

Technikerarbeit

**Einfluss der Anfangstemperatur des
Mehl-Wasser-Zutaten-Gemisches
am Beginn der Teigknetung auf die
Teigentwicklung und
Gebäckeigenschaften bei
unterschiedlichen Knetzeiten**

an der Emil Fischer Schule Berlin

Schuljahr 2005 / 06

Verfasst von:

Florian Wunderlich

Klemkestraße 45

13409 Berlin

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	3
2. Ziele der Arbeit	4
2.1 Zielgruppendefinition	4
2.2 Spezifikation der Arbeitsziele.....	4
3. Technische Grundlagen der Teigbereitung	5
3.1 Theorie der Teigbereitung	5
3.2 Technik der maschinellen Teigbereitung	6
3.2.1 Knetverfahren	6
3.3 Teigkühlverfahren	7
3.3.1 Wassertemperierung	7
3.3.2 Mehltemperierung.....	7
3.4 Mehlanalytik.....	8
3.4.1 Feuchtigkeitsgehalt (ICC-Standard Nr. 110/1)	8
3.4.2 Amylogramm (ICC-Standard Nr. 126/1).....	9
3.4.3 Farinogramm (ICC-Standard Nr. 115/1).....	9
3.4.4 Extensogramm (ICC-Standard Nr. 114/1).....	10
4. Versuchsaufbau und Durchführung	11
4.1 Rahmenbedingungen der Versuchsreihen	11
4.2 Verwendete Geräte / Maschinen	13
4.3 Versuchsreihendefinitionen	13
4.3.1 Versuchsreihe A.....	13
4.3.2 Versuchsreihe B.....	14
4.4 Prozessbeschreibungen der Versuchsdurchführung.....	14
5 Ergebnisse	16
5.1 Ergebniszusammenfassungen.....	16
5.1.1 Versuchsreihe A.....	16
5.1.2 Versuchsreihe B.....	21
6. Resümee	25
6.1 Schlussfolgerung	25
6.2 Zusammenfassung der Ergebnisse	26
6.3 Summery	27
7. Literaturverzeichnis	30
8. Eidesstattliche Erklärung	31

1. Vorwort

Diese Arbeit untersucht verschiedene Einflussfaktoren bei der Teigbereitung. Es soll Aufschluss darüber geben, wie die Teige richtig geknetet werden bzw. wie die Einstellung der Teigtemperatur am sinnvollsten ist, über das Mehl oder das Wasser.

Auf die Einflussfaktoren der Knetzeit und die der Mehltemperierung wird speziell eingegangen. Die Knetzeit hat den wohl größten Einfluss auf die Teigbereitung, bei der die dreidimensionale Bildung des Klebernetzwerkes die Voraussetzung für die weitere Teigbearbeitung ist. In der Arbeit wird untersucht, welchen Einfluss die Knetzeit auf die Teig- und Gebäckigenschaften hat. Zudem spielt bei der Teigbereitung die Mehltemperatur eine große Rolle, welche auch untersucht wurde. Hier wurden verschieden temperierte Mehle verwendet und dessen Auswirkungen auf verschiedene Teige analysiert.

Der Anlass, dieses Thema zu wählen, ergab sich aus der Bedeutsamkeit der Teigmatrix für die Weiterverarbeitung, sowie für das fertige Endprodukt. Aufgrund der immer höher werdenden Anforderungen der Kunden, muss die Teigqualität, sowie die daraus resultierende Gebäckqualität, dauerhaft auf einem hohen Standard gehalten werden. Um dieses zu gewährleisten, müssen die verschiedenen Einflussfaktoren bekannt sein und entsprechend mit ihnen umgegangen werden.

Diese Arbeit wurde in Zusammenarbeit mit BakeMark Deutschland erstellt. Mein besonderer Dank gilt daher der Niederlassung BIB UlmerSpatz in Bingen.

2. Ziele der Arbeit

2.1 Zielgruppendefinition

Diese Arbeit soll eine Hilfestellung für Fachleute sein, die hauptsächlich in die Teigbereitung involviert sind. Ebenso können Fachkräfte der Qualitätssicherung diese Arbeit in ihren täglichen Ablauf mit einbeziehen.

2.2 Spezifikation der Arbeitsziele

Da viele Bäckereibetriebe ihre Schütfflüssigkeit in Abhängigkeit der Außentemperatur temperieren, stand die Überlegung an, ob die Teigeigenschaften sowohl bei kalter wie bei warmer Schütttemperatur die gleichen sind. Auf diesen Grundlagen wurden dann komplexe Versuchsreihen aufgebaut, die auch durch laboranalytische Untersuchungen bestätigt wurden. Aufgrund dessen, dass der Kleber bei kalten Temperaturen schlechter Wasser aufnimmt bzw. quillt, liegt die Vermutung nahe, dass die Betriebe im Sommer bzw. bei einer höheren Außentemperatur, ihre Teige unterkneten, was bedeutet, dass diese nicht richtig entwickelt sind und somit einen negativen Einfluss auf das fertige Gebäck darstellt. Eine große Fragestellung ist auch, wann und bei welcher Anfangstemperatur die Teige eine optimale Entwicklung aufweisen und welche Teigeigenschaften für ein optimales Endprodukt benötigt werden. Zudem muss die Abhängigkeit der Zutatentemperatur im Bezug auf Teigbereitung beachtet werden.

3. Technische Grundlagen der Teigbereitung

3.1 Theorie der Teigbereitung

Die Teigbereitung unterteilt sich in drei Phasen:

- Mischphase: Dies beinhaltet das Mischen von Mehl, Wasser und der übrigen Teigzutaten. Die wasserlöslichen Bestandteile werden gelöst und die Oberfläche der Feststoffteilchen wird benetzt.
- Quellungsphase: Das im Teig eingebrachte Wasser wird durch das Quellen und Einlagern über Klebereiweiß und den Pentosanen gebunden.
- Teigbildung: Aufgrund der eingebrachten Knetenergie kommt es zu einer Auffaltung und Streckung der gequollenen Peptidketten durch das Aufbrechen der Schwefelbrücken. Diese strecken sich und gleiten übereinander. Dies führt zur Ausbildung neuer Schwefelbrückenbindungen zwischen den Peptidketten. Dieses dreidimensionale Netzwerk wird Gluten (Kleber) genannt.

Knetenergie, Teigeigenschaften und Gebäckvolumen hängen zusammen. Für jeden Teig durchläuft das Gebäckvolumen in Abhängigkeit der zugeführten Knetenergie ein Maximum, das bei einem kleberschwachen Mehl niedriger liegt, als bei einem kleberstarken. Auch kann es durch Zusätze zur Mehlverbesserung beeinflusst werden. Geht die Knetung über das Maximum hinaus, so wird der Teig feuchter und beginnt an der Wand des Knetbottichs zu kleben, das Gashaltevermögen lässt daher nach.

3.2 Technik der maschinellen Teigbereitung

3.2.1 Knetverfahren

In allen durchgeführten Versuchen wurde mit einem DIOSNA Spiralkneter-System SPV 40 gearbeitet.

Als Spiralknetanlage ist dieses System für Rohstoffqualitätsanalysen sowie zur Durchführung der Vergleichs-Versuche (z. B. verschiedene Mehlsorten) bei Qualitätsbestimmung und Produktentwicklung geeignet. Die ermittelten Prozessparameter sind übertragbar für praktische Produktionsbedingungen, was ein wesentlicher Vorteil gegenüber standardisierten Labormethoden ist, deren Ergebnisse nur bedingt für die Praxis verwendbar sind.

Das System ermöglicht eine computergestützte Steuerung, Prozesskontrolle und damit verbundene Qualitätssicherung. Da es sich um eine Modulbauweise handelt, kann das System beliebig um neue Bausteine (Maschinen, Software, Hardware) erweitert werden.

Alle Kneter in diesem System haben gleiche Laufeigenschaften. Sie wurden aufeinander abgestimmt.

3.3 Teigkühlverfahren

3.3.1 Wassertemperierung

In diesen Versuchreihen wurde die Wassertemperatur über Zugabe von Scherbeneis in die Schüttflüssigkeit eingestellt.

3.3.2 Mehltemperierung

Die Mehltemperierung im Zusammenhang mit dieser Arbeit ist ausschließlich über Frosteranlagen geschehen. In diesen wurde das Mehl über Nacht auf die gewünschte Temperatur abgekühlt.

3.4 Mehlanalytik

Neben der Knetzeit hat auch die Rohstoffauswahl, insbesondere die Mehqualität einen entscheidenden Einfluss. Folgende Methoden dienen der Qualitätsanalyse.

3.4.1 Feuchtigkeitsgehalt (ICC-Standard Nr. 110/1)

Die Lagerfähigkeit eines Mehles steht im engen Zusammenhang mit seiner Feuchtigkeit.

Untersuchungsmethode:

Zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes eines Mehles wird in der Regel die Trockenschrankmethode angewendet. Dabei wird eine genau abgewogene Menge Mehl einer bestimmten Trocknungszeit und Trocknungstemperatur ausgesetzt. Aus dem Trocknungsverlust, der durch Wägung bestimmt wird, ergibt sich der Feuchtigkeitsgehalt des Mehles (in Prozent).

Praktische Aussage:

Hohe Feuchtigkeitsgehalte verkürzen die Lagerzeit eines Mehles und vermindern seine Teigausbeute. Mehle mit hohem Feuchtigkeitsgehalt neigen zum Verklumpen. Der Feuchtigkeitsgehalt eines Mehles sollte daher nicht höher als 15 % sein.

3.4.2 Amylogramm (ICC-Standard Nr. 126/1)

Amylographische Untersuchungen dienen zur Feststellung des Quellungsverhaltens und der Verkleisterungseigenschaften eines Mehles. Sie werden überwiegend zur Beurteilung der Roggenbackfähigkeit eingesetzt.

Untersuchungsmethode:

In dem rotierenden Messtopf des Amylographen wird ein Mehl-Wasser-Gemisch, bestehend aus 80 g Mehl mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 14 % und 450 ml destilliertem Wasser, kontinuierlich von 30°C auf über 90°C erwärmt. Der Viskositätsverlauf der Suspension, d.h. ihr Zähigkeitsverlauf, wird dabei in Form eines Amylogramms aufgezeichnet. Seine höchste Viskosität ist das Amylogramm-Maximum, angegeben in Amylogramm-Einheiten [AE]. Die Angabe der zugehörigen Maximum-Temperatur erfolgt in °C.

Praktische Aussage:

Der Temperaturanstieg in dem Mehl-Wasser-Gemisch ist in etwa vergleichbar mit dem Temperaturverlauf im Inneren der Brotkrume während des Backens. Das Amylogramm lässt daher Rückschlüsse auf die Backeigenschaften des Mehles zu.

3.4.3 Farinogramm (ICC-Standard Nr. 115/1)

Die Qualität eines Weizenmehles wird nur in beschränktem Maße durch seine chemischen Analysendaten charakterisiert, dafür viel mehr durch seine teigphysikalischen Eigenschaften. Diese können u. a. mit einem speziell dafür vorgesehenen Knetsystem, dem Farinographen, ermittelt werden.

Untersuchungsmethode:

Zur Bestimmung der Wasseraufnahme und Kneteigenschaften eines Mehles werden 50 bzw. 300 g in den Farinographen eingegeben und unter Zufuhr von Wasser geknetet. Der Widerstand des sich bildenden Teiges gegenüber der mechanischen Beanspruchung wird in einem Kraft-Zeit-Diagramm, dem Farinogramm, festgehalten.

Praktische Aussage:

Farinographische Untersuchungen beziehen sich auf die Wasseraufnahmefähigkeit und die Kneteigenschaften des eingesetzten Weizenmehles.

3.4.4 Extensogramm (ICC-Standard Nr. 114/1)

Weitere teigphysikalische Eigenschaften beschreibt das Extensogramm.

Untersuchungsmethode:

Ein im Farinographen hergestellter Weizenmehlteig wird zunächst zu einer Teigkugel geformt und anschließend langgewirkt und für eine Ruhezeit von 45 Minuten in die Gärkammer des Extensographen eingebracht. Anschließend wird der Teig mit dem Dehnungshaken des Extensographen zum ersten Mal bis zum Zerreißen gedehnt. Die Teigstücke werden erneut zu einer Teigkugel geformt, langgewirkt und nach weiteren 45 Minuten zum zweiten Mal gedehnt. Ein drittes Extensogramm wird erneut nach weiteren 45 Minuten aufgezeichnet. Insgesamt wird also derselbe Teig nach 45, 90 und 135 Minuten gedehnt.

Praktische Aussage:

Das Extensogramm gibt Auskunft über die Dehnungseigenschaften des Weizenteiges, sein Verhalten auf Gare und über das zu erwartende Gebäckvolumen.

4. Versuchsaufbau und Durchführung

4.1 Rahmenbedingungen der Versuchsreihen

Rezeptdaten:

Mehl [%]	100
Wasser [%]	59
Hefe [%]	3
Salz [%]	2
Backmittel WB 24 [%]	3

Fixe Faktoren:

Teigeinlage [g]	600
Teigausbeute	159
Maschinentyp	Spiralkneter
Teigruhe [min]	10
Zwischengare [min]	15
Gärraum [°C / rel. F. %]	22 / 85
Stückgare [min]	100
Backzeit [min]	30
Backtemperatur [°C]	235

Variable Faktoren:

Teigtemperatur [°C]	10 - 36
Mehltemperatur [°C]	0 - 24
Wassertemperatur [°C]	0 - 23
Knetzeit [min]	2 + 2, 2 + 4, 2 + 6, 2 + 8, 2 + 10, 2 + 12

Mehlzeiten:

Muster: Type 550 / KW 30

Mehlfeuchtigkeit: 13,7 [%]

Datum: 08. Aug 05

Amylogramm

Verkleisterungsbeginn	59,5	[°C]
Verkleisterungstemperatur	91,0	[°C]
Verkleisterungsmaximum	818	[AE]

Farinogramm 500

(Auswertung nach ICC Standard 115/1)

Wasseraufnahme (korr. 500 BE)	61,4	[%]
Wasseraufnahme / Basis 14% H ₂ O	61,1	[%]
Konsistenz	498	[FE]
Teigentwicklungszeit	1,5	[Min]
Stabilität	3,1	[Min]
Teigerweichung	58	[FE]
Farinograph Qualitätszahl	32	

Extensogramm

	45 Min.	90 Min.	135 Min	
Energie	98	102	103	[cm ²]
Dehnwiderstand Dw50	406	487	629	[EE]
Dehnwiderstand Dw max.	486	584	690	[EE]
Dehnbarkeit	143	130	114	[mm]
Verhältniszahl Dw50/DB	2,8	3,8	5,5	
Verhältniszahl DwMax/DB	3,4	4,5	6,0	

4.2 Verwendete Geräte / Maschinen

- DIOSNA SPV 40 Knetmaschine	Zubereitung des Teiges
- Thermometer	Messen der Teigtemperatur sowie der Zutatentemperatur
- Waage	Wiegen der Teiglinge
- Gärautomaten	Kontrollierten Gare der Teiglinge
- Heuft Etagen-Thermoölofen	Backen der Versuche
- Volumenmessgerät	Feststellung des Gebäckvolumens

4.3 Versuchsreihendefinitionen

4.3.1 Versuchsreihe A

Die gewünschte Mischungstemperatur +/- 1°C wird unter Evaluierung der optimalen Temperatur der Bestandteilekombination von Mehl und Wasser erreicht, um die geforderte Mischtemperatur zu erzielen.

Diese Temperatur ist jeweils die Basis für die nachfolgenden Versuche mit verschiedenen Knetzeiten.

Durch Versuchsreihe A soll außerdem die ideale Knetzeit festgelegt bzw. herausgefunden werden.

4.3.2 Versuchsreihe B

Die gewünschte Mischungstemperatur +/- 1°C wird unter Festlegung einer fixen Temperatur (bei Mehl) und der variablen Temperatur von Wasser erreicht.

Die dabei erzeugte Mischungstemperatur ist jeweils die Basis für die nachfolgenden Versuche mit ebenfalls verschiedenen Knetzeiten.

Hierbei soll ermittelt werden, welche Zutatenkomponenten in temperierter Form zugegeben werden sollten.

4.4 Prozessbeschreibungen der Versuchsdurchführung

Teigherstellung nach „all in one“ – Verfahren

Hier werden alle Zutaten in den Knetkessel gegeben und vermischt.

Einstellung der Mischungstemperatur

Die Mischungstemperatur wird nach 1 Minute Langsamkneten gemessen. Sie darf der gewünschten Mischungstemperatur nicht mehr als 1°C abweichen.

Extensogramm

Um die Versuchsergebnisse zu bestätigen, wird von dem im Knetter zubereiteten Teig etwas abgenommen, um diesen analytisch im Extensogramm zu untersuchen.

Sensorische Teigbewertung

Diese erfolgt durch die eigene Person. Der Teig wird von einer Fachkraft nach Festigkeit und ähnlichen Parametern bewertet.

Teigruhe

Diese erfolgt auf dem Arbeitstisch: Der Teig wird mit einem Tuch abgedeckt und zum Entspannen liegen gelassen.

Abwiegen

Der Teig wird mit der Waage auf die gewünschte Menge abgewogen. Danach wird er gleich rundgewirkt.

Zwischengare

Vor dem Langwirken wird der Teig nochmals kurz zum Entspannen liegen gelassen.

Aufarbeiten

Nach der Zwischengare wird der Teig auf Toastbrotlänge langgewirkt und in Toastbrotkästen gelegt.

Gärraum

Die Toastbrotkästen kommen zur Teiggare in den Gärraum, in dem ein bestimmtes Klima herrscht.

Backen

Wenn die Gare abgeschlossen ist, werden die Kastenweißbrote ohne Deckel gebacken. Eine Dampfzugabe ist erforderlich.

Volumenmessung

Hier wird das Volumen des Toastbrottes nach dem Verdrängungsprinzip gemessen. Das Kastenweißbrot wird in ein bestimmtes Gefäß gelegt und eine gewisse Menge Rübsamen rieselt hinein. Die überlaufenden Körner stellen das Volumen des Weißbrottes dar.

Gebäckanalyse

Das fertige Weißbrot wird nach der Beschaffenheit der Kruste und der Krume beurteilt.

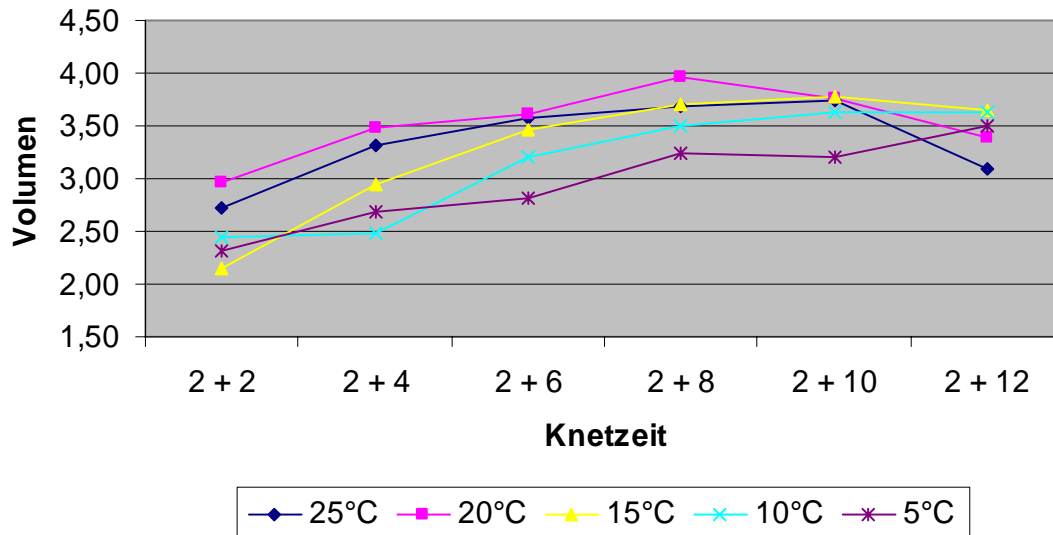
5 Ergebnisse

5.1 Ergebniszusammenfassungen

5.1.1 Versuchsreihe A

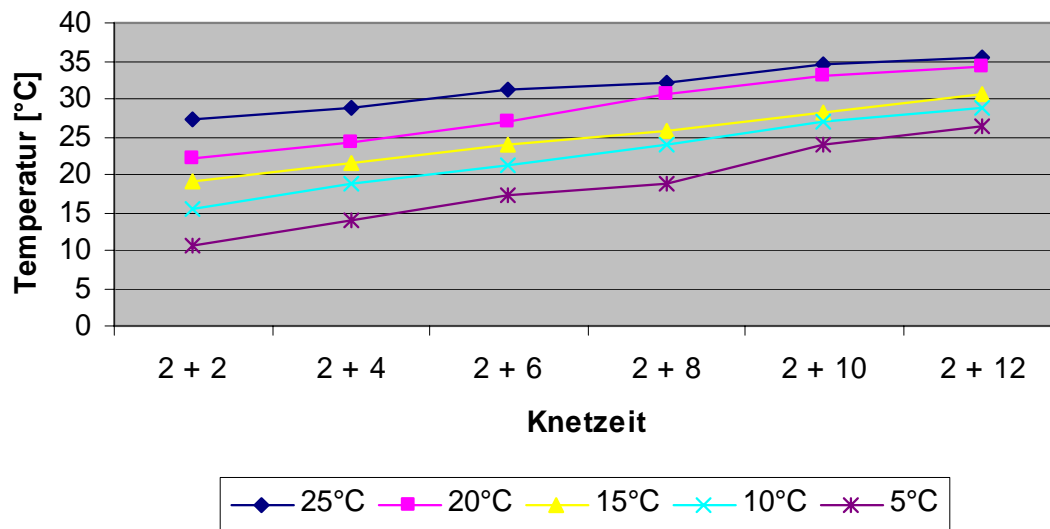
In den Versuchsreihen war deutlich zu erkennen, dass mit zunehmender Mischungstemperatur und Knetzeit das Volumen zunimmt. Das Volumen Maximum ist bei einer Knetzeit von 2 + 8 und einer Mischungstemperatur von 20°C erreicht. Bei einer längeren Knetzeit beginnt das Volumen wieder zu fallen. Dies wird auch durch das nächste Diagramm verdeutlicht.

Volumenzunahme



Die Volumenzunahme ist durch die eigentliche Temperaturzunahme beim Knetprozess zu erklären. Umso wärmer der Teig ist, desto schneller nimmt das Volumen beim Gärprozess zu. Im folgenden Diagramm sind die deutlichen Unterschiede der Teigttemperaturen zu sehen.

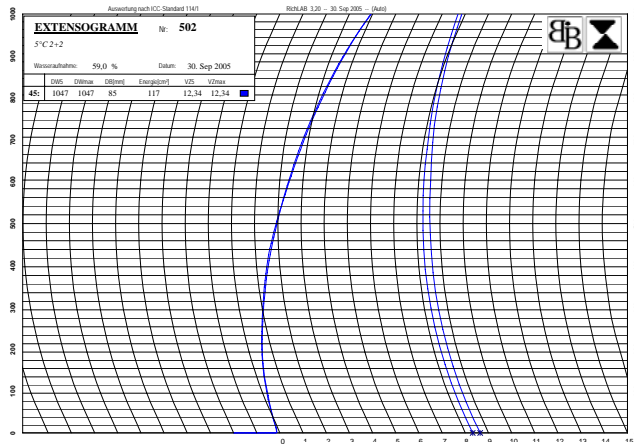
Teigttemperaturen



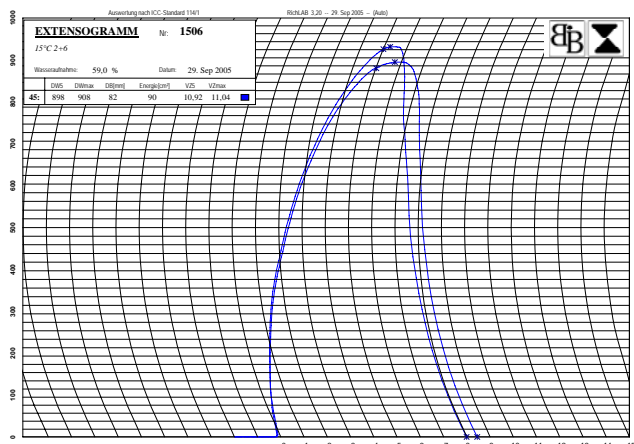
Die Knetzeit bzw. der Knetprozess spielt bei der Volumenzunahme die größte Rolle, denn Kneten bedeutet die Einarbeitung von Energie. Durch das Dehnen der Kleberstränge wird ein möglichst feines visko-elastisches Klebnetz mit eingelagerten Stärkekörnern im gesamten Teig erzeugt. An der Bildung von Weizenteigen sind vor allem Proteine, Stärke und in geringem Umfang Pentosane beteiligt. Bei der Teigbildung binden die Proteine Wasser, welches Voraussetzung für eine ausreichende Verkleisterung der Stärke während des Backvorgangs ist. Es wurde festgestellt, dass die Reserveproteine des Endospermgewebes in Form eines dreidimensionalen Gerüsts vorliegen, in das die Stärkekörner eingelagert sind. Beim Anteigen von Weizenmehl mit Wasser verkleben zunächst die Proteine der Teilchen und bilden im Verlauf der mechanischen Bearbeitung ein zusammenhängendes, dreidimensionales Klebnetzwerk. Während der Knetung werden die Proteinstränge gedehnt und zu Filmen auseinander gezogen. Dabei entstehen, beginnend an den Vernetzungspunkten der einzelnen Proteinstränge, übereinander liegende Schichten bzw. Membrane. In der Regel, hat Starker Kleber einen höheren Gehalt an Disulfidbindungen als ein schwacher und ein größeres SS/SH-Verhältnis. Ein großes SS/SH-Verhältnis bewirkt kurze Teigeigenschaften, d. h. Teige mit geringer Dehnbarkeit und großem Dehnwiderstand. Mehle mit schwachem Kleber weisen ein vergleichsweise kleines SS/SH-Verhältnis auf. Der Kleber bzw. dessen Ausbildung ist wegen seines enormen Wasserbindungsvermögens und seiner visko-elastischen Eigenschaften das wohl wichtigste Kriterium bei diesen Versuchsreihen.

Die nachfolgenden Extensogrammuntersuchungen verdeutlichen, dass von sehr kurzem und unterkneteten Teig, über einen normalen Teig, bis hin zum zu stark ausgekneteten Teig, Versuche gemacht wurden. Die Teige sind nach dem Standartrezept von Punkt 4.2 hergestellt. Somit können die Extensogrammwerte nicht den ICC Standartmethoden entsprechen.

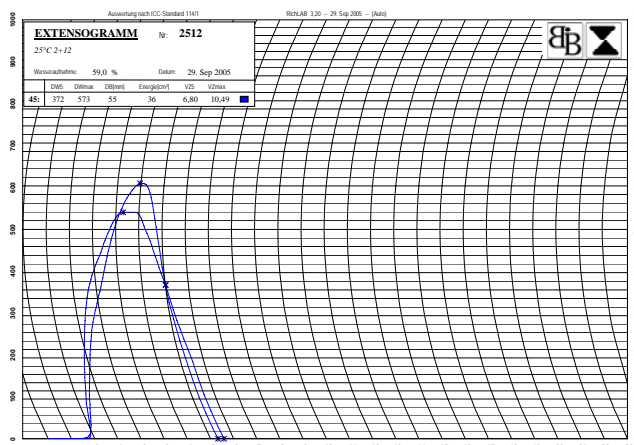
Hier liegt ein Extensogramm eines Teiges von 5°C Mischungstemperatur vor, mit einer Knetzeit von 2 + 2. Es ist deutlich zu sehen, dass der Teig sehr kurz ist. Er weist eine Unterknetung auf. Die Teigtemperatur war hier 10,5°C. (Energie 117)



Hier liegt ein Extensogramm eines Teiges von 15°C Mischungstemperatur und einer Teigtemperatur von 23,8°C vor, mit einer Knetzeit von 2 + 6. Im Gegensatz zum ersten Extensogramm kann man hier deutlich erkennen, dass der Teig gut entwickelt ist. (Energie 90)



Hier liegt ein Extensogramm eines Teiges von 25°C Mischungstemperatur vor, mit einer Knetzeit von 2 + 12. Hier erkennt man deutlich, dass der Teig sehr kurz ist und schon durchaus eine Überknetung aufweist. Hier war die Teigtemperatur 35,4°C. (Energie 36)



Der Teig mit einer Knetzeit von 2 Minuten langsam und 6 Minuten schnell und einer Mischungstemperatur von 15°C wies die besten Teigeigenschaften, sowie die besten Gebäckeeigenschaften auf. Zudem ist die Mischungstemperatur bei 15°C die Temperatur, bei der die Teige am stabilsten sind. Beim Kneten kann bei dieser Temperatur eine Schnellknetphase von 6 bis 8 Minuten gewählt werden, bei der die Einflüsse nur relativ geringfügig sind. Bei anderen Mischungstemperaturen würde es sofort auffallen, wenn die Knetzeit 2 Minuten von der optimalen Knetzeit abweicht. Es wurde somit bestätigt, dass eine Mischungstemperatur von 15°C die besten Teig- und Gebäckeeigenschaften aufweist. Die Knetzeit von 2 + 6 bis 2 + 8 ist die Knetzeit, durch welche die Teige am Besten ausgeknetet und entwickelt sind.

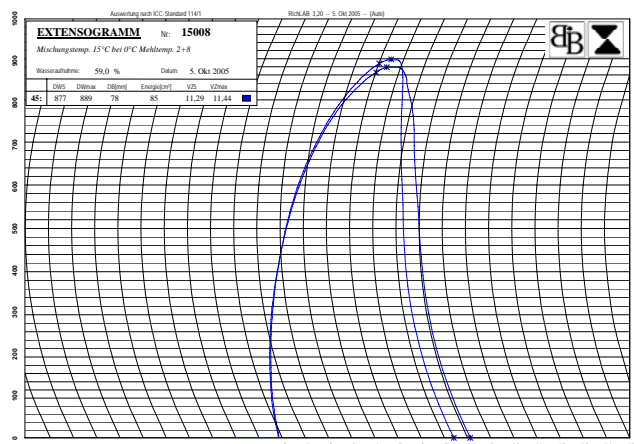
5.1.2 Versuchsreihe B

Aus Versuchsreihen mit verschiedener Mehltemperatur kann man entnehmen, dass sich kalt temperiertes Mehl nicht so gut verarbeiten lässt, wie Mehl auf Raumtemperatur. Dies ist durch verschiedene Eigenschaften zu erklären. Zum einen stellte ich die Vermutung auf, dass der a_w - Wert im Teig bei zu kaltem Mehl wesentlich höher ist als bei warmem Mehl. Dies bestätigte sich dadurch, dass sich die eigentliche Kleberausbildung bei kaltem Mehl erst später eingestellt hat. Daraus kann man erkennen, dass die Quellungsphase länger dauerte, da das Mehl erst eine gewisse Temperatur erreichen musste, um diese Phase ausführen zu können.

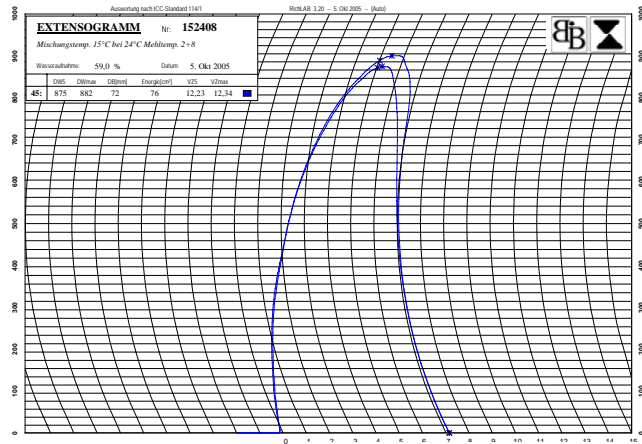
Der wohl dominierendste Grund ist bei der Eiszugabe und kaltem Mehl erkennbar gewesen. Da sich durch das kalte Mehl das Eis länger im Teig gehalten hat, dauerte es auch hier länger, bis sich der Kleber gebildet hat, was sich somit negativ auf die Teigentwicklung und die Teigstabilität bei gleicher Knetzeit auswirkte.

In den Extensogrammkurven ist gut zu sehen, dass Teige mit kaltem Mehl kürzer sind. Daraus kann man auf eine schlechtere Verarbeitung schließen.

Hier sieht man ein Extensogramm, dass bei einer Knetzeit von 2 + 8 und einer Mehltemperatur von ursprünglich 0°C bereitet wurde. Die Teigentwicklung ist hier etwas kurz und nicht als optimal zu bezeichnen. Dies ist auf das kalte Mehl zurück zu führen. Bei diesem Teig wurde eine Teigtemperatur von 26,3°C erreicht. (Energie 85)



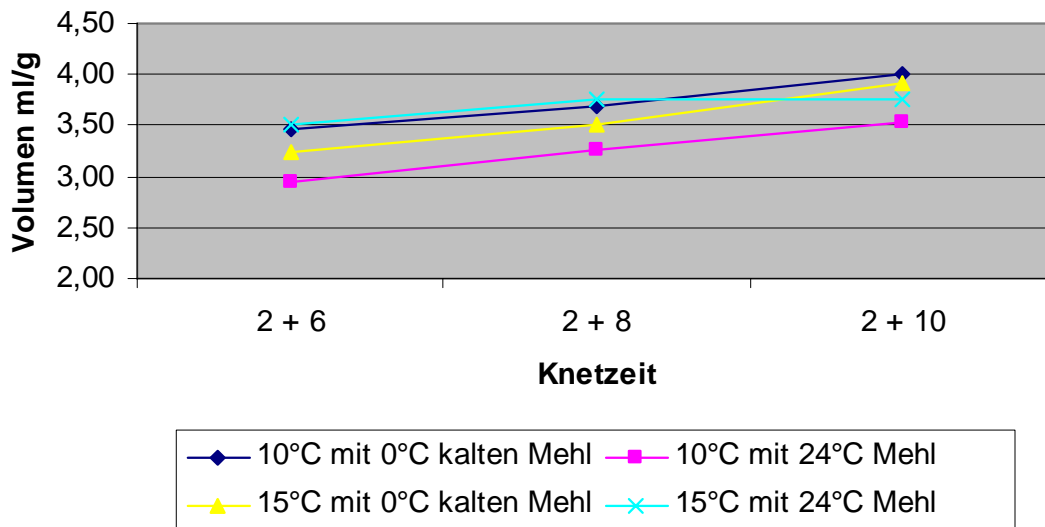
Dieses Extensogramm ist ebenfalls bei einer Knetzeit von 2 + 8 entstanden. Hier betrug die Mehltemperatur allerdings 24°C und die Teigtemperatur 26,8°C. Man kann sehen, dass der Teig hier geringfügig besser entwickelt ist. (Energie 76)



Es sollte in jedem Falle darauf geachtet werden, dass die Mehltemperatur nicht kälter als 15°C ist. Unterhalb dieser Temperatur ist bei gleicher Knetzeit eine längere Quellungsphase und ein schlechteres Teig- und Gebäckergebnis zu erwarten.

Dem nachfolgenden Diagramm ist zu entnehmen, dass bei der Verwendung von warmem Mehl bei gleicher Knetzeit das Volumen im Normalfall größer ist. Bei der Mischungstemperatur von 10°C und warmem Mehl wurde Eiswasser verwendet, um die gewünschte Temperatur zu erreichen. Im Folgenden wird der negative Einfluss von Eis deutlich. Dies ist der Beweis dafür, dass Eis die Teigmatrix negativ beeinflussen kann.

Volumenzunahme Versuchsreihe 2



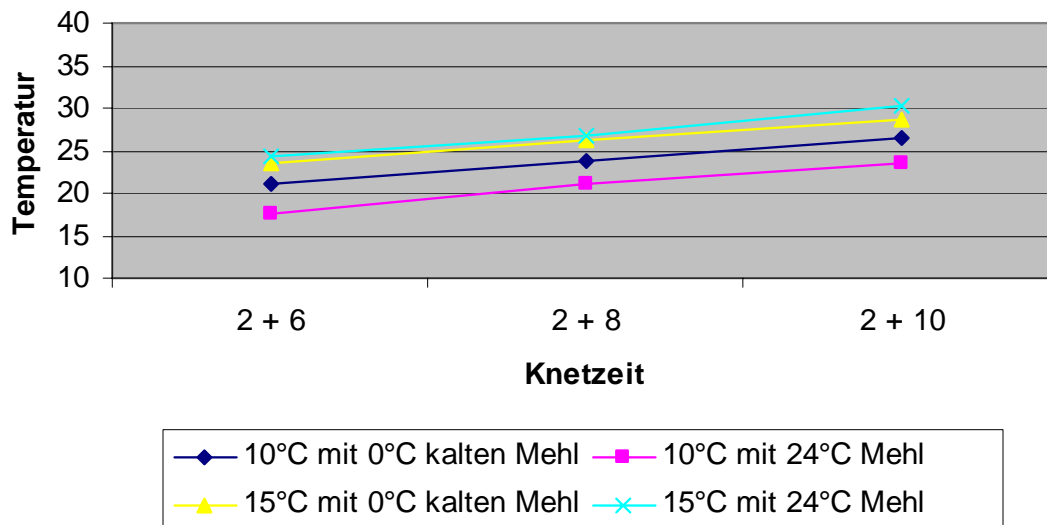
Das größere Volumen bei dem Teig mit 10°C Mischungstemperatur und kaltem Mehl, gegenüber dem Teig mit warmem Mehl ist durch die Eiszugabe zu erklären. Bei dem Teig mit warmem Mehl musste Eis zugegeben werden, um die Mischungstemperatur von 10°C zu erreichen. Da das Eis bei der Teigbereitung länger braucht um zum Schmelzen, als das kalte Mehl, um sich zu erwärmen, waren die Teige, die mit Eis bereitet wurden kälter. Dies führte trotz des warmen Mehls zu einem geringeren Volumen.

Mit dem Teig bei einer Mischungstemperatur von 15°C und warmem Mehl wurde bis zu einer Knetzeit von 2 + 8 das größte Volumen erreicht. Ab einer Knetzeit von 2 + 10 hat der Teig mit einer Mischungstemperatur von 10°C und kaltem Mehl ein höheres Volumen erreicht. Das liegt an der Knetzeit. Bei dem Teig mit einer Mischungstemperatur von 15°C und warmem Mehl ist die Knetzeit von 2 + 8 das Maximum für die Teigmatrix. Wenn man hier den Teig noch länger knetet, weist er eine Überknetung auf und bleibt gleich bzw. nimmt ab im Volumen. Bei der kalten Mischungstemperatur mit kaltem Mehl braucht der Teig eine längere Knetzeit, um auf das gleiche Volumen zu kommen, wie der Teig mit warmem Mehl bei geringerer Knetzeit.

Die Teigtemperaturunterschiede zwischen den mit 10°C Mischungstemperatur hergestellten Teigen betragen maximal 3°C, was einen nicht so großen Unterschied in der Volumenzunahme ausmacht.

Die Teigtemperaturen der mit 15°C Mischungstemperatur hergestellten Teige ist bis auf 0,8°C dieselbe, was in den Diagramm gut zu sehen ist. Je kälter der Teig ist, desto länger muss geknetet werde. Die Unterschiede zwischen kaltem und warmem Mehl sind relativ gering, aber es ist wirtschaftlicher, die Teigtemperatur über die Wassertemperierung zu erreich, als über die Mehltemperierung.

Temperaturveränderung



6. Resümee

6.1 Schlussfolgerung

Bei der Teigbereitung ist es wichtig, dass die optimale Knetzeit bekannt ist. Diese korreliert signifikant mit der Teigmatrix. Einen großen Einfluss stellt auch die Temperierung der Zutaten dar.

Bei der Herstellung von Teigen sollte man vorher wissen, welches die optimale Knetzeit für die einzelnen Teige ist. Diese ist bei vielen Teigen unterschiedlich. Verwendet man kaltes Mehl oder gibt man Eis zu, muss die Knetzeit verlängert werden.

Man sollte nur eine geringe Menge an Eis zugeben. Eis beeinflusst die Teigmatrix negativ bei gleich bleibender Knetzeit und führt zu Qualitätsverlusten. Auch die Temperierung von Mehl ist nicht empfehlenswert. Wird diese vorgenommen, verlängert sich die Quellungsphase und es kommt auch hier zu Qualitätsverlusten. Die besten Ergebnisse werden durch die Temperierung mit Wasser erreicht. Zudem ist dies auch die einfachste und wirtschaftlichste Methode.

Für Kastenweißbrot mit dem hier genannten Standardrezept empfehle ich eine Knetzeit von 2 min langsam und 8 min schnell, bei einer Mischungstemperatur von 15°C.

6.2 Zusammenfassung der Ergebnisse

Bei Versuchsreihe A war bei allen Teigen festzustellen, dass die optimale Knetzeit 2 Minuten langsam und zwischen 6 und 8 Minuten schnell beträgt. Nach dieser Knetzeit ist das Klebernetzwerk zwischen Gliadin und Glutenin am Besten ausgeprägt. Knetet man länger, weist der Teig Eigenschaften auf, die darauf schließen lassen, dass der Teig überknetet ist. Bei kürzerer Knetzeit weist der Teig Eigenschaften eines unterkneteten Teiges auf.

Bei den Mischungstemperaturen ist festzustellen, dass mit einer Mischungstemperatur von 15°C die besten Ergebnisse in diesen Versuchsreihen erzielt wurden. Da sich beim Kneten der Teig erwärmt, ist das erreichte Ergebnis an der Quellung zu erklären. Eine intensive Quellung des Klebers fängt bei einer Temperatur von 15 bis 20°C an. Diese Temperaturspanne wird am Besten bei 15°C Mischungstemperatur und einer Knetzeit von 2 + 6 erreicht. Unterhalb dieser Temperatur ist der Kleber zu schwach gequollen und über einer Mischungstemperatur von 15°C besteht die Gefahr, dass der Teig überknetet wird und das dreidimensionale Klebernetzwerk sich überdehnt und reißt.

Bei Versuchsreihe B war die Überlegung, ob es besser ist über die Mehltemperatur, oder die Wassertemperatur die Mischungstemperatur einzustellen.

Nachweislich ist es wirtschaftlicher, die gewünschte Mischtemperatur über das Wasser einzustellen. Wenn dies durch Mehl geschieht, ist anzunehmen, dass das Mehl zu kalt und bei weitem nicht so quellfähig wie das Mehl bei Raumtemperatur ist. Außerdem liegt die Vermutung nahe, dass der a_w -Wert bei Teigen, die mit kaltem Mehl geknetet worden sind, wesentlich höher ist. Dies ist auf die schlechte Wasseraufnahmefähigkeit des kalten Mehls zurück zu führen.

6.3 Summery

The aim of this test series is to find out the optimal mixture temperature, kneading time and temperature of ingredients to prepare the wheat paste in order to ensure a lasting result of the processed pastes and thus to guarantee the demanded quality.

The task was to define the initial temperature of the flour-water-ingredients-mixture and its influence on the paste preparation phase with different kneading times.

Therefore, a recommendation shall be given, at which kneading time and initial temperature the optimum paste and pastry characteristics can be achieved.

As mechanical equipment the following machines and measuring instruments were used: DIOSNA laboratory kneading plant SPV40, MIWE fermenting automat, HEUFT thermal oil floor baking-oven, digital thermometer, volume measuring instrument and a Barbender Extensograph. The basic conditions were specified by fixed factors and variable ones. Fixed factors were defined by Weizenmehl, water, yeast, salt, baking products, paste peace, intermediate refine, paste insert, fermenting ambient temperature and humidity, piece-refine, baking time, as well as baking temperature.

The variables factors are mixture temperature, paste temperature, kneading time, paste condition and the pastry volume.

The procedure of the tests is divided into 12 individual steps. At first the paste was manufactured according to "all in one" procedures. During the paste production it was essential that the mixture temperature was correct. The mixture temperature was measured after having mixed all the ingredients for one minute. The necessary quantity for the Extensogramm test is removed from the finished paste. A sensory paste evaluation follows concerning its firmness, elasticity and other factors. Afterwards the paste has to go through a paste dwell phase. Having finished this, the paste can be brought to the desired weight, in this case 600 g, as well as round-worked.

After a short intermediate refine the paste brought in toast form by rolling. The toast bread boxes must refine 100 minutes in the gaerraum and are then baked at 235°C in the furnace for 30 minutes. Subsequently, volume measurements and pastry analysis are accomplished.

The test series was split up into two single tests. In test series A the aim was to find out the optimal mixture temperature as well as the optimal kneading time. In test series B the mixture temperature was defined, under the condition of the fixed factor flour. By this it should become clear whether it is better to use cold or warm flour.

In test series A it was to be stated with all pastes that the optimal kneading time amount is 2 minutes of fast kneading and between 6 and 8 minutes of slow kneading. After this kneading time the adhesive network between Gliadin and Glutenin is at the best pronounced. If one kneads longer, the paste shows characteristics, which suggest that the paste is over-kneaded. With shorter kneading time the paste shows characteristics of an under-kneaded paste. As for the mixture temperatures it is to be stated that with a mixture temperature by 15°C the best results in this test series were obtained. Since kneading the paste warms it up, the reached result – adhesive swelling - is explained. An intensive swelling of the adhesive begins at a temperature from 15 to 20°C. This temperature breakdown is reached best with 15°C mixture temperature and a kneading time of 2 + 6. Below this temperature the adhesive poured too weakly and additionally there is the danger that the paste is over-kneaded and the three-dimensional adhesive network again develops backwards.

With test series B the consideration was, whether it is better to adjust the mixture temperature by the flour or water temperature.

As proved it is more effective to adjust the desired mixture temperature by the water. If this is done by flour, it is to be accepted that the flour is by far too cold and less swelling than the flour at ambient temperature. In addition the assumption lies close that the aw-value is substantially higher with pastes, which were kneaded with cold flour. This is based on the bad water receptivity of cold flour.

According to these tests the following can be recommended: The adjustment of the paste temperature should be made entirely by the liquid temperature. Cold flour may not be used; ideal is a flour temperature of approx. 20°C. With cold pastes the kneading time must be extended, since only a mixture temperature of 15°C represents the basis of optimal paste production, in which the best kneading time is 6 minutes of fast kneading and 2 minutes of slow kneading.

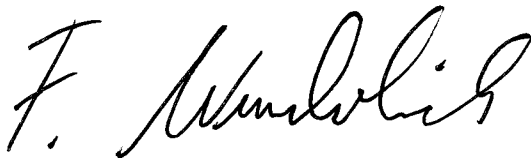
7. Literaturverzeichnis

	Titel	Verfasser	Verlag	ISBN
1	Lehrbuch der Lebensmittelchemie	H. – D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle	Springer	3-540-41096-1
2	Bäckereitechnologie	Prof. Dr. Horst Skobranek	Handwerk und Technik	3-582-40101-4
3	Dem Mehl auf der Spur	Backforum Bingen	BIB-Ulmer Spatz	
4	Lebensmitteltechnologie	Rudolf Heiss	Springer	3-540-51737-5
5	Lebensmittelchemie	Werner Baltes	Springer	3-540-66525-0
6	Allgemeines Lehrbuch der Lebensmittelchemie	Claus Franzke	Behr's	3-86022-234-1
7	Der junge Bäcker	Egon Schild	Pfanneberg	3-8057-0524-7
8	Unterrichtsunterlagen	Michael Bohnau	LEFA - Berlin	
9	Unterrichtsunterlagen	Axel Juretko	LEFA - Berlin	

8. Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Florian Wunderlich, dass ich die vorliegende Technikerarbeit selbstständig verfasst und keine anderen Hilfsmittel als die Angegebenen verwendet habe.

Berlin, 3 Mai 2006

A handwritten signature in black ink, reading 'F. Wunderlich'. The signature is written in a cursive style with a large, prominent 'F' and a long, sweeping underline.

Florian Wunderlich