



**Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften Hamburg**  
*Hamburg University of Applied Sciences*

# **Marktstudie über glutenfreie Haferprodukte mit dem Fokus auf der sensorischen Qualität von glutenfreiem Haferbrot**

**Bachelorarbeit**

**Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
Fakultät Life Sciences  
Studiengang Ökotrophologie**

**Tag der Abgabe: 23.08.2013**

**Vorgelegt von:**

**Therese Barton**

████████████████████

████████████████████

████████████████████

**Betreuende Prüferin: Prof. Dr. Andrea Bauer**

**Zweite Prüferin: Dr. Karolin Schacht**

## **Vorwort/Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich für die fachkundige Unterstützung meiner Gutachterinnen Frau Prof. Dr. Andrea Bauer und Frau Dr. Karolin Schacht bedanken.

Desweiteren danke ich meiner Familie und meinen Freunden für ihre Unterstützung und ihre Geduld während meiner Tätigkeit an der Bachelorarbeit.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Zielsetzung .....	1
1.2 Aufbau und Vorgehensweise .....	1
1.3 Epidemiologie.....	2
1.4 Zöliakie – Adaption im Lebensmittelhandel.....	3
1.5 Bedeutung von Hafer in der glutenfreien Kost .....	4
1.6 Begriffsdefinitionen und Eingrenzung der Thematik .....	5
<b>2 Theoretische Grundlagen.....</b>	<b>7</b>
2.1 Lebensmitteltechnologischer Einsatz von Gluten.....	7
2.2 Lebensmittelrechtliche Rahmenbedingungen der glutenfreien Deklaration.....	7
2.3 Lebensmittelrechtliche Rahmenbedingungen von glutenfreiem Hafer.....	8
2.4 Chemischer Aufbau von Gluten .....	9
<b>3 Marktstudie .....</b>	<b>10</b>
3.1 Glutenfreie Haferprodukte im Einzelhandel.....	10
3.2 Glutenfreie Haferprodukte im Onlineversand.....	11
3.2.1 Glutenfreie Haferflocken/ Müsli .....	11
3.2.2 Glutenfreie süße Backwaren.....	11
3.2.3 Glutenfreie Haferbrote .....	12
3.2.4 Firmenkontakt.....	12
3.2.5 Preisvergleich glutenhaltiger und glutenfreier Produkte.....	12
3.3 Zusammenfassung/ Ergebnisdiskussion der Marktstudie.....	13
<b>4 Sensorische Analyse.....</b>	<b>14</b>
4.1 Material (Brote) .....	14
4.1.1 Nährwerte .....	15
4.1.2 Probenbeschaffung .....	16
4.1.3 Backversuche.....	17
4.1.4 Havrebrödmix Finax .....	18
4.1.5 Havrebröd Mixwell .....	19
4.1.6 Oat Bread Mix Provena .....	21

4.2	Konsumentenprüfung.....	22
4.2.1	Probenvorbereitung.....	22
4.2.2	Rekrutierung.....	23
4.2.3	Prüferbeschreibung.....	23
4.2.4	Prüfraum.....	24
4.2.5	Verkostung.....	24
4.3	Untersuchungsmethode.....	25
4.3.1	Akzeptanztest.....	25
4.3.2	Just-About-Right-Test.....	27
4.4	Statistische Auswertung.....	28
4.4.1	Akzeptanzdaten.....	28
4.4.2	JAR-Daten.....	29
4.4.3	Qualitative Daten.....	31
<b>5</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>32</b>
5.1.1	Akzeptanzdaten.....	32
5.1.2	Varianzanalyse.....	34
5.1.3	Tuckey-Test.....	34
5.1.4	JAR- Daten.....	35
5.1.5	Qualitative Daten.....	39
5.2	Zusammenfassung der sensorischen Analyse.....	41
<b>6</b>	<b>Fazit und Ausblick.....</b>	<b>42</b>
	<b>Kurzfassung.....</b>	<b>44</b>
	<b>Abstract.....</b>	<b>45</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>I</b>
	<b>Anhang.....</b>	<b>VI</b>
	<b>Eidesstattliche Erklärung</b>	

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ausprägung der Zöliakie ( <a href="http://www.pharmazeutische-zeitung.de">http://www.pharmazeutische-zeitung.de</a> , 05.06.13)	3
Abbildung 2: Immunpathologie der Schleimhaut im oberen Dünndarm ( <a href="http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coeliac_Disease_de.jpg">http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coeliac_Disease_de.jpg</a> , 27.06.13)	6
Abbildung 3: <a href="http://www.glutenfrei-unterwegs.de">http://www.glutenfrei-unterwegs.de</a> (06.06.13)	8
Abbildung 4: Sieben-Punkt-Skala, modifiziert nach Lill, F.	26
Abbildung 5: modifizierte Just-About-Right Skala	27
Abbildung 6: Gesamtbeliebtheit "Brot"	32
Abbildung 7: Probenbeliebtheit	33
Abbildung 8: aggregierte Prozentsätze der JAR-Stufen der Provena Probe	35
Abbildung 9: aggregierte Prozentsätze der JAR-Stufen der Mixwell Probe	37
Abbildung 10: aggregierte Prozentsätze der JAR-Stufen der Finax Probe	38
Abbildung 11: Kaufentscheidung	40

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Nährwertangaben pro 100g Fertigprodukt	15
Tabelle 2: Havrebrödmix Finax	18
Tabelle 3: Havrebröd Mixwell	19
Tabelle 4: Oat Bread Mix Provena	21
Tabelle 5: Probenübersicht	23
Tabelle 6: Attribute JAR-Skala	28
Tabelle 7: Penalty Punkte (Busch-Stockfisch, persönliche Mitteilung)	31
Tabelle 8: statistische Auswertung des Attributes "Probenbeliebtheit"	34
Tabelle 9: Duncan Grouping „Beliebtheit“	35

## Abkürzungsverzeichnis

Abb. = Abbildung

Ca. = circa

HAW = Hochschule für angewandte Wissenschaften

s.o. = siehe oben

Tab. = Tabelle

Vgl. = vergleiche

## **1 Einleitung**

Zöliakie ist eine chronische Erkrankung des Dünndarms, basierend auf einer Unverträglichkeit gegen das Eiweiß Gluten bzw. seine Unterfraktion Gliadin. Die Therapie der Zöliakie besteht in der Einhaltung einer lebenslang glutenfreien Diät. Gluten ist in Weizen, Roggen, Gerste, Dinkel, Einkorn, Emmer und Kamut enthalten. Da vor allem Weizen und Roggen für die Herstellung von Backwaren und Teigwaren genutzt werden, sind Betroffene auf Alternativen angewiesen. Seit einigen Jahren wird Hafer als Möglichkeit diskutiert.

### **1.1 Zielsetzung**

Seit die deutsche Zöliakie-Gesellschaft (DZG) Hafer nicht mehr für Zöliakiebetreffende ausschließt, sind auch in Deutschland zunehmend mehr glutenfreie Haferprodukte auf den Markt (Wissenschaftlicher Beirat der Deutschen Zöliakie Gesellschaft e.V., 2011). Ziel der Marktanalyse ist es ein aktuelles Bild des deutschen Marktes zu geben.

Im zweiten Teil der Arbeit wird die Akzeptanz und sensorische Qualität von glutenfreien Haferbrotten beim Konsumenten untersucht. Dazu wird ein Konsumententest durchgeführt. Die Akzeptanz und Attribute zum Aussehen, zur Konsistenz und zum Geschmack werden ermittelt und statistisch ausgewertet.

### **1.2 Aufbau und Vorgehensweise**

Um einen Überblick über das aktuelle Angebot an glutenfreien Produkten und glutenfreien Haferprodukten zu erhalten, bietet sich eine Kombination von einem „Store Check“ und einer Online-Recherche an. Da Gluten nur in Getreide enthalten ist, liegt der Schwerpunkt der Marktstudie bei Backwaren, Kleingebäck, Backmischungen, Cerealien und Müslis.

Die Untersuchung der sensorischen Qualität wird an Broten durchgeführt, da Brote in Deutschland und Europa zur täglichen Nahrung gehören. Müsli, Muffins und Kekse werden in der Regel nicht täglich verzehrt. Zudem spielt Gluten eine

## 1. Einleitung

wichtige Rolle bei der Teigbearbeitung und dem Backen von Brot, weshalb sich glutenfreies Brot in der Regel deutlich von herkömmlichen unterscheidet. Akzeptanz beim Konsumenten wird durch eine hedonische Prüfung und einen anschließenden „Just-About-Right-Test“ ermittelt.

### 1.3 Epidemiologie

Die Zahl der an Zöliakie erkrankten Personen variiert sehr zwischen verschiedenen Ländern. Bisher ging man davon aus, dass 0,05 bis 0,1% der deutschen Bevölkerung von Zöliakie betroffen sind. Heutzutage geht man von bis zu 0,5% der Bevölkerung aus (<http://dztg-online.de>, 05.06.2013; Biesalski, H., Bischof, S., Puchstein, C., 2010, S.642). Zum einen gibt es einen Anstieg an Betroffenen mit Symptomen einer klassischen Zöliakie. Vor allem in Schweden ist ein solcher Anstieg wahrnehmbar. Es wird vermutet, dass die frühe Gabe von glutenhaltigem Getreide in die Beikost für Kleinkinder dafür verantwortlich ist. Die Verbreitung von Zöliakie ist konstant geblieben oder zurückgegangen in Ländern, in denen Kleinkinderbeikost später als in Schweden eingeführt wird (Keller, K.-M., 2003, S.709). Zum anderen wurde die Zahl an Zöliakieerkrankten nach oben korrigiert, nachdem neue Diagnosemaßnahmen wie die Untersuchung auf Antikörpern im Serum die Diagnose bestätigen. In den „Oslo definitions for coeliac disease and related terms“ wird Zöliakie anhand der Symptome und der durchgeführten Diagnoseverfahren in 13 Unterkategorien unterteilt. Dadurch fallen auch Personen ohne klinische Symptome in das Raster (Ludvigsson, L. et al., 2013, S.43-52). Nach Biesalski, H. et al (2010) weisen 4-12% der Betroffenen eine klassische Zöliakie mit manifester Mucosaläsion auf. Deshalb spricht man auch vom „Eisbergphänomen“ bei Zöliakie (Keller, K.-M., 2003, S.706). Wie aus Abb. 1 hervorgeht, besitzen die meisten Erkrankten die für Zöliakie hauptverantwortlichen Gene HLA DQ2 und HLA DQ8, haben aber keine oder uncharakteristische abdominale Symptome.



## 1. Einleitung

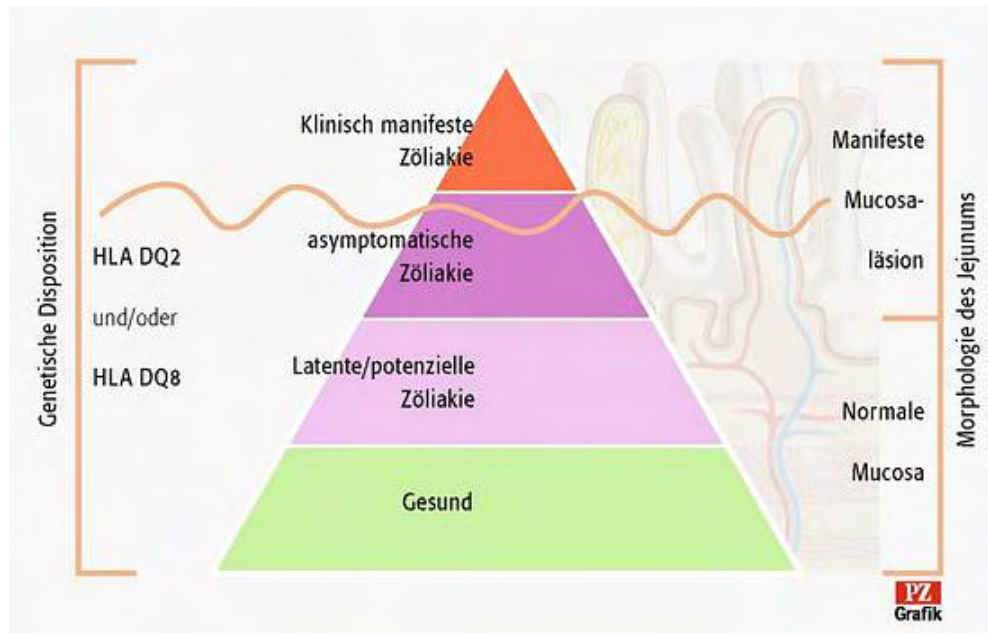


Abbildung 1: Ausprägung der Zöliakie (<http://www.pharmazeutische-zeitung.de>, 05.06.13)

### 1.4 Zöliakie – Adaption im Lebensmittelhandel

Da die Symptome der Zöliakie nur durch eine lebenslange, strikt glutenfreie Diät therapiert werden können, ist für die Betroffenen eine möglichst große Auswahl an Nahrungsmitteln wichtig für die Lebensqualität. Die Lebensmittelbranche und der Lebensmittelhandel reagieren auf die Nachfrage, indem immer mehr Ersatzprodukte für Brot und Backwaren angeboten werden. Noch vor einigen Jahren gab es glutenfreie Backwaren nur im Spezialhandel, Apotheken und in Reformhäusern. Heutzutage bieten auch Supermärkte glutenfreie Produkte von gängigen Herstellern an oder haben wie Rewe sogar eine eigene Handelsmarke für Allergiker (<http://www.rewe.de/besser-einkaufen/frei-von/produkte-und-infos.html>, letzter Zugriff: 07.06.13). Gleichzeitig muss seit November 2005 durch Inkrafttreten der Lebensmittelkennzeichnungsverordnung mit Allergenkennzeichnung und seit 2011 durch Inkrafttreten der Lebensmittelinformationsverordnung auf verpackten Lebensmitteln gekennzeichnet sein, ob sie glutenhaltige Bestandteile bzw. Spuren enthalten könnten (EU-Verordnung Nr. 1169/2011).

Da das Entfernen von Gluten aus Lebensmitteln ein komplizierter Prozess ist, bietet es sich an auf natürlich glutenfreie Zutaten zurückzugreifen. Mais, Reis,

## 1. Einleitung

Hirse, Teff, Quinoa, Amaranth und Buchweizen sind seit Jahren als Alternativen für Zöliakieerkrankte etabliert.

Obwohl die Auswahl an glutenfreien Produkten in den letzten Jahren deutlich zugenommen hat, könnte Hafer eine Bereicherung für das Sortiment sein. Eine schwedische Studie über die Lebensqualität von Zöliakiebetreffenen zeigt, dass die Lebens- und Genussqualität durch den Einsatz von Hafer in der Ernährung als gesteigert empfunden wird (Storsrud, S. et al, 2003, S.163-169).

### **1.5 Bedeutung von Hafer in der glutenfreien Kost**

Wie bereits erwähnt, wird Hafer seit einigen Jahren als Alternative diskutiert. Man ging davon aus, dass das in Hafer enthaltene Avenin wie Gliadin (Weizen, Roggen) die Unverträglichkeit auslösen könnte. 1995 konnte Jannatuinen, E.K. et al mit seiner Studie beweisen, dass die meisten Zöliakiebetreffenen reinen Hafer vertragen (Lundin, K.E.A. et al, 2003, S.1650f, Jannatuinen, E.K. et al, 1995, S.1033ff). Nur wenige Patienten reagieren auch auf das hafereigene Protein Avenin unverträglich. Da herkömmlich angebauter und weiterverarbeiteter Hafer in der Regel mit Weizen, Roggen oder Gerste kontaminiert ist, ist ein besonderer Anbau und eine sorgfältige Weiterverarbeitung notwendig, damit Hafer unter 20mg Gluten pro kg enthält und als glutenfrei deklariert werden kann (EU-Verordnung Nr. 41/2009).

Nach den Empfehlungen der deutschen Zöliakie-Gesellschaft kann die Mehrheit der Betroffenen bis zu 50g nicht verunreinigten Hafer pro Tag verzehren, ohne dass es zu Beschwerden kommt (Wissenschaftlicher Beirat der Deutschen Zöliakie Gesellschaft e.V., 2011). Glutenfreie Kost ist in der Regel ärmer an Eisen, Folsäure und B-Vitaminen. Durch Malassimilation und Malabsorption kommt es zudem häufig zu einem Nährstoffmangel (Thompson, T., 2000, S. 1389-1396). Hafer enthält im Vergleich zu Roggen und Weizen deutlich mehr Fett, wovon fast ein Drittel aus mehrfach ungesättigten Fettsäuren besteht. Im Vergleich zu anderen Getreidesorten ist Hafer reich an Vitamin E, B1, B2, B6, Kalium, Magnesium, Calcium, Eisen und Zink (Souci, S. W. et al. 2008, S. 614ff).

Da glutenfreie Backwaren oft aus Primastärke, Reisstärke, Maisstärke, Reismehl und Maismehl hergestellt sind, weisen sie in der Regel einen geringen Gehalt an Ballaststoffen auf (Thompson, T., 2000, S. 1389-1396). Vollkornhafermehl und –

## 1. Einleitung

flocken leisten mit 10,00g Ballaststoffen auf 100g einen erheblichen Beitrag zum Erreichen des von der DGE empfohlenen täglichen Bedarfs an Ballaststoffen von 25g (Souci, S. W. et al. 2008, S. 614ff; DGE Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V., 15.10.2009).

Hafer in Form von Hafermehl oder Flocken und in verarbeiteter Form als Brot, Kleingebäck, Kuchen und Keksen würde das Speiseangebot von Zöliakiebetreffenden erweitern. Wie bereits oben erwähnt, bestätigt die Studie von Storsrud, S. et al. eine erhöhte Compliance bei Patienten mit Hafer in der Diät (Storsrud, S. et al., S., 2003, S.163-169). Dies wird auch durch Ergebnisse der Nachuntersuchung der Studie von Lundin et al. bestätigt. Nach 1,5 Jahren verzehren 12 von 15 Patienten weiterhin regelmäßig Hafer und berichten von ihrer Zufriedenheit mit dem Zusatz von Hafer zu ihrer Diät. Histologische Untersuchungen zeigen bei ihnen keine oder geringe Darmveränderungen und normale serologische Befunde (Lundin, K.E.A. et al, 2003, S.1651).

## 1.6 Begriffsdefinitionen und Eingrenzung der Thematik

### Zöliakie

Bei Zöliakie handelt es sich um eine nicht heilbare, entzündliche Erkrankung des Darm-Traktes. Sie beruht auf einer angeborenen oder erworbenen Unverträglichkeit auf Gluten. Entdeckt wurde sie 1950 durch den holländischen Arzt W.K. Dicke (zitiert nach Kasper, H., 2009, S.200). Gluten ist ein Klebereiweiß, welches in Weizen, Roggen, Gerste, Dinkel, Triticale, Kamut, Emmer und Einkorn vorkommt. Glutenthaltige Ernährung führt bei Betroffenen zu einer Zottenatrophie mit einer mehr oder weniger ausgeprägten Malassimilation und Malabsorption. Nach der MASH-Klassifikation (Abb. 2) treten in Stufe null und eins keine Symptome auf. In den Stufen zwei bis vier treten am häufigsten Symptome wie Diarrhöe, Bauchkrämpfe, Gewichtsverlust, starke Flatulenzen auf. Durch Malabsorption entstehen zudem Symptome von Nährstoffmangel (Kasper, H., 2009, S. 200).

## 1. Einleitung

### Immunpathologie der Schleimhaut im oberen Dünndarm

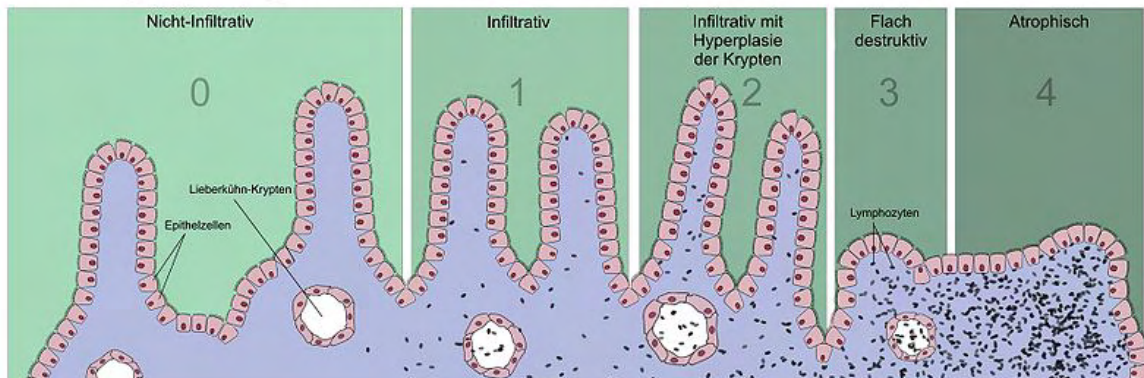


Abbildung 2: Immunpathologie der Schleimhaut im oberen Dünndarm

([http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coeliac\\_Disease\\_de.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coeliac_Disease_de.jpg), 27.06.13)

#### Glutenfreie Lebensmittel

Als glutenfreie Lebensmittel und Brote werden im Folgenden Backwaren und Produkte bezeichnet, die speziell als Alternative für Zöliakiepatienten hergestellt werden und als solche deklariert sind. Es wird dabei nicht unterschieden, ob deren Zutaten „von Natur aus“ glutenfrei sind (Mais, Quinoa, Hafer, etc.) oder das Gluten technologisch entfernt wurde (Prima-Stärke). Andere Lebensmittelgruppen, die kein Gluten enthalten, werden nachfolgend außer Acht gelassen.

#### Sensorische Qualität

In dieser Ausarbeitung steht der Begriff „sensorische Qualität“ für die Qualität von glutenfreiem Brot aus Sicht von nicht an Zöliakie erkrankten Konsumenten. Dies stellt einen indirekten Vergleich zu der Qualität von herkömmlichem Brot dar.

#### Spezialbrot/ diätetisches Brot

Spezialbrote sind Brote, die sich im Backverfahren, der Getreidesorten, den Nährwerten oder weiteren Zutaten von herkömmlichen Broten unterscheiden. Dazu gehören auch Sorten wie Pumpernickel, Buttermilchbrot oder Kartoffelbrot (Schünemann C., Treu G., 2005, S.115, 197ff).

Eine Unterkategorie der Spezialbrote sind Diätbrote, die einem besonderen diätetischen Zweck dienen. Dazu gehören zum Beispiel Diabetikerbrote oder glutenfreie Brote (Schünemann C., Treu G., 2005, S.115, 197ff)..

## **2 Theoretische Grundlagen**

### **2.1 Lebensmitteltechnologischer Einsatz von Gluten**

Gluten ist aufgrund seiner backtechnologischen Eigenschaften wichtig für die Backindustrie. Da Gluten an verschiedenen Prozessen vor und nach dem Backen beteiligt ist, unterscheiden sich glutenfreie Backwaren in der Regel deutlich von den Herkömmlichen. Gluten bildet durch Hydratisierung während des Teigbearbeitungsprozesses ein feines Netz aus Eiweiß, Stärke und Wasser, das sogenannte Teiggerüst. Nur mit glutenhaltigem Mehl sind freigeschobene Brote möglich, da es für die Elastizität und die Festigkeit des Teiges sorgt. Es fördert die Gashaltefähigkeit von Teigen und den Wassereinschluss, was entscheidend ist, um ein lockeres und saftiges Brot zu erhalten. Handelsübliches Weizenmehl enthält in der Trockensubstanz ca. 13% Gluten. Da Gluten das zwei- bis dreifache seines Eigengewichtes an Wasser aufnehmen kann, enthält Teig bis zu 30% Gluten. Auch bei der Alterung von Brot soll Gluten neben der Retrogradation von Stärke eine Rolle spielen, welche aber noch nicht näher untersucht ist (Neumann K., 1993, S.316; Cauvain, S.P., 2003, S.103).

### **2.2 Lebensmittelrechtliche Rahmenbedingungen der glutenfreien Deklaration**

Das Prinzip der glutenfreien Kost beruht auf dem kompletten Verzicht auf Gluten. Lebensmittel gelten als glutenfrei, wenn sie unter 20mg Gluten pro kg Lebensmittel enthalten. Glutenarme bzw. Lebensmittel mit sehr geringem Glutengehalt dürfen unter 100mg Gluten pro kg Lebensmittel aufweisen (EU-Verordnung Nr. 41/2009; Codex alimentarius, Codex Stan 118-1979, 2008, S.1-3).

Unverarbeitetes Gemüse, Obst, Eier und Fleisch sind bedenkenlos zu verzehren. Bei allen verarbeiteten Lebensmitteln wie Milchprodukten, Wurstwaren und allen weiterverarbeitenden Stufen von Convenience-Produkten ist auf die Zutatenliste zu achten (van Teeffelen-Heithoff, A., 2003, S.719-725). Hinweise geben auch die von der Lebensmittelkennzeichnungsverordnung vorgeschriebenen Allergikerhinweise auf Spuren von Allergenen

## 2. Theoretische Grundlagen

(Lebensmittelkennzeichnungsverordnung, 21.05.2012, S. 2-15). Die deutsche Zöliakie-Gesellschaft bringt jährlich Lebensmittellisten heraus, denen man entnehmen kann, welche Convenience-Produkte frei von möglichen Glutenkontaminationen hergestellt werden. Diätlebensmittel sind mit dem offiziellen Symbol (Abb. 3) für glutenfreie Produkte versehen.



Abbildung 3:  
<http://www.glutenfrei-unterwegs.de> (06.06.13)

### 2.3 Lebensmittelrechtliche Rahmenbedingungen von glutenfreiem Hafer

Erst die Studien von Janatuinen, E.K. et al. haben gezeigt, dass täglich bis zu 50g Hafer ohne Auswirkungen auf die Darmmukosa von den meisten Zöliakiebetroffenen verzehrt werden kann. Auch für Kinder ist Hafer geeignet (Högberg, L. et al., 2004, S.649-654). Seitdem wächst der Markt an glutenfreien Haferprodukten vor allem in Skandinavien, den USA und Kanada (Janatuinen, E.K. et al., 1995, S.1033-37; 2000, S.327ff; 2002, S.332ff).

Wie oben erwähnt, schließt auch die DZG den Verzehr von Hafer nicht für Zöliakiepatienten aus, sofern dieser frei von Kontaminationen ist. Zusätzlich empfiehlt die DZG, dass der Konsum von Hafer nach Absprache mit dem Arzt erfolgen soll, da einige Betroffene auch das in Hafer enthaltene Avenin nicht vertragen (Deutsche Zöliakie Gesellschaft e.V., 2011).

Als glutenfrei darf Hafer gekennzeichnet werden, wenn er ohne Kontamination von glutenhaltigen Getreiden wie Weizen, Roggen oder Gerste ist. Laut Codex alimentarius/EU-Verordnung muss bei jeder Charge von glutenfreiem Hafer untersucht werden, ob dieser tatsächlich glutenfrei ist. Bei einem Glutengehalt unter 20mg pro kg Hafer gilt dieser als glutenfrei (EU-Verordnung Nr. 41/2009; Codex alimentarius, Codex Stan 118-1979, 2008, S.1-3).

## **2.4 Chemischer Aufbau von Gluten**

Gluten wird auch Kleber oder Klebereiweiß genannt. Es macht mit 80% die mengenmäßig größte Proteinfraction im Weizen aus und kommt auch in Roggen und Gerste vor.

Gluten besteht aus den beiden Proteinfractionen Prolamine und Gluteline. Prolamine sind in 40-70%igem Alkohol löslich, Gluteline in alkalischem Milieu (Codex alimentarius, Codex Stan 118-1979, 2008, S.2).

Zöliakiebetreffene haben eine Unverträglichkeit gegen Gluteline von Weizen, Roggen und Gerste. Die in Mais und Reis enthaltenen Gluteline werden von allen vertragen. Wie bereits erwähnt werden die in Hafer enthaltenen Gluteline, das Avenin, von den meisten Erkrankten vertragen (Lundin, K.E.A. et al, 2003, S.1650f, Jannatuinen et al, 1995, S.1033ff).

### **3 Marktstudie**

Um das aktuelle Angebot an glutenfreien Haferprodukten im Einzelhandel erschöpfend zu ermitteln, wird der „Store Check“ in verschiedenen Läden mit unterschiedlichem Preissegment und unterschiedlicher Angebotsvielfalt in Hamburg und Schleswig-Holstein ermittelt. Neben Discountern (Aldi Nord, Lidl, Netto) wurden auch Supermärkte (Rewe, Edeka), Warenhäuser (Kaufland, Real, Marktkauf, Famila, Toom), Biosupermärkte (Alnatura, Denn's) und Fachgeschäfte (Reformhäuser) besucht. Die Marktrecherche wird durch eine Onlinerecherche ergänzt, um auch Produkte mit einzubeziehen, die nicht in den Märkten erhältlich sind. Nachfolgend sind die Ergebnisse aufgeführt (Juni 2013).

#### **3.1 Glutenfreie Haferprodukte im Einzelhandel**

Da glutenfreie Haferprodukte - wie bereits erwähnt - erst seit 2011 in Deutschland als solche zugelassen sind, gibt es bisher wenige Produkte, die Hafer enthalten. Die Discounter bieten keine glutenfreien Diätprodukte an. Die Supermärkte, Warenhäuser und Reformhäuser bieten glutenfreie Produkte von den gängigen Herstellern für glutenfreie Diätprodukte wie Schär, Glutano, 3Pauly oder Schneekoppe an. Die Unternehmensgruppe Rewe Group bietet eine eigene Handelsmarke „Rewe frei von“ an (<http://www.rewe.de/besser-einkaufen/frei-von/produkte-und-infos.html>, 07.06.13). Die glutenfreien Früchte- und Schokoladenmüslis von „Rewe frei von“ enthalten glutenfreie Haferflocken. Weitere Informationen zu dem Müsli befinden sich im *Anhang A: Tabellen der Marktstudie*. In den weiteren Supermärkten und Warenhäuser wurden keine glutenfreien Haferprodukte gefunden.

In den Bio-Supermärkten und den Reformhäusern werden teilweise glutenfreie Haferflocken und eine Backmischung für glutenfreie Hafercookies vom Bauckhof (Bauck GmbH & Co. KG) angeboten. Die Bauck GmbH & Co.KG lässt den Hafer dafür in einem eigenen Projekt in Deutschland anbauen (Verpackungsangabe).



### **3.2 Glutenfreie Haferprodukte im Onlineversand**

Die im Einzelhandel gefundenen Produkte, werden auch in mehreren Onlineversandhäusern angeboten. Generell ist das Angebot an glutenfreien Produkten im Online-Fachversandhandel größer als im Einzelhandel. Auffällig ist, dass auch Produkte aus dem europäischen Ausland angeboten werden.

#### **3.2.1 Glutenfreie Haferflocken/ Müsli**

Glutenfreie Haferflocken und Müslis werden von verschiedenen Anbietern in mehreren Online-Fachversandhäusern angeboten. Die ursprünglich skandinavische Marke Semper (Schwartauer Werke GmbH & Co. KGaA) bietet ihre Haferflocken bei mehreren Onlinefachhändlern an. Unter der Marke Provena bietet der finnische Hersteller Raisio Nutrion Hafermüsli, Haferbrei mit Aprikosen und Haferbrei mit Himbeeren an. Ein weiteres Müsli wird vom schwedischen Hersteller Finax Bröd AB angeboten. Auch die im Einzelhandel erhältlichen Haferflocken der Marke Bauckhof sind online erhältlich. Neben Haferflocken enthalten die Müslis glutenfreie Reiscrispies und glutenfreie Cornflakes. Details zum Angebot finden sich im *Anhang A: Tabelle mit Haferflocken und Müsli*.

#### **3.2.2 Glutenfreie süße Backwaren**

Von den eben erwähnten Marken Semper und Bauckhof sind online glutenfreie Haferkekse erhältlich. Die Kekse von Semper sind verzehrfertig und enthalten neben glutenfreien Haferflocken auch Maisstärke, Reismehl, Kartoffelmehl und Kartoffelstärke. Bei den Keksen vom Bauckhof handelt es sich um eine Backmischung, die auch im Einzelhandel erhältlich ist. Diese bestehen aus glutenfreien Haferflocken, Reismehl und Maismehl. Die finnische Marke Provena stellt die Backmischung „Chocolate Muffin Mix“ her, welche neben glutenfreiem Hafermehl auch Kartoffelstärke und Reismehl enthält. Details zum Angebot finden sich im *Anhang A: Tabelle mit süßen Backwaren*.

### **3.2.3 Glutenfreie Haferbrote**

Glutenfreies Knäckebrot aus Haferflocken, Maisstärke und Kartoffelmehl ist von der Marke Semper erhältlich. Die Fritz Mühlenbäckerei, die auf Diätbrote spezialisiert ist, bietet ein glutenfreies Haferbrot auf Basis von Haferflocken und Vollkornreismehl an. Von den bereits erwähnten Herstellern Finax Bröd AB und Raisio Nutrion sind Haferbrotbackmischungen erhältlich. Im Hillebrechtvertrieb wird von der Mixwell AB aus Schweden ebenfalls eine Backmischung für glutenfreies Haferbrot angeboten. Die Backmischungen enthalten neben glutenfreiem Hafer auch Kartoffelstärke, Primastärke, Reismehl und Hirsemehl. Details zum Angebot finden sich im *Anhang A: Tabelle mit Broten*.

### **3.2.4 Firmenkontakt**

Der Storecheck und die Internetrecherche zeigen, dass die Auswahl an glutenfreien Haferprodukten klein ist. Um zu erfahren, ob deutsche Hersteller von glutenfreien Produkten nicht doch Hafer verarbeiten, wurden diese direkt per E-Mail angeschrieben. Außerdem wurde erfragt, ob die Verarbeitung von glutenfreiem Hafer geplant sei. Bei Herstellern, die bereits glutenfreie Haferprodukte anbieten, wurde hinterfragt, ob es noch weitere Produkte gibt. Die Antworten der verschiedenen Hersteller werden im *Anhang A: Tabelle der Firmenkontakte* dargestellt.

### **3.2.5 Preisvergleich glutenhaltiger und glutenfreier Produkte**

Der direkte Preisvergleich macht deutlich, dass glutenfreie Haferprodukte teurer sind als herkömmliche Produkte. Herkömmliche Haferflocken der Handelsmarke JA! kosten mit 0,78 pro kg deutlich weniger als glutenfreie. Aber auch bei den glutenfreien Flocken gibt es teilweise große Unterschiede. Glutenfreie Haferflocken von Semper sind mit 4,92€ pro kg mehr als die Hälfte günstiger als die finnischen Haferflocken von Provena. Bei den Hafermüslis und –breien gibt es ebenfalls eine große Preisspanne von 9,84€ bis zu 19,45€ pro kg. Am günstigsten schneidet die Handelsmarke „Rewe frei von“ mit 9,98€ pro kg ab. Damit ist dieses Müsli doppelt so teuer wie ein vergleichbareres der Marke Kölln und fast dreimal so teuer wie die Rewe Handelsmarke Rewe.

### 3. Marktstudie

Die Backmischung für glutenfreie Schokoladenmuffins mit Haferflocken von Provena ist mehr als doppelt so teuer wie die handelsübliche Variante von Dr. Oetker. Auch bei den fertigen Haferkeksen zeigt sich, dass die glutenfreien Varianten doppelt bis vierfach so teuer sind wie die handelsübliche Konkurrenz. Details zum Preisvergleich finden sich im *Anhang A: Tabelle Preisvergleich*.

#### **3.3 Zusammenfassung/ Ergebnisdiskussion der Marktstudie**

In den meisten Supermärkten gibt es ein Regal mit glutenfreien und anderen diätetischen Lebensmitteln. Bei Rewe stehen glutenfreie Produkte neben herkömmlichen Produkten. Die Reformhäuser nehmen eine Sonderstellung ein. Glutenfreie Produkte haben einen großen Stellenwert in deren Angebot und füllen bis zu 30% der Regale.

Da sich das Angebot an glutenfreien Produkten im Handel in den letzten Jahren vergrößert hat, wäre anzunehmen gewesen, dass auch im Einzelhandel glutenfreier Hafer und daraus hergestellte Produkte angeboten werden. Diese Vermutung wurde durch die Marktrecherche widerlegt. Auch wenn skandinavische Studien belegen, dass Hafer die Abwechslung in der glutenfreien Kost steigert und somit die Lebensqualität und die Compliance zur Einhaltung der Diät erhöht (s. Einleitung), scheint in Deutschland keine Nachfrage für glutenfreie Haferprodukte zu bestehen.

Auch im Onlineversand war auffällig, dass die angebotenen Produkte beinahe ausschließlich aus Skandinavien stammen. Dies ergibt sich womöglich daraus, dass Zöliakie in Finnland und Schweden weiterverbreitet ist als in Deutschland und dass Hafer dort schon länger rein und glutenfrei angebaut werden kann.

Glutenfreie Produkte sind immer noch Nischenprodukte für besondere diätetische Zwecke, was den im Vergleich zu herkömmlichen Lebensmitteln erhöhten Preis erklärt. Interessant ist, dass die Preisspanne auch unter den glutenfreien Haferprodukten stark variiert. Dabei kann nicht unterschieden werden zwischen „normalen“ und exklusiveren, besonderen Produkten, wie das Beispiel der Haferflocken zeigt.

## 4 Sensorische Analyse

Ziel der sensorischen Analyse ist herauszufinden, wie glutenfreie Haferprodukte vom Konsumenten mit und ohne Zöliakie wahrgenommen und bewertet werden. Dabei wird zum einen die Gesamtbeliebtheit der einzelnen Produkte bewertet. Zum anderen werden einzelne Attribute bewertet, um herauszufinden, ob sich die Proben in ihnen signifikant unterscheiden und einige Attribute auffällig herausstechen, dass eine Verbesserung empfehlenswert wäre.

### 4.1 Material (Brote)

Aus Zeit und Kostengründen wurde nur eine Produktgruppe verkostet: Am geeignetsten erschienen die folgenden Brotbackmischungen:

#### Oat Bread Mix (Provena), 1000g, 5,79€



Helles Haferbrot mit Sonnenblumenkernen auf Basis von Hafermehl und Kartoffelstärke. Als Ballaststoffzusatz und Feuchthaltemittel dient Polydextrose.

Zutaten: Hafer 61% (in Mehl- und Flockenform), Kartoffelstärke, Sonnenblumenkerne, Zucker, Polydextrose, Backtriebmittel (E575 (Glucano-delta-lacton), E500 (Natriumcarbonat), Emulgator (E440 (Pektin), E415 (Xanthan)))

#### Havrebröd (Mixwell), 1000g, 6,89€



Rötlich-bräunliches Haferbrot mit Leinsamen auf Basis von Weizenstärke. Es wurden nicht weiter beschriebene Ballaststoffe verarbeitet. Die deutlich dunklere Farbe kommt durch den Einsatz von Zuckercouleur.

Zutaten: Glutenfreie Weizenstärke (max. 0,3 g Eiweiß/100 g), Ballaststoffe, Dextrose, Leinsamen, Hafermehl, Verdickungsmittel (E 412 (Guarkernmehl)),

#### 4. Sensorische Analyse

Konservierungsmittel (E 261 (Kaliumacetat)), Salz, Farbstoffe (E 150d (Zuckercoleur)), Kräuter

#### Havrebrödmix (Finax), 900g, 5,49€



Helles Brot mit Haferflocken auf Basis von Weizenstärke. Als Ballaststoff wurde Psylliumschale eingesetzt. Durch den Einsatz von Magermilchpulver ist das Brot nicht vegan und nicht lactosefrei.

Zutaten: Glutenfreie Weizenstärke (max. 2 mg Gluten/100 g), Haferflocken (glutenfreie) 10 %, Magermilchpulver, zerkleinerte Psylliumschale, Sauerteig-Pulver (Hirse-mehl, Reismehl und Starter), Zucker, Salz, Hefe, geröstetes Keim-Maismehl, Amylase

#### 4.1.1 Nährwerte

Tabelle 1: Nährwertangaben pro 100g Fertigprodukt

	Oat Bread Mix	Havrebröd Mixwell*	Havrebröd- mix Finax*	Weizenbrot Durchschnitt**	Haferbrot Märkisches Landbrot***
Energie (kJ)	1650,0	1296,0	1450,0	985,0	850,0
Energie (kcal)	390,0	321,0	350,0	235,0	203,0
Eiweiß (g)	9,0	7,9	4,0	7,1	7,1
Fett (g)	8,0	2,2	2,0	1,3	2,2
Kohlenhydrate (g)	69,0	70,0	75,0	48,1	38,7
Ballaststoffe (g)	5,2	8,0	7,0	3,0	9,6
	* laut Verpackungsangabe				
	** Werte von <a href="http://www.naehrwertrechner.de">www.naehrwertrechner.de</a> ; Stand 20.07.2013				
	*** Werte von <a href="http://fettrechner.de">fettrechner.de</a> ; Stand 20.07.2013				

#### 4. Sensorische Analyse

In der Nährwerttabelle (Tab. 1) werden die Nährstoffe der glutenfreien Haferbrote mit einem Vergleichswert für Weißbrot und dem märkischem Landbrot, einem Vollkorn-Haferbrot, verglichen. Die Nährwerte der glutenfreien Proben wurden den Verpackungen entnommen und beziehen sich auf 100g Brot, das nach Packungsanweisung zubereitet wurde. Die getesteten glutenfreien Haferbrote enthalten ca. ein Drittel mehr Kalorien bzw. Joule als herkömmliches Weizenbrot oder Haferbrot. Das Brot von Mixwell enthält weniger Eiweiß als die anderen Brote. Dies liegt an dem hohen Anteil an Weizenstärke und einem niedrigen Anteil an Hafermehl, -flocken sowie dem Fehlen von Sonnenblumenkernen und Leinsamen. Der höhere Eiweißanteil und der deutlich höhere Fettgehalt der Probe von Provena sind auf den Einsatz von Sonnenblumenkernen zurückzuführen. Durch den Anteil an Kartoffel- und Weizenstärke statt herkömmlichen Mehls enthalten die glutenfreien Brote mehr Kohlenhydrate als das Weizen- und das Haferbrot. Auffällig ist, dass die glutenfreien Brote zwar weniger Ballaststoffe enthalten als das märkische Landbrot, aber mehr Ballaststoffe als das Weizenbrot. Dies ist hauptsächlich auf den Einsatz von Hafer zurückzuführen, aber auch auf den Einsatz von Sonnenblumenkernen, Leinsamen und Psylliumschale (Flohsamenschale). Mariotti, M. et al. fanden in einer Studie heraus, dass der Ballaststoffgehalt von glutenfreien Broten durch den Einsatz von Psylliumschale und anderen pflanzlichen Ballaststoffen um 190-450% gesteigert werden kann. Neben den dadurch verbesserten ernährungsphysiologischen Eigenschaften verbessern sich durch den Einsatz von Psylliummehl die physikalischen Eigenschaften des Brotteiges, seine Rheologie und die Festigkeit des Brotes (Mariotti, M. et al., 2009, S. 963-975).

##### **4.1.2 Probenbeschaffung**

Alle drei Proben werden im Onlineversand bestellt. Für die Verkostung werden 70 Tester erwartet, von denen jeder eine Scheibe Brot erhalten soll. Somit werden von jeder Brotsorte 70 Scheiben Brot benötigt. Bei 1cm dicken Brotscheiben ergibt ein Brot ohne Endstücke ca. 27 Scheiben, wodurch drei Brote pro Sorte für die Verkostung benötigt werden.

### **4.1.3 Backversuche**

Am 05.06.13 finden die Backversuche der glutenfreien Brote im ernährungswissenschaftlichem Labor (EW-Labor) an der HAW statt. Die Brote von Finax und Mixwell werden jeweils nach Backanleitung auf der Verpackung zubereitet. Das Brot von Provena wird nach einem Rezept von der firmeneigenen Homepage zubereitet ([www.provena.fi](http://www.provena.fi), 04.06.2013).

Mit der auf dem Rezept angegebenen Wassermenge sind die Brotteige sehr trocken und spröde, teilweise sogar krümelig geworden. Zu den Rezepten wird 100ml Wasser hinzugefügt (s. Rezeptur). Im Anschluss werden die Brote je nach Rezept gehen gelassen. Bei dem Havrebröd von Mixwell wird die Gehzeit verdoppelt, da das Brot nach den angegeben 15 Minuten nicht merklich aufgegangen ist.

Alle Brote werden nach Packungsanweisung 30-35 Minuten gebacken und auf einem Rost für einige Stunden zum Auskühlen hingestellt.

Die Bilder der Backversuche finden sich im Anhang B: Bilder der Backversuche.

Die ausgekühlten Brote werden zunächst im Ganzen sensorisch bewertet, und anschließend aufgeschnitten. Im Anschluss werden die Krume, die Kruste, der Geruch, die Konsistenz und der Geschmack bewertet.

Aus der ersten Verkostung ergibt sich, dass alle Brote mit 700g bzw. 800g Wasser zubereitet werden. Das Brot von Finax wird ebenso wie die anderen in einer 30cm langen Kastenbackform gebacken. Das Brot von Mixwell wird vor dem Backen mit 5g flüssiger Margarine bestrichen, damit die obere Kruste die gleiche Farbe und den gleichen Glanz wie die Seiten hat. Die endgültigen Rezepturen und Backanleitungen sind im Folgenden dargestellt.

#### 4. Sensorische Analyse

##### 4.1.4 Havrebrödmix Finax

###### 4.1.4.1 Rezeptur

Tabelle 2: Havrebrödmix Finax

Nr.	Zutaten	Menge in g	Menge in %	Hersteller (Zutaten)
1.	Finax Havre- brödmix	900g	53%	Finax AB, Box 150 23, S-250-15, Helsingborg, Schweden  (Glutenfreie Weizenstärke, Haferflocken, Magermilchpulver, zerkleinerte Psylliumschale, Sauerteig-Pulver (Hirse-mehl, Reismehl, Starter), Zucker, Salz, Hefe, geröstetes Keim-Maismehl, Amylase
2.	Wasser	800g	47%	-
3.	Pflanzen- margarine	10g	1%	K-Classic, hergestellt von: Vandermoortele Deutschland GmbH, Dresden (pflanzliche Öle, pflanzliche Fette, Wasser, Emulgatoren (Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren, Lecithine, Zitronensäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren), Speisesalz (0,3%), Aroma, Säuerungsmittel: Zitronensäure, Farbstoff: Beta-Carotin.
		1710g	100%	

###### 4.1.4.2 Methodenvorschrift

1. Backmischung in eine Schüssel geben.
2. Zutaten mit der Oberschalenwaage (Sartorius AG Germany, TE4101, 19693689) abwiegen (Wasser, Pflanzenmargarine).
3. Wasser im Kochtopf auf 37°C erhitzen.
4. Wasser zur Backmischung zugeben.
5. Mit dem Handrührgerät mit Knethaken 5 Minuten durchkneten.
6. Backform mit der abgewogenen Margarine einfetten.



#### 4. Sensorische Analyse

7. Teig in die Backform legen, mit einem warmen, feuchtem Tuch bedecken
8. 35 Minuten ruhen lassen.
9. Im unteren Teil des Ofens bei 250°C für 10 Minuten backen.
10. Temperatur auf 200°C senken, 25 Minuten zu Ende backen.
11. Auf einem Kuchengitter auskühlen lassen.

#### 4.1.5 Havrebröd Mixwell

##### 4.1.5.1 Rezeptur

Table 3: Havrebröd Mixwell

Nr.	Zutaten	Menge in g	Menge in %	Hersteller (Zutaten)
1.	Mixwell Havre-bröd	1000g	53%	Mixwell AB, Saltängsvägen 34, 721 32 Västerås, Schweden  (Glutenfreie Weizenstärke, Ballaststoffe, Dextrose, Leinsamen, Hafermehl, Verdickungsmittel (E412), Konservierungsmittel (E261), Salz, Farbstoffe(E150d), Kräuter
2.	Wasser	800g	43%	-
3.	Hefe	60g	3%	Deutsche Hefewerke GmbH, Nürnberg (Hefe)
4.	Pflanzen- margarine	15g	1%	K-Classic, hergestellt von: Vandermoortele Deutschland GmbH, Dresden (pflanzliche Öle, pflanzliche Fette, Wasser, Emulgatoren (Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren, Lecithine, Zitronensäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren), Speisesalz (0,3%), Aroma, Säuerungsmittel: Zitronensäure, Farbstoff: Beta- Carotin.
		1875g	100%	

**4.1.5.2 Methodenvorschrift**

1. Backmischung in eine Schüssel geben.
2. Zutaten mit der Oberschalenwaage (Sartorius AG Germany, TE4101, 19693689) abwiegen (Wasser, Trockenhefe, Salz).
3. Pflanzenmargarine als 10g und 5g einwiegen.
4. Wasser im Kochtopf auf 37°C erwärmen.
5. Hefe im warmen Wasser auflösen.
6. Gemisch zur Backmischung geben.
7. Mit dem Handrührgerät mit Knethaken 5 Minuten durchkneten.
8. Backform mit der abgewogenen Margarine einfetten.
9. Teig in die Backform legen, mit einem warmen, feuchten Tuch bedecken.
10. 30 Minuten ruhen lassen.
11. Vor dem Backen das Brot mit 5g geschmolzener Margarine einpinseln.
12. Im unteren Teil des Ofens bei 200°C für 35 Minuten backen.
13. Auf einem Kuchengitter auskühlen lassen.

#### 4. Sensorische Analyse

##### 4.1.6 Oat Bread Mix Provena

###### 4.1.6.1 Rezeptur

Tabelle 4: Oat Bread Mix Provena

Nr.	Zutaten	Menge in g	Menge in %	Hersteller (Zutaten)
1.	Provena Oat Bread Mix	1000g	58%	Raisio Nutrition LTD, P.O. Box 101, 21201 Raisio Finland  (Hafer (61%) (in Mehl und Flockenform), Kartoffelstärke, Sonnenblumenkerne, Zucker, Polydextrose (Ballaststoffe), Backtriebmittel (E575, E500), Emulgator (E440, E415)
2.	Wasser	700g	40%	-
3.	Trockenhef e	11g	1%	Dr. August Oetker Nahrungsmittel KG, Bielefeld (Hefe)
4.	Jodsalz	10g	1%	Saline Bad Reichenhall, (Siedesalz, Trennmittel Calciumcarbonat und Magnesiumcarbonat)
5.	Pflanzen- margarine	15g	1%	K-Classic, hergestellt von: Vandermoortele Deutschland GmbH, Dresden (pflanzliche Öle, pflanzliche Fette, Wasser, Emulgatoren (Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren, Lecithine, Zitronensäureester von Mono- und Diglyceriden von Speisefettsäuren), Speisesalz (0,3%), Aroma, Säuerungsmittel: Zitronensäure, Farbstoff: Beta-Carotin.
		1736g	101%	

#### **4.1.6.2 Methodenvorschrift**

1. Backmischung in eine Schüssel geben.
2. Zutaten mit der Oberschalenwaage (Sartorius AG Germany, TE4101, 19693689) abwiegen (Wasser, Hefe, Pflanzenmargarine)
3. Wasser im Kochtopf auf 42°C erwärmen.
4. 5g Pflanzenmargarine in Wasser schmelzen
5. Trockenhefe und Salz mit der Backmischung vermengen
6. Wasser-Margarine-Gemisch zur trockenen Mischung geben.
7. Mit dem Handrührgerät mit Knethaken 5 Minuten durchkneten.
8. Backform mit 15g Margarine einfetten.
9. Teig in die Backform legen, mit einem warmen, feuchtem Tuch bedecken
10. 30 Minuten ruhen lassen.
11. Im unteren Teil des Ofens bei 225°C für 35 Minuten backen.
12. Auf einem Kuchengitter auskühlen lassen.

## **4.2 Konsumentenprüfung**

Da die Verkostung aus Zeit- und Kostengründen an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Hamburg stattfindet, spiegeln die teilnehmenden Konsumenten nicht die deutsche Bevölkerung wieder. Außerdem ist davon auszugehen, dass wenige Probanden von einer Zöliakie betroffen sind oder Familienangehörige mit Zöliakie haben.

### **4.2.1 Probenvorbereitung**

Die Brote für die Verkostung werden am Tag zuvor nach den verbesserten Rezepturen (s. 4.1.2. Backversuche) gebacken und über Nacht zum Auskühlen auf Kuchengitter unter Baumwolltücher gelegt. Da die Brote in Kastenformen gebacken wurden, haben sie alle die gleiche Form und Größe.

Am Tag der Verkostung werden sie mit einer elektrischen Brotschneidemaschine in 12mm dicke Scheiben geschnitten. Im Anschluss werden die Brotscheiben einzeln in beschichtete und codiert Brottüten (Toppits Butterbrot-Tüten) gelegt, um sie vorm Austrocknen zu schützen. Die Proben sind mit dreistelligen Zufallsziffern

#### 4. Sensorische Analyse

mit Hilfe der Sensoriksoftware Fizz (Biosystemes, Version 2.30C) verschlüsselt (s. Tabelle 5). Serviert werden die Proben gleichzeitig auf einem kleinen Tablett (*Anhang C: Fotos der Verkostung*).

**Tabelle 5: Probenübersicht**

Probe 1 (759)	<b>Provena</b>
Probe 2 (301)	<b>Mixwell</b>
Probe 3 (149)	<b>Finax</b>

#### 4.2.2 Rekrutierung

Die Rekrutierung erfolgte über Aushänge (*Anhang C: Aushang*) im Gebäude der HAW und eine E-Mail an alle Angestellten und Studenten der HAW. Da nach DIN 10974 mindestens 60 ungeschulte Prüfer benötigt werden, um ein statistisch repräsentatives Ergebnis zu erzielen, wurden 70 Proben vorbereitet (DIN10974, 2008, S. 9). Um die Akzeptanz der Proben und einzelne Attribute zu beurteilen, ist es nicht notwendig, dass die Prüfer an einer Zöliakie erkrankt sind oder durch Familienangehörige mit glutenfreien Produkten vertraut sind. Dennoch wird nach Zöliakie gefragt, um eine Tendenz in der Akzeptanz oder eine Abweichung zur Bewertung der anderen Prüfer ermitteln zu können. Es ist nicht davon auszugehen, dass ausreichend Zöliakieerkrankte als Prüfer teilnehmen werden, um signifikante Unterschiede zwischen den Ergebnissen zu ermitteln.

#### 4.2.3 Prüferbeschreibung

Letztlich konnten 70 Prüfer für die Verkostung rekrutiert werden. Die Prüfer sind Studenten und Mitarbeiter der HAW im Alter von 20 bis 78. Davon sind 40 weiblich und 30 männlich. Zwei der Prüfer sind selber von Zöliakie betroffen, sie und drei weitere Personen haben Zöliakiebetreffende in der Familie. Ein Prüfer konnte als Veganer das Brot von Finax nicht probieren, da es Milchbestandteile enthält.

### 4.2.4 Prüfraum

Die Verkostung fand am öffentlichen Sitzbereich vor dem EW-Labor der HAW statt. Der Sitzbereich befindet sich in unmittelbarer Nähe des EW-Labors und es findet wenig Durchgangsverkehr statt. Die Proben werden im EW-Labor vorbereitet. Auf jedem Tisch wurde eine Trennwand aufgestellt, sodass die Prüfer voneinander getrennt waren. Es konnten gleichzeitig bis zu 16 Personen verkosten.

Zwar fand die Verkostung in keinem geschlossenen und nach DIN EN ISO 8589 eingerichteten Sensoriklabor statt, dennoch wurden die wichtigsten Anforderungen an einen Prüfraum berücksichtigt: Die Prüfplätze waren ausreichend beleuchtet, es herrschten keine störenden Luftverhältnisse, die Temperatur war angenehm und konstant und die Geräuschkulisse war ruhig (DIN EN ISO 8589, 2010, S.5f.).

### 4.2.5 Verkostung

Die Verkostung fand am 19.06.2013 von 10:00 bis 14:00 Uhr statt. Eine Verkostung nahm ca. 20 Minuten in Anspruch. Zum Neutralisieren wurden Gurken, Matzen und Wasser angeboten. Die Proben wurden semi-monadisch dargereicht. Das heißt, dass jeder Prüfer ein Tablett mit den drei Proben erhielt und diese hintereinander bewertete (Buchecker, K., 2008, S.63).

Die Probenvergabe erfolgte nach dem Zufallsprinzip, um personengebundene Störgrößen zu vermeiden (Buchecker, K., Matullat, I., 2012, S.96). Die Fragebögen waren dazu durchnummeriert. Die Proben wurden in der durch die Fragebögen vorgegebenen Reihenfolge verkostet. Die Probenreihenfolge war nach DIN 10967-4 randomisiert und nach dem Latin Square-Design ausbalanciert, um einen Positionseffekt, Nachwirkungseffekt und einen Kontrasteffekt zu vermeiden. Ein Positionseffekt tritt auf, wenn die Reihenfolge der dargereichten Probe, den Prüfer beeinflusst. Ein Nachwirkungseffekt tritt auf, wenn die vorhergehende Probe, die nachfolgende Probe beeinflusst. Der Kontrasteffekt bezeichnet, dass die erste Probe automatisch als Vergleichsstandard genommen wird (DIN10967-4, 2002, S.2).

Nachdem die Prüfer alle Proben verkostet haben, wurden die Fragebögen eingesammelt und auf Vollständigkeit überprüft. Fehlende Daten konnten nachgetragen werden.

Die Dateneingabe erfolgte mittels der Sensoriksoftware Fizz (Biosystemes, Version 2.30C). Dazu wurde eine Session anhand der Fragebögen programmiert, in die die Konsumentenantworten übertragen wurden. Die Auswertung wurde mit Fizz und der Statistiksoftware XLSTAT durchgeführt.

### **4.3 Untersuchungsmethode**

Der Fragebogen (*Anhang C: Fragebogen*) für die Konsumentenverkostung enthält allgemeine, anonyme Fragen zur Person sowie eine Mischung aus Akzeptanzskalen und Just-About-Right-Skalen. Zu Beginn wird die allgemeine Beliebtheit von Brot erfragt und ob der Prüfer oder ein Familienangehöriger an Zöliakie erkrankt ist. Danach wird die Gesamtbeliebtheit der Probe erfragt. Anschließend folgen elf Fragen, um die Attribute in den Kategorien Aussehen, Konsistenz/Mundgefühl und Geschmack zu bewerten. Die Reihenfolge wurde gewählt, um den „Halo-Effekt“ zu minimieren. Der „Halo-Effekt“ besagt, dass die nachfolgenden Fragen durch die vorhergehende Antwort beeinflusst werden. Die Gesamtbeliebtheit könnte beeinflusst werden, wenn man die Attribute zuerst beurteilen lässt (DIN 10974-3, 2008, S. 13f; Lill, F., 2008, S. 19). Zum Abschluss haben die Konsumenten die Möglichkeit das Brot anhand von „Likes“ und „Dislikes“ zu bewerten. „Likes“ und „Dislikes“ sind offene Fragen nach Produkteigenschaften, die dem Konsumenten besonders gefallen oder missfallen haben. Diese lassen sich mit den anderen Testergebnissen verknüpfen, um weitere Aussagen für die Produktweiterentwicklung zu erhalten (Buchecker, K., 2008, S.62).

#### **4.3.1 Akzeptanztest**

Der Akzeptanztest eignet sich besonders gut, um mehrere Produkte vom Konsumenten im Vergleich zu bewerten. Durch einen Akzeptanztest wird in der Regel die Gesamtbeliebtheit beurteilt. Fragen zu einzelnen Attributen sind ebenso

#### 4. Sensorische Analyse

möglich. Akzeptanz wird auf einer hedonischen 5er, 7er oder 9er Intervallskala abgefragt. Akzeptanz bezeichnet nach DIN 10974-3 die Einstellung einer bestimmten Person zu einem Produkt, das von ihr wegen seiner sensorischen Eigenschaften positiv beurteilt wird (DIN 10974-3, 2008, S. 5, 14). Dabei wird nicht mit anderen Produkten verglichen, sondern die Intensität des Genusses abgefragt. Die Neun-Punkte-Hedonik-Skala ist die am häufigsten genutzte Skala. Ihre Reliabilität und Validität sind durch Studien belegt (Stone, 2012, S.101 -104). Wenn neben der Beliebtheit auch Häufigkeiten untersucht werden sollen, ist es zu empfehlen statt der Neun-Punkt-Hedonik-Skala eine Sieben-Punkt-Skala zu nehmen. Bei einer 9er Skala wären, die Häufigkeiten der einzelnen Antworten zu klein, um weitere Analysen der Häufigkeiten durchzuführen. Die 5er Skala unterscheidet nicht ausreichend, da Prüfer eher selten die äußersten Enden einer Skala benutzen. Deswegen ist die 7er Skala am geeignetsten (Lill, F., 2008, S. 20).

Die Prüfer tragen ihr Gefallen auf einer Sieben-Punkt-Skala ab, wobei 7 „gefällt mir sehr“ und 1 „missfällt mir sehr“ bedeutet. Eine solche Skala, wie sie im Fragebogen verwendet wird, ist unter Abb. 4 zu sehen (Lill, F., 2008, S.20). Ziel dieser hedonischen Prüfung ist es, spontane Reaktionen zur Akzeptanz eines Produktes zu erhalten (DIN 10974-3, 2008, S. 5.). Vorteile der Sieben-Punkt-Skala sind die einfache Verständlichkeit und die einfache Handhabung, weshalb sie sich gut zur Konsumentenbefragung eignet.

Gefällt mir sehr	Gefällt mir ziemlich	Gefällt mir etwas	Weder gefällt noch missfällt es mir	Missfällt mir etwas	Missfällt mir ziemlich	Missfällt mir sehr
------------------	----------------------	-------------------	-------------------------------------	---------------------	------------------------	--------------------

Abbildung 4: Sieben-Punkt-Skala, modifiziert nach Lill, F.

Um weitere Eigenschaften des Brotes zu erfahren und um die Gründe für die Bewertung der Probe zu erfahren, haben die Prüfer die Möglichkeit zu notieren, was ihnen besonders an der Probe gefallen und was ihnen missfallen hat. Diese qualitativen Daten runden das Gesamtbild der einzelnen Proben ab und ergänzen die Stärken und Schwächen der Proben.



Als Kontrollfrage wird am Ende des Fragebogens nach der Kaufentscheidung gefragt. Da es logisch wäre, dass ein Brot, welches in den meisten Punkten positiv abgeschnitten hat, auch gekauft werden würde. Umgekehrt ist zu erwarten, dass ein schlecht bewertetes Brot, nicht gekauft werden würde.

#### 4.3.2 Just-About-Right-Test

Der Just-About-Right (JAR) Test ist ein hedonisches Verfahren zur Beurteilung von Produkten. Häufig wird es in der Marktforschung und Produktentwicklung zur Beurteilung von neuen Produkten oder neuen Rezepturen eingesetzt.

Ausgewählte Merkmale werden auf einer bipolaren, fünf-stufigen Skala subjektiv nach der optimalen Intensität beurteilt. Die Skala unterteilt sich in die Abschnitte „zu wenig“, „etwas zu wenig“, „genau richtig“ (JAR), „etwas zu viel“ und „zu viel“ (Vgl. Abb. 5). Ausgewertet wird der Just-About-Right-Test mithilfe der Penalty-Analyse (Buchecker, K./ Matullat, I., 2012, S.57).

Viel zu wenig	Etwas zu wenig	Genau richtig	Etwas zu viel	Zu viel
---------------	----------------	---------------	---------------	---------

Abbildung 5: modifizierte Just-About-Right Skala

Die zu bewertenden Attribute wurden nach vorher gehender Verkostung ausgesucht. Um ein Gesamtbild des Brotes zu erhalten, werden das Aussehen, die Konsistenz und der Geschmack bewertet (vgl. Tabelle 6). Da Krümeligkeit und Bitterkeit negativ behaftete Attribute sind, werden sie nur auf einer drei Punkte Skala abgefragt. In der Auswertung wird die Skala an die anderen Skalen angepasst und mit den anderen Attributen ausgewertet (Bauer, persönliche Mitteilung).

**Tabelle 6: Attribute JAR-Skala**

<b>Aussehen</b>	Farbe der Kruste	viel zu hell - genau richtig - viel zu dunkel
	Farbe der Krume	viel zu hell - genau richtig - viel zu dunkel
<b>Konsistenz</b>	Knusprigkeit	viel zu wenig knusprig - genau richtig - viel zu knusprig
	Lockerheit	viel zu locker - genau richtig - viel zu kompakt
	Krümeligkeit	genau richtig - viel zu krümelig
	Feuchtigkeit	viel zu trocken - genau richtig - viel zu feucht
	Elastizität	viel zu wenig elastisch genau richtig - viel zu elastisch
<b>Geschmack</b>	Süße	viel zu wenig süß - genau richtig - viel zu süß
	Säure	viel zu wenig sauer - genau richtig - viel zu sauer
	Nussigkeit	viel zu wenig nussig - genau richtig - viel zu nussig
	Bitterkeit	genau richtig - viel zu bitter

#### 4.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgt mit Fizz (Biosystemes, Version 2.30C), Microsoft Excel 2007 und mit dem Statistikprogramm XLSTAT Version 2012.2.02.

##### 4.4.1 Akzeptanzdaten

Die Akzeptanzdaten werden grafisch in Form von Histogrammen dargestellt, um die Prüferantworten hinsichtlich der „Beliebtheit“ zu veranschaulichen. Eine Probe gilt als akzeptiert, wenn mindestens 70% der Prüferurteile im „Gefallen-Bereich“ (Noten 5-7) erreicht sind (Busch-Stockfisch, persönliche Mitteilung). Desweiteren werden die Mittelwerte der „Beliebtheit“ der Proben, Standardabweichung und die Streuung der Prüferantworten analysiert.

##### 4.4.1.1 Varianzanalyse

Die Varianzanalyse ist gebräuchlich unter dem Kürzel ANOVA, das für die englische Bezeichnung „analysis of variance“ steht. Sie wird eingesetzt zur

#### 4. Sensorische Analyse

Auswertung von Profilprüfungen und Akzeptanz-Tests (Meyners, M., Kuhnert, J., 2012, S.3). Die ANOVA ist ein parametrisches statistisches Verfahren zum Vergleich von Mittelwerten von mehr als zwei Proben und testet, ob diese gleich sind oder ob eine oder mehrere der Proben sich signifikant voneinander unterscheiden (Buchecker, K., Matullat, I., 2012, S.5). Hierbei wird die Streuung der Bewertung von den Prüfern zwischen und innerhalb der Produktgruppen berechnet.

##### **4.4.1.2 Tuckey-Test**

Der Tuckey-Test wird in Zusammenhang mit der ANOVA benutzt, um zu prüfen, ob die Urteile tatsächliche Unterschiede repräsentieren oder ob sie auf zufällige Effekte zurückzuführen sind. Vor allem bei Konsumenten, die im Gegensatz zum Panel nicht geschult sind, ist dies zu empfehlen. Der Tuckey-Test vergleicht alle möglichen Probenkombinationen miteinander und errechnet den Mittelwertunterschied, der für ein signifikantes Ergebnis erforderlich ist. Der Tuckey-Test veranschaulicht, welche Proben sich signifikant voneinander unterscheiden. Der berechnete „kritische Tuckey-Wert“ muss größer sein, als die tatsächliche Differenz zwischen zwei Proben, damit ein signifikanter Unterschied zwischen den Proben besteht (Rasch, B. et al., 2010, S.46ff).

##### **4.4.2 JAR-Daten**

###### **4.4.2.1 JAR- und Extremkategorien**

Bei der Auswertung der JAR-Ergebnisse wird sich zunächst angeschaut, welche Attribute und welche Proben die meisten Antworten in der JAR-Kategorie erhalten haben. Dabei wird auch beachtet, welche Attribute deutlich mehr Punkte in den anderen Kategorien erhalten haben, um zu erfahren, in welche Richtung das Produkt verändert werden müsste (Buchecker, K., 2008, S62).

###### **4.4.2.2 Penalty Analyse**

Die Penalty Analyse dient der Auswertung von JAR-Daten. Sie wird eingesetzt, wenn mehr als drei Eigenschaften pro Produkt auf einer fünf-stufigen JAR-Skala bewertet werden. Akzeptanzwerte (Gesamtbefriedigung) werden dafür mit den JAR-

#### 4. Sensorische Analyse

Daten kombiniert, um Attribute, die als „zu wenig/ zu gering“ oder als „zu stark/ zu viel“ bewertet werden, zu identifizieren. Die anschließend errechneten Penalty-Punkte geben Auskunft, ob das Attribut verändert werden muss (Meyners, M., Kuhnert, J., 2012, S.3). Das Programm XLSTAT bietet die Funktion zur Penalty-Analyse an und komprimiert die JAR-Skala von fünf auf drei Kategorien. „Viel zu wenig“ und „etwas zu wenig“ werden zusammengefasst als „zu wenig“. „Viel zu stark“ und „etwas zu stark“ werden zusammengefasst als „zu stark“. Die tatsächlichen Penalty-Punkte werden manuell mit der Formel: „Effekt am Mittelwert“ \* % (der Häufigkeiten) \* 100 (Köhn, E., XLSTAT, 2012, 29ff.) Je höher die Penalität, umso mehr Einfluss hat die betrachtete Eigenschaft auf die Gesamtbeliebtheit. Das heißt, dass die Penalitäten aussagen, um wie viel die Gesamtbeliebtheit abnimmt, wenn ein Attribut nicht im JAR-Bereich beurteilt wird. (Buchdecker, K., Matullat, I., 2012, S.92f). Bei einer Sieben-Stufen-Skala zur Akzeptanzbeurteilung werden Penalty-Punkte unter 30 als „bedeutungslos“ angesehen, das heißt, es besteht kein Handlungsbedarf. Zwischen 30 und 60 Penalitäten liegt die sogenannte Grauzone. Attribute, die in der Grauzone bewertet werden, können, müssen aber nicht verändert werden. Bei einer Bewertung mit über 60 Penalitäten, sollte das Attribut verbessert werden (Busch-Stockfisch, persönliche Mitteilung) (Vgl. Tab. 7).

#### 4. Sensorische Analyse

**Tabelle 7: Penalty Punkte (Busch-Stockfisch, persönliche Mitteilung)**

<b>Auswirkung auf die Gesamtbeliebtheit des Produktes</b>	<b>Penalty Punkte (bei einer Sieben-Punkt-Skala)</b>
Keine Auswirkung „Bedeutungslos“	≤ 30
Leichte Auswirkung „Grauzone“	30-60
Starke Auswirkung „Das Produkt muss verändert werden“	>60

#### **4.4.3 Qualitative Daten**

Qualitative Daten wie die Kaufentscheidung und die positiven und negativen Bemerkungen zu den Proben werden mithilfe einer Häufigkeitsauszählung analysiert. Die Kommentare zu den Proben werden hierzu in einer Kontingenztafel zusammengefasst.

## 5 Ergebnisse

Die folgenden Ergebnisse basieren auf der Auswertung der Verkostung am 19.06.2013.

Die 70 Prüfer bewerten Brot im Durchschnitt auf einer Akzeptanzskala von 1-7 mit einer 6,21. Dabei gibt kein Prüfer an, dass ihm Brot nicht gefällt (Note 1-3). 13 Prüfern gefällt Brot im Allgemeinen etwas, 26 Prüfer schätzen Brot im Allgemeinen ziemlich und 30 Prüfer mögen es sehr (Vgl. Abb. 6)

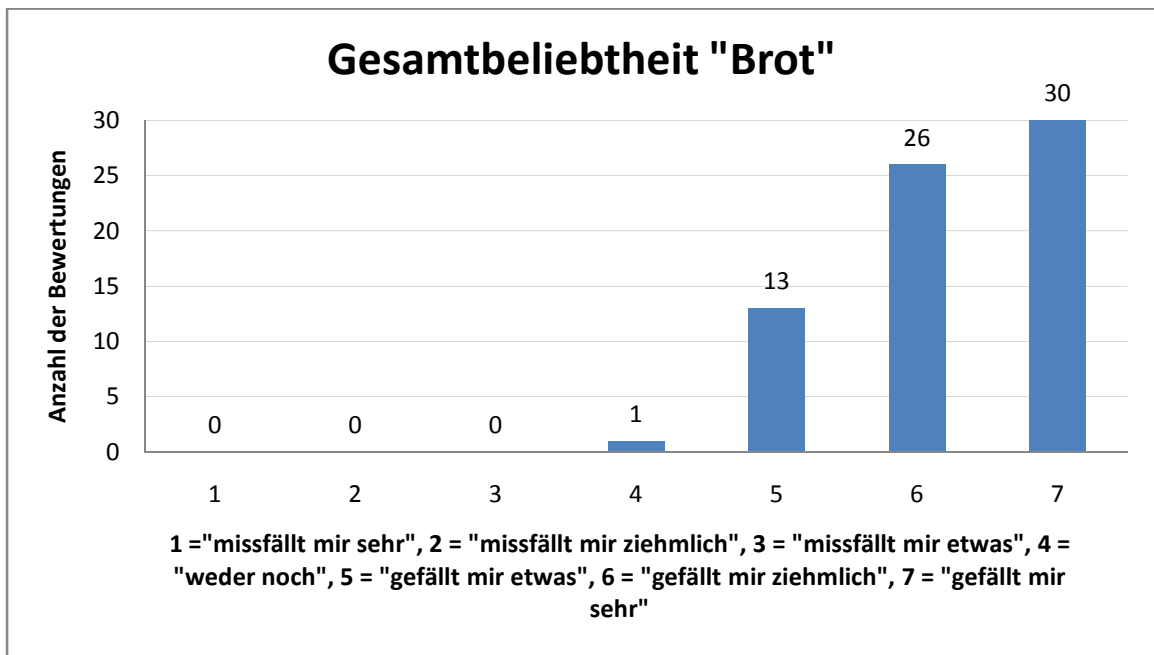


Abbildung 6: Gesamtb Liebtheit "Brot"

### 5.1.1 Akzeptanzdaten

Die Proben erreichen eine durchschnittliche Beliebtheit von 4,26, 4,66 und 5,47 auf einer Skala von 1-7 (Vgl. Abb. 7). Alle drei Proben erhalten mehr Stimmen im Bereich „Gefallen“ als in den anderen Bereichen. Vor allem das Brot von Provena schneidet gut ab. 60 von insgesamt 70 Prüfern bewerten es mit den Noten 5-7, was dem „Gefallen-Bereich“ entspricht. Dies entspricht einem Prozentsatz von 85,71%, wodurch das Brot als akzeptiert gilt. Das Brot von Mixwell erhält 31,43% im Bereich „Missfallen“, 8,57% im Bereich „weder noch“ aber immerhin auch 60,00% im Bereich „Gefallen“. Die dritte Probe von Finax wird am meisten

## 5. Ergebnisse

ausgeglichen bewertet. Sie missfällt 33,33% der Prüfer, 20,29% gefällt sie noch missfällt sie und 46,38% gefällt sie (Vgl. Abb. 8). Da die Proben von Mixwell und Finax weniger als 65% im Bereich „Gefallen“ erreichen, gelten sie als nicht akzeptiert (Busch-Stockfisch, persönliche Mitteilung).

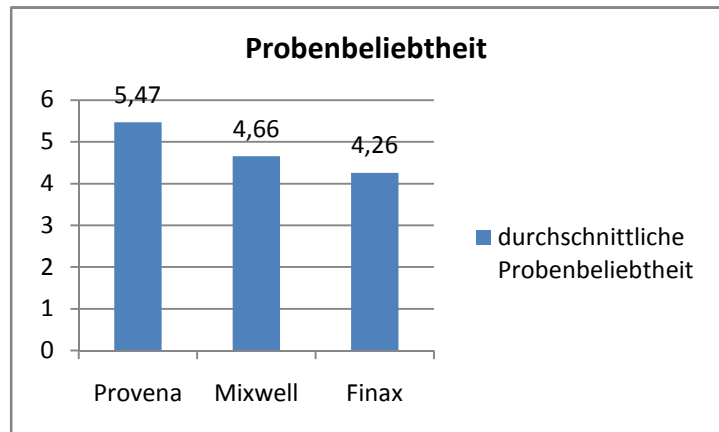


Abbildung 7: Probenbeliebtheit

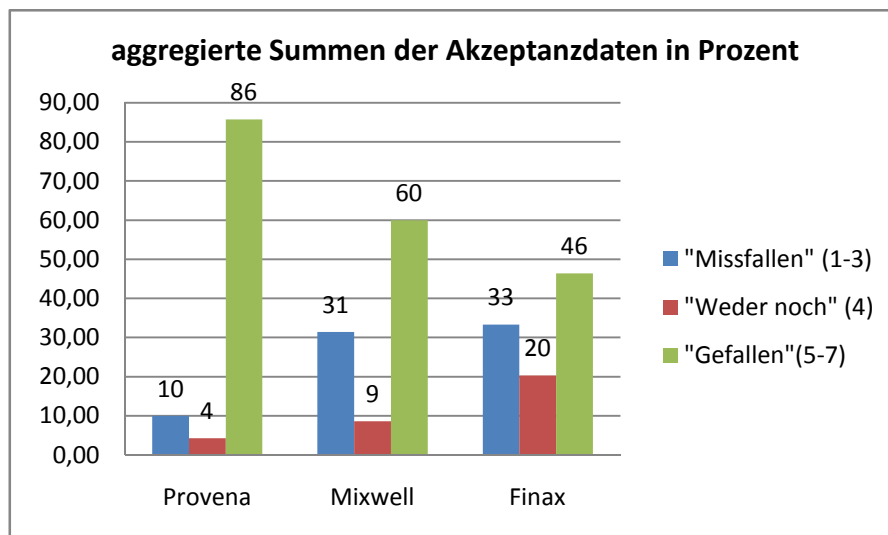


Abbildung 8: aggregierte Summen der Akzeptanzdaten in Prozent

Die Probe von Provena wurde mit dem Minimum 3 und dem Maximum 7 bewertet, was einer Spannweite von 4 entspricht. Die Standardabweichung betrug dabei 1,14. Die minimale Bewertung der Probe von Mixwell betrug 1, die maximale Bewertung 7. Die entspricht einer Spannweite von 6 und einer Standardabweichung von 1,6. Die Probe von Finax wird ebenfalls von 1 bis 7 bewertet. Da diese Probe nur 69 Prüfer bewertet haben, entspricht die einer Standardabweichung von 1,4 (Vgl. Tab. 8). Die Proben entsprechen keiner Normalverteilung, da sie zu wenig im Bereich „Weder noch“ und stärker im Bereich „Gefallen“ als im Bereich „Missfallen“ bewertet wurden (*Anhang D:*

## 5. Ergebnisse

*Akzeptanzdaten, Anhang D: Test auf Normalverteilung*). Die Akzeptanzdaten der Proben von Provena und Mixwell sind unimodal nach rechts verschoben. Die Akzeptanz der Probe von Finax ist bimodal mit einer Tendenz nach rechts.

**Tabelle 8: statistische Auswertung des Attributes "Probenbeliebtheit"**

<b>Statistics Attribute: Probenbeliebtheit</b>			
	<b>Provena</b>	<b>Mixwell</b>	<b>Finax</b>
<b>Scores</b>	70	70	69
<b>Min</b>	3	1	1
<b>Max</b>	7	7	7
<b>Range</b>	4	6	6
<b>Mean</b>	5,47	4,66	4,26
<b>Std. Dev.(n)</b>	1,14	1,6	1,4

### 5.1.2 Varianzanalyse

Die ANOVA ergibt, dass sich die Proben in ihrer Akzeptanz mit einer statistischen Sicherheit von 95% signifikant voneinander unterscheiden (*Vgl. Anhang D: Ergebnisse Varianzanalyse*).

### 5.1.3 Tuckey-Test

Der Tuckey-Test errechnet, dass sich die Proben von Mixwell und Finax nicht signifikant voneinander unterscheiden. Das Brot von Provena unterscheidet sich signifikant mit einer statistischen Sicherheit von 95% von den beiden anderen Proben. Dies spiegelt sich auch in der mit 85% deutlich höheren relativen Beliebtheit wieder. Die Analyse nach Fischer-LSD und Bonferroni untermauern dieses Ergebnis mit einem Konfidenzintervall von 95% (*Vgl. Anhang D: Statistische Ergebnisse*). Das Duncan Grouping veranschaulicht dies. Proben mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht voneinander, Proben mit anderen Buchstaben unterscheiden laut Duncan Grouping signifikant voneinander unterscheiden (*Vgl. Tabelle 9*). Das „A“ bei Provena drückt aus, dass sich die



## 5. Ergebnisse

Probe signifikant unterscheidet. Das „B“ bei Mixwell und Finax drückt aus, dass sie sich nicht signifikant unterscheiden.

Tabelle 9: Duncan Grouping „Beliebtheit“

Kategorie	Mittelwert	Gruppen
Provena	5,471	A
Mixwell	4,657	B
Finax	4,261	B

### 5.1.4 JAR- Daten

Im Folgenden sind die Ergebnisse der JAR-Analyse aufgeschlüsselt. Die JAR-Ergebnisse sind nach Brotsorten sortiert, um die Bewertung der einzelnen Brotsorten zu veranschaulichen. Außerdem wird auf die Schwachstellen der Proben eingegangen, die durch entsprechende Penalty-Punkte aufgezeigt wurden. Die entsprechenden Grafiken zeigen die jeweilige prozentuelle Bewertung der verschiedenen Attribute nach der Aggregation in die Stufen „zu wenig“, JAR und „zu viel“.

#### 5.1.4.1 Provena

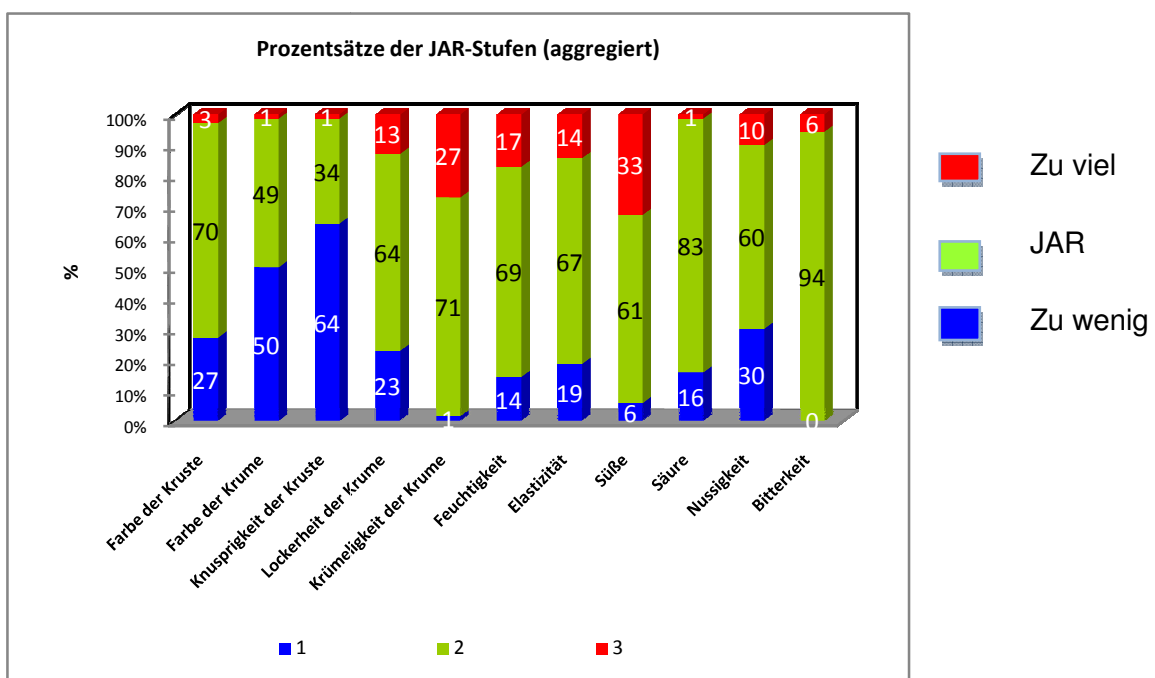


Abbildung 8: aggregierte Prozentsätze der JAR-Stufen der Provena Probe

## 5. Ergebnisse

Abbildung 8 ist zu entnehmen, dass die Probe von Provena bei den meisten Attributen mehrheitlich im JAR-Bereich bewertet wird. Die Farbe der Kruste wird von 70% der Prüfer als genau richtig bewertet. Die 27%, die sie als zu hell empfinden, werden mit bedeutungslosen 14 Penalty-Punkten gestraft. Die Farbe der Krume wird mit 49% der Antworten im JAR-Bereich und mit 50% als zu hell bewertet. Der Unterschied in dieser Bewertung ist signifikant und spiegelt sich auch in den Penalty-Punkten wieder. Die Farbe der Krume erhält 41 Strafpunkte, befindet sich damit aber noch in der Grauzone, das heißt, dass das Produkt nicht zwingend in Hinsicht auf dieses Attribut überarbeitet werden muss. Das Attribut Knusprigkeit der Kruste wird mit 64% deutlich als zu wenig knusprig bewertet (Vgl. Abb.8). Dennoch sind die Unterschiede nicht signifikant und es werden nur 21 Penalty-Punkte für die als zu schwach bewertete Knusprigkeit errechnet. Diese sind bedeutungslos. Die Lockerheit der Krume und ihre Krümeligkeit werden mehrheitlich im JAR-Bereich bewertet und erhalten für ein zu wenig an Lockerheit bzw. ein zu viel an Krümeligkeit bedeutungslose Penalty-Punkte. Feuchtigkeit, Elastizität, Süße, Säure und Nussigkeit werden hauptsächlich im JAR-Bereich bewertet. Die Bitterkeit wird mit 94% eindeutig als genau richtig bewertet. Die Ausführliche Tabelle der Penaltitäten befindet sich im *Anhang D: Penalty-Analyse Probe Provena*.

## 5. Ergebnisse

### 5.1.4.2 Mixwell

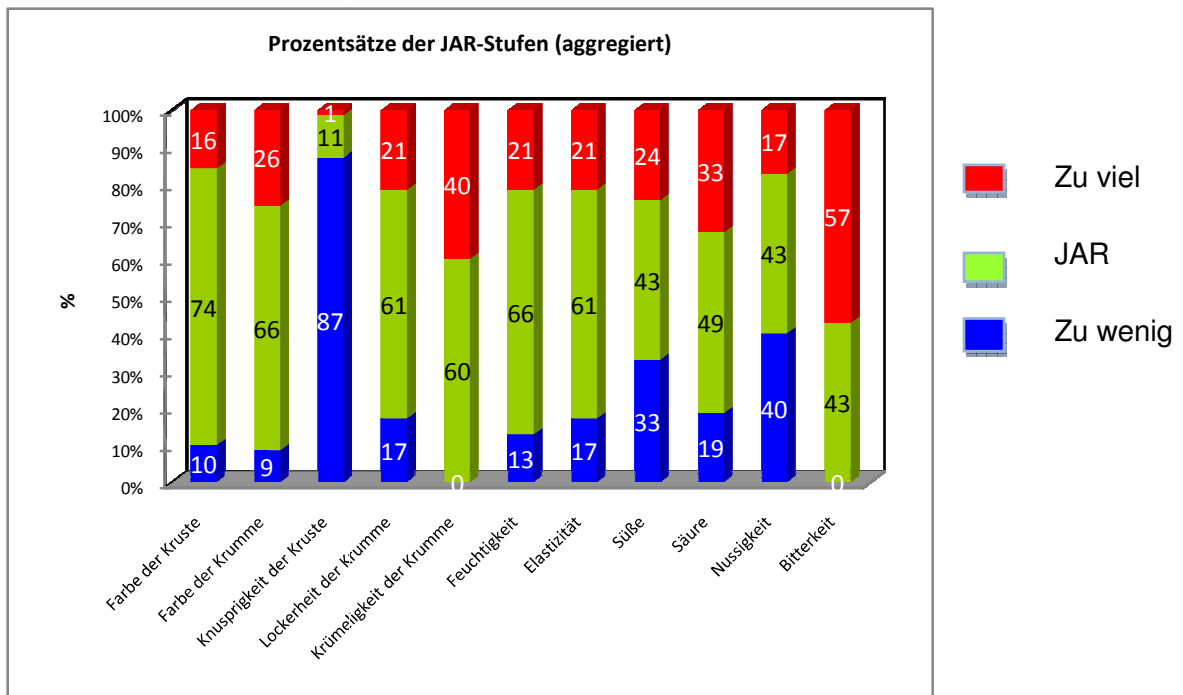


Abbildung 9: aggregierte Prozentsätze der JAR-Stufen der Mixwell Probe

Das Brot von Mixwell erhält in den meisten Kategorien mehr JAR-Bewertungen als andere Bewertungen. Vor allem die Kategorien Farbe der Kruste, Farbe der Krume überzeugen mit 66 bzw. 74% der Antworten im JAR-Bereich. Der Unterschied zwischen den drei Abstufungen bei diesen beiden Attributen ist signifikant. Die Farbe der Kruste erhält bedeutungslose 26 Penalty-Punkte, die Farbe der Krume liegt mit 39 Punkten in der Grauzone. Obwohl die Knusprigkeit mit 87% als zu wenig knusprig bewertet wird, wird sie nur mit bedeutungslosen 25 Penalty Punkten bestraft. Die Lockerheit und Krümeligkeit werden mehrheitlich im JAR-Bereich bewertet. Bei der Feuchtigkeit des Brotes ergibt sich ein signifikanter Unterschied, obwohl die Mehrheit (66%) der Prüfer diese im JAR-Bereich bewertet haben. Die Elastizität liegt mit 61% im JAR-Bereich. Die Süße des Brotes polarisiert, da 33% der Prüfer das Brot als zu süß empfinden, 43% als genau richtig und 33% als zu wenig. Dies zeigt sich ebenfalls durch die Strafpunkte, die sowohl bei zu viel als auch bei zu wenig in der Grauzone liegen. Der saure Geschmack des Brotes polarisiert etwas weniger stark, dies spiegelt sich in den bedeutungslosen 12 Penalty-Punkten. Die Nussigkeit wird sehr hoch signifikant bewertet. 40% der Prüfer bewerten die Nussigkeit als zu wenig, was

## 5. Ergebnisse

sich in 60 Penalty-Punkten widerspiegelt. 43% der Prüfer bewerten die Nussigkeit als genau richtig. 17% der Prüfer ist der nussige Geschmack zu stark ausgeprägt, welches sich in 28 Penalty Punkten niederschlägt. Ob das Brot im Attribut Nussigkeit verändert werden soll, ist anhand der Penalty Punkte nicht eindeutig zu sagen. Die 60 Penalty-Punkte für zu wenig nussig liegen an der Grenze zwischen der „Grauzone“ und dem Bereich in dem das Produkt auf alle Fälle verändert werden muss. Die 28 Strafpunkte für eine zu hohe Nussigkeit liegen im Randbereich zwischen „bedeutungslos“ und der „Grauzone“ in der das Produkt verändert werden kann, aber nicht muss. Die Bitterkeit wird mit 57% als zu bitter bewertet und mit 48 Penalty-Punkten bestraft (Vgl. Abb. 9). Dies entspricht der Grauzone. Da zu starke Bitterkeit häufig als sehr negativ empfunden wird, sollte das Produkt dennoch verbessert werden. Da die Bitterkeit in diesem Produkt durch den Einsatz von Zuckercouleur kommt, könnte dies durch eine Reduzierung schnell behoben werden. Dies würde die Farbe der Krume und der Kruste aufhellen, welche von 26 bzw. 16% der Prüfer als zu dunkel bewertet wurden. Die Ausführliche Tabelle der Penalitäten befindet sich im *Anhang D: Penalty-Analyse Probe Mixwell*.

### 5.1.4.3 Finax

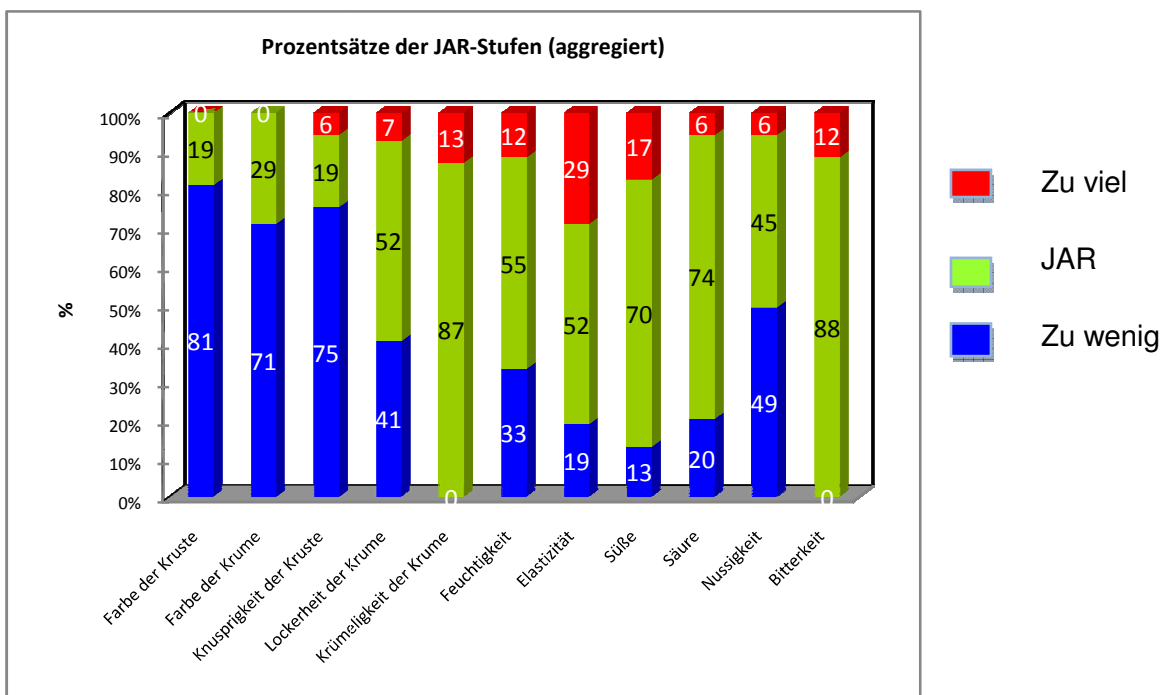


Abbildung 10: aggregierte Prozentsätze der JAR-Stufen der Finax Probe

## 5. Ergebnisse

Wie in Abbildung 10 zu erkennen ist, wird die Probe von Finax in einigen Punkten deutlich anders bewertet als die vorhergehenden Proben. 81% der Prüfer empfinden die Kruste als zu hell und 71% die Krume als zu hell. Beide Attribute werden mit Penalty-Punkten abgestraft und müssen verändert werden. Obwohl 75% der Prüfer die Kruste als zu wenig knusprig bewerten, ergeben sich durch den geringen Effekt am Mittelwert nur bedeutungslose 6 Penalty-Punkte. Die Lockerheit der Krume wird ebenfalls nicht durch Penalty-Punkte abgestraft, obwohl 41% der Prüfer die Krume als zu wenig locker empfinden. Die Krümeligkeit des Brotes wird mit 87% eindeutig als genau richtig bewertet. Feuchtigkeit und Elastizität werden auch überwiegend im JAR-Bereich bewertet und erhalten für die Bereiche „zu wenig“ und „zu viel“ jeweils Penalty-Punkte im bedeutungslosen Bereich. Die Süße und Säure werden von der Mehrzahl der Prüfer als genau richtig bewertet. Die Nussigkeit wird von 49% der Prüfer als zu wenig bewertet. 45% der Prüfer empfinden die Nussigkeit als genau richtig. Dies ergibt 35 Penalty-Punkte, das heißt, dass man die Nussigkeit erhöhen könnte, aber nicht unbedingt muss. Die Bitterkeit wird mit 88% als genau richtig empfunden. Die Ausführliche Tabelle der Penalitäten befindet sich im *Anhang D: Penalty-Analyse Probe Finax*.

### 5.1.5 Qualitative Daten

Die Mehrheit der Konsumenten würde die Brote von Finax und Provena kaufen (41/42 von 70). Nur das Brot von Mixwell würde von der Mehrheit der Prüfer nicht gekauft werden (40 von 70). Von den fünf Prüfern, die von Zöliakie betroffen sind oder Familienangehörige mit Zöliakie haben, haben sich zwei Mal zum Kauf vom Provena Brot und jeweils drei Mal zum Kauf der Brote von Mixwell und Finax entschieden (Vgl. Abb.11).

## 5. Ergebnisse

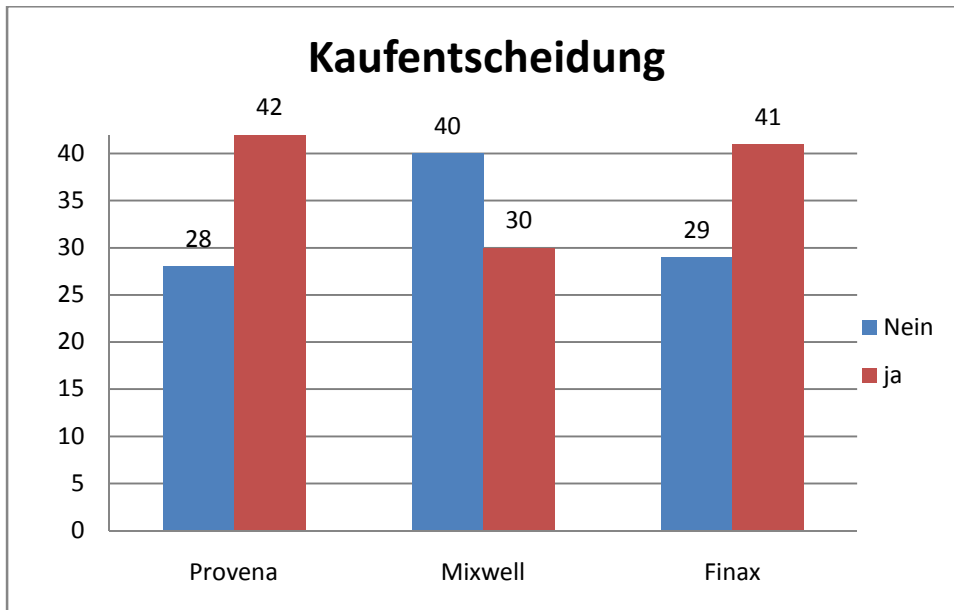


Abbildung 11: Kaufentscheidung

Positiv wird bei dem Havrebödmix von Provena angemerkt, dass es einen sehr kernigen und ausgewogenen Geschmack hat (22 mal) und dass es sichtbare Körner besitzt (12 mal). Gut gefällt auch die Farbe (6 mal), die Lockerheit (5 mal), die Saftigkeit und Feuchtigkeit (5 mal). Es gab deutlich weniger negative Bemerkungen. 5 Prüfer fanden die Krume zu fest und kompakt. Die weiteren Likes und Dislikes finden sich in der *Tabelle „Likes und Dislikes Provena“ im Anhang D*.

Bei den Likes vom Havrebröd von Mixwell fällt auf, dass die dunkle Farbe besonders oft gelobt wurde (8 mal), die Konsistenz (8mal), der kräftige Geschmack (6 mal) und die Feuchtigkeit und Saftigkeit (5 mal). Obwohl der Geschmack oft gut bewertet wird und vereinzelt auch das herbe, nussige und bittere am Geschmack gelobt wird, missfällt der Geschmack auch einem großen Teil der Prüfer (12 mal), einige finden das Brot auch zu bitter (8 mal). Ebenso wird die Konsistenz beurteilt (5 mal). Die weiteren Likes und Dislikes finden sich in der *Tabelle „Likes und Dislikes Mixwell“ im Anhang D*.

Beim Havrebrödmix von Finax erhält der Geschmack die meisten positiven Bemerkungen (16 mal). Ansonsten gefällt die Konsistenz der Krume gut, da sie fest und locker ist (6 mal). Diese wird von 11 Prüfern aber negativ als zu kompakt und zu dicht bewertet. Die Farbe wird von 10 Prüfern als zu hell kritisiert und acht

Personen empfinden das Brot als zu zäh und zu klebrig. Dass die Farbe als zu hell empfunden wird, spiegelt sich auch in den Penalty Punkten wieder. Die weiteren Likes und Dislikes finden sich in der *Tabelle Likes und Dislikes Finax im Anhang D*.

### **5.2 Zusammenfassung der sensorischen Analyse**

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Proben gut vom Konsumenten angenommen werden. Die Probe von Provena erreicht eine Gesamtbeliebtheit von 86% und die Probe von Mixwell 60%. Nur das Brot von Finax erreicht eine Gesamtbeliebtheit unter 50%. Dies deckt sich mit den Ergebnissen der Penalty-Analyse und passt zu den positiven und negativen Kommentaren. Bei den Proben von Provena und Mixwell werden keine Penalty-Punkte über 60 errechnet, sodass keins der Attribute verbessert bzw. verändert werden muss. In den Kommentaren der Prüfer fällt auf, dass vor allem der Geschmack, die Farbe, die Saftigkeit und die Konsistenz gelobt werden. Das Brot von Finax wird in der Penalty-Analyse bestraft, da es als zu hell bewertet wird. Dies spiegelt sich in den Kommentaren der Prüfer wieder. Bei den Kommentaren zu den Broten von Provena und Mixwell, sticht ebenfalls der Geschmack hervor. Zudem werden auch die Farbe, Saftigkeit und die Konsistenz gelobt.

Die Varianzanalyse ergibt, dass sich die Proben signifikant von einander unterscheiden. Wobei sich nach dem Tuckey-Test, dem Fischer-LSD-Test und dem Bonferroni-Test die Probe von Provena signifikant von der Probe von Finax, aber nicht signifikant von der Probe von Mixwell unterscheidet. Das Brot von Mixwell unterscheidet sich nicht signifikant von der Probe von Finax.

## 6 Fazit und Ausblick

Grundsätzlich haben glutenfreie Produkte Einzug gehalten in deutsche Supermärkte, Reformhäuser und Bioläden. Das Angebot an glutenfreien Lebensmitteln ist in den letzten Jahren größer geworden. Teilweise nehmen glutenfreie Produkte 20-30% der Ladenfläche eines Reformhauses an (Reformhaus Engelhardt, Hamburg Altona). Dennoch beschränkt sich das Angebot an glutenfreien Haferprodukten auf Haferflocken, Cookies und Müsli. Betroffene müssen selber recherchieren, um weitere Produkte zu erhalten. Das Internet bietet eine gute Möglichkeit für die Recherche und den Einkauf von glutenfreien Produkten. Neben einer großen Auswahl an internationalen glutenfreien Produkten aus „herkömmlichen“ Alternativen wie Mais, Reis, Kastanie, Kartoffel, Teff, Amaranth und Quinoa ist auch die Auswahl an glutenfreien Haferprodukten größer. Auffällig war, dass es sich bis auf die Produkte des deutschen Bio-Herstellers Bauckhof ausschließlich um skandinavische Produkte handelt.

Sowohl im Einzelhandel als auch im Onlinefachhandel sind die Preise für Haferflocken, Hafermehl und weitere Produkte deutlich teurer als herkömmliche Haferprodukte. Dies liegt zum einen an erhöhten Mehrkosten bei der Zucht, der Verarbeitung und dem Transport, um eine Kontamination zu vermeiden. Zum anderen sind glutenfreie Haferprodukte Nischenprodukte.

Da Zöliakie tendenziell mehr wird, wird im Laufe der nächsten Jahre auch die Nachfrage an glutenfreiem Hafer steigen, fraglich ist dabei, ob die Nachfrage bedient werden kann, da Flächen zum kontaminationsfreiem Anbau rar sind.

Es ist davon auszugehen, dass sich herkömmliche und glutenfreie Haferflocken und Müsli sensorisch nicht unterscheiden. Daher wurden für die sensorische Analyse Brotbackmischungen aus der Marktanalyse ausgewählt. Folgende Backmischungen aus dem Onlinefachversandhandel wurden sensorisch auf signifikante Unterschiede in der Akzeptanz und der einzelnen Attributen untersucht: Havrebröd der Mixwell AB aus Schweden, Oat Bread Mix der finnischen Marke Provena und Havrebrödmix der schwedischen Firma Finax Bröd AB. Nach einem Backversuch werden die optimierten Brote für eine



## 5. Fazit und Ausblick

Konsumentenverkostung gebacken. An der Verkostung nahmen 70 Studenten, Besucher und Mitarbeiter der HAW Hamburg im Alter von 20 bis 79 Jahren statt. Grundsätzlich haben alle drei Brote relativ gut abgeschnitten. Auf der Beliebtheitsskala von 1-7, wobei eins „missfällt mir sehr“ und sieben „gefällt mir sehr“ bedeutet, schnitt das Brot von Mixwell mit 4,66 ab, das Brot von Provena mit 5,47 und das Brot von Finax mit 4,26 ab. Die Probe von Provena gilt mit einer Beliebtheit von 85% als akzeptiert.

Die Varianzanalyse ergibt, dass sich die Proben signifikant voneinander unterscheiden. Wobei sich nach dem Tuckey-Test die Probe von Provena signifikant von der Probe von Finax und von der Probe von Mixwell unterscheidet. Das Brot von Mixwell und das Brot von Finax unterscheiden sich insignifikant von einander.

Die Penalty-Analyse ergab für die Brote von Provena und Mixwell keine Penalty-Punkte über 60 errechnet, sodass das keins der Attribute verbessert bzw. verändert werden muss. Das Brot von Finax erhält für die zu helle Farbe der Kruste und Krume Penalty, sodass diese Attribute verändert werden sollten. Die Prüfer kommentieren die Farbe ebenfalls als zu hell, während der Geschmack als positiv kommentiert wird.

Aus der guten Akzeptanz der getesteten Brote und der guten Bewertung im JAR-Test ergeben sich weitere Fragestellungen. Zum einen wäre ein Vergleich von glutenfreien Haferbrotten und herkömmlichen glutenfreien Broten als Präferenztest, Rangordnungstest oder Profilierung denkbar. Da die „gesunden“ Konsumenten keinen Vergleich zu herkömmlichen glutenfreien Broten haben und die Haferbrote dennoch gut abgeschnitten haben, wäre auch ein Vergleich von glutenfreiem Haferbrot und glutenhaltigem Haferbrot interessant.

Um weitere Daten über die getesteten Haferbrote zu erhalten, wären Profilierungen mit einem geschulten Panel nötig.

## **Kurzfassung**

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es eine Übersicht über glutenfreie Haferprodukte in Deutschland zu geben und deren sensorische Qualität und Akzeptanz zu untersuchen.

Seit 2011 auch die Deutsche Gesellschaft für Zöliakie reinen Hafer nicht mehr für Zöliakiepatienten ausschließt, gibt es auch im deutschen Einzelhandel Produkte in denen glutenfreier Hafer verarbeitet wird. Die Marktanalyse findet in Form eines „store check‘s“ im Ballungsraum Hamburg statt. Es werden nur wenige Produkte mit Hafer im Einzelhandel angeboten. Gefunden werden glutenfreie Haferflocken und eine Backmischung für Hafercookies von der Bauckhof GmbH in verschiedenen Reformhäusern und Biosupermärkten und Müsli der Rewe Eigenmarke „Rewe frei von“. Wer auf glutenfreie Haferprodukte zurückgreifen will, muss diese meist im Onlinefachhandel erwerben. Die Produkte der Bauckhof GmbH werden auch im Onlinefachversandhandel für Glutenfreie und Allergiker Produkte angeboten. Desweiteren werden im Internet Brotbackmischungen, Knäckebrötchen, Haferflocken, Müsli und Backmischungen für Muffins und Hafercookies von skandinavischen Marken und Herstellern angeboten.

Für die sensorische Analyse durch Konsumenten werden Brotbackmischungen ausgewählt: Havrebröd der Mixwell AB aus Schweden, Oat Bread Mix der finnischen Marke Provena und Havrebrödmix der schwedischen Firma Finax Bröd AB. An der Verkostung der gebackenen Brote nahmen 70 Studenten, Besucher und Mitarbeiter der HAW Hamburg im Alter von 20 bis 79 Jahren teil. Grundsätzlich haben alle drei Brote relativ gut abgeschnitten. Auf der Beliebtheitsskala von 1-7, wobei eins „missfällt mir sehr“ und sieben „gefällt mir sehr“ bedeutet, schnitt das Brot von Mixwell mit 4,66 ab, das Brot von Provena mit 5,47 und das Brot von Finax mit 4,26 ab. Die Probe von Provena gilt mit einer Beliebtheit von 85% als akzeptiert.

Aufgrund des guten Abschneidens im Konsumententest, ist davon auszugehen, dass sie eine Bereicherung im Speiseplan von Zöliakiepatienten darstellen können. Dies geht einher mit der schwedischen Studie zu Lebensqualität und Compliance durch den Einsatz von Hafer (Storsrud, S. et al, 2003, S.163-169).

## **Abstract**

The aim of this bachelor thesis is to give an overview of the gluten-free oat products in Germany and to investigate their sensory quality and the acceptance. The German association for celiac disease (Deutsche Gesellschaft für Zöliakie) recommends amounts of 50g oats per day in consultation with the doctor since 2011. Since then the offer of gluten free oat products is increasing in the European and German retail trade. The market analysis takes the form of a “store check” in the metropolitan area of Hamburg. Only a few gluten free oat products are available in the different shops and retailers. Gluten free oat flakes and a baking mix for gluten free oat flake cookies were found from the company “Bauckhof GmbH” in different health food stores and organic supermarkets. The Trade group “Rewe Group” offers a private label for allergic person, called “Rewe frei von”. Besides lactose free products and conventional gluten free products they are offering cereals with gluten free oat flakes. Who wants to fall back on gluten-free oat products, these must usually purchase in the online store. The products from the “Bauckhof GmbH” are also available in various online trades specialized on products for allergic persons. Furthermore bread mixes, crisp bread, oat flakes, cereals and baking mixes for muffins and oatmeal cookies are offered from different Scandinavian brands and manufacturers.

Three bread mixes are selected for the sensory analysis:

- Havrebröd from the Swedish Company Mixwell AB
- Oat Bread Mix from the Finnish brand Provena
- Havrebrödmix from the Swedish Company Finax AB

All three loaves have performed relatively well. The acceptance of the breads was evaluated on a popularity scale from one till seven. One means “I dislike it very much”, seven means “I like it a lot”. The Mixwell bread was evaluated with a mean of 4,66, the Provena bread with 5,47 and the Finax bread with 4,00. The Provena sample can be called accepted with a relatively acceptance of 85%. The variance analysis shows that the samples differ significantly from each other. Due to the good performance in the consumer test, it is assumed that they can be an asset in the diet of celiac patients.

## Literaturverzeichnis

**Aalbersberg, W. Y. (Hg.) (2003):** Industrial proteins in perspective. 1st ed. Amsterdam, Boston: Elsevier (23).

**Adolph, Michael; Biesalski, Hans Konrad (Hg.) (2010):** Ernährungsmedizin. Unter Mitarbeit von S. Bischof und C. Puchstein. 4. Aufl., Stuttgart [u.a.]: Thieme Verlag.

**Buchecker, Kirsten (2008):** Sensorik. 1. Aufl. Hamburg: Behr Verlag.

**Buchecker, Kirsten; Matullat, Ines (2012):** Sensorik-Lexikon. Unter Mitarbeit von A. Bongartz, M.-L. Cezanne, T. Fallscheer, B. Hunfeld, K. Mittag, W. Młodzianowski und L. Smykala. 1. Aufl. Hamburg: Behr Verlag.

**Busch-Stockfisch, Mechthilde (Hg.) (2002):** Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung. Hamburg: Behr Verlag.

**Chauvain, S.P (2003):** Gluten functions in food. 3.1. applications in bread. chapter IV. In: W. Y. Aalbersberg (Hg.) (2003): Industrial proteins in perspective, Bd. 23. 1. Aufl., Amsterdam, Boston: Elsevier (23), S. S. 103–131. Auch online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921042303800047>, zuletzt geprüft am 31.07.2013.

**Codex alimentarius (2008):** Codex Standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten. Codex stan 118-1979, von 2008.

**Deutsche Zöliakie Gesellschaft e.V.:** Das Krankheitsbild. Hg. v. Deutsche Zöliakie Gesellschaft e.V. Deutsche Zöliakie Gesellschaft e.V. Online verfügbar unter <http://dzg-online.de/das-krankheitsbild.364.0.html>, zuletzt geprüft am 05.06.2013.

**Deutscher Bundestag (03.08.1984 / 01.06.2012):**

**Lebensmittelkennzeichnungsverordnung.** LMKV, vom 21.05.2012. Online verfügbar unter <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/lmkv/gesamt.pdf>, zuletzt geprüft am 24.07.2013.

**DGE Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2008):** EFSA-Referenzwerte für Kohlenhydrate, Ballaststoffe und Fett. Hg. v. DGE. DGE. Bonn. Online verfügbar

unter

<http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=995>,  
zuletzt aktualisiert am 15.10.2009, zuletzt geprüft am 04.07.2013.

**Norm DIN 10967-4, 05/2002:** sensorische Prüfverfahren - Profilprüfung - Teil 4:  
Prüfpläne. Berlin: Beuth Verlag.

**Norm DIN 10974 (DIN 10974:2008-12), 12/2008:** Sensorische Analyse -  
Verbrauchertests. Berlin: Beuth Verlag.

**Norm DIN EN ISO 8589, 06/2010:** Prüfbereiche für sensorische Prüfungen -  
Anforderungen an Prüfräume. Berlin: Beuth Verlag.

Europäische Union (20.01.2009): **Verordnung Nr. 41/2009 zur  
Zusammensetzung und Kennzeichnung von Lebensmitteln, die für die  
Menschen mit einer Glutenunverträglichkeit geeignet sind**, vom 20.01.2009,  
S. 1–3. Online verfügbar unter [http://eur-  
lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:016:0003:0005:DE:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:016:0003:0005:DE:PDF),  
zuletzt geprüft am 19.06.2013.

**Frede, W. (Hg.) (2005):** Taschenbuch für Lebensmittelchemiker und -technologien.  
Berlin: Springer Verlag.

**Högberg, L.; Laurin, P.; Fälth-Mgnussen, K.; Grant, C.; Grodzinsky, E.;  
Jansson, G. (2004):** Oats to children with newly diagnosed coeliac disease: a  
randomised double blind study. In: *GUT* 53, S. 649–654. Auch online verfügbar  
unter [http://gut.bmj.com/content/52/11/1649.full.pdf+html?sid=3ef0e134-80ae-  
4cef-93e6-13e22886e0a5](http://gut.bmj.com/content/52/11/1649.full.pdf+html?sid=3ef0e134-80ae-4cef-93e6-13e22886e0a5), zuletzt geprüft am 18.06.2013.

**Janatuinen, E. K.; Kempainen, T. A.; Julkunen, R J K.; Kosma, V-M.; Mäki,  
M.; Heikkinen, M.; Uusitupa, M I J. (2002):** No harm from five year ingestion of  
oats in coeliac disease. In: *GUT* 50 (50), S. 332–335. Auch online verfügbar unter  
[http://gut.bmj.com/content/50/3/332.full.pdf+html?sid=3ef0e134-80ae-4cef-93e6-  
13e22886e0a5](http://gut.bmj.com/content/50/3/332.full.pdf+html?sid=3ef0e134-80ae-4cef-93e6-13e22886e0a5), zuletzt geprüft am 18.06.2013.

**Janatuinen, E. K.; Kempainen, T. A.; Pikkarainen, P.; Holm, K.; Kosma, V-  
M.; Uusitupa, M I J. (2000):** Lack of cellular and humoral immunological  
responses to oats in adults with coeliac disease. In: *GUT* 46 (46), S. 327–331.  
Auch online verfügbar unter

<http://gut.bmj.com/content/46/3/327.full.pdf+html?sid=3ef0e134-80ae-4cef-93e6-13e22886e0a5>, zuletzt geprüft am 17.06.2013.

**Janatuinen, E. K.; Pikkarainen, P.; Kempainen, T. A.; Kosma, V-M.; Järvinen, R.; Uusitupa, M I J.; Julkunen, R J K. (1995):** A Comparison of diets with and without oats in adults with celiac disease. In: *The New England Journal of Medicine* 333 (16), S. 1033–1037. Auch online verfügbar unter <http://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJM199510193331602>, zuletzt geprüft am 18.06.13.

**Kasper, Heinrich (2009):** Ernährungsmedizin und Diätetik. Mit 100 Tabellen. 10., neubearb. Aufl. München: Elsevier, Urban & Fischer.

**Keller, K.M. (2003):** Klinische Symptomatik: "Zöliakie, ein Eisberg". In: *Monatsschrift Kinderheilkunde* 151 (7), S. 706–714. Auch online verfügbar unter <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00112-003-0751-9.pdf>, zuletzt geprüft am 18.06.2013.

**Köhn, E. (2002):** XLSTAT. In: Mechthilde Busch-Stockfisch (Hg.) (2002): Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung. Hamburg: Behr.

**Lill, F. (2002):** 4. Sensorik und Marktforschung. Unter Mitarbeit von E. Köhn und M. Busch-Stockfisch. In: Mechthilde Busch-Stockfisch (Hg.): Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung, Bd. 2. Hamburg: Behr.

**Ludvigsson, Jonas F.; Leffler, D.; Bai, J.; Biagi f.; Fasano A. (2013):** The Oslo definitions for coeliac disease and related terms. In: *GUT* 62, S. 43–52. Auch online verfügbar unter <http://gut.bmj.com/content/62/1/43.full.pdf+html?sid=e413217f-f3f8-4489-a1dd-fc30f1104008>, zuletzt geprüft am 19.06.2013.

**Lundin, K E A.; Nilsen, EM.; Scott, H. G.; Loberg, EM.; Gjoen, A.; Bratlie, J. (2003):** Oats induced villous atrophy in coeliac disease. In: *GUT* 52, S. 1649–1652. Auch online verfügbar unter <http://gut.bmj.com/content/52/11/1649.full.pdf+html?sid=3ef0e134-80ae-4cef-93e6-13e22886e0a5>, zuletzt geprüft am 18.06.2013.

**Mariotti, M.; Lucisano, M.; Pagani, M.A.; NG, P.K.W. (2009):** The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free dough. In: *Food Research International* 42, S. 963–975. Auch online verfügbar unter <http://hydh.hbstl.org.cn/uploadfiles/BV0TZQWS1291617857741.pdf>, zuletzt geprüft am 30.07.2013.

**Neumann, K. (2005):** Getreide. In: W. Frede (Hg.)(2005): Taschenbuch für Lebensmittelchemiker und -technologien, Bd. 1, S. S. 316, Berlin: Springer Verlag.

**Rasch, Björn; Hofmann, Wilhelm; Friese, Malte; Naumann, Ewald (2010):** Quantitative Methoden. Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler. 3., erw. Aufl. Berlin: Springer.

**Schünemann, Claus; Treu, Günter (2005):** Technologie der Backwarenherstellung. Fachkundliches Lehrbuch für Bäcker und Bäckerinnen. 9. Aufl. Alfeld/Leine: Gildebuchverl.

**Souci, Siegfried W.; Fachmann, W.; Kraut, H. (2008):** Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert-Tabellen. Unter Mitarbeit von E. Kirchoff. 7th rev. and completed ed. Stuttgart, Boca Raton: Medpharm; CRC Press

**Stone, Herbert; Bleibaum, Rebecca N.; Thomas, Heather A. (2012):** Sensory evaluation practices. 4th ed. Amsterdam, Boston: Elsevier/Academic Press.

**Storsrud, S.; Olsson, M.; Lennar, R. A.; Nilsson, LA.; Nilsson, O.; Kilander, A. (2003):** adult coeliac patients do tolerate large amounts of oats. In: *European Journal of Clinical Nutrition* 57, S. 163–169. Auch online verfügbar unter <http://www.readcube.com/articles/10.1038/sj.ejcn.1601525>, zuletzt geprüft am 18.06.2013.

**Thompson, T. (2000):** Folate, iron and dietary fiber contents of the gluten-free diet. In: *Journal of the American Dietetic Association* 100 (11), S. 1389–1396. Auch online verfügbar unter: <http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/yjada/article/S0002-8223%2800%2900386-2/abstract>, zuletzt geprüft am 24.07.2013.

**van Teeffelen-Heithoff, A. (2003):** Diätetische Grundlagen der Zöliakiebehandlung. In: *Monatsschrift Kinderheilkunde* 151 (7), S. 719–725. Auch

online verfügbar unter <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00112-003-0750-x.pdf>, zuletzt geprüft am 18.06.2013.

**Wissenschaftlicher Beirat der Deutschen Zöliakie Gesellschaft e.V. (2011):**  
Hafer in der glutenfreien Ernährung, 16.02.2011.

### **Populär-Literatur**

<http://www.bauckhof.de/de/bauckhof-naturkost-rosche/produkte/bauckhof-produkte/glutenfreie-produkte/glutenfreie-produkte.html>; letzter Zugriff: 25.03.2013

<http://www.foodoase.de/>; letzter Zugriff: 21.05.2013

<http://www.fritz-muehlenbaeckerei.de/index.php?id=10>; letzter Zugriff: 24.04.2013

[http://www.glutenfrei geniessen.de/advanced\\_search\\_result.php?keywords=hafer](http://www.glutenfrei geniessen.de/advanced_search_result.php?keywords=hafer);  
letzter Zugriff: 24.04.2013

<http://metax.org/DE/Produkte/glutenfreieProdukte/glutenfreieHaferprodukte.aspx>;  
letzter Zugriff: 25.03.2013

<http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=35934>, letzter  
Zugriff: 05.06.13

[http://www.provena.fi/en/recipes/provena\\_vuokaleipa-pyorea\\_leipa.php](http://www.provena.fi/en/recipes/provena_vuokaleipa-pyorea_leipa.php), letzter  
Zugriff: 04.06.2013

[http://www.querfood.de/advanced\\_search\\_result.php?keywords=hafer&filter\\_manufacturers=&filter=1](http://www.querfood.de/advanced_search_result.php?keywords=hafer&filter_manufacturers=&filter=1); letzter Zugriff: 25.03.2013

<http://www.rewe.de/besser-einkaufen/frei-von/produkte-und-infos.html>, letzter  
Zugriff: 07.06.13

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coeliac\\_Disease\\_de.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coeliac_Disease_de.jpg), letzter Zugriff:  
27.06.13



# Anhang

<b>Anhang A: Tabellen der Marktstudie .....</b>	<b>VII</b>
i.    Tabelle mit Haferflocken und Müsli .....	VII
ii.   Tabelle mit süßen Backwaren.....	VII
iii.  Tabelle mit Broten.....	VIII
iv.   Tabelle der Firmenkontakte.....	IX
v.    Tabelle Preisvergleich.....	X
<b>Anhang B: Bilder der Backversuche.....</b>	<b>XII</b>
<b>Anhang C: Konsumentenverkostung.....</b>	<b>XIII</b>
i.    Aushang .....	XIII
ii.   Fotos der Verkostung.....	XIII
iii.  Fragebogen.....	XIV
<b>Anhang D: Ergebnisse .....</b>	<b>XVIII</b>
i.    Akzeptanzdaten .....	XVIII
ii.   Test auf Normalverteilung .....	XVIII
iii.  Ergebnisse der Varianzanalyse.....	XIX
iv.   Statistische Ergebnisse (Tuckey-Test, Fischers LSD, Bonferroni) .....	XX
v.    Penalty-Analyse Probe Provena.....	XXII
vi.   Penalty-Analyse Probe Mixwell .....	XXV
vii.  Penalty-Analyse Probe Finax.....	XXIX
viii. Tabellen der Kaufentscheidung.....	XXXIII
ix.   Likes und Dislikes Provena .....	XXXIV
x.    Likes und Dislikes Mixwell.....	XXXV
xi.   Likes und Dislikes Finax .....	XXXVI

**Anhang A: Tabellen der Marktstudie**

**i. Tabelle mit Haferflocken und Müsli**

<b>Flocken &amp; Müsli</b>	<b>Marke</b>	<b>Hersteller</b>		<b>Anbieter</b>
Haferflocken	Semper	Schwartauer Werke GmbH & Co. KGaA, D	Online	MetaX, Querfood, Glutenfrei Genießen, foodoase
Hafermüsli	Provena	Raisio Nutrion, Fi	Online	Querfood,
Haferbrei mit Aprikosen	Provena	Raisio Nutrion, Fi	Online	Querfood
Haferbrei mit Himbeeren	Provena	Raisio Nutrion, Fi	Online	Querfood
Haferflocken	Provena	Raisio Nutrion, Fi	Online	Querfood
Crunch, Müsli mit Hafer	Finax	Finax Bröd AB, S	Online	Querfood, Glutenfrei Genießen
Haferflocken	Bauckhof	Bauck GmbH & Co. KG, D	Online, Fachhandel, Bioladen	Querfood, Glutenfrei Genießen, Reformhaus Engelhardt, Reformhaus Altona, Alnatura Bioladen
Schoko Müsli	Rewe frei von	REWE Markt GmbH, D	Supermarkt	Rewe, Toom
Früchtemüsli	Rewe frei von	REWE Markt GmbH, D	Supermarkt	Rewe, Toom

**ii. Tabelle mit süßen Backwaren**

<b>Süßes</b>	<b>Marke</b>	<b>Hersteller</b>		<b>Anbieter</b>
Chocolate Muffin Mix	Provena	Raisio Nutrion, Fi	Online	Querfood
Bio Hafer Cookies Backmischung	Bauckhof	Bauck GmbH & Co. KG, D	Online, Fachhandel, Bioladen	Querfood, Glutenfrei Genießen, Reformhaus Engelhardt, Alnatura Bioladen
Haferkekse	Semper	Schwartauer Werke GmbH & Co. KGaA, D	Online	MetaX, Querfood, Glutenfrei Genießen

**iii. Tabelle mit Broten**

<b>Brote</b>	<b>Marke</b>	<b>Hersteller</b>		<b>Anbieter</b>
Haferknäcke	Semper	Schwartauer Werke GmbH & Co. KGaA, D	Online	MetaX, Querfood, Glutenfrei Genießen
Oat Bread Mix	Provena	Raisio Nutrion, Fi	Online	Querfood
Havrebrödmix	Finax	Finax Bröd AB, S	Online	Querfood, Glutenfrei Genießen
Havrebröd	Fritz Mühlenbäckerei	Fritz Mühlenbäckerei GmbH, D	Online, Ladenverkauf, einzelne Bäckereien und Reformhäuser	Querfood
Havrebröd (Haferbrotmischung)	Mixwell	Mixwell AB, S	Online	Hillebrechtvertrieb, foodoase, Glutenfrei Genießen

**iv. Tabelle der Firmenkontakte**

<b>Hersteller</b>	<b>Antwort</b>
Huttwiler (Schweiz) <a href="http://www.huttwiler.de/home.html">http://www.huttwiler.de/home.html</a> , 25.04.13	Keine Antwort
Schär <a href="http://www.schaer.com/">www.schaer.com/</a> , 25.04.13	
3 Pauly <a href="http://www.3pauly.de/">http://www.3pauly.de/</a> , 25.04.13	Keine Produkte
Hammermühle <a href="http://www.hammermuehle-shop.de/">http://www.hammermuehle-shop.de/</a> , 25.04.13	Keine Produkte
Hanneforth <a href="http://www.hanneforth.de/index.php/">http://www.hanneforth.de/index.php/</a> , 25.04.13	Keine Produkte
Farina Biobäckerei <a href="http://www.farina-bioback.de/">http://www.farina-bioback.de/</a> , 25.04.13	Keine Produkte
Bäckerei Schubert <a href="http://www.baeckerei-schubert.de/glutenfreibackwaren.0.html">http://www.baeckerei-schubert.de/glutenfreibackwaren.0.html</a> , 25.04.13	Keine Produkte. Vor einem Jahr ein Brot, welches von der Kundschaft aus Unsicherheit schlecht angenommen wurde.
balviten (Polen) <a href="http://de.balviten.com/">http://de.balviten.com/</a> , 25.04.13	Keine Antwort
Bohlsener Mühle <a href="http://www.bohlsener-muehle.de">http://www.bohlsener-muehle.de</a> , 25.04.13	Keine Produkte
Bauckhof Rosche <a href="http://www.bauckhof.de/de/bauckhof-naturkost-rosche/index.html">http://www.bauckhof.de/de/bauckhof-naturkost-rosche/index.html</a> , 25.04.13	Haferflocken, Hafercookies
Fritz Mühlenbäckerei <a href="http://www.fritz-muehlenbaeckerei.de/index.php?id=00&amp;filter=0">http://www.fritz-muehlenbaeckerei.de/index.php?id=00&amp;filter=0</a> , 25.04.13	1 Haferbrot

**v. Tabelle Preisvergleich**

	<b>Marke/ Hersteller</b>	<b>Anbieter</b>	<b>Packung s-größe in g</b>	<b>Preis/ Einhei t</b>	<b>Preis/ kg</b>
<b>Flocken &amp; Müsli</b>					
Haferflocken	Semper / Schwartauer Werke GmbH & Co. KGaA, D	MetaX	500	2,46	4,92
Haferflocken	Provena / Raisio Nutrion, Fi	Querfood	500	5,58	11,16
Haferflocken	Bauckhof / Bauck GmbH & Co. KG, D	Querfood	480	2,69	5,60
Haferflocken	Kölln / Peter Kölln KGaA	Toom	500	1,25	2,5
Haferflocken	JA / REWE Markt GmbH, D	Toom	500	0,39	0,78
Haferbrei mit Aprikosen	Provena / Raisio Nutrion, Fi	Querfood	200	3,69	18,45
Haferbrei mit Himbeeren	Provena / Raisio Nutrion, Fi	Querfood	200	3,89	19,45
Hafermüsli	Provena / Raisio Nutrion, Fi	Querfood	600	6,99	11,65
Crunch, Müsli mit Hafer	Finax / Finax Bröd AB, S	Querfood	450	4,99	11,09
Schoko Müsli	Rewe "frei von" / REWE Markt GmbH, D	Toom	375	3,69	9,84
Früchtemüsli	Rewe "frei von" / REWE Markt GmbH, D	Toom	400	3,99	9,98
Früchtemüsli	Kölln / Peter Kölln KGaA	Toom	600	2,99	4,98
Früchtemüsli	Rewe / REWE Markt GmbH, D	Toom	600	2,15	3,58

Anhang A: Tabellen der Marktstudie

	<b>Marke/ Hersteller</b>	<b>Anbieter</b>	<b>Packung s-größe in g</b>	<b>Preis/ Einhei t</b>	<b>Preis/ kg</b>
<b>Süße Backwaren</b>					
Chocolate Muffin Mix	Provena / Raisio Nutrion, Fi	Querfood	300	4,59	15,30
Schokoladen- muffins	Dr. Oetker / Dr. August Oetker Nahrungsmittel KG	Toom	370	4,45	6,62
Bio Hafer Cookies Back- mischung	Bauckhof / Bauck GmbH & Co. KG, D	Querfood	400	2,85	7,13
Haferkekse	Semper / Schwartauer Werke GmbH & Co. KGaA, D	MetaX	150	3,39	22,60
Haferflockenge bäck	Gille / Gillebagaren AB, S	Toom	600	3,59	5,98
Schokohafer- taler	Gille / Gillebagaren AB, S	Toom	225	2,59	11,15

	<b>Marke/ Hersteller</b>	<b>Anbieter</b>	<b>Packung s-größe in g</b>	<b>Preis/ Einhei t</b>	<b>Preis/ kg</b>
<b>Brote</b>					
Haferknäcke	Semper / Schwartauer Werke GmbH & Co. KGaA, D	MetaX	215	3,09	14,37
Knäcke brot	Wasa	Rewe	250	1,32	5,30
Glutenfreies Knäcke brot	Wasa	Rewe	270	3,99	14,51
Oat Bread Mix	Provena / Raisio Nutrion, Fi	Querfood	1000	5,79	5,79
Havrebröd- mix	Finax Bröd AB, S	Querfood	900	4,99	5,54
Haferbrot	Fritz Mühlenbäckerei GmbH, D	Fritz Mühlenbä ckerei	600	5,49	9,15
Havrebröd	Mixwell AB, S	Hillebrech tvertrieb	1000	6,89	6,89

**Anhang B: Bilder der Backversuche**



**1: Finax: Teig**



**2: Finax: geformtes Brot**



**3: Finax: Teig geht auf**



**4: Mixwell: Teig in Form**



**5: Mixwell: Teig geht auf**



**6: Provena: Teig**



**7. die drei gebackenen Brotlaibe des Probebackens**

## Anhang C: Konsumentenverkostung

### i. Aushang



**Brot Verkostung**

**Was:** Glutenfreies Haferbrot

**Wo:** Bei den Lerninseln vor dem EW-Labor

**Wann:** Mi, 19.06.13 , 10-14Uhr

Über eine rege Teilnahme würde ich mich sehr freuen!  
Als Dankeschön gibt es eine kleine Überraschung!

The poster features a large title 'Brot Verkostung' at the top. To the right of the title is a loaf of golden-brown, sesame-seeded bread. Below the title, the event details are listed in bold text. To the left of the details is a stack of sliced bread. To the right is a stalk of oat grain. At the bottom, there are two lines of text in a smaller font, expressing enthusiasm and a reward for participation.

8: Einladungsplakat zur Verkostung

### ii. Fotos der Verkostung



10: Vorbereitete Brotproben



9: Gurken, Wasser und Matzen zum Neutralisieren



11: Probenblett am Verkostungsplatz



### iii. Fragebogen

Prüfgut: Glutenfreie Brote

Datum: 19.06.13

Fragebogen-Nummer: \_\_\_\_\_

Geschlecht: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_

---

**Wie gerne essen Sie Brot?**

Sehr gerne	ziemlich gerne	gelegentlich gerne	weder/gerne	eher ungerne	ziemlich gerne	Überhaupt nicht gerne
------------	----------------	--------------------	-------------	--------------	----------------	-----------------------

**Sind Sie von Zöliakie/ einheimischen Sprue betroffen?** Ja / Nein

---

*Verkosten Sie die Proben nacheinander.*

*Beginnen Sie mit der linken Probe (von links nach rechts).*

*Beim Brot mit Sonnenblumenkernen, versuchen Sie diese auszublenden.*

*Bitte machen Sie jeweils ein Kreuz in die zutreffenden Felder!*

---

Probennummer: \_\_\_\_\_

**1. Wie gefällt Ihnen die Probe insgesamt?**

Gefällt mir sehr	Gefällt mir ziemlich	Gefällt mir etwas	Weder gefällt noch missfällt es mir	Missfällt mir etwas	Missfällt mir ziemlich	Missfällt mir sehr
------------------	----------------------	-------------------	-------------------------------------	---------------------	------------------------	--------------------

**Aussehen:**

**2. Wie gefällt Ihnen die Farbe der Kruste?**

Viel zu hell	Etwas zu hell	Genau richtig	Etwas zu dunkel	Viel zu dunkel
--------------	---------------	---------------	-----------------	----------------

**3. Wie gefällt Ihnen die Farbe der Krume?**

Viel zu hell	Etwas zu hell	Genau richtig	Etwas zu dunkel	Viel zu dunkel
--------------	---------------	---------------	-----------------	----------------

**Mundgefühl:**

**4. Wie gefällt Ihnen die Knusprigkeit der Kruste?**

Viel zu wenig knusprig	Etwas zu wenig knusprig	Genau richtig	Etwas zu knusprig	Viel zu knusprig
------------------------	-------------------------	---------------	-------------------	------------------

**5. Wie gefällt Ihnen die Lockerheit der Krume?**

Viel zu locker	Etwas zu locker	Genau richtig	Etwas zu kompakt	Viel zu kompakt
----------------	-----------------	---------------	------------------	-----------------

**6. Wie gefällt Ihnen die Krümeligkeit der Krume?**

Genau richtig	Etwas zu krümelig	Viel zu krümelig
---------------	-------------------	------------------

**7. Wie gefällt Ihnen die Feuchtigkeit der Krume?**

Viel zu trocken	Etwas zu trocken	Genau richtig	Etwas zu feucht	Viel zu feucht
-----------------	------------------	---------------	-----------------	----------------

**8. Wie gefällt Ihnen die Elastizität der Krume?**

Viel zu wenig elastisch	Etwas zu wenig elastisch	Genau richtig	Etwas zu elastisch	Viel zu elastisch
-------------------------	--------------------------	---------------	--------------------	-------------------

**Geschmack:**

**9. Wie gefällt Ihnen die Süße des Brotes?**

Viel zu wenig süß	Etwas zu wenig süß	Genau richtig	Etwas zu süß	Viel zu süß
-------------------	--------------------	---------------	--------------	-------------

**11. Wie gefällt Ihnen die Säure des Brotes?**

Viel zu wenig sauer	Etwas zu wenig sauer	Genau richtig	Etwas zu sauer	Viel zu sauer
---------------------	----------------------	---------------	----------------	---------------

**12. Wie gefällt Ihnen die Nussigkeit des Brotes?**

Viel zu wenig nussig	Etwas zu wenig nussig	Genau richtig	Etwas zu nussig	Viel zu nussig
----------------------	-----------------------	---------------	-----------------	----------------

**13. Wie gefällt Ihnen die Bitterkeit des Brotes?**

Genau richtig	Etwas zu bitter	Viel zu bitter
---------------	-----------------	----------------

**14. Was gefällt Ihnen besonders gut an dieser Probe?**

**15. Was gefällt Ihnen nicht so gut an dieser Probe?**

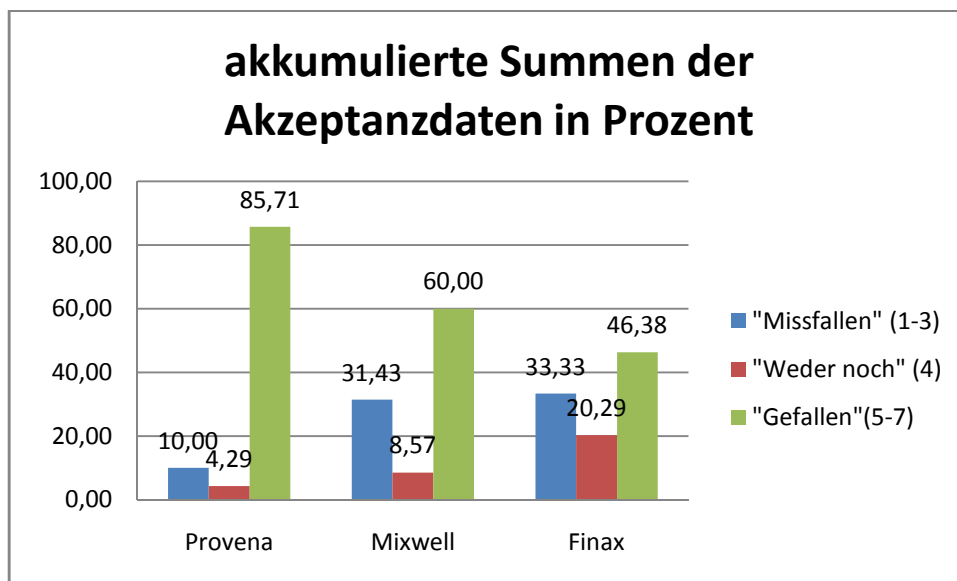
**16. Würden Sie das Brot kaufen?**      Ja / Nein

**Vielen Dank für Ihre Hilfe!**

## Anhang D: Ergebnisse

### i. Akzeptanzdaten

akkumulierte Summen der Akzeptanzdaten						
	Provena	%	Mixwell	%	Finax	%
missfällt (1-3)	7	10,00	22	31,43	23	33,33
weder noch (4)	3	4,29	6	8,57	14	20,29
gefällt (5-7)	60	85,71	42	60,00	32	46,38



### ii. Test auf Normalverteilung

#### Shapiro-Wilk-Test (Provena Beliebtheit):

W	0,871
p-Wert	< 0,0001
alpha	0,05

Testinterpretation:

H<sub>0</sub>: Die Stichprobe ist normalverteilt.

**H<sub>a</sub>: Die Stichprobe ist nicht normalverteilt.**

Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau alpha=0,05 ist, muss die Null-Hypothese H<sub>0</sub> zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese H<sub>a</sub> akzeptiert werden.

Das Risiko die Null-Hypothese H<sub>0</sub> zurückzuweisen, obwohl sie wahr ist, ist geringer als 0,01%.

**Shapiro-Wilk-Test (Mixwell Beliebtheit):**

W	0,918
p-Wert	0,000
alpha	0,05

Testinterpretation:

H0: Die Stichprobe ist normalverteilt.

**Ha: Die Stichprobe ist nicht normalverteilt.**

Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau  $\alpha=0,05$  ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.

Das Risiko die Null-Hypothese H0 zurückzuweisen, obwohl sie wahr ist, ist geringer als 0,02%.

**Shapiro-Wilk-Test (Finax Beliebtheit):**

W	0,947
p-Wert	0,005
alpha	0,05

Testinterpretation:

H0: Die Stichprobe ist normalverteilt.

**Ha: Die Stichprobe ist nicht normalverteilt.**

Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau  $\alpha=0,05$  ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.

Das Risiko die Null-Hypothese H0 zurückzuweisen, obwohl sie wahr ist, ist geringer als 0,52%.

**iii. Ergebnisse der Varianzanalyse**

Varianzanalyse:					
Quelle	Freiheits- grad	Summe der Quadratwerte	Mittel der Quadratwerte	F	Pr > F
Modell	2	53,041	26,521	13,439	< 0,0001
Fehler	206	406,519	1,973		
Gesamt korrigiert	208	459,560			

*Berechnet gegen Modell  $Y=Mean(Y)$*

iv. Statistische Ergebnisse (Tuckey-Test, Fischers LSD, Bonferroni)

Probe / Tukey (HSD) / Analyse der Unterschiede zwischen die Kategorien mit einem 95% Konfidenzintervall:

Kontrast	Differenz	Standardisierte Differenz	Kritischer Wert	Pr > Diff	Signifikant
1 gegen 3	1,211	5,080	2,361	< 0,0001	Ja
1 gegen 2	0,814	3,429	2,361	0,002	Ja
2 gegen 3	0,396	1,663	2,361	0,222	Nein
Tukeys d kritischer Wert:			3,339		

Kategorie	Mittelwertschätzer	Gruppen
Provena	5,471	A
Mixwell	4,657	B
Finax	4,261	B

Probe / Fisher (LSD) / Analyse der Unterschiede zwischen die Kategorien mit einem 95% Konfidenzintervall:

Kontrast	Differenz	Standardisierte Differenz	Kritischer Wert	Pr > Diff	Signifikant
1 gegen 3	1,211	5,080	1,972	< 0,0001	Ja
1 gegen 2	0,814	3,429	1,972	0,001	Ja
2 gegen 3	0,396	1,663	1,972	0,098	Nein

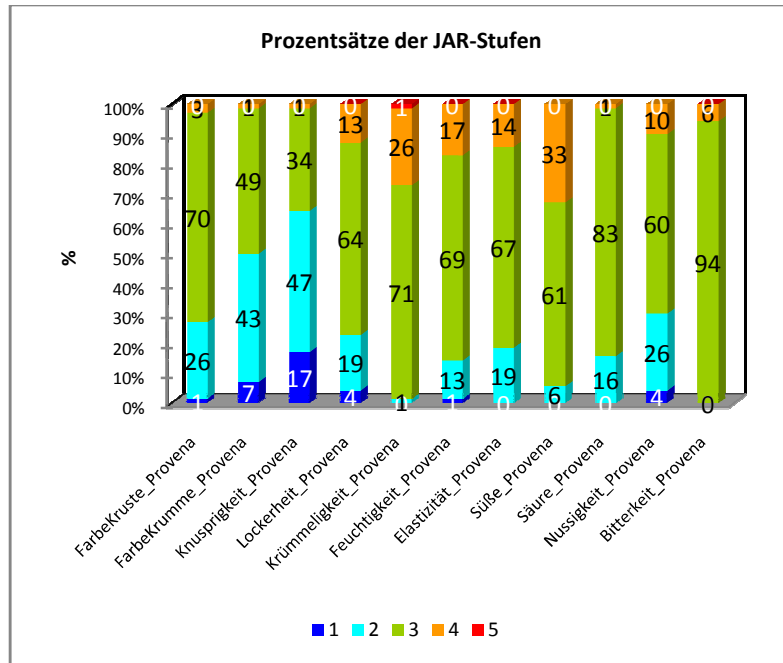
Kategorie	Mittelwertschätzer	Gruppen
Provena	5,471	A
Mixwell	4,657	B
Finax	4,261	B

Anhang D: Ergebnisse

Probe / Bonferroni / Analyse der Unterschiede zwischen die Kategorien mit einem 95% Konfidenzintervall:						
Kontrast	Differenz	Standardisierte Differenz	Kritischer Wert	Pr > Diff	Signifikant	
1 gegen 3	1,211	5,080	2,414	< 0,0001	Ja	
1 gegen 2	0,814	3,429	2,414	0,001	Ja	
2 gegen 3	0,396	1,663	2,414	0,098	Nein	
Modifiziertes Signifikanzniveau:			0,017			
Kategorie	Mittelwertschätzer	Gruppen				
Provena	5,471	A				
Mixwell	4,657			B		
Finax	4,261			B		



**v. Penalty-Analyse Probe Provena**



**Häufigkeiten der zus. Niveaus (Provena):**

Niveau	Farbe der Kruste	Farbe der Krume	K	Feuchtigkeit der Kruste	Lockerheit der Krume	Krümmeligkeit der Krume	Feuchtigkeit	Elastizität	Süße	Säure	Nussigkeit	Bitterkeit
Zu wenig	19	35	45	16	1	10	13	4	11	21	0	
JAR	49	34	24	45	50	48	47	43	58	42	66	
Zu viel	2	1	1	9	19	12	10	23	1	7	4	

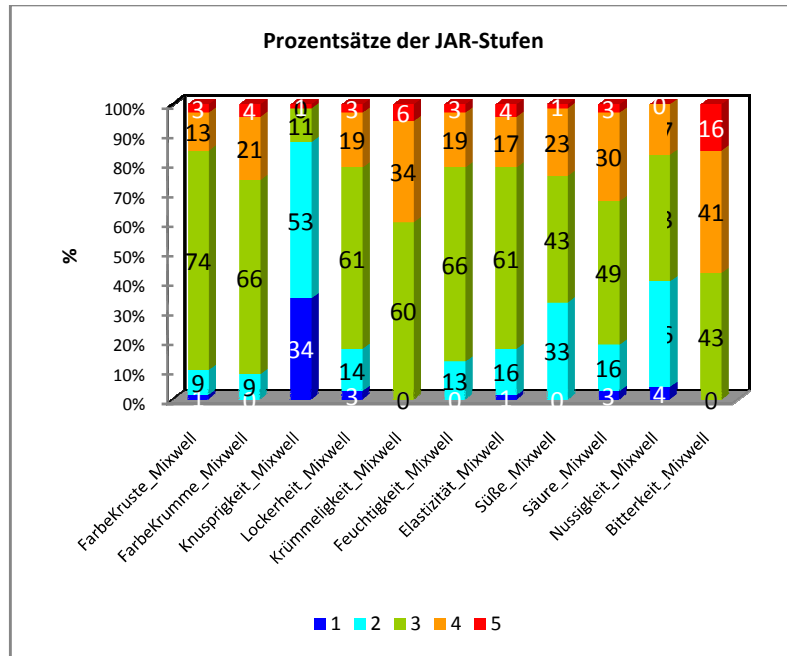
**Tabelle der Penalitäten:**

Variable	Niveau	Häufigkeiten	%	Summe(Provena Beliebtheit)	Mittelwert(Provena Beliebtheit)	Effekt am Mittelwert	Penalitäten	Standardisierte Differenz	p-Wert	Signifikant	Penalitäten
Farbe Kruste Provena	zu hell	19	27,14 %	97,000	5,105	0,507					<b>14</b>
	JAR	49	70,00 %	275,000	5,612		0,469	1,557	0,124	Nein	<b>0</b>
	zu dunkel	2	2,86 %	11,000	5,500	0,112					<b>0</b>
Farbe Krume Provena	zu hell	35	50,00 %	177,000	5,057	0,825					<b>41</b>
	JAR	34	48,57 %	200,000	5,882		0,799	3,031	0,003	Ja	<b>0</b>
	zu dunkel	1	1,43 %	6,000	6,000	-0,118					<b>0</b>
Knusprigkeit Provena	zu wenig knusprig	45	64,29 %	240,000	5,333	0,333					<b>21</b>
	JAR	24	34,29 %	136,000	5,667		0,297	1,010	0,316	Nein	<b>0</b>
	zu knusprig	1	1,43 %	7,000	7,000	-1,333					<b>-2</b>
Lockerheit Provena	zu wenig locker	16	22,86 %	81,000	5,063	0,493					<b>11</b>
	JAR	45	64,29 %	250,000	5,556		0,236	0,806	0,423	Nein	<b>0</b>
	zu locker	9	12,86 %	52,000	5,778	-0,222					<b>-3</b>
Krümeligkeit Provena	zu wenig krümmelig	1	1,43 %	3,000	3,000	2,740					<b>4</b>
	JAR	50	71,43 %	287,000	5,740		0,940	3,250	0,002	Ja	<b>0</b>
	zu krümmelig	19	27,14 %	93,000	4,895	0,845					<b>23</b>

Anhang D: Ergebnisse

Feuchtigkeit Provena	zu trocken	10	14,29 %	53,000	5,300	0,346					<b>5</b>
	JAR	48	68,57 %	271,000	5,646		0,555	1,878	0,06 5	Nein	<b>0</b>
	zu feucht	12	17,14 %	59,000	4,917	0,729					<b>13</b>
Elastizität Provena	zu wenig elastisch	13	18,57 %	69,000	5,308	0,373					<b>7</b>
	JAR	47	67,14 %	267,000	5,681		0,637	2,205	0,03 1	Ja	<b>0</b>
	zu elastisch	10	14,29 %	47,000	4,700	0,981					<b>14</b>
Süße Provena	zu wenig süß	4	5,71 %	20,000	5,000	0,628					<b>4</b>
	JAR	43	61,43 %	242,000	5,628		0,406	1,425	0,15 9	Nein	<b>0</b>
	zu süß	23	32,86 %	121,000	5,261	0,367					<b>12</b>
Säure Provena	zu wenig sauer	11	15,71 %	63,000	5,727	-0,262					<b>-4</b>
	JAR	58	82,86 %	317,000	5,466		-0,034				<b>0</b>
	zu sauer	1	1,43 %	3,000	3,000	2,466					<b>4</b>
Nussigkeit Provena	zu wenig nussig	21	30,00 %	113,000	5,381	0,214					<b>6</b>
	JAR	42	60,00 %	235,000	5,595		0,310	1,088	0,28 0	Nein	<b>0</b>
	zu nussig	7	10,00 %	35,000	5,000	0,595					<b>6</b>
Bitterkeit Provena	zu wenig bitter	0	0,00 %								<b>0</b>
	JAR	66	94,29 %	366,000	5,545		1,295				<b>0</b>
	zu bitter	4	5,71 %	17,000	4,250	1,295					<b>7</b>

vi. Penalty-Analyse Probe Mixwell



Häufigkeiten der zus. Niveaus (Mixwell):

Niveau	Farbe der Kruste	Farbe der Krume	Stärke der Kruste	Lockerheit der Krume	Krümmeligkeit der Krume	Feuchtigkeit	Säure	Süße	Säure	Nussigkeit	Bitterkeit
Zu wenig	7	6	61	12	0	9	12	23	13	28	0
JAR	52	46	8	43	42	46	43	30	34	30	30
Zu viel	11	18	1	15	28	15	15	17	23	12	40

Anhang D: Ergebnisse

**Tabelle der Penalitäten:**

Variable	Niveau	Häufigkeiten	%	Summe(Mixwell Beliebtheit)	Mittelwert(Mixwell Beliebtheit)	Effekt am Mittelwert	Penalitäten	Standardisierte Differenz	p-Wert	Signifikant	Penalitäten
Farbe Kruste Mixwell	zu hell	7	10,0 0%	34,000	4,857	0,066					<b>1</b>
	JAR	52	74,2 9%	256,000	4,923		1,034	2,388	0,020	Ja	<b>0</b>
	zu dunkel	11	15,7 1%	36,000	3,273	1,650					<b>26</b>
Farbe Krume Mixwell	zu hell	6	8,57 %	26,000	4,333	0,775					<b>7</b>
	JAR	46	65,7 1%	235,000	5,109		1,317	3,442	0,001	Ja	<b>0</b>
	zu dunkel	18	25,7 1%	65,000	3,611	1,498					<b>39</b>
Knusprigkeit Mixwell	zu wenig knusprig	61	87,1 4%	280,000	4,590	0,285					<b>25</b>
	JAR	8	11,4 3%	39,000	4,875		0,246	0,396	0,694	Nein	<b>0</b>
	zu knusprig	1	1,43 %	7,000	7,000	-2,125					<b>-3</b>
Lockerheit Mixwell	zu wenig locker	12	17,1 4%	43,000	3,583	1,300					<b>22</b>
	JAR	43	61,4 3%	210,000	4,884		0,587	1,473	0,145	Nein	<b>0</b>
	zu locker	15	21,4 3%	73,000	4,867	0,017					<b>0</b>
Krümeligkeit Mixwell	zu wenig krümelig	0	0,00 %								<b>0</b>
	JAR	42	60,0 0%	200,000	4,762		0,262	0,653	0,516	Nein	<b>0</b>
	zu krümelig	28	40,0	126,000	4,500	0,262					<b>10</b>

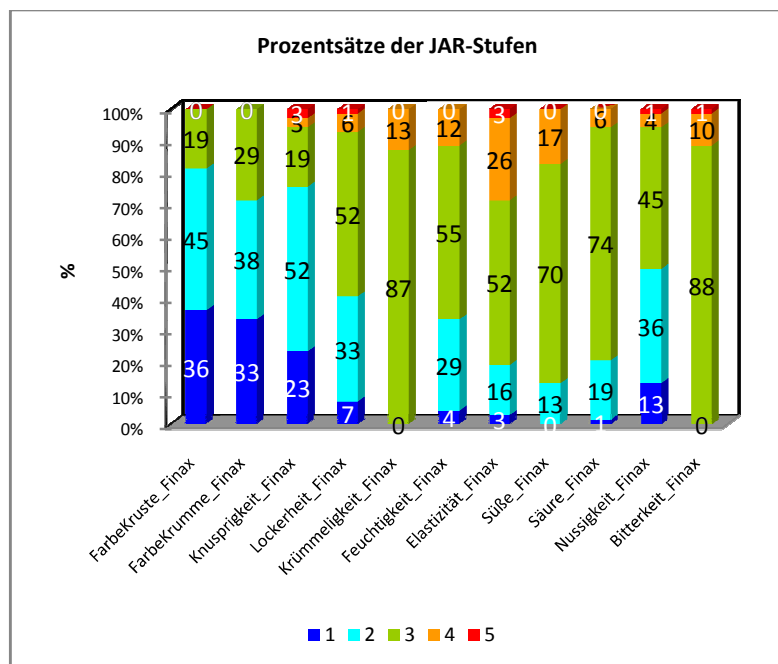
Anhang D: Ergebnisse

		0%									
Feuchtigkeit Mixwell	zu trocken	9	12,8 6%	41,000	4,556	0,379					<b>5</b>
	JAR	46	65,7 1%	227,000	4,935		0,810	2,010	0,048	Ja	<b>0</b>
	zu feucht	15	21,4 3%	58,000	3,867	1,068					<b>23</b>
Elastizität Mixwell	zu wenig elastisch	12	17,1 4%	54,000	4,500	0,430					<b>7</b>
	JAR	43	61,4 3%	212,000	4,930		0,708	1,788	0,078	Nein	<b>0</b>
	zu elastisch	15	21,4 3%	60,000	4,000	0,930					<b>20</b>
Süße Mixwell	zu wenig süß	23	32,8 6%	98,000	4,261	1,039					<b>34</b>
	JAR	30	42,8 6%	159,000	5,300		1,125	3,011	0,004	Ja	<b>0</b>
	zu süß	17	24,2 9%	69,000	4,059	1,241					<b>30</b>
Säure Mixwell	zu wenig sauer	13	18,5 7%	56,000	4,308	0,692					<b>13</b>
	JAR	34	48,5 7%	170,000	5,000		0,667	1,728	0,089	Nein	<b>0</b>
	zu sauer	23	32,8 6%	100,000	4,348	0,652					<b>21</b>
Nussigkeit Mixwell	zu wenig nussig	28	40,0 0%	113,000	4,036	1,498					<b>60</b>
	JAR	30	42,8 6%	166,000	5,533		1,533	4,372	< 0,000 1	Ja	<b>0</b>
	zu nussig	12	17,1 4%	47,000	3,917	1,617					<b>28</b>
	zu wenig	0	0,00								<b>0</b>

Anhang D: Ergebnisse

	bitter		%							
Bitterkeit			42,8							
Mixwell	JAR	30	6%	154,000	5,133	0,833	2,164	0,034	Ja	<b>0</b>
			57,1							
	zu bitter	40	4%	172,000	4,300	0,833				<b>48</b>

**vii. Penalty-Analyse Probe Finax**



**Häufigkeiten der zus. Niveaus (Finax):**

Niveau	Farbe der Kruste	Farbe der Krume	i t der Kruste	Lockerheit der Krume	Krümmeligkeit der Krume	Feuchtigkeit	izit ä:	Süße	Säure	Nussigkeit	Bitterkeit
Zu wenig	56	49	52	28	0	23	13	9	14	34	0
JAR	13	20	13	36	60	38	36	48	51	31	61
Zu viel	0	0	4	5	9	8	20	12	4	4	8



Anhang D: Ergebnisse

**Tabelle der Penalitäten  
(Finax):**

Variable	Niveau	Häufigkeit	%	Summe(Finax Beliebtheit)	Mittelwert(Finax Beliebtheit)	Effekt am Mittelwert	Penalitäten	Standardisierte Differenz	p-Wert	Signifikant	Penalitäten
Farbe Kruste Finax	zu hell	56	81,1 6%	226,000	4,036	1,195					<b>97</b>
	JAR	13	18,8 4%	68,000	5,231		1,195	2,861	0,00 6	Ja	<b>0</b>
	zu dunkel	0	0,00 %								<b>0</b>
Farbe Krume Finax	zu hell	49	71,0 1%	194,000	3,959	1,041					<b>74</b>
	JAR	20	28,9 9%	100,000	5,000		1,041	2,890	0,00 5	Ja	<b>0</b>
	zu dunkel	0	0,00 %								<b>0</b>
Knusprigkeit Finax	zu wenig knusprig	52	75,3 6%	224,000	4,308	0,077					<b>6</b>
	JAR	13	18,8 4%	57,000	4,385		0,152	0,343	0,73 3	Nein	<b>0</b>
	zu knusprig	4	5,80 %	13,000	3,250	1,135					<b>7</b>
Lockerheit Finax	zu wenig locker	28	40,5 8%	112,000	4,000	0,472					<b>19</b>
	JAR	36	52,1 7%	161,000	4,472		0,442	1,288	0,20 2	Nein	<b>0</b>
	zu locker	5	7,25 %	21,000	4,200	0,272					<b>2</b>
	zu wenig krümmelig	0	0,00 %								<b>0</b>

Anhang D: Ergebnisse

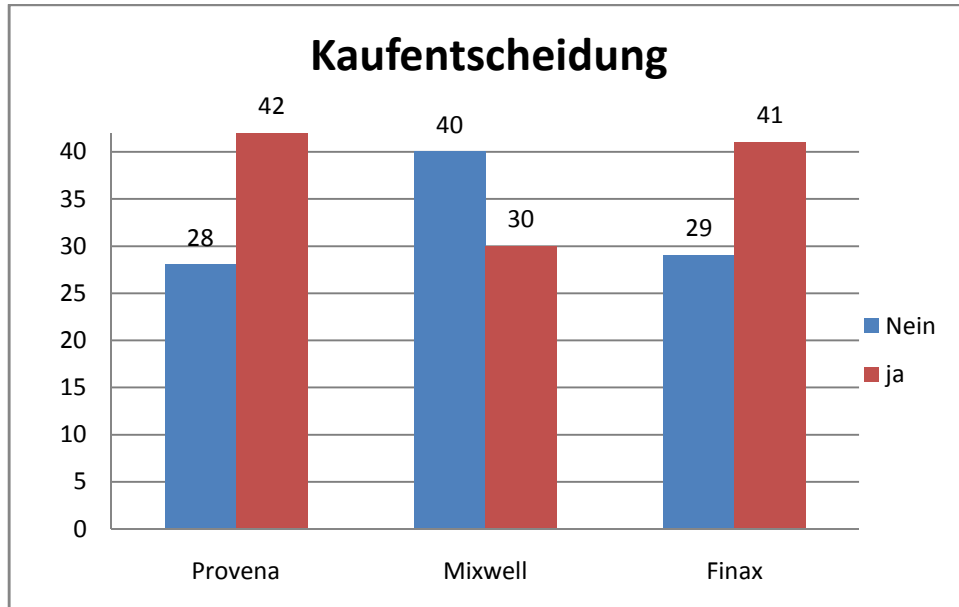
Krümeligkeit			86,9								
Finax	JAR	60	6%	253,000	4,217		-0,339				<b>0</b>
	zu krümmelig	9	4%	41,000	4,556		-0,339				<b>-4</b>
			13,0								
	zu trocken	23	3%	89,000	3,870		0,683				<b>23</b>
Feuchtigkeit			55,0						0,06		
Finax	JAR	38	7%	173,000	4,553		0,649	1,912	0	Nein	<b>0</b>
	zu feucht	8	9%	32,000	4,000		0,553				<b>6</b>
			11,5								
	zu wenig elastisch	13	4%	49,000	3,769		0,953				<b>18</b>
Elastizität			18,8								
Finax	JAR	36	7%	170,000	4,722		0,965	2,956	4	Ja	<b>0</b>
	zu elastisch	20	9%	75,000	3,750		0,972				<b>28</b>
			52,1						0,00		
	zu wenig süß	9	4%	36,000	4,000		0,479				<b>6</b>
			13,0								
Süße Finax	JAR	48	7%	215,000	4,479		0,717	1,957	5	Nein	<b>0</b>
	zu süß	12	9%	43,000	3,583		0,896				<b>16</b>
			69,5						0,05		
	zu wenig sauer	14	9%	49,000	3,500		0,951				<b>19</b>
			20,2								
Säure Finax	JAR	51	1%	227,000	4,451		0,729	1,892	3	Nein	<b>0</b>
	zu sauer	4	%	18,000	4,500		-0,049				<b>0</b>
			73,9						0,06		
	zu wenig nussig	34	8%	136,000	4,000		0,710				<b>35</b>
Nussigkeit			49,2								
Finax	JAR	31	3%	146,000	4,710		0,815	2,440	7	Ja	<b>0</b>
	zu nussig	4	5,80	12,000	3,000		1,710				<b>10</b>
			44,9						0,01		

Anhang D: Ergebnisse

		%					
Bitterkeit	zu wenig bitter	0	0,00 %				<b>0</b>
		61	88,4 %				
Finax	JAR	61	1%	267,000	4,377	1,002	<b>0</b>
			11,5				
	zu bitter	8	9%	27,000	3,375	1,002	<b>12</b>

**viii. Tabellen der Kaufentscheidung**

Kaufentscheidung			
	Provena	Mixwell	Finax
Nein	28	40	29
ja	42	30	41



**Statistics Attribute Kaufentscheidun**

	Provena	Mixwell	Finax
Scores	70	70	69
Min	0	0	0
Max	1	1	1
Range	1	1	1
Mean	0,6	0,44	0,59
Std. Dev. (n)	0,49	0,52	0,49
Std. Dev. (n-1)	0,49	0,53	0,5
Var. Coeff. (%)	82,24	119,34	84,71
Conf. Int. 5% ±	0,12	0,13	0,12
Conf. Int. 1% ±	0,16	0,17	0,16

**Comparison table of means**

Attribute	Provena	Mixwell	Finax
Kaufentscheidun	0,6	0,44	0,59

## ix. Likes und Dislikes Provena

Zusammenfassung Likes	
<b>kerniger, Ausgewogener, guter Geschmack</b>	<b>2</b>
angenehmes Mundgefühl	1
<b>weich/Lockerheit</b>	<b>5</b>
<b>Feuchtigkeit /Saftigkeit</b>	<b>5</b>
kaum störender Nachgeschmack	2
hohes Gewicht	1
<b>die Konsistenz</b>	<b>4</b>
Aussehen	3
<b>gute Farbe</b>	<b>6</b>
<b>sichtbare Körner</b>	<b>2</b>
"nicht typisch glutenfrei"	1
nussig	3
Vollkorn	1
Gesamtheit	2
Kruste	2

Zusammenfassung Dislikes	
etwas zu krümelig	1
etwas zu feste Krumme	1
Geschmack zu wenig intensiv	1
zu feine Textur	1
etwas zu kompakt	3
etwas zu gelb	1
klebrig im Mund	2
Bitterkeit fehlt	1
schmeckt ein wenig nach Mehl	2
fällt leicht auseinander	1
nicht so gut ausgebacken	1
weiße Flecken sehen aus wie Schimmel	2
zu wenig krümelig	1
zu wenig knusprig	3
zu mild im Geschmack	1
zu wenig Körner	2
Kruste zu bitter	1
sehr trocken	2
kauen dauert lange	1
zu hell	2
zerfällt zu schnell	2
Körner	1
Farbe	1
zu klitschig	2
süßlich	2
zu Hafer-lastig	1
zu wenig knusprig	1

## x. Likes und Dislikes Mixwell

Zusammenfassung Likes	
Nussigkeit	2
<b>kräftiger Geschmack</b>	<b>6</b>
<b>dunkle Farbe</b>	<b>11</b>
schön locker	2
Aussehen	3
<b>Konsistenz</b>	<b>8</b>
Farbe der Kruste	1
Körneranteil	1
milder Geschmack	1
Feuchtigkeit	3
Schwammigkeit	1
malzig	1
herb	1
Bitterkeit	1
Saftigkeit	2
wirkt wie Vollkornbrot	1
lieber dunkles Brot	3
riecht lecker	1
lässt sich gut kauen	1
nicht bröselig	1
nicht schleimig	1

Zusammenfassung Dislikes	
trocken	1
klebrig	1
<b>zu krümelig/ bricht zu schnell</b>	<b>5</b>
<b>Geschmack</b>	<b>12</b>
<b>zu bitter</b>	<b>7</b>
der Nachgeschmack	4
Aussehen Lebkuchen	1
Geruch	2
dunkle Farbe	2
zu trocken	3
<b>zu weiche Kruste</b>	<b>5</b>
matschig	1
zu wenig nussig	1
riecht zu stark nach Hefe	1
zu schleimig	2
rote Farbe	3
zu wabbelig	4
zu langes kauen	1
keine Körner	1
zu sauer	1
<b>Fremd-/Nebengeschmäcker</b>	<b>7</b>
zu nussig	1
helle Stelle an Kruste	1

## xi. Likes und Dislikes Finax

Zusammenfassung Likes	
Festigkeit	2
Farbe	3
Form	1
fluffig	1
<b>Geschmack</b>	<b>16</b>
macht satt	2
Mundgefühl	2
tolles Brot	1
nicht krümelig	1
Süße	3
gewöhnliches Weißbrot	1
saftig	3
Aussehen	1
Gesamtergebnis	1
weich	1
Ausgeglichene Farbe	1
lässt sich gut bestreichen	1
knusprige Kruste	1
Lockerheit	1
Konsistenz	3

Zusammenfassung Dislikes	
<b>zäh, klebt zwischen den Zähnen</b>	<b>8</b>
mir fehlen Körner	1
zu viel Weißmehl, Weißbrot	3
Geschmack	1
Aussehen	1
abgestanden	3
nicht krümelig	1
etws hart	3
<b>etwas kompakt</b>	<b>9</b>
etwas zu dicht	2
<b>zu hell</b>	<b>9</b>
Geschmack	1
keine Nüsse	1
gummiartig	2
Salz nicht gut verteilt	1
schmeckt zu sehr nach Sauerteig oä.	1
die Farbe	2
zu trocken	3
Konsistenz	1
zu "mehlig"	2
riecht zu stark nach Hefe	1
Kruste nicht ansprechend	2
komischer Nachgeschmack	2
schmeckt leicht nach Bier	1
schmeckt nicht	1
zu feste konsistenz	1
schwer	1
Gesamteindruck	1
nichts	3
zu wenig salzig	1

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit versichere ich, Therese Barton, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Thema „Marktstudie über glutenfreie Haferprodukte mit dem Fokus auf der sensorischen Qualität von glutenfreiem Haferbrot“ ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittelbenutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entkommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

---

Ort

---

Datum

---

Unterschrift