefährlichen“ Cholesterins, weil die wasserunlöslichen Lipide (Fette) bei hoher Konzentration zur Arterienverengung (Arteriosklerose) führen. LDL transportiert ca. zwei Drittel des Gesamtcholesterins im Plasma. Hohe LDL Werte (160mg/dl) werden mit hohem Risiko für koronare Herzkrankheiten assoziiert (SCHWARZ et. al, 1992).

HDL-Cholesterin ist im Gegensatz zu LDL eher schützend vor Fettablagerungen und mindert das Risiko der Arteriosklerose und wird in der Leber abgebaut (ELMADFA, 2004). Ein niedriger HDL-Spiegel erhöht das Risiko der arteriosklerotischen Gefäßerkrankungen mehr als ein hoher LDL-Cholesterinspiegel.

Die wichtigsten Mechanismen, die hauptsächlich für die antiatherogene Wirkung der HDL verantwortlich sind:

- HDL hindert das Eindringen von LDL in den Zellen der Arterienwand
- HDL mobilisiert und transportiert abgelagertes Cholesterin
- HDL ist am Abbau triglyzeridreicher Lipoproteine beteiligt (SCHLIERF et al., 1982).

In zahlreichen Studien wurde festgestellt, dass wasserlösliche Ballaststoffe, wie z. B. β -Glucan, zu einer Senkung des Cholesterinspiegels durch Bindung und Ausscheidung von Gallensäure führen (Lia et al., 1995). Dazu zählen auch verschiedene Pflanzengummis und Carboxymethylcellulose, Psyllium und Pektin. Die Einnahme von wasserlöslichen Komponenten, wie Haferkleie, Gerste, Leguminosen, Obst und Gemüse, in ballaststoffreichen Lebensmitteln bewirken eine Verbindung der Cholesterinmenge zwischen 5% bis 10%, in einigen Fällen bis zu 25%.

Die Senkung wirkt hauptsächlich gegen das LDL-Cholesterin und bewirkt keine Veränderung beim HDL-Cholesterin. Im Gegensatz zu den wasserlöslichen Komponenten

¹ Physiologie, BARTELS, R. und BARTELS, H., 7. Auflage, 2004, S. 76

dürften unlösliche Ballaststofffraktionen, wie Cellulose, Lignin und Weizenkleie, keinen Einfluss auf die Serumcholesterinkonzentration haben (ELMADFA und LEITZMANN, 2004).

4.4.2.4 Modifikation der Glucose- und Insulinantwort:

Zahlreiche Studien belegen, dass die Aufnahme von bestimmten wasserlöslichen Ballaststoffen mit einer Mahlzeit den Glucose- und Insulinspiegel nach der Nahrungsaufnahme reduziert. Dies wurde sowohl bei Gesunden, als auch bei Diabetikern beobachtet. Keine signifikante Veränderung wurde bei der Aufnahme unlöslicher Ballaststoffe, wie z. B. Cellulose festgestellt (ELMADFA, 2004). Ein Grund dafür könnte die verzögerte Magenverdauung und -entleerung sein, die zu einer langsamen Glucoseabsorption und zum Blutzuckeranstieg führt. Somit spielen Ballaststoffe auch eine fundamentale Rolle in der Ernährung der Diabetiker (RITTER, 1990).

Die Wirkung ist bei der Zufuhr von Ballaststoffen aus natürlichen Lebensmitteln höher als bei isolierten Ballaststoffsupplementen. Die intakte Pflanzenzellwände oder Kleiehüllen bilden eine Barriere gegenüber den Verdauungsenzymen und verhindern eine rasche Absorption von Kohlenhydraten im Körper und beim Transport in den Blutkreislauf. Dies verhindert eine rasche Erhöhung des Insulinspiegels im Körper (SCHREZENMEIR, 1996).

4.4.2.5 Krebsprävention:

Zahlreiche Studien belegen, dass es eine positive Korrelation zwischen ballaststoffreicher Ernährung und ein vermindertes Risiko für Dickdarmkrebs gibt (WATZL und LEITZMANN, 1999).

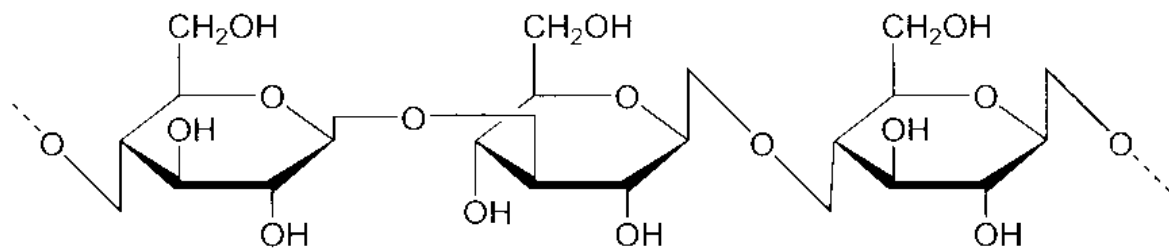
Die hauptsächliche Ursache für die krebsvorbeugende Wirkung liegt daran, dass die Ballaststoffe die genotoxischen und krebserregenden Substanzen binden und deren Ausscheidung aus dem Körper beschleunigen (WATZL und LEITZMANN, 1999).

Im Allgemeinen haben die in vitro-Studien gezeigt, dass Ballaststoffe, vor allem β -Glucane mit hohem Molekulargewicht, die Leukozyten aktivieren und ihre phagozytierenden, zytotoxischen und antimikrobiellen Aktivitäten stimulieren, einschließlich produzieren sie reaktive Sauerstoff- und Stickstoff-Zwischenprodukte, die die Krankheitserreger und Tumorzellen vernichten (AKRAMIENĖ et al., 2007).

4.5 β -Glucan

Glucane sind Polysaccharide, die durch glycosidische Bindung miteinander verknüpft sind. Den Unterschied unter den verschiedenen Polysacchariden machen die Zuckerreste und die Bindungen zwischen den Zuckerresten aus. Nach Art der glycosidischen Bindung werden die Glucane in Alpha- und Beta-Glucane klassifiziert.

Hemicellulose stellt einen Mix aus verschiedenen Polysacchariden dar, die durch die dominierende Zuckergruppe in ihrem Grundaufbau und in den Seitenverbindungen definiert wird. Cellulose bildet lange Ketten von $\beta(1,4)$ -glycosidisch verknüpften Glucosemolekülen. β -Glucane enthalten zu den $\beta(1,4)$ -glycosidischen Bindungen, wie bei der Cellulose, noch zusätzlich $\beta(1,3)$ -Bindungen (ELMADFA und LEITZMANN, 2004).



gemischt verknüpftes β -Glukan [(1-3)(1-4)- β -D-Glukan]

Abbildung 6: Struktur von β -Glukan (ELMADFA und LEITZMANN, 2004)

Die unterschiedliche Struktur der Seitenketten und Hauptstränge beeinflussen die Aktivität und Wirksamkeit der Glucane. So können z. B. die Unterschiede in der Länge der Polysaccharidkette und ihre Verzweigungsanzahl und Verzweigungsstruktur verschiedene Resultate der β -Glukan-Wirksamkeiten (durch Extraktion mit heißem Wasser) aus Pilz und Hefe verursachen (AKRAMIENÉ et al., 2007).

Die β -Glukan-Funktionalität kann durch die Verarbeitung des Getreides, wie z. B. Gerste, durch verschiedene Bearbeitungstechniken, wie Fräsen, Extraktion und Fraktionierung, hydrothermische Behandlungen, Mischen, Maischen, Extrudieren, Fermentieren, Kochen, Backen, Braten, Einfrieren und Lagern, beeinflusst werden. Dabei werden die molekularen Strukturen und die Viskosität des β -Glucans geändert, ohne dessen Inhaltsstoff zu ändern. Bei einer Gerste Produktentwicklungsforschung an der Cereal Research Centre in Winnipeg wurde gezeigt, dass die Extrahierbarkeit von β -Glukan beeinflussbar ist und die Viskosität durch Hitzebehandlung erhöht werden kann (AMES und RHYMER, 2008).

Bei einem höheren Anteil an β -1,3-Bindungen in Glucanen erhöht sich die Wasserlöslichkeit und ihre Viskosität. Letzteres spielt bei der Bierherstellung eine bedeutende Rolle (TERNES et al., 2007).

β -Glucane kommen in Form von Laminarin (in einer Braunalgenart), Curdlan (Polysaccharid von β -1,3-Glucane, Gelbildungsfähig), Cellulose (Gerüstpolysaccharid in pflanzlichen Geweben), Pustulan (Polysaccharid einer Flechtenart), Lichenin (Flechtenstärke), Scleroglucan (Glucan einer Flechtenart, Gelbildungsfähig) und Pachyman (als Geliermittel für Lebensmittel) vor. Sie sind die wichtigsten Elemente der Ballaststoffe in der Zellwand fast aller Getreidearten, wie Gerste (3-7%), Hafer (4-7%), Hefe und Pilzen (TERNES et al., 2007).

Haferkleie und Gerstenglucan, die zu den löslichen hochviskosen Ballaststoffen zählen, können im Magen-Darm-Trakt durch Enzyme nicht abgebaut werden und beeinflussen den Glykämischen Index im Körper, indem sie die Verfügbarkeit der beim Stärkeabbau gebildeten Glucose verringern und somit den Glucosespiegel regulieren. Dies hat vor allem für Diabetiker eine wichtige Bedeutung. Außerdem senkt β -Glucan den Cholesterinspiegel im Körper, indem es sich an die Gallensäure bindet und deren Resorption verhindert, durch

Erhöhung der Viskosität im Dünndarm und vermehrte Produktion von kurzkettigen Fettsäuren, was die Cholesterin-Biosynthese reduziert (TERNES et al., 2007).

4.5.1 Wirkungen von β -Glucan

Seit über zwanzig Jahren untersuchen die Wissenschaftler die günstigen Eigenschaften des β -Glucans, wie z. B. Lipidsenkung, Blutzuckerreduktion, Gewichtsreduzierung, Immunmodulation und antikanzerogene Wirkung. Um diese Wirkungen zu erzielen, muss eine Mindestmenge des β -Glucans aufgenommen werden.

Im Jahr 1997 bestätigte die US Food and Drug Administration (FDA), dass die aus Hafer gewonnenen wasserlöslichen Ballaststoffe (wie z. B. β -Glucan) das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen reduzieren können. Sie berichtete, dass mindestens 3g am Tag wasserlösliche Ballaststoffe aus Hafer nötig sind, um den Cholesterinspiegel zu senken (POPPITT, 2007).

Obwohl die Mehrheit der Forschungen in Bezug auf die positiven Wirkungen von Hafer β -Glucan auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen durchgeführt worden sind, gibt es eine wesentliche Anzahl an denselben Studienthemen, die sich auf Gerste und -fraktionen konzentriert und positive Ergebnisse bekommen haben. Somit erlaubte die FDA im Jahr 2006 die Angabe für β -Glucan aus Vollkorngerste und aus bestimmten Mahlprodukten über die Reduktion des Cholesterinspiegels und des Risikos auf Herzerkrankungen (FDA, 2006; AMES und RHYMER, 2008).

Dies ist eine Verlängerung der schon existierenden Angabe über die cholesterinsenkende Wirkung vom Hafer, weil diese zwei Getreidearten wegen ihren wasserlöslichen Ballaststoffen viele Gemeinsamkeiten im physiologischen Bereich aufweisen (FDA, 1997; AMES und RHYMER, 2008).

FDA ist zu dem Schluss gekommen, dass eine tägliche Aufnahme von 3g Gerste β -Glucan (ganzes Korn oder bestimmte trockengemahlene Fraktionen) denselben cholesterinsenkenden Effekt wie Hafer verursachen kann, nämlich 5-8% des Gesamtcholesterinspiegels (AMES und RHYMER, 2008).

4.5.2 Diverse Studien über β -Glucan

Die meisten Studien über β -Glucan führten zu positiven Ergebnissen hinsichtlich des Blutcholesterin- und Blutzuckerspiegels, nur einige davon haben keine Wirkung gezeigt. Die Unbeständigkeit der Studien kann von folgenden Faktoren abhängen (KIM et al, 2006):

- Menge von β -Glucan Aufnahme
- Art des Nahrungsmittels oder Supplementierung
- Molekulargewicht und Viskosität des β -Glucans
- Physikalisch-chemische Unterschiede des β -Glucans durch Verarbeitung oder Extraktion
- Cholesterinspiegel bei Probanden
- Reaktion des Körpers auf β -Glucan

- Zielgruppe
- Diätetische Kontrolle
- Stichprobengröße
- Studiendauer

Es wurde angenommen, dass Kochen und Zubereiten von Lebensmitteln die Unterschiede in der Wirksamkeit von β -Glucan erklären können (KIM et al., 2006).

4.5.2.1 Einfluss von β -Glucan auf den Blutcholesterinspiegel

KERCKHOFFS et al. (2003) ernährte für die Dauer von zwei Wochen, 48 leicht hyperlipidämische Patienten mit β -Glucan-haltigem Brot und Gebäck (5,9 g β -Glucan) oder Weizenbrot und Keksen (Faser, kein β -Glucan) und verglich die Ergebnisse.

Sie konnten keinen signifikanten Unterschied im Einfluss auf den Cholesterinspiegel feststellen. Im Vergleich dazu wurde die gleiche Menge an β -Glucan in Form von Saft an dieselbe Gruppe verabreicht. Im Vergleich zur Kontrollgruppe konnte der LDL-Cholesterinspiegel signifikant reduziert werden. Sie machten den Unterschied in der Zusammensetzung des Essens oder dem Prozess der Nahrungsmittelvorbereitung für die kontrahären Studienergebnisse verantwortlich.

TORRONEN et al. (1992) berichtete keinen Unterschied im Lipid-Spiegel, wenn die Patienten mit leichter oder mittelschwerer Hypercholesterinämie für acht Wochen mit Haferkleie-Brot (11,2 g β -Glucan) ernährt wurden. Ebenfalls keinen signifikanten Unterschied bei der Senkung des Cholesterinspiegels konnte LEADBETTER et al. (1991) feststellen, die er bei 40 hyperlipidämischen Patienten durchführte, denen er täglich mit Brot aus 30, 60 oder 90g Haferfaser pro Tag ernährte.

In einer Studie von KEOGH et al. (2003) wurde eine kleine, nicht signifikante Reduktion des Gesamtcholesterins (1,3%) und des LDL-Cholesterins (3,8%) bei 12 leicht hypercholesterinämischen Männern festgestellt. Die Probanden haben während der Studie eine Nahrung bestehend aus 38% Fettanteil Glucagel (aus Gerste gewonnenes β -Glucan) zugefügt bekommen.

In einer anderen Studie von BIORKLUND et al. (2005) wurde gefröstes enzymbearbeitetes Gerstenprodukt, dem die unlöslichen Fasern entfernt wurden, zu einem Getränk beigefügt und den Probanden verabreicht, wobei keine Wirkung auf den Blutcholesterinspiegel sichtbar wurde. Das geringe Molekulargewicht in Zusammenhang mit Glucagel und enzymbehandelter Gerstenfraktion könnte für die mangelnde bzw. geringe Wirkung auf den Cholesterinspiegel mitverantwortlich sein.

Man sollte aber vielleicht die Untersuchungen genauer durchführen, um mehr über die anderen damit zusammenhängenden Wirkungen im Körper zu erfahren.

Durch DONGOWSKI et al. (2006) wurde die indirekte Wirkung des β -Glucans auf die Blutcholesterinwerte untersucht. Vier Wochen lang wurden 11 gesunde Probanden mit einer Gerste-Extraktion von 7,2% β -Glucan ernährt. Die Ergebnisse haben zwar eine geringe Reduktion der Cholesterinwerte gezeigt, aber die Gallensäureausscheidung war um

25% - und damit deutlich - höher. Außerdem wurde eine Reduktion der fäkalen Gallensäureausscheidung beobachtet, was zu dem Schluss führt, dass die Gallensäure-Rückresorption im Körper und somit die Cholesterin-Reabsorption reduziert wurde.

RIPSIN et al. (2006) fand durch 10 randomisierte kontrollierte Studien heraus, dass eine dreimonatige Aufnahme von wasserlöslichen Ballaststoffen aus Hafer von 1,1 bis 7,6 g pro Tag den Cholesterinspiegel um 5,9 mg/dL reduzieren kann. Bei einem Cholesterinspiegel über 229 mg/dL und bei einer Ballaststoffmenge über 3 g pro Tag war die Wirkung am größten.

BRAATEN et al. (1994) stellte fest, dass Haferkleie den Cholesterinspiegel vor allem wegen seinem β -Glucan Gehalt reduziert. Den 20 hypercholesterinämischen Patienten wurden vier Wochen lang 7,2g pro Tag Hafer gemischt mit Wasser verabreicht. Der Cholesterinspiegel der Probanden in der Interventionsgruppe ging um 9% zurück, während der in der Placebo-Gruppe gleich blieb.

Auch in vielen anderen Studien, wie z. B. KEENAN et al. (2007), HINATA et al. (2007), LI et al. (2003), BEHALL et al. (2004), PINS et al. (2005), BOURDON et al. (1999), MCINTOSH et al. (1991) und AMAN (2006), konnte durch erhöhte Aufnahme von Gerste β -Glucan die Senkung des Cholesterinspiegels im Körper beobachtet werden.

Allerdings meldeten zahlreiche andere Studien, in denen β -Glucan in Brot verabreicht wurde, dass keine signifikante Reduktion des Cholesterinspiegels aufgrund der Einnahme von β Glucan feststellbar war.

Wie schon erwähnt, können die unterschiedlichen Ergebnisse bei den Studien verschiedene Gründe haben. Die aufgenommene Menge des β -Glucans, Art der Ernährung bzw. Supplementierung, Molekulargewicht, Löslichkeit und Viskosität des β -Glucans, Ausgangscholesterinspiegelzustand, Dosis-Wirkung und Langzeit-Wirkung sind Variablen, die das Ergebnis stark beeinflussen können (KIM et al., 2006).

Das bedeutet, allein die Aufnahmemenge kann nicht bestimmen, in welchem Maß β -Glucan bei der Senkung des Cholesterinspiegels wirksam ist. Ballaststoffe unterscheiden sich in Viskosität und Fermentierbarkeit und ihre Wirkungen sind von diesen Eigenschaften abhängig. Daher sollten die Funktionen der einzelnen Ballaststoffarten individuell untersucht werden (KIM et al., 2006; POPPITT, 2007).

Durch die folgende Studie wurden bewiesen: Wenn das Molekulargewicht niedrig ist, sinkt die Viskosität und damit die Wirksamkeit von β -Glucan.

Das Molekulargewicht der β -Glucan-Proben war wie folgt zusammengesetzt: BRAATEN et al. (1994) mit 1.200.000 mehr als dreimal höher als bei TORRONEN et al. (1992) mit 370.000, und BEER et al. (1995) mit 1.000.000.

Die β -Glucan-Probe mit höherem Molekulargewicht (1.200.000) hat sich bei der Verringerung des Cholesterinspiegels der Probanden als wirksam erwiesen. Das heißt also: Ein hohes Molekulargewicht kann durchaus wirksam sein, wenn es über 1.200.000 liegt. Jedoch wurde dieses durch die Studie von KERCKHOFFS et al. revidiert, indem die

Wirksamkeit von β -Glucan auf den Cholesterinspiegel mit einem Molekulargewicht von weniger als 100.000 nachgewiesen wurde. Es gibt also keine feste Regel. Es ist ein Zusammenspiel von vielen verschiedenen Faktoren, die die Ergebnisse und Wirkungen auf den Körper beeinflussen können (KIM et al., 2006).

In einer anderen Studie wurden zwei Wochen lang drei Testgruppen von syrischen Golden F1B Hamster auf Hypercholesterinämie Diät (HCD) untersucht, die mit Cholesterin, Kokosöl, und Zellulose gefüttert wurden, wobei die erste Gruppe zusätzlich Molekulargewichtreduzierte β -Glucan und die zweite Gruppe β -Glucan-Präparate mit hohem Molekulargewicht bekommen hat. Beide aus gleicher Gerstensorte und mit einer Konzentration von 8g / 100g.

Bei den ersten zwei Gruppen wurde eine Abnahme der Plasma-Gesamtcholesterin- (TC) und Nicht-HDL-Cholesterin-(Nicht-HDL-C)-Konzentration und erhöhte Konzentrationen an Sterole und coprostanol (ein Cholesterin-Derivat) in Fäkalen beobachtet. Die fäkale Ausscheidung von Cholesterin war bei der Gruppe, die mit reduziertem β -Glucan-Molekulargewicht gefüttert wurde, größer als bei der Gruppe mit HCD-gefütterten Hamstern. Zusätzlich hatten die HCD gefütterten Hamster höhere Plasmatriglyzeridkonzentration.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Cholesterin-senkende Wirkung von Gerste- β -Glucan bei niedrigeren und höheren Molekulargewichten auftreten kann (WILSON et al., 2004)

In einer ähnlichen, bei Menschen durchgeführten, Studie haben die Wissenschaftler die gleichen Ergebnisse erhalten.

Die Probandengruppen wurden mit konzentriertem Gerste- β -Glucan mit hohem Molekulargewicht (HMW) oder mit niedrigem Molekulargewicht (LMW), von beiden je 3 und 5g pro Tag sechs Wochen lang ernährt und danach die Blutwerte kontrolliert. Die LDL-C-Werte fielen im Vergleich zum Ausgangswert um 15% in der 5g/d HMW-Gruppe, 13% in der 5g/d LMW-Gruppe und um 9% in beiden von 3g/d Gruppen. Ähnliche Ergebnisse wurden für das Gesamtcholesterin beobachtet. HDL-C-Werte waren unverändert. Konzentrierter Gerste- β -Glucan kann also den LDL-C- und Gesamtcholesterinzustand bei mäßigem Dyslipidämie verbessern. Das Molekulargewicht hat keinen erheblichen Einfluss auf den Cholesterinspiegel. Es kann als eine effektive Möglichkeit zur Verbesserung der Blutfette angesehen werden (KEENAN et al., 2007).

4.5.2.2 Einfluss von β -Glucan auf Blutzuckerspiegel

Die Ballaststoffe können allgemein die Zuckerabsorption verzögern und die Insulinkonzentration senken. Vor allem Getreidesorten, wie Hafer und Gerste, haben einen niedrigen glykämischen Index und können somit den Zuckerstoffwechsel im Körper verbessern.

In einer Studie von CASIRAGHI et al. (2006) wurde die Wirkung von β -Glucan auf den Blutzuckerspiegel in zwei Produkten (Kekse und Plätzchen), je mit β -Glucan angereichertem Gerstenmehl und aus Weizenvollkornmehl, verglichen. Dabei wurde die

postprandiale Reaktion auf Blutzucker und Insulin untersucht. Die mit β -Glucan angereicherten Gerstenprodukte weisen im Vergleich zu den Produkten aus Weizenvollkornmehl positive Wirkungen auf Blutglukose- und Insulin-Antwort auf.

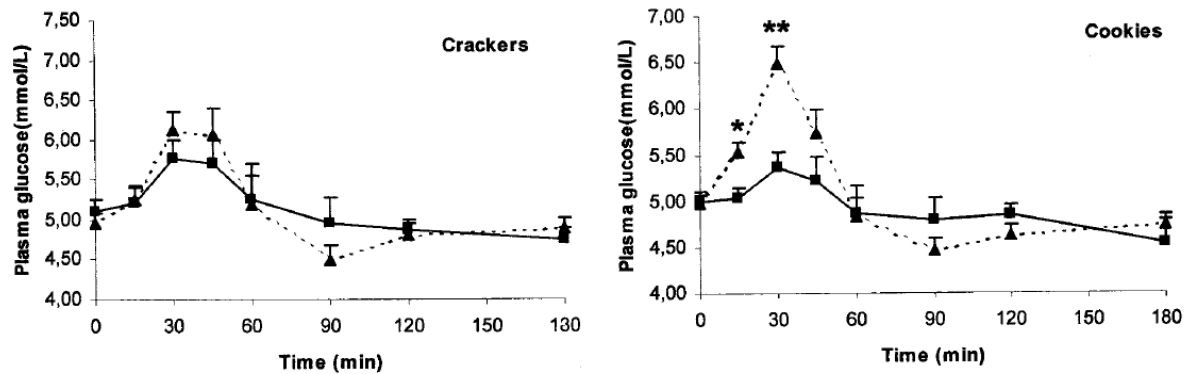


Abbildung 7: Postprandiale Plasmaglukoseantwort auf β -Glucan (CASIRAGHI et al., 2006)

▲ Weizenvollkorn ■ Gerstenmehl

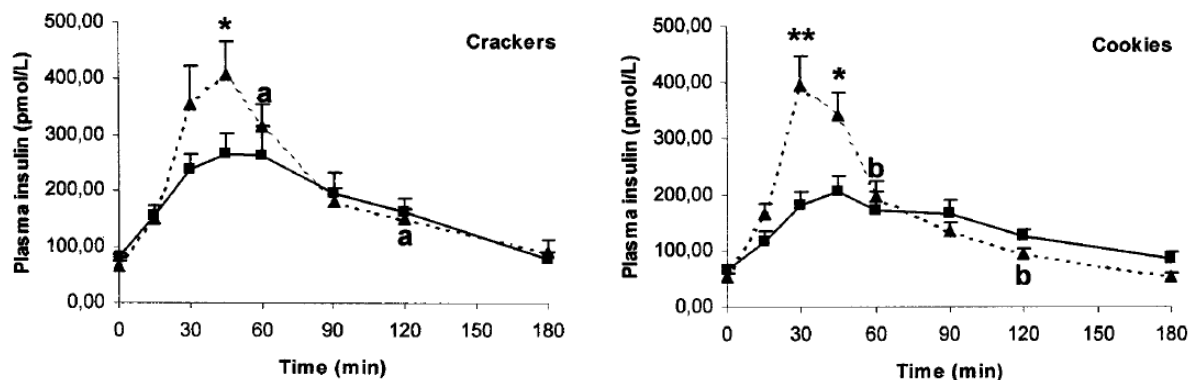


Abbildung 8: Postprandiale Plasmainsulinantwort auf β -Glucan (CASIRAGHI et al., 2006)

▲ Weizenvollkorn ■ Gerstenmehl

BRAND-MILLER et al. (2003) haben die Ergebnisse von 14 Studien verglichen. Diese untersuchten die Wirkung einer Ernährung mit niedrigem Blutzuckerindex und einer normalen Ernährung auf Diabetiker. Es hat sich herausgestellt, dass der HbA1c-Wert² in der Gruppe mit niedrigem GI um 43% gesunken ist.

² HbA1c ist ein an Glukose gebundenes Hämoglobin und ein Parameter für die Langzeiteinstellung des Diabetes und reflektiert den Blutglukosezustand der letzten 6-8 Wochen (HALLBACH, 2006).

Die meisten Studien, die sich auf Diabetiker und einen niedrigen GI konzentriert und diese untersucht haben, berichteten von positiven Ergebnissen. JENKINS et al. (2002) haben die Wirkung verschiedener Getreidearten auf den Blutzuckerspiegel wie folgt untersucht:

Der Blutzuckerspiegel von 17 Patienten mit Diabetes mellitus II wurde während der Studie kontrolliert. Die Probanden wurden mit 50g Weißbrot, Haferflocken (4,4% β -Glucan), β -Glucan angereichertem Frühstücksmüsli (8,1% β -Glucan) oder β -Glucan angereichertem Riegel (6,5% β -Glucan) ernährt. In der Gruppe mit angereichertem Müsli und Riegel waren die Blutzuckerwerte niedriger als in den anderen Gruppen mit Weißbrot und Haferflocken. Eine andere Studie mit normaler Gerstennudel, β -Glucan angereicherten Gerstennudel und einer ballaststoffärmeren Weizennudel, die von BOURDON et al. (1999) auf 11 gesunde Erwachsene durchgeführt wurde, hat ergeben, dass die Blutzuckerspiegelerhöhung und Insulinsekretion nach der Aufnahme von gerstenhaltigen Speisen langsamer war als bei der Weizennudel.

Die Senkung des GI durch ein β -Glucan-Konzentrat aus Hafer haben die HALLFRISCH und BEHALL (1997) bei ihrer Studie beobachtet. Und dass die isolierte β -Glucan aus Gerste effektiver auf die Verbesserung des Zuckerstoffwechsels der gesunden Menschen wirkt, wurde von HALLFRISCH et al. (2003) berichtet.

Wie es bei den wissenschaftlichen Studien üblich ist, gibt es auch welche mit keiner oder wenig Veränderung zur Ausgangsposition. Das heißt, solche, die keinen signifikanten Unterschied nach der Aufnahme von β -Glucanhaltigen Getreidearten, wie Hafer und Gerste, zeigen. Ein paar von diesen Studien, die bei gesunden Menschen durchgeführt wurden, sind: LI et al. (2003) mit einer normalen Ernährung und gerstehaltiger Ernährung, LOVERGROVE et al. (2000) mit Haferkleie-Konzentrat und Weizenkleie, JUNTUNEN et al. (2002) mit Roggenbrot, Roggenbrot mit Haferextrakt, Weizennudel, Weizenbrot. Bei diesen Studien war kein Unterschied im Blutzuckerspiegel zu beobachten, nur bei letzterer in der Gruppe mit Haferextrakt-Roggenbrot war die Insulinkonzentration im Vergleich zu der anderen Gruppe in dieser Studie am niedrigsten.

Diese Berichte zeigen, dass β -Glucan haltige Getreidearten, wie Hafer und Gerste, nur eine kleine bzw. keine signifikante Auswirkung auf den Blutzuckerspiegel von gesunden Personen mit einer normalen Blutglukose-Toleranz zeigen. Im Gegensatz zu diabetischen Patienten, die durch weitere folgende Studien sehr wohl eine Veränderung des Blutglukose-Spiegels aufweisen:

YOKOYAMA et al. (1997) berichtete über eine Reduktion des Blutzuckerspiegels und der Insulinantwort bei gesunden Probanden nach dem Verzehr von β -Glucan angereicherter Pasta (30g BS / 100g KH) im Vergleich zur Gruppe, die sich mit Weizennudel (5g BS / 100g KH) ernährt hat. Ähnliche Ergebnisse hat KNUCKLES et al. (1997) bekommen. Die Reduktion der GI bei beiden Studien könnte durch einen erhöhten β -Glucan Gehalt und somit erhöhten Gesamt-Ballaststoffgehalt bedingt sein.

Nicht alle Ballaststoffarten können den Blutzuckerspiegel dermaßen senken, sondern nur jene mit einer hohen Viskosität, wie z. B. β -Glucan. Die Aufnahme solcher Ballaststoffe

kann die Blutfettmischung verbessern, den Blutzuckerspiegel langfristig bei Patienten mit Diabetes mellitus II und metabolisches Syndrom senken, den systolischen Blutdruck reduzieren (VUKSAN et al., 2000).

Neben den zahlreichen vorhin in der Arbeit beschriebenen positiven Eigenschaften von Ballaststoffen gibt es auch potenzielle negative Wirkungen von Ballaststoffen, die bei einer erhöhten Aufnahmemenge (über 40g/d) auftreten können. Ballaststoffe können die Absorption von manchen Mineralstoffen, wie z. B. Eisen, Zink und Calcium verhindern, weil die Ballaststoffe Phytinsäure enthalten und diese Mineralstoffe binden können und aus dem Körper mit ausscheiden. Auch eine erhöhte Zufuhr an Ballaststoffen in den Körper bei mangelnder Wasseraufnahme, kann den Wassergehalt im Körper verringern (ELMADFA, 2004).

Die wenigen negativen können die überwiegend positiven Eigenschaften nicht übertreffen. Bei einer Mischkost Ernährung sollen mindestens 30g/d an Ballaststoffen aus natürlichen Quellen mit der Nahrung aufgenommen werden (DACH-REFERENZWERTE, 2008).

Auch laut der aktuellen österreichischen Ernährungspyramide soll die tägliche Zufuhr von Ballaststoffen durch z. B. Vollkornprodukte, Obst und Gemüse gewährleistet werden.

Aufgrund der erhöhten Sensibilität der Konsumenten auf das Thema Gesundheit durch den medialen Fokus auf Ernährung und Lebensmittelinhaltstoffe ist auch die Lebensmittelindustrie seit Jahren auf das Thema aufmerksam geworden. Viele Unternehmen differenzieren ihre Produkte durch Unterstreichung der gesunden Inhaltstoffe und gesundheitsfördernde Wirkung. Um einen Standard zu schaffen, zwecks der besseren Übersicht und Vereinheitlichung der Angaben und zum besseren Verständnis für Konsumenten und deren Schutz vor irreführender Werbung, wurde die Health Claim Verordnung veröffentlicht. Darin sind die Nährwert- und die gesundheitsbezogenen Angaben bei den Lebensmitteln standardisiert und gekennzeichnet.

5 Health Claim

5.1 Allgemein

Eine zunehmende Beachtung des gesunden Lebensstils führte dazu, dass immer mehr Lebensmittelhersteller ihre Produkte mit gesundheitlichem Zusatznutzen angepriesen haben. Dazu zählen Angaben, wie „fettarm“, „wenig Zucker“, „reich an Vitamin C“, „Cholesterinsenkend“ usw., die den Konsumenten suggerieren, dass das gekaufte Produkt, einen gesundheitlich positiven Beitrag leistet und somit diese Produkte von den anderen herkömmlichen Produkten der Konkurrenz unterscheiden soll.

Um Konsumenten in der EU vor irreführender Werbung zu schützen und eine transparentere Auswahlmöglichkeit zu gewährleisten, erließ das europäische Parlament die Verordnung (EG) Nr. 1924/2006 über Nährwert- und gesundheitsbezogenen Angaben über Lebensmitteln.

Die Nährwertbezogenen Angaben (nutrition claims) beziehen sich auf Inhaltsstoffe in den Lebensmitteln, die in erhöhten oder verringerten Mengen vorhanden sind und dadurch über die Wertigkeit des Lebensmittels bestimmen (BFR, 2007).

Die gesundheitsbezogenen Angaben (Health Claims) beziehen sich auf Aussagen, die auf Etiketten und in der Werbung gemacht werden, die Vorteile aus dem Verzehr des Produktes oder seinen Bestandteilen ziehen und somit eine gesundheitsfördernde Korrelation der Lebensmittelinhaltsstoffe und ihre Auswirkung auf die Gesundheit des Menschen machen. Die Aussagen über die gesundheitsfördernde Wirkung müssen durch Studien belegt sein. Beispiele für solche Aussagen sind: „Cholesterinsenkend“, „Stärkt Abwehrkräfte“, „unterstützt die Gelenkfunktion“. Weitere Angaben, wie die Verringerung eines Erkrankungsrisikos oder die Verbesserung der Körperfunktionen, zählen zu den Health Claims und müssen durch Studien nachgewiesen sein (EFSA, 2012).

Die Health Claim Verordnung der EU macht nach Artikel 4 der Verordnung solche Aussagen über die positive gesundheitsfördernde Wirkung von Lebensmitteln nur dann möglich, wenn sie auf der Positivliste vorhanden sind.

In dieser Liste werden zwei Arten von „gesundheitsbezogenen Angaben“ berücksichtigt:

- Aussagen zur physiologischen Funktion eines Nährstoffs, wie „Calcium ist wichtig für gesunde Knochen“.
- Aussagen mit dem Hinweis auf Verminderung eines Krankheitsrisikos, wie „Ausreichende Calcium-Zufuhr kann zur Verringerung des Osteoporose Risikos beitragen“ (Amtsblatt der Europäischen Union, 2010).

5.2 Positivliste

Die „Positivliste“ ist eine Liste der zugelassenen gesundheitsbezogenen Angaben bei Lebensmitteln in der EU. Mithilfe von wissenschaftlichen Beurteilungsleistungen der EFSA (European Food Safety Authority) erstellt die Europäische Kommission durch Sammlung und Beurteilung der in der EU schon vorhandenen Health Claims Angaben zu

„allgemeinen Funktionen“, wie z. B. „Vitamin E ist gut für ihre Haut“, eine Positivliste. Diese Liste basiert auf den Angaben der EU-Mitgliedstaaten, die ihre Daten an die Kommission übermitteln. Dabei dürfen z. B. Aussagen über das Wachstum und die Funktion des Körpers sowie über psychische Funktionen gemacht werden. Es dürfen jedoch keine Aussagen über die Verringerung eines Krankheitsrisikos oder die Gesundheit und das Wachstum von Kindern gemacht werden. Wenn solche Aussagen angegeben werden sollen, müssen sie durch neue wissenschaftliche Belege ausreichend gesichert sein. Diese Einzelanträge auf gesundheitsbezogene Angaben zu „neuen Funktionen“ für spezifische Produkte werden gemeinsam mit den durchgeführten Studien von der EFSA begutachtet und von der europäischen Kommission sowie den EU-Mitgliedstaaten kontrolliert und zugelassen. Um den Unternehmen einen besseren Überblick zum Einreichen der Anträge zu schaffen, wurde durch EFSA Leitlinien erstellt, in denen die Art der Beweismaterialien über die Richtigkeit der beantragten Aussage und die Art der Informationen veröffentlicht wurde, die durch Studien und Nachweise belegt waren.

Da die EFSA verpflichtet ist, transparent und offen zu arbeiten, werden die Themen mit den Interessengruppen diskutiert und gemeinsam bearbeitet. Zwei Jahre nach der Erstellung der Leitlinien, im Jahr 2009, wurde die Fassung nach einer Sitzung überarbeitet und neu veröffentlicht.

Um die nährwert- und gesundheitsbezogenen Angaben der Lebensmittel besser zu charakterisieren und zu gestalten sowie deren Inhaltsstoffe besser darzustellen, wurde das „Nährwertprofil“ vorgeschlagen (EFSA, 2012)

5.3 Nährwertprofil

Das System „Nährwertprofil“ oder „Nutrient profiling“ stellt die Zusammensetzung der Nährstoffe in einem Lebensmittel oder einer Diät dar. Dadurch sollen Lebensmittel basierend auf ihrer Nährstoffzusammensetzung für bestimmte Zwecke klassifiziert werden.

Bei der Festlegung der Nährwertprofile spielt die Bedeutung von Lebensmittelgruppen (z. B. Milchprodukte, pflanzliche Öle, Obst und Gemüse, Getreide, Fleisch, Fisch und Softdrinks) und deren Nährstoffe eine essentielle Rolle. Ebenfalls eine wichtige Rolle spielen die Aufnahmemenge für die Bevölkerung und die Gesamternährung, die von den Mitgliedstaaten berücksichtigt werden müssen. Allerdings sind die Ernährungstraditionen und -gewohnheiten der Menschen in verschiedenen Gebieten von Europa zu beachten und zu bestimmen, ob die bevorzugten Lebensmittel nährwert- oder gesundheitsbezogene Angaben tragen dürfen. Es erfordert ein flexibles anpassbares System, das noch in der Entwicklungsphase ist (EFSA, 2012).

Die Auswahl der Nährstoffe bei der Nährwertprofil-Zusammensetzung erfolgt nach ihrer Bedeutung für die Gesundheit der EU-Bevölkerung. Dazu zählen Lebensmittel, deren Aufnahme in der Bevölkerung meist nicht der empfohlenen Aufnahmemenge entspricht.

Das heißt, bestimmte Nährstoffe werden entweder zu viel (wie Natrium und gesättigte Fettsäuren) oder zu wenig (wie Ballaststoffe und ungesättigte Fettsäuren) verzehrt, die mit Folgeerkrankungen, wie z. B. Adipositas, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Hypertonie und

anderen metabolischen Krankheiten in Verbindung gebracht werden. Bei manchen Nährstoffen wurde die krankheitsrisikoverringende Wirkung schon bewiesen. Dazu gehören z. B. Ballaststoffe, die die Dickdarmmotilität erhöhen; lösliche Ballaststoffe und n-3-Fettsäuren, die eine Senkung des KHK-Risikos bewirken können; Calcium, das gegen Osteoporose vorbeugend wirkt und Folat, das Neuralrohrdefekte vorbeugen und den Homocysteinspiegel senken kann (POSITIONSPAPIER BfR, 2007).

Die Mengenangabe der Lebensmittel in einem Nährwertprofil bezieht sich auf das Gewicht oder Volumen (z. B. 100 g oder 100 ml), oder auf die Energie (z. B. g/100 kcal). Die Auswahl wird nach der Systemanforderung von Nährwertprofilen getroffen.

Die Grenzwerte für nährwertbezogene Angaben können nach aktuellen gültigen Ernährungsempfehlungen und Richtlinien angegeben werden. Um eine Aussage, wie z. B. „niedriger Gehalt an Fett“, machen zu dürfen, muss der Fettgehalt weniger als 3g pro 100g Lebensmittel sein.

Wenn in 100g Lebensmittel:

- Weniger als 1,5g gesättigte Fettsäuren → “niedriger Gehalt an gesättigten Fettsäuren”
- Weniger als 5g Zucker → “niedriger Gehalt an Zucker”
- Weniger als 0,12g Natrium → “niedriger Gehalt an Natrium”
- Mehr als 3g BS oder mindestens 1,5g BS/100 kcal → “Quelle für Ballaststoffe”
- Mehr als 6g Ballaststoffe oder mindestens 3g BS/100 kcal → “reich an Ballaststoffen”

(POSITIONSPAPIER BfR, 2007)

Das Nährwertprofil kann auf zwei Systemen, nämlich das Schwellenwertsystem oder das Punktwertsystem, basieren. Damit ein Produkt eine nährwertbezogene Angabe tragen kann, muss das Lebensmittel einen Nährstoffkonzentrationswert, den Schwellenwert, einhalten. Im Gegensatz zu den gesundheitsbezogenen Angaben, wo alle Schwellenwerte eingehalten werden müssen, ist bei nährwertbezogenen Angaben eine Abweichung eines Nährstoffes erlaubt (EFSA, 2008).

Je nach Gehalt an Nährstoffen in einem Lebensmittel können Punktwerte dafür vergeben werden. Die Auswahl, ob ein Schwellenwert- oder ein Punktwert-System gewählt werden soll, ist vom Gremium der EFSA nicht vorgegeben und soll nach praktischen Anforderungen ausgewählt werden. Die Schwellenwerte oder die Punktwerte sollen eine einfache und angemessene Klassifizierung der Lebensmittel gewährleisten.

Um zu überprüfen, ob sich ein System für die Klassifizierung der Lebensmittel zum Tragen der nährwert- bzw. gesundheitsbezogenen Angaben eignet, steht eine umfassende Datenbank an Informationen über Energie- und Nährstoffgehalt der Lebensmittel auf dem EU-Markt zur Verfügung. Wenn das Lebensmittel dem Nährwertprofil vollständig entspricht, darf das Produkt „health claims“ tragen, wenn es dem Nährwertprofil bis auf

einen Nährstoff entspricht, darf das Produkt „nutrient claims“ tragen, ansonsten dürfen solche Angaben nicht getragen werden (EFSA, 2008).

Wichtig bei der Beurteilung und Qualifizierung der Lebensmittel, ob diese richtig klassifiziert sind, ist, das Potential abzuschätzen, inwiefern enthaltene Nährstoffe die gesundheitliche Bedeutung des Lebensmittels ungünstig beeinträchtigen können. Deshalb ist es vorteilhaft, Lebensmittel derselben Gruppen zu klassifizieren. Dadurch kann man den Einfluss der Lebensmittel auf die Gesamternährungsbilanz leichter vergleichen und Aussagen machen, ob diese im Vergleich zu den anderen Lebensmitteln derselben Gruppe die Bilanz mehr oder weniger beeinträchtigen (EFSA, 2008).

Die in den Mitgliedstaaten geltenden Ernährungsaussagen und Leitlinien sollen bei der Klassifizierung von Lebensmitteln, ob diese gesundheitsbezogene oder nährwertbezogene Angaben tragen dürfen, berücksichtigt werden. Doch die unterschiedlichen Leitlinien und Ernährungskodexe der Mitgliedstaaten macht eine einheitliche Klassifizierung der Lebensmittel nicht einfach (EFSA, 2008).

6 Aufgabenstellung praktischer Teil

In Österreich geben die Haushalte durchschnittlich 8,5% ihrer gesamten Ernährungsausgaben für Süßwaren aus (Statistik Austria, 2011).

Es besteht ein großer Konsummarkt mit entsprechender Konkurrenz der nationalen und multinationalen Konzerne, die sich durch Produktdiversifikationen und unterschiedliche Marketingstrategien voneinander abgrenzen wollen, um die Gunst der Konsumenten auf ihre eigenen Produkte zu ziehen und einen entsprechenden Marktanteil zu sichern.

Da die Anzahl der Zivilisationskrankheiten in den letzten Jahren gestiegen ist, achten die Verbraucher mehr auf ihre Gesundheit und die Inhaltsstoffe der Produkte beim Kauf. Ihre Aufmerksamkeit ist auch durch verschiedene Kampagnen und Informationsquellen und -unterlagen des Gesundheitsministeriums und Gebietskrankenkassen gesteigert.

In Anbetracht der bereits zuvor beschriebenen positiven Eigenschaften von Ballaststoffen und deren förderliche Wirkung auf das menschliche Wohlbefinden sowie das gestiegene Interesse der Konsumenten auf eine gesunde Ernährung, war das Ziel dieser Arbeit, feine Backwaren (Kekse) mit einem zusätzlichen Nutzen herzustellen, die wenig Zucker und Fett, dafür aber viel Ballaststoffe enthalten.

Mit diesen Produkten kann man sich am Markt stärker profilieren, von den herkömmlichen Produkten der Konkurrenz besser unterscheiden und der gestiegenen Nachfrage der Konsumenten besser nachkommen.

Die Produkte sollten von der Konsistenz luftig und knusprig sein und farblich ansprechend wirken. Geschmacklich sollten die Kekse natürlich interessant, aber nicht aufgesetzt sein und einen hohen β -Glucangehalt und niedrigen Kaloriengehalt aufweisen. Um einen hohen β -Glucangehalt zu erreichen, wurden die Gerstenmehlsorten „Gerstenmehl dunkel“, „Futtermehl“ und „feine Kleie“ ausgewählt und um den Kaloriengehalt zu reduzieren wurde geringere Mengen an Fett und Zucker bei der Herstellung der Produkte verwendet.

7 Feine Backwaren

7.1 Feinbackwaren und Dauerbackwaren

Zur Gruppe „feine Backwaren“ gehört Feingebäck (Feinbackwaren) und Dauergebäck (Dauerbackwaren).

Beide Arten können mechanisch oder thermisch hergestellt werden und unterscheiden sich in der Haltbarkeit. Die Dauerbackwaren können durch angemessene Lagerung und Verpackung, ohne dass deren Qualität darunter leidet, länger als Feinbackwaren gehalten werden. Der Unterschied zwischen feinen Backwaren und Brot ist der Fett- und Zuckergehalt der feinen Backwaren, der mindestens 10% oder höher betragen darf. Das Restliche, 90%, besteht hauptsächlich aus Getreideprodukten bzw. Stärke und anderen Zutaten (SCHNEEWEISS, 1981; HANNEFORTH, 2001).

Die Herstellung von feinen Backwaren wurde in den letzten 50 Jahren weiterentwickelt und hat deutlich zugenommen (LUDEWIG, 2003).

7.2 Herstellung von feinen Backwaren ohne Hefeeinsatz

Feine Backwaren können aus Feinteigen ohne Hefeeinsatz, was zur besseren Verarbeitung des Teiges und Erhöhung mancher sensorischer Eigenschaften verwendet wird, hergestellt werden. Diese zählen zu Dauerbackwaren, weil sie durch niedrigeren Wassergehalt länger haltbar sind. Dazu gehören Kekse (wie Butterkekse und Mürbkekse) und Lebkuchen, die anstatt mit Hefe mit chemischen Triebmitteln, wie Backpulver, gelockert werden, aber auch für fettarme Mürbteiggebäcke können chemische Triebmittel verwendet werden. Die fettreichen Teige, wie Blätterteiggebäcke, werden über Wasserdampf gelockert und zum Backen vorbereitet (LUDEWIG, 2003).

7.3 Mürbteiggebäck

Mürbteiggebäcke sind meist kleine knackige Dauerbackwaren, die beim Kauen ein sandiges Gefühl im Mund hinterlassen. Diese enthalten weniger als 6% Wassergehalt und sind länger haltbar als die weicheren Arten, die z. B. als Boden (Unterlage) für Käse- und Obstkuchen dienen, die 20-30% Wasser enthalten (LUDEWIG, 2003).

Kekse, die auch zu den Dauerbackwaren gehören, können klein oder mittelgroß, gesüßt oder ungesüßt oder fetthaltig sein. Nach dem Schneiden, z. B. beim Schnittgebäck, oder Spritzen, wie Dressiergebäck, oder Walzen und Ausformen, wie Mürbkekse, werden sie gebacken, gelagert und verkauft (HANNEFORTH, 2001).

8 Material und Methoden

8.1 Verwendete Rohstoffe

8.1.1 Gerstenmehl

Für die Versuche wurden 3 Gerstenmehltypen von der Firma Diamant GmbH, Österreich verwendet. Bis zur Verwendung wurde das Gerstenmehl bei 4° C gelagert, während der Versuchszeit bei Raumtemperatur. Verwendet wurden folgende Mehltypen:

- o Gerstenmehl dunkel
- o Futtermehl
- o Feine Kleie

8.1.2 Weizenmehl

Gelagert wurde das Mehl bei 4° C, während der Versuchszeit bei Raumtemperatur.

- o Glattes Weizenmehl: Typ 480, Korngold-Mehl Austria
- o Griffiges Mehl: Doppelgriffig, Typ 480 dg, Herzigmühle, Austria
- o Weizenvollkornmehl: Korngold-Mehl Austria

8.1.3 Biskuitmehl:

Das Biscuitmehl wurde von der Firma Diamant GmbH, Österreich zur Verfügung gestellt und bei 4°C gelagert und während der Versuchszeit bei Raumtemperatur.

8.1.4 Zusätzliche Rohstoffe

- o Wasser: Leitungswasser mit Trinkwasserqualität der Stadt Wien
- o Salz: Salinen Gold, Salinen Austria
- o Butter: Teebutter Clever, mind. 82% Fett, AMA Austria
- o Margarine: Senna Nahrungsmittel
- o Honig: Berg-Gold, APISLM GmbH, Austria
- o Feinkristallzucker: Wiener Zucker Agrana Wien
- o Staubzucker: Wiener Zucker, Agrana Wien
- o Demerara Zucker: Vertrieb Delikatessa GmbH
- o Vanille Zucker: Bella, Instantina GmbH, Austria
- o Natriumbicarbonat: Firma Diamant GmbH, Österreich
- o SAPP 28 (SODIUM ACID PYROPHOSPHAT): Firma Diamant GmbH, Österreich
- o Eiklarpulver: Bodenhaltung, Firma Diamant GmbH, Österreich
- o Eigelbpulver: Bodenhaltung, Firma Diamant GmbH, Österreich
- o Gluten: Firma Diamant GmbH, Österreich
- o Haferflocken: Firma Diamant GmbH, Österreich
- o Malzmehl: Firma Diamant GmbH, Österreich
- o Buttermilchpulver: Firma Diamant GmbH, Österreich
- o Fruchtpulver (Aroma): KUK Solutions for Pharma & Food, KUK Austria GmbH
- o Mischemulgator: 30g Datem Pandem + 50g Dimodan
- o Backpulver: Bella, Instantina GmbH, Austria
- o Weinstein-Backpulver: Haas, ED. Haas Austria GmbH

Außer Wasser, Salz und Feinkristallzucker wurden die restlichen Rohstoffe im Kühlraum bei 4° C gelagert.

8.2 Verwendete Materialien und Geräte

8.2.1 Für Teigherstellung

- o Laborwaage: Sartorius, Genauigkeit 0,1 g
- o Küchenmaschine mit K-Haken und Mixer-Aufsatz
- o Teigroller mit 3 mm Ringen
- o Verschiedene Schüsseln, Messbecher, Löffel und Messer
- o Plastikbehälter

8.2.2 Für Keksherstellung

- o Backgitter und Backpapier
- o Keksausstecher (5 cm Durchmesser)
- o Backofen und Trockenschrank: Manz, Deutschland
- o Handschuhe
- o Papierstücke und Stift
- o Flachbeutel und Beutel Schweißer

8.2.3 Für Analyse

- o Texture Analyser (Stable Micro SystemsTM Co., GB, SMS-Texture Analyser TA-XT2i[®]) mit der Kraftmessdose von 2 kg und 5 kg, Genauigkeit 0,01 mm
- o Farbmessgeräts der Type Dr. Lange Micro Colour (Dr. Bruno Lange AG, Zürich, CH)
- o Schublehre

8.3 Analytische Methoden

8.3.1 Bestimmung der Bruchfestigkeit (Texturmessung)

Die Texturmessung der Kekse wurde mittels computergesteuerter Texture Analyser (Stable Micro SystemsTM Co., GB, SMS-Texture Analyser TA-XT2i[®]) mit der Kraftmessdose von 5 kg durchgeführt. Die maximale positive Kraft der Messkurve, die für das Einstechen der Messsonde (SMS P/2) in den Keks (Weg 1 mm, Testgeschwindigkeit 0,2 mm/s) notwendig war, wurde als Maß für die Bruchfestigkeit und somit für die Knusprigkeit der Kekse ermittelt. Gemessen wurden zehn Kekse, jede Probe einmal. Das heißt, man hat zehn Messwerte pro Probe erhalten.

8.3.2 Bestimmung des Ausdehnungsgrades

Höhe und Durchmesser der Kekse wurden mittels Schublehre gemessen und der Ausdehnungsgrad daraus berechnet, wobei der Ausdehnungsgrad beschreibt das Verhältnis von Durchmesser zur Höhe. Pro Rezeptur wurden zehn Kekse gemessen, insgesamt hat man also zehn Messwerte bekommen.

8.3.3 Bestimmung der Farbe

Mithilfe des Farbmessgeräts der Dr. Lange Micro Colour (Dr. Bruno Lange AG, Zürich, CH) wurden die Farben der Kekse durch Aufsetzen des Messzylinders in der Mitte der Kekse gemessen. Die Maßzahlen für diese Farbmessung sind L^* -, a^* -, b^* - Werte:

L^* = Helligkeit ... wenn $L^* = 0 \rightarrow$ schwarz, wenn $L^* = 100 \rightarrow$ weiß

a^* = grün-rot-Achse ... wenn a^* negativ $\rightarrow$ grün, wenn a^* positiv $\rightarrow$ blau

b^* = blau-gelb Achse ... wenn b^* negativ $\rightarrow$ blau, wenn b^* positiv $\rightarrow$ gelb

Pro Rezeptur wurden 3 Kekse und pro Keks wurden 2 Messungen durchgeführt. Insgesamt ergaben sich 6 Messwerte.

8.3.4 Sensorische Analyse

Die sensorische Beurteilung wurde durch 82 ungeschulte Personen durch Verkostung der fünf Sorten, die vom Auftraggeber hergestellt und geliefert wurden, durchgeführt. Diese wurden dann durch Balkendiagramm graphisch dargestellt. Die im Labor hergestellten Kekse wurden sensorisch nicht bewertet, weil sie noch in der Entwicklungsphase waren und als Basis für eine verbesserte Rezeptur dienten.

9 Versuchsdurchführung

Für jede Untersuchung werden die eingesetzten Zutaten in der jeweiligen Tabelle angezeigt. Bei „Ergebnisse und Diskussion“ werden die fertig gebackenen Produkte beschrieben und verglichen.

Die Teigmassen wurden 5 min. mit der Rührmaschine vermischt und per Hand für 5 min. geknetet, gewalzt und ausgeformt. Die ausgestochenen Teigformen waren vor dem Backen ca. 3 mm dick, mit einem Durchmesser von 5 cm. Der Ausdehnungsgrad (Durchmesser/Höhe) wurde nach dem Backen und nach der Lagerung gemessen.

Beim Einsatz von Gerstenmehl dunkel (GMd) wurde kein anderes Mehl zugesetzt, nur das Futtermehl (FM) oder feine Kleie (FK) wurden entweder mit Weizenmehl (WM) oder Biscuitmehl (BM) zur Teigherstellung vermischt. Der β -Glucangehalt verschiedener Mehlsorten wurde mittels chemischen Analysen ermittelt. Daraufhin wurden die drei genannten Gerstenmehlsorten ausgewählt, um einen möglichst hohen Anteil an β -Glucan im Endprodukt zu erreichen. Alle Untersuchungen und chemischen Analysen an Ausgangsmaterial, Zwischen- und Endprodukte wurden am Institut für Lebensmitteltechnologie an der Universität für Bodenkultur in Wien durchgeführt.

Die variablen Faktoren wurden nacheinander zugesetzt und deren Auswirkung auf die jeweiligen Mehlsorten geprüft.

Am Anfang wurden die Zutaten alle ohne eine bestimmte Reihenfolge miteinander gemischt, aber ab Versuchsreihe 3 wurden die Zutaten nach einem Plan hinzugefügt.

Die gebackenen Kekse wurden nach dem Abkühlen in Behältern bei 20° C und 50% rH (relative Luftfeuchtigkeit) gelagert und nach 1 Woche Lagerung wurde die Texturanalyse durchgeführt.

9.1 Vorbereitungsversuche

Für die Rezepturzusammensetzung wurde nach Vorgabe des Butterkekses eine Rezeptur zusammengestellt, die dann als Referenz diente (VV1).

Gebacken wurde 9 Minuten bei 175° C Oberhitze und 170° C Unterhitze.

- o VV1: Nach 9 min. Backzeit waren die Kekse noch nicht ganz fertig, deshalb wurden sie zusätzlich 2,5 min. länger gebacken.

Der restliche Teig wurde im Gärschrank bei 40% Luftfeuchtigkeit für 2 Stunden inkubiert, um die Verweilzeit des Teiges im Vorratsbehälter bei der großtechnischen Umsetzung nachzustellen. Nach dieser Zeit war der Teig sehr klebrig und nicht formbar, daher war kein zweiter Backversuch möglich.

Mürbteig-Vorbereitungsversuche:

Die Versuche wurden mit Weizenmehl und drei folgenden Gerstenmehlarten durchgeführt: Gerstenmehl dunkel, Feine Kleie und Futtermehl.

- o VV2: Im Gegenteil zu VV1 wurde mit Gerstenmehl „dunkel“ anstatt mit Weizenmehl gearbeitet, aber weil der Teig bei der Zubereitung zu trocken und nicht bindungsfähig war, wurde Eigelb als Bindemittel dazu gegeben. Dafür wurde Eigelbpulver 1:2 mit Wasser gemischt.

Der restliche Teig wurde im Gärschrank bei 40% Luftfeuchtigkeit für 2 Stunden inkubiert. Da der Teig sehr trocken und nicht formbar war, konnte kein zweiter Backversuch durchgeführt werden.

- o VV3: wurde nach der Tabelle 2 gebacken. Hier wurden feine Kleie und Weizenmehl 1:2 und, für eine bessere Konsistenz, Eiklarpulver 1:7 mit Wasser gemischt und verwendet.
- o VV4: Wie in der Tabelle 2 zu sehen ist, wurde Futtermehl und Weizenmehl 1:2 gemischt und mit einer Eiklarlösung, die im Vergleich zu VV3 10% mehr Eiklarpulver enthielt, verarbeitet.

Tabelle 2: Eigelb vs. Eiklar

Zutaten/Versuch	V 1	V2	V3	V4
Mehl	Weizenmehl	Gerstenmehl dunkel	Weizenmehl	Weizenmehl
			Feine Kleie	Futtermehl
Fett	Butter	Butter	Butter	Butter
Zucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker
	Vanillezucker	Vanillezucker	Vanillezucker	Vanillezucker
Protein		Eigelb	Eiklar	Eiklar

Weitere Referenzen waren zwei fertig gelieferte Mürb- und Spritzteige, die bei denselben Bacheigenschaften wie die anderen Proben gebacken wurden. Der Mürbteig wurde auf drei mm gewalzt, und der Spritzteig in eine Teigpresse gegeben und auf dem Blech ausgepresst und gebacken.

9.2 Hauptversuche

Um ein gutes Ergebnis zu bekommen und herauszufinden, wie und mit welchen Zutaten sich die Kekse am besten backen lassen, wurde mit verschiedenen Zutaten, Backzeiten und Temperaturen gearbeitet.

Die folgenden Backversuche wurden mit 9 Minuten Backzeit bei 175° C Oberhitze und 170° C Unterhitze gebacken.

o *Versuchsreihe 1*

Bei diesem Versuch wurden wieder die 4 Mehlsorten verwendet. Wie auf der Tabelle 3 zu sehen ist, wechselt sich der Einsatz von Zutaten wie Eigelb-, Eiklar-, Gluten- und Molkenpulver ab.

Tabelle 3: Eigelb vs. Eiklar vs. Molke/Gluten

Zutaten/Versuch	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Mehl	Weizenmehl	Weizenmehl	Gerstenmehl	Weizenmehl	Weizenmehl	Weizenmehl
	Feine Kleie	Futtermehl		Feine Kleie	Futtermehl	Feine Kleie
Fett	Butter	Butter	Butter	Butter	Butter	Butter
Zucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker
	Vanillezucker	Vanillezucker	Vanillezucker	Vanillezucker	Vanillezucker	Vanillezucker
Protein			Eigelb	Eigelb	Eigelb	Eiklar
Wasser			ja *	ja *	ja *	ja *
	V7	V8	V9	V10	V11	
Mehl	Weizenmehl	Gerstenmehl	Weizenmehl	Weizenmehl	Gerstenmehl	
	Futtermehl		Futtermehl	Feine Kleie		
Fett	Butter	Butter	Butter	Butter	Butter	
Zucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	
	Vanillezucker	Vanillezucker	Vanillezucker	Vanillezucker	Vanillezucker	
Protein	Eiklar	Eiklar	Molke/Gluten	Molke/Gluten	Molke/Gluten	
Wasser	ja *	ja *	ja *	ja *	ja *	ja *

* Wasser hinzugefügt

o **Versuchsreihe 2**

Hier wurde der Einfluss von Natriumbicarbonat zusammen mit unterschiedlichen variablen Faktoren, wie Buttermenge, Eiklar und Gluten, mit verschiedenen Mehlsorten auf die Konsistenz und den Geschmack der Proben überprüft und anstatt Staubzucker wurde mit Honig gearbeitet. Ein wesentlicher Unterschied zur letzten Versuchsreihe war hier der erhöhte Gehalt von Weizenmehl um ca. 30% in Kombination mit FK und FM, der reduzierte Buttergehalt und Salzzusatz in Höhe von 0,6%.

Die Backversuche der Tabelle 4 wurden bei einer Backzeit von 9 Minuten und bei 175° C Oberhitze und 170° C Unterhitze durchgeführt.

Tabelle 4: 11%Butter vs. 17%Butter -und- Eiklar vs. Gluten

Zutaten/Versuch	V1	V2	V3	V4
Mehl	Weizenmehl	Weizenmehl	Gerstenmehl	Gerstenmehl
	Futtermehl	Feine Kleie		
Fett	Butter 11%	Butter 11%	Butter 11%	Butter 11%
Zucker	Kristallzucker	Kristallzucker	Kristallzucker	Kristallzucker
	Honig	Honig	Honig	Honig
Protein				Eiklar
Wasser	ja	ja	ja	ja
Salz	ja	ja	ja	ja
Backhilfsmittel	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat
	V5	V6	V7	V8
Mehl	Gerstenmehl	Gerstenmehl	Weizenmehl	Weizenmehl
			Futtermehl	Feine Kleie
Fett	Butter 11%	Butter 17%	Butter 17%	Butter 17%
Zucker	Kristallzucker	Kristallzucker	Kristallzucker	Kristallzucker
	Honig	Honig	Honig	Honig
Protein	Gluten			
Wasser	ja	ja	ja	ja
Salz	ja	ja	ja	ja
Backhilfsmittel	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat

o **Versuchsreihe 3:**

Ab hier wurden die Zutaten anders gemischt. In der Küchenmaschine wurden Wasser und Salz gerührt (1 Minute), dann Zucker, Butter und Honig dazugegeben und weiter gerührt (1 Minute), danach die mehlintigen Zutaten (Mehl, Natriumbicarbonat,...) hinzugefügt, gemischt (3 Minuten) und 5 Minuten mit dem Knethacken und per Hand geknetet, bis ein möglichst glatter Teig entstand. Mit dem Teigroller wurde der Teig auf 3 mm ausgewalzt, Kekse von 5 cm Durchmesser ausgestochen und gebacken.

Da die Kekse anhand der letzten Rezepturen sehr weich waren, wurden folgende Anforderungen gesetzt, um die Feuchtigkeit der Kekse zu reduzieren und als Resultat knusprigere Kekse zu erhalten. Es sollte:

- so wenig Wasser wie möglich verbraucht werden.
- Die Hälfte der Kekse der ersten Rezeptur nach dem Abkühlen ein zweites Mal bei 170° C je 10 Minuten gebacken werden.

- Höhere Temperaturen (180° C – Zeit nach Bräunungsgrad) eingesetzt werden – dafür sollte eine Teigmischung halbiert werden; den ersten Teil bei 170° C und den zweiten Teil bei 180° C je 9 Minuten backen.

Als Grundgerüst der Rezeptur wurde die Zusammensetzung von der letzten Versuchsreihe genommen und eine neue Rezeptur (Tabelle 5) zusammengesetzt. Die variablen Faktoren waren z. B. Eiklar und Gluten in verschiedenen Mengen, eine Kombination aus Eiklar und Gluten, Einsatz von Biscuitmehl und Margarine und verschiedene Zutatenmengen.

Tabelle 5: 4,2%Gluten vs. 7%Gluten -und- 4,2%Eiklar vs. 7%Eiklar (insg. 15 Rezepturen)

Zutaten/Versuch	V1	V2	V3
Mehl	Gerstenmehl	Weizenmehl	Weizenmehl
		Futtermehl	Feine Kleie
Fett	Butter	Butter	Butter
Zucker	Kristallzucker	Kristallzucker	Kristallzucker
	Honig	Honig	Honig
Protein	Eiklar/Gluten/Eiklar+ Gluten	Eiklar/Gluten/Eiklar +Gluten	Eiklar/Gluten/Eiklar +Gluten
Wasser	ja	ja	ja
Salz	ja	ja	ja
Backhilfsmittel	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat

o **Versuchsreihe 4:**

Der Unterschied dieser Anforderungen zu denen der Versuchsreihe 3 war, dass bei der zweiten Hälfte der Teigmischung die Temperatur um 20° C erhöht und die Backzeit um zwei Minuten verkürzt wurde. Es sollte:

- so wenig Wasser wie möglich verbraucht werden.
- Die Hälfte der Kekse der ersten Rezeptur nach dem Abkühlen ein zweites Mal bei 170° C je 10 Minuten gebacken werden.
- Höhere Temperaturen (200° C – Zeit nach Bräunungsgrad) eingesetzt werden – dafür sollte eine Teigmischung halbiert werden; den ersten Teil 9 Minuten bei 170° C und den zweiten Teil 7 Minuten bei 200° C backen.

Wie aus auf der Tabelle 6 zu erkennen ist, waren die variablen Faktoren bei diesen Versuchen Biscuitmehl, Malzmehl, Haferflocken, Margarine, SAPP 28 und Buttermilchpulver.

Tabelle 6: Futtermehl vs. Feine Kleie -und- Malzmehl vs. Haferflocken vs. Buttermilchpulver (insg. 10 Rezepturen)

Zutaten/Versuch	V1	V2	V3	V4	V5
Mehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl
	Futtermehl/feine Kleie	Futtermehl/feine Kleie	Futtermehl/feine Kleie	Futtermehl/feine Kleie	Futtermehl/feine Kleie
Fett	Margarine	Margarine	Margarine	Margarine	Margarine
Zucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker
	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig
Protein	Eiklar	Eiklar	Eiklar	Eiklar	Eiklar
Wasser	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *
Salz	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *
Backhilfsmittel	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat
	SAPP 28	SAPP 28	SAPP 28	SAPP 28	SAPP 28
Zusätze			Malzmehl	Haferflocken	Buttermilchpulver

*hinzugefügt

Haferflocken wurden eingesetzt, um den β -Glucangehalt der Proben zu erhöhen. Mit der Verwendung von Buttermilchpulver und Biscuitmehl wurde auf einen besseren Geschmack erhofft.

o **Versuchsreihe 5**

Variable Faktoren bei dieser Versuchsreihe waren Emulgator 1 und 2, wobei der Emulgator 1 aus einer Mischung von 30 g Datem Pandam und 50 g Dimodan war und der zweite aus Lecithin (Emulpor N).

Bei dieser Versuchsreihe (Tabelle 7) wurde kein Weizenmehl, sondern Biscuitmehl verwendet und Gerstenmehl dunkel ausgelassen. V3 (ohne Emulgator) diente als Referenzprobe und wurde wie die anderen Proben einmal mit FK und einmal mit FM gebacken.

Tabelle 7: Mischemulgator vs. Lecithin

Zutaten/Versuch	V1, V2	V3, V4	V5, V6
Mehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl
	Futtermehl / feine Kleie	Futtermehl / feine Kleie	Futtermehl / feine Kleie
Fett	Margarine	Margarine	Margarine
Zucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker
	Honig	Honig	Honig
Protein			
Wasser	Ja *	Ja *	Ja *
Salz	Ja *	Ja *	Ja *
Backhilfsmittel	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat
	SAPP 28	SAPP 28	SAPP 28
Emulgator	Mischemulgator	Lecithin	

*hinzugefügt

Zwei Rezepturen aus der Versuchsreihe 3, Tabelle 5 wurden nochmals wiederholt (Tabelle 8), allerdings wurde bei einem Versuch statt Butter Margarine verwendet und beim zweiten statt Weizenmehl Biscuitmehl. Der Wasserverbrauch sollte minimiert werden. Der Versuch wurde nur mit Futtermehl als β -Glucan-reiche Quelle durchgeführt und bei 170° C und bei 200° C gebacken.

Tabelle 8: Weizenmehl vs. Biscuitmehl -und- Margarine vs. Butter

Zutaten/Versuch	V1	V2
Mehl	Weizenmehl	Biscuitmehl
	Futtermehl	Futtermehl
Fett	Margarine	Butter
Zucker	Kristallzucker	Kristallzucker
	Honig	Honig
Protein	Eiklar 4,2%	Eiklar 4,2%
Wasser	Ja *	Ja *
Salz	Ja *	Ja *
Backhilfsmittel	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat

*hinzugefügt

o **Versuchsreihe 6:**

Ab dieser Versuchsreihe (Tabelle 9) wurden die Versuche hauptsächlich mit Futtermehl und Biscuitmehl durchgeführt, weil es beim letzten Versuch ein gutes Ergebnis aus der Kombination von diesen zwei Mehllarten entstanden war.

Die variablen Faktoren waren Natriumbicarbonat und SAPP 28 mit unterschiedlichen Mengen. V3 diente als Referenzprobe.

Tabelle 9: SAPP 28 vs. Natriumbicarbonat

Zutaten/Versuch	V1	V2	V3
Mehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl
	Futtermehl	Futtermehl	Futtermehl
Fett	Margarine	Margarine	Margarine
Zucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker
	Honig	Honig	Honig
Protein	Eiklar	Eiklar	Eiklar
Wasser	Ja *	Ja *	Ja *
Salz	Ja *	Ja *	Ja *
Backhilfsmittel	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat	
	SAPP 28		

*hinzugefügt

o **Versuchsreihe 7:**

Die variablen Faktoren im Vergleich zur Versuchsreihe 6 waren Butter (statt Margarine), handelsübliches ³Backpulver, ⁴Weinsteinpulver, Natriumbicarbonat und SAPP 28.

Alle Versuche wurden nur mit Futtermehl und Biscuitmehl durchgeführt.

Für diese Versuche wurde die Backzeit (Tabelle 10) optimiert, das heißt, je nach Farbe der Proben im Backofen wurde entschieden, wie lange sie noch brauchen.

Die Back-Temperaturen lagen bei 180° C Oberhitze und 175° C Unterhitze.

³ Dinatrium Diphosphat, Natriumhydrogencarbonat, Maisstärke

⁴ Weinstein, Natriumhydrogencarbonat, Weizenmehl, Zitronensäure

Tabelle 10: Diverse Backhilfsmittel

Zutaten/Versuch	V1	V2	V3	V4	V5
Mehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl
	Futtermehl	Futtermehl	Futtermehl	Futtermehl	Futtermehl
Fett	Butter	Butter	Butter	Butter	Butter
Zucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker
	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig
Protein	Eiklar	Eiklar	Eiklar	Eiklar	Eiklar
Wasser	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *
Salz	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *
Backhilfsmittel	Backpulver	Weinsteinpulver	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat
				SAPP 28	
Zusätze					Haferflocken
<i>Backzeit (min)</i>	10	10	12	12 bzw. 11	10,5

*hinzugefügt

o *Versuchsreihe 8:*

Da es gute Ergebnisse nach der Verwendung von Natriumbicarbonat, Eiklar und Futtermehl gab, wurde die Rezeptur der folgenden Versuche (Tabelle 11) aus diesen Faktoren zusammengesetzt und mit anderen Mehlsorten, wie z. B. Weizenvollkornmehl (V6) und griffiges Mehl (V5), verarbeitet und wieder feine Kleie (V2) und Gerstenmehl dunkel (V3) dazu genommen, um auch die Auswirkung dieser Kombinationen zu erfahren. Der variable Faktor waren hier Haferflocken, Eiklar und verschiedene Mehlsorten.

Die Kekse wurden 11 Minuten lang bei 180° C gebacken.

Tabelle 11: Diverse Mehlsorten

Zutaten/Versuch	V1, V2, V3	V4	V5	V6	V7
Mehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl	griffiges Mehl	Weizenvollkornmehl	Biscuitmehl
	Futtermehl/Feine Kleie/Gerstenmehl	Futtermehl	Futtermehl	Futtermehl	Futtermehl
Fett	Butter	Butter	Butter	Butter	Butter
Zucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker
	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig
Protein	Eiklar	Eiklar	Eiklar	Eiklar	
Wasser	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *
Salz	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *
Backhilfsmittel	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat	Natriumbicarbonat
Zusätze		Haferflocken			

*hinzugefügt

o **Versuchsreihe 9:**

Weitere Versuche (Tabelle 12) wurden mit Zusatz von Fruchtpulver gebacken, um den Keksen eine frische Geschmacksnote und eventuell Farbe zu verleihen, um das Produkt attraktiver zu gestalten. Die Fruchtpulversorten waren: Apfel, Brombeere und Orange.

Alle Versuche wurden mit Futtermehl und Biscuitmehl durchgeführt. Natriumbicarbonat wurde als Backtriebmittel eingesetzt und Eiklar für eine bessere Bindungsfähigkeit des Teiges und bessere Konsistenz.

Die variablen Faktoren waren Natriumbicarbonat, Demerara Zucker, Fruchtpulver und Orangensaft.

Die Fruchtpulversorten wurden in 2 Rezepturen mit einer unterschiedlich angepassten Fruchtpulvermenge eingesetzt.

Die Proben wurden bei 180° C, 11 Minuten lang gebacken.

Tabelle 12: Wasser vs. Orangensaft

Versuch / Zutaten	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
Mehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl	Biscuitmehl
	Futtermehl	Futtermehl	Futtermehl	Futtermehl	Futtermehl	Futtermehl	Futtermehl
Fett	Butter	Butter	Butter	Butter	Butter	Butter	Butter
Zucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker
	Demerara Zucker	Demerara Zucker	Demerara Zucker	Demerara Zucker	Demerara Zucker	Demerara Zucker	Demerara Zucker
	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig	Honig
Protein	Eiklar	Eiklar	Eiklar	Eiklar	Eiklar	Eiklar	Eiklar
Wasser	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *		
Salz	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *	Ja *
Backhilfsmittel	Natrium bicarbonat	Natrium bicarbonat	Natrium bicarbonat	Natrium bicarbonat	Natrium bicarbonat	Natrium bicarbonat	Natrium bicarbonat
Fruchtpulver		Apfel	Brombeere	Orange	Apfel	Brombeere	Orange
Orangensaft						Ja *	Ja *

*hinzugefügt

9.3 Spritzgebäck

- o **V1** Backzeit: 9 Minuten
- o **V2** Backzeit: 15:30 Minuten
- o **V3** Backzeit: 19 Minuten

Die variablen Faktoren (Tabelle 13) waren Biscuitmehl, Malzmehl und Vanillezucker. Der erste Versuch diente als Referenzprobe.

Die Teigmasse wurde mithilfe einer Teigpresse in die gewünschte Form gebracht und auf das Backpapier auf dem Blech platziert und gebacken.

Tabelle 13: Spritzgebäck

Zutaten/Versuch	V1	V2	V3
Mehl	Gerstenmehl	Gerstenmehl	Gerstenmehl
			Biscuitmehl
Fett	Margarine	Margarine	Margarine
Zucker	Staubzucker	Staubzucker	Staubzucker
	Vanillezucker	Vanillezucker	
Protein	Eigelb	Eigelb	Eigelb
Wasser	Ja *	Ja *	Ja *
Salz	Ja *	Ja *	Ja *
Zusätze		Malzmehl	

*hinzugefügt

9.4 Vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Mürbteigkekse

Die erarbeiteten Rezepturen wurden dem Auftraggeber übergeben und von diesem intern weiterentwickelt. Daraus resultierten fünf verschiedene Keksvarianten mit unterschiedlichen Aromatisierungen. Die Geschmacksrichtungen von den fertiggelieferten Keksen waren wie folgt:

- V1: Anis-Haselnuss
- V2: Zitrone
- V3: Müsli-Apfel
- V4: neutrale Variante
- V5: Keimkraft-Haselnuss

Der Ballaststoff- und β -Glucangehalt vom Gerstenmehl und von diesen Keksen wurde untersucht. Die Werte befinden sich im Ergebnisbereich.

10 Ergebnisse und Diskussion

10.1 Vorversuchsergebnisse

- VV1:

In der Tabelle 14 ist sichtbar, dass die Kekse nach 11,5 min. backen einen höheren Ausdehnungsgrad hatten als nach 9 min. Backzeit, weil die Kekse noch nicht ganz aufgegangen waren. Die höhere Standardabweichung des Ausdehnungsgrads ist darauf zurückzuführen, weil unterschiedlich große Kekse mit nicht ganz runden Formen entstanden waren. Die Kekse waren sehr knusprig, wiesen eine ungleichmäßige Oberfläche auf, waren hell gebacken und fettig. Dass sie am knackigsten waren, ist auf der Tabelle 14 zu sehen.

- VV2:

Der Eigelbgeschmack war beim Kauen intensiv wahrnehmbar. Die Proben hatten eine rissige Oberfläche. Der Ausdehnungsgrad war im Vergleich zu den anderen Proben am niedrigsten.

- VV3 und VV4:

Die Kekse hatten im Vergleich zu den anderen Proben, vor und nach 2 Stunden Inkubation des Teiges und wiederholtem Backen bessere sensorische Eigenschaften.

- Alixir

Als Referenz für die Konsistenz und β -Glucangehalt der Proben wurde die Textur einer italienischen Kekssorte Namens „Alixir cor“ (dreieckförmige Kekse) gemessen. Diese Kekse werden auf der Verpackung mit dem Zusatztext „hilft den Cholesterinspiegel zu kontrollieren“ beworben, da sie eine β -Glucanmischung aus Gerste enthalten.

Hinsichtlich der Knusprigkeit stand die „Alixir Cor“ verglichen mit den anderen Kekssorten bei der Texturanalyse (Tabelle 14) auf Platz zwei.

- Gelieferte Teige:

Fertig-Mürbteig: Die gebackenen Kekse hatten eine helle Farbe, eine glatte Oberfläche und waren nach „Alixir“ die dritt-knackigsten Proben in dieser Runde.

Fertig-Spritzteig: Die Proben waren sehr knusprig und hatten eine helle Farbe.

Tabelle 14: Texturmessung Vorversuche und Referenzproben

		Durchmesser	Höhe	Ausdehnungsgrad	Textur
VV1>9min.	Mittelwert	6,589	0,779	8,549	16,639
	STABW	0,126	0,077	1,027	4,954
VV1=9min.	Mittelwert	6,440	0,815	7,901	15,475
	STABW	0,325	0,035	0,056	6,154
VV2	Mittelwert	5,660	0,858	6,604	5,909
	STABW	0,034	0,022	0,183	0,965
VV3	Mittelwert	5,776	0,570	10,148	4,783
	STABW	0,027	0,024	0,440	0,394
VV3 nach 2 Std.	Mittelwert	5,854	0,710	8,248	5,629
	STABW	0,035	0,016	0,140	0,640
VV4	Mittelwert	5,727	0,590	9,731	5,340
	STABW	0,022	0,034	0,525	0,710
VV4 nach 2 Std.	Mittelwert	5,828	0,655	8,944	6,351
	STABW	0,032	0,051	0,702	0,698
Fertigmürbteig	Mittelwert	6,087	0,637	9,570	11,006
	STABW	0,112	0,025	0,415	3,321
Alixir	Mittelwert				11,781
	STABW				1,805

10.2 Hauptversuchsergebnisse

- **Versuchsreihe 1:**

- o V1 und V2:

Hier wurde mit „feiner Kleie (2:1) Weizenmehl“ und „Futtermehl (2:1) Weizenmehl“ gearbeitet. Da kein Wasser, sondern nur 30% Butter zugesetzt wurde, waren beide Teige sehr bröselig und konnten nicht weiter verarbeitet und gebacken werden.

- o V3, V4 und V5:

Hier wurde jeweils Eigelb mit 4,7% Wasser gemischt und zugesetzt. V3 (Gerstenmehl) und V4 (feine Kleie) haben sich zu Keksen formen und backen lassen, aber V5 (Futtermehl) nicht, weil es pulvrig und trocken war, weswegen dazu stufenweise noch mehr Wasser bis zu 7% zugesetzt wurde, aber immer noch nicht gebunden werden konnte.

Der Teig war weich und gleichzeitig bröselig. Die Texturanalyse (Tabelle 15) bestätigt die weiche Struktur der Kekse vom Versuch 3 und 4.

Tabelle 15: Texturmessung Eigelbpulvereinsatz

Messung/ Versuch		Durchmesser	Höhe	Ausdehnungs grad	Textur
V3	Mittelwert	5,536	0,726	7,648	3,340
	STABW	0,039	0,041	0,445	0,515
V4	Mittelwert	5,482	0,641	8,573	3,787
	STABW	0,050	0,035	0,435	0,447

o V6, V7 und V8:

V7 (FM+WM) war etwas fester und trockener als V6 (FK+WM), obwohl der Teig mehr Wasser enthielt. Nach dem Backen waren auf den Keksen Blasen sichtbar. Das wirkte sich auch auf den Ausdehnungsgrad (Tabelle 16) aus. Das Ergebnis beim V8 (GMD) mit 4,7% Wasser war ähnlich wie beim V6.

Tabelle 16: Texturmessung Eiklarpulvereinsatz

Messung/ Versuch		Durchmesser	Höhe	Ausdehnungs grad	Textur
V6	Mittelwert	5,523	0,559	9,970	5,470
	STABW	0,049	0,058	0,981	0,639
V7	Mittelwert	5,467	0,538	10,198	5,621
	STABW	0,028	0,033	0,647	0,645
V8	Mittelwert	5,605	0,628	8,963	4,686
	STABW	0,140	0,044	0,634	0,547

o V9-V14:

Bei dieser Versuchsreihe wurde bei drei Versuchen Molke und bei der restlichen drei Gluten (Weizenkleber) eingesetzt und jeweils mit allen 4 Mehlsorten wie beim letzten Versuch zu einem Teig geknetet und gebacken. Dabei wurde in beiden Fällen für GMD am wenigsten Wasser verbraucht und die Bearbeitung von diesen Teigen war am einfachsten. FK mit Molkeneinsatz und FM mit Gluteneinsatz waren schwer formbar, weil diese sehr brüchig, bröselig und trocken waren.

Die Texturanalyse auf Tabelle 17 zeigt, dass die Kekse aus Gerstenmehl am weichsten (weniger knusprig) und die aus Futtermehl fester als die anderen Proben waren. Der Ausdehnungsgrad blieb bei allen 6 Proben gleich hoch.

Tabelle 17: Texturmessung Gluten- und Molkeneinsatz

Messung/ Versuch		Durchmesser	Höhe	Ausdehnungs grad	Textur
V9	Mittelwert	5,546	0,644	8,671	4,395
	STABW	0,026	0,058	0,737	1,072
V10	Mittelwert	5,545	0,669	8,312	5,174
	STABW	0,031	0,037	0,474	1,184
V11	Mittelwert	5,570	0,701	8,006	3,998
	STABW	0,041	0,066	0,721	0,730
V12	Mittelwert	5,542	0,650	8,543	3,064
	STABW	0,036	0,031	0,412	0,483
V13	Mittelwert	5,542	0,650	8,542	4,629
	STABW	0,036	0,031	0,387	0,649
V14	Mittelwert	5,570	0,651	8,594	2,916
	STABW	0,045	0,046	0,600	0,518

- **Versuchsreihe 2:**

- o V1- V3:

Bei den ersten drei Versuchen ging es um die Wirkung von Natriumbicarbonat auf die 4 verschiedenen Mehlsorten mit einem Buttergehalt von 11%.

Der Teig von V1 (FK) war nach fast 12% Wasserzugabe immer noch zu trocken. Nach 1% zusätzlichem Wassereinsatz wurde der Teig klebrig und fest. Dasselbe galt auch für V2 (FM), der Teig war zu fest und nicht bindungsfähig. Es war keine weitere Bearbeitung möglich.

Der Teig von V3 (GMd) war auch nach 12% Wasserzugabe noch trocken, der Wassergehalt wurde daher um ein weiteres Prozent erhöht. Der Teig war schwer bindungsfähig, weil er fest und bröselig war. Nach dem Walzen war die Teigoberfläche ungleichmäßig, da er schwer zu verarbeiten war. Nach dem Backen waren braune Punkte

auf den Proben sichtbar. Es könnte sein, dass Natriumbicarbonat nicht gut gemischt und mit der Masse nicht homogenisiert wurde. Die Kekse waren weich.

o V4 und V5:

Die Bindungsfähigkeit von Eiklar und Gluten wurde in Kombination mit Natriumbicarbonat nur auf Gerstenmehl geprüft. Der Teig in beiden Fällen war schwer zu kneten, fest, bröselig, brüchig und nach dem Backen mit einer ungleichmäßigen Oberfläche und braunen Punkten. Dies könnte wieder wegen nicht gut gemischtem Natriumbicarbonat sein.

o V6-V8:

Die Zutaten von diesen drei Versuchen waren wie von V1-V3, nur mit einem höheren Buttergehalt (17%). Hier wurde für den Gerstenmehl-Teig (V6) am wenigsten und für den Futtermehl-Teig (V7) am meisten Wasser verbraucht. Die Teigmassen von GM und FK waren im Vergleich zur FM-Teigmasse (bröselig) leichter zu kneten. Auf den fertiggebackenen GM-Keksen waren braune Punkte sichtbar.

Die Texturanalyse illustriert, dass beim GM zwischen 11% und 17% Buttergehalt kein Unterschied beim Ausdehnungsgrad zu sehen war. Aber die Probe aus GMd mit dem niedrigeren Buttergehalt und mit zugesetzten Gluten und Eiklar war knuspriger.

Insgesamt hatten die Kekse bisher keine wünschenswerte Konsistenz (Tabelle 18). Sie waren weich und nicht knusprig. Deshalb wurde bei den nächsten Versuchen auf eine mögliche Reduktion des Wasserzusatzes geachtet.

Tabelle 18: Texturmessung 11%Butter vs. 17%Butter -und- Eiklar vs. Gluten

Messung/ Versuch		Durchmesser	Höhe	Ausdehnungsgrad	Textur
V3	Mittelwert	5,436	0,720	7,628	3,213
	STABW	0,094	0,074	0,872	0,501
V4	Mittelwert	5,407	0,703	7,716	3,423
	STABW	0,025	0,043	0,448	0,359
V5	Mittelwert	5,415	0,666	8,141	3,953
	STABW	0,016	0,025	0,316	0,552
V6	Mittelwert	5,388	0,716	7,602	2,277
	STABW	0,027	0,075	0,823	0,299
V7	Mittelwert	5,295	0,703	7,551	2,913
	STABW	0,047	0,040	0,378	0,453
V8	Mittelwert	5,343	0,641	8,346	3,350
	STABW	0,024	0,025	0,319	0,714

- **Versuchsreihe 3:**

Ungelöste Zucker- und Salzkristalle und braune Punkte (Abb. 9-14) waren in den Keksen sichtbar und die Salzkristalle konnten deutlich wahrgenommen werden. Vielleicht weil sie während der Zutatenmischung im Wasser nicht gut aufgelöst wurden.



⁵Abbildung 9: Futtermehl/7% Gluten -1



Abbildung 10: Gerstenmehl/7% Gluten, 180° C

⁵ Die Proben wurden in manchen Versuchsreihen zum besseren Verständnis anderes codiert.



Abbildung 11: Futtermehl/7% Gluten



Abbildung 12: Feine Kleie/7% Gluten



Abbildung 13: Futtermehl/7% EK



Abbildung 14: Feine Kleie/7% EK

Der Teig von GMd mit 7% Gluten (V1) war sehr fest zum Kneten. Die eine Hälfte der Teigmasse wurde mit 170° C, die andere Hälfte mit 180° C gebacken, die natürlich eine dementsprechend festere Konsistenz hatte.

V2 bestand aus Futtermehl und 7% Gluten. Die Teigmasse war bröselig und fest. In der ersten Runde wurden die Proben bei 170° C gebacken, abgekühlt und danach nochmal bei derselben Temperatur, um eine Minute länger (10 min) gebacken. Da die Kekse schon ausgetrocknet waren, sind die Ergebnisse der Texturanalyse um einiges höher als die von den Proben, die nur einmal gebacken wurden.

Die Verarbeitung des Teiges von GMd und FM mit 7% Eiklar war schwer, weil die Teigmasse fest und bröselig war.

Die Kekse (Tabelle 19) waren entweder fest, oder weich und kompakt. Insgesamt wurde eine bessere Konsistenz bei den Keksen mit zugesetztem Eiklar beobachtet.

Tabelle 19: Texturmessung 4,2%Gluten vs. 7%Gluten -und- 4,2%Eiklar vs. 7%Eiklar

Versuch/Messung		Durch messer	Höhe	Ausdehnungs grad	Textur
Gerstenmehl-dunkel- 7%Gluten-180°C	Mittelwert	5,297	0,672	7,922	5,711
	STABW	0,040	0,052	0,569	1,437
Gerstenmehl-dunkel- 7%Gluten-170°C	Mittelwert	5,286	0,649	8,162	4,345
	STABW	0,034	0,033	0,391	0,838
Futtermehl-7%Gluten-1	Mittelwert	5,261	0,555	9,499	6,885
	STABW	0,034	0,025	0,482	1,308
Futtermehl-7%Gluten (zusätzlich 10min.)	Mittelwert	5,152	0,542	9,512	35,237
	STABW	0,021	0,014	0,274	4,058
feine Kleie-7%Gluten	Mittelwert	5,303	0,644	8,246	3,849
	STABW	0,030	0,025	0,339	0,954
Gerstenmehl-dunkel- 7%Eiklar	Mittelwert	5,414	0,614	8,841	5,542
	STABW	0,030	0,033	0,479	0,692
Futtermehl-7%Eiklar	Mittelwert	5,394	0,678	7,997	7,628
	STABW	0,050	0,053	0,603	1,300
feine Kleie-7%Eiklar	Mittelwert	5,383	0,678	7,960	7,725
	STABW	0,034	0,036	0,430	2,068
Gerstenmehl-4,2%Eiklar	Mittelwert	5,421	0,670	8,118	4,751
	STABW	0,035	0,041	0,490	0,879
Futtermehl-4,2%Eiklar	Mittelwert	5,353	0,651	8,242	7,056
	STABW	0,023	0,034	0,413	1,388
feine Kleie-4,2%Eiklar	Mittelwert	5,309	0,653	8,172	7,162
	STABW	0,029	0,049	0,630	1,430
feine Kleie-4,2%Gluten	Mittelwert	5,395	0,674	8,021	3,796
	STABW	0,042	0,033	0,381	0,730
Futtermehl-4,2%Gluten	Mittelwert	5,314	0,678	7,863	4,049
	STABW	0,032	0,040	0,477	1,008
Gerstenmehl- 4,2%Gluten	Mittelwert	5,354	0,641	8,380	3,268
	STABW	0,036	0,041	0,478	0,899
Gerstenmehl- 7%Gluten+Eiklar	Mittelwert	5,325	0,646	8,280	6,238
	STABW	0,048	0,046	0,590	1,465
Futtermehl- 7%Gluten+Eiklar	Mittelwert	5,391	0,620	8,708	4,619
	STABW	0,020	0,024	0,355	0,849
feine Kleie- 7%Gluten+Eiklar	Mittelwert	5,349	0,641	8,355	6,490
	STABW	0,038	0,025	0,312	1,864

- **Versuchsreihe 4:**

Die Proben wurden einmal mit FM und einmal mit FK hergestellt, aber weil die Kekse aus FK eine schlechtere Konsistenz mit einer sehr trockenen und rissigen Oberfläche hatten, wurden nur die Proben aus FM analysiert.

Außer den Proben aus FM + Malzmehl (V3) hatten die restlichen Kekse eine glatte Oberfläche (Abb. 15-18). Die Texturanalyse (Tabelle 20) zeigt einen sehr hohen Wert bei den ersten drei Versuchen, vor allem beim Futtermehl mit weniger (0,3%) Eiklar (V2), das bedeutet, diese Variante war im Vergleich zu V1 (0,7% Eiklar), V4 (Haferflocken) und V5 (Buttermilchpulver) am knusprigsten. Die Kekse sind nach dem Ausdehnungsgrad folgend gut aufgegangen.

Tabelle 20: Texturmessung Futtermehl vs. Feine Kleie -und- Malzmehl vs. Haferflocken vs. Buttermilchpulver

Messung / Versuch		Durchmesser	Höhe	Ausdehnungsgrad	Textur
V1	Mittelwert	5,445	0,473	11,524	23,073
	STABW	0,022	0,017	0,400	3,379
V2	Mittelwert	5,423	0,479	11,352	34,919
	STABW	0,028	0,025	0,651	7,822
V3	Mittelwert	5,442	0,487	11,186	28,572
	STABW	0,036	0,017	0,368	4,073
V4	Mittelwert	5,443	0,489	11,155	18,548
	STABW	0,023	0,024	0,546	4,243
V5	Mittelwert	5,472	0,457	11,985	10,430
	STABW	0,015	0,015	0,367	1,340



Abbildung 15: Futtermehl/Malzmehl, 170° C



Abbildung 16: Futtermehl/Haferflocken, 170° C



Abbildung 17: Futtermehl/0,3% EK, 170° C



Abbildung 18: Futtermehl/Milchpulver, 170° C

- **Versuchsreihe 5:**

Die Teigmassen, außer der Kombination aus FM und Lecithin (V2, FM), konnten gut bearbeitet werden.

V3 und V4 enthielten keinen Emulgator, dafür aber eine höhere Menge Natriumbicarbonat und SAPP 28, wobei der Gehalt an diesen Backtriebmitteln in V4 um ca. 25% höher war als in V3.

Auf V4 waren während des Backens große Wölbungen entstanden (Abb. 19-24), die wahrscheinlich durch die höhere Menge an Backtriebmittel verursacht wurde.

Die Kekse hatten ein besseres Volumen als die meisten, die vorher gebacken wurden. Der Nachteil war, dass sie sehr weich waren (Tabelle 21).

Tabelle 21: Texturmessung Mischemulgator vs. Lecithin

Messung / Versuch		Durchmesser	Höhe	Ausdehnungsgrad	Textur
V1	Mittelwert	5,420	0,512	10,596	3,207
	STABW	0,032	0,017	0,349	0,443
V2	Mittelwert	5,419	0,517	10,488	3,618
	STABW	0,022	0,013	0,270	0,574
V3	Mittelwert	5,416	0,533	10,188	2,400
	STABW	0,020	0,029	0,541	0,375
V4	Mittelwert	5,416	0,543	9,989	5,925
	STABW	0,020	0,023	0,390	1,060



Abbildung 19: Futtermehl/Mischemulgator/V1, 170° C



Abbildung 20: Futtermehl/Lecithin/V2, 170°C



Abbildung 21: Futtermehl/V3, 170° C



Abbildung 22: Futtermehl/V4, 170° C



Abbildung 23: Futtermehl/Biscuitmehl



Abbildung 24: Futtermehl/Margarine

Tabelle 22: Texturmessung Rezeptur 3 neu verarbeitet

Messung / Versuch		Durchmesser	Höhe	Ausdehnungsgrad	Textur
V5	Mittelwert	5,525	0,671	8,245	3,380
	STABW	0,011	0,026	0,320	0,538
V6	Mittelwert	5,460	0,575	9,529	6,149
	STABW	0,016	0,036	0,604	0,500

Wie schon in der Versuchsdurchführung erwähnt, wurde für die Zusammensetzung der letzten zwei Versuche eine alte Rezeptur wiederholt. Ein Versuch mit Margarine statt Butter (V5), der andere mit Biscuitmehl statt Weizenmehl (V6). Beide haben die gleiche

Menge Wasser gebraucht und wurden bei 200°C gebacken. Die Kekse (Tabelle 22) waren knusprig und brachen in feinen Schichten. Vor allem V6 hatte eine gute Konsistenz und Geschmack. Daher wurden alle Versuche der nächsten Versuchsreihe mit Futtermehl und Biscuitmehl durchgeführt.

- **Versuchsreihe 6:**

Es wurde einmal ohne chemisches Backtriebmittel (V3), einmal nur mit Natriumbicarbonat, (V2) und zwei weitere Versuche (V1) wurden sowohl mit SAPP 28, als auch mit Natriumbicarbonat in unterschiedlichen Mengen durchgeführt.

Die gebackenen Kekse hatten alle, außer V2 und V3, einen bitteren Geschmack. Es wurde sehr wahrscheinlich durch SAPP 28 verursacht. Da der Geschmack von den Proben nicht ansprechend war, wurde auf eine Texturanalyse verzichtet.

- **Versuchsreihe 7:**

Der Teig von V1 mit Backpulver als variabler Faktor war etwas fest und führte zur Bildung von kleinen Kügelchen während des Knetens. Die Kekse (Abb. 26) waren nach 10 Minuten Backen etwas dunkler als die anderen Proben dieser Reihe und vom Geschmack her waren sie besser.

Die Teigmasse von V2 mit dem Zusatz von Weinsteinpulver war etwas fest, die gebackenen Kekse (Abb. 25) waren bitter.

V3 (Abb. 28) wurde mit Natriumbicarbonat und SAPP 28 für 12 Minuten gebacken. Die Kekse waren trocken (Tabelle 23), die Backzeit war zu lang, besser wären 11 Minuten. Hier waren die Kekse im Vergleich zur Versuchsreihe 6 nicht bitter, weil die eingesetzte Menge von SAPP 28 um $\frac{1}{2}$ bzw. $\frac{1}{3}$ weniger war.

Ohne SAPP 28 mit nur Natriumbicarbonat aber in unterschiedlichen Mengen wurden V4 mit 12 Minuten Backzeit, V5 mit 11 Minuten und V6 mit 10 Minuten gebacken. Die Proben von V4 (Abb. 27) waren nach dem Backen etwas trocken, besser wäre 11 Minuten Backzeit. Die gebackenen Proben von V5 hatten eine bessere Konsistenz als die anderen Proben dieser Reihe. Darum wurde in der nächsten Versuchsreihe Natriumbicarbonat als Backtriebmittel eingesetzt und das Ergebnis von dessen Kombination mit verschiedenen Mehlsorten überprüft.

Tabelle 23: Texturmessung diverse Backhilfsmittel

Messung / Versuch		Durchmesser	Höhe	Ausdehnungsgrad	Textur
V1	Mittelwert	5,447	0,576	9,467	8,926
	STABW	0,027	0,021	0,325	1,179
V2	Mittelwert	5,452	0,598	9,130	6,894
	STABW	0,025	0,024	0,354	1,482
V3	Mittelwert	5,400	0,521	10,377	23,649
	STABW	0,026	0,020	0,368	5,310
V4	Mittelwert	5,418	0,537	10,096	23,174
	STABW	0,012	0,014	0,258	4,886
V5	Mittelwert	5,378	0,457	11,788	29,890
	STABW	0,029	0,021	0,489	7,171
V6	Mittelwert	5,426	0,512	10,613	18,433
	STABW	0,016	0,021	0,428	4,257



Abbildung 25: Futtermehl, Weinsteinp. 10 min



Abbildung 26: Futtermehl, BP, 10min



Abbildung 27: Futtermehl/V4, 12 min



Abbildung 28: Futtermehl/V3, 12 min

- **Versuchsreihe 8**

Der Teig von V1 (FM) war etwas fest, aber die Konsistenz der Kekse (Abb. 29) war gut, knusprig. Das ist auch in den Ergebnissen der Texturanalyse (Tabelle 24) zu sehen.

V3 (FK) hatte auch eine gute Textur und einen guten Geschmack. V2 (GMd) und V4 (FM mit Hafer) hatten einen etwas schwächeren Charakter (Abb. 30-32).

Tabelle 24: Texturmessung diverse Mehlsorten

Messung / Versuch		Durchmesser	Höhe	Ausdehnungsgrad	Textur
V1	Mittelwert	5,415	0,500	10,840	16,933
	STABW	0,023	0,016	0,328	2,946
V2	Mittelwert	5,425	0,525	10,343	10,319
	STABW	0,013	0,016	0,338	2,459
V3	Mittelwert	5,422	0,524	10,350	11,514
	STABW	0,011	0,008	0,172	2,241
V4	Mittelwert	5,391	0,503	10,722	13,868
	STABW	0,021	0,011	0,236	2,351

Die Konsistenz der Proben von V5 (FM + griffiges Mehl) und V6 (FM + Weizenvollkornmehl) war kompakt.

Die Kekse von V7 aus FM + Biscuitmehl (ohne Eiklar) waren weich, nicht ganz rund und hatten eine schlechte Oberfläche, was auch bei der Teigbearbeitung der Fall war.

Da die Eigenschaften der letzten 3 Versuche nicht optimal waren, wurde dafür keine analytische Texturmessung durchgeführt.



Abbildung 29: Futtermehl/V1, 11min, 180° C



Abbildung 30: Gerstenmehl/V2, 11min, 180° C



Abbildung 31: Feine Kleie/V3, 11min, 180° C



Abbildung 32: Futtermehl/V4, Hafer, 11min 180° C

• Versuchsreihe 9

Nach der Zugabe von Fruchtpulvern, wie Brombeere und Orange, und der Mischung der Zutaten wurde der Teig sehr klebrig, weich und schwer zu verarbeiten. Beim Einsatz von Apfelpulver wurde der Teig im Gegensatz zu den anderen Sorten sehr bröselig und fest, mit einer schlechten Bindungsfähigkeit. Auch nach dem Versuch der Optimierung der Fruchtpulvermenge wurde die Textur der Teigmasse nicht besser.

Die gebackenen Kekse hatten in allen Varianten einen sehr künstlichen und intensiven Geschmack und die Farbe der mit Brombeerpulver gebackenen Proben war sehr intensiv violett.

Da keine wünschenswerten Ergebnisse erzielt wurden, wurde die Texturanalyse nicht durchgeführt.

10.3 Spritzgebäck 1

Alle Spritzkekse wurden mit Gerstenmehl dunkel gebacken, bei V3 wurde GMd 1:1 mit Biscuitmehl gemischt und weiterverarbeitet. Das Verhältnis vom Eigelbpulver zu Wasser war 1:2,5, genau wie bei V2.

Bei V1 wurde das Eigelbpulver 1:2 mit Wasser gemischt, weitere Zutaten dazu gegeben und gebacken. Nach neunminütiger Backzeit erschienen die Kekse als fertiggebacken. Im Kern waren sie jedoch noch teigig und roh. Dasselbe Problem hatten auch V2 und V3, obwohl sie länger gebacken wurden und gerade deswegen wurde der äußere Teil leicht verbrannt und der innere war noch nicht durch. Die starke Bräunung verursachte vor allem bei V3 einen bitteren Nachgeschmack.

Die Spritzgebäcke wurden für zwei Tage stehen gelassen, so konnte sich das Wasser im Teig durch Diffusion ausbreiten und die Feuchtigkeit im Gebäck reduzieren.

Auf der nächsten Tabelle (Tabelle 25) ist der β -Glucangehalt der verwendeten Mehlsorten und des Spritzmürbteigs zu sehen:

Tabelle 25: β -Glucangehalt der verwendeten Mehlsorten und des Spritzteiges

Probe	TS [%]	Fett [% i.d.TS]	β -Glucan [% i.d.TS]	β -Glucan [%]
dunkel	89,66	---	4,26	3,82
Kleie fein	90,17	---	8,57	7,73
Futtermehl	90,46	---	7,29	6,60
Spritzmürbteig	91,47	28,85	2,17	1,99

10.4 Vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Mürbteigkekse

Die folgenden Mürbkekssorten wurden durch Texturmessung, Farbmessung und durch eine Verkostung und folgende Umfrage von 82 ungeschulten Personen sensorisch analysiert und beurteilt.

- V1: Anis-Haselnuss
- V2: Zitrone
- V3: Müsli-Apfel
- V4: neutrale Variante
- V5: Keimkraft-Haselnuss

10.4.1 Farb- und Texturmessung der Mürbkekse aus dem Großversuch

Bei der Verkostung der Kekse wurden diese als sehr knusprig wahrgenommen, was auch durch die Texturmessung (Messung der Bruchfestigkeit) bestätigt wurde. Vor allem V1 (Anis-Haselnuss) und V2 (Zitrone) hatten eine knusprigere Konsistenz als die anderen Proben. Die Texturmessung der Kekse von Versuch 5 (Keimkraft-Haselnuss) zeigt eine hohe Standardabweichung, weil wegen den groben Inhaltsstoffen bei der Messung unterschiedliche Druckkräfte durch das Messgerät auf die Kekse ausgeübt wurden und daher unterschiedlich hohe Zahlen entstanden. In diesem Rahmen wurde auch die Farbmessung durchgeführt. In Tabelle 27 sind die Ergebnisse zusammengefasst.

Tabelle 26: Farbmessungswerte der einzelnen Proben

<u>V1</u>	1. Probe	1. Messung	2. Messung	MW	<u>V2</u>	1. Probe	1. Messung	2. Messung	MW
	L	69,4	69,4	69,4		L	68,2	68,5	68,35
	a	5,7	5,6	5,65		a	6,5	6,5	6,5
	b	28,4	28,5	28,45		b	29,2	29,2	29,2
	2. Probe	1. Messung	2. Messung	MW		2. Probe	1. Messung	2. Messung	MW
	L	69,1	68,9	69		L	69,2	69,3	69,25
	a	5,6	5,8	5,7		a	6,9	6,8	6,85
	b	28,5	28,4	28,45		b	30,9	30,8	30,85
	3. Probe	1. Messung	2. Messung	MW		3. Probe	1. Messung	2. Messung	MW
	L	69,8	69,5	69,65		L	68,5	68,8	68,65
	a	5,3	5,5	5,4		a	6,9	6,8	6,85
	b	28,1	27,8	27,95		b	30,2	30,3	30,25

<u>V3</u>	1. Probe	1. Messung	2. Messung	MW	<u>V4</u>	1. Probe	1. Messung	2. Messung	MW
	L	67,6	67,7	67,65		L	68,5	68,5	68,5
	a	6,3	6	6,15		a	6,8	6,5	6,65
	b	28,7	28,9	28,8		b	28,9	29	28,95
	2. Probe	1. Messung	2. Messung	MW		2. Probe	1. Messung	2. Messung	MW
	L	66,3	65,6	65,95		L	68,7	67,6	68,15
	a	6	5,8	5,9		a	6,8	6,9	6,85
	b	27,9	27,7	27,8		b	29,6	29,2	29,4
	3. Probe	1. Messung	2. Messung	MW		3. Probe	1. Messung	2. Messung	MW
	L	67,4	67,8	67,6		L	68,6	68,9	68,75
	a	6,5	6,8	6,65		a	6,9	6,8	6,85
	b	29,5	30,1	29,8		b	28,9	28,9	28,9

<u>V5</u>	1. Probe	1. Messung	2. Messung	MW
	L	68,1	68,3	68,2
	a	5,8	5,6	5,7
	b	27,8	27,6	27,7
	2. Probe	1. Messung	2. Messung	MW
	L	67,4	67,8	67,6
	a	6,7	6,5	6,6
	b	28,1	28,5	28,3
	3. Probe	1. Messung	2. Messung	MW
	L	66,8	67	66,9
	a	6,7	6,7	6,7
	b	28,1	28,2	28,15

Tabelle 27: Texturmessung der Kekse aus dem Großversuch

Messung / Versuch	Texturmessung		Farbmessung		
			L*	a*	b*
V1	Mittelwert	14,034	69,35	5,58	28,28
	STABW	1,824	0,33	0,16	0,29
V2	Mittelwert	13,939	68,75	6,73	30,10
	STABW	1,969	0,46	0,20	0,84
V3	Mittelwert	12,409	67,07	6,23	28,80
	STABW	1,853	0,97	0,38	1,00
V4	Mittelwert	12,874	68,47	6,78	29,08
	STABW	1,660	0,30	0,12	0,28
V5	Mittelwert	13,092	67,57	6,33	28,05
	STABW	4,684	0,65	0,55	0,31

Auch die Farbe der Mürbkekse (V1-V5) wurde gemessen (Tabelle 27) und nach folgenden Maßzahlen beurteilt:

L* steht für Helligkeit ... wenn L* = 0 → schwarz, wenn L* = 100 → weiß

a* steht für grün-rot-Achse ... wenn a* negativ → grün, wenn a* positiv → blau

b* steht für blau-gelb-Achse ... wenn b* negativ → blau, wenn b* positiv → gelb

Da die Inhaltsstoffe der Kekse uns nicht bekannt waren, konnte man bei der Farbanalyse nur vermuten, welche Farbe wofür stehen könnte.

Die Kekse weisen alle eine fast gleich helle Farbe (alle über 67) auf und zeigen im Allgemeinen keine großen Farbunterschiede zueinander auf.

10.4.2 Sensorische Beurteilung

Die Prüfer wurden gebeten, die Proben auf einem Prüfprotokoll zu beurteilen. Ein mehrmaliges Verkosten der Proben wurde erlaubt. Zur Neutralisation wurde Leitungswasser gereicht. Die Proben wurden bei Zimmertemperatur gelagert.

Die Bewertung der Proben erfolgte durch Schulnotensystem:

1 (gefällt mir sehr), bis 5 (gefällt mir überhaupt nicht).

Die Fragen bezogen sich auf Aussehen, Geschmack, Konsistenz, Feinheit, Kaufoption und Weiterempfehlung.

Der Fragebogen ist am Ende der Arbeit angehängt (Anhang 1).

- Angaben zu den Prüfmethoden

Affektive oder hedonische Prüfung, auch bekannt als Beliebtheitstests oder Akzeptanztests sind subjektive Beurteilungen. Die Einstellung vom Verbraucher zum Produkt wird ermittelt. Bei der Akzeptanzprüfung wird anhand einer hedonischen Skala ermittelt, wie sehr ein Produkt von den Konsumenten gemocht oder nicht gemocht wird.

Unvollständige oder missverständlich ausgefüllte Bewertungen der einzelnen Merkmale wurden im Datensatz nicht berücksichtigt.

- Graphische Darstellung der Ergebnisse

Die Darstellung der Versuchsergebnisse erfolgte als Balkendiagramm, um die Verteilung der Häufigkeiten der Noten wiederzugeben. Diese Darstellungsform wurde für Merkmale, wie Geschmack, Konsistenz und Feinheit, gewählt.

- Versuchsergebnisse

An der Beliebtheitsprüfung von Keksen nahmen insgesamt 82 Personen teil. Die Prüfgruppe bestand aus 41 männlichen und 41 weiblichen Teilnehmern. Das Durchschnittsalter betrug 37,5 Jahre.

Unter 20 Jahren	9 Teilnehmer
Bis 30 Jahre	29 Teilnehmer
Bis 40 Jahre	13 Teilnehmer
Bis 50 Jahre	12 Teilnehmer
Bis 60 Jahre	10 Teilnehmer
Über 60 Jahre	9 Teilnehmer

Die Prüfgruppe wurde hinsichtlich der beruflichen Tätigkeit in 4 Gruppen eingeteilt:

Schüler/in	1 Teilnehmer
Student/in	31 Teilnehmer
Berufstätig	37 Teilnehmer
Pensionist/in	13 Teilnehmer

Die Frage nach dem Konsum von Keksen wurde wie folgt beantwortet:

Nie	0 Teilnehmer
Selten	46 Teilnehmer
2-3 mal pro Woche	32 Teilnehmer
Täglich	4 Teilnehmer

Fast ausgeglichen ist der Anteil der Personen, die die Nährstofftabelle der Produkte beim Einkaufen lesen (49% lesen die Tabelle und 51% lesen die Tabelle nicht).

60% der Probanden achten laut ihren Angaben auf die gesundheitlichen Aspekte beim Kauf ihrer Produkte.

Optisch sind die Produkte eher ansprechend, weil 64% der Probanden auf die Frage, ob das Produkt sie optisch anspricht, mit Ja antworteten.

Darüber hinaus wurden die Probanden auf Geschmack, Konsistenz und Feinheit der Produkte befragt. Die unten stehenden Grafiken (Abb. 33-36) zeigen die Verteilung der Umfragen.

Die Bewertung erfolgt, wie erwähnt, nach Schulnotensystem.

Wie aus Abb. 33 ersichtlich, haben die Sorten V2 und V4 am besten abgeschnitten und die besten Noten erhalten. Die Sorte V3 landete auf Platz 3 und fiel geschmacklich am meisten auf, weil der Geschmack zu intensiv, dominant und künstlich war. Die Sorten V1 und V5 haben am schlechtesten abgeschnitten und erhielten die niedrigere Benotung.

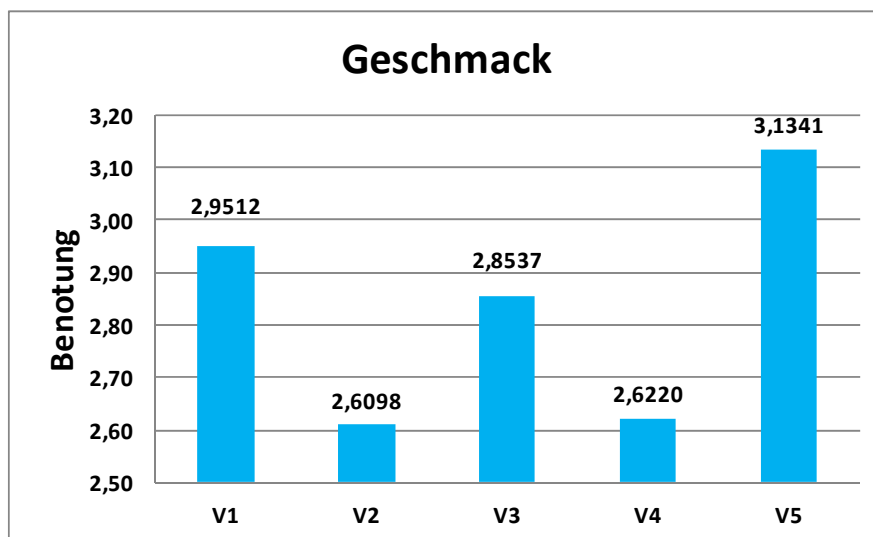


Abbildung 33: Detail Benotung „Geschmack“

Hinsichtlich der Bewertung der Konsistenz, haben die Kekssorten V2 und V4 am besten abgeschnitten. Die Sorten V1 und V3 haben die schlechtesten Noten bekommen (Abb. 34)

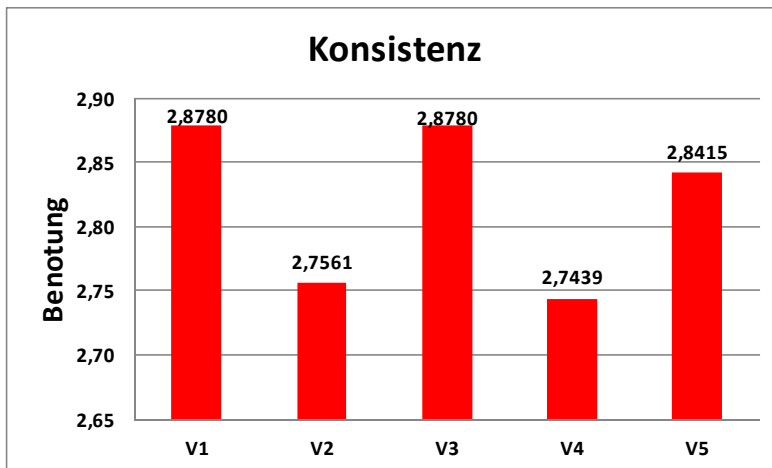


Abbildung 34: Detail Benotung „Konsistenz“

In der Bewertung „Feinheit“ waren wiederum die Sorten V2 und V4 am besten. Doch in dieser Kategorie kann die Sorte V1 ebenfalls gute Bewertung erreichen. Die schlechten Bewertungen bekamen die Sorten V5 und V3 (Abb. 35).

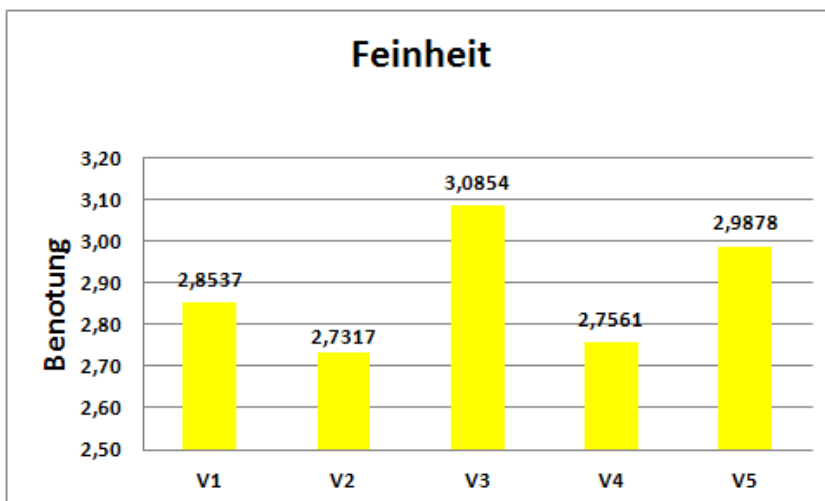


Abbildung 35: Detail Benotung „Feinheit“

Die Abbildung 36 zeigt einen Überblick der vorhin erwähnten Eigenschaften der einzelnen Kekssorten. Die Sorten V2 und V4 erhielten in allen Eigenschaften die besten Noten in der Befragung.

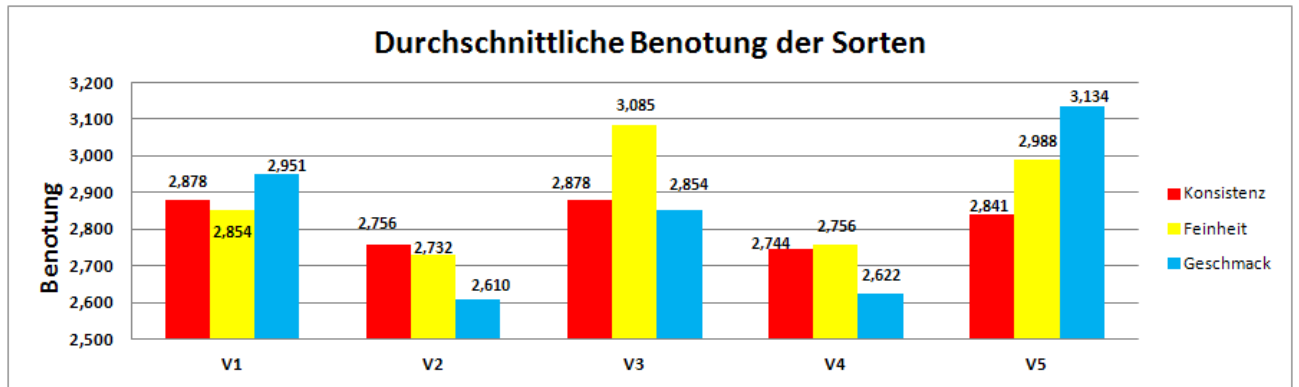


Abbildung 36: Übersicht Benotung der Sorten

In Fragebogen wurde nach einer Kaufoption (Abb. 37) bei einer eventuellen Erscheinung der Produkte im Handel gefragt. Die niedrigste Kaufempfehlung erhielt die Sorte V1 und die meisten die Sorte V4. Die Kaufoption bei den Sorten V2, V3 und V5 war indifferent.

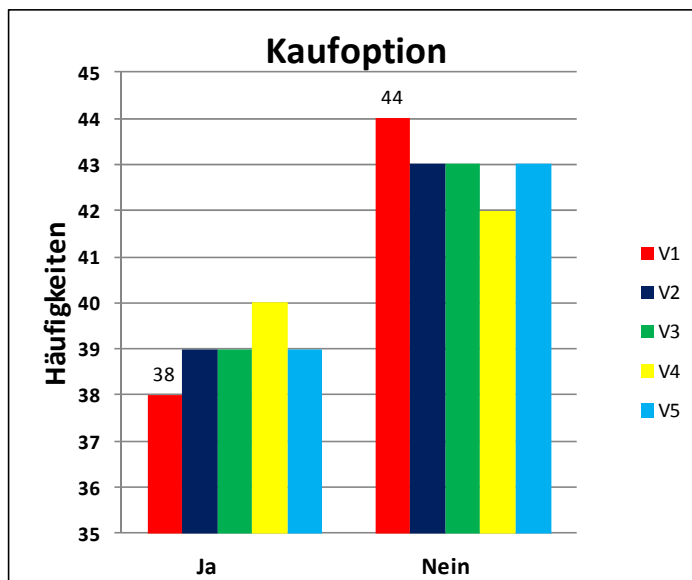


Abbildung 37: Kaufoption, "würden Sie das Produkt im Handel kaufen?"

Hinsichtlich der Weiterempfehlung schnitt die Sorte V1 am schlechtesten ab und die Sorte V4 ab besten. Die Ergebnisse sind der Abb. 38 ersichtlich.

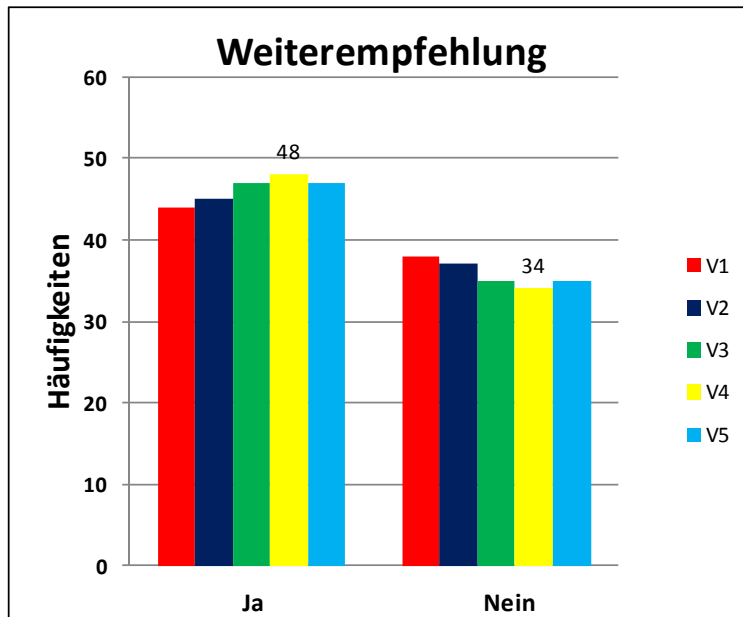


Abbildung 38: Weiterempfehlung des Produktes

Das Endprodukt mit entsprechender Verpackung könnte die Gesamtbeurteilung verbessern.

Produkt V1 erhielt die wenigsten Bewertungspunkte hinsichtlich des Geschmacks, der Konsistenz und Weiterempfehlung. Produkte V2 und V4 bekamen die besten Benotungen und Weiterempfehlungen.

Anmerkungen der Testpersonen zu den Proben:

- V3
 - Zu dominant
 - Nur V8 würde ich im Handel kaufen
 - Allgemein trocken, aber V8 und V6 besonders gut
 - Super
 - Zu viel künstliches Aroma
- V2
 - Am besten schmeckend
 - Allgemein trocken, aber V8 und V6 besonders gut
 - Zu viel Aroma, künstlich
 - Zitronenaroma zu intensiv
 - Natürliches Zitronenaroma verwenden
 - Zu viel künstliches Aroma

- Alle Sorten
 - o Mehr Fett und Zucker erwünscht
 - o Mit Schokolade überziehen (3X)
 - o Körner und Nüsse erwünscht
 - o Vanillecreme oder mehr Zucker
 - o Aussehen ändern, zu einfach
 - o Aromen passen nicht
 - o Sehr fad im Geschmack
 - o Optisch verbesserungswürdig
 - o Zu trocken, mit Schokolade mischen
 - o Sollten knuspriger werden
 - o Oberfläche mit Sesam und Honig überziehen
 - o Sind trocken, sollten cremiger werden
 - o Früchtestücken erwünscht (2X)
 - o Sind fad, geschmacklos, enthalten zu viel künstliche Aromen
 - o Schmeckt wie mit Süßstoff gesüßt
 - o Form und Erscheinung verbessern, größere Kekse erwünscht
 - o Mit Fenchel verfeinern
 - o Sollten brauner in Farbe sein (2X)
 - o Für Pensionisten zu fest
 - o Mehr natürlicher Geschmack erwünscht
 - o Oberfläche mit Körner bestreuen

11 Schlussfolgerung

Bei der Herstellung und Zusammensetzung der Rezepturen der ganzen Versuchsreihen, die sowohl im Labormaßstab als auch im halbertechnischen Maßstab durchgeführt wurden, war eine Produktion von Keksen mit gesundheitlichem Zusatznutzen im Vordergrund. Daher wurde versucht, den Einsatz von z. B. Fett und Zucker möglichst gering zu halten und im Gegenzug den Anteil von Gerstenmehl und Haferflocken aufgrund ihres hohen β -Glucangehaltes zu erhöhen.

Aus diesem Grund wurde der β -Glucangehalt von dem Großversuch (V1-V5) untersucht und folgende Ergebnisse (Tabelle 37) sind dabei entstanden:

Tabelle 28: β -Glucan- und Ballaststoffgehalt von V1-V5

	V1	V2	V3	V4	V5
Trockensubstanz [g/100 g]	97,91	97,43	97,12	96,30	96,98
β-Glucan [g/100 g]	2,03	2,25	1,99	2,30	2,00
Ballaststoffe [g/ 100 g]	6,94	6,72	7,79	7,33	7,28

Wie schon erwähnt, müssen bestimmte Regeln eingehalten werden, um gesundheitliche Angaben machen zu dürfen. Abhängig von der Aussage müssen bestimmte Inhaltsstoffe im Endprodukt vorhanden sein. In diesem Fall ist der besondere Inhaltsstoff β -Glucan.

Im Amtsblatt der europäischen Union wurde am 25.05.2012 eine Health-claim-Verordnung in Bezug auf Aussagen über β -Glucanhaltige Lebensmittel veröffentlicht. Die folgende Aussage darf nur für solche Lebensmittel verwendet werden, wenn mindestens 1 g β -Glucan aus Getreidesorten Gerste, Gerstenkleie, Hafer und Haferkleie oder Gemischen dieser Getreidesorten pro Portion enthalten sind. Die Angaben sind aber nur dann wirksam, wenn die Verbraucher informiert werden, dass eine positive Wirkung bei einer Aufnahmemenge von 3g/d β -Glucan aus den vorhin genannten Getreidesorten zu erzielen ist:

„Beta-Glucane tragen zur Aufrechterhaltung eines normalen Cholesterinspiegels im Blut bei“ (Amtsblatt der Europäischen Union, 2012).

Bei den letzten fünf Kekssorten darf man diese Aussage machen, weil sie alle über 1g β -Glucan pro 100 g Kekse enthalten.

Um eine positive Wirkung durch den Verzehr dieser Kekse zu erzielen, müssen zwischen 130g und 150g Kekse am Tag - je nach Kekssorte und deren β -Glucan-Gehalt - aufgenommen werden. Um eine genaue Empfehlung über die Tagesdosis zu machen, müssen einzelne Sorten gewogen werden. Die empfohlene Keksmenge (130g-150g) wird durch den Mittelwert des Keksgewichts jeder Sorte dividiert und somit die empfohlene Tagesdosis bestimmt.

Man könnte den β -Glucangehalt dieser Kekse mit dem von „Alixir cor“, unser anfänglicher Referenzkeks mit 2 g β -Glucan/100g, vergleichen. Wobei Sorte V2 und V4 mehr β -Glucan enthalten als der Referenzkeks. Dafür enthält „Alixir cor“ mehr Ballaststoffe als die fünf Sorten des Großversuchs und zwar mit über 10 g Ballaststoffe pro 100g (FOOD & BEVERAGE INTERNATIONAL, 2010).

Da keine Informationen über Zucker- und Fettgehalt der Kekse seitens des Herstellers vorhanden waren, wurde hier dem Nährwertprofil nicht näher eingegangen.

12 Zusammenfassung

Der Anstieg der Zivilisationskrankheiten in den Industrieländern in der heutigen Zeit und die daraus entstehenden Kosten für die Volkswirtschaft durch höhere Gesundheitsausgaben führte zu einem erhöhten Aufklärungsbedarf der Bevölkerung durch die Gesundheitsbehörden und Ministerien. Durch Gesetze und Verordnungen sollen auch verstärkt die Lebensmittelhersteller motiviert werden, gesündere Produkte herzustellen.

In den letzten Jahren wurde aufgrund der Aufklärungen der Bevölkerung und vielleicht auch durch ein verändertes Idealbild die Aufmerksamkeit der Verbraucher stärker auf die Inhaltsstoffe der Lebensmittel gelenkt. Die Konsumenten verlangen immer mehr nach Produkten mit mehr „gesünderen“ Inhaltsstoffen und weniger Fett-, Zucker- und Salzgehalt.

Das neuentstandene Idealbild und die Bedürfnisse der Konsumenten ist von den Lebensmittelherstellern frühzeitig erkannt worden. Diese bieten vermehrt Produkte mit der Bezeichnung „light“, „wenig Zucker“, „wenig Fett“, „voll an Vit. C“ an, und suggerieren ein gesundes Produkt, obwohl andere negative Inhaltstoffe überwiegen können. Um die Konsumenten vor der Irreführung zu schützen, hat die europäische Kommission eine Verordnung mit einer Positivliste heraus gebracht, die genau deklariert, wann ein Hersteller auf sein Produkt eine gesundheitliche Aussage (health-claim) schreiben darf.

Ballaststoffe, vor allem β -Glucane, sind aufgrund der Belege zahlreicher Studien als besonderes gesundheitsfördernd zu bezeichnen, die eine positive Wirkung auf den menschlichen Organismus haben.

Die Aufgabenstellung dieser Diplomarbeit war, feine Backwaren herzustellen, die durch ballaststoffreiches Mehl produziert werden, und somit wegen ihres hohen β -Glucangehaltes eine gesundheitliche Aussage tragen dürfen.

So wurden im Labor unterschiedliche Rezepturen aus dem Gerstenmehl zusammengestellt und mit den jeweilig geänderten Variablen kombiniert und gebacken.

Aufgrund der schwierigen Mehleigenschaften und begrenztem Einsatz von Butter und Zucker konnte im Labor kein wünschenswertes Ergebnis erzielt werden. Daraufhin wurden vom Hersteller 5 Sorten zur weiteren Untersuchung und sensorischen Analyse zur Verfügung gestellt. Bei der sensorischen Analyse wurde festgestellt, dass mit Ausnahme von einer Sorte, die restlichen 4 Kekssorten von befragten Personen gut angenommen wurden.

Alle Sorten enthalten mehr als 1g β -glucan pro 100g Keks, und der Hersteller darf somit sein Produkt mit folgender Aussage laut europäischer Kommission bewerben: „*Beta-Glucane tragen zur Aufrechterhaltung eines normalen Cholesterinspiegels im Blut bei...*“.

13 Summary

Today the increase in lifestyle diseases in industrialized countries in the world and the resulting costs to the economy through higher spending on health has led to an increased need for education of the population by the health authorities and ministries. By laws and regulations, food manufacturers are motivated to produce healthier products.

In recent years, due to the explanations of the population and perhaps also by a changed ideal image, the consumers' attention is directed more to the ingredients of the food. Consumers are increasingly demanding products with a lot of "healthier" ingredients and less fat, sugar and salt content.

The newly-created ideal and the needs of consumers have been recognized by the food producers at an early stage. These are offering more products labeled "light", "low in sugar", "low fat", "full of vitamin C", suggesting a healthy product, although other negative ingredients can outweigh. To protect consumers from being misled, the European Commission has launched a regulation with a positive list, declaring exactly, when a product manufacturer is allowed to make a health statement (health-claim).

The task of this thesis was to create pastries that are produced by high-fiber meal and, thus, due to their high beta-Glucan content may carry a health statement.

Hence, various recipes with varying composition of compiled from barley flour were produced and evaluated for their sensorial appearance.

Due to the difficult flour properties and limited use of butter and sugar in the laboratory, no desirable outcome could be achieved. Further developments were undertaken by the company and tested at pilot scale. Five different varieties of cookies were examined in detail and analyzed for their sensorial appearance by untrained consumers. In the sensory analysis, it was found that with the exception of one taste, the remaining four cookies were well accepted by respondents.

All varieties contained more than 1g β -glucan per 100g biscuit, and therefore the manufacturer is allowed to claim the health beneficial effect, if it is reasonable that 3g of beta-glucan are consumed a day.

14 Literaturverzeichnis

AKRAMIENĖ, D.; A. KONDROTAS; J. DIDŽIAPETRIENE und E. KĖVELAITIS: Effects of b-glucans on the immune system. *Medicina*. 8 (2007) 597-606.

AMAN, P.: Cholesterol-lowering effects of barley dietary fiber in humans: scientific support for a generic health claim. *Scand J Food Nutr*. 50 (2006) 173–176.

AMES, N. P. und C. R. RHYMER: Issues Surrounding Health Claims for Barley. *J. Nutr*. 138 (2008) 1237–1243.

AUFHAMMER, G. und G. FISCHBECK: Getreide - Produktionstechnik und Verwertung. 2. Auflage, Gemeinschaftsverlag: DLG-Verlag Frankfurt (Main), BLV Verlagsgesellschaft München, Landwirtschaftsverlag Hiltrup, Österreichischer Agrarverlag Wien, Verlag Wirz Aarau (Schweiz). ISBN: 3-7690-0257-1 (1973) 211.

BARTELS, R. und H. BARTELS. (Hrsg): K. D. JÜRGENS: Physiologie, Lehrbuch der Funktionen des menschlichen Körpers. 7. Überarbeitete Auflage, Elsevier GmbH, München. ISBN: 3-437-26641-1 (2004) 17, 76.

BEER M. U.; E. ARRIGONI und R. AMADO: Effects of oat gum on blood cholesterol levels in healthy young men. *Eur J Clin Nutr* 49 (1995) 517-522.

BEHALL, K. M.; D. SCHOLFIELD und J. HALLFRISCH: Diets containing barley reduce lipids significantly in moderately hypercholesterolemic men and women. *Am J Clin Nutr*. 80 (2004) 1185–1193.

BICK, A.: Die Steinzeit. Theiss Verlag. ISBN: 3-8062-1996-8 (2006). BICKEL-SANDKÖTTER, S.: Nutzpflanzen und ihre Inhaltsstoffe. Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co., Wiebelsheim. ISBN: 3-494-02252-6 (2001) 397.

BIORKLUND, M.; A. VAN REESE; R. P. MENSINK und G. ONNING: Changes in serum lipids and postprandial glucose and insulin concentrations after consumption of beverages with beta-glucans from oats or barley: a randomized dose-controlled trial. *Eur J Clin Nutr*. 59 (2005) 1272–1281.

BOURDON, I.; W. YOKOYAMA; P. DAVIS; C. HUDSON; R. BACKUS; D. RICHTER; B. KNUCKLES und BO. SCHNEEMAN: Postprandial lipid, glucose, insulin, and cholecystokinin responses in men fed barley pasta with B-glucan. *Am J Clin Nutr*. 69 (1999) 55–63. BRAATEN J. T; P. J. WOOD; F. W. SCOTT; M. S. WOLYNETZ; M. K. LOWE; P. BRADLEY-WHITE und M. W. COLLINS: Oat beta-glucan reduces blood cholesterol concentration in hypercholesterolemic subjects. *Eur J Clin Nutr* 48 (1994) 465-474.

BRAND-MILLER, J.; S. HAYNE; P. PETOCZ und S. COLAGIURI: Low-glycemic index diets in the management of diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Care* 26 (2003) 2261–2267.

BRANDT, T.: Die Kraft des Keimes. In: Kaffee, Käse, Karies... - Biochemie im Alltag. Hrgb.: J. KOOLMAN; H. MOELLER und K.-H. RÖHM, Wiley-VCH Verlag, Weinheim. ISBN: 978-3-527-32622-8 (2009) 9.

CASIRAGHI, M. C.; M. GARSETTI; G. TESTOLIN und F. BRIGHENTI: Post-Prandial Responses to Cereal Products Enriched with Barley β -Glucan. MD Journal of the American College of Nutrition. 25 (2006) 313–320.

Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung (SGE), Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SVE). (Hrgb): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 1. Aufl., 3., vollständig durchgesehener und korrigierter Nachdruck, Neuer Umschau Buchverlag, Neustadt an der Weinstraße. ISBN: 978-3-86528-128-9 (2008) 59-64.

DONGOWSKI, G.; M. HUTH und E. GEBHARDT: Physiologische wirkungen eines extrudats aus gerstenmehl am menschen. Dtsch Lebensmitt Rundsch. 102 (2006) 141–149.

ELMADFA, I.; H. FREISLING; V. NOWAK; D. HOFSTÄDTER, et al.: Österreichischer Ernährungsbericht 2008. 1. Auflage, Wien, ISBN: 978-3-901861-99-4 (2009) 15,16, 337,338.

ELMADFA, I. und C. LEITZMANN: Ernährung des Menschen. 4. Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. ISBN: 3-8252-8036-5 (2004) 161-169, 594.

ELMADFA, I.: Ernährungslehre. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. ISBN: 3-8252-2509-7 (2004) 74, 75, 97, 221, 227.

ESPIG, G. und S. REHM: Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen. 3. Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. ISBN: 3-8001-4115-9 (1996) 15-17.

European Food Safety Authority (EFSA): EFSA-Jahresbericht 2008, Parma. ISBN: 978-92-9199-094-8 (2009) 8-14, 35-39.

FESSEL, J.; M. SULZBERGER und E. GRASDORF: Getreide – Eine kleine Kulturgeschichte und viele Vollwertrezepte der neuen Art. AT Verlag, Aarau, Schweiz. ISBN: 3-85502-441-3 (1992) 7-8.

FRANKE, W.: Nutzpflanzenkunde: nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten. 6. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart; New York. ISBN: 3-13-530406-X (1997) 88-90.

GARVE, E. und H. HOFMEISTER: Lebensraum Acker. 2. Auflage, Parey Buchverlag, Berlin. ISBN: 3-8263-8516-0 (1998) 3.

HALLBACH, J: Klinische Chemie und Hämatologie für den Einstieg. 2. Überarbeitete Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. ISBN: 978-3-13-106342-7 (2006) 177.

HALLFRISCH, J. und K. M. BEHALL: Evaluation of foods and physiological responses to menus in which fat content was lowered by replacement with Oatrim. Cereal Foods World 43 (1997) 100–103.

- HALLFRISCH, J.; D. J. SCHOFIELD und Behall, K. M.: Physiological responses of men and women to barley and oat extracts (NutrimX). II. Comparison of glucose and insulin responses. *Cereal Chemistry* 80 (2003) 80–83.
- HAMM M. und E. HOSBACH: *Vital mit Korn und Kernen - Die Kraft der bioaktiven Schutz- und Nährstoffe in Getreide- und Ölsaaten*. Mosaik Verlag GmbH, München (1998) 28.
- HANNEFORTH, U.: Herstellung von feinen Backwaren. In: *Feine Backwaren*. Hrgb.: W. SEIBEL: 2. Auflage, Behr's Verlag, Hamburg. ISBN: 3-86022-852-8 (2001) 119, 133.
- HINATA, M.; M. ONO; S. MIDORIKAWA und K. NAKANISHI: Metabolic improvement of male prisoners with type 2 diabetes in Fukushima Prison, Japan. *Diabetes Res Clin Pract.* 77 (2007) 327–332.
- HUTH, K.: *Ernährung und Diätetik*. UTB Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg. ISBN: 3-494-02080-9 (1979) 50-53.
- JENKINS, A. L.; D. J. JENKINS; U. ZDRAVKOVIC; P. WURSCH und V. VUKSAN: Depression of the glycemic index by high levels of beta-glucan fiber in two functional foods tested in type 2 diabetes. *Eur J Clin Nutr* 56 (2002) 622-628.
- JENKINS, A. L.; J. A. JENKINS; M. S. WOLEVER; L. ROGOVIK; E. JOVANOVSKI; V. BOŽIKOV; D. RAHELIĆ und V. VUKSAN: Comparable Postprandial Glucose Reductions with Viscous Fiber Blend Enriched Biscuits in Healthy Subjects and Patients with Diabetes Mellitus: Acute Randomized Controlled Clinical Trial *Croat Med J.* 49 (2008) 772-782.
- JUNTUNEN, K. S.; L. K. NISKANEN; K. H. LIUKKONEN; K. S. POUTANEN; J. J. HOLST und H. M. MYKKANEN: Postprandial glucose, insulin, and incretin responses to grain products in healthy subjects. *Am J Clin Nutr* 75 (2002) 254-262.
- KEENAN, J. M.; M. J. GOULSON; T. SHAMLYAN; N. KNUTSON; L. KOLBERG und L. CURRY: The effects of concentrated barley b-glucan on blood lipids and other CVD risk factors in a population of hypercholesterolemic men and women. *Br J Nutr.* 97 (2007) 1162–1168.
- KEOGH, G. F.; G. J. S. COOPER; T. B. MULVEY; B. H. MCARDLE; G. D. COLES; J. A. MONRO und S. D. POPPITT: Randomized controlled crossover study of the effect of a highly b-glucan-enriched barley on cardiovascular disease risk factors in mildly hypercholesterolemic men. *Am J Clin Nutr.* 78 (2003) 711–718.
- KERCKHOFFS D. A.; G. HORNSTRA und R. P. MENSINK: Cholesterol-lowering effect of beta-glucan from oat bran in mildly hypercholesterolemic subjects may decrease when beta-glucan is incorporated into bread and cookies. *Am J Clin Nutr* 78 (2003) 221-227.

KIEFER, I.; A. RIEDER; T. RATHMANNER; B. MEIDLINGER; C. BARITSCH; K. LAWRENCE; T. DORNER und M. KUNZE. (Hrsg.): Verein Altern mit Zukunft: Erster Österreichischer Adipositasbericht, Grundlage für zukünftige Handlungsfelder: Kinder, Jugendliche, Erwachsene, Wien, 2006.

KIM S. Y.; H. J. SONG; Y. Y. LEE; K. H. CHO und Y. K. ROH: Biomedical Issues of Dietary fiber – Glucan. J Korean Med Sci 21 (2006) 781-789.

KLIMONT, J.; J. KYTIR und B. LEITNER: Österreichische Gesundheitsbefragung 2006/2007, Hauptergebnisse und methodische Dokumentation, Wien. ISBN: 978-3-902611-04-8 (2007) 13-21.

KNUCKLES, B. E.; C. A. HUDSON und M. M. CHIU: Effect of beta glucan barley fractions in high fibre bread and pasta. Cereal Foods World 42 (1997) 94–99.

KÜSTER, H.; U. NEFZGER; H. SEIDL und N. WÄCHTER: Korn - Kulturgeschichte des Getreides. Anton Pustet Verlag, Salzburg-München. ISBN: 3-7025-0404-4 (1999) 45-47.

LAUBE, H.: Kohlenhydrate in der Ernährung. 1. Auflage, Urban & Schwarzenberg Verlag, München, ISBN: 3-541-07851-0 (1976).

LEADBETTER J.; M. J. BALL und J. I. MANN: Effects of increasing quantities of oat bran in hypercholesterolemic people. Am J Clin Nutr 54 (1991) 841-845.

LEHNER, P.; V. SGARABOTTOLO und A. ZILBERSZAC. (Hrsg.): Bundesministerium für Gesundheit (BMG): G'scheit g'sund, Nationaler Aktionsplan Ernährung inkl. Maßnahmenübersicht und Planung, 2012.

LI, J.; T. KANEKO; L. Q. QIN; J. WANG und Y. WANG: Effects of barley intake on glucose tolerance, lipid metabolism, and bowel function in women. Nutrition. 19 (2003) 926–929.

LIA, A.; HALLMANN, G.; SANDBERG, A.; AMAN, P. und ANDERSSON, H.: Oat beta glucan increases bile acid excretion and fiber rich barley fraction increases cholesterol excretion in ileostomy subjects. American journal of nutrition 62 (1995) 1245-1251.

LOVEGROVE, J. A.; A. CLOHESSY; H. MILON und C. M. WILLIAMS: Modest doses of beta-glucan do not reduce concentrations of potentially atherogenic lipoproteins. Am J Clin Nutr 72 (2000) 49-55.

LUDEWIG, H. G.: Grundlagen zur Herstellung feiner Backwaren. In: Handbuch Backwaren Technologie. Hrsg.: W. FREUND, 8. Auflage, Behr's Verlag, Hamburg. ISBN: 3-89947-050-8 (2003) 1-2, 54-55.

MCINTOSH, G. H.; J. WHYTE; R. MCARTHUR und P. J. NESTEL: Barley and wheat foods: influence on plasma cholesterol concentrations in hypercholesterolemic men. Am J Clin Nutr. 53 (1991) 1205–1209.

NOWAK, A. und S. TRÖSTL: Das I feel good-Geheimnis. Orac Verlag, Wien. ISBN: 3-7015-0417-2 (1999) 71-72.

PINS, J.; J. M. KEENAN; L. L. CURRY; M. J. GOULSON und L. W. KOLBERG: Extracted barley beta-glucan improves CVD risk factors and other biomarkers in a population of generally healthy hypercholesterolemic men and women. Prev Control. 1 (2005) 131.

POPPITT S. D: Soluble fibre oat and barley β -glucan enriched products: can we predict cholesterol-lowering effects?. British Journal of Nutrition 97, (2007) 1049–1050.

RIPSIN C. M; J. M. KEENAN; D. R. JACOBS; P. J. ELMER; R. R WELCH; L. VAN HORN; K. LIU; W. H. TURNBULL; F. W. THYE und M. KESTIN: Oat products and lipid lowering. A meta-analysis. JAMA 267 (1992) 3317-3325.

RITTER, D.: Diabetes Mellitus. Hippokrates Verlag, Stuttgart. ISBN: 3-7773-0971-0 (1990) 31.

SCHEPACH, W.: Ernährungsmedizinische Bedeutung von komplexen Kohlenhydraten. In: Kohlenhydrate in der Ernährungsmedizin unter besonderer Berücksichtigung des Zuckers. Hrgb.: R. Kluthe und H. Kasper, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. ISBN: 3-13-104391-1 (1996) 36.

SCHIEHMANN, E.: Weizen, Roggen, Gerste – Systematik, Geschichte und Verwendung. Gustav Fischer Verlag, Jena (1948) 91-92.

SCHLIERF, G.; P. OSTER und R. Mordasini: Diagnostik und Therapie der Fettstoffwechselstörungen. 2. Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart. ISBN: 3-13-555702-2 (1982).

SCHNEEWEISS, R. und O. KLOSE: Technologie der industriellen Backwarenproduktion. 1. Auflage, VEB Fachbuchverlag, Leipzig. (1981).

SCHREZENMEIR, J.: Kohlenhydrate und Diabetes und Dyslipoproteinämie. In: Kohlenhydrate in der Ernährungsmedizin unter besonderer Berücksichtigung des Zuckers. Hrgb.: R. Kluthe und H. Kasper, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. ISBN: 3-13-104391-1 (1996) 36.

SCHWARZ, B.: Konsensusbericht Ernährung und Atherosklerose. 1. Auflage, Facultas Verlag, Wien. ISBN: 3-85076-318-8 (1992).

SOUICI, W.; W. FACHMANN und H. KRAUT: Food Composition and Nutrition Tables. 5. Auflage, Medpharm GmbH Scientific Publishers, Stuttgart. ISBN: 3-88763-027-0 (1994) 506, 507.

TERNES, W.; TÄUFEL, A.; TUNGER, L. und ZOBEL, M: Lexikon der Lebensmittel und der Lebensmittelchemie. Unveränderter Nachdruck der 4. Auflage, wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart. ISBN: 978-3-8047-2275-0 (2007)

THOMÉ, O. W.: Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Deutschland (1885) 312.

VUKSAN, V.; J. L. SIEVENPIPER; R. OWEN; J. A. SWILLEY; P. SPADAFORA; D. J. JENKINS; E. VIDGEN; F. BRIGHENTI; R. G. JOSSE; L. A. LEITER, Z. XU und R. NOVOKMET: Beneficial effects of viscous dietary fiber from Konjac-mannan in subjects with the insulin resistance syndrome: results of a controlled metabolic trial. Diabetes Care. 23 (2000) 9-14.

WATZL, B. und LEITZMANN, C.: Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln, Hippokrates Verlag, Stuttgart. ISBN: 3-7773-1115-4 (1995) 117, 119.

WATZL, B. und LEITZMANN C.: Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Hippokrates Verlag, Stuttgart. ISBN: 3-7773-1301-7 (1999).

WILSON, T. A.; R. J. NICOLosi; B. DELANEY; K. CHADWELL; V. MOOLCHANDANI; T. KOTYLA; S. PONDURU; G. H. ZHENG; R. HESS; N. KNUTSON; L. CURRY; L. KOLBERG; M. GOULSON und K. OSTERGREN: Reduced and High Molecular Weight Barley β -Glucans Decrease Plasma Total and Non-HDL-Cholesterol in Hypercholesterolemic Syrian Golden Hamsters. J Nutr. 134 (2004) 2617-2622.

World Health Organization (WHO) / Food and Agriculture Organization (FAO). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: Report of a joint WHO/FAO expert consultation, 2002, Genf. ISBN: 92-4-120916-X, WHO Technical Reports Series 916 (2003) 54-59.

YACH, D.; C. HAWKES; C. L. GOULD und K. J. HOFMAN: The Global Burden of Chronic Diseases, Overcoming Impediments to Prevention and Control. JAMA. 291 (2004) 2616-2622.

YOKOYAMA, W. H.; C. A. HUDSON; B. E. KNUCKLES; M. M. CHIU; R. N. SAYRE; J. R. TURNLAND und B. O. SCHNEEMAN: Effect of barleyb-glucan in durum wheat pasta on human glycaemic response. Cereal Chemistry 74 (1997) 293–296.

Online Quellen:

Amtsblatt der Europäischen Union (2010) VERORDNUNG (EU) Nr. 116/2010 DER KOMMISSION vom 2010 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1924/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Liste nährwertbezogener Angaben, Deutschland, 06.02.2012. Online unter: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:037:0016:0018:DE:PDF>, 10.10.212

Amtsblatt der Europäischen Union (2012) VERORDNUNG (EU) Nr. 432/2012 DER KOMMISSION vom 16. Mai 2012 zur Festlegung einer Liste zulässiger anderer gesundheitsbezogener Angaben über Lebensmittel als Angaben über die Reduzierung eines Krankheitsrisikos sowie die Entwicklung und die Gesundheit von Kindern, Deutschland, 10.11.2012. Online unter: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:136:0001:0040:DE:PDF>, 10.10.201

ANONYM: Information Medien Agrar (i.m.a) e.V.: Gerste (*Hordeum vulgare*), Wien (2012). Online unter: <http://www.ima-agrar.de/fileadmin/redaktion/download/pdf/materialien/gerste.pdf>, 19.06.2012.

European Food Safety Authority (EFSA): The setting of nutrient profiles for foods bearing nutrition and health claims pursuant to article 4 of the regulation (EC) No 1924/2006. The EFSA Journal, Parma. 644 (2008) 1-44. Online unter: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/644.pdf>, 16.06.2012.

European Food Safety Authority (EFSA): Häufig gestellte Fragen zu nährwert- und gesundheitsbezogenen Angaben. Online unter: <http://www.efsa.europa.eu/de/faqs/faqnutrition.htm>, 20.05.2012.

FDA (Food and Drug Administration). Food labeling: health claims; soluble dietary fiber from certain foods and coronary heart disease. Docket No. 2004P-0512. Federal Register 71 (2006) 29248-29250. Online unter: <http://www.fda.gov/food/labelingnutrition/labelclaims/healthclaimsmeetingsignificantscientificagreementssa/ucm074306.htm>, 10.11.0212.

FDA (Food and Drug Administration). Food Labeling: Health Claims; Oats and coronary heart disease. Final Rule. Federal Register 62 (1997) 3583–3601. Online unter: <http://www.fda.gov/food/labelingnutrition/labelclaims/healthclaimsmeetingsignificantscientificagreementssa/ucm074719.htm>, 12.11.2012.

Food & Beverage International: Novita Alixir Cor biscuits (2010). Online unter: http://www.foodbev.com/news/novita-alixir-cor-biscuits#.UK4_tWdluuJ, 22.11.2012.

Statistik Austria: STATCUBE Statistische Datenbank von Statistik Austria, gestorbene durch Stoffwechselkrankheiten 2011, Wien. (2012a). Online unter: statcube.at/superwebguest/login.do?guest=guest&db=degestorbene_ext, 14.06.2012.

Statistik Austria: Ernteerhebung. Feldfruchtproduktion 1975-2011 in Österreich, Wien. (2012b). Online unter:
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertraege/feldfruechte/index.html, 10.07.2012.

Statistik Austria: Gesundheitsausgaben in Österreich laut System of Health Accounts (OECD) 1990 – 2010, Wien. (2012c). Online unter:
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/gesundheit/gesundheitsausgaben/index.html, 10.07.2012

Statistik Austria: Verteilung des Body Mass Index (BMI) nach Alter und Geschlecht im Vergleich der Jahre 1999 und 2006/07, Wien. (2007). Online unter:
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/gesundheit/gesundheitsdeterminanten/bmi_body_mass_index/025420.html, 16.04.2012

Statistik Austria: Konsumerhebung 2009/10, Monatliche Verbrauchsausgaben der privaten Haushalte – Hauptergebnisse. Wien. (2011). Online unter:
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/soziales/verbrauchsausgaben/konsumerhebung_2009_2010/index.html, 10.10.2012

Bundesinstitut Für Risikobewertung (BfR): Nährwertprofile sollen Verbraucher vor Irreführung und Täuschung schützen, (2007). Online unter:
http://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/2007/03/naehrwertprofile_sollen_verbraucher_vor_irrefuehrung_und_taeuschung_schuetzen-9173.html, 29.07.2012.

World Health Organization (WHO): Metrics: Disability-Adjusted Life Year (DALY), Quantifying the Burden of Disease from mortality and morbidity (2012). Online unter:
http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_daly/en/, 22.06.2012.

World Health Organization (WHO) (2004): Highlights on health in Austria: 2004. Online unter: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0009/103203/E88543.pdf, 10.10.2012

15 Anhang 1

Fragebogen - Sensorische Analyse – Kekse V1-V5

1. Geschlecht ☐ männlich ☐ weiblich
2. Alter: ☐ SchülerIn ☐ StudentIn ☐ Berufstätig ☐ PensionistIn
3. Gewicht: Größe:
4. Wie oft naschen Sie Kekse?
- ☐ nie ☐ selten ☐ 2-3 Mal / Woche ☐ täglich
5. Lesen Sie die Nährwerttabelle der Produkte beim Einkaufen?
- ☐ Ja ☐ Nein
6. Achten Sie auf die gesundheitlichen Aspekte der Produkte beim Einkaufen?
- ☐ Ja ☐ Nein
7. Spricht Sie dieses Produkt optisch an?
- ☐ Ja ☐ Nein
8. Wie schmeckt Ihnen das Produkt? Geben Sie bitte eine Note.
- (1=gefällt mir sehr, 5=gefällt mir überhaupt nicht)

Sorte V1

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Sorte V2

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Sorte V3

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Sorte V4

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Sorte V5

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

9a. Wie finden Sie die Konsistenz des Produktes?

(1=sehr knusprig --> 5=sehr mürbe)

Sorte V1

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Sorte V2

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Sorte V3

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Sorte V4

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Sorte V5

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

9b. Wie finden Sie die Feinheit des Produktes?

(1=fein --> 5=grob, körnig)

Sorte V1

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Sorte V2

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Sorte V3

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Sorte V4

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Sorte V5

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

10. Hätten Sie dieses Produkt im Handel gekauft?

☐ Ja ☐ Nein

11. Würden Sie dieses Produkt Ihren Bekannten/Freunden weiterempfehlen?

☐ Ja ☐ Nein

12. Was schlagen Sie zur Verbesserung des Produktes vor?

16 Lebenslauf

Name: Pegah GHANBARI
Geburtsdatum: 08.10.1983 in Teheran
Nationalität: Iran
Adresse: Prager Straße 5; A-1210 Wien

Ausbildung

1990 – 1995 Volksschule, Teheran, Iran
1995 – 2000 Gymnasium, Teheran, Iran
2000 –2001 Persisches Gymnasium in Wien, Matura Juni 2001
2001 – 2003 Vorstudienlehrgang, Wien
2003 – 2005 Studium Wirtschaftsinformatik TU Wien
2005 – heute Umstieg auf das Studium Ernährungswissenschaften
Universität Wien

Berufserfahrung

Jan 2006 – Jun 2007 Aushilfe im Restaurant meines Vaters
Okt 2007 – Jun 2009 Angestellte in einer Bekleidungsboutique, 1070 Wien
Jul 2009 – Okt 2009 Praktikum beim FA für innere Medizin, 1170 Wien
Jul 2010 Praktikum bei der Pensionsversicherungsanstalt,
2381 Laab im Walde
Aug 2010 Praktikum bei Staud's (Hersteller von Konfitüren),
1160 Wien
Okt 2010 – Okt 2012 Angestellte als Ordinationshilfe Facharzt für
Orthopädie, 1210 Wien

Qualifikationen

Fremdsprachen Persisch: Muttersprache
Deutsch: Fließend in Wort und Schrift
Englisch: Gut
EDV-Kenntnisse MS XP, Office (Excel, Word)