

Staatliche Fachschule für Lebensmitteltechnik

An der Emil-Fischer-Schule zu Berlin

Technikerarbeit

Unterschiede zwischen Elektroverdampfungs- und
Schallwellenvernebelungsprinzip und ihre Auswirkung auf die Gebäckqualität
von Gärunterbrochenden Weizengebäcken



Christian Behne
Belowstraße 1
13403 Berlin

Berlin, 19.04.2008

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemein	4
2	Einleitung	5
2.1	Das Prinzip der Gärunterbrechung und Gärverzögerung	5
2.2	Bekanntes Problem bei der Gärunterbrechung und Gärverzögerung	6
3	Elektroverdampfungsprinzip	6
4	Schallwellenvernebelungsprinzip	7
5	Methoden	8
5.1	Verwendetes Material	8
6	Durchführung Versuche	9
6.1	Verwendete Rohstoffe	9
6.1.1	Versuchsrezeptur	9
6.2	Teigherstellung	9
6.3	Aufarbeitung	10
6.4	Ansätze von Nährmedien (aerobe)	10
6.5	Gärunterbrechung	10
6.6	Backen	10
6.7	Auswertung	11
7	Versuch mit Schrippen	11
7.1	Versuchsparameter der Gärautomaten Versuch 1	11
7.1.1	Auswertung	12
7.2	Versuch 2 mit geänderten Parametern	13
7.2.1	Auswertung	14
7.3	Versuch 3 mit geänderten Parametern	15
7.3.1	Auswertung	15
8	Ergebnisse der Versuche mit Schrippen	17
9	Auswertung des Texture – Analysers (Schrippen)	19
10	Versuch mit Weißbrot	20
10.1	Verwendete Rohstoffe	20
10.1.1	Versuchsrezeptur	20
10.2	Teigherstellung	20
10.3	Aufarbeitung	21
10.4	Backen	21
10.5	Versuchsparameter der Gärautomaten Versuch 1	21
10.5.1	Auswertung	22

10.6	Versuch 2 mit geänderten Parametern	23
10.6.1	Auswertung	24
10.7	Versuch 3 mit geänderten Parametern	26
10.7.1	Auswertung	26
10.8	Versuch 4 mit geänderten Parametern	28
10.8.1	Auswertung	29
10.9	Methode der Gesamtkeimzahlanalyse	31
10.9.1	Bestimmung der Gesamtkoloniezahl (GKZ)	31
11 Kontrolle der Kühl- und Gärtemperatur in den Gärautomaten mittels Temperaturdatenlogger		33
12 Diskussion der Ergebnisse		35
12.1	In dieser Arbeit wurden folgende Untersuchungen durchgeführt	35
12.2	Ergebnisdiskussion	36
13 Fazit		39
14 Zusammenfassung		40
14.1	Summary	41
15 Begriffserklärungen (Glossarium)		42
16 Abbildungsverzeichnis		43
17 Diagrammverzeichnis		43
18 Tabellenverzeichnis		44
19 Literaturverzeichnis		45
20 Eidesstattliche Erklärung		46
21 Danksagung		46

1 Allgemein

Der Verbraucher geht davon aus, jederzeit frische Backwaren kaufen zu können, und das mit gleichbleibend guter Qualität. Dieser Verbraucherwunsch veranlasst mehr und mehr Produktionsbetriebe in die Tiefkühlung von Teiglingen, sowie die Gärunterbrechung und Gärverzögerung zu investieren, um damit qualitativ hochwertige Produkte produzieren zu können. Der Bäcker hat heute die Möglichkeit, über Gärverzögerung und Gärunterbrechung der geformten Teigstücke, während und außerhalb der üblichen Produktionszeit dem Kunden jederzeit frische Brötchen anzubieten und kann damit diesen Verbraucherwunsch erfüllen. Die neue Technik des Schallwellenvernebelungsprinzips wurde am 15.06.2007 während des Infotags „Kühlen und Tiefkühlen von Backwaren“ von Herrn Prof. Dr. Lösche an der Emil-Fischer-Schule präsentiert. Bei der Innovation handelt es sich um ein neuartiges Verdampfungssystem im Gärautomat Ungermann. Im Gegensatz zu herkömmlichen Gärautomaten, die mit einem Elektroverdampfungssystem das Gärklima und speziell die Gärfeuchtigkeit regelt, ist der Gärautomat Firma Ungermann mit einem Ultraschallverdampfer ausgestattet. Die Feuchtigkeit erfolgt über einen mikrofeinen Nebel von Wassertröpfchen. Nach Meinung von Herrn Prof. Dr. Lösche ist mit dieser Innovation ein Durchbruch bei der Gärsteuerung von ungebackener Ware gelungen. Dieser Durchbruch bezieht sich sowohl auf die erhöhte Qualität bei den Gebäcken, als auch wirtschaftlich durch sparsamen Energieverbrauch. Damit dieses neuartige Produkt sich am Markt durchsetzen kann, muss sicher gestellt sein, dass über das vorhandene Wasser in Form von mikrofeinen Tröpfchen keine erhöhte mikrobiologische Belastung ausgeht, als im Vergleich zum herkömmlichen Verfahren. Kritiker äußerten jedoch den Verdacht, dass der mikrofeine Nebel aus Wassertröpfchen mögliche mikrobiologische Nachteile mit sich bringt.

2 Einleitung

In Rahmen dieser Technikerarbeit werden unterschiedliche Backversuche dargestellt, wo in zwei verschiedenen Gärautomaten mit unterschiedlichen Befeuchtungsprinzipien gearbeitet wird. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt hier in den unterschiedlichen Prinzipien, wobei die neuere Version (das Schallwellenvernebelungsprinzip) möglicherweise die herkömmliche Methode der Elektroverdampfung langfristig ablösen wird. Zusätzlich soll durch vergleichende Versuche im Rahmen in dieser Technikerarbeit festgestellt werden, ob das Schallwellenvernebelungsprinzip möglicherweise mikrobiologische Nachteile mit sich bringt.

2.1 Das Prinzip der Gärunterbrechung und Gärverzögerung

Bei der Gärunterbrechung wird, wie der Name schon sagt, **die Gärung** nahezu vollständig unterbrochen. Während der Lagerzeit bei Temperaturen unter -7°C , also im tiefgekühlten Bereich, laufen so gut wie keine enzymatischen Reaktionen mehr ab. Die Hefetätigkeiten werden gestoppt. Es wird kein produkteigenes CO_2 mehr gebildet. Diese Erscheinung sorgt bei diesem Verfahren im späterem Verlauf dazu, dass im Endgärprozess weniger CO_2 gebildet wird was zur Folge hat, dass die Gebäckvolumen bei Gärunterbrochenden Brötchen in der Regel kleiner ausfallen als in den herkömmlichen Gärführungen.

Bei der Gärunterbrechung sollen die enzymatischen Aktivitäten durch Kälte schnell gestoppt werden hierbei erleidet die Hefe ein „Kälteschock“ da sie sich bereits auf die Umgebungseinflüsse eingestellt hat.

Bei der Gärverzögerung werden Teiglinge zwischen -5 und $+5^{\circ}\text{C}$ gekühlt gelagert. Die Gärverzögerung lässt sich je nach Hefeanteil in einen Zeitraum von 5 bis 24 Stunden durchführen. Über die Gärverzögerung lassen sich qualitative hochwertige Gebäcke herstellen.

Die Ursachen für das hohe qualitative Resultat, begründen sich in den

fermentativen und biochemischen Prozessen, die bei der Gärverzögerung weiter verzögert ablaufen und anders als bei der Gärunterbrechung über die Temperatur auch besonders gut steuerbar sind, primär sind es die enzymatisch katalysierten Umsetzungen im Teig.

Dies hat den Vorteil, dass während der Lagerung sich gute Aroma - Geschmackstoffe bilden und das Produkt dadurch qualitativ wertvoller wird. [1]

2.2 Bekannte Problem bei der Gärunterbrechung und Gärverzögerung

Trotz der erwähnten Vorteile der Gärunterbrechung und Gärverzögerung, treten immer wieder Probleme auf. Ein Hauptproblem bei der Gärunterbrechung und Gärverzögerung findet man nach dem Abbacken der Teiglinge. Eine feste, verdichtete teilweise auch mit Rissen versehene Krustenschicht der Gebäcke. Wesentliche Ursache hierfür ist das Austrocknen der Teighaut beim Tiefkühl lagern und in der Auftau- und Gärphase.

3 Elektroverdampfungsprinzip

Die Elektroverdampfung ist eine Methode bei der in Gärkammern des Gärautomaten durch Erhitzung von Wasser ein Wasserdampf erzeugt wird, der die Teiglingoberfläche vor der Austrocknung schützen soll. Die Erzeugung von Dampf im Elektrodampfer kann durch Verwendung von Heizstäben erfolgen, die in den Wasserraum eintauchen. Die Erwärmung erfolgt durch den ohmschen Widerstand der Heizwicklungen. Hierbei wird durch die Wärmeenergie das Wasser in Wasserdampf umgewandelt. [2]

4 Schallwellenvernebelungsprinzip

Bei dem Schallwellenvernebelungsprinzip erfolgt, wie der Name schon sagt, eine Vernebelung von Wasser mittels Schallwellen. Schallwellen sind entsprechend ihrer physikalischen Natur mechanische Schwingungen. Sie entstehen bei hochfrequentem Verdichten von komprimierbaren Medien. Diese Schwingungen entstehen aufgrund der Auslenkung der Teilchen eines komprimierbaren Stoffes aus ihrer Gleichgewichtslage. Wegen der ihnen eigenen Beweglichkeits- und Trägheitskräfte pendeln diese Teilchen periodisch um ihre ursprüngliche Lage hin und her. Schwingungen entstehen als Ergebnis eines Druckwechsels. Eine wiederholte Druckzunahme und Druckreduzierung produziert verschiedene Schallwellen. Um Schallwellen für die Luftbefeuchtung nutzen zu können, muss elektrische Energie in mechanische Energie umgewandelt werden. Das erfolgt über piezoelektrische Wandler (auch Schwinger genannt). Eine Schwingungseinheit besteht somit aus dem Resonanzkreis, in dem die Hochfrequenz von ~1,7 MHz erzeugt wird und dem piezoelektrischen Wandler zur Umsetzung der elektrischen Frequenz in eine proportionale mechanische Schwingung. Die piezokeramischen Wandler sind am Boden der Wasserwanne des Befeuchters angebracht. Bei Erregung des Wandlers leitet das Wasser die Schall- Schwingungen zur Grenzschicht Wasser-Luft. Das ständige Komprimieren / Dekomprimieren der Wassersäule über dem Wandler verursacht Gravitation in unmittelbarer Nähe der Wasseroberfläche. Dadurch bilden sich gekreuzte Kapillarwellen, bei denen sich aus einem Wellenberg kleinste Nebeltröpfchen (aerosole) lösen. [3]

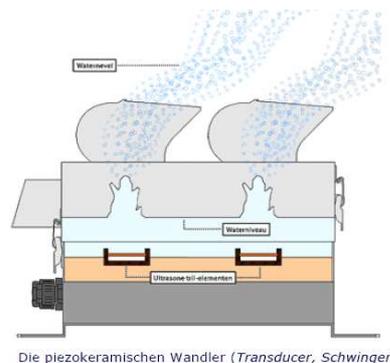


Abbildung 1: Die piezokeramischen Wandler

5 Methoden

- Im folgenden Verlauf werden die durchgeführten Backversuche mittels Schallwellenvernebelung und Elektroverdampfung–Gäromat gegenübergestellt und hierbei die wesentlichen Unterschiede in den Ergebnissen festgehalten werden. Neben der messtechnischen Ergebniserfassung erfolgt auch eine sensorische Beurteilung
- Im Separaten Versuchen erfolgen der Nachweis und Auswirkungen von mikrobiellem Befall in den beiden Gäromaten. Dabei soll herausgefunden werden, ob der Schallwellenvernebelungsgäromat gegenüber dem Elektroverdampfungsgäromat signifikante Unterschiede im bakteriellen Befall aufweist.

5.1 Verwendetes Material

Gäromaster 1950 GA 40/60 + GA 60/80 Firma: Ungermann
(Schallwellenverdampfer)

- Gäromat Firma: MIWE (Elektroverdampfer)
- Spiralkneter (Diosna)
- Brötchenstraße
- Stickenofen Firma MIWE
- Etagenofen Firma MIWE EL 40616
- Texture - Analyser
- Volumenmessgerät (Rapssamenmethode)
- Nährmedien (Petrischale mit gelartigen Nährboden)

6 Durchführung Versuche

Als erstes folgen einige Backversuche mit Schrippenteig, wobei der Elektroverdampfungsgärautomat gegenüber dem Schallwellenvernebelungsgärautomat so optimiert werden soll, dass annähernd ein gleiches Ergebnis der fertigen Produkte entsteht. Damit sollte herausgefunden werden, wie effektiv das Schallwellenvernebelungsprinzip ist.

6.1 Verwendete Rohstoffe

6.1.1 Versuchsrezeptur

Weizenmehl Type 550	100%	10000g
Trinkwasser	57%	5700g
Hefe	3%	300g
Backmittel (Goldback)	3%	300g
Salz	1,8%	180g
Teig	166%	16600g

Tabelle 1: Versuchsrezeptur von Schrippen

6.2 Teigherstellung

Parameter	
Knetzeit Stufe 1 (Spiralkneter)	180s
Knetzeit Stufe 2 (Spiralkneter)	300s
Raumtemperatur	23,8°C
Teigtemperatur bei den Versuchen	23,0°C

Tabelle 2: Parameter der Schrippenteigherstellung

6.3 Aufarbeitung

- Nach einer zehn minütigen Teigruhezeit, wurde der Teig in einer Brötchenstraße verarbeitet.

6.4 Ansätze von Nährmedien (aerobe)

- 18,5 Agar auf 500ml H₂O, danach wird es in Petrischalen gegossen
- Die Petrischalen wurden am 10.10.2007 um 14:00 Uhr in den jeweiligen Gärautomaten verbracht und durchliefen die dazugehörigen Programme. In den Programmen wurde eine Temperaturen von -25° bis 27°C und eine Feuchtigkeit t von 75 % bis 95 % hinterlegt.

Die Nährmedien sollen Rückschlüsse liefern, ob der Schallwellenvernebelungsgärautomat einen höheren Keimbefall aufweist.

Nach 7 Tagen wurde der Versuch abgebrochen da die Bedingungen während der Lagerzeit ein Austrocknen der Nährmedien zur Folge hatte. Daraufhin musste eine spezielle Methodik zur Überprüfung des mikrobiellen Befalls entwickelt werden.

6.5 Gärunterbrechung

- Die Teiglinge wurden unmittelbar nach der Aufarbeitung in den jeweiligen Gärautomaten befördert.

6.6 Backen

Für den Backprozess wurde ein Stickenofen von der Firma MIWE herangezogen. Die Backtemperatur betrug 230°C und die Backzeit betrug 24 Minuten. Die Schwadengabe setzte in der ersten Backphase ein. Sie betrug 30%.

6.7 Auswertung

Die Auswertung erfolgte überwiegend sensorisch. Zusätzlich wurden technische Geräte zum Messen der Krumenelastizität verwendet (Texture - Analyser). Das Gebäckvolumen wurde mit einem Volumenmessgerät (Rapssamenmethode) ermittelt.

7 Versuch mit Schrippen

In den folgenden Versuchen wurden Schrippen hergestellt die verschiedene Programmunterteilungen in zwei verschiedenen Gärautomaten durchlaufen. Nach dieser Prozedur wurden sie abgebacken und sensorisch beurteilt.

7.1 Versuchsparameter der Gärautomaten Versuch 1

Der ersten Versuch beinhaltete, bei gleichen Parametern die unterschiedliche Gebäckqualität bei beiden Geräten rauszufinden, um anschließend die jeweiligen Parameter zu optimieren.

Prinzip	Schallwellenvernebelung		Elektroverdampfung	
	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.
VK	-	-25	-	-25
Gu	-	-10	-	-10
Gu1	5 h	+3	6,30 h	+3
Gu2	1,30	-	-	-
Ga	2 h	27°,92%	2 h	27°,92%
Ga2	30min	27°,92%	30min	27°,92%
AB	-	22°,80%	-	22°, 80%

Tabelle 3: Versuchsparameter der Gärautomaten aus Versuch 1 (Schrippen)

7.1.1 Auswertung



Abbildung 2: Unterschied aus der Versuchsreihe 1 (Schrippen)

Spezifisches Volumen:

Schallwellenvernebelung	Elektroverdampfung
4,37 ml/g	3,42 ml/g

Tabelle 4: Volumenunterschiede aus Versuchsreihe 1 (Schrippen)

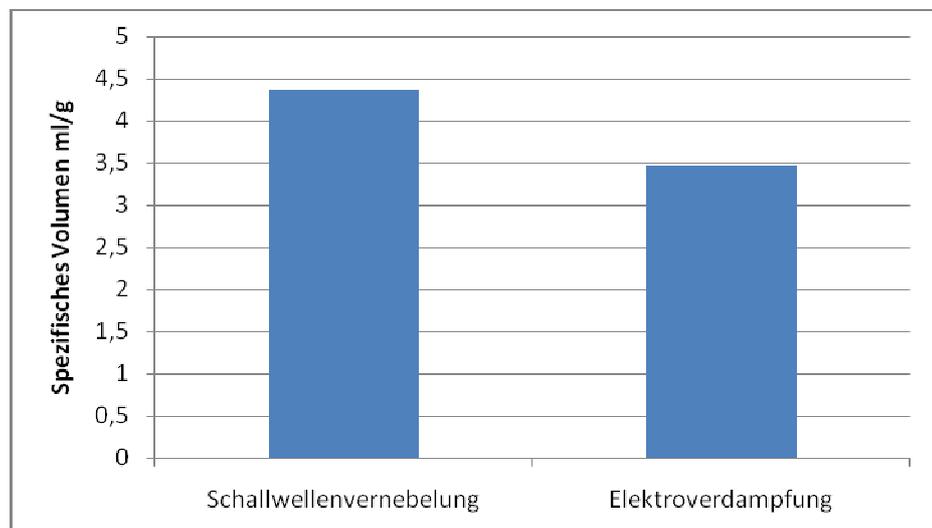


Diagramm 1: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 1 (Schrippen)

Die Auswertung der Versuche ergab, dass das Volumen sowie die Krümmenbeschaffenheit im Elektroverdampfungsgärautomat nicht mit dem vom Schallwellenvernebelungsgärautomat übereinstimmen. Aus diesem Grund wurden Parameterveränderungen am Elektroverdampfungsgärautomat durchgeführt, damit annähernd ein gleiches Ergebnis wie beim Schallwellenvernebelungsgärautomat entsteht.

7.2 Versuch 2 mit geänderten Parametern

Nachfolgend werden die veränderten Parameter bei beiden Geräten dargestellt:

Prinzip	Schallwellenvernebelung		Elektroverdampfung	
	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.
VK	-	-27	-	-27
Gu	-	-10	-	-10
Gv1	5 h	+3	6,30 h	+3
Gv2	1,30	-	-	-
Ga	2 h	27°,92%	2 h	27°,92%
Ga2	30min	27°,92%	30min	<u>32°,92%</u>
AB	-	22°,80%	-	22°, 80%

Tabelle 5: Geänderte Versuchsparameter aus der Versuchsreihe 2 (Schrippen)

7.2.1 Auswertung



Abbildung 3: Unterschiede aus der Versuchsreihe 2 (Schrippen)

Spezifisches Volumen:

Schallwellenvernebelung	Elektroverdampfung
5,43 ml/g	4,41 ml/g

Tabelle 6: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 2 (Schrippen)

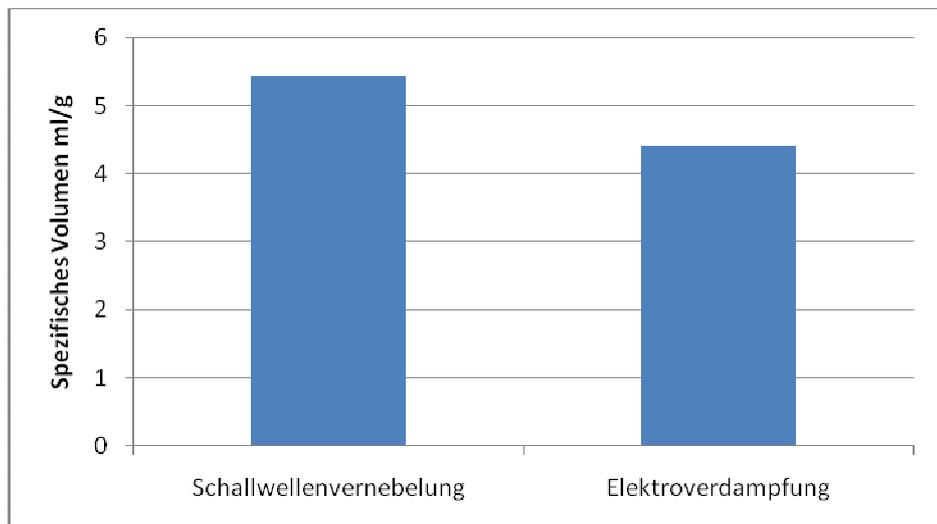


Diagramm 2: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 2 (Schrippen)

Erneute Parameterveränderung im Elektroverdampfungsgärautomat, das Volumen und die Porung stimmen immer noch nicht überein. Diesmal wurde die Ga Temperatur erhöht.

7.3 Versuch 3 mit geänderten Parametern

Prinzip	Schallwellenvernebelung		Elektroverdampfung	
	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.
VK	-	-27	-	-27
Gu	-	-10	-	-10
Gv1	5 h	+3	6,30 h	+3
Gv2	1,30	-	-	-
Ga	2 h	27°,92%	2 h	<u>29°,92%</u>
Ga2	30min	27°,92%	30min	32°,92%
AB	-	22°,80%	-	22°, 80%

Tabelle 7: Geänderte Parameter aus der Versuchsreihe 3 (Schrippen)

7.3.1 Auswertung

Die Parameter sind soweit optimiert sodass beim Elektroverdampfungsgärautomat die sensorischen Ergebnisse annähernde vergleichbar waren. Eine Annäherung in den spezifischen Volumen war unter den Bedingungen nicht möglich. Die Teiglinge wurden diesmal 50 Stunden, in den jeweiligen Gärautomaten gelagert.

Spezifische Volumen:

Schallwellenvernebelung	Elektroverdampfung
4,72 ml/g	3,93 ml/g

Tabelle 8: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 3 (Schrippen)

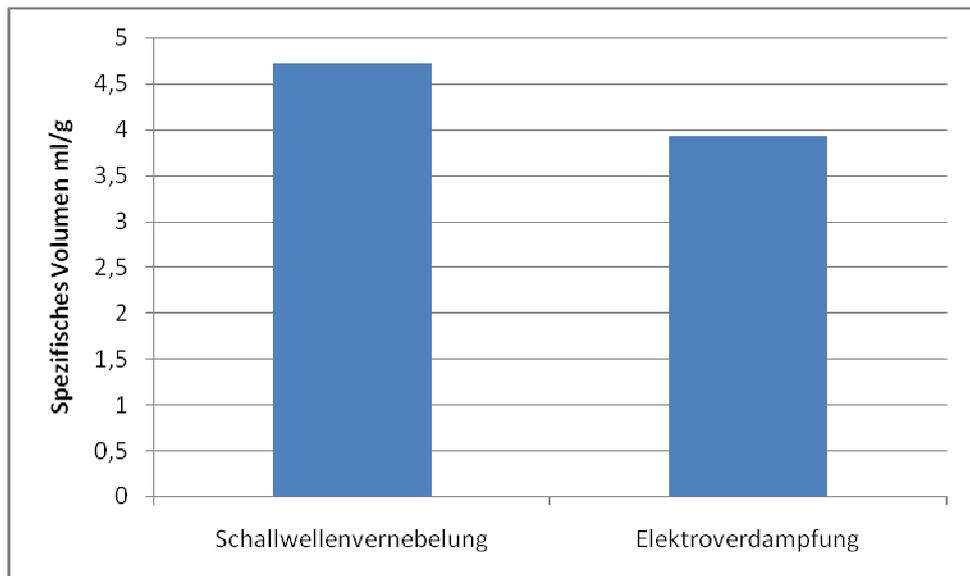


Diagramm 3: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 3 (Schrippen)



Abbildung 4: Unterschiede aus der Versuchsreihe 3 (Schrippen)

8 Ergebnisse der Versuche mit Schrippen

Deutlich ist zu erkennen, dass nach kürzerer GU die Teiglinge feuchter sind. Und schon im Backprozess ist erkennbar, dass der Ausbund schmaler wird. Letztendlich ist zu bemerken, dass beim Elektroverdampfungsgärautomat wesentlich höhere Temperaturen erforderlich sind als beim Schallwellenvernebelungsgärautomat. Hier raus ergibt sich eine Erhöhung der Energiekosten beim Elektroverdampfungsgärautomat.

Bei länger Lagerzeit ist deutlich zu erkennen, dass beim Elektroverdampfungsgärautomat durch die Kälte und die damit verbundene Austrocknen das freie Wasser den Teiglingen entzogen wird, was zur deutlich erkennbaren Rissbildung an der Brötchenunterseite vor allem beim Elektroverdampfungsgärautomat führt.

Beim Schallwellenvernebelungsgärautomat sind dagegen nur leichte Veränderungen zu sehen. Die Temperatur- und Feuchtigkeitsverteilung ist beim Schallwellenvernebelungsgärautomat offensichtlich besser gegeben. Bei verlängerter Lagerzeit (hier 50 Stunden) wird freies Wasser in großen Mengen entzogen. Dieses Wasser steht der Hefe zur Nahrungsaufnahme nicht mehr zur Verfügung die Folgen sind Volumeneinbusen der Gebäcke. Durch die damit verbundene „Verhautung“ kommt es zu verminderter Dehnbarkeit und Elastizität im Randbereich diese ist die Ursache am Gebäckboden.



Abbildung 5: Unterschiede aus der Versuchsreihe 3 (Schrippen)

Bei dem Vergleich der Lagerzeit von 50 Stunden zeigte, dass der Schallwellenvernebelungsgärautomat erheblich weniger nachteilige Veränderungen aufwies als der Elektroverdampfungs-gärautomat. Zusätzlich wurde zur Ermittlung der Krumenbeschaffenheit ein Texture - Analyser herangezogen.

9 Auswertung des Texture – Analysers (Schrippen)

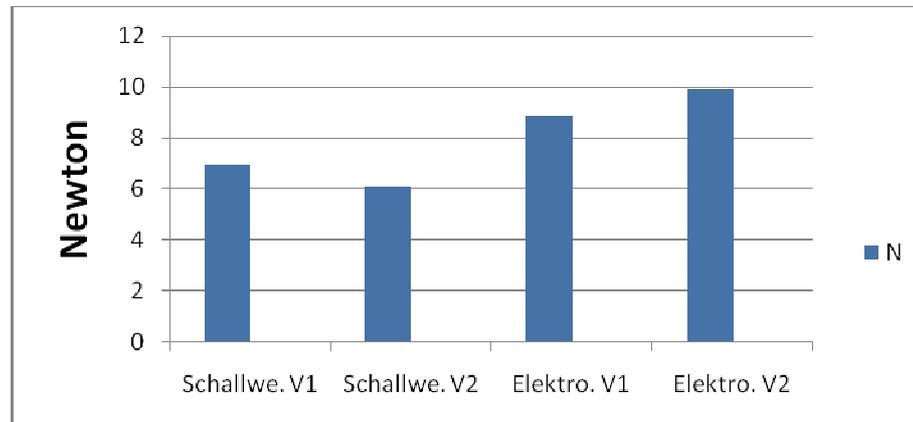


Diagramm 4: Auswertung des Texture - Analysers nach 50 Stunden Lagerzeit (Schrippen)

Gärautomaten	Schallwe. V1	Schallwe. V2	Elektro. V1	Elektro. V2
Mittelwert in N	6,941	6,104	8,826	9,882

Tabelle 9: Auswertung des Texture - Analysers nach 50 Stunden Lagerzeit (Schrippen)

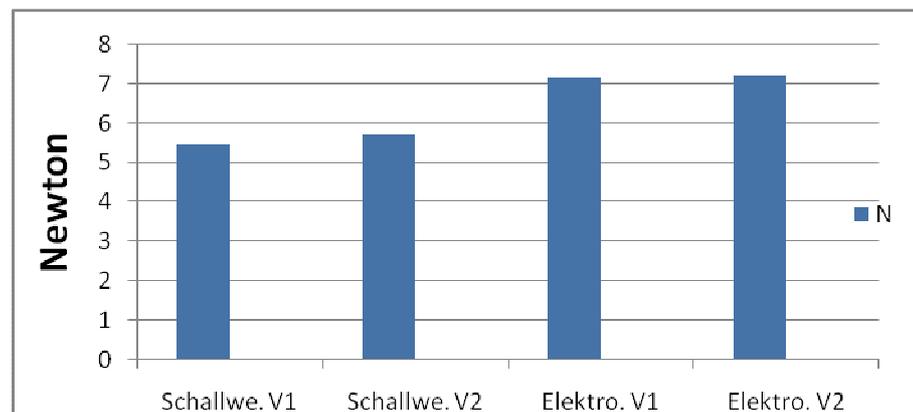


Diagramm 5: Auswertung des Texture - Analysers nach 18 Stunden Lagerung (Schrippen)

Gärautomaten	Schallwe.V1	Schallwe.V2	Elektro.V1	Elektro.V1
Mittelwert in N	5,479	5,719	7,157	7,237
<u>Abweichung</u>	1,462 N	0,358 N	1,669 N	2,645 N

Tabelle 10: Auswertung der Lagerzeit von 18 Stunden und der Abweichung gegenüber 50 Stunden (Schrippen)

10 Versuch mit Weißbrot

Mit diesen Versuchen sollte festgestellt werden, ob das Schallwellenvernebelungsprinzip auch bei Weißbrot das heißt auch bei größeren Gebäcken bessere Ergebnisse als das Elektroverdampfungsprinzip erzielt.

10.1 Verwendete Rohstoffe

10.1.1 Versuchsrezeptur

Weizenmehl Type 550	100%	6000g
Wasser	58%	3480g
<u>Fett</u>	<u>2%</u>	<u>120g</u>
Hefe	3%	180g
Backmittel	3%	180g
Salz	1,8%	108g
<i>Teig</i>	<i>167,8%</i>	<i>10068g</i>

Tabelle 11: Versuchsrezeptur der Weißbrotherstellung

10.2 Teigherstellung

Knetzeit im Spiralknetzer :

- Stufe 1:180s
- Stufe 2: 300s
- Teigtemperatur bei den Versuchen: 23,5°C

10.3 Aufarbeitung

Nach dem Knetprozess folgte eine 15 minütige Teigruhezeit, danach wurden die Teiglinge mit einer Teigeinlage von 600g ausgewogen und zu Ballen rundgewirkt. Die Ballengare betrug 10 Minuten, danach wurden die Teiglinge mit der Hand aufgearbeitet.

Je 8 Teiglinge wurden in den jeweiligen Gärautomaten verbracht, davon 4 im Kasten und 4 freigeschwobene Weißbrote.

10.4 Backen

Für den Backprozess wurde ein Etagenofen (MIWE EL 40616) verwendet. Die Oberhitze betrug 230°C fallend sowie Unterhitze 230°C fallend. Die Backzeit betrug 26 Minuten.

10.5 Versuchsparameter der Gärautomaten Versuch 1

Prinzip	Schallwellenvernebelung		Elektroverdampfung	
	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.
VK	-	-27	-	-27
Gu	-	-10	-	-10
Gv1	5 h	+3	10 h	+3
Gv2	5 h	-	-	-
Ga	2 h	27°,92%	2 h	29°,92%
Ga2	45min	27°,92%	45min	32°,92%
AB	-	22°,80%	-	22°, 80%

Tabelle 12: Verwendete Parameter aus der Versuchsreihe 1 (Weißbrote)

10.5.1 Auswertung

Abweichend von den Versuchsbedingungen wurden die Teiglinge ca. 40% später abgebacken.

Hierdurch veränderte sich die Ga2 45min auf 65min. Der Versuch konnte also mit einer Übergare bewertet werden.

Deutlich zu erkennen war nach 30 Minütiger Abkühlphase eine wesentlich strukturiertere Fensterbildung beim Schallwellenvernebelungsprinzip im Vergleich zum Elektroverdampfungsprinzip.

Jedoch konnte man erkennen, dass bei der Gärphase kurz vor dem Abbacken deutliche Volumenunterschiede bei den Teiglingen gegeben waren. Es wurden aufgrund dessen folgende Parameterveränderungen vorgenommen: Vergleiche Tabelle 10.6!



Abbildung 6: Unterschied aus der Versuchsreihe 1 (Weißbrote)

Spezifisches Volumen:

Schallwellenvernebelung	Elektroverdampfung
5,73 ml/g	5,19 ml/g

Tabelle 13: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 1 (Weißbrote)

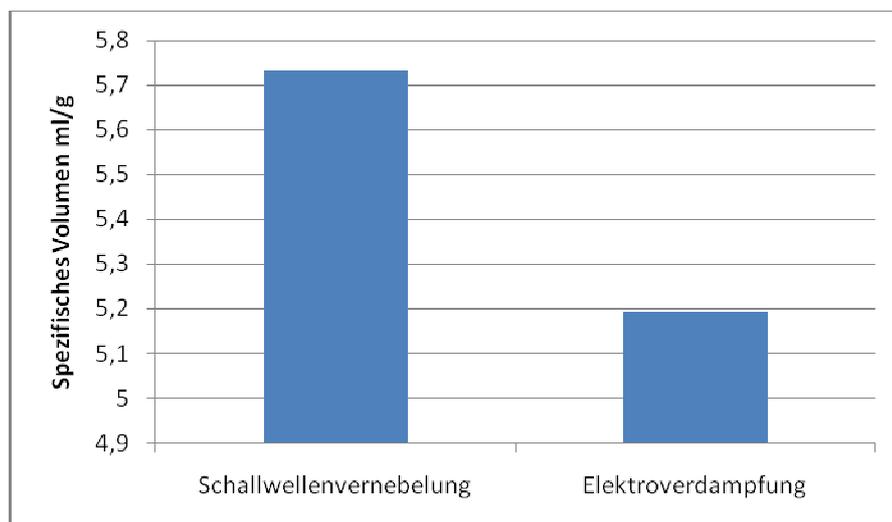


Diagramm 6: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 1 (Weißbrote)

10.6 Versuch 2 mit geänderten Parametern

Prinzip	Schallwellenvernebelung		Elektroverdampfung	
	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.
VK	-	-27	-	-27
Gu	-	-10	-	-10
Gv1	5 h	+3	10 h	+3
Gv2	5 h	-	-	-
Ga	2 h	27°,92%	2h	29°,92%
Ga2	45min	27°,92%	50min	32°,92%
AB	-	22°,80%	-	22°, 80%

Tabelle 14: Geänderte Parameter aus der Versuch 2 (Weißbrote)

10.6.1 Auswertung

10.6.1.1 Nährmedien der mikrobiologischen Untersuchung

Durch den Wasserentzug im Elektroverdampfungsgärautomaten nach 24 Stunden war das Nährmedium nicht mehr brauchbar. Beim Schallwellenvernebelungsgärautomat dagegen war der Nährboden noch nicht angegriffen und wurde als gut brauchbar verwendet. Auf Grund dessen wurden die Nährmedien innerhalb der beiden Phasen Ga und Ga2 eingebracht für jeweils 3 Stunden in den jeweiligen Gärautomat.

10.6.1.2 Backversuche

Die Backversuche zeigten, dass sich bei normaler Gare die Endprodukte aus beiden Verdampfungsprinzipien deutlich unterschiedlich sind. Die Produkte des Elektroverdampfungsgärautomat wiesen ein erheblich kleineres Volumen auf. Der Ausbund bei den Produkten aus den Elektroverdampfungsgärautomat war deutlich tiefer ausgeprägt was auf eine geringere Gare hindeutet.



Abbildung 7: Unterschiede aus der Versuchsreihe 2 (Weißbrote)

Spezifisches Volumen:

Schallwellenvernebelung	Elektroverdampfung
5,62 ml/g	5,18 ml/g

Tabelle 15: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 2 (Weißbrote)

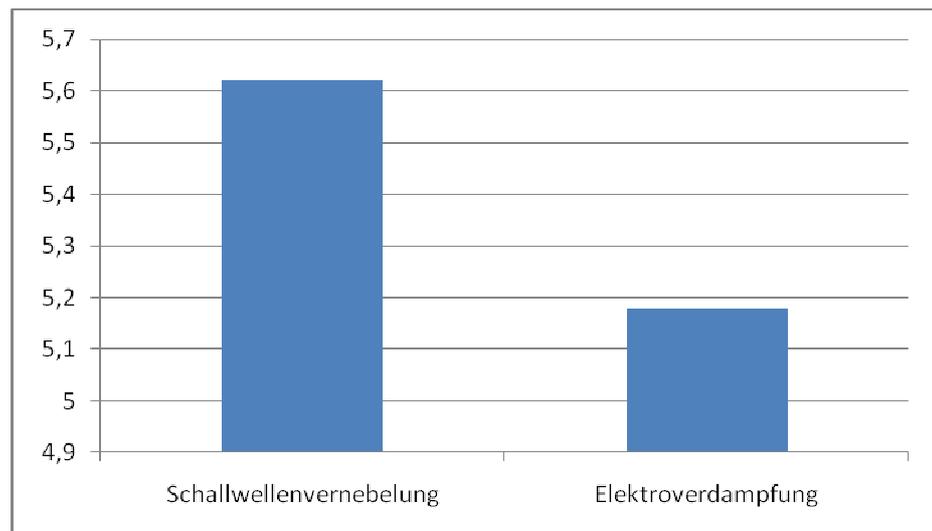


Diagramm 7: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 2 (Weißbrote)

Bei den Kastenweißbroten, ist bei den Elektroverdampfungsgäautomat-Produkten eine verstärkte Rissbildung zu erkennen! Ursache hierfür ist eine zu geringe Gare. Hieraus folgte eine Erhöhung der Ga2 beim Elektroverdampfungsgäautomat.

10.7 Versuch 3 mit geänderten Parametern

Prinzip	Schallwellenvernebelung		Elektroverdampfung	
	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.
VK	-	-27	-	-27
Gu	-	-10	-	-10
Gv1	5 h	+3	10 h	+3
Gv2	5 h	-	-	-
Ga	2 h	27°,92%	2h	29°,92%
Ga2	45min	27°,92%	55min	32°,92%
AB	-	22°,80%	-	22°, 80%

Tabelle 16: Geänderte Parameter aus der Versuchsreihe 3 (Weißbrote)

10.7.1 Auswertung

10.7.1.1 Nährmedien der mikrobiologischen Untersuchung

Die eingebrachten Nährmedien wiesen keine mikrobielle Kontamination auf obwohl sie 3 Stunden in den Gäautomaten vorhanden waren. Um trotzdem Aussagen über die mikrobiologische Veränderungen treffen wurden kleine Teiglinge ohne Hefezusatz hergestellt und durchliefen den ganzen Prozess des Programs um zum Schluss zur Analyse zu dienen.

10.7.1.2 Backversuche

Unter den veränderten Parametern war eine deutlich in den Qualitäten sichtbar. Beim Kastenbrot, war die Rissbildung nicht mehr so extrem ausgeprägt. Und beim freien Weißbrot war das spezifische Volumen nur noch geringfügig kleiner. Zur weiteren Angleichung der Qualitäten wurden zusätzlich noch weitere 5 Minuten im Elektroverdampfungsgeräutomaten in der Ga2 Phase hinterlegt.



Abbildung 8: Unterschiede aus der Versuchsreihe 3 (Weißbrote)

Spezifisches Volumen:

Schallwellenvernebelung	Elektroverdampfung
4,85 ml/g	4,58 ml/g

Tabelle 17: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 3

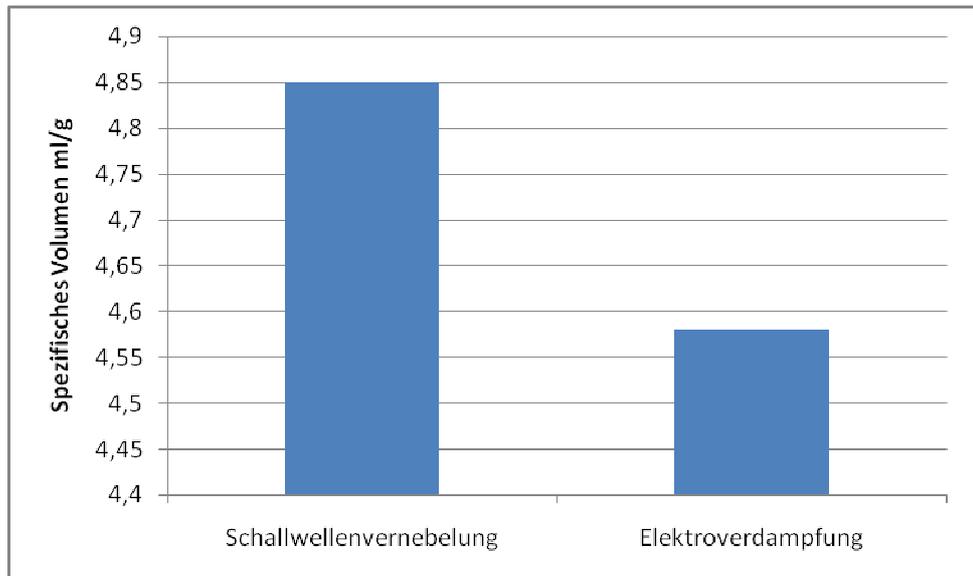


Diagramm 8: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 3 (Weißbrote)

10.8 Versuch 4 mit geänderten Parametern

Prinzip	Schallwellenvernebelung		Elektroverdampfung	
	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.
VK	-	-27	-	-27
Gu	-	-10	-	-10
Gu1	5 h	+3	10 h	+3
Gu2	5 h	-	-	-
Ga	2 h	27°,92%	2h	29°,92%
Ga2	45min	27°,92%	60min	32°,92%
AB	-	22°,80%	-	22°, 80%

Tabelle 18: Geänderte Parameter aus der Versuchsreihe 4 (Weißbrote) mit der Lagerzeit von 50 Stunden

10.8.1 Auswertung

10.8.1.1 Backversuche

Nach einer Tiefkühlagerung von 50 Stunden Lagerzeit der Teiglinge, ist deutlich ein Volumenunterschied zu erkennen. Bei den Kastenweißbroten eine splitternde Kruste. Was auf eine mangelnde Befeuchtung im Elektroverdampfungsgeräutomat zurückzuführen ist.



Abbildung 9: Unterschiede aus der Versuchsreihe 4 (Weißbrote)



Abbildung 10: Unterschiede aus der Versuchsreihe 4 (Weißbrote im Kasten)

10.8.1.2 Analyse des mikrobiellen Befalls

Die Analyse der Teiglinge ergab, dass keine signifikanten Unterschiede im mikrobiellen Befall der Gärautomaten vorliegen. Die Anzahl der Keime war bei beiden gleich.

Schallwellenvernebelungsprinzip		Elektroverdampfungsprinzip	
188/234	$2,11 \cdot 10^5$	265/261	$2,6 \cdot 10^5$
619/599	$6,1 \cdot 10^5$	599/654	$6,3 \cdot 10^5$

Tabelle 19: Auswertung der Nährmedien an Anzahl der Keime

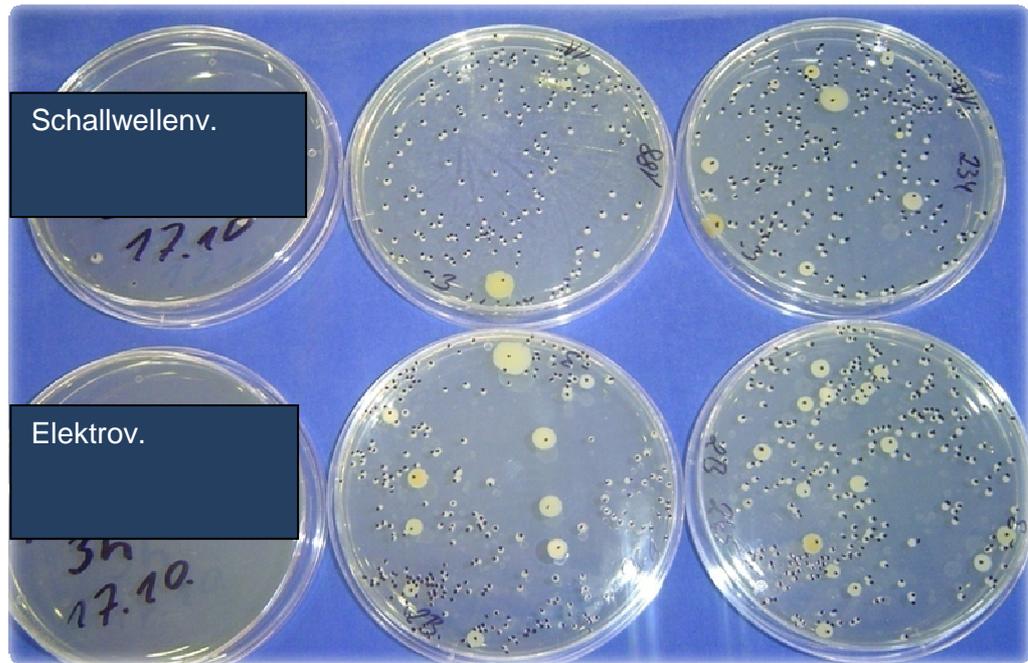


Abbildung 11: Auswertung und Analyse der Nährmedien

10.9 Methode der Gesamtkeimzahlanalyse

Hausmethode in Anlehnung an die Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG 06.00 18

10.9.1 Bestimmung der Gesamtkoloniezahl (GKZ)

Mesophile aerobe Kolonien

Nährböden: z.B. Standard I-Nähragar, Plate-Count-Agar (PC)

10.9.1.1 Durchführung der Gesamtkeimzahlmethode

1. Hände gründlich desinfizieren
2. Arbeitsfläche und benötigte Geräte (falls nicht autoklavierbar) gründlich mit Spiritus abwischen und gegebenenfalls abflammen

3. Probe gegebenenfalls nahe Bunsenbrennerflamme mit sterilen Geräten (Messer, Unterlage) zerkleinern. Hierbei sind stärkere Luftbewegungen und Sprechen in Richtung Probe zu vermeiden.
4. 10,00g der zerkleinerten Probe in Stomacher-Beutel einwiegen und mit 90ml sterilen Kochsalzlösung (8,5g NaCl / L) versetzen (Verdünnung= 1:10 bzw. 10^{-1} , bei 100 μ l Ausstrich = 10^{-2} , da in 100 μ l Probelösung 1/100g Probe enthalten ist)
5. Probe in Stomacher 90 s homogenisieren
6. Das Ansetzen der Verdünnungsreihen sollte spätestens 20 Min. nach Homogenisierung erfolgen um eine Vermehrung der Mikroorganismen und somit eine Verfälschung der Ergebnisse zu vermeiden
7. Herstellung der Verdünnungsreihe (Dezimalverdünnungen):
Aus der Erstverdünnung werden, nach Sedimentieren grober Partikel, aus der wässrigen Phase ohne vorheriges Durchmischen 1 ml entnommen und in ein Reagenzglas mit 9 ml steriler NaCl-Lösung (8,5 g/L) pipettiert. Lösung auf Reagenzglasschüttler gut durchmischen. Verdünnung = 1:100 bzw. 10^{-2} , bei 100 μ l Ausstrich = 10^{-3} 1ml aus der 1:100 Verdünnung in ein weiteres Reagenzglas mit 9 ml NaCl-Lösung ergibt eine Verdünnung von 1:1000 bzw, 10^{-3} oder als Ausstrich 10^{-4} . Die Anzahl der Verdünnungs-Stufen richtet sich nach der zu erwartenden Keimzahl. Für jede Verdünnungs-Stufe ist eine neue sterile Pipettenspitze zu verwenden.
8. Oberflächenausstrich (Spatelverfahren) Petrischalen mit wasserfestem Stift auf der Unterseite beschriften (Verdünnungs-Stufe, Probe-Nr. , ggf. Datum) dann mit der höchsten Verdünnungsstufe beginnend 100 μ l in die Mitte der Platte pipettieren und mit einem abgeflammt Drigalski-Spatel (nicht zu heiß!) gleichmäßig auf dem Nährboden verteilen. Die Platten werden mit dem Boden nach oben bei der erforderlichen Temperatur und Zeit bebrütet (z.B. 30°C, 72 h).
9. Auswertung
[3]

10.9.1.2 Nährmedien und Bebrütungs-Parameter

Gesamtkoloniezahl (GKZ): St. I-Agar, Brüten: 30°C, 72 h

Hefen / Schimmelpilze: Malzextrakt-Agar, Bebrütung: 25°C, 72 h

Enterobacteriaceae: VRBD-Agar, Bebrütung: 37°C, 16-24 h

Staphylokokken: Baird-Parker-Agar, Bebrütung: 37°C, 48 h

Lactobacillus: MRS-Agar, Bebrütung: 37°C, 72 h, Anaerobieertopf in einer feuchten 5%igen CO₂-Atmosphäre

11 Kontrolle der Kühl- und Gärtemperatur in den Gärautomaten mittels Temperaturdatenlogger

Bei der Durchführung eines Backversuches wurden Temperaturdatenlogger in den jeweiligen Gärautomaten installiert, die die Raumtemperatur und Kerntemperatur aufzeichnen sollten. Mit dieser Methode soll Aufschluss über die Volumenunterschiede der Backergebnisse getroffen werden. Als erstes wurde die Raumtemperatur ausgewertet.

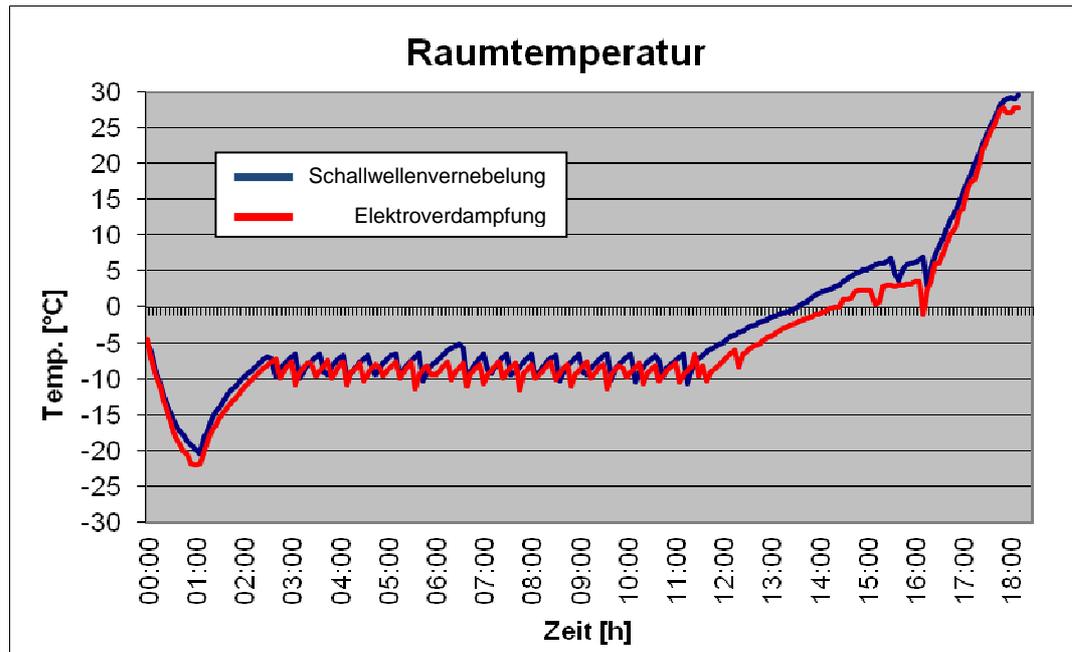


Diagramm 9: Datenlogger (Raumtemperatur der Gärautomaten)

Bei der Raumtemperatur ist zu erkennen dass der Elektroverdampfer anfangs bei der Kühlphase identische Werte aufwies wie der Ultraschallverdampfer, jedoch in der Gärunterbrechungsphase kühlere Temperaturen vorlagen.

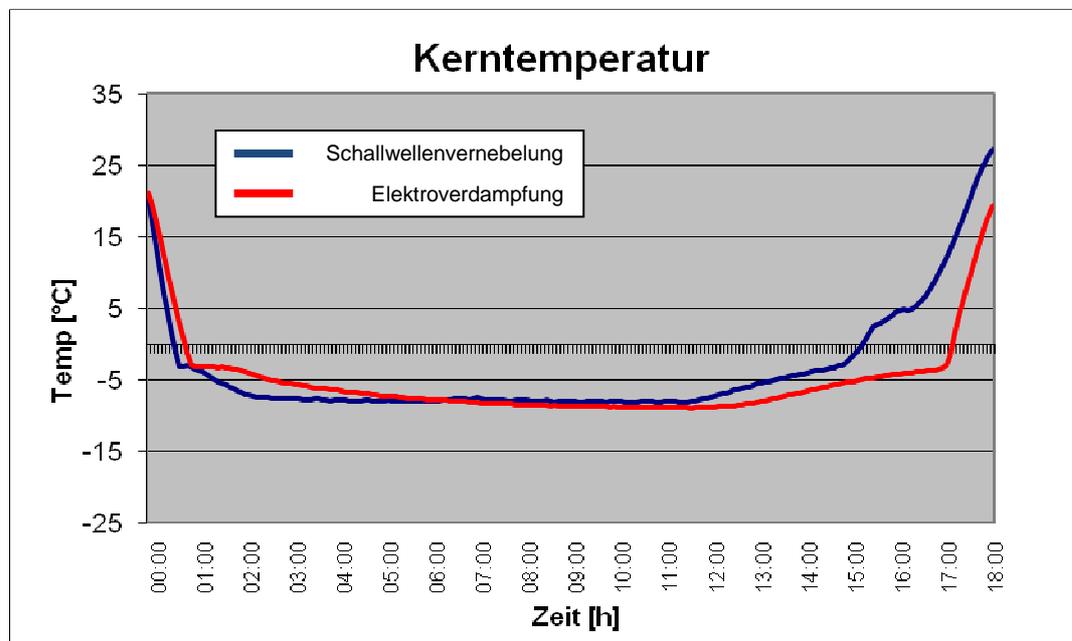


Diagramm 10: Datenlogger (Kerntemperatur der Teiglinge)

Bei Vergleich der Kerntemperaturen ist zu erkennen, dass der Ultraschallverdampfer in der Auftauphase die Gärtemperaturen schneller erreicht und damit die Gärtätigkeit der Hefe besser gefördert wird.

12 Diskussion der Ergebnisse

12.1 In dieser Arbeit wurden folgende Untersuchungen durchgeführt

1. In den ersten Versuchen ging es darum, bei gleichen Parametern die unterschiedlichen Gebäckqualitäten zu ermitteln
2. In den zweiten und dritten Versuchen wurden die Parameter (Temperatur und Zeit) im Elektroverdampfungsgärautomat erhöht, damit annähernd die gleiche Gebäckqualität bei Befeuchtungsprinzipien erreicht wurde.
3. Zusätzlich zu den dritten Versuchen bei angeglichenen Gebäckqualitäten zwischen den beiden Gärautomaten, wurde der Versuch mit längerer Tiefkühlagerzeit von 50 Stunden durchgeführt, um die technologischen Grenzen beider Prinzipien zu erkennen.
4. Zur Ermittlung zur mikrobiologische einer Belastung wurden Parallel Versuche durchgeführt um mikrobiologische Nachteile des Schallwellenvernebelungsprinzips auszuschließen.
5. Der Versuch mit Weißbrot sollte zeigen ob auch möglich ist, auch größere Gebäcke über die Gärsteuerung von Gärautomaten zu produzieren.

12.2 Ergebnisdiskussion

1. Zu Versuch 1 mit gleichen Parametern

Bei diesen Versuchen war deutlich zu erkennen, dass die Produkte im Schallwellenvernebelungsgärautomat ein größeres Gebäckvolumen als beim Elektroverdampfungsgärautomat aufwiesen. Ursache liegen hier in den mikrofeinen Nebel der im Schallwellenvernebelungsgärautomat erzeugt wird. Durch das Vorhandensein von Wassertröpfchen während der gesamten Zeitdauer der Gärunterbrechung ist die Luftfeuchtigkeit immer in einer optimalen Gleichgewichtslage zwischen der relativen Luftfeuchte in der Klimakammer und der Wasseraktivität der Produkte. Ein Austrocknen während der Kühllagerphase wird somit immer verhindert.

2. Zu Versuch 2 Angleichung der Gebäckqualität

Nach diesen Versuchen wurde deutlich, dass eine Veränderung der Parameter im Elektroverdampfungsgärautomat hinterlegen muss, um annähernd die gleichen qualitativen Backergebnisse (Porung, Gebäckvolumen, Krumenelastizität) wie im Schallwellenvernebelungsgärautomat zu erzielen. Der Grund dafür liegt in dem mikrofeinen Nebel, der vom Ultraschallverdampfer produziert wird und der sich durch die Partikelgröße von $< 1,0 \mu\text{m}$ in der Gärkammer überall verteilt. Der mikrofeine Nebel von Wassertröpfchen legt sich auf die Oberfläche der Teiglinge und diffundiert zu 15 % in den Teigling hinein und sorgt somit dafür, dass die Oberfläche der Teiglinge nicht austrocknet. Außerdem ist der mikrofeine Nebel ein idealer Wärmeleiter und hilft somit die Gärkammer schneller auf die gewünschten Temperaturen zu bringen. Durch die verbesserte Leitfähigkeit erhöht sich die Kerntemperatur im Schallwellenvernebelungsgärautomat schneller als im Elektroverdampfungsgärautomat, weil beim Schallwellenvernebelungsgärautomat der Nebel geringfügig in den

Teigling diffundiert und somit die Wärme schneller von außen nach innen zu leiten. Vergleiche Diagramm 10. Hierdurch wird der Teigling vor der Austrocknung geschützt. Zusätzlich können während der Auftauphase das Enzymsystem und Hefetätigkeiten schneller aktiviert werden. Gleichzeitig erreicht man, dass die Teiglinge sich stärker ausdehnen können.[2]

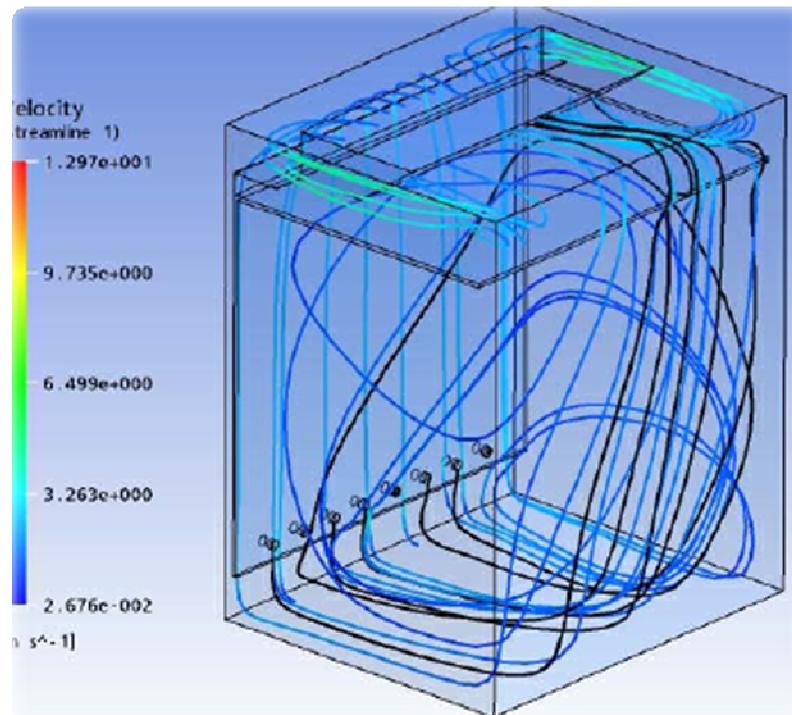


Abbildung 12: Strömungssimulation in einem Gärautomat mit Ultraschallvernebelung

3. Zu Versuch 3 Lagerung der Teiglinge von 50 Stunden

Selbst bei der Lagerzeit von 50 Stunden in den Tiefkühlbereich war klar zu erkennen, dass die Qualität im Schallwellenvernebelungsgärautomat keine hohen Einbußen mit sich bringt. Hier war die Gebäckqualität deutlich besser als beim Elektroverdampfungsgärautomat. Was man bei den Brötchenbackversuchen (Abb. 3 und 4) und bei den Weißbrotversuchen (Abb. 8 und 9) gut erkennen kann.

4. Zu Versuch 4 mikrobiologischer Befall

Zu dem Versuch des mikrobiologischen Befalls in den beiden Gärautomaten kann man erkennen, dass sich beide nicht

Unterscheiden. Um hier allerdings letztendlich Aussagen machen zu können sollten in Produktionsbetrieb regelmäßige mikrobiologische Untersuchungen stattfinden mit den hier vorgestellten Impfungsprojekten. Der Grund dafür ist, dass das Wasser im Schallwellenvernebelungsgärautomat bevor es vernebelt wird, gereinigt und gefiltert wird und die Kontamination dadurch gesenkt wird.

5. Zu Versuch 5 Produzieren von Weißbrot über die Gärsteuerung

In diesem Versuch wird gezeigt, dass auch größere Teiglinge problemlos über den Schallwellenvernebelungsgärautomat hergestellt werden können und hier ebenfalls bessere Ergebnisse als im Elektroverdampfungsgärautomat erzielt wurden. Auch bei diesen Produkten haben sich die qualitätsverbessernden Funktionen des Ultraschallverdampfers bestätigt.



Feuchtigkeit dringt in den Teigling ein, da Tröpfchen sehr klein sind $< 1,0 \mu\text{m}$

Abbildung 13: Eindringen der Feuchtigkeit in den Teigling

13 Fazit

Die Untersuchungen ergaben, dass das neue Schallwellenvernebelungsprinzip für die Gärsteuerung von Teiglingen sehr vorteilhaft ist. In erster Linie wird die Qualität der Gebäcke bei der Gärunterbrechung durch die Technologie der Ultraschallbefeuchtung verbessert. Die Ergebnisse bewiesen, dass mit dem Prinzip der Elektroverdampfung gegenüber dem Ultraschallprinzip die Gebäckqualität nur annähernd erreicht werden kann. Bei der Lagerung von Teiglingen von über 48 Stunden bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt trat häufig das Problem auf, dass die Kruste der ausgebackenen Teiglinge sehr dick und stark mit Rissen durchsetzt war. Bei der Lagerung von Teiglingen im Schallwellenverdampfungsgärautomat ist eine problemlose Lagerung bis zu 50 Stunden bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt ohne gravierende Einbußen in der Gebäckqualität möglich. Auch größere Teiglinge mit einer Einwaage von 600 g konnten ohne Probleme mit diesem neuen Prinzip des Ultraschallverdampfers in einem Gärautomaten produziert werden. Auch ökologisch und wirtschaftlich ist das neue Prinzip der Schallwellenvernebelung gegenüber der Elektroverdampfung von Vorteil, da der Vernebler im Unterschied zum Dampferzeuger deutlich weniger Energie benötigt, um einen Wasserdampfnebel zu erzeugen.

14 Zusammenfassung

Um eine hohe Sortenvielfalt qualitativ hochwertiger Backwaren zu jeder Zeit anbieten zu können, nutzen viele Backbetriebe einen Gärautomaten, der zu einer zuvor eingestellten Zeit gefrorene Teiglinge auftaut und über ein eingestelltes Programm die Teiglinge reifen lässt. Um ein Austrocknen der kühl-gelagerten Teiglinge zu verhindern, muss Feuchtigkeit in den Lagerungsprozess eingebracht werden. Diese Feuchtigkeit wird auf herkömmliche Art mittels Verdampfung von Wasser über spezielle Elektroverdampfer eingebracht. Auf der Grundlage von steigenden Energiepreisen wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut in Bremerhaven von der Firma Ungermann ein neuer Gärautomat entwickelt. Bei diesem Gärautomaten ist ein Ultraschallvernebler installiert, der keinen Dampf erzeugt, sondern einen Wassernebel. Hierbei wird elektrische Energie in mechanische Energie umgewandelt und es werden Schallwellen erzeugt, die wiederum mikrofeine Wassertröpfchen hervorbringen. Diese werden zum Luftbefeuchten nutzen kann. Zusätzlich ist der Gärautomat mit einer Energierückgewinnung ausgestattet. Mit verschiedenen Backversuchen konnte nachgewiesen werden, dass das Schallwellenvernebelungsprinzip gegenüber der herkömmlichen Methode das Elektroverdampfungsprinzip klare Vorteile hinsichtlich der Qualität der Gebäcke aufwies. Die Gebäckqualität verändert sich insbesondere auch bei einer verlängerten Lagerung von 50 Stunden unter dem Gefrierpunkt zugunsten des Schallwellenvernebelungsprinzips. Weitere Backergebnisse zeigten, dass auch Weißbrote mit einer Teigeinlage von 600g ohne weiteres über die Gärsteuerung des Schallwellenvernebelungsprinzips herzustellen sind. Zusätzlich konnte festgestellt werden, dass die neue Methode des Schallwellenvernebelungsprinzips keine signifikanten Erhöhungen des mikrobiellen Wachstums zur Folge hat und deshalb keine mikrobiologischen Nachteile gegenüber dem Elektroverdampfungsprinzip vorliegen.

14.1 Summary

To ensure to provide always quality on baking products, more and more baking factories use a ferment automat to unfreeze dumpling to a before fitted time and to let mature the dumpling at the same time by ongoing steps. Because of increasing costs of resources, in collaboration with the company Ungermann and with the Institute in Bremerhaven a ferment automat was developed. In the ferment automat an ultrasonic vaporizer was installed, which doesn't excite steam, but water fog. Here will electric power transformed to mechanic power, so sound waves will be excited. These sound waves will breed micro water drops which can be used to moistening the air. Furthermore the ferment automat is equipped with a power recovery. By testing different tries was secured, that the sound wave steam principle in comparison with the conventional method, the electric steam principle, shows a lot of advantages concerning the quality of the baking products. The baking quality is differed particularly by the storage under 50 degrees beyond zero in aid of the sound wave steam principle. Other baking results show that white bread with dumpling balance of 600 grams are able to produce by ferment control of sound wave steam principle as well. Furthermore was secured that the new method of the sound wave steam principle brings no significant increases of the microbial growth and therefore no microbial disadvantage in comparison with the electric steam principle.

15 Begriffserklärungen (Glossarium)

1. VK=Vorkühlen (Schocken)
2. GU=Gärunterbrechung
3. GV=Gärverzögerung
4. GA=Gären
5. AB=Absteifen

16 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die piezokermischen Wandler.....	7
Abbildung 2: Unterschied aus der Versuchsreihe 1 (Schrippen)	12
Abbildung 3: Unterschiede aus der Versuchsreihe 2 (Schrippen)	14
Abbildung 4: Unterschiede aus der Versuchsreihe 3 (Schrippen)	16
Abbildung 5: Unterschiede aus der Versuchsreihe 3 (Schrippen)	18
Abbildung 6: Unterschied aus der Versuchsreihe 1 (Weißbrote).....	22
Abbildung 7: Unterschiede aus der Versuchsreihe 2 (Weißbrote).....	25
Abbildung 8: Unterschiede aus der Versuchsreihe 3 (Weißbrote).....	27
Abbildung 9: Unterschiede aus der Versuchsreihe 4 (Weißbrote).....	29
Abbildung 10: Unterschiede aus der Versuchsreihe 4 (Weißbrote im Kasten)	30
Abbildung 11: Auswertung und Analyse der Nährmedien	31
Abbildung 12: Strömungssimulation in einem Gärautomat mit Ultraschallvernebelung	37
Abbildung 13: Eindringen der Feuchtigkeit in den Teigling.....	38

17 Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 1 (Schrippen)	12
Diagramm 2: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 2 (Schrippen)	14
Diagramm 3: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 3 (Schrippen)	16
Diagramm 4: Auswertung des Texture - Analysers nach 50 Stunden Lagerzeit (Schrippen).....	19
Diagramm 5: Auswertung des Texture - Analysers nach 18 Stunden Lagerung.	19
Diagramm 6: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 1 (Weißbrote)	23
Diagramm 7: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 2 (Weißbrote)	25
Diagramm 8: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 3 (Weißbrote)	28
Diagramm 9: Datenlogger (Raumtemperatur der Gärautomaten)	34
Diagramm 10: Datenlogger (Kerntemperatur der Teiglinge).....	34

18 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Versuchsrezeptur von Schrippen	9
Tabelle 2: Parameter der Schrippenteigherstellung	9
Tabelle 3: Versuchsparameter der Gärautomaten aus Versuch 1 (Schrippen)...	11
Tabelle 4: Volumenunterschiede aus Versuchsreihe 1 (Schrippen)	12
Tabelle 5: Geänderte Versuchsparameter aus der Versuchsreihe 2 (Schrippen)	13
Tabelle 6: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 2 (Schrippen)	14
Tabelle 7: Geänderte Parameter aus der Versuchsreihe 3 (Schrippen)	15
Tabelle 8: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 3 (Schrippen)	16
Tabelle 11: Auswertung des Texture - Analysers nach 50 Stunden Lagerzeit (Schrippen)	19
Tabelle 13: Auswertung der Lagerzeit von 18 Stunden und der Abweichung gegenüber 50 Stunden (Schrippen)	19
Tabelle 14: Versuchsrezeptur der Weißbrotherstellung	20
Tabelle 15: Verwendete Parameter aus der Versuchsreihe 1 (Weißbrote).....	21
Tabelle 16: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 1 (Weißbrote).....	23
Tabelle 17: Geänderte Parameter aus der Versuch 2 (Weißbrote)	23
Tabelle 18: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 2 (Weißbrote).....	25
Tabelle 19: Geänderte Parameter aus der Versuchsreihe 3 (Weißbrote).....	26
Tabelle 20: Volumenunterschiede aus der Versuchsreihe 3	27
Tabelle 21: Geänderte Parameter aus der Versuchsreihe 4 (Weißbrote) mit der Lagerzeit von 50 Stunden.....	28
Tabelle 22: Auswertung der Nährmedien an Anzahl der Keime	30

19 Literaturverzeichnis

[1]=Technologie der Backwarenherstellung (Schünemann/Treu)

[2]=Wikipedia

[3]=Hauseigenes Skript des Institutes Bremerhaven

20 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Christian Behne, dass ich die vorliegende Technikerarbeit selbständig verfasst und keine anderen Hilfsmittel als die angegebenen verwendet habe.

21 Danksagung

Ganz besonders möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Lösche für die Ermöglichung des Praktikums bedanken.

Danke möchte ich auch allen Mitarbeitern des Institutes Bremerhaven Herrn Fuechsel und Herrn Creutz sowie Frau Auffarth für die Hilfestellung bei meinen Versuchsdurchführungen.

19.04.2008, Christian Behne