

Staatliche Fachschule Für Lebensmitteltechnik
Berlin an der Emil-Fischer-Schule

Technikerarbeit

Herstellung von fettreduzierten Milchbrötchen mit
Hilfe eines Ballaststoffs aus Citrusfrüchten

Wolfgang Schardt

Hohenfriedbergstr.7, 10829 Berlin

Technikerarbeit erstellt von 08.2010 bis 04.2011

Inhalt

1	Einführung.....	4
1.1	Aufgabenstellung.....	4
1.2	Problemstellung.....	5
2	Grundlegendes	6
2.1	Ernährungsphysiologische Bewertung von Fetten	6
2.2	Ballaststoffe	7
2.3	Basic Textur	8
3	Versuchsanordnung.....	8
3.1	Vorversuche	8
3.2	Hauptversuche	10
3.2.1	Testreihe 1	10
3.2.2	Testreihe 2	13
4	Geräte und Material	13
4.1	Geräte	13
4.1.1	Geräte zur Herstellung der Milchbrötchen	13
4.1.2	Geräte zur Auswertung der Milchbrötchen.....	16
4.2	Material.....	17
5	Versuchsaufbau und Parameter	19
5.1	Versuchsaufbau und Durchführung	20
6	Texture Analyser.....	23
6.1	Textur Profil Analyse (TPA).....	23
6.2	Vorbereitung der Proben	25
7	Ergebnisse	25
7.1	Volumen	25
7.2	Backverlust.....	31
7.3	Rheologische und sensorische Beurteilung.....	36
7.4	Fotos der Versuchsreihen	40
8	Auswertung	46
8.1	Volumen	46

8.2	Backverlust:.....	46
8.3	Sensorische Beurteilung.....	47
8.4	Härte.....	47
8.5	Krumenelastizität.....	48
8.6	Rezepturoptimierung	48
8.7	Zusammenfassende Auswertung	50
9	Zusammenfassung.....	52
10	Summary	53
11	Tabellenverzeichnis	54
12	Abbildungsverzeichnis	55
13	Literaturverzeichnis:.....	57

1 Einführung

1.1 Aufgabenstellung

Ziel dieser Arbeit ist es, ein fettreduziertes Milchbrötchen zu entwickeln, das sensorisch mit einem handelsüblichen Milchbrötchen mit typischem Fettgehalt vergleichbar ist.

Als Fettersatz wird ein ballaststoffhaltiges Produkt auf Basis von Citrusfasern verwendet. Dies ist unter der Bezeichnung „Basic Textur“ erhältlich und wird von der Firma Herbafood Ingredients GmbH hergestellt und vertrieben. Mit dem Produkt soll direkt eine mehr oder weniger große Menge Fett ersetzt werden.

Grundsätzlich soll ermittelt werden, welche Menge Fett durch Basic Textur ersetzt werden kann und wie hoch die optimale Zugabemenge ist. Durch den Einsatz dieses Produktes soll es gelingen, Gebäcke mit Gesamtfettgehalten von maximal 3 % Fett herzustellen. Solche Produkte können als fettarm ausgelobt werden. Dabei muss der rheologische sowie sensorische Eindruck dem Vergleichsgebäck ebenbürtig sein und in nichts nachstehen. Die Lagerfähigkeit soll durch die Fettreduzierung nicht beeinflusst werden.

Eine Rezeptur des Vergleichsproduktes incl. Herstellverfahren zu entwickeln war daher die erste Aufgabe der Technikerarbeit, da eine solche nicht vorlag. Um ein weites Feld mit wenigen Versuchen abzudecken, wurde ein Versuchsplan erstellt. Dabei wurden 3 Parameter variiert. Dies sind die Fettmenge (Margarine), Basic Textur und Emulgatoren. Als Zielparameter wurden das Gebäckvolumen, der Backverlust sowie die Textur untersucht. Letzteres sollte zur Beurteilung der Frischhaltung herangezogen werden. Die Gebäcke wurden ebenfalls sensorisch beurteilt.

1.2 Problemstellung

Wie schon beschrieben, konnte nach längerer Recherche kein geeignetes Rezept sowie eine Herstellungsmethode für Milchbrötchen ermittelt werden. Somit musste im Vorfeld geklärt werden, welche Rezeptur und Herstellungskonstanten genommen werden. Dazu wurden vom Einzelhandel verschiedene Produkte entnommen und ausgewertet. Mit den ermittelten Daten konnte in Zusammenarbeit mit der Firma Herbafood Ingredients GmbH eine Basisrezeptur erstellt werden. Es wurde sich darauf verständigt die Brötchen in Formen zu backen. In Vorversuchen bei der Firma Herbafood in Werder wurde dann eine Vergleichsrezeptur entwickelt und erste Versuche mit der Basic Textur vorgenommen um eine Grundlage der statistischen Versuchsplanung zu haben. Des Weiteren wurde sich auf eine direkte Führung geeinigt um eine bessere Vergleichbarkeit der Versuche zu erlangen.

In den darauf folgenden Hauptversuchen an der Staatlichen Fachschule für Lebensmitteltechnik Berlin sollte die bereits erwähnte Versuchsreihe durchgeführt werden sowie die sensorischen und rheologischen Veränderungen über 21 Tage analysiert werden. Die Versuchsplanung setzt sich wie bereits beschrieben aus drei variablen Faktoren, Fett, Emulgatoren und Basic Textur, und deren Verbindung mit Wasser zusammen. Die Zielgrößen wurden auf den Backverlust, das Volumen, die Härte des Gebäcks, die Krumenelastizität und den sensorischen Eindruck festgelegt. Die verschiedenen Rezeptfaktoren wurden in der Hauptversuchsreihe durch eine gezielte Erhöhung und Erniedrigung zu den festgelegten Nullpunkten abgegrenzt. Dadurch soll analysiert werden inwiefern der jeweilige Rohstoff auf das Gebäck einwirkt.

Durch das Verringern des Fettanteils werden viele Probleme bloßgelegt. Angenommen wird, dass begleitend mit der Fettreduzierung Beeinträchtigungen im Geschmack folgen. Auch der Kaueindruck wird Einbußen hinnehmen müssen, da Fett große Auswirkungen auf den Geschmack und den Kaueindruck hat, indem sie die Gebäcke und ihre Zähigkeit verbessern. Da der Konsument auch bei fettreduzierten

Produkten nicht auf die üblichen sensorischen Eindrücke verzichten möchte, liegt hier die Hauptproblematik.

Auch wird durch die Fettreduzierung die Teigbeschaffenheit stark beeinflusst. Die Konsistenz des Fettes beeinflusst die Teigfestigkeit und die Teigstabilität, wodurch wiederum die Gasbildungsgeschwindigkeit und das Gashaltevermögen beeinflusst werden.

2 Grundlegendes

2.1 Ernährungsphysiologische Bewertung von Fetten

Als Nährstoff mit der höchsten Energiedichte stellen Fette eine wichtige Energiequelle für die menschliche Ernährung dar. Aufgrund ihrer relativ hohen Fettanteile sind Feine Backwaren eine Hauptquelle für die Aufnahme versteckter Nahrungsfette. Die durchschnittliche Fettaufnahme in Form von Brot- und Backwaren beträgt ca. 8% der Gesamtfettaufnahme.

Margarinen und Fette zur Herstellung von Feinbackwaren zeichnen sich durch ihre spezifischen Verarbeitungseigenschaften aus. Für die meisten Anwendungen ist eine geschmeidige-plastische Konsistenz der Produkte bei Verarbeitungstemperatur erforderlich. Aufgrund dieser gewünschten Eigenschaften enthalten Fette/Margarinen zur Feingebäckherstellung höhere Mengen gehärteter Fette und Öle und damit entsprechend höhere Anteile gesättigter Fettsäuren, die allerdings vergleichbar mit den Werten von Butter sind.

Neben den Anteilen an gesättigten Fettsäuren ist die Bewertung des Anteils an Transfettsäuren aus ernährungsphysiologischer Sicht relevant. Der Anteil an Transfettsäuren ist abhängig von der Zusammensetzung der Fettphase. Transfettsäuren entstehen v.a. durch natürliche und chemische Härtungs-Prozesse, die Veränderungen in der Stellung der Fettsäurereste innerhalb eines Fettmoleküls bewirken. Transfettsäuren sind also sogenannte Stellungsisomere.

Transfettsäuren sind auch in natürlich vorkommenden Fetten wie Milchfett enthalten. Nach heutigen wissenschaftlichen Kenntnissen sind Transfettsäuren in ihrer ernährungsphysiologischen Bewertung ähnlich den gesättigten Fettsäuren zu bewerten. Weitergehende gesundheitsbeeinflussende Wirkungen von Transfettsäuren konnten in bisherigen Untersuchungen nicht eindeutig belegt werden.

Insgesamt sollte die tägliche Aufnahme der Summe gesättigter Fettsäuren und Transfettsäuren so niedrig wie möglich gehalten werden.

Die Aufnahme von Transfettsäuren durch den Verzehr von Backwaren beträgt nur einen geringen Teil der durch Milchfett, Fleischwaren und sonstiger Lebensmittel aufgenommenen Mengen. (Quelle Wissensforum Backwaren)

2.2 Ballaststoffe

Im Gegensatz zu Fett, Eiweiß oder Kohlenhydraten sind Ballaststoffe physiologisch definiert und zwar Stoffe, die im oberen Verdauungstrakt, d.h. Mund, Magen und Dünndarm durch Verdauungsenzyme nicht gespalten werden und daher nicht resorbiert werden. Folglich stellen sie keine primäre Energiequelle dar. Ballaststoffe können jedoch im Dickdarm teilweise oder vollständig von der dort ansässigen Darmflora verstoffwechselt (fermentiert) werden. Über diesen Weg können verschiedene Stoffwechselprodukte vom menschlichen Körper wieder genutzt werden. Die meisten Ballaststoffe gehören, chemisch betrachtet, zur Gruppe der Kohlenhydrate, so wie z.B. Cellulose, Hemicellulose, Pektinstoffe oder β - Glucan. Diese kommen vor allem in pflanzlichen Zellwänden vor und haben dort zellverbindende sowie stützende Funktionen. Der überwiegende Anteil unserer täglichen Ballaststoffzufuhr stammt aus Getreide, Obst oder Gemüse.

Neben dem physiologischen Vorteil kann eine Zugabe von Ballaststoffen zu Teigen und Massen auch backtechnische Vorteile bringen. Durch ihre Fähigkeit Flüssigkeit zu binden, können sie je nach verarbeitetem Ballaststofftyp ein Mehrfaches ihres Gewichts an Wasser anlagern. Die

Spanne reicht von einer Wasserbindung von 2-3 bis zu 25 g Wasser/g Ballaststoff. Da die Qualität von Brot und Kleingebäck sehr stark von der Wasseraufnahme bei der Teigbereitung abhängt, kann mit Ballaststoffen sofern diese die Wasserbindung erhöhen, das Backergebnis wesentlich verbessert werden, insbesondere bei fettreduzierten Produkten.
[Herbafood]

2.3 Basic Textur

Basic Textur ist ein Produkt der Firma Herbafood, bestehend aus Citrusfasern und Wasser. Basic Textur ist eine geschmacksneutrale, hellbeige Paste von cremiger Konsistenz. Sie wird bereits erfolgreich in der Gastronomie als Fettersatz für Soßen, Suppen, Schäume und Desserts eingesetzt. Sie scheint auch als Fettersatz in Backwaren geeignet zu sein.

3 Versuchsanordnung

3.1 Vorversuche

Für den praktischen Teil der Projektarbeit standen vier Wochen zur Verfügung. Um diese so effektiv und zielführend wie möglich zu absolvieren war es notwendig in Werder bei der Firma Herbafood die Vorversuche durchzuführen. Das Ziel des zweiwöchigen Aufenthalts in Werder war die Entwicklung einer Vergleichsrezeptur und von dem Standard abgeleitet eine fettreduzierte Variante.

Dazu wurde verschiedene im Einzelhandel erhältliche Milchbrötchen erworben und auf der Grundlage der erhaltenen Rohstoffe eine Rezeptur abgeleitet. Diese stellten sich zusammen aus Weizenmehl, Milchpulver, Zucker, Vollei, pflanzlichen Fett, Emulgatoren, Hefe, Salz, und Aroma. Der Fettgehalt lag bei den Marktmustern zwischen elf und zwölf Prozent. Dieser Fettgehalt wurde auch bei der Standardrezeptur angestrebt. Die abgeleitete Rezeptur zeigt Tabelle 1.

Die Backergebnisse bezüglich Volumen, Geschmack und auch alle sonstigen sensorischen Eindrücke der Standardrezeptur waren sehr zufriedenstellend.

Tabelle 1 Standardrezeptur

Zutat	%	g
Mehl	50	1000
Zucker	9,93	198,5
Salz	0,58	11,5
Magermilchpulver	1,53	30,5
Fett (Margarine)	12,25	245
Hefe	1,65	33
Eier	5,8	116
Wasser	17,88	357,6
Emulgator	0,15	3,1
Guarkernmehl	0,24	4,9

Bei den im weiteren Verlauf entwickelten fettarmen Rezepturen wurde das Guarkernmehl aus der Rezeptur entfernt. Als Ballaststoffquelle wurde Basic Textur gewählt. Dies Produkt besteht aus einer hochwasserbindenden Citrusfaser, die in Abhängigkeit der Dispergierbedingung unterschiedlich viel Wasser binden kann und zudem durch hohe Scherkräfte eine weiche, cremige Konsistenz erhält. Durch die Wahl des pastösen Produktes konnte auf den ersten Dispergierschritt verzichtet werden. In der Auswertung wurden die Ergebnisse teils auf die enthaltene Citrusfaser bezogen.

3.2 Hauptversuche

3.2.1 Testreihe 1

Ziel der Versuchsplanung war durch Variation der variablen Faktoren eine möglichst optimale Rezeptur zu erhalten bzw. den Einfluss der variablen Zutaten zu erkennen. Ausgehend von der im Vorversuch hergestellten Referenz (=Zentralversuch) wurden die Menge an Fett, die Emulgatoren und Basic Textur variiert.

Zur Absicherung des Modells wird ein Zentralversuch wiederholt hergestellt. Dies liefert die Voraussetzung, ob die einzelnen Versuche mit reduzierten bzw. erhöhten Variablen überhaupt statistisch die Rezeptur beeinflussen. Die maximal bzw. minimale sinnvoll erscheinende Dosage der Variablen bestimmt maßgeblich die Wahl des Zentralversuchs. Die einzelnen Parameter wurden wie folgt gewählt:

5 % Margarine

26,7 % Basic Textur (= 50 % der Wasserschüttung)

0,3 % Emulgator (= 50% der vom Hersteller empfohlenen Dosage)

Von diesem Zentralpunkt (Versuche V 4,8,12,16,18 u.19) ausgehend wurden die variablen Faktoren erhöht oder erniedrigt. Zum einen wurde die Menge zu 58 % (+) bzw. um 98% (++) angehoben und zu 58 % (-) bzw. 98% (--) verringert. Durch die Variation der Faktoren ergibt sich folgendes in Tabelle 2 dargestellte Versuchsdesign.

Tabelle 2 Faktoren der Versuchstreihe 1

Faktor	Basis Textur	Margarine	Emulgator
V1	+	+	+
V2	+	+	-
V3	++	0	0
V4	0	0	0
V5	--	0	0
V6	-	-	+
V7	0	++	0
V8	0	0	0
V9	0	0	++
V10	-	+	-
V11	-	-	-
V12	0	0	0
V13	0	0	--
V14	+	-	+
V15	0	--	0
V16	0	0	0
V17	+	-	-
V18	0	0	0
V19	0	0	0
V20	-	+	+

+/- entspricht erhöhte oder erniedrigte Zugabe

0 entspricht dem Zentralpunkt

++/-- entspricht der niedrigsten oder höchstmöglichen Zugabe

In den folgenden Tabellen sind die Berechneten Werte der in der Rezeptur enthaltenen prozentualen Mengen an Wasser, Fett und Citrusfaser aufgeführt.

Tabelle 3 Inhaltsstoffe der Versuchsreihe 1

			Versuchsreihe 1														
Angaben in %	Standard	Zentralv.	V1	V2	V3	V5	V6	V7	V9	V10	V11	V13	V14	V15	V17	V20	
Wassergehalt	22,17	28,64	25,4	25,4	29,3	29,5	31,9	23,7	28,4	26,3	32,2	28,6	30,9	33,6	31	26	
davon -im Wasser	17,9	11,4	0,2	0,6	0	25	22,3	6,5	11,1	16,7	22,6	11,4	6,1	16,4	7	16	
-Ei	4,3	4,3	4,3	4,3	4,2	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4	4
-Basic Textur	0	12,9	20,5	20,5	25,1	0,2	5,3	12,9	12,9	5,3	5,3	12,9	20,5	12,9	21	5	
Fett	10,88	5,12	7,48	7,48	5,01	5,12	2,76	9,09	5,12	7,48	2,76	5,12	2,76	1,15	3	7	
davon in -Margarine	9,8	4	6,4	6,4	4	4	1,7	8	4	6,4	1,7	4	1,7	0,1	2	6	
-Ei	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1	1
-Mehl	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1
Herbacel AQ Plus Citrus	0	0,825	1,31	1,31	1,6	0,01	0,34	0,83	0,83	0,34	0,34	0,83	1,31	0,83	1	0	

3.2.2 Testreihe 2

Ergänzend zu Testreihe 1 wurde eine zweite Reihe mit Emulgator und Basic Textur als Variablen und 5 % Margarine (= o-Wert der Testreihe 1) durchgeführt. Unter Verwendung der Werte von Testreihe 1 waren 4 ergänzende Versuche nötig. Ziel dabei war eine feinere Abstufung der Dosage Basic Textur und Emulgator.

Tabelle 4 Inhaltsstoffe der Versuchsreihe 2

	Versuchsreihe2			
Angaben in %	V21	V22	V23	V24
Wassergehalt	28,27	27,96	24,1	29,4
davon -im Wasser	2	3,2	15,8	21,2
-Ei	4,3	4,3	4,3	4,3
-Basic Textur	21,9	20,5	3,9	3,9
Fett	5,12	5,12	9,09	5,12
davon in -Margarine	4	4	8	4
-Ei	0,6	0,6	0,6	0,6
-Mehl	0,5	0,5	0,5	0,5
Herbacel AQ Plus Citrus	1,4	1,309	0,25	0,25

4 Geräte und Material

4.1 Geräte

4.1.1 Geräte zur Herstellung der Milchbrötchen

Allgemeine Utensilien

Schüsseln, Messbecher, Teigspachtel, Messer, Pinsel, Weißbleche, Digitalwaage, Thermometer

Backbleche

Backbleche für Milchbrötchen/ Hot Dog Brötchen

Maße (in mm) 140/55/10

Blechabmessungen (in mm) 780/580

Vertiefungen je Blech 35 Stk.

Material: Aluminisiertes 1mm Silikon-

Kautschuk-Beschichtung Proficoat 200



Abbildung 1 Backbleche

Knetter

DIOSNA Laborspiralknetter der Firma DIOSNA Dierks Söhne GmbH

Type: SPA 12-2



Abbildung 2 Laborknetter Diosna

Teigleistung in kg: 12

Bottichinhalt: 22l

Durch eine computergestützte Steuerung können die Knetter flexible Daten erfassen. Sie können auf Temperatur, Zeit und Hubschläge gesteuert werden. Auch ist es möglich alle vier Knetter gleichzeitig zu bedienen.

Gärschrank

Firma: Miwe

Type: garomat

Herstellungsjahr: 2006

rated Voltage: 400/230V 50Hz

Ofen:

Firma: Miwe

Type: Miwe elektro

EL 4.0601

Herstellungsjahr: 2006

rated Voltage: 400/230V



Abbildung 3 Backofensystem der Staatlichen Fachschule für Lebensmitteltechnik

Teigteil und Rundwirkmaschine

Firma: Werner & Pfleiderer

Type: Rotomat E

rated Voltage: 50 Hz 380 V



Abbildung 4 Teigteil/Rundwirker der Staatlichen Fachschule für Lebensmitteltechnik

Langwirker

Frilado



Abbildung 5 Langwirker der Staatlichen Fachschule für Lebensmitteltechnik

4.1.2 Geräte zur Auswertung der Milchbrötchen

Textur Analyser

Textur Analyzer TA.XT.plus

der Firma Staple Micro Systems

Brot Schneidemaschine

Firma: GRAEF

Type: E-300

rated Voltage: 400V 50Hz 500W

(wird zur Vorbereitung der Texturmessungen benötigt)

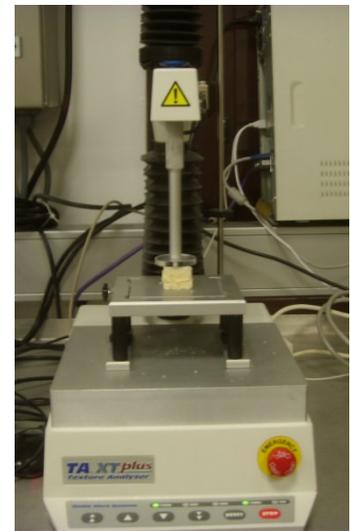


Abbildung 6 Textur Analyser

Volumenmessgerät

Bei dem Gerät wird durch die sogenannte „Neumann Methode“ mit Rapsamen das Gebäckvolumen gemessen. Es handelt sich hierbei um Messungen mittels Verdrängungsprinzip. Um ein widerspiegelndes Ergebnis zu erhalten muss sorgfältig und sauber gearbeitet werden. Nach Möglichkeit sollte eine Dreifachbestimmung durchgeführt werden.



Abbildung 7
Volumenmessgerät

4.2 Material

Weizenmehl:

Firma Bäko Type 505 unbehandelt (ohne Ascorbinsäure)

FZ: 362,33

Wasseraufnahme mittels Farinograph: 64,1%

Mehlfuchte (Ohaus): 12,46%

Margarine

Sonja (Dresdner Margarine GmbH)

Gesamtfettgehalt :70-80%

Zucker

Firma: Pfeifer & Langen

Raffinade mittel R4

Salz

Gut und Günstig Tafelsalz

Wasser

Milchpulver

Magermilchpulver feinkörnig

Firma: Condigel

Vollei:

Wiesenhof Eifix Vollei

Flüssig pasteurisiert

ca.9%Fett

Hefe

Frischhefe der Firma Rittergut Falkenhard

Basic Textur:

Ein neues Produkt der Firma Herbafood Ingredients GmbH das aus Ballaststoffen der Zitrone besteht. Unter speziellen Verfahren werden diese mit Wasser zu einer Paste verarbeitet. Die farblose-weißliche Paste ist Geschmacksneutral und ist cremig bis fettähnlich.

Emulgator

Hier wurde eine Mischung aus zwei Emulgatoren zu gleichen Teilen verwendet.

Tabelle 5 Eigenschaften E481

Natrium steraoyl-lactat (E481)	
Aussehen	weises, leicht gelbliches Pulver
Geruch	neutral
Geschmack	aromatisch
Ges. Milchsäure	31-34 g/100g
pH-Wert	5,5

Tabelle 6 Eigenschaften E471

Mono und Diglyceride von Speisefettsäuren (E471)/ Enzyme	
Aussehen	weises leicht gelbliches Pulver
Geruch	neutral
Geschmack	fettig
Fett	unter 80 g/100g

Guarkernmehl:

Tabelle 7 Eigenschaften E412

Guarkernmehl E 412	
Aussehen	weiß bis cremefarbenes grau
Geruch	neutral
Geschmack	neutral
Fett	unter 1,5 g/100g

5 Versuchsaufbau und Parameter

Unter diesem Punkt wird beschrieben wie die Teige hergestellt und weiterverarbeitet wurden. Des Weiteren wird beschrieben wie die rheologischen und sensorischen Untersuchungen durchgeführt wurden. Auf die Vorversuche wird in diesem Abschnitt nicht eingegangen da diese nur zum Ermitteln der Vergleichsrezeptur bestimmt waren und keine weiteren Untersuchungen durchgeführt wurden.

5.1 Versuchsaufbau und Durchführung

Ausgehend von der entwickelten Standardrezeptur wurden die fettreduzierten Varianten abgeleitet. In der nachfolgenden Tabelle sind die Versuche zusammengefasst. Der Zentralversuch (grün unterlegt) wurde 6-fach durchgeführt.

Tabelle 8 Faktoren der Versuchsreihe 1

Versuch	Basis Texur		Margarine		Emulgator	
	Dosierung [g]	% Faktor	Dosierung [g]	% Faktor	Dosierung [g]	% Faktor
V1	436,2	+ 58%	160	+ 58%	9,4	+ 56%
V2	436,2	+ 58%	160	+ 58%	2,6	- 56%
V3	546,0	++ 98%	101	0	6	0
V4	275	0	101	0	6	0
V5	3,9	-- 98%	101	0	6	0
V6	113,8	- 58%	42	- 58%	9,4	+ 56%
V7	275	0	200	++ 98%	6	0
V8	275	0	101	0	6	0
V9	275	0	101	0	11,7	++ 94%
V10	113,8	- 58%	160	+ 58%	2,6	- 56%
V11	113,8	- 58%	42	- 58%	2,6	- 56%
V12	275	0	101	0	6	0
V13	275	0	101	0	0,3	-- 94%
V14	436	+ 58%	42	- 58%	9,4	+ 56%
V15	275	0	1,8	-- 98%	6	0
V16	275	0	101	0	6	0
V17	436,2	+ 58%	42	- 58%	2,6	- 56%
V18	275	0	101	0	6	0
V19	275	0	101	0	6	0
V20	113,8	- 58%	160	+ 58%	9,4	+ 56%

Tabelle 9 Faktoren der ergänzenden Versuchsreihe 2

Versuch	Basic Texur	Emulgator
	Dosierung [g]	Dosierung [g]
V21	466,6	2
V22	436,2	10
V23	83,3	10
V24	83,3	2

Im nachfolgenden Teil wird erklärt wie die Gebäcke der Milchbötchen hergestellt wurden.

Da das Mehl unbehandelt war d.h. keine zugesetzte Ascorbinsäure enthält, die die Klebvernetzung durch Begünstigung der Disulfidbrückenbildung stärkt, musste der Teig möglichst lange geknetet werden. Da jedoch eine Teigtemperatur über 26°C nicht überschritten werden durfte, stellte sich hier eine Problematik dar. Die Temperatur konnte nicht über die Zugussflüssigkeit geregelt werden, da diese zu einem Teil aus Vollei besteht. Auch besteht der Teig zum Teil auch aus Fett das nicht zu kalt gelagert werden darf, da sich dieses sonst nicht mit den restlichen Zutaten homogen vermengt. Deshalb wurden das Mehl, das Milchpulver, der Zucker und das Wasser auf Temperaturen von 1-3°C abgekühlt bevor sie in den Knetbottich gefüllt wurden.

Die Rohstoffe wurden nach dem Befüllen in den Diosna Spirallaborknetter zuerst bei 25Hz 120 Sekunden vermischt und nach dem Ankratzen mit einem Teigschaber bei 50 Hz bis 26°C ausgeknetet. Dieser Vorgang dauerte je nach Rezeptur 600-750 Sekunden. Es wurden immer zwei Teige gleichzeitig in den Laborknetern verarbeitet. Damit genügend Probenmaterial vorhanden war, wurde von jedem Versuch die doppelte Rezepturmenge hergestellt.

Nach dem Kneten wurde dem Teig unter einer Plastikschüssel eine fünfzehnminütige Teigruhe gegeben. Danach wurde der Teig verwogen, rundgewirkt und nochmals einer Gare von 30 Minuten unterzogen.

Nach der Ballengare der Teige wurde mittels der Teigteil- und Rundwirkmaschine auf dem vierten Ring rundgeschliffen. Mittels Frilado Langwirker wurden die portionierten Teige langgerollt und gegebenenfalls nachbearbeitet. Nach dem Verwiegen der Teiglinge wurden diese in die dafür Formbackbleche eingelegt.

Die Teiglinge kamen nun für 15 Minuten bei einer Luftfeuchtigkeit von 75% und einer Temperatur von 32°C in den Gärraum. Um die sensiblen Teiglinge bei der Vollgare nicht zu belasten, wurden diese nach 15 Minuten aus dem Gärraum entnommen und mit einer Eistreiche

bestrichen. Um einen ansehnlichen Ausbund zu erreichen, wurden mit einem Messer zwei Längsschnitte in den Teigling geschnitten. Anschließend wurden diese nochmals 45 Minuten auf gleicher Gare geschoben. Nach abgelaufener Gare konnten die Milchbrötchen bei einer Temperatur von 230°C Unterhitze und 200°C Oberhitze für zwölf Minuten bei offenem Zug gebacken werden. Nach dem Auskühlen der Milchbrötchen wurde das Gewicht des Gebäckes ermittelt. Im Anschluss dazu wurden fünf Brötchen mit dem Volumenmessgerät (Neumann) ausgemessen und anschließend in Plastiktüten verpackt um eine Austrocknung zu vermeiden und dadurch eine gleichwertige sensorische Beurteilung zu gewährleisten.

Nach einer Auskühlphase von zwei Stunden wurde die sensorische Bewertung durchgeführt. Diese wurde jedoch nicht nach der DLG-Bewertung ausgeführt sondern unter Absprache von sensorisch geschulten Personen. Hierfür wurde ein eigener Prüfplan entwickelt der nach dem Schulnotenprinzip eine Benotung von Eins für die beste Bewertung und eine Sechs für unbefriedigende Ergebnisse bewertet. In die Benotung flossen Merkmale wie Porung, Aroma, Säure, Kauerhalten und Feuchtigkeit mit ein. Der Punkt Säure wurde mit hinzugefügt, da die Basic Textur aus Zitronen besteht und befürchtet wurde, dass dadurch ein saurer Geschmack entstehen kann. Die sensorischen Tests wurden über einen Zeitraum von drei Wochen getestet da dies auch das Haltbarkeitsdatum der im Einzelhandel gekauften Milchbrötchen war.

Ebenfalls nach zwei Stunden wurde die Krumenelastizität mit Dreifachbestimmung gemessen. Auch diese wurde über drei Wochen mittels Textur-Analyser-Messungen durchgeführt.

6 Texture Analyser

6.1 Textur Profil Analyse (TPA)

Zur Beurteilung der Krumenbeschaffenheit wurde Konsistenzmessungen mittels Texture Analyser unter der Methode der Textur Profil Analyse (TPA) durchgeführt.

Ziel der Methode:

Mittels TPA werden die rheologischen Eigenschaften der Brotkrume erfasst. Mit dieser Messmethode werden Aussagen über die Festigkeit, Weichheit, Elastizität, Klebrigkeit, Balligkeit und Kaufähigkeit der Brotkrume aufgezeigt. Über die Lagerzeit gemessen soll eine objektive Aussage zur Frischhaltung möglich werden.

Prinzip der Methode

Bei der TPA wird eine Probe zyklisch zwei Mal belastet. Bei der nachfolgenden Auswertung werden Kräfte, Flächenverhältnisse und Wegdifferenzen aufgezeichnet um die Parameter Festigkeit, Elastizität, Balligkeit und Kaufähigkeit zu berechnen.

Messparameter und Einstellungen

Tabelle 10 Messparameter TPA

Messmethode	TPA
Vortestgeschwindigkeit	1mm/s
Testgeschwindigkeit	0,8mm/s
Rücktestgeschwindigkeit	0,8mm/s
Verformung (Eindringtiefe in %)	60% von der Probenhöhe
Wartezeit zwischen den Messungen	10s
Ausösekraft	0,049 N
Messdatenrate	200 Messpunkte pro Sekunde
Messstempel	75mm Kompressionsstempel

Auswertung der TPA

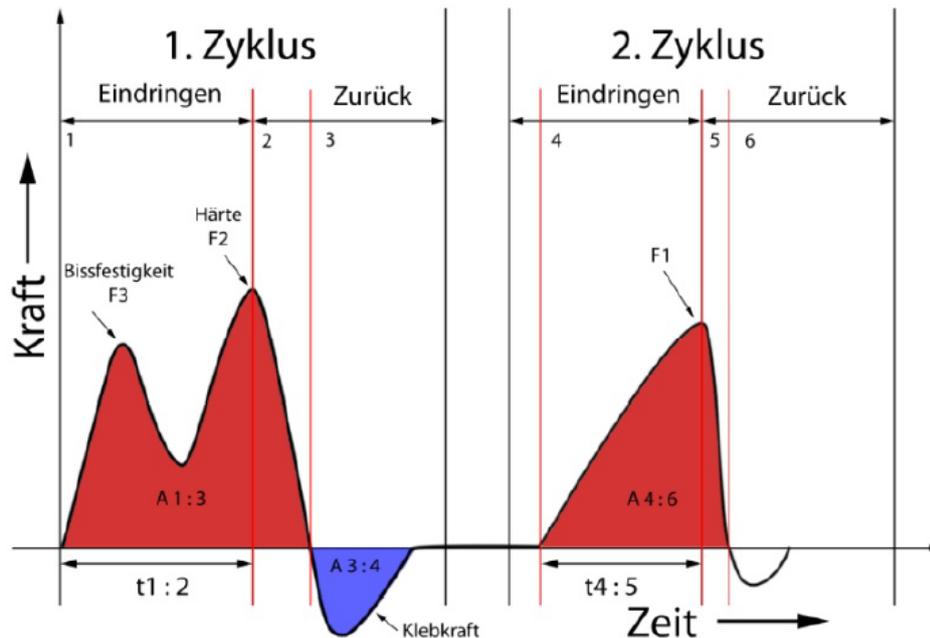


Abbildung 8 Beispiel der Auswertung TPA

Bissfestigkeit (Fracturability)	Wird als erster Kraftpeak im Anstieg der Kurve definiert. Dieser Parameter kommt bei Weizenbrotten nicht vor.	Erster Kraftpeak im ersten Zyklus [N] oder [g]
Festigkeit / Härte (Hardness)	Benötigte Kraft bei der maximalen Verformung bzw. Eindringtiefe der Probe.	Maximale Kraft im ersten Zyklus [N] oder [g]
Kohäsion (Cohesiviness)	Charakterisiert den inneren Zusammenhalt der Probe.	Fläche 5 / Fläche 1 [Dimensionslos]
Balligkeit / Spannkraft (Resilience)	Dieser Parameter charakterisiert die Anfangselastizität einer Probe, welcher aus dem Flächenverhältnis des ersten Messzyklus errechnet wird.	Fläche 3 / Fläche 2 [Dimensionslos]
Klebrigkeit (Adhesiveness)	Erforderliche Arbeit zur Überwindung der Anziehungskraft zwischen dem Lebensmittel und dem mit ihm in Kontakt gekommenen Material (Messstempel).	Fläche 4 [N s]
Elastizität: (Springiness)	Grad der Verformung der Probe nach dem ersten Belastungszyklus. Dieser Parameter beschreibt das Ausmaß der Rückverformung einer Probe nach der Entlastung der Probe durch den Messstempel.	Zeit 2 / Zeit 1 [%]
Gummiartigkeit: (Gumminess)	Energie zum Zerkauen des Lebensmittels in einen zum Abschlucken geeigneten Zustand.	Festigkeit x Kohäsion [N]
Kaufähigkeit: (Chewiness)	Energie zum Überführen des Lebensmittels in einen zum Abschlucken geeigneten Zustand.	Gummiartigkeit x Elastizität [N]

Abbildung 9 Beschreibung der Messparameter

(Quelle: Untersuchung der Frischhaltung von Brot Mittels des Textur Analysers TA/XT plus und der Textur Profil Analyse Dipl. Ing. Ralph Andr'e Winopal)

6.2 Vorbereitung der Proben

Bei der Methode TPA ist es wichtig, dass die Probe vor den Tests in einem unberührten Zustand sind. Jede Stauchung oder andere etwaige Beanspruchung muss vermieden werden, da sonst Abweichungen das Messgerät, das die kleinsten Unterschiede misst, falsche Ergebnisse liefert. Das bedeutet auch, dass der Anwender das Brot immer ausgestochen und aufwendig vorbereitet muss. Bei den Milchbrötchen kam hinzu, dass hier auch noch eine sehr weiche und elastische Krume die Vorbereitung erschwert, vom Ausstechen abgesehen. Um die Probe möglichst wenig zu belasten und eine gleichmäßige Schnitteigenschaft zu ermöglichen wurde mit einer Brotschneidemaschine gearbeitet. Die Brötchen wurden zuerst an allen Seiten grob zugeschnitten, um eine eckige Form zu erreichen. Anschließend wurde von den Seitenteilen je 1,5 cm abgenommen. Um die Mindesthöhe von 25 mm zu erreichen wurden zwei Streifen von 1,25 mm abgenommen, da die Brotschneidemaschine nur eine maximale Scheibendicke von 20 mm erfasst. Die Streifen wurden nun mit einem scharfen Messer mittels Schablone zu einem Würfel von 3*3 cm zugeschnitten. Wichtig ist hier, dass die Proben schnellstmöglich gemessen werden, da die Gefahr besteht, dass die Proben austrocknen. Nachdem der Texture Analyser kalibriert wurde konnten die Proben mittig unter dem Messstempel platziert werden. Als Messstempel diente eine Platte mit einem Durchmesser von 4,5 cm.

7 Ergebnisse

7.1 Volumen

Als Volumen wurde das Gebäckvolumen von insgesamt 3 Brötchen zusammengefasst. Die Tabelle 11 zeigt die Ergebnisse des Zentralversuchs. In Tabelle 12 sind die Volumen der weiteren Versuche und des Standards zusammengefasst.

Tabelle 11 Volumen des Zenralversuchs

Versuch	Volumen [cm ³] 3Stk je 60g
V4	618
V8	689
V12	711
V16	665
V18	654
V19	645
Mittelwert	664
Standartabweichung	32,73

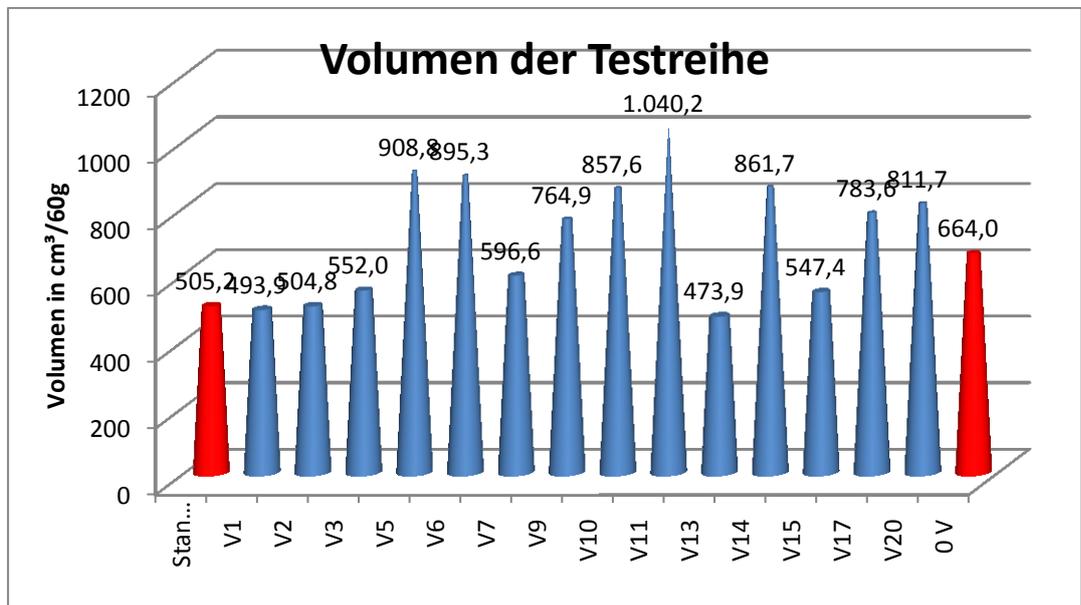


Abbildung 10 Diagramm Volumen der Testreihe

Tabelle 12 Volumen der Versuchsreihe 1 und 2

Versuch	Volumen [cm ³] 3Stk je 60g
V1	494
V2	505
V3	552
V5	909
V6	895
V7	597
V9	765
V10	858
V11	1040
V13	474
V14	862
V15	547
V17	784
V20	812
V21	444
V22	477
V23	731
V24	912
Standard	505

Die Abbildungen 11-13 zeigen die Abhängigkeiten des Volumens von den einzelnen Faktoren, wobei jeweils die übrigen Faktoren die Höhe des Zentralversuchs haben.

In den weiteren Abbildungen 14-16 sind jeweils zwei Variablen aufgetragen und als Kurvenschar das zu erwartende Volumen.

Design-Expert® Software
Volumen

--- CI Bands

X1 = A: Citrusfaser

Actual Factors
B: Emulgator = 6.0
C: Margarine = 5.05

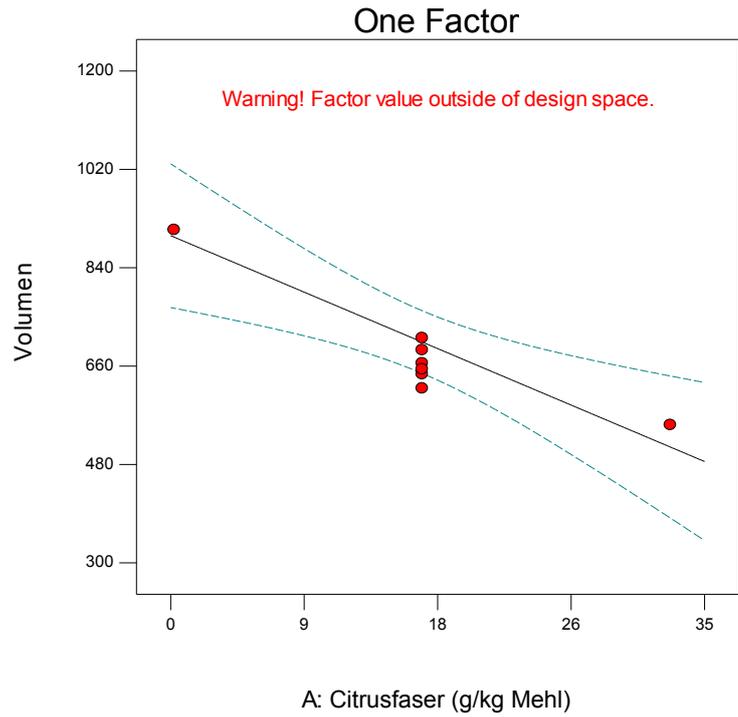


Abbildung 11 Gebäckvolumen in Abhängigkeit von Citrusfaser (via Basic Textur)

Design-Expert® Software
Volumen

--- CI Bands

X1 = B: Emulgator

Actual Factors
A: Citrusfaser = 16
C: Margarine = 5.05

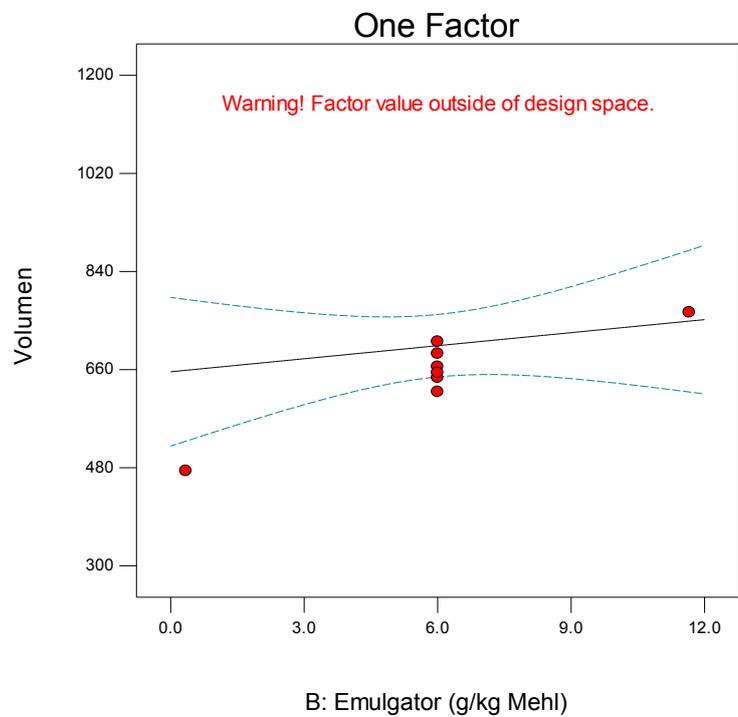


Abbildung 12 Abhängigkeit des Gebäckvolumens vom Emulgator

Design-Expert® Software
Volumen

--- CI Bands

X1 = C: Margarine

Actual Factors
A: Citrusfaser = 16
B: Emulgator = 6.0

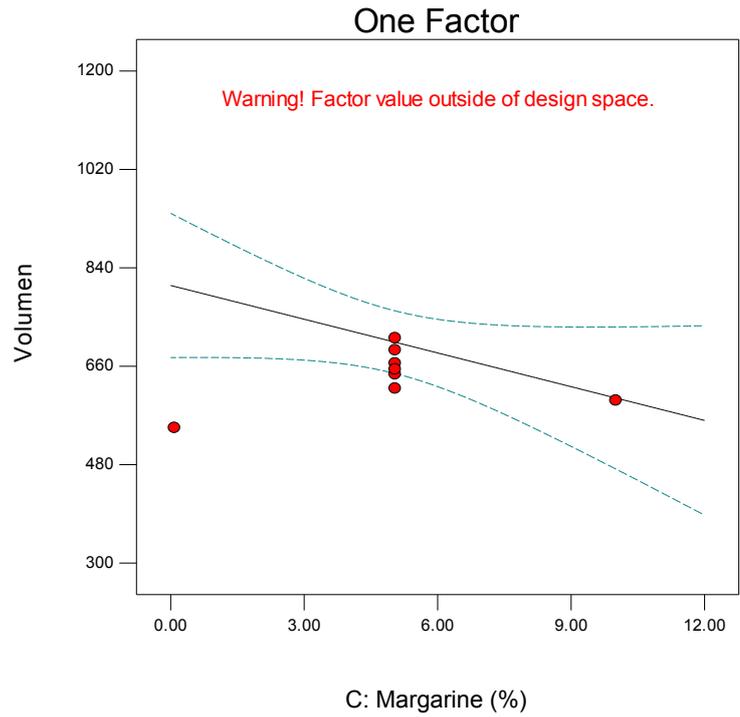


Abbildung 13 Abhängigkeit des Gebäckvolumens von der Margarinedosage

Design-Expert® Software
Volumen

1040
474

X1 = A: Citrusfaser
X2 = C: Margarine

Actual Factor
B: Emulgator = 11.2

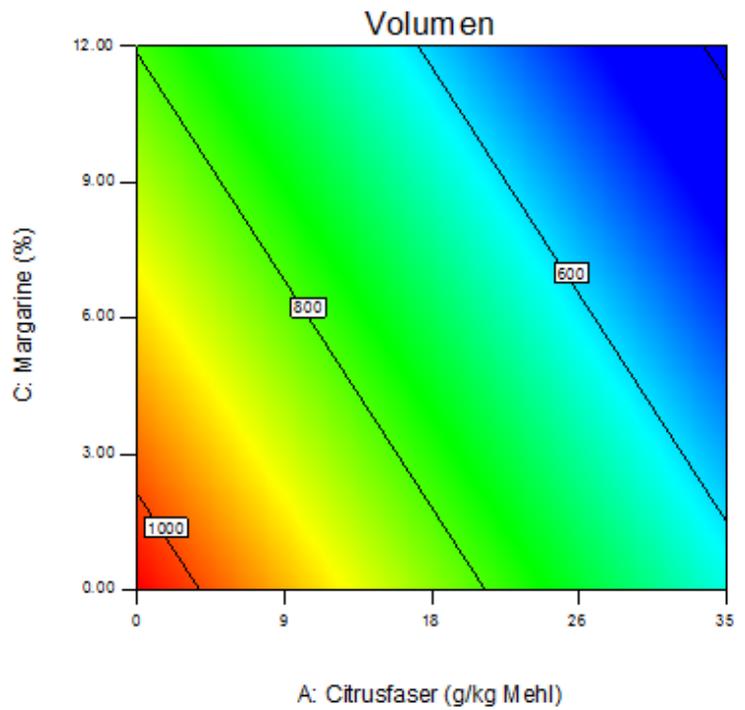


Abbildung 14 Abhängigkeit des Gebäckvolumens von der Menge Citrusfaser und Margarine

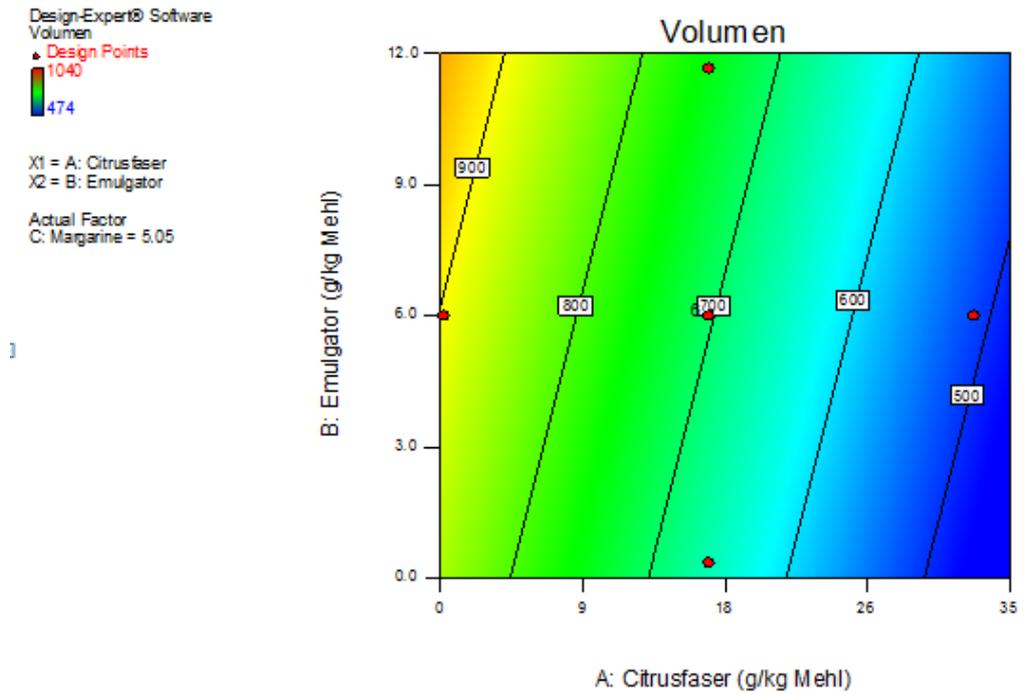


Abbildung 15 Abhängigkeit des Gebäckvolumens von der Menge Emulgator und Citrusfaser

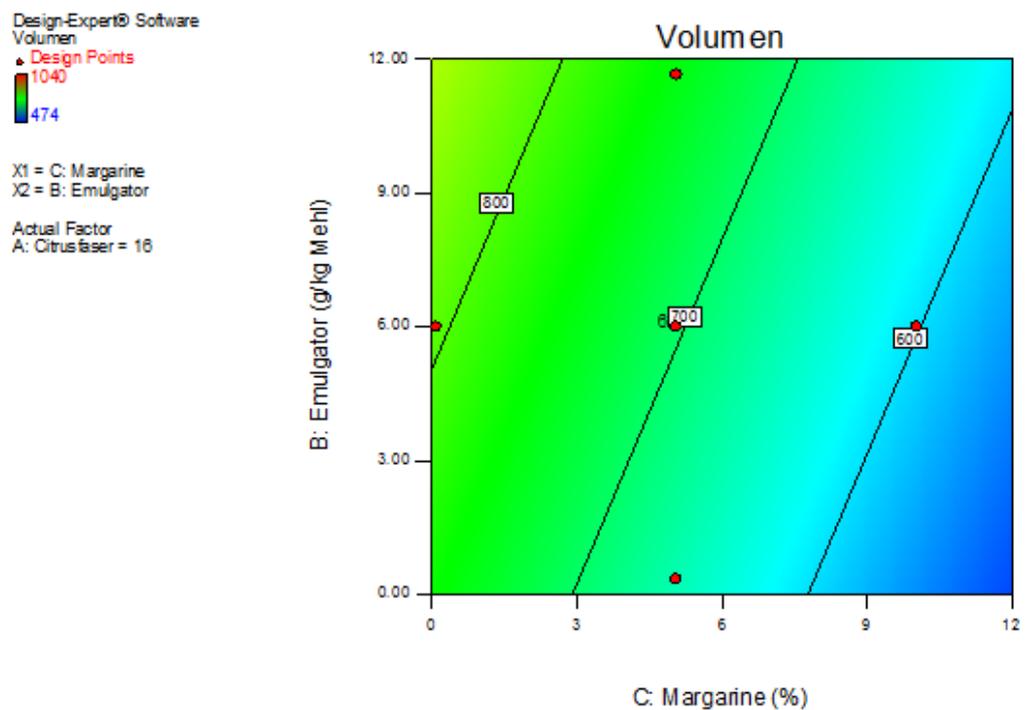


Abbildung 16 Abhängigkeit des Gebäckvolumens von der Menge Emulgator und Margarine.

7.2 Backverlust

Als Backverlust wurde ein Mittel von Brötchen vor (ca. 60 g Teigeinlage) und nach dem Backen erfasst. Die Tabelle 13 zeigt die Ergebnisse des Zentralversuchs. In Tabelle 14 sind die Backverluste der weiteren Versuche und des Standards zusammengefasst.

Tabelle 13 Backverlust der Zentralversuche

Versuch	Teigeinwaage [g]	Backverlust [%]
V4	60,07	8,6
V8	60,43	10,2
V12	60,23	10,4
V16	59,69	9,4
V18	57,22	8,7
V19	60,06	8,6
Mittelwert	59,62	9,32
Standartabweichung	1,14	0,83

Tabelle 14 Backverlust der Versuchsreihen

Versuch	Teigeinwaage [g]	Backverlust [%]
V1	62,83	9,9
V2	58,39	9,8
V3	59,99	9,5
V5	60,51	10,7
V6	60,9	12
V7	60,23	8,9
V9	60,59	10,1
V10	59,42	10,5
V11	58,41	12,2
V13	60,00	11,0
V14	60,35	10,0
V15	59,39	12,1
V17	60,48	10,0
V20	58,54	10,1
V21	60,13	9,7
V22	60,04	8,8
V23	57,79	9,7
V24	59,49	11,3
Standard	60,01	8,1

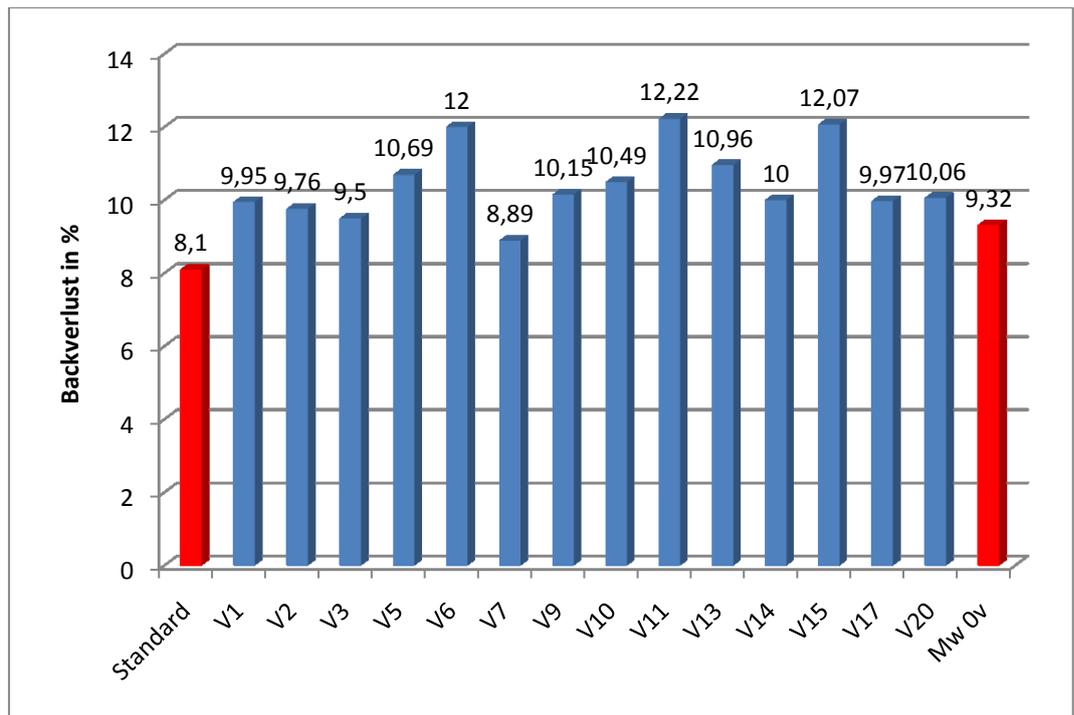


Abbildung 17 Backverlust der Versuchsreihe

Die Abbildungen 18-20 zeigen die Abhängigkeiten des Backverlusts von den einzelnen Faktoren, wobei jeweils die übrigen Faktoren die Höhe des Zentralversuchs haben.

In den weiteren Abbildungen 21-23 sind jeweils zwei Variablen aufgetragen und als Kurvenschar der zu erwartende Backverlust.

Design-Expert® Software
Backverlust

--- CI Bands

X1 = A: Citrusfaser

Actual Factors
B: Emulgator = 6.00
C: Margarine = 5.05

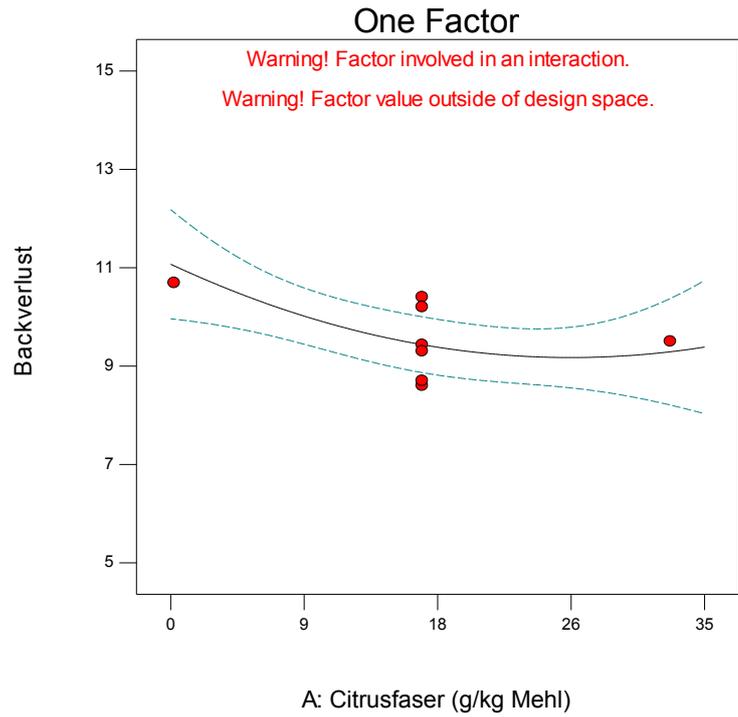


Abbildung 18 Backverlust in Abhängigkeit von der Citrusfasermenge (via Basic Textur)

Design-Expert® Software
Backverlust

--- CI Bands

X1 = B: Emulgator

Actual Factors
A: Citrusfaser = 16
C: Margarine = 5.05

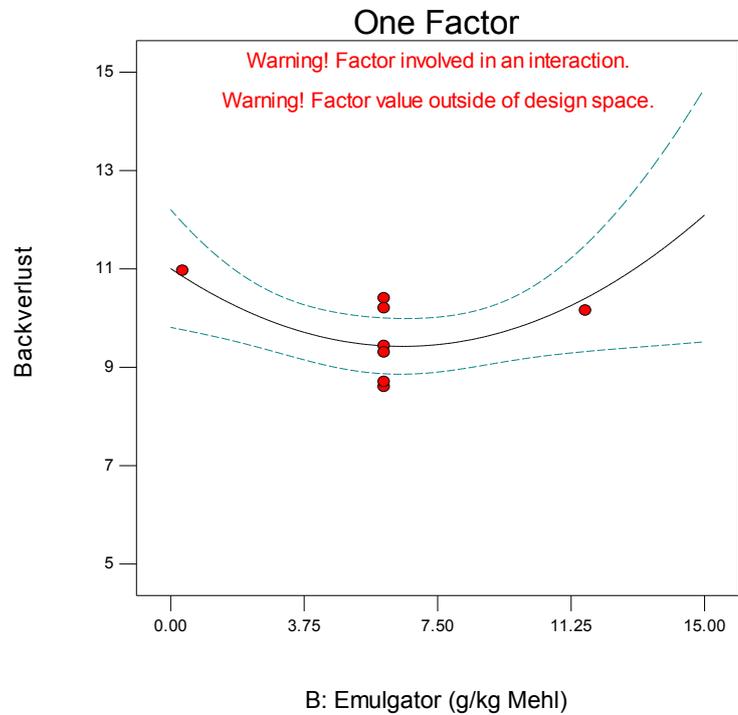


Abbildung 19 Abhängigkeit des Backverlustes von der Emulgatormenge

Design-Expert® Software
Backverlust

--- CI Bands

X1 = C: Margarine

Actual Factors
A: Citrusfaser = 16
B: Emulgator = 6.00

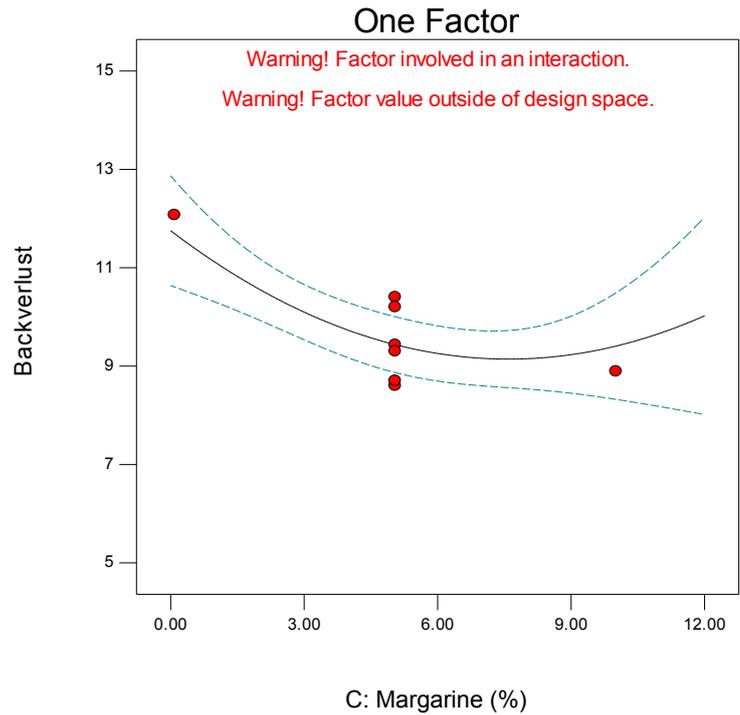


Abbildung 20 Abhängigkeit des Backverlustes von der Margarinedosage

Design-Expert® Software
Backverlust

◆ Design Points
12.22
8.6

X1 = C: Margarine
X2 = A: Citrusfaser

Actual Factor
B: Emulgator = 6.00

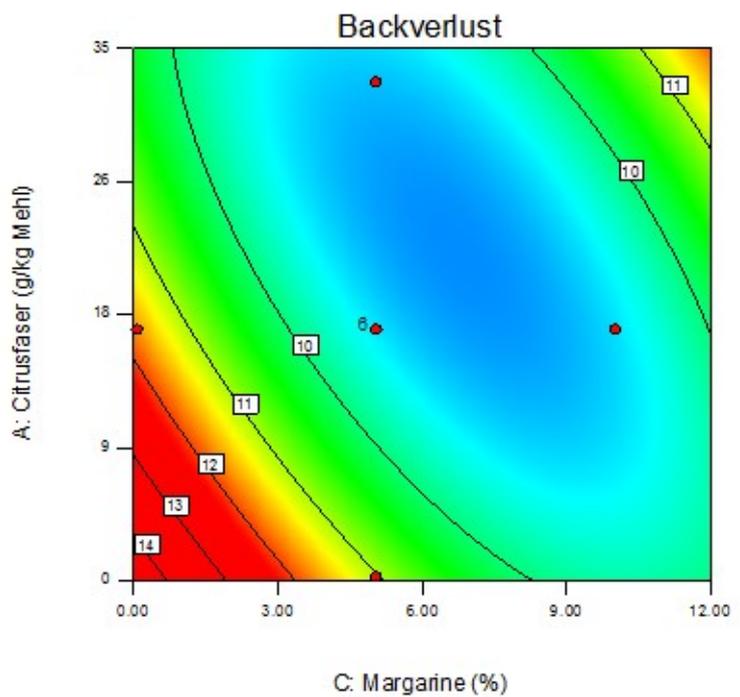


Abbildung 21 Backverlust in Abhängigkeit der Menge an Citrusfaser und Margarine

Design-Expert® Software
 Backverlust
 ● Design Points
 12.22
 8.6

X1 = B: Emulgator
 X2 = A: Citrusfaser

Actual Factor
 C: Margarine = 5.06

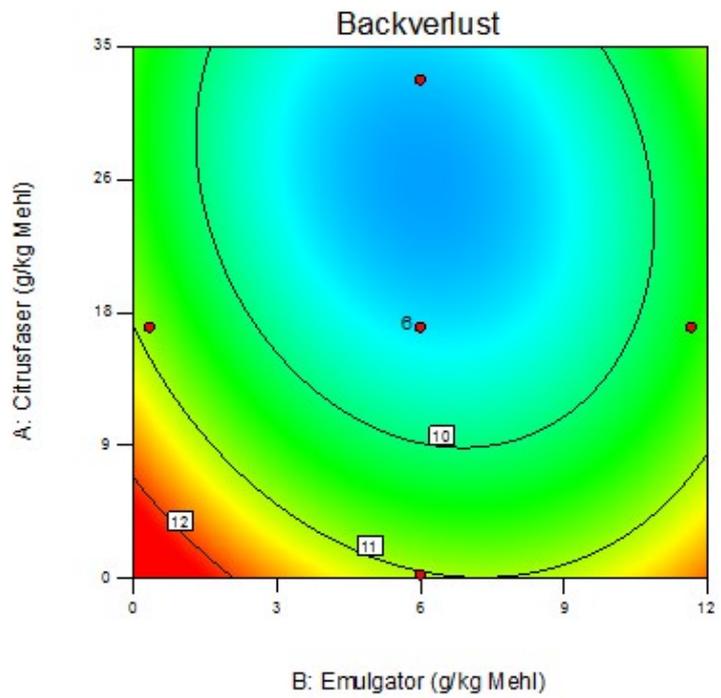


Abbildung 22 Abhängigkeit des Gebäckvolumens von der Menge Citrusfaser und Emulgator

Abbildung 20 Abhängigkeit des Gebäckvolumens von der Menge Citrusfaser und Emulgator

Design-Expert® Software
 Backverlust
 ● Design Points
 12.22
 8.6

X1 = B: Emulgator
 X2 = C: Margarine

Actual Factor
 A: Citrusfaser = 16

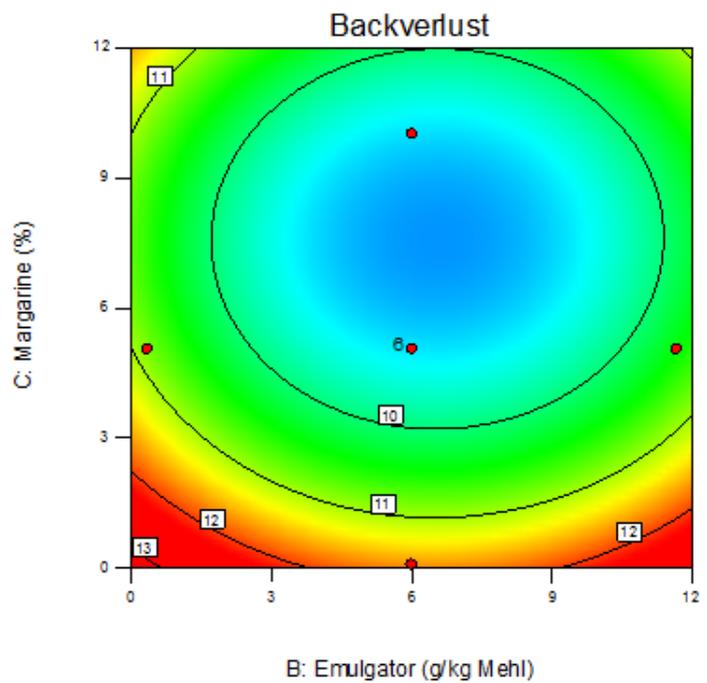


Abbildung 23 Abhängigkeit des Gebäckvolumens von der Menge Emulgator und Margarine

7.3 Rheologische und sensorische Beurteilung

Die Brötchen wurden über einen Zeitraum von 6 Tagen sowohl rheologisch mittels Texturanalyse als auch sensorisch untersucht. Die Tabelle 15 zeigt die Ergebnisse des Zentralversuchs. In Tabelle 16 sind die Beurteilungen und Messwerte der weiteren Versuche und des Standards zusammengefasst.

Tabelle 15 Sensorische Beurteilung und Texturanalyse der Zentralreihe

Tag	V4	V8	V12	V16	V18	V19
Sensorische Beurteilung (Stufen von 1-6)						
1	2	1	1	1	2	1
2	2	1	1	1	2	2
3	2	1	2	1	3	2
4	2	2	2	1	3	2
5	3	2	3	2	3	2
6	3	3	3	2	3	2
Härte der Krume [g]						
1	403	253	266	256	934	1234
2	679	360	625	465	1533	627
3	735	507	753	608	2073	1693
4	1400	759	931	618	2273	1649
5	1457	734	1114	729	1698	2000
6	1908	780	1164	561	1757	1590
Krumenelastizität [%]						
1	76	87	84	69	82	79
2	75	82	85	58	81	84
3	74	80	82	55	80	78
4	46	81	82	50	78	80
5	75	81	80	47	78	79
6	77	79	80	48	78	79

Tabelle 16 Sensorische Bewertung und Texturanalyse der Versuchsreihe

Tag	V1	V2	V3	V5	V6	V7	V9	V10	V11	V13	V14	V15	V17	V20	V21	V22	V23	V24	Standard
Sensorische Beurteilung (Stufen von 1-6)																			
1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1
2	3	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1
3	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1
4	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
5	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	2
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3
Härte der Krume [g]																			
1	312	778	752	227	203	476	243	155	153	265	480	186	331	273	758	608	376	270	269
2	1490	1446	1136	321	227	844	411	319	251	540	924	321	686	489	1091	980	575	449	984
3	1486	1355	1422	454	338	1184	520	525	370	941	1322	403	969	543	1612	1257	993	774	939
4	1732	1722	1389	578	384	1825	946	749	385	1033	1847	541	1084	773	2016	1266	746	659	1238
5	1896	1830	1890	639	550	1725	706	733	442	1117	1234	628	1353	631	2173	2281	871	734	2096
6	2335	2368	1686	606	610	1900	760	869	541	1347	1467	617	1264	732	1131	2215	1091	616	2029
Krumenelastizität [%]																			
1	83	84	81	83	80	85	78	87	97	95	82	89	97	86	87	75	81	96	89
2	79	77	81	80	86	82	83	85	92	89	83	85	86	81	81	73	75	91	78
3	73	77	75	80	85	80	80	82	90	85	80	87	86	78	83	72	69	84	71
4	74	79	79	82	85	81	79	83	89	82	81	86	86	51	81	75	74	86	72
5	76	78	78	82	86	80	80	82	83	80	80	86	84	78	80	81	74	85	78
6	74	78	79	81	82	82	76	82	87	82	79	84	85	79	74	72	72	80	76

Die Abbildungen 24 zeigt die Abhängigkeit der Krumenhärte nach 3 Tagen von der Citrusfaser, wobei jeweils die übrigen Faktoren die Höhe des Zentralversuchs haben.

Die Abbildungen 25-27 zeigen die Abhängigkeiten der Krumenhärte von jeweils zwei Variablen und unterschiedlichen Margarinekonzentrationen.. Als Kurvenschar mit gleicher Farbe ist die zu erwartende Krumenhärte dargestellt.

Design-Expert® Software
Härte 3. Tag

--- CI Bands

X1 = A: Herbacel AQ Plus Citrus

Actual Factor
B: Emulgator = 6.0

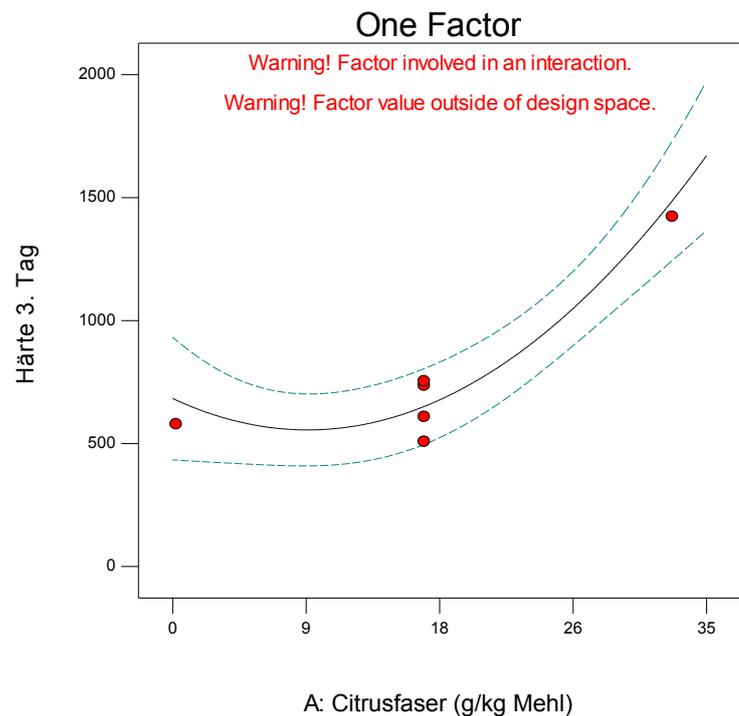


Abbildung 24 Krumenhärte in Abhängigkeit von Citrusfaser (via Basic Textur)

Design-Expert® Software
 Härte 3. Tag
 Design Points
 1612
 507
 X1 = A: Herbacel AQ Plus Citrus
 X2 = B: Emulgator

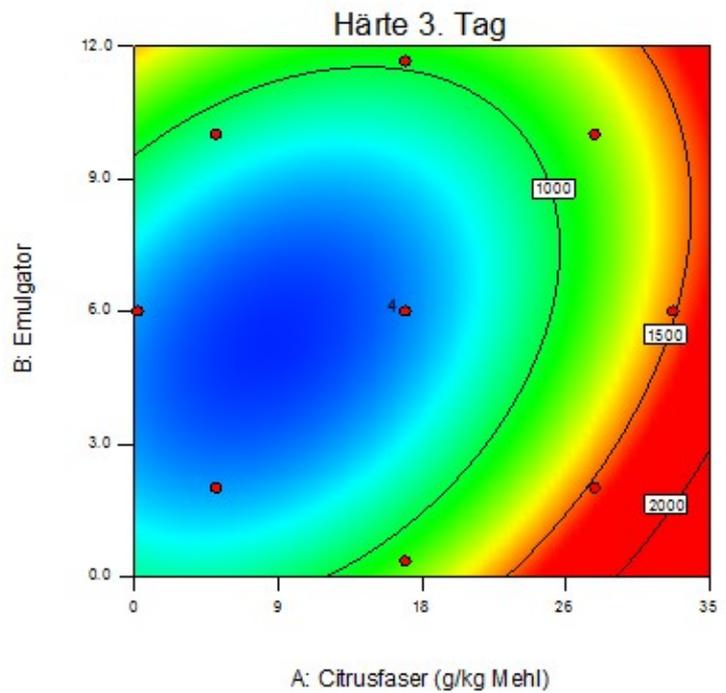


Abbildung 25 Abhängigkeit der Krumenhärte von der Menge Citrusfaser und Emulgator bei 5% Margarine

Design-Expert® Software
 Härte 3. Tag
 Design Points
 1647
 384
 X1 = A: Citrusfaser
 X2 = B: Emulgator
 Actual Factor
 C: Margarine = 2.10

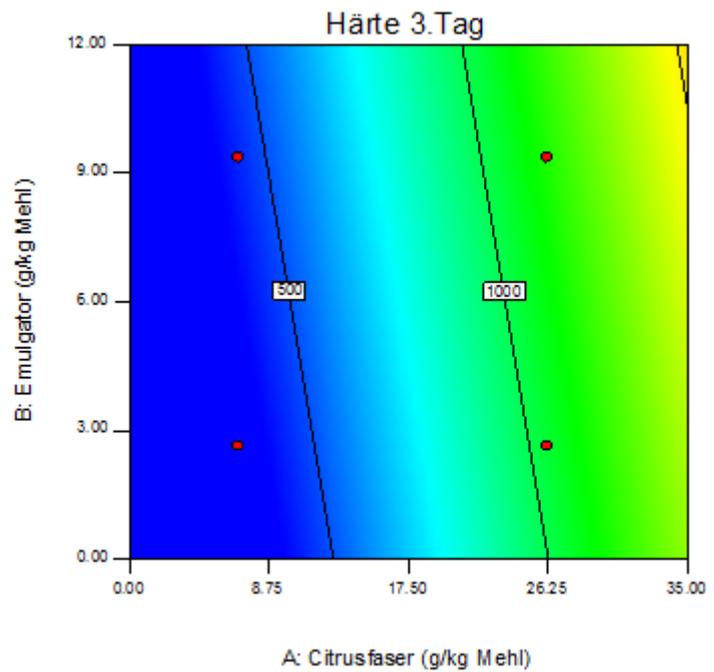


Abbildung 26 Abhängigkeit der Krumenhärte von der Citrusfaser und Emulgator bei 2% Margarine

Design-Expert® Software
Härte 3.Tag
▲ Design Points
1847
384

X1 = A: Citrusfaser
X2 = B: Emulgator
Actual Factor
C: Margarine = 8.00

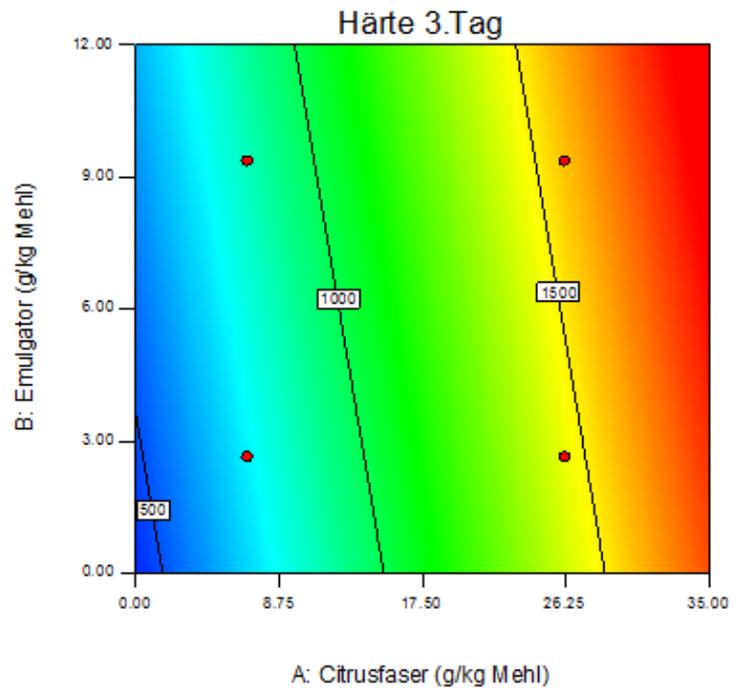


Abbildung 27 Abhängigkeit von der Krumenhardt von der Menge Citrusfaser und Emulgator bei 8% Margarine

7.4 Fotos der Versuchsreihen

Im nachfolgenden Abschnitt sind einige Bilder der Milchbrötchen dargestellt. Leider konnten nicht alle Bilder der Versuchsreihen abgebildet werden. Diese sind jedoch in der beiliegenden CD mit den wichtigsten Daten aufgeführt.

Standardversuch (Bench Mark)

Tabelle 17 Volumen & Backverlust Bench Mark



Abbildung 28 Bench Mark

Tabelle 18 Sensorische Bewertung Bench Mark

Vol. cm ³	
3Stk.je 60g	505
Backverlust%	8,1

Sensorische Bewertung					
Wertung					
	Note ges.	Porung	Aroma	Kauverhalten	Feuchtigkeit
Tag 1	1	gut	sehr gut	normal	sehr gut
Tag 2	1		sehr gut	normal	gut
Tag 3	1		sehr gut	normal	gut
Tag 4	1		gut	normal	gut
Tag 5	2		gut	normal	etw. trocken
Tag 6	3		gut	normal	trocken

Zentralversuch (Versuch 16)

Tabelle 19 Volumen & Backverlust Versuch 16



Vol. cm ³	
3Stk.je 60g	665
Backverlust%	9,4

Abbildung 29 Zentralversuch (V16)

Tabelle 20 Sensorische Bewertung Zenralversuch 16

Sensorische Bewertung					
Wertung					
	Note ges.	Porung	Aroma	Kauverhalten	Feuchtigkeit
Tag 1	1	fein	sehr gut	normal	sehr gut
Tag2	1		sehr gut	normal	sehr gut
Tag 3	1		sehr gut	normal	sehr gut
Tag 4	1		sehr gut	normal	sehr gut
Tag 5	2		gut	normal	etw. trocken
Tag 6	2		gut	normal	etw. trocken

Variable Faktoren:

Basic Textur: 275g = +/- 0%

Margarine: 101g = +/- 0%

Emulgator: 6g = +/- 0%

Veruch 10 (8%Fett)

Tabelle 21 Volumen & Backverlust Versuch 10



Vol. cm ³	
3Stk.je 60g	858
Backverlust%	10,5

Abbildung 30 Versuch 10 (8% Fett)

Tabelle 22 Sensorische Bewertung Versuch 10

Sensorische Bewertung					
Wertung					
	Note ges.	Porung	Aroma	Kauverhalten	Feuchtigkeit
Tag 1	1	gut	sehr gut	normal	sehr gut
Tag2	1		sehr gut		sehr gut
Tag 3	1		sehr gut		sehr gut
Tag 4	2		gut		gut
Tag 5	2		gut		gut
Tag 6	3		gut		trocken

Variable Faktoren:

Basic Textur: 113,8g = -58%

Margarine: 160g = + 58%

Emulgator: 2,6g = - 56%

Versuch 9 (5% Fett)

Tabelle 23 Volumen & Backverlust Versuch 9



Vol. cm ³	
3Stk.je 60g	765
Backverlust%	10,9

Abbildung 31 Versuch 9 (5% Fett)

Tabelle 24 Sensorische Bewertung Versuch 9

Sensorische Bewertung					
Wertung					
	Note ges.	Porung	Aroma	Kauverhalten	Feuchtigkeit
Tag 1	1	gut	gut	etw. ballig	sehr gut
Tag2	1		gut		gut
Tag 3	2		gut		gut
Tag 4	2		gut		etw. trocken
Tag 5	2		gut		etw. trocken
Tag 6	3		gut		trocken

Variable Faktoren:

Basic Textur: 275g = +/- 0%

Margarine: 101g = +/- 0%

Emulgator: 11,7g = ++ 94%

Versuch 17 (3%Fett)

Tabelle 25 Backverlust & Volumen Versuch 17



Abbildung 32 Versuch 17 (3% Fett)

Tabelle 26 Sensorische Bewertung Versuch 17

Sensorische Bewertung					
Wertung					
	Note ges.	Porung	Aroma	Kauverhalten	Feuchtigkeit
Tag 1	1	fein	sehr gut	normal	sehr gut
Tag2	1		sehr gut		sehr gut
Tag 3	2		sehr gut		gut
Tag 4	2		gut		gut
Tag 5	2		gut		gut
Tag 6	3		gut		etw. trocken

Vol. cm ³	
3Stk.je 60g	784
Backverlust%	10

Variable Faktoren:

Basic Textur: 436,2g = + 58%

Margarine: 42g = - 58%

Emulgator: 2,6g = - 56%

8 Auswertung

Leider konnten die Lagerversuche nicht über den vollen Zeitraum untersucht werden. Da die Gebäcke nicht unter optimalen hygienischen Voraussetzungen hergestellt werden konnten, sind diese in einem kürzeren Zeitraum als geplant verdorben. Deshalb wurden die Lagerversuche auf sechs Tage verkürzt.

8.1 Volumen

Mit steigendem Fettgehalt sinkt das Gebäckvolumen. Das zeigt sich auch daran, dass bei fast allen Gebäcken der Versuchsreihen ein höheres Volumen erzielt wurde als bei dem Standard. Durch den höheren Wasseranteil kann die Hefe mehr Nährstoffe aufnehmen. Somit entsteht eine bessere Lockerung des Gebäcks. Auch kann sich durch die geringere Fettzugabe ein besseres Klebergerüst ausbilden. Dadurch kann sich ein elastischerer Teig bilden, der ein größeres Volumen zur Folge hat. Mit steigender Zugabe von Basic Textur reduziert sich das Volumen. Abb. 11 zeigt die Abhängigkeit besonders gut.

D.h. durch Citrusfaser (bzw. Basic Textur) lässt sich das gewünschte Krumenvolumen gut einstellen. Mit Emulgator kann hier weniger erreicht werden.

8.2 Backverlust:

Die Höhe des Backverlustes wird im Prinzip von zwei Faktoren beeinflusst, dem Fettgehalt und den im Rezept enthaltenen wasserbindenden Stoffen.

Der Backverlust ist in fast allen Gebäcken höher als bei dem Standard (höchster Fettgehalt). Dies hängt vor allem damit zusammen, dass bei den Versuchen, bei denen das Fett reduziert wurde, dieses durch Wasser oder Basic Textur, d.h. Wasser und Citrusfaser, ersetzt wurde. Durch Zugabe von Basic Textur ist der Backverlust geringer als bei der reinen Zugabe von Wasser. Dies macht deutlich, dass ein höherer Teil des Wassers von

den Citrusfasern gebunden wird. Abb. 21 zeigt deutlich das Zusammenspiel von Margarine und Citrusfasern. Mit höherem Fettanteil und steigender Citrusfasermenge sinkt der Backverlust. Beim Emulgator (Abb. 22) scheint es eher ein optimale Dosage, ca. 6 g/g Mehl zu geben, bei dem der Backverlust gering ist.

8.3 Sensorische Beurteilung

Bei dem Zentralversuch wurde der sensorische Eindruck als sehr gut empfunden. Auffällig ist, dass ab dem dritten Tag eine Abnahme des Geschmacks stattfindet. Ausschlaggebend hierfür ist wahrscheinlich eine nicht optimale Lagerung, durch die hohe Anzahl der Proben nicht ausreichend durchgeführt werden konnte. Jedoch sind die Ergebnisse aller Proben sehr zufriedenstellend.

Bei den Gebäcken mit einem größeren Volumen wurde der Geschmack als zu Trocken empfunden. Dies hängt zum einen daran, dass durch das größere Volumen ein größerer Backverlust entsteht. Deshalb ist weniger Feuchtigkeit im Gebäck enthalten. Zum anderen verteilt sich die Feuchtigkeit auf eine größere Fläche, was sich im Geschmack widerspiegelt. Das Volumen ist entscheidend für das sensorische Empfinden. Bei einem zu hohen Volumen ballt die Krume durch die hohe Lockerung beim Kaueindruck. Bei einem leicht erhöhten Volumen wurden die besten sensorischen Bewertungen erreicht. Bei zu geringen Volumen sind die Eindrücke befriedigend. Durch die Fettreduzierung wurde ein fader Geschmack erwartet, dies ist jedoch nicht eingetreten. Mutmaßlich reichen schon geringe Fettmengen aus, um einen fördernden Fettgeschmack zu erreichen.

8.4 Härte

Die Messung der Härte über die Zeit sollte als Maßstab der Frischhaltung dienen. Jedoch zeigen bereits die Ergebnisse der Zentralversuche, dass die Messung schwer durchführbar ist. Die hohen Schwankungen liegen möglicherweise in der geringen Gebäckgröße. Prinzipiell ist die Methode geeignet. Dies zeigen die jeweils steigenden Werte mit der Lagerzeit.

Jedoch ist es nicht möglich eine eindeutige Aussage zu machen, ob eine der Kombinationen besonders gut frischhält. Beispielsweise wäre eine prozentual niedere Festigkeitszunahme ein Indiz dafür, unabhängig ob das Gebäck am 1 Tag bereits weicher oder fester als eine Referenz ist.

An der Darstellung des Einflusses von Emulgator und Citrusfaser nach 3 Tagen Lagerung (Abb 25) kann daraus geschlossen werden, dass es ein günstiges Verhältnis der Kombination beider Zutaten gibt, zumindest bei Gebäcken mit 5 % Margarine.

Bei 8 % Margarine wirkt sich die steigende Citrusfasermenge besonders stark aus. Die Gebäcke werden durch die hohe Wasserbindung fast schon zu fest.

8.5 Krumenelastizität

Die Elastizität der Krume nimmt im Laufe der Lagerung ab. Die Retrogradation der Stärke und das Austrocknen der Gebäcke sind dafür verantwortlich. Jedoch nimmt die Elastizität nicht stark ab. Basic Textur hat nur einen geringfügigen Einfluss auf die Krumenelastizität. Durch hohe Zugabe von Basic Textur nimmt diese etwas ab. Durch eine erhöhte Margarinezugabe ist die Elastizität geringer. Jedoch verändert diese sich nur noch gering. Ohne Margarine nimmt die Elastizität ab. Durch hohe Emulgatorzugabe ist die Elastizität relativ gering. Bei geringer Emulgatorzugabe ist die Elastizität hoch und nimmt sehr schnell ab. Auch bei der Krumenelastizität sind die Produkte des Zentralversuchs dem Standard am nächsten.

8.6 Rezepturoptimierung

Durch die statistische Versuchsplanung ist es möglich u.a. Rezepturoptimierung durchzuführen. Im Folgenden wurden die Werte der Standardrezeptur als Ziel verwendet wobei der Backverlust minimal sein sollte.

Im Fall 1 (Tab. 27) wurde für die fettarme Milchbrötchen mit 2 % Margarine die Citrusfaser- sowie Emulgatormenge ermittelt, die zum Volumen 505 und Härte 939 am 3.Tag führt.

Im Fall 2 (Tab.28) wurde für Milchbrötchen mit 5 % Margarine, die Citrusfaser- sowie Emulgatormenge ermittelt, die zum Volumen 505 und Härte 939 am 3.Tag führt.

Tabelle 27 Rezepturermittlung mittels statistischer Versuchsplanung anhand Reihe 1

Constraints							
Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Importance			
A: Citrusfaser	is in range	6.829	26.17	3			
B: Emulgator	is in range	2.636	9.363	3			
C: Margarine	is target = 2.10	2.1	8	5			
Volumen	is target = 505	474	1040	3			
Backverlust	minimize	8.6	12.22	1			
Härte 3.Tag	is target = 939	384	1847	3			
<u>25 Solutions found</u>							
	Citrusfaser	Emulgator	Margarine	Volumen	Back- verlust	Härte 3.Tag	Desirability
1	<u>23.90</u>	<u>3.06</u>	<u>2.10</u>	<u>653.712</u>	<u>10.29</u>	<u>963.695</u>	<u>0.869</u>
2	<u>23.92</u>	<u>3.11</u>	<u>2.10</u>	<u>653.808</u>	<u>10.27</u>	<u>965.405</u>	<u>0.869</u>
...							
...							
...							
25	<u>24.31</u>	<u>9.02</u>	<u>2.10</u>	<u>696.363</u>	<u>10.21</u>	<u>1078.9</u>	<u>0.817</u>

Tabelle 28 Rezepturermittlung mittels statistischer Versuchsplanung anhand Reihe 2

Constraints						
Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Importance		
A: Citrusfaser	is in range	5	28	3		
B: Emulgator	is in range	2	10	3		
Volumen	is target = 505	444	912	3		
Backverlust	minimize	8	11	1		
Härte 3.Tag	is target = 939	507	1612	3		
<u>1 Solution found</u>						
	Citrusfaser	Emulgator	Volumen	Back- verlust	Härte 3.Tag	Desirability
1	<u>24.09</u>	<u>8.57</u>	<u>681.677</u>	<u>10.29</u>	<u>939.003</u>	<u>0.832</u>

Zur Überprüfung wäre es nun nötig, dies war aber im Rahmen der Arbeit nicht möglich, Milchbrötchen mit entsprechend in Tabelle 27 und 28 aufgeführten Mengen Citrusfaser bzw. Emulgator zu backen. Dies müssten dann in den gewünschten Parametern Volumen und Krumenfestigkeit sehr nahe am Standard mit 12 % Fett liegen.

8.7 Zusammenfassende Auswertung

Zuerst muss festgestellt werden, dass die Herstellung von fettreduzierten Milchbrötchen durch eine Ausgleichung der Margarine von Basic Textur möglich ist. Schon bei ersten Versuchen wurden sehr gute Ergebnisse im Volumen und der sensorischen Bewertung erzielt. Der diesen Versuchen zu Grunde liegende Zentralversuch brachte die besten Ergebnisse, die durchaus mit der Standard-Vollfett-Rezeptur konkurrieren können. Der Zentralversuch liegt vermutlich schon nahe an der optimalen Dosierung von Basic Textur und Emulgator.

Die Auswertung hat ergeben, dass das freie Wasser im Rezept den größten Einfluss auf den Backverlust, das Volumen sowie den Geschmack hat. Bei einem zu hohen Gehalt an freiem Wasser im Teigling wirkt sich dies negativ aus. Durch den hohen Wassergehalt erhält die Hefe mehr Triebleistung, was zu einem sehr voluminösen Gebäck führt. Durch das hohe Volumen nimmt der Geschmack ab und das Gebäck wird als zu

trocken empfunden. Durch diesen Effekt wird auch die Härte sehr herabgesetzt und die Elastizität wird sehr hoch. Dies kommt einer Krume gleich die sehr weich und sehr elastisch ist was sich in einem balligen Kauverhalten ausdrückt.

Bei der Reduzierung der Fettmenge fiel auf, dass der Geschmack hier nur eine zweitrangige Position einnimmt. Es scheint so, als ob eine geringere Menge von Margarine schon ausreicht um einen Fettgeschmack hervorzurufen.

Die Dosierung des Emulgators hat einen untergeordneten Faktor. Bei einer sehr geringen Zugabe wirkt sich dies auf das Volumen aus, dass dann sehr zunimmt.

Anmerkung: Aufgrund der begrenzten Zeit war es nicht möglich zu prüfen, ob die Gebäckeeigenschaften mittels statistischer Planung gezielt einstellbar sind.

9 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden die Möglichkeiten untersucht mittels des Citrusfaser-haltigen Produkts Basic Textur der Firma Herbafood fettreduzierte Milchbrötchen herzustellen. Marktmarker enthalten typischerweise ca. 10-12 % Fett.

Nach der Entwicklung einer Rezeptur des Standards wurde unter Verwendung von statistischer Versuchsplanung ein Versuchsdesign erstellt. Dabei wurden maximal drei variablen Faktoren kombiniert: Fett, Emulgatoren und Basic Textur in Verbindung mit Wasser. Die Zielgrößen der Versuchsreihe bestanden aus dem Volumen, dem Backverlust, der Härte und der Krumenelastizität, sowie den sensorischen Eindrücken. Durch die ausgewerteten Ergebnisse wurde festgestellt, dass die Höhe des freien Wassers im Teig den größten Einfluss auf die Qualität hat, da diese die anderen Zielgrößen enorm beeinflussen. Als optimale Rezeptur der Milchbrötchen erwies sich der Zentralversuch. Auffällig war zudem, dass die Fettmenge nicht entscheidend für den Geschmack ist. Auch geringe Mengen an Margarine haben den sensorischen Eindruck angeglichen.

So konnte festgestellt werden, dass durch die Kombination aus Citrusfaser und geeigneter Emulgatormenge sich fettarme Produkt herstellen lassen die einem Brötchen mit normaler Fettzugabe in Geschmack und Aussehen konkurrieren kann oder dieses sogar übertreffen.

10 Summary

In this paper the possibilities of manufacturing fat-reduced milk rolls using the citrus fibre containing product 'Basic Textur' from the company Herbafood were examined. Free market samples usually contain some 10-12 % fat.

After developing a recipe of the standard an experiment design was created by using statistical experiment planning. a maximum of three variable factors were combined: fat, emulsifying agents and 'Basic Textur' dissolved in water. the command variables of the rest row were volume, loss in baking, hardness and crumb elasticity as well as sensoric impressions. the evaluated results determined that the most influence on the quality comes from the amount of free water in the dough, as it has enormous effect on the other command variables. the central test turned out to be the optimal recipe for the milk rolls. striking was the amount of fat not to have any influence on the flavour. small amounts of margarine adjusted the sensoric impression.

It could be ascertained that by combining citrus fibre and appropriate amounts of emulsifying agents, a low-fat product which is competitive, respectively even better, to normal fat rolls in flavour and look, can be made.

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Standardrezeptur	9
Tabelle 2 Faktoren der Versuchstreihe 1	11
Tabelle 3 Inhaltsstoffe der Versuchsreihe 1	12
Tabelle 4 Inhaltsstoffe der Versuchsreihe 2	13
Tabelle 5 Eigenschaften E481	18
Tabelle 6 Eigenschaften E471	19
Tabelle 7 Eigenschaften E412	19
Tabelle 8 Faktoren der Versuchsreihe 1	20
Tabelle 9 Faktoren der ergänzenden Versuchsreihe 2	20
Tabelle 10 Messparameter TPA	23
Tabelle 11 Volumen des Zenralversuchs	26
Tabelle 12 Volumen der Versuchsreihe 1 und 2	27
Tabelle 13 Backverlust der Zentralversuche	31
Tabelle 14 Backverlust der Versuchsreihen	31
Tabelle 15 Sensorische Beurteilung und Texturanalyse der Zentralreihe	36
Tabelle 16 Sensorische Bewertung und Texturanalyse der Versuchsreihe	37
.....	
Tabelle 17 Volumen & Backverlust Bench Mark	41
Tabelle 18 Sensorische Bewertung Bench Mark	41
Tabelle 19 Volumen & Backverlust Versuch 16	42
Tabelle 20 Sensorische Bewertung Zenralversuch 16	42
Tabelle 21 Volumen & Backverlust Versuch 10	43
Tabelle 22 Sensorische Bewertung Versuch 10	43
Tabelle 23 Volumen & Backverlust Versuch 9	44
Tabelle 24 Sensorische Bewertung Versuch 9	44
Tabelle 25 Backverlust & Volumen Versuch 17	45
Tabelle 26 Sensorische Bewertung Versuch 17	45
Tabelle 27 Rezepturermittlung mittels statistischer Versuchsplanung anhand Reihe 1	49
Tabelle 28 Rezepturermittlung mittels statistischer Versuchsplanung anhand Reihe 2	50

12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2 Laborknetter Diosna	14
Abbildung 1 Backbleche	14
Abbildung 3 Backofensystem der Staatlichen Fachschule für Lebensmitteltechnik.....	15
Abbildung 4 Teigteil/Rundwirker der Staatlichen Fachschule für Lebensmitteltechnik.....	15
Abbildung 5 Langwirker der Staatlichen Fachschule für Lebensmitteltechnik.....	16
Abbildung 6 Textur Analyser	16
Abbildung 7 Volumenmessgerät.....	17
Abbildung 8 Beispiel der Auswertung TPA.....	24
Abbildung 9 Beschreibung der Messparameter.....	24
Abbildung 10 Diagramm Volumen der Testreihe	26
Abbildung 11 Gebäckvolumen in Abhängigkeit von Citrusfaser (via Basic Textur)	28
Abbildung 12 Abhängigkeit des Gebäckvolumens vom Emulgator	28
Abbildung 13 Abhängigkeit des Gebäckvolumens von der Margarinedosage.....	29
Abbildung 14 Abhängigkeit des Gebäckvolumens von der Menge Citrusfaser und Margarine	29
Abbildung 15 Abhängigkeit des Gebäckvolumens von der Menge Emulgator und Citrusfaser	30
Abbildung 16 Abhängigkeit des Gebäckvolumens von der Menge Emulgator und Margarine.	30
Abbildung 17 Backverlust der Versuchsreihe	32
Abbildung 18 Backverlust in Abhängigkeit von der Citrusfasermenge (via Basic Textur)	33
Abbildung 19 Abhängigkeit des Backverlustes von der Emulgatormenge	33
Abbildung 20 Abhängigkeit des Backverlustes von der Margarinedosage	34
Abbildung 21 Backverlust in Abhängigkeit der Menge an Citrusfaser und Margarine	34
Abbildung 22 Abhängigkeit des Gebäckvolumens von der Menge Citrusfaser und Emulgator	35
Abbildung 23 Abhängigkeit des Gebäckvolumens von der Menge Emulgator und Margarine	35
Abbildung 24 Krumenhärte in Abhängigkeit von Citrusfaser (via Basic Textur)	38
Abbildung 25 Abhängigkeit der Krumenhärte von der Menge Citrusfaser und Emulgator bei 5% Margarine	39

Abbildung 26 Abhängigkeit der Krumenhärte von der Citrusfaser und Emulgator bei 2% Margarine	39
Abbildung 27 Abhängigkeit von der Krumenhärte von der Menge Citrusfaser und Emulgator bei 8% Margarine	40
Abbildung 28 Bench Mark	41
Abbildung 29 Zentralversuch (V16)	42
Abbildung 30 Versuch 10 (8% Fett).....	43
Abbildung 31 Versuch 9 (5% Fett).....	44
Abbildung 32 Versuch 17 (3% Fett).....	45

13 Literaturverzeichnis:

<http://www.herbacuisine.de/>

am 12.02.2011 14.18Uhr

www.wissensforum-backwaren.de/files/broschuere_26.pdf,

am 02.02.2011 12.17Uhr

Untersuchung der Frischhaltung von Brot Mittels des Textur AnalysersTA/XTplus und der Textur Profil Analyse Dipl. Ing. Ralph Andr'e Winopal)

<http://www.herbafood.de/>

am 12.02.2011 12:19Uhr

<http://www.herbafood.de/de/produkte/ballaststoffe/index.htm>

am 12.02.2011 14:00Uhr

[Herbafood Ingredients GmbH]: E-Mail, Dr. Jürgen Fischer (Herbafood Ingredients GmbH)

Auszüge aus dem Programm Design-Expert

Erklärung über die eigenständige Erarbeitung

Ich, Wolfgang Schardt, versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit („Herstellung von fettreduzierten Milchbrötchen mit Hilfe eines Ballaststoffs aus Citrusfrüchten“) selbstständig verfasst und keine andern als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen benutzt habe. Sämtliche Stellen der Arbeit, die den benutzten Werken oder Quellen aus dem Internet im Ganzen oder im Wortlaut entnommen sind, habe ich durch Quellenangaben kenntlich gemacht.

Berlin, 03.05.2011
