

**Staatliche Fachschule für Lebensmitteltechnik an der  
Emil \_ Fischer – Schule in Berlin**

**Technikerarbeit**

**Vergleich unterschiedlicher Mischelemente des  
Hansamihers im Bezug auf Verschäumung der  
Biskuitmasse**

**von Andreas Meng**

Teichstraße 69a  
13407 Berlin  
Tel.: 01739560300  
E-Mail: [maw83@hotmail.de](mailto:maw83@hotmail.de)  
14.04.2008

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	1
<b>1 Grundlagen der Verschäumungstechnik</b> .....	<b>3</b>
1.1 Definition Schaum.....	3
1.2 Verschäumungsverfahren .....	4
1.3 Schaumherstellungsprinzip des Hansamixers.....	5
<b>2 Gerätschaften, Methoden und Material</b> .....	<b>6</b>
2.1 Verwendete Maschinen und Arbeitsgeräte.....	6
2.2 Technische Daten des Hansa Mixers.....	7
2.3 Messmethoden .....	7
2.3.1 Temperaturmessungen.....	8
2.3.2 Ermittlung des Litergewichtes .....	8
2.3.3 Ermittlung des Fließverhaltens.....	9
2.3.4 Ermittlung der Volumenzunahme .....	9
2.3.5 Ermittlung des Druckwiederstandes.....	10
2.4 Rezepturbestandteile .....	10
2.5 Parameter .....	12
<b>3 Vorversuche</b> .....	<b>13</b>
3.1 Backversuch Nr.1.....	13
3.2 Backversuch Nr. 2.....	14
3.3 Backversuch Nr. 3.....	14

<b>4</b>	<b>Versuchsdurchführung .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>16</b>
5.1	Abmessungen der Mixerköpfe.....	16
5.2	Mixerkopf Nr. 1.....	17
5.3	Mixerkopf Nr. 2.....	20
5.4	Mixerkopf Nr. 3.....	22
5.5	Vergleich der verschiedenen Mixerköpfe.....	24
5.5.1	Unterschiede im Litergewicht .....	25
5.5.2	Unterschiede im Fließverhalten.....	26
5.5.3	Unterschiede in der Volumenzunahme.....	27
5.5.4	Ergebnisse der Texturanalyse.....	28
5.5.5	Unterschiede in der Poreverteilung .....	29
5.5.6	Geschmack und Mundgefühl.....	31
<b>6</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>Summary .....</b>	<b>34</b>
<b>9</b>	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>35</b>
<b>10</b>	<b>Danksagung .....</b>	<b>35</b>
	<b>Eidesstattliche Erklärung .....</b>	<b>36</b>

## Einleitung

Das Unternehmen Hansa Industrie-Mixer gehört mit ihrer Verschäumungstechnologie zu den führenden Marken auf dem Weltmarkt. Die verbraucherorientierte Produktion von lockeren und leichten Lebensmitteln sowie Süßwaren hat sich in den vergangenen Jahren etabliert. Die wirtschaftliche Bearbeitung dieser Lebensmittel hat sich das Unternehmen zum Ziel gesetzt. Mit den entwickelten Verfahren und Mischern können nahezu alle Backwaren, Milchprodukte und Süßwaren belüftet, aufgeschäumt und gemischt werden<sup>1</sup>. Zum Beispiel die Herstellung von Schäumen bei Süßwaren wie Kekse, Riegeln, Waffeln, Eiskrem und Milchprodukten wie Joghurt und Käse.

Zur Erweiterung des Anwendungsgebiets des Hansa Mixers, stellte die Firma für die Durchführung dieser Versuchsreihe, ein kontinuierliches Aufschlagsystem, dynamischen Durchlaufmischer, zur Verfügung. Ziel dieser Technikerarbeit ist das System, im Bezug auf die kontinuierliche Verschäumung bei der Herstellung von Biskuit Tortenböden zu testen.

---

<sup>1</sup> <http://www.hansamixer.de/de/food.htm>



**Abbildung 1: Mixerköpfe**

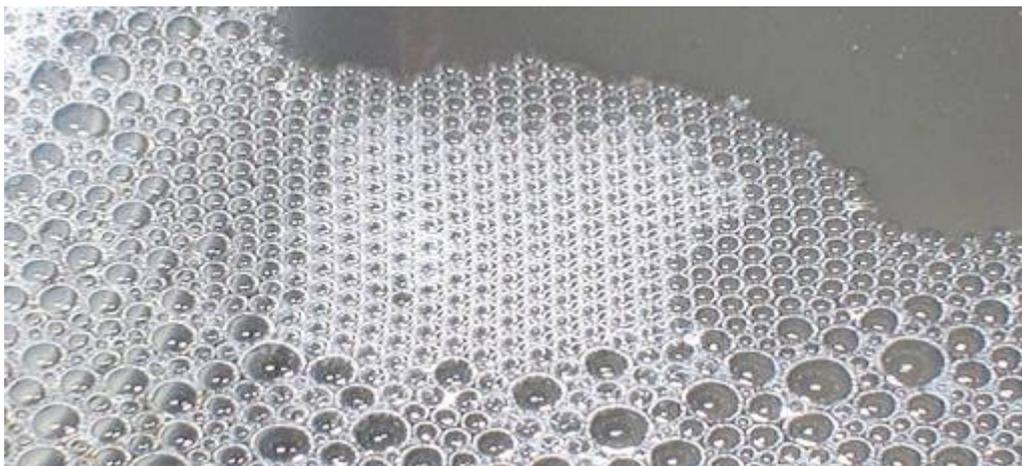
Drei verschieden aufgebaute Mixerköpfe wurden mit dem Gerät mitgeliefert (Abb. 1). Sie haben Unterschiede in der Anzahl, Länge und Form der Stifte. Deshalb werden sie in ihrer Eignung für die Herstellung der Biskuitmasse und -gebäcke verglichen. Die Rezeptur und die Versuchsparameter bleiben dabei unverändert. Auswirkungen auf die Schaumstruktur, Stabilität, Volumen der Biskuitmasse und die Qualität der daraus hergestellten Gebäcke werden anhand von Backversuchen ermittelt.

# 1 Grundlagen der Verschäumungstechnik

Im folgenden Abschnitt dieser Technikerarbeit wird kurz erläutert was Schäume eigentlich sind und wie sie hergestellt werden können. Ebenfalls wird das Verfahren der Schaumherstellung, mittels dynamischen Rotor/Stator-Prinzips der Firma Hansa Mixer beschrieben.

## 1.1 Definition Schaum

Unter einem Schaum (von lat. spuma) versteht man gasförmige Bläschen, die von festen oder flüssigen Wänden eingeschlossen sind<sup>2</sup>. Schäume sind binäre Phasensysteme, deren äußere Phase ein Gas in Form von Blasen oder unregelmäßigen Polyedern umschließt. Die Größe der Blasen kann sehr unterschiedlich sein. Sie reicht vom micro-dispersen Bereich bis in die Größenordnung von einigen Millimeter. Schäume werden meist als cremig-fließfähige bis gerade standfeste Medien von geringer Dichte bzw. mit großem Volumen verstanden<sup>3</sup>. Auf der Abbildung 2 kann man die verschiedenen Größen der Luftblasen beobachten.



**Abbildung 2: Größenunterschiede der Luftbläschen bei einem Schaum**

---

<sup>2</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Schaum>

<sup>3</sup> Dr. Heinz Kaiser , Brot und Backwaren 1+2/2005, Schaumschläger S. 28

Bei einer Biskuitmasse werden die Luftbläschen, während der Verschäumung, in einem viskosen Gemisch aus Vollei, Zucker, Weizenmehl, -puder und evtl. Emulgator, eingeschlossen.

## 1.2 Verschäumungsverfahren

Es gibt mehrere Möglichkeiten um ein Medium zu verschäumen. Man unterscheidet unter dispergierenden Verschäumungsverfahren, Schaumbildung auf der Basis von biologischen und chemischen Lockerung, statischen Verschäumung und Verschäumung mittels dynamischen Rotor/Stator-Prinzips.

Bei der dispergierenden Verschäumung rotiert ein geeignetes Werkzeug in einer zur Schaumbildung befähigten Lösung und zieht dabei durch Verwirbelungen Luft von der Oberfläche ein. Die zuerst großen Luftblasen werden zu vielen kleineren zerteilt (dispergiert) und somit wird die Masse stabilisiert. Nach diesem Prinzip funktionieren alle offenen Mixer, Anschlagmaschinen und Planetenrührwerke.

Bei der biologischen und chemischen Schaumbildung werden mit Hilfe von Mikroorganismen oder chemischen Reaktionen Lockerungsgase produziert, die im zu verschäumenden Medium festgehalten werden und somit den Schaum bilden.

Bei der statischen Verschäumung werden fest stehende Werkzeuge verwendet, die in einem Dispergier- und Schaumrohr eingeschlossen sind. Der Schaum wird dadurch gebildet, dass die Zerteilung der Luft und die Strukturierung des Schaums durch intensives Scheren an den Werkzeugen beim Durchströmen des Schaumrohres erfolgen<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Dr. Heinz Kaiser , Brot und Backwaren 1+2/2005, Schaumschläger S. 28

### 1.3 Schaumherstellungsprinzip des Hansamixers

Bei den folgenden Versuchen handelt es sich um ein kontinuierlich arbeitendes System nach dem dynamischen Rotor/Stator-Prinzip der Firma Hansa Mixer. Das zu verschäumende Medium wird zusammen mit der Luft in ein liegenden Zylinder den Stator gepumpt, dessen Innenwand mit feststehenden Stiften besetzt ist. In diesem Zylinder bewegt sich der Rotor, dessen Oberfläche so mit Stiften besetzt ist, dass sich diese zwischen den Stiften des Stators drehen. Dadurch entsteht eine Vielzahl von Scherspalten, die die Zerteilung der Luft zu einem Schaum herbeiführen. Das Stoffgemisch strömt im rechten Winkel zu den Schikanen und wird durch intensive Scherkräfteinwirkung strukturiert. Da die Masse im All-in-Verfahren hergestellt wird, muss vorher mit einem geeigneten Rührwerk eine backfertige Mischung vorgerührt werden. In der Rezeptur sind Emulgatoren und Backtriebmittel obligatorisch<sup>5</sup>. Die Schaumstabilität lässt sich einstellen, indem man die Geschwindigkeit der Antriebsbewegung und den Luftdruck verändert. Auf der (Abb. 3) ist ein stark vereinfachtes Schema eines dynamischen Schaumgenerators zu sehen.

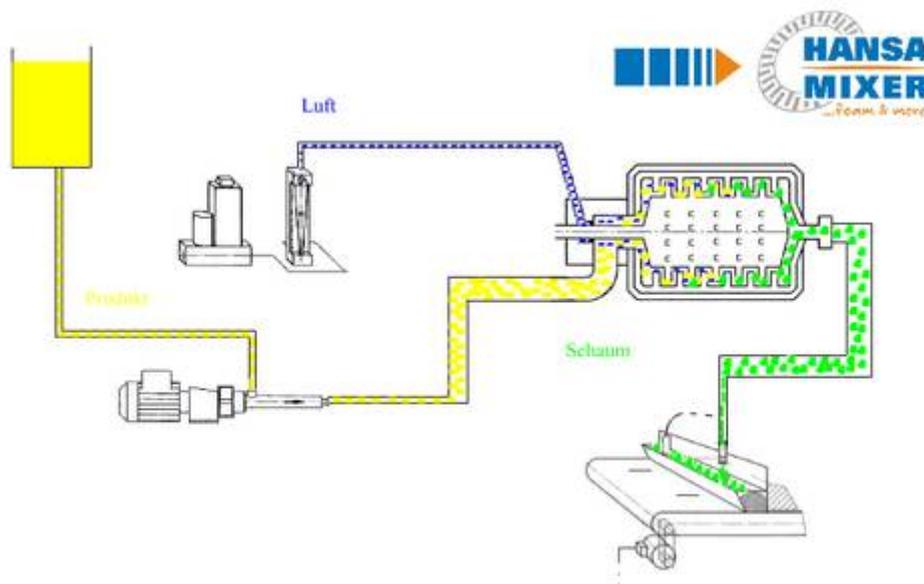


Abbildung 3: Dynamischer Schaumgenerator

<sup>5</sup> Dr. Heinz Kaiser , Brot und Backwaren 1+2/2005, Schaumschläger S. 28

Um dieses Schema zu vervollständigen wird im nächsten Abschnitt dieser Technikerarbeit auf folgende Themen eingegangen.

## 2 Gerätschaften, Methoden und Material

In den Folgenden Punkten werden die bei den Versuchen verwendeten, Werkzeuge, Hilfsmittel, Maschinen und Geräte aufgezählt, Methoden kurz erläutert und die Zutaten aufgelistet.

### 2.1 Verwendete Maschinen und Arbeitsgeräte

Bei den durchgeführten Versuchen kamen folgende Maschinen, Werkzeuge und Hilfsmittel zum Einsatz:

---

Waage	Schaber	Holzstäbchen
Hansa Mixer	Litermaß	Esslöffel
Kühlaggregat	Schüssel	kleine Palette
Anschlagmaschine (RMT-Rego SM 2)	Schaufel	Offenhandschuhe
Backofen (MIWE EL 4.0616)	Rührbesen	Holzschieber
Textur Analyser	Kessel	Kelle
Porens scanner	Backformen	Messbecher für das Litergewicht
Stoppuhren	Bleche	Eisportionierer
Digitalthermometer	Sticken	
	Rundpapier	

---

## 2.2 Technische Daten des Hansa Mixers

In der folgenden Tabelle werden die wichtigsten technischen Daten des Hansa Mixers, die bei der Herstellung der Biskuitmassen erforderlich sind, aufgeführt.

Typ der Maschine	Top-Mix Food
Gewicht	130 kg
Hauptabmessungen (Länge/Breite/Höhe)	1260/600/950 mm
Dauerschalldruckpegel	DB (A) 70
Zu verarbeitendes Produkt	Biskuitmasse
Gesamt Förderleistung	10 – 60 kg/h
Eingangsdichte	1000 – 1600 g/l
Schaumdichte	200 – 600 g/l
Messbereich Luftregler	0,1 – 5 l/min

Um ausreichende Kühlung der Biskuitmasse zu ermöglichen, weil warme Masse weniger Luft in sich einschließen kann, wurde ein externes Kühlaggregat (CoolMaster) in das System des Hansa Mixers installiert.

## 2.3 Messmethoden

Um reproduzierbare Ergebnisse zu erzielen wurden verschiedene Messmethoden angewendet. Im Folgenden wird auf die Besonderheiten der Methoden eingegangen und die Durchführungsschritte werden kurz erläutert.

### 2.3.1 Temperaturmessungen

Schaumstabilität und Gashaltevermögen der Biskuitmasse sind stark von der Temperatur des Mediums abhängig. In sofern müssen Messungen an mehreren Produktionsschritten vorgenommen werden. Um die Kontrolle über die Temperatur der Masse zu haben wurde die Temperatur vom Vollei mittels Thermometer ermittelt (Abb. 4)



**Abbildung 4: Temperaturmessung bei Vollei**

Die Eingangstemperatur (Temperatur der glattgerührten Masse) und Ausgangstemperatur (Temperatur der verschäumten Masse) wurde mittels Temperatursensoren des Hansa Mixers, die jeweils in den Eingangs- und Ausgangsrohren des Gerätes installiert sind ermittelt und auf dem Display des Hansa Mixers angezeigt.

### 2.3.2 Ermittlung des Litergewichtes

Auf dem Display des Hansa Mixers wird das Litergewicht der verschäumten Masse angezeigt. Trotzdem wurden manuelle Überprüfungen durchgeführt, weil die Messungen von dem Gerät eventuell abweichen könnten. Die Ermittlung basiert auf Daten, die vor dem Verschäumungsprozess aufgenommen wurden. Masseneingang und die Luftzugabe wurden dabei betrachtet und ein Theoretischer Wert wurde daraus ermittelt.

Im Verlauf der Verschäumung wurde eine Probe am Anfang, eine in der Mitte und eine am Ende abgenommen. Auch Litergewichte der gerührten Massen (vor der Verschäumung) wurden aufgenommen. Die zu messende Substanz wurde in 100ml Messbecher, der vorher Tara gewogen wurde, luftblasenfrei, randvoll eingefüllt und glattgestrichen.

Das ermittelte reine Massengewicht wurde anschließend mit 10 multipliziert. Durch diesen Verfahrensschritt wurde die technische Einheit Litergewicht erhalten (Abb. 5).



Abbildung 5: Litergewichtsermittlung

### 2.3.3 Ermittlung des Fließverhaltens

Ein Kriterium für die Schaumstabilität ist das Fließverhalten der verschäumten Masse. Um es zu beschreiben wurden so genannte Fließtests durchgeführt. Dafür wurde ein Blatt Millimeterpapier in eine Klarsichthülle eingepackt. Auf der Klarsichthülle wurde ein Kreis, entsprechend dem Durchmesser des Eisportionierers, gezeichnet. Der Eisportionierer wurde mit der zu prüfenden Substanz gefüllt, glattgestrichen und exakt über dem eingezeichneten Kreis positioniert. Nach dem Entfernen des Eisportionierers wurde die Folie auf einer Klemmmappe, die unter einem bestimmten Winkel positioniert war, befestigt (Abb. 6). Nach 10 Minuten wurde die Strecke, die die Masse zurückgelegt hat, ermittelt und aufgezeichnet.



Abbildung 6: Ermittlung des Fließverhaltens

### 2.3.4 Ermittlung der Volumenzunahme

Um die Volumenzunahme während des Backprozesses zu ermitteln, wurden die Höhen der verschäumten Massen und der fertigen Biskuitböden aufgenommen. Sogenannte Stäbchentests wurden durchgeführt. Ein Holzstäbchen wurde erst in die glattgestrichene Masse und später in den fertigen Biskuitboden vertikal eingeführt und somit die Höhe gemessen. Aus der Differenz der beiden Werte konnte man Rückschlüsse über die Volumenzunahme ziehen.

### 2.3.5 Ermittlung des Druckwiderstandes

Um die Weichheit und den Widerstand der Krume von den Biskuitböden zu vergleichen, wurden Tests mit dem Texturanalyser durchgeführt. Dafür wurde eine Scheibe vom Biskuitboden abgeschnitten, so dass der Boden eine Höhe von 2cm und glatte Oberfläche hat. Es wurden fünf Messungen an verschiedenen Stellen durchgeführt, die mittels einer vorgefertigten Schablone festgelegt wurden. Ein geeignet gestalteter Prüfkörper wurde vertikal mit vor-



Abbildung 7: Texturanalyser

gewählter Geschwindigkeit in das Untersuchungsmaterial gedrückt (Abb. 7). Die dabei auf den Prüfkörper einwirkende Druckkraft wurde gemessen. Ein Mittelwert von den fünf Werten wurde errechnet.

### 2.4 Rezepturbestandteile

Dadurch, dass der Hansamixer ein kontinuierlich arbeitendes System ist, verlangt seine Beschickung eine Mindestmenge an Masse. Aufgrund dessen wurde die Rezeptur auf ca. 10 kg Massengewicht hochgerechnet.

Folgende Zutatenmengen wurden für die 10 kg. Masse benötigt:

Zucker	2565 g
Vollei (pasteurisiert)	4275 g
Weizenmehl Type 405	1710 g
Weizenpulver	1710 g
Aufschlagmittel (TBM)	125 g
Backpulver	17 g
Salz	11 g
Vanille - Aroma	11 g
<hr/>	
Massengewicht	10424 g

Neben der Rezeptzusammenstellung sind auch Einstellungen an der Anschlagmaschine, am Hansamixer und am Backofen, für das optimale Ergebnis von Bedeutung. Sie werden im Folgenden beschrieben.

## 2.5 Parameter

Folgende Parameter wurden bei den Gerätschaften, die zu der Versuchsdurchführung benötigt wurden, eingestellt.

Gerät	Parameter	Einstellung
Anschlagmaschine	Geschwindigkeit	2 Min. ganz langsam
	Geschwindigkeit	3 Min auf 4. Stufe
Hansamixer	Litergewicht	350 g/l
	Drehzahl des Rotors	200 U/h
	Pumpenleistung	30 l/h
	Luftdruck	2-4 Bar
	Ausgangstemperatur	23-25 °C
Backofen	Oberhitze	210 °C fallend auf 190 °C
	Unterhitze	190 °C
	Zug öffnen	Nach 10 Min.
	Backzeit	25 Min

Einige Einstellungen für den Hansamixer wurden uns freundlicherweise vom Hersteller des Geräts mitgeteilt und einiges basiert auf Erfahrungswerten und Werten der Vorversuche.

### 3 Vorversuche

Um einzustellende Parameter für die optimale Versuchsdurchführung zu ermitteln wurden drei Vorversuche vorbereitet und durchgeführt.

#### 3.1 Backversuch Nr.1

Die Parameter des ersten Vorversuchs basierten teilweise auf Einstellungen von einem Druckschlagmischer, mit dem zuvor, im Rahmen des Schulunterrichtes, Biskuitböden hergestellt wurden.

Im Verlauf des ersten Versuchs wurde festgestellt, dass:

- wenn man die ganze Menge des Volleis, gleich am Anfang des Glattrührens der Biskuitmasse, in der Anschlagmaschine dazu gibt, hat das zur Folge, dass das Aufschlagmittel sich nicht vollständig homogen in der Masse verteilen lässt.
- das Mehl, Weizenpulver und Backpulver zusammen durchgesiebt werden müssen, damit eine bessere Vermischung und Auflockerung der Zutaten stattfindet.
- die mit der Biskuitmasse gefüllten Formen direkt auf der Ofenplatte gebacken werden sollten, weil die Backbleche sich durch die Hitze verziehen und die Backformen nicht plan auf der Ofenplatte liegen. Dadurch bekommen die Biskuitböden nicht genug Unterhitze und haben sowohl eine ungleichmäßige Bräunung als auch eine unebene Oberfläche. Die Backzeit wurde dementsprechend von 30 auf 25 Minuten verkürzt.
- das Litergewicht des Hansamixers nicht mit den manuell ermittelten Werten übereinstimmt.

## **3.2 Backversuch Nr. 2**

In der zweiten Versuchsreihe wurden die oben genannten Erkenntnisse umgesetzt und es wurden neue Sachverhalte erkennbar.

- Die Ausgangstemperatur ist ein entscheidendes Kriterium für die Massenstabilität. Die optimale Ausgangstemperatur von 23-25 °C kann nur durch ein Kühlsystem, erreicht werden.
- Der Luftdruck muss erhöht werden, damit das Litergewicht abgesenkt wird und eine typische Lockerung der Gebäcke entsteht.
- Damit die Versuchsdurchführung ein angemessenes Tempo erhält, kann die Pumpenleistung auf 30 l/h eingestellt werden. So hat man auch genügend Zeit um die gefüllten Backformen gegen die leeren auszutauschen.
- Nach dem Backen müssen die Böden sofort aus der Backform ausgeschnitten werden und mit der oberen Seite nach unten, auf die Stofftücher abgelegt werden. So kann die überflüssige Feuchtigkeit entweichen und die Oberfläche wird somit etwas ebener.

## **3.3 Backversuch Nr. 3**

Die ersten beiden Backversuche erzielten trotz den Veränderungen noch keine optimalen Biskuittortenböden. Im dritten Versuch wurde die optimale Ausgangstemperatur mittels externen Kühlaggregats (Cool Master) eingestellt. Trotzdem mussten weitere Verbesserungen vorgenommen werden.

Die Rotordrehzahl wurde von 100 auf 250 U/min erhöht, somit wurde die Masse wesentlich besser aufgeschlagen, wirkte voluminöser und stabiler. Es stellte sich heraus, dass die Länge und der Durchmesser des Auslaufschlauches einen Einfluss auf die Schaumstruktur haben. Und zwar je länger der Schlauch ist, umso größer ist der Druck im Mixerkopf und die Schaumblasen sind kleiner.

Je größer der Schlauchdurchmesser ist, umso geringer ist der Druck im Mixerkopf und die Blasen sind größer. Dadurch dass die Biskuitböden wesentlich an Volumen zugenommen haben, musste die Ofentemperatur von 230°C/190°C auf 210°C/190°C Ober-/Unterhitze abgesenkt werden, weil sonst das Gebäck sehr trocken und dunkel wurde.

Nachdem alle drei Vorversuche abgeschlossen waren, ergaben sich die oben genannten Versuchsparemeter. Im folgenden Abschnitt dieser Arbeit wird die Versuchsdurchführung erläutert.

## 4 Versuchsdurchführung

Um Unterschiede zwischen den Mixerköpfen, bei der Massenherstellung, deutlicher heraus zu arbeiten, wurden alle Massen und alle Biskuitböden mit den gleichen Versuchsparemetern hergestellt. Jeweils drei Massen wurden mit jedem Mixerkopf hergestellt.

- Zucker, Salz, Aufschlagmittel und Vanille - Aroma wurden in einen großen Kessel abgewogen. Das Mehl, das Weizenpulver und das Backpulver wurden getrennt abgewogen und zusammen gesiebt. Die Hälfte der Volleimenge (ca. 2275g) wurde dazugegeben. Der Kessel wurde in der Anschlagmaschine eingespannt und ein feiner Besen wurde dabei beim Glattrühren verwendet.
- Die Anschlagmaschine wurde ganz langsam laufen gelassen, damit die Zutaten und das Aufschlagmittel sich miteinander vermischen und sich eine homogene Masse bildet. Gleichzeitig dazu wurde eine Stoppuhr gestartet.
- Nachdem die Masse zwei Minuten gerührt wurde, kam die restliche Volleimenge dazu. Der Geschwindigkeitsregler der Anschlagmaschine wurde auf vierte Stufe gestellt und die Masse noch drei Minuten laufen gelassen. Zwischendurch wurde die Masse angekratzt damit nichts am Kesselrand kleben bleibt. Nach Ablauf der Zeit wurde die Maschine

abgestellt und die fertigerührte Masse fünf Minuten stehen gelassen, damit eine Verquellung der Zutaten stattfindet.

- In der Zeit wurde das Litergewicht der gerührten Masse ermittelt und die Backformen wurden vorbereitet. Anschließend kam die Masse in den Vorratstrichter des Hansa Mixers.
- Die Parameter wurden nochmals überprüft und der Startknopf betätigt. Je 500 g der verschäumten Biskuitmasse wurden in die vorbereiteten Backformen gefüllt und zwischendurch Litergewichte der verschäumten Massen ermittelt.
- Nachdem die gesamte Masse in den Backformen aufgeteilt war, wurden Fließvermögen und Höhe der verschäumten Masse ermittelt. Die Backformen wurden dann in den Backofen geschoben.
- Nach 25 Minuten wurden die Biskuitböden aus dem Ofen geholt, aus der Form ausgeschnitten und Kopf über auf die mit Tüchern bedeckten Bretter abgelegt.
- Die frisch gebackenen Biskuitböden wurden über Nacht abgekühlt und am nächsten Tag folgte die Auswertung.

## **5 Ergebnisse**

In Folgendem werden alle drei Mixerköpfe kurz beschrieben und die bei den Backversuchen ermittelten Werte ihnen jeweils zugeordnet. Zunächst werden die Mixerköpfe in ihrem Aufbau unterschieden, da sie das Hauptuntersuchungskriterium sind.

### **5.1 Abmessungen der Mixerköpfe**

Die Morphologie der Stifte hat vermutlich eine große Auswirkung sowohl auf die Struktur und Stabilität der verschäumten Masse als auch auf die Qualität der damit hergestellten Biskuitböden. Aus diesem Grund werden die Unterschiede in der Stiftbesetzung einzelner Mixerköpfe in dieser Tabelle aufgeführt.

	Mixerkopf 1	Mixerkopf 2	Mixerkopf 3	
			Rotor	Stator
Stifteanzahl in Stk.	450	450	1410	
Länge in mm	20	30	10	10
Breite in mm	4x4	4x4	3 x 3	3 x 4,5

Auf der Abbildung 8 kann man die optischen Unterschiede der Mixerköpfe beobachten.



Abbildung 8 Optische Unterschiede der Mixerköpfe

## 5.2 Mixerkopf Nr. 1

Als erstes wurde der Mixerkopf mit einer mittleren Stiftlänge eingesetzt (Abb. 9). In der nächst-stehenden Tabelle werden die Werte der Versuche aufgeführt die mit Mixerkopf eins ermittelt wurden.



Abbildung 9: Mixerkopf 1

		V 1	V2	V3	Mittelwert
Volleitemperatur in °C		1,5	4,3	2,3	2,7
Eingangstemp. in °C		15,5	16,5	16,2	16,1
Litergewicht gerührt		989	1010	1021	1006
Litergewicht verschäumt		440	442	447	443
Ausgangstemp. in °C		24,4	24,4	24	24,3
Fließweg in mm/10min		96	109	97	99,7
Höhe Schaum in mm		22,6	22,4	22	22,3
Höhe Boden in mm		45,4	45,4	45	45,3
Vol. Zunahme in mm		22,8	23	23	22,9
Druckwiderstand in g		341	246	279	288,7
Krümel in g		2,3	2,5	2,2	2,3
Poren in %	fein	56,39	55,06	55,08	55,51
	etwas fein	19,43	19,92	19,14	19,5
	mittel	13,34	13,76	14,63	13,91
	etwas grob	5,03	5,83	5,76	5,44
	grob	5,81	5,42	5,4	5,54



**Abbildung 10: Oberfläche V1**



**Abbildung 11: Schnitt durch den Biskuitboden V1**

Auf diesen Bildern kann man erkennen, dass die Biskuitböden eine etwas unebene, sich teilweise von der Krume lösende Kruste (Abb. 10 und 12), eine stark aufgelockerte, mit wenigen kleinen Luftporen (Abb. 11) und etwas ungleichmäßig gefärbte Krume und einen ziemlich glatten, ebenen Boden haben



**Abbildung 12: Porung V1**

### 5.3 Mixerkopf Nr. 2

An zweiter Stelle kam der Mixerkopf zwei mit längeren Stiften zum Einsatz (Abb. 13).

In dieser Tabelle werden die Werte der Versuche aufgeführt die mit Mixerkopf zwei ermittelt wurden



Abbildung 13: Mixerkopf 2

		V 1	V2	V3	Mittelwert
Volleitemperatur in °C		3	1,3	3,9	2,73
Eingangstemp. in °C		15,6	14	16,5	15,37
Litergewicht gerührt		980	1014	856	950
Litergewicht verschäumt		442	421	444	435,67
Ausgangstemp. in °C		24,5	24,5	25	24,67
Fließweg in mm/10min		101	82	110	97,67
Höhe Schaum in mm		22,4	25,2	23,4	23,67
Höhe Boden in mm		45,6	47,2	45,8	46,20
Vol. Zunahme in mm		23,2	22	22,4	22,53
Druckwiderstand in g		279,7	292,3	286,3	286,10
Krümel in g		2,2	2	2,3	2,17
Poren in %	fein	63,94	61,16	58,07	61,06
	etwas fein	17,92	18,69	19,56	18,72
	mittel	10,53	11,29	12,3	11,37
	etwas grob	4,16	4,01	5,47	4,55
	grob	3,47	4,86	4,6	4,31



**Abbildung 15: Oberfläche V2**



**Abbildung 14: Schnitt durch den Biskuitboden V2**

Die mit dem Mixerkopf zwei hergestellten Böden wiesen eine glattere Oberfläche als V1 (Abb. 14 und 16), eine noch stärker gelockerte Krume, eine deutlich gleichmäßigere Farbe auf (Abb. 15 und 16) und die Kruste löst sich so gut wie gar nicht von der Krume. Der Boden ist sehr glatt und eben (Abb. 16).



**Abbildung 16: Porung V2**

## 5.4 Mixerkopf Nr. 3

Zuletzt kam der dritte Mixerkopf, mit den kürzesten Stiften aber auch mit der höchsten Stifteanzahl zum Einsatz (Abb. 17).



In dieser Tabelle werden die Werte der **Abbildung 17: Mixerkopf 3** Versuche aufgeführt die mit Mixerkopf drei ermittelt wurden

		V 1	V2	V3	Mittelwert
Volleitemperatur in °C		3,3	6,2	6	5,17
Eingangstemp. in °C		16,5	17,3	16,2	16,67
Litergewicht gerührt		982	954	997	977,67
Litergewicht verschäumt		442	430	436	436,00
Ausgangstemp. in °C		26	25,1	25,5	25,53
Fließweg in mm/10min		90	89	92	90,33
Höhe Schaum in mm		23,8	23,8	23,4	23,67
Höhe Boden in mm		45,2	44,8	43,4	44,47
Vol. Zunahme in mm		21,4	21	20	20,80
Druckwiderstand in g		337,7	371,5	344,2	351,13
Krümel in g		1,6	1,3	1,7	1,53
Poren	fein	64,61	63,75	62,79	63,72
	etwas fein	16,62	18,78	17,86	17,75
	mittel	11,2	11,15	12,1	11,48
	etwas grob	4,15	3,72	4,06	3,98
	grob	3,43	2,6	3,19	3,07



**Abbildung 18: Oberfläche V3**



**Abbildung 19: Schnitt durch den Biskuitboden V3**

Bei den mit Mixerkopf drei hergestellten Biskuitböden wurde Folgendes Beobachtet:

- Die Porung ist sehr fein und dicht mit ein paar größeren Lufteinschlüssen (Abb. 19 und 20), die vermutlich durch Backpulverneste entstanden sind.
- Die Krumenfarbe ist wiederum etwas ungleichmäßig (Abb. 19 und 20).
- Die Kruste löst sich von der Oberfläche.
- Die Oberfläche weist ein spiralförmiges Muster auf (Abb. 18), das dem Eintrag der Masse entspricht.



**Abbildung 20: Porung V3**

Um die Werte von allen drei Mixerköpfen vergleichen zu können, wurden Mittelwerte einzelner Versuche errechnet, tabellarisch und grafisch ausgewertet. In folgendem Abschnitt dieser Arbeit werden die Vergleichstabellen und Grafiken aufgeführt um Unterschiede besser erkennbar zu machen.

## 5.5 Vergleich der verschiedenen Mixerköpfe

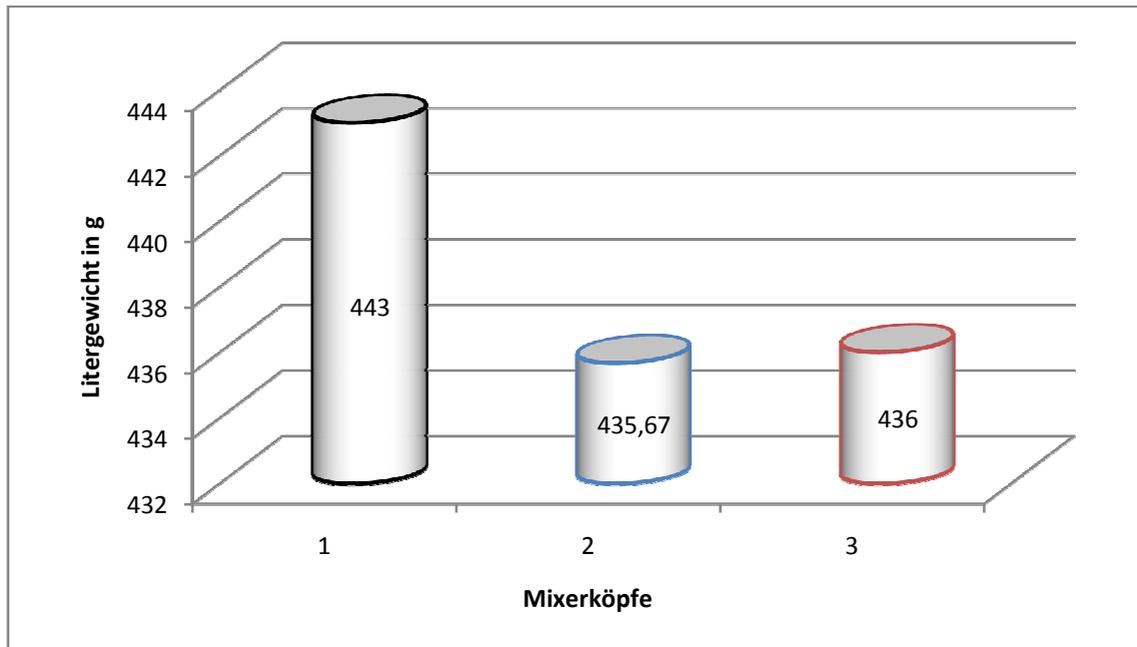
In dieser Tabelle werden die Mittelwerte von Ergebnissen aller drei Mixerköpfe verglichen

		Mixkopf 1	Mixkopf 2	Mixkopf 3
Volleitemperatur in °C		2,7	2,73	5,17
Eingangstemp. in °C		16,1	15,37	16,67
Litergewicht gerührt		1006	950	977,67
Litergewicht verschäumt		443	435,67	436,00
Ausgangstemp. in °C		24,3	24,67	25,53
Fließweg in mm/10min		99,7	97,67	90,33
Höhe Schaum in mm		22,3	23,67	23,67
Höhe Boden in mm		45,3	46,2	44,47
Vol. Zunahme in mm		22,9	22,53	20,80
Druckwiderstand in g		288,7	286,1	351,13
Krümel in g		2,3	2,17	1,53
Poren in %	fein	55,51	61,06	63,72
	etwas fein	19,5	18,72	17,75
	mittel	13,91	11,37	11,48
	etwas grob	5,44	4,55	3,98
	grob	5,54	4,31	3,07

Aus dieser Tabelle ist zu erkennen, dass mit allen drei Mixerköpfen vergleichbare Ergebnisse erzielt und typische Gebäcke hergestellt wurden. Jedoch gab es Unterschiede sowohl in den Eigenschaften der Masse als auch in der Struktur und Beschaffenheit von Biskuitböden. Als nächstes werden die Unterschiede mit Hilfe von Grafiken deutlich gemacht.

## 5.5.1 Unterschiede im Litergewicht

Die Litergewichte der verschäumten Massen lagen alle im normalen Bereich wie man sie auch aus der handwerklichen Herstellung der Biskuitmasse kennt. Die Schwankungen hatten jedoch einen Einfluss auf die Eigenschaften und Qualität der Masse und der daraus hergestellten Böden.



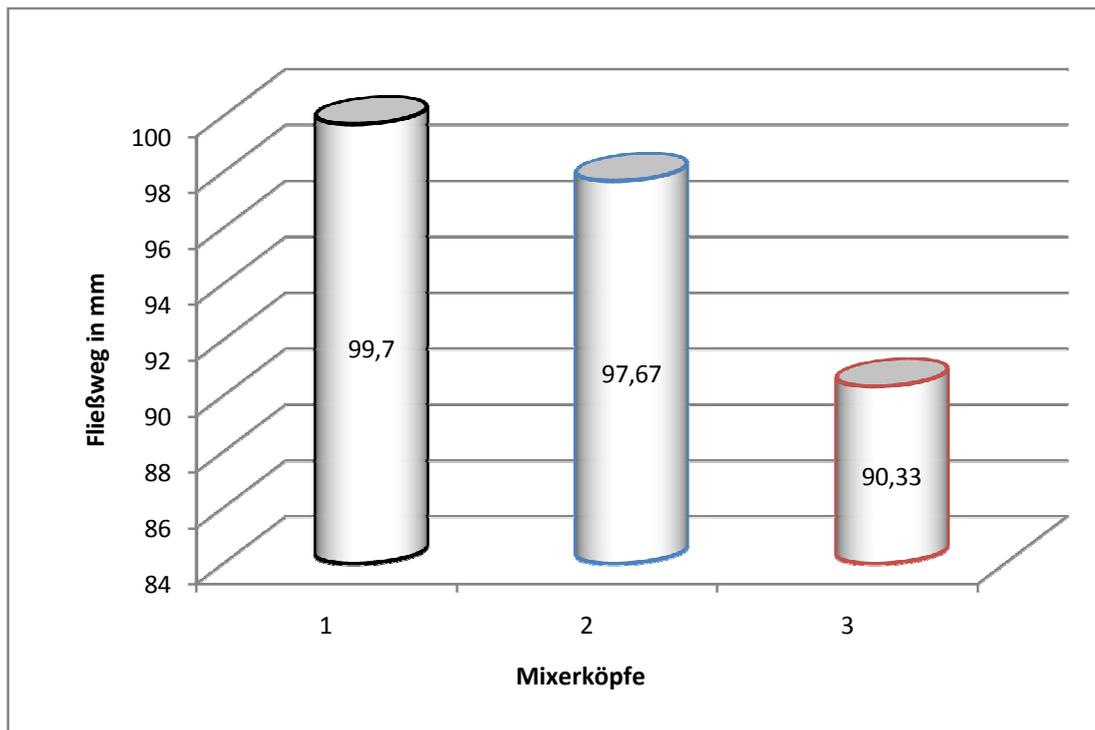
**Grafik 1: Litergewicht**

Das niedrigste Litergewicht der verschäumten Masse wurde, wie vermutet, mit dem Mixerkopf zwei, festgestellt. Die Ursache dafür ist, dass die längeren Stifte die im Stator und auf dem Rotor befestigt sind, höhere Scherkräfte in der Masse verursachen. Dadurch wird mehr Luft in die Masse eingeschlossen, das Luft-Massen-Gemisch wird besser homogenisiert. Die Luftbläschen werden sehr klein gehalten und somit durch die Vielzahl von kleinen Wandungen, die miteinander verbunden sind wird die Masse stabilisiert.

## 5.5.2 Unterschiede im Fließverhalten

Auch das Fließverhalten der Biskuitmasse wurde durch das Litergewicht beeinträchtigt, denn je schwerer die Masse ist umso weniger stabil ist sie und durch die mangelnde Stabilität wird die Masse flüssiger.

Diese Grafik macht die Unterschiede im Fließverhalten der Massen deutlich.

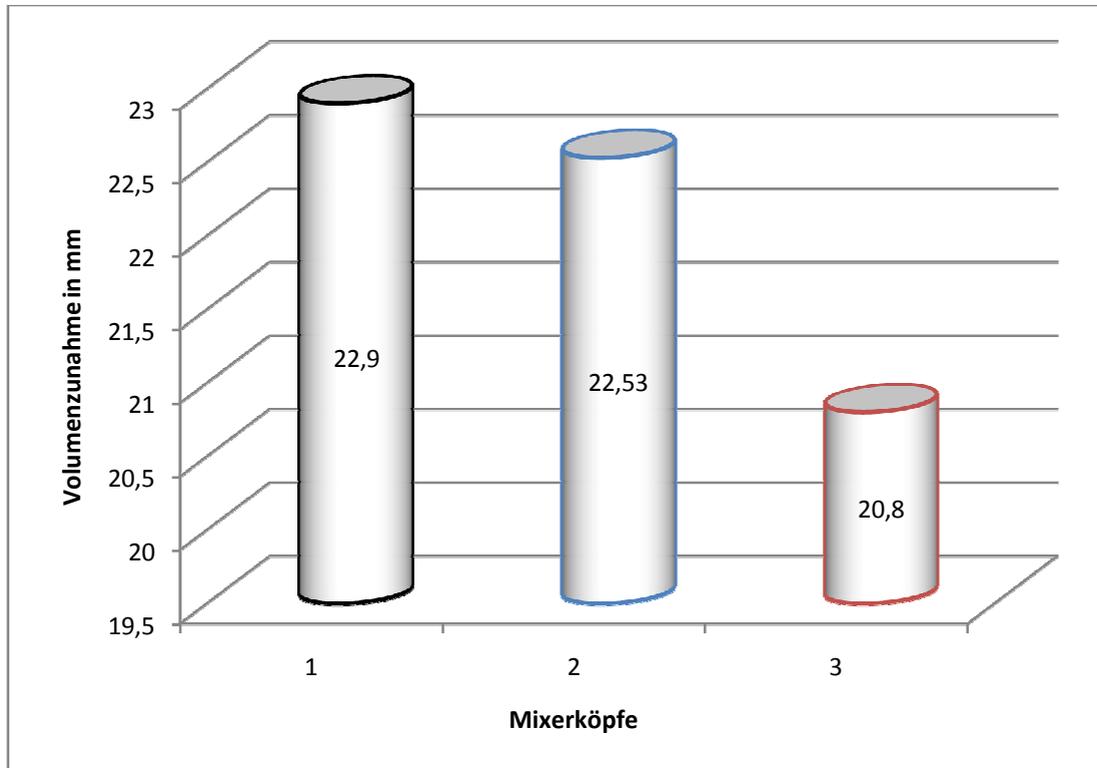


**Grafik 2: Fließverhalten**

Masse eins hat einen längeren Weg in der gleichen Zeit zurück gelegt als die Massen zwei und drei. Das hängt damit zusammen, dass die Masse den geringsten Lufteintrag bekam und das Litergewicht der verschäumten Masse am höchsten ist. Wie schon beim Litergewicht beschrieben, leidet die Massenstabilität darunter, dass nur wenig kleine Luftblasen in der Masse eingeschlossen sind.

### 5.5.3 Unterschiede in der Volumenzunahme

Diese Grafik macht die Unterschiede der Volumenzunahme deutlich.



**Grafik 3: Volumenzunahme**

Die größte Volumenzunahme beim Versuch eins ist auf das höchste Litergewicht der Masse zurück zu führen. Bei der Verschäumung hat diese Masse den geringsten Lufteintrag bekommen. Somit ist das Gashaltevermögen der Masse nicht ausgeschöpft worden. Die während des Backprozesses, mit Hilfe von Backpulver, gebildete kleine Luftblasen wurden somit in der Zutatensuspension gebunden. Das bewirkte die höchste Volumenzunahme dieser Biskuitmasse.

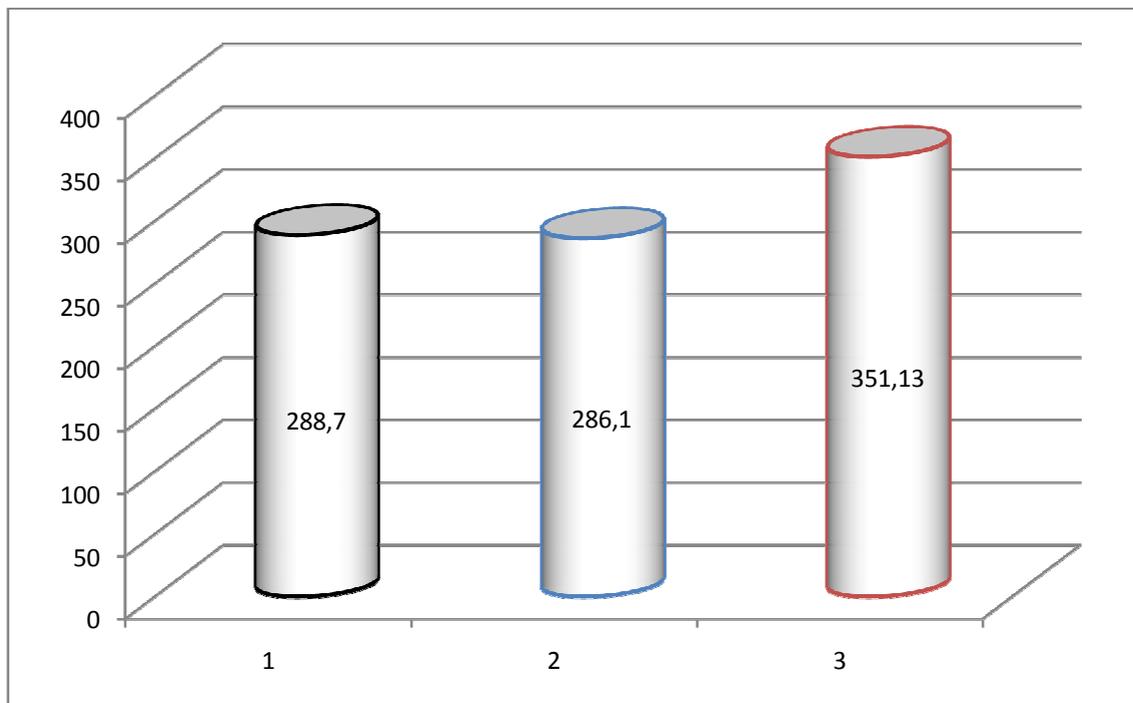
Die mit Mixerkopf zwei hergestellte Masse hatte den höchsten Lufteintrag bei der Verschäumung bekommen. Durch den Backpulvertrieb und die Ausdehnung der in der Masse schon enthaltenen Gase, hätte diese Masse normalerweise die höchste Volumenzunahme haben müssen. Vermutlich wurde das Gashaltevermögen dieser Masse ausgeschöpft. Der Druck, der durch die immer größer werdenden Luftblasen entstanden ist, konnte nicht mehr von den

Wandungen der Luftblasen, die bei der Ofenhitze fest wurden, gehalten werden.

Die dritte Masse hat die geringste Volumenzunahme, weil der Lufteintrag bei der Verschäumung relativ hoch war und die höhere Viskosität der Masse hat die Ausdehnung der Luftblasen während des Backprozesses negativ beeinträchtigt.

### 5.5.4 Ergebnisse der Texturanalyse

Auf dieser Grafik sind Unterschiede in der Krumenweichheit aufgeführt.



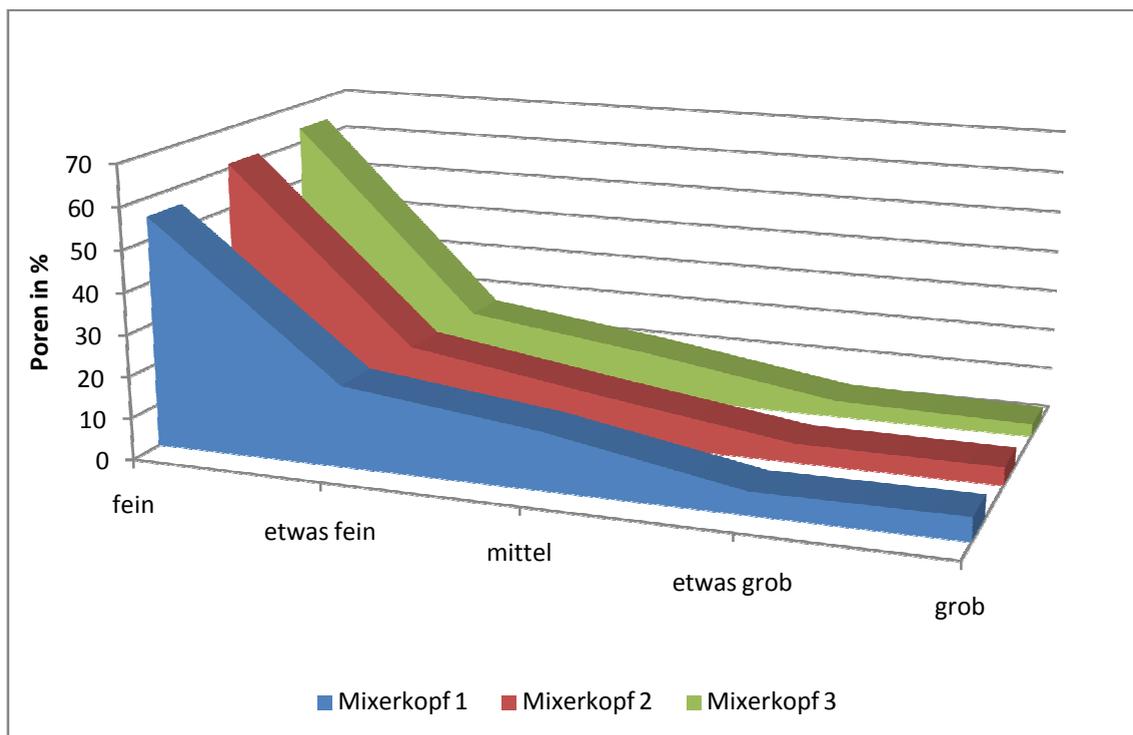
**Grafik 4: Druckwiderstand**

Den größten Druckwiderstand wiesen Biskuitböden auf, die mit Mixerkopf drei hergestellt wurden. Basierend auf vorher aufgeführten Daten kann man sagen, dass die Krumenweichheit tatsächlich von der Feinheit der Poren abhängig ist. Dazu kommt noch die Dichte der Poren, die der Versuch drei aufwies. Diese Gebäcke hatten eine sehr feine Porung und sehr kompakte Krume, dadurch erhöhten sich auch die Stabilität und der Druckwiderstand.

Obwohl die Porung auch relativ fein war, hatten die Biskuitböden V2 die weichste Krume. Wie schon beschrieben hatte die Masse von V2 beim Verschäumen den größten Lufteintrag bekommen. Diese feinen Poren wurden beim Backprozess, mit Hilfe von Backpulver und Hitze, noch weiter ausgedehnt. Dadurch wurden die Stabilität und die Elastizität der Krume negativ beeinträchtigt.

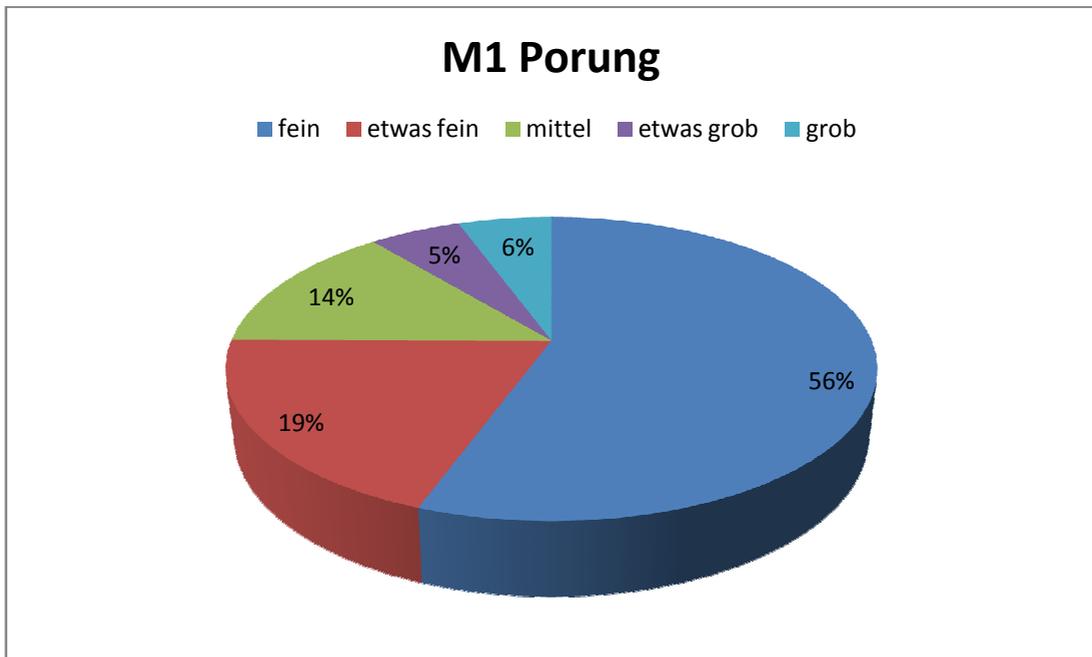
### 5.5.5 Unterschiede in der Poreverteilung

Insgesamt hatten alle Böden überwiegend feine Porung, was bei Biskuitgebäck auch angestrebt wird. Jedoch gab es Unterschiede in der Porenverteilung, die auf dieser Grafik zu erkennen sind.



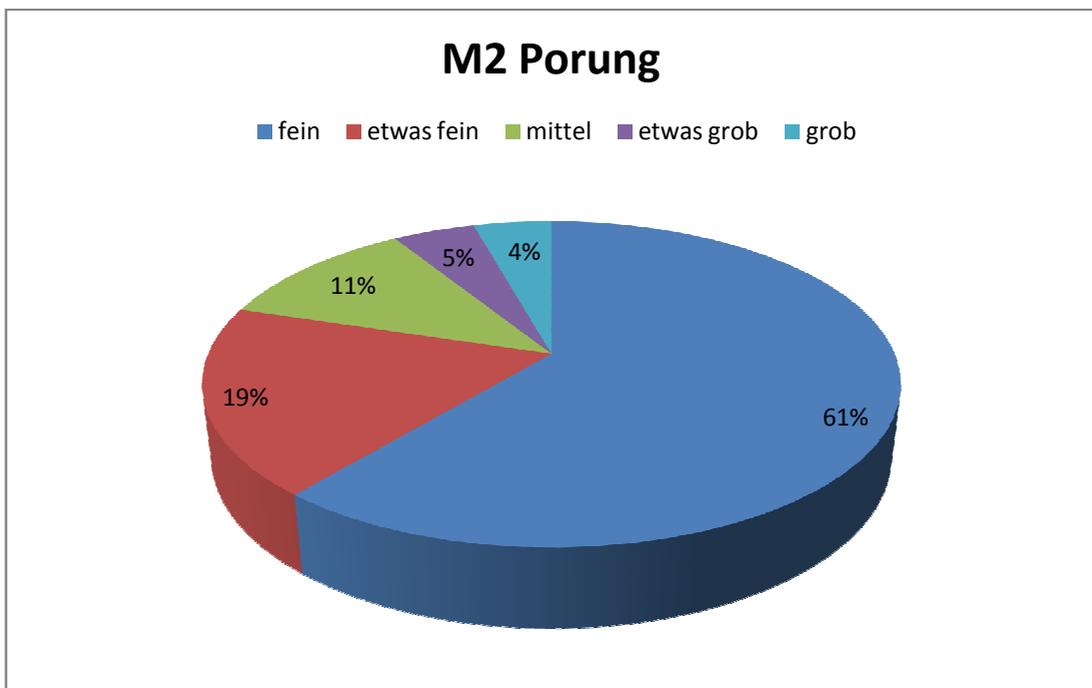
Grafik 5: Porenverteilung

Die M1-Böden hatten mit Abstand den niedrigsten Prozentsatz an feiner und den höchsten an grober Porung.



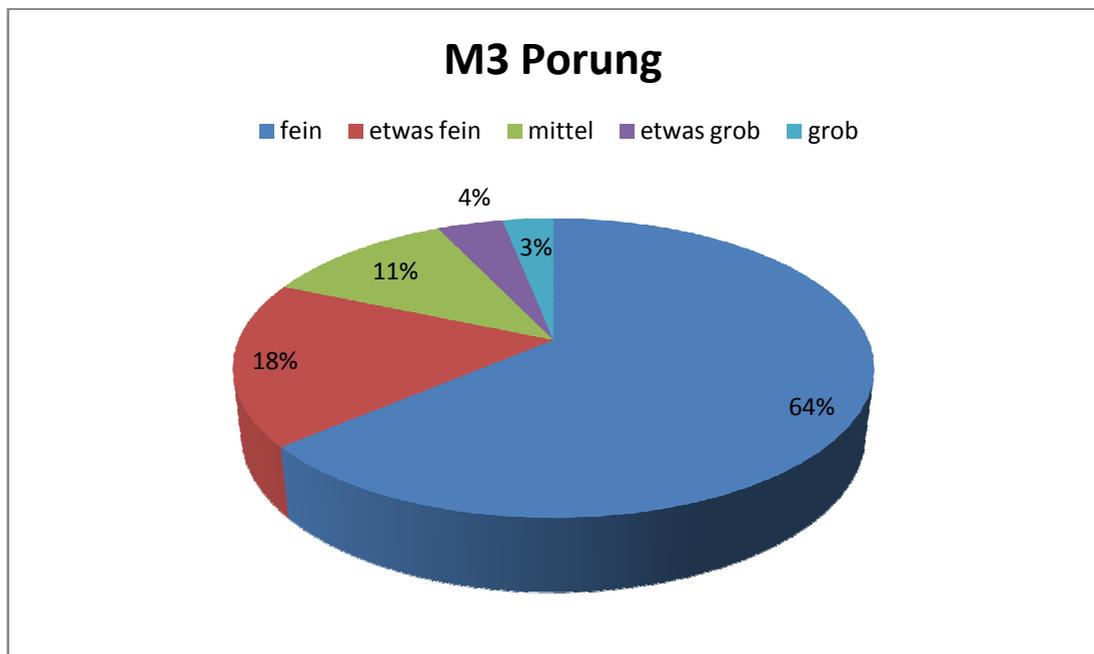
Grafik 6: Prozentuale Porenverteilung M1

Die M2-Porung ist ähnlich strukturiert wie die M3. Dabei ist auffällig das die feine Porung bei dem Versuch etwas niedriger ist als bei M3.



Grafik 7: Prozentuale Porenverteilung M2

Den höchsten Prozentsatz an feiner Porung und den niedrigsten an grober, hatten Böden, die mit dem Mixerkopf drei hergestellt wurden.



**Grafik 8: Prozentuale Porenverteilung M3**

### 5.5.6 Geschmack und Mundgefühl

Aufgrund der gleichbleibenden Zutaten hatten alle Biskuitböden einen ähnlichen Geschmack. Und zwar waren sie leicht süß, mehlig, mit einem leichten Eigengeschmack aber auch etwas fahde.

Die Konsistenz war jedoch unterschiedlich. Besonders kam eine wattige Krume am nächsten Tag zur Geltung. Im Vergleich mit original Wiener Böden war das eher untypisch für das Gebäck. Am stärksten ausgeprägt war diese Eigenschaft bei den mit Mixerkopf drei hergestellten Böden. Das hängt vermutlich damit zusammen, dass die Porung zu fein gewesen ist.

## 6 Fazit

Aus den Versuchsreihen geht hervor, dass sich mit allen drei Mixerköpfen typische Biskuitböden herstellen lassen. Im Vergleich zu original Wiener Böden besitzen sie aber in der Tendenz eine etwas zu feine Porung sowie eine wattige Krume.

Mit Mixerkopf eins (mittellange Stifte) hergestellte Massen waren etwas weniger voluminös, dafür hatten sie die höchste Volumenzunahme beim Backprozess. Die Biskuitböden hatten ein arttypisches Aussehen und Textur.

Die mit dem Mixerkopf zwei (lange Stifte) hergestellte Massen hatten wie vermutet das niedrigste Litergewicht und somit das größte Volumen. Die Oberfläche des Gebäcks hatte sehr gutes Aussehen, die Krume war jedoch zu voluminös, weich und sah etwas schwammartig aus, was die industrielle Herstellung des Gebäcks verraten würde.

Mixerkopf drei (kurze Stifte, höhere Stifteanzahl), lieferte die besten Ergebnisse in Sachen Massenstabilität und Porung. Dafür war die Oberfläche des Gebäcks sehr uneben und krümelig. Die Volumenzunahme war ebenfalls niedriger als bei den ersten beiden Mixerköpfen.

Ebenso wichtige Erkenntnisse wurden schon bei den Vorversuchen gewonnen. Und zwar dass:

- die Litergewichtsanzeige des Hansamixers nicht übereinstimmt mit den manuell ermittelten Werten. Sie kann aber durch die Rotordrehzahl und Luftdruck im Inneren des Mixerkopfes gesteuert werden
- die Länge und der Durchmesser des Auslaufschlauches einen Einfluss auf die Schaumstruktur und –stabilität der Biskuitmasse haben. Je länger der Schlauch ist, umso feiner ist die Porung und umso stabiler ist die Masse. Beim größeren Schlauchdurchmesser wurde eine nicht so feine Porung festgestellt, wie bei dem kleineren.

Vermutlich hat die Länge und der kleiner Durchmesser des Schlauches gewisse Grenzen, innerhalb denen man die positiven Veränderungen beobachten kann, denn wenn der Schlauch zu lang ist und / oder sein Durchmesser zu klein ist, würde das die Massenqualität eher negativ beeinflussen.

## **7 Zusammenfassung**

In dieser Technikerarbeit wurden drei verschiedene Mischelemente des dynamischen Durchlaufmischers, von der Firma Hansa Mixer, im Bezug auf die Verschäumung der Biskuitmassen getestet. Mit Hilfe von Backversuchen wurden Unterschiede in den Eigenschaften der Masse und der Qualität der daraus hergestellten Gebäcke ermittelt.

Grundlagen der Verschäumungstechnik, verschiedene Verschäumungsverfahren und das Schaumherstellungsprinzip des Hansamixers wurden beschrieben. Verschiedene, bei der Auswertung angewendete Messmethoden, wie Litergewichtsermittlung, Texturanalyse, Porenbild Analyse und Volumenzunahmeermittlung, wurden anschaulich, mit Hilfe von fotografischen Aufnahmen, erläutert.

Ergebnisse der drei Vorversuche dienten als Basis für die Einstellungen und Parameter der Hauptversuche. Dabei gewonnene Erkenntnisse wurden dokumentiert und in das Verfahrenverlauf mit einbezogen.

Die Versuchsdurchführung wurde so beschrieben, dass einzelne Verfahrensschritte möglichst reproduzierbar sind. Die Darstellungen der Ergebnisse wurden sowohl für jeden Mixerkopf einzeln, als auch im direkten Vergleich der Mixerköpfe, mit Hilfe von Tabellen aufgeführt. Bedeutende Unterschiede wurden anhand von Grafiken deutlich gemacht und deren technologischen Hintergründe wurden diskutiert.

Es hat sich herausgestellt, dass mit allen drei Mixerköpfen sich typische Biskuitböden herstellen lassen, wobei die besten Ergebnisse mit Mixerkopf zwei (lange Stifte) erzielt wurden. Damit hergestellte Biskuitböden hatten das größte Volumen, gute Lockerung, die beste Form und Oberfläche.

## 8 Summary

In this study three different mixing elements of the dynamic flow mixer, made by Hansa Mixer, were tested. The main focus was to show their mixing properties concerning sponge cake mixtures.

By carrying out various experiments, differences regarding quality and properties of the pastries were determined.

The basic principles of how to froth a sponge mixture, the use of different mixing procedures and the main technique of the Hansa Mixer are described.

During the evaluation, different methods of analysis, e.g. weight analysis, the examination of texture and pores of the cake and the increasing of the volume are illustrated graphically.

Three preliminary tests provided a basis for the main examinations. The results were taken into account for further tests.

The execution of the tests is described in a way that single steps of the procedures are repeatable. The results are shown for each mixer but also allow a comparison of different types of mixers.

Considerable differences are shown in charts and diagrams and their technological characteristics are discussed.

## 9 Quellenverzeichnis

<http://www.hansamixer.de/de/food.htm>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Schaum>

Dr. Heinz Kaiser , Brot und Backwaren 1+2/2005, Schaumschläger S. 28

## 10 Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei allen, die mich bei der Bearbeitung dieser Problematik im Bereich der kontinuierlichen Biskuitmassenverschäumung unterstützt haben. Besonderen Dank an dieser Stelle meiner Mentorin Wilma Baumeister für ihr Arrangement.

Des Weiteren fühle ich mich auch gegenüber Dipl. Ing. Hans-Georg Frenzel (Technischer Leiter des Hansa Industrie-Mixer GmbH & Co. KG), Doris Hay (English Lehrerin), Dr. Heinz Kaiser (vom Institut für Getreideverarbeitung GmbH), Dennis Willer (Lebensmitteltechniker), und Olga Grünwald zur Danksagung verpflichtet.

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, Andreas Meng eidesstattlich, dass ich die hier vorliegende Technikerarbeit selbstständig angefertigt habe, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen benutzt habe, sowie die Zitate kenntlich gemacht habe.

Andreas Meng