



UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN

# Masterarbeit

## Die Optimierung des österreichischen Semmelbackversuchs

verfasst von

Carina EICHBERGER, BSc

im Rahmen des Masterstudiums

Lebensmittelwissenschaft und -technologie

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieurin

Wien, März 2022

Betreut von:

Assoc. Prof. Dr. Regine Schönlechner

Institut für Lebensmitteltechnologie

Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie

## Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere an Eides statt, dass ich diese Masterarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle Gedanken, die im Wortlaut oder in grundlegenden Inhalten aus unveröffentlichten Texten oder aus veröffentlichter Literatur übernommen wurden, sind ordnungsgemäß gekennzeichnet, zitiert und mit genauer Quellenangabe versehen.

Die vorliegende Arbeit wurde bisher weder ganz noch teilweise in gleicher oder ähnlicher Form an einer Bildungseinrichtung als Voraussetzung für den Erwerb eines akademischen Grades eingereicht. Sie entspricht vollumfänglich den Leitlinien der Wissenschaftlichen Integrität und den Richtlinien der Guten Wissenschaftlichen Praxis.

Wien, 06.03.2022

Carina EICHBERGER (eigenhändig)

A handwritten signature in black ink that reads "Carina Eichberger". The signature is written in a cursive, flowing style.

# Inhaltsverzeichnis

1. ZUSAMMENFASSUNG.....	6
2. SUMMARY .....	7
3. EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG .....	8
4. THEORETISCHER HINTERGRUND .....	12
4.1. Inhaltsstoffe im Weizen.....	12
4.2. Der Prozess des Brotbackens .....	16
4.3. Sortenwertprüfung.....	19
5. MATERIAL UND METHODEN .....	22
5.1. Material .....	23
5.2. Chemische Analysenmethoden.....	27
5.3. Rheologische Analysenmethoden .....	36
5.4. Backversuch.....	45
6. ERGEBNISSE und DISKUSSION .....	50
6.1. Bestimmung der Mehlqualität/Backqualität .....	50
6.1.1 Chemischen Analysenmethoden.....	50
6.1.2. Rheologischen Analysenmethoden .....	51
7. SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK .....	68
8. LITERATURVERZEICHNIS.....	68
9. ANHANG.....	71

## I. Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1</i> Statistische Analyse der Erntejahre 2015-2017, Differenz (%) sensorischer Wasseraufnahme beim Backen (RMT) zur Wasseraufnahme im Farinogramm .....	9
<i>Abbildung 2</i> Statistische Analyse der Erntejahre 2015-2017, Differenz (%) sensorischer Wasseraufnahme beim Backen zur Wasseraufnahme beim Extensogramm .....	10
<i>Abbildung 3</i> Struktur eines Stärkekorns .....	13
<i>Abbildung 4</i> Ablauf einer Sortenwertprüfung (ÖSTERREICHISCHE BESCHREIBENDE SORTENLISTE).....	22
<i>Abbildung 5</i> Übersichtsplan der Versuchsstandorte 2017 (ÖSTERREICHISCHE BESCHREIBENDE SORTENLISTE). .....	24
<i>Abbildung 6</i> Beispiel-Farinogramm mit Parametern .....	39
<i>Abbildung 7</i> Beispiel-Extensogramm mit Parametern .....	44
<i>Abbildung 8</i> Farinogramm des Qualitätsmehls.....	52
<i>Abbildung 9</i> Farinogramm des Keksmehls.....	53
<i>Abbildung 10</i> Farinogramm des Biomehls.....	53
<i>Abbildung 11</i> Extensogramm des Qualitätsmehls .....	55
<i>Abbildung 12</i> Extensogramm des Keksmehls .....	55
<i>Abbildung 13</i> Extensogramm des Biomehls.....	56
<i>Abbildung 14</i> Teigverarbeitungseigenschaften optimierten Backversuche mit Farino -1%, -3%, -5% im Vergleich zum sensorischen (alten) Verfahren.....	62
<i>Abbildung 15</i> Gebäcksbeurteilung optimierten Backversuche mit Farino -1%, -3%, -5% im Vergleich zum sensorischen (alten) Verfahren.....	63
<i>Abbildung 16</i> Vergleich Backvolumen [mL/100g] und Wasserzugabe Farino -1%, -3%, -5% neues Verfahren und sensorisches (altes) Verfahren .....	64
<i>Abbildung 17</i> Vergleich Backvolumen [mL/100g] altes Verfahren vs. neues Verfahren der Sorten Arnold, Bernstein, Findus und Siegfried.....	65
<i>Abbildung 18</i> Vergleich Teigkonsistenz unterschiedlicher Anbauarten.....	66
<i>Abbildung 19</i> Vergleich Teigkonsistenz unterschiedlicher Sorten .....	67

## II. Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1 statistischen Analyse der Erntejahre 2015-2017 (Quelle: AGES)</i> .....	9
<i>Tabelle 2 Sortenliste von Winterweizen, Winterweichweizen (ÖSTERREICHISCHE BESCHREIBENDE SORTENLISTE 2017)</i> .....	25
<i>Tabelle 3 Sortenliste von Winterweizen, Winterweichweizen (ÖSTERREICHISCHE BESCHREIBENDE SORTENLISTE 2017)</i> .....	26
<i>Tabelle 4 Umrechnungstabelle bezogen auf 7g Einwaage bei 14% Feuchtigkeit</i> .....	33
<i>Tabelle 5 Bewertungsschema Teigverarbeitungseigenschaften</i> .....	48
<i>Tabelle 6 Bewertungsschema Aussehen der Gebäckstücke</i> .....	49
<i>Tabelle 7 Ergebnisse von Qualitäts-, Keks- und Biomehl (Mittelwerte (n=3) inkl. Standardabweichung)</i> .....	50
<i>Tabelle 8 Farinogrammwerte des Qualitätsmehls, Kexsmehls und Biomehls (n=3)</i> .....	54
<i>Tabelle 9 Extensogrammwerte des Qualitätsmehls (n=3)</i> .....	57
<i>Tabelle 10 Extensogrammwerte des Kexsmehls (n=3)</i> .....	58
<i>Tabelle 11 Extensogrammwerte des Biomehls (n=3)</i> .....	59
<i>Tabelle 12 Auswertung Backversuche Sorten</i> .....	71
<i>Tabelle 13 Auswertung Backversuche Sorten</i> .....	72
<i>Tabelle 14 Auswertung Backversuche Sorten</i> .....	73

# 1. ZUSAMMENFASSUNG

Im Zuge des Österreichischen Sortenzulassungsverfahrens wird für Weizen neben chemischen und teig rheologischen Parametern auch der Semmelbackversuch gemäß Backqualitätsschema '94 durchgeführt und beurteilt. Dieser Versuch dient der Klassifizierung der Weizensorten entsprechend ihrer Backeignung. Im Mahlversuch werden dafür sortenreine Mehle der Type W700 hergestellt, mit dem Rapid-Mixer verknetet und im Semmelbackversuch beurteilt.

Die Zielsetzung dieser Arbeit war es, den Semmelbackversuch gemäß Backqualitätsschema '94 zu evaluieren und anschließend zu optimieren. Besonderes Augenmerk wurde hierbei auf das Backvolumen, als eines der Hauptkriterien für die Backqualitätsguppeneinstufung gelegt. Als Vergleich wurden Weizenmischmehle der Qualitätsgruppen Qualitäts-, Keks- und Bioweizen herangezogen. Um anschließend die Anwendbarkeit der Optimierungsschritte auf die Weizensorten der Österreichischen Sortenwertprüfung zu ermitteln wurden dazu Sorten der Qualitätsgruppen Qualitäts-, Mahl- und Bioweizen aus mehreren Versuchsstandorten ausgewählt.

Die Ergebnisse zeigten, dass sowohl Menge als auch Art der Wasserzugabe einen entscheidenden Beitrag zum Volumen, als auch zur Gesamtqualität darstellen. Die Menge an zugegebenem Wasser wurde auf Farinogramm-Wasseraufnahme minus 3 % festgelegt, da es am besten mit der statistischen Auswertung der Erntejahre 2015-2017 übereinstimmte. Für eine gleichmäßige Benetzung der Mehlpartikel mit Wasser wurde das Schüttwasser in einem Zug hinzugegeben.

Zusätzlich zur Wasserzugabe wurden auch die Vorbereitungsschritte von Mehl und Hefe optimiert. Zu den verbesserten Schritten zählten die Temperierung des Mehles auf 20 °C, da es die Quellfähigkeit der Mehlinhaltsstoffe erhöht und das Sieben des Mehles, da dies Fremdstoffe entfernt, auflockert und somit Klumpenbildung verhindert wird. Weiters wurde die Hefe in Wasser aufgelöst, damit sie sich schneller und besser im Teig verteilt und somit die Gärung beschleunigt wird.

Durch die durchgeführten Optimierungsschritte zeigte sich bei den ausgewählten Sorten eine Volumenzunahme von bis zu 30 mL, was einer Beurteilungsstufe im Backqualitätsschema entspricht. Da jedoch die Teigverarbeitungseigenschaften, vor allem durch Blasenbildung und aufgezogenen Ausbund noch deutlich verbessert werden müssen, sollen im Zuge weiterer Arbeiten noch Studien zu einer Wasserzugabe bezogen auf die Extensogramm-Wasseraufnahme folgen.

## 2. SUMMARY

In the course of the Austrian authorization process of wheat varieties a number of dough rheological properties and the bread roll baking test are conducted which is assessed according to the baking quality scheme '94. This baking test provides a basis for the classification of wheat varieties according to their baking ability. In a prior milling step wheat flour type number W 700 is ground. Then the dough is mixed in the modified Rapid-Mix-Test (RMT) prior to the bread roll baking test.

The objective of this work was to optimize the baking role test with special attention to the baking volume as one of the main criteria of baking quality group grading. For comparison wheat mixed flour with the quality groups quality, cookie and biological wheat was used. Then determining the applicability of the optimization steps of the wheat varieties of the Austrian variety value test, varieties of the quality groups quality, milled and organic wheat were selected from several test locations. The results show that the amount and form of water addition make a decisive contribution to the volume as well as to the overall quality. The bulk water was added in one got to ensure that the flour particles were evenly wetted with water. The amount was set at the farinogram water uptake minus 3 %, since analytically it gave the most justifiable results and a statistical evaluation of the harvest years 2015 – 2017 showed that the addition of water was on average minus 3 %.

In addition to adding water, the preparation steps for flour and yeast have also been optimized. The improved steps included tempering the flour to 20 degrees, as it increases the swellability of the flour ingredients and sifting the flour, as this removes foreign substances, loosens, and thus prevents lump formation. Furthermore, the yeast was dissolved in water so that it is better distributed in the dough and fermentation is accelerated.

As a result of the optimization steps, the selected varieties showed an increase in volume of up to 30 mL, which corresponds to one assessment level. However, since the dough processing properties did not yet correspond to the desired result, mainly due to the formation of bubbles and bulging, studies on the addition of water based on the extensogram water absorption will follow in the course of further work.

### 3. EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Beim österreichischen Backqualitätsschema '94 werden die Sorten in neun Backqualitätsgruppen (BQG) unterteilt, die Sorten der BQG 9 weisen die höchste Backfähigkeit auf und die der BQG 1 die niedrigste. Die Einstufung erfolgt anhand von zwei Haupt- und sieben Nebenkriterien. Hauptkriterien sind das Backvolumen und die Teigverarbeitungseigenschaften. Zu den Nebenkriterien zählen Rohprotein, Feuchtkleber, Sedimentationswert, Fallzahl, die Farinogramm Qualitätszahl, sowie die Wasseraufnahme und Teigenergie aus dem Extensogramm. (AGES, 2017)

Die Aufgabe dieser Arbeit war es den Semmelbackversuch zu re-evaluieren und optimieren. Dafür wurden im ersten Schritt die Methoden der qualitätsrelevanten Parameter in der Getreidetechnologie mit handelsüblichen Mehlen (1. Qualitätsweizen, 2. Keksweizen, 3. Bioqualitätsweizen) durchgeführt und ihre Aussagekraft für das Backverhalten überprüft. Anschließend wurde mit den gleichen Mehlen der Rapid-Mix Test (RMT) optimiert. Ob diese Optimierungsschritte dann auch für die Sortenwertprüfung anwendbar sind, wurde nachfolgend mit mehreren Qualitäts-, Mahl- und Bioweizensorten überprüft.

Da laut Backqualitätsschema '94 die Wasserzugabe beim RMT sensorisch erfolgte, war es die Aufgabe zu evaluieren, inwiefern eine analytisch definierte Wassermenge festzulegen ist, bzw. wie sicher diese ist. Als Orientierung wurden die Erfahrungswerte der Wasseraufnahme der Erntejahre 2015-2017 herangezogen.

#### **SORTEN ERFAHRUNGEN WASSERAUFNAHME 2015 – 2017**

Hinsichtlich der Sorten stellte sich durch eine Auswertung der Sorten von 2015 bis 2017 heraus, dass die Differenz der Wasseraufnahme Backversuch und Farinogramm im Mittel bei -3 % lag und die Differenz der Wasseraufnahme Backversuch und Extensogramm im Mittel bei etwa +1 % lag, wie in Tabelle 1, den Abbildungen 1 und 2 dargestellt wurde. Aufgrund dessen wurden in dieser Arbeit die Backversuche mit einer Wasserzugabe von Farinogramm -Wasseraufnahme -3 % getestet.

Tabelle 1 statistischen Analyse der Erntejahre 2015-2017 (Quelle: AGES)

	N	Min. (%)	Max. (%)	Mittelwert (%)	Stabw (%)	Durchschnitt im Vergleich zum Backversuch
<b>Backversuch Wasseraufnahme</b>	296	49,0	65,0	56,8	2,86	
<b>Extensogramm Wasseraufnahme</b>	296	48,8	66,5	56,0	3,04	<b>+ 0,77</b>
<b>Farinogramm Wasseraufnahme</b>	296	51,7	68,9	60,1	3,18	<b>- 3,29</b>

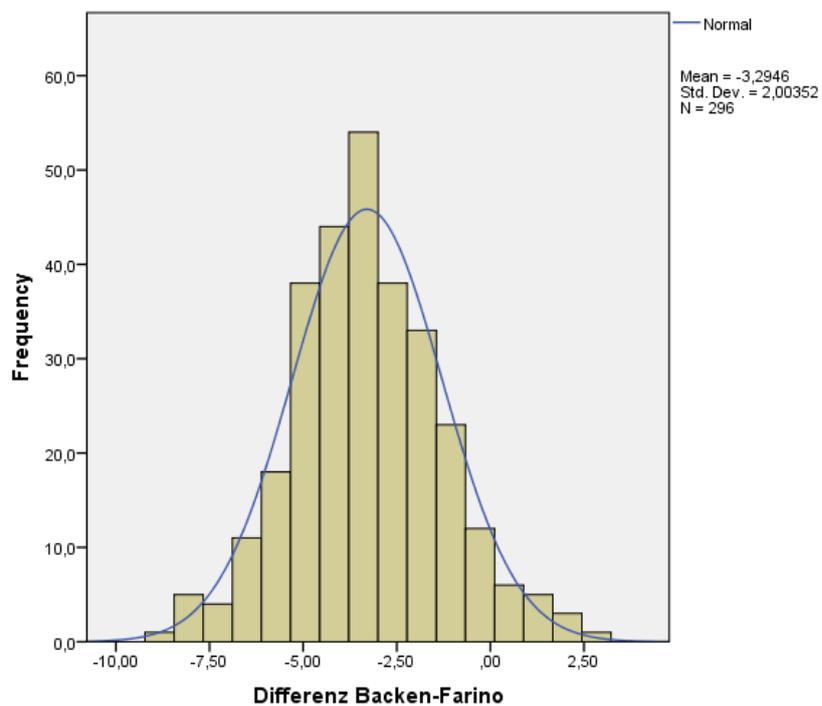


Abbildung 1 Statistische Analyse der Erntejahre 2015-2017, Differenz (%) sensorischer Wasseraufnahme beim Backen (RMT) zur Wasseraufnahme im Farinogramm (Quelle: AGES)

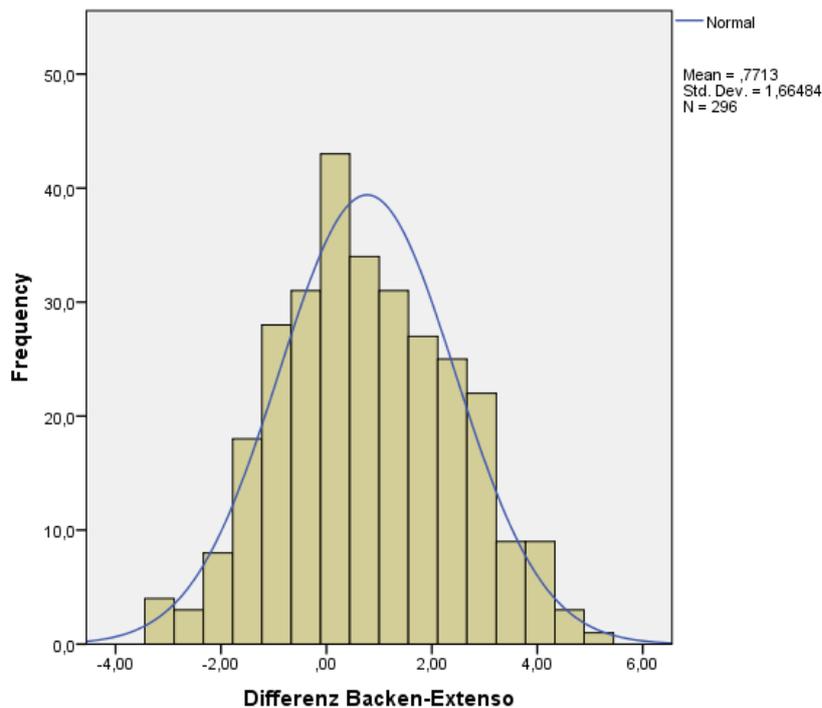


Abbildung 2 Statistische Analyse der Erntejahre 2015-2017, Differenz (%) sensorischer Wasseraufnahme beim Backen zur Wasseraufnahme beim Extensogramm (Quelle: AGES)

Während beim Kastenbackversuch meist die Farinogramm Wasseraufnahme ausgewählt wird, ist im Semmelbackversuch die Verarbeitung mit sehr weichen Teigen sehr schwierig. Die Farinogramm-Wasseraufnahme abzüglich 3 % erfolgte daher, dass die Erfahrung der letzten Jahre im Mittel in etwa in diesem Bereich zu finden war siehe auch Abb.2. Zusammengefasst wurden in der Arbeit folgende Arbeitsschritte im Backversuch evaluiert:

- Temperierung des Mehls: ca. 20 °C, da Wärme die Quellfähigkeit der Mehlinhaltsstoffe verbessert (Mar et. al, 2017)
- Mehlsiebung: Es werden dadurch Fremdstoffe entfernt, aufgelockert und somit eine Klumpenbildung verhindert. Weiters wird es durchlüftet und das Mehl nimmt beim Mischen mehr Wasser auf (höhere Teig- und Backausbeute) und die Kleberoxidation bei der Teigknetung wird dadurch gefördert. (Mar et. al, 2017)
- Auflösen von Hefe in Wasser, damit sie sich besser im Teig verteilt und um die Gärung zu beschleunigen (Mar et. al, 2017)
- Schüttwasserzugabe: definierte Menge und auf einmal.

Die sensorische Einschätzung gemäß Backqualitätsschema '94 variiert: abhängig von Feuchtigkeit der Hände, vorherigen Proben, eigenem Befinden, Aufmerksamkeit.

Die Ergebnisse des Backversuches sollen reproduzierbar und somit vergleichbar sein. Der RMT zielt nicht darauf ab die einzelnen Sorten im Optimum zu kneten, und das optimale Backergebnis herauszuholen (wie im Bäckerhandwerk üblich), sondern die unterschiedlichen Sorten zu differenzieren und eine Einstufung zu ermöglichen. Qualitätsunterschiede sollten nicht durch zu viel/zu wenig Wasser entstehen.

## 4. THEORETISCHER HINTERGRUND

Seit Beginn des Ackerbaus vor rund 10 000 Jahren zählt Getreide weltweit zu den wichtigsten Grundnahrungsmitteln. Seine Bedeutung sowohl in der menschlichen als auch tierischen Ernährung hat es durch dessen Zusammensetzung an energieliefernden Makronährstoffen, den Kohlenhydraten, Eiweiße und Fette. Die Anforderungen, um hierbei von qualitativen Weizen zu sprechen, erstrecken sich über viele Bereiche, von der Züchtung, Aufbereitung bis hin zur Verarbeitung.

### 4.1. Inhaltsstoffe im Weizen

Brot, ein komplexes System, das aus nur wenigen Inhaltsstoffen besteht, aber dessen Korrelation für die Wissenschaft nach wie vor eine Herausforderung darstellt. Beim Weizenbrot werden Mehl, Wasser, Salz und Hefe zu einem viskoelastischen Teig geknetet, fermentiert und gebacken. Oft werden noch Zutaten wie Fett, Zucker oder Malzmehl hinzugefügt, die nicht essenziell sind aber die Qualität des Brotes erhöhen beziehungsweise Qualitätseinbußen ausgleichen können.

Die Hauptkomponente des Brotes ist das Weizenmehl, es besteht zum größten Teil aus Stärke (65-71 %), Wasser (14-16 %), Protein (8-16 %), Nicht-Stärke Polysaccharide (2-3 %) und Lipide (1-2 %) (Lindhauer et. al., 2017). Diese Inhaltsstoffe beeinflussen und werden beeinflusst von komplexen chemischen, biochemischen und physikalischen Veränderungen während der einzelnen Schritte des Brotbackprozesses.

#### 4.1.1 Stärke

Stärke ist ein wichtiges Reservekohlenhydrat, das von Pflanzen in Form von Stärkekörner (Granula) gespeichert wird. Während des Mahlprozesses werden diese teilweise physikalisch zerstört. Die beschädigten Stärkegranula absorbieren mehr Wasser während der Teigzubereitung und sind empfänglicher für enzymatische Hydrolyse. So kann über den Stärkeschadigungsgrad die Qualität sowohl positiv als auch negativ beeinflusst werden. Mehrere Studien haben gezeigt, dass bei einer Stärkeschädigung von 4,5 % – 8,0 % das Backergebnis am besten ist (Arya et. al., 2015)

Die Granula ist alternierend aus amorphen und semikristallinen Wachstumsringen aufgebaut (Abb. 3a).

Die Stärkemoleküle sind Disaccharide bestehend aus den D-Glucose-Einheiten Amylose (23 – 28 %) und Amylopektin (72 -77 %). Die Amylose setzt sich aus linearen Ketten mit

helikaler Struktur zusammen und ist mit dem stark verzweigten Amylopektin glykosidisch verknüpft. In Form von parallel angeordneten Doppelhelices bildet das Amylopektin innerhalb der semikristallinen Schicht eines Wachstumsringes die kristallinen Lamellen und dessen Verzweigungen sind Teil des amorphen Bereiches (Abb. 3c). Der Hauptbestandteil der amorphen Schicht zwischen den Wachstumsringen ist die Amylose. (Jacobs e Delcour, 1998)

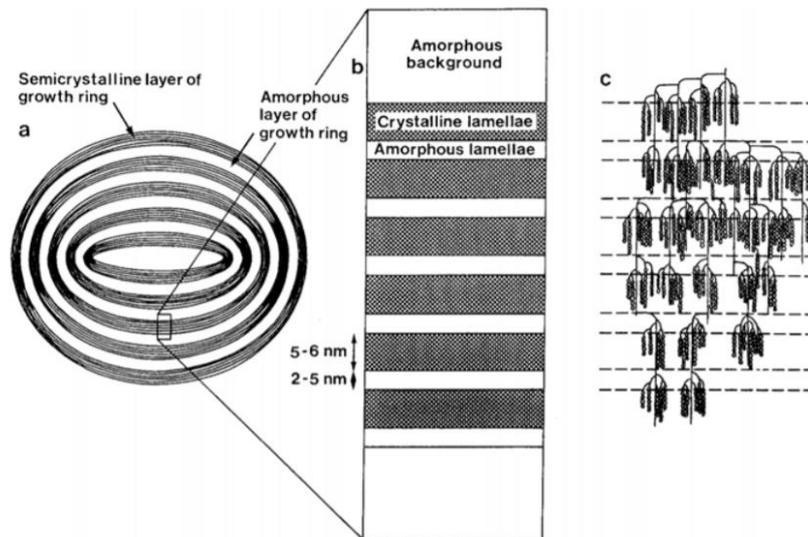


Abbildung 3 Struktur eines Stärkekorns (Jacobs e Delcour, 1998) (a) Granula mit alternierenden amorphen und semikristallinen Schichten (Wachstumsringe) (b) vergrößerte Semikristalline Schicht mit alternierenden amorphen und kristallinen Lamellen, (c) Clusterstruktur von Amylopektin innerhalb der semikristallinen Schicht eines Wachstumsringes

Wird nun die Stärke mit Wasser vermischt und die Temperatur erhöht, wie beim Backprozess, so geht der amorphe Bereich von einem unelastischen, glasartigen Zustand in einen beweglichen gummiartigen Zustand über und führt in weiterer Folge zur irreversiblen Zerstörung der Molekulanordnung der Stärkegranula, die Verkleisterung. Dabei verändern die Granula Größe und Form, absorbieren Wasser, verlieren Doppelbrechung und Kristallinität, durch Dissoziation der Amylopektin Doppelhelices, und die Amylose wird ausgewaschen (Goesaert et. al., 2005). Die Viskosität der Stärkesuspension nimmt zu. Durch weiteres Erhitzen setzen die Quellung und Auswaschung fort, es entsteht ein amorpher Stärkekleister (Jacobs e Delcour, 1998). Wird der Stärkekleister abgekühlt so gehen die Moleküle in einen geordneten Zustand über, die sogenannte Retrogradation findet statt. Dabei erstarrt und kristallisiert die Amylose, sie formt ein kontinuierliches Netzwerk um die gequollenen und deformierten Stärkegranula. Da dieser Prozess sehr rasch stattfindet ist die Amylose ein wichtiges Strukturelement im

Brot. Die Rekristallisation des Amylopektins, die durch das Abkühlen und Altern stattfindet, nimmt mehr Zeit in Anspruch (Goesaert et. al., 2005).

#### **4.1.2 Proteine**

Der Gesamtproteingehalt im Weizenmehl liegt zwischen 8 und 17 % (Lindhauer et. al., 2017). Bezogen auf ihre Funktionalität können Weizenproteine in Wasser unlösliche Proteine, Gliadin und Glutenin, mit einem Anteil von 80-85 %, und wasserlösliche Proteine, Albumin und Globulin mit 15-20 %, unterteilt werden. Die Hauptrolle bei der Brotherstellung spielen Glutenin und Gliadin, auch Glutenproteine genannt. Diese Speicherproteine sind in den Endospermzellen des Getreidekorns eingelagert und umgeben die Stärkegranula (Goesaert et. al., 2005).

Wird dem Mehl Wasser beigemischt und Energie durch Kneten zugeführt so verbinden sich die beiden Proteine zu einem dreidimensionalen Glutennetzwerk. Das Glutenin bildet ein dichtes Netzwerk aus Proteinsträngen, in die das kugelförmige Gliadin eingelagert ist, in dieser Form umgeben sie die Stärkegranula. Beim Hinzufügen von Wasser zum Mehl verteilt sich das Wasser um die langen Proteinketten und die Eiweißmoleküle quellen und werden durch Aufbrechen der Schwefelbrücken aufgefaltet, gestreckt und ineinander gelagert und neue Schwefelbrücken gebildet. Diese Veränderungen werden durch Thiol-Disulfid Reaktionen von Gliadin und Glutenin ausgelöst. (Schiedt et. al., 2013)

Während das polymere Glutenin für die Teigfestigkeit und -elastizität verantwortlich ist, sorgt das monomere Gliadin für das viskose Verhalten des Teiges. (Wieser, 2007) Neben der Proteinmenge spielt auch das Mengenverhältnis zwischen Glutenin und Gliadin eine wichtige Rolle bei der Teigbildung, es entscheidet über die Dehnbarkeit und die Gashaltbarkeit des Teiges. Die Verhältnisse der Kleberproteine hängen von Anbaugesicht und Sorte ab.

Auch bei der Teigbildung während des Knetens und während der Stabilisierung bei späteren Reifungsvorgängen spielen sowohl das Glutenin als auch das Gliadin eine wichtige Rolle. (Barak et. al., 2012)

Das dreidimensionale Glutennetzwerk fängt das bei der Hefegärung entstehende CO<sub>2</sub> auf und ermöglicht so, dass der Teig aufgeht. Einen weiteren Beitrag zum Gashaltvermögen liefern die Glykolipide, welche als Bindeglied zwischen Klebereiweiß und Stärke fungieren.

Während dem Backen absorbiert die Stärke Wasser aus dem Kleber und verkleistert, dadurch wird der Kleber verfestigt und das Brotvolumen beim Abkühlen gehalten, sie bilden die Krume. Der Backprozess führt dann zur Denaturierung von Glutenin und Gliadin, das

Gluten koaguliert und mit diesem Schritt verliert es seine elastischen Eigenschaften (Wang et. al., 2015). Die Wasseraufnahmefähigkeit des Mehles ist ein qualitätsbestimmender Faktor für die Verarbeitbarkeit des Teiges und für die Eigenschaften des Endproduktes. Sie ist abhängig von der Mehqualität, Temperatur durch Sorption und Quellung der verschiedenen Mehlinhaltsstoffe (v.a. Stärke, Proteine, Pentosane). Die Stärke nimmt etwa 50% des zugegebenen Wassers auf, das Kleberprotein und die Pentosane die andere Hälfte. Die Aufnahme von Wasser ist umso höher je kleiner die Partikelgröße, je größer die Klebermenge und die Anteile mechanisch beanspruchter Stärke. (Wieser, 2007)

#### **4.1.3 Lipide**

Lipide im Weizenmehl werden unterteilt in Stärke-Lipide und in freie und gebundene Nicht-Stärke Lipide. Besonders die Nicht-Stärke Lipide beeinflussen die Qualität beim Brotbacken, sie bestehen Großteils aus Triglyceriden. Stärke Lipide sind stark an die Stärkegranula gebunden und beeinflussen deshalb erst nach der Stärkeverkleisterung die Teigbildung. (Eliasson e Larsson, 1993) Durch längeres Kneten kommt es zu stärkerer Bindung der Lipide. (Daniels et. al., 1966) Trotz des geringen Anteils von 1-2 % beeinflussen die mehleigenen Lipide das Backverhalten. Sie fungieren als Gleitmittel zwischen den Membranen des Klebers, wodurch sie das elastische Verhalten des Teiges verbessern. (Lindhauer et. al., 2017)

#### **4.1.4 Schleimstoffe (Pentosane)**

Die Schleimstoffe sind Quellstoffe, die eine Wasserbindungsfähigkeit vom 10-fachen ihres Eigengewichtes besitzen. Im Weizenmehl sind ca. 2 % enthalten. (Lindhauer et. al., 2017)

#### **4.1.5 Mineralstoffe**

Mineralstoffe sind vor allem in den Randschichten, der Aleuronschicht enthalten, das Endosperm ist sehr mineralstoffarm. Anhand des Mineralstoffgehaltes erfolgt die Typisierung der Mehle. Mit zunehmender Ausmahlung nimmt der Schalenanteil ab und somit der Mineralstoffgehalt. (Aufhammer, 2003)

#### **4.1.6 Ballaststoffe**

Ballaststoffe werden in unlösliche und lösliche Ballaststoffe eingeteilt. Die unlöslichen befinden sich vermehrt in den Randschichten, während die löslichen auch im Endosperm vorzufinden sind. (Aufhammer, 2013)

## **4.2. Der Prozess des Brotbackens**

### **4.2.1 Zutaten von Brot und deren Wirkung**

#### Weizenmalzmehl

Das Weizenmalzmehl hat eine hohe alpha-Amylasen-Aktivität (Stärkeabbau), beta-Amylase (Malzzuckerabbau) und Proteasen (Kleberabbau), dieses dient zur Einstellung der Fallzahl. Dies ist wichtig, da die Hefe nur Einfach- und Zweifachzucker verwerten kann. Einfachzucker wie die Glucose kann sie sofort aufnehmen, Zweifachzucker wie Maltose muss sie vorher durch eigene Enzyme zu Glucose abbauen. Bei der Teigherstellung herrschen nahezu anaerobe Bedingungen, daher tritt die Gärung ein, Einfachzucker werden zu CO<sup>2</sup> und Alkohol abgebaut. Durch die Gärgasbildung wird eine Lockerung des Teiges erreicht, indem sich die Poren vergrößern. Die Gärprodukte tragen außerdem auch zur Aroma- und Geschmacksbildung bei. Wichtig ist, dass die Hefe erst beim Teigmischen mit Salz- oder Säurezusätze zusammentrifft, da dies zum Zelltod führen würde. (Seibel et. al., 1968)

#### Salz

Salz beeinflusst die Teigbeschaffenheit, es fördert die Kleberquellung und stabilisiert den Kleber, dieser bleibt fest und elastisch. Die Teige haben dadurch einen besseren Stand und Gashaltung. Es beeinflusst auch den Gärverlauf, entzieht den Hefezellen Wasser, dadurch wird bei hohen Salzmengen die Gärung verlangsamt und es beeinflusst die Gebäckqualität: verbessert Geschmack, Volumen, Krumenstruktur, Krustenfarbe und Frischhaltung (konservierende Wirkung von Salz). (Beck et. al., 2012)

#### Öl/Fett

Ölzugabe beeinflusst ebenfalls die Teigbeschaffenheit, es macht die Teige und die Krumenstruktur weicher, allerdings in unterschiedlicher Weise. Eine Zugabe bis 10% Fettanteil bewirkt eine zarte, feinporige Krume; bei höheren Anteilen wird die Krume engporiger und saftiger, wodurch sich natürlich auch das Volumen verringert. Zusätzlich

verbessert das Fett den Geschmack und verlängert die Frischhaltung. (Lindhauer et.al., 2017)

#### Ascorbinsäure

Als letzte Zutat kommt noch eine 20 mL 0,1%ige Ascorbinsäure-Lösung hinzu, diese bewirkt eine Vernetzung des Klebers, wodurch das Gashaltevermögen erhöht und das Gebäckvolumen vergrößert wird. (Osaka Women´s Univ., 1993)

#### Wasser

Die Menge des Schüttwassers ist ein entscheidender Faktor für die Brotqualität, das Ziel ist es dem Teig so viel Wasser zugeben, dass er seine maximale Wasseraufnahmefähigkeit erreicht, diese jedoch nicht überschreitet, da dies zu Qualitätseinbußen führt. Vor allem die Verarbeitungsfähigkeit wird dadurch negativ beeinflusst, was dann auch zu schlechteren Endprodukten führt.

Die Wassermenge beeinflusst die Konsistenz des Teiges, was in Folge Einfluss auf die Scherkraftwirkung hat und diese wichtig für die Glutennetzwerkbildung ist. (Lindhauer et.al., 2017)

### **4.2.2 Teigentwicklung**

Während des Mischens werden die Mehlpartikel mit Wasser benetzt und somit Quellprozesse in Gang gesetzt. Genauer gesagt binden die Wassermoleküle an die langen Proteinketten und entfalten die Proteinmoleküle. In der Phase des Knetens wird ein dreidimensionales Glutennetzwerk gebildet. (Jekle e Becker, 2015) Beim anschließenden Rundwirken werden die Stärkekörner, die im Klebnetz dichte Kugelpackungen gebildet haben, verteilt. Der Teig erhält dadurch an Spannung, er soll am Ende eine glatte Oberfläche haben.

Während der Teigruhe quillt der Kleber nach, er nimmt das freie Teigwasser im Klebnetzwerk und an der Oberfläche der Stärke auf, der Teig wird trockener und gewinnt an Stand. Weiters kommt es in dieser Phase zur Kleberentspannung und Hefegärung. (Lindhauer et.al., 2017)

#### 4.2.3 Die 3 Phasen des Backprozesses:

1. Ofentrieb (Zunahme des Volumens): durch die Schwadenbeigabe wird die Wärme unmittelbar auf die Oberfläche der Teiglinge übertragen, die Klebereiweißstoffe gerinnen an der Oberfläche und geben ihr Wasser an die Stärke ab, die Stärke verkleistert, es entsteht eine dehnbare, gasdichte Haut. Die Hefe bildet bis zu einer Temperatur von ca. 55 °C Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), diese letzte verstärkte Triebkraft trägt nur geringfügig zur Volumenzunahme bei, vorwiegend beruht diese auf der Ausdehnung der Gase von der Stückgare und dem Einwirken von Hitze. Entscheidend für das endgültige Gebäckvolumen ist hierbei das Gashaltevermögen.
2. Krumbildung: die wesentlichen Vorgänge sind hier die Stärkeverkleisterung und die Gerinnung des Klebereiweiß ab ca. 60 °C. Weizenstärke verkleistert bei ca. 70 – 80 °C. Bei Temperaturen über 75 °C (beta-Amylase) und über 85 °C (alpha-Amylase) werden die Enzyme inaktiviert. Die Stärkekörner quellen bei steigender Temperatur unter Wasseraufnahme (Wasser, das bei der Denaturierung vom Eiweiß abgegeben wird) auf, bis sie platzen und verkleistern, es entsteht ein stabiles, elastisches Porengerüst, die Krume.
3. Krustenbildung: Mit zunehmender Backzeit nimmt der Wassergehalt an der Oberfläche ab. Die Temperatur in der Krume steigt während des Backprozesses auf knapp unter 100 °C. Die Oberflächentemperatur steigt auf über 100 – 160 °C, dabei verdampft Teigwasser, der Wassergehalt in der Teighaut sinkt und trocknet, es entsteht eine stabile Randschicht. Aus der Stärke bilden sich Dextrine, die Maillard-Reaktion beginnt und später bilden sich Röststoffe.

(Lindhauer et. al., 2017)

Beim Abkühlen laufen mehrere Vorgänge ab:

Temperaturabgabe an die Umgebung: dabei lässt der Gasdruck im Gebäckinneren nach, es entsteht ein Unterdruck, das Volumen wird kleiner, es kommt zur Bildung von sogenannten „Fenstern“, das sind regelmäßige, feine Risse in der Kruste, dadurch gelangen die Aromastoffe der Kruste ins Innere der Backwaren.

Wasserdampfverdunstung: mit der Wärmeabgabe verdunstet Wasser, dadurch entstehen Gewichtsverluste, weshalb es wichtig ist das Gebäckgewicht sofort nach dem Backen zu messen. Während der Verdunstung werden gleichzeitig flüchtige Aromastoffe freigegeben.

Retrogradation: mehrere Stunden bis Tage nach dem Ausbacken beginnt das sogenannte „Altbackenwerden“. Grund dafür ist die Retrogradation, die Rekristallisation der verkleisterten Stärke, sie gibt dabei gebundenes Wasser ab und verändert dadurch ihre

Struktur. Das freigegebene Wasser wandert von der Krume in die Kruste, die dadurch weich und zäh wird, während die Krume immer fester und trockener wird.

(Lindhauer et. al., 2017)

### 4.3. Sortenwertprüfung

In der Österreichischen Beschreibenden Sortenliste (BSL) werden die in Österreich zugelassenen Sorten vom Bundesamt für Ernährungssicherheit geführt und jährlich eine aktualisierte Ausgabe veröffentlicht.

Die Beschreibende Sortenliste dient der Information für die Landwirtschaft, die Fachberatung, den Agrarhandel, die Verarbeitungswirtschaft, die Industrie sowie Pflanzenzüchtung, Schulen und Universitäten.

Die Sortenliste dient dazu, dass jeder Landwirt die für sich, seiner Anbauregion, seiner Bodenvoraussetzungen und Produktionsweise geeignetste Sorte auswählen kann. Der Anbau geeigneter Sorten ist eine wesentliche Voraussetzung zur rentablen und umweltschonenden Landbewirtschaftung. (AGES, 2017)

In Österreich werden neue Sorten im Zuge der Sortenwertprüfung nach Anbau-, Ertrags- und Verarbeitungseigenschaften in Qualitätsgruppen eingeteilt.

„Die Sortenzulassungsbehörde hat eine Sorte zuzulassen, wenn sie

- 1) im Rahmen der Registerprüfung unterscheidbar, homogen und beständig ist,
- 2) im Rahmen der Wertprüfung landeskulturellen Wert hat und
- 3) eine in die Sortenliste eintragbare Sortenbezeichnung bekannt gegeben wurde“  
(§ 46 (1, 2) SaatG).

Homogen ist eine Sorte, wenn diese in den entscheidenden Merkmalen annähernd gleich ist. Als beständig gilt eine Sorte, wenn diese nach häufiger Vermehrung gleiche ausschlaggebende Merkmale zeigt. Landeskulturellen Wert hat eine Sorte, wenn sie im Vergleich zu den Zugelassenen in seiner Gesamtwertung eine Verbesserung darstellt, insbesondere hinsichtlich Anbaus (Widerstandsfähigkeit gegenüber Schädlinge), Verwertung des Erntegutes und daraus gewonnene Erzeugnisse.

Wie in dem Ablaufschema in Abbildung 4 ersichtlich ist, werden Sorten einer 2- bis 3-jährigen Sortenwertprüfung unterzogen und wird an mehreren Orten durchgeführt. In Abbildung 5 sind die Versuchsstationen und Sortenprüfstellen abgebildet. Für meine Arbeit

wurden Weizenproben der Ernte 2017 aus mehreren Regionen genommen, um auch einen Vergleich der Sorten mit unterschiedlichen Boden- und Witterungsverhältnissen darzustellen.

In den Tabellen 2 und 3 sind Auszüge der österreichischen Sortenliste ersichtlich, wie sie für jeden öffentlich zugänglich ist. Sie wird jährlich aktualisiert und beinhaltet die in Österreich zugelassenen Sorten. Neue Sorten werden dabei nach Anbau-, Ertrags – und Verarbeitungseigenschaften in Qualitätsgruppen eingestuft.

Die Sorten werden in drei Gruppen unterteilt:

- Qualitäts- oder Aufmischweizen (BQG-9-7) Sorten dieser Gruppe haben eine sehr gute Eigenbackfähigkeit und werden daher als Aufmischweizen verwendet, also zur Aufbesserung schwächerer Sorten, dem sogenannten
- Mahlweizen, die zweite Gruppe mit schlechterer Eigenbackfähigkeit (BQG 6-3,) und die dritte Gruppe bildet
- Sonstiger Weizen, Futterweizen (BQG 2-1), diese gelten oft als nicht backfähig.

Unter einer guten Backfähigkeit versteht man die Fähigkeit des Mehles, ein lockeres, voluminöses und äußerlich ansprechendes Gebäck auszubilden. (AGES, 2017)

### **Backqualitätsparameter**

- Indirekte Merkmale:

#### **Rohprotein**

Dieser Parameter hat für die Klassifizierung des Weizens noch immer eine zentrale Bedeutung, jedoch steht er schon in Kritik, inwiefern dessen Gehalt mit der Backqualität korreliert.

#### **Feuchtkleber**

Entscheidend für die Backqualität ist die Wasseraufnahmefähigkeit des Weizenklebers und dessen viskoelastische Eigenschaften. Dieser Parameter ist ein wichtiger Beitrag für das Gashaltevermögen bei der Herstellung des Gebäckes.

#### **Sedimentationswert**

Der Sedimentationswert ist ein Maß für die Proteinqualität und gibt Auskunft über die Quellfähigkeit der Proteine.

## **Fallzahl**

Die Fallzahl ist ein Maß für die Amylase-Aktivität stärkelösender Enzyme, die für den Stärkeabbau sorgt. Sie beeinflusst die Menge an vergärbaren Zucker für die Hefe.

- Teigphysikalische Methoden

## **Farinogramm**

Der Farinograph misst neben der Wasseraufnahme, das Knetverhalten von Weizenmehlteigen.

Als Qualitätskriterium für die Einstufung in die Backqualitätsgruppen wird die Qualitätszahl herangezogen. Ein schwaches Mehl zeigt eine niedrige Qualitätszahl aufgrund eines früheren und schnellen Abfalls.

## **Extensogramm**

Der Extensograph misst die Dehnbarkeit und den Dehnwiderstand eines Teiges, so lassen sich wertvolle Informationen für das Gashaltevermögen gewinnen. Je höher der Dehnwiderstand, desto höher die Kleberqualität und dies sorgt für einen elastischen Teig. Je höher die Dehnbarkeit desto plastisch-viskoser die Eigenschaften des Teiges.

Als Qualitätskriterium wird die Teigenergie herangezogen, diese stellt die für die Dehnung aufzuwendende Kraft dar.

- Direkte Methode

## **Backversuch**

Der Backversuch ist ein wichtiger Bestandteil der Qualitätseinstufung. Er gibt Aufschluss über die Teigverarbeitungseigenschaften und das Gebäckvolumen, was für den Bäcker entscheidend ist.

Um Abweichungen richtig interpretieren zu können ist es wichtig alle Qualitätsparameter, indirekte, teigrheologische und direkte Methodenergebnisse zu kennen. [14]

(Lindhauer et. al., 2017)

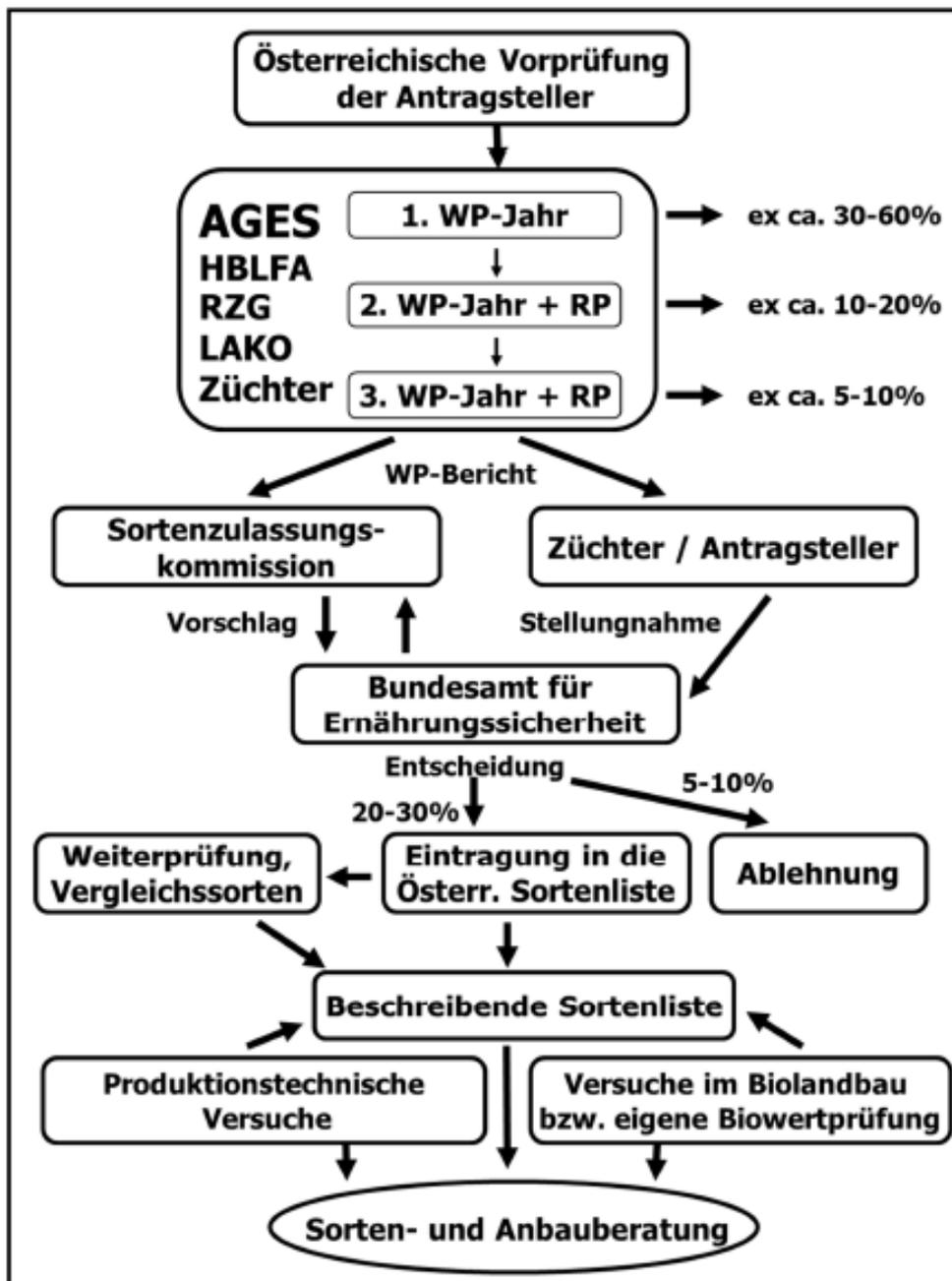


Abbildung 4 Ablauf einer Sortenwertprüfung (ÖSTERREICHISCHE BESCHREIBENDE SORTENLISTE)

## 5. MATERIAL UND METHODEN

### 5.1. Material

#### **Handelsmehle:**

Qualitätsmehl, Keksmehl, Biomehl

#### **Sortenmehle:**

Arnold (BQG 8), Bernstein (BQG 8) Findus (BQG 6) Siegfried (BQG 4) aus den Regionen Großnondorf, Obersiebenbrunn, Andau, Thening, Sitzendorf, Eltendorf und Bad Wimsbach

Im Übersichtsplan der Versuchsstandorte in Abbildung 5 sind die ausgewählten Standorte rot markiert. Um die Anwendbarkeit der Optimierungsschritte bei verschiedenen Regionen zu prüfen, wurden Sorten aus den östlichen Regionen Andau, Obersiebenbrunn, Großnondorf und aus den westlichen Regionen Bad Wimsbach, und Eltendorf ausgewählt. Um auch die Auswirkung auf Bioweizen zu überprüfen, wurden aus den Regionen Sitzendorf und Thening zwei Biosorten ausgewählt. Die für die Testreihe ausgewählten Sorten sind in der Sortenliste von Weichweizen und Winterweichweizen in den Tabellen 2 und 3 mit roten Pfeilen markiert. Um feststellen zu können, ob die Optimierungsschritte auch bei unterschiedlichen Qualitäten aussagekräftig sind, wurden zwei Sorten der Kategorie Qualitätsweizen, Aufmischweizen mit Backqualitätsgruppe 8 und zwei Sorten der Kategorie Mahlweizen mit den Backqualitätsgruppen 6 und 4 gewählt.

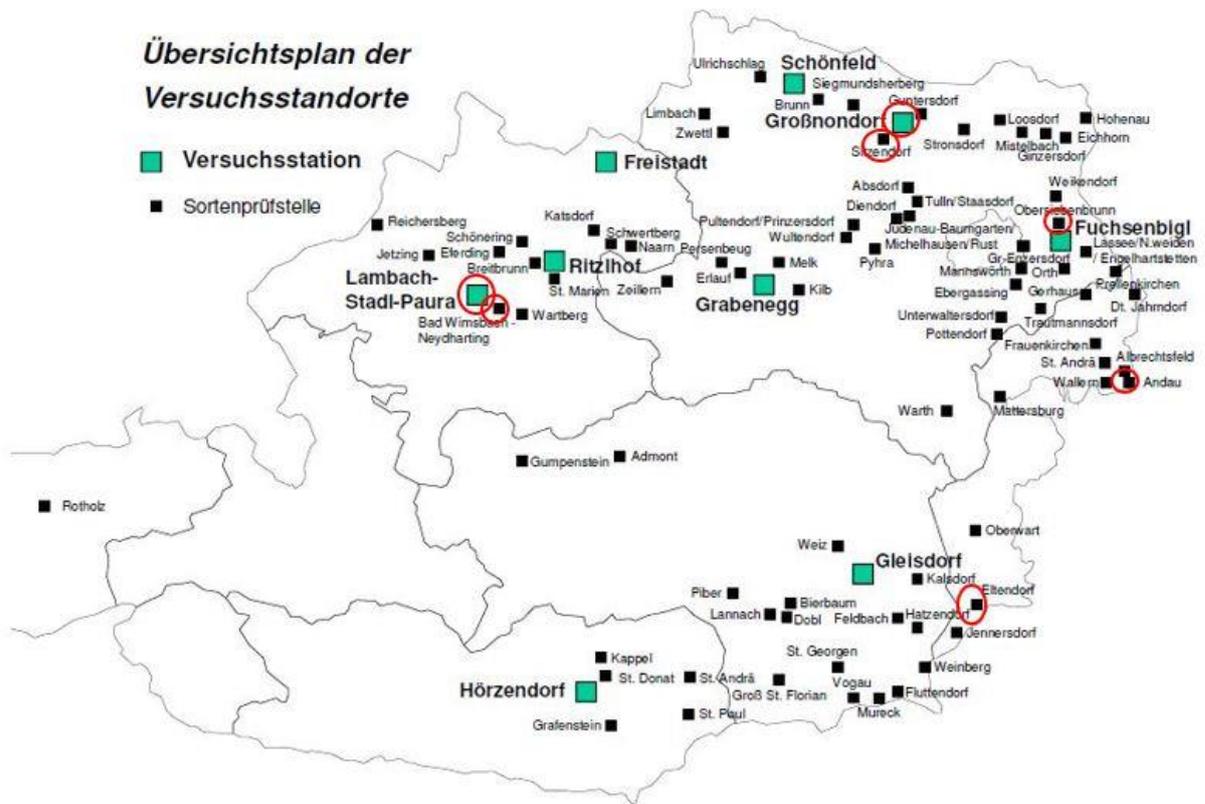


Abbildung 5 Übersichtplan der Versuchsstandorte 2017 (ÖSTERREICHISCHE BESCHREIBENDE SORTENLIS). Rot markiert sind hier die Versuchsstandorte, aus denen die verschiedenen Sorten gewählt wurden.

Tabelle 2 Sortenliste von Winterweizen, Winterweichweizen (ÖSTERREICHISCHE BESCHREIBENDE SORTENLISTE 2017) Die roten Pfeile markieren die Sorten, die für die Versuche ausgewählt wurden.

WINTERWEIZEN, WINTERWEICHWEIZEN AGES 																	
SORTE	TAUSENDKORNGEWICHT	HEKTOLITERGEWICHT	MEHLAUSBEUTE	KORNHÄRTE (GRIFFIGKEIT)	ROHPROTEIN	FEUCHTKLEBER	KLEBERQUELLZAHL Q <sub>0</sub>	SEDIMENTATIONSWERT	FALLZAHL	WASSERAUFNAHME (Far., Ext.)	TEIGSTABILITÄT (Far.)	TEIG-QUALITÄTSZAHL (Far.)	TEIGDEHNLÄNGE (Ext., 135 min)	DEHNWIDERSTAND (Ext., 135 min)	TEIGENERGIE (Ext., 135 min)	RMT-BACKVOLUMEN	BACKQUALITÄTSGRUPPE
<b>QUALITÄTSWEIZEN, AUFMISCHWEIZEN:</b>																	
Adesso	4	2	5	2	3	3	2	1	4	2	2	2	2	4	2	2	8
Albertus	5	1	4	3	1	2	2	1	3	2	1	1	2	4	1	1	9
Alessio	6	2	3	3	3	3	4	1	2	2	4	3	3	3	2	3	7
Angelus	5	4	3	4	5	5	2	2	4	5	2	3	3	3	1	3	7
Antonius	4	2	3	3	2,5	3	2	2	5	4	2	2	2	5	2	2	8
Arktis	6	7	3	4	5	5	3	2	5	4	4	4	4	4	3	3	7
Arminius <sup>4)</sup>	1	2	2	3	2,5	2	3	1	4	2	3	2	3	5	3	3	7
Arnold	4	1	3	3	1	2	2	1	5	1	1	1	2	4	2	2	8
Astardo	4	2	3	3	3	3	2	2	5	4	2	2	2	4	2	2	8
Aurelius	4	3	1	4	5	5	2	2	3	5	2	2	3	1	1	3	7
Bernstein	2	3	3	4	4	4	3	2	3	4	2	2	5	2	2	3	8
Capo	4	2	2	3	4	3	3	2	4	2	5	4	4	5	4	3	7
Donnato <sup>4)</sup>	3	3	3	3	5	4	4	3	5	4	5	4	4	6	4	3	7
Ehogold	2	2	3	3	3	2	3	2	4	2	4	3	3	5	3	2	8
Element	4	3	4	4	3	5	2	2	3	3	1	1	4	4	2	2	8
Emilio	5	3	4	3	6	4	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3	7
Energo	3	3	5	3	4	4	2	1	5	2	3	3	4	3	3	3	7
Erla Kolben	4	3	4	3	2	3	2	2	4	4	1	1	4	2	1	1	9
Estevan	6	2	4	3	4	3	3	2	3	5	4	4	3	5	3	3	7
Fridolin	4	3	3	4	4	3	4	2	5	4	5	4	4	5	4	3	7
Fulvio	7	3	3	3	4	4	3	3	4	4	2	2	4	2	2	3	7
Gregorius <sup>4)7)</sup>	3	3	5	3	3	3	3	2	4	1	3	3	4	5	4	3	7
Josef	4	3	5	-	3,5	3	4	2	6	2	4	3	2	5	4	3	7
Laurenzio	3	3	2	4	4	4	3	2	3	4	3	2	3	4	2	3	7
Lennox <sup>5)</sup>	5	5	5	3	6	5	3	2	3	1	4	3	3	5	3	3	7
Ludwig	2	5	4	3	5	5	3	3	6	5	5	4	7	3	4	3	7
Lukullus	3	3	2	4	3,5	3	3	2	3	4	3	3	3	4	2	3	7
Messino	3	3	2	3	5	5	4	3	3	5	3	3	3	4	3	3	7
Midas	3	3	2	3	5	5	4	3	3	5	4	4	4	5	4	3	7
Norenos	3	6	7	3	5	5	2	2	6	3	5	5	6	1	3	3	7
Pannonikus	1	4	3	3	4	5	3	3	4	3	5	5	4	3	2	3	7
Peppino <sup>4)</sup>	5	2	2	3	3	4	2	1	6	3	3	3	4	4	3	3	7
Philipp	5	3	3	3	4	4	4	3	3	3	5	4	4	5	4	3	7
Pireneo <sup>4)</sup>	3	3	3	3	2,5	2	2	2	6	3	3	3	2	5	2	2	8
Renan	2	6	5	4	4	4	4	3	4	3	4	3	5	2	2	3	7
Richard	7	3	2	3	4	4	2	1	3	5	1	2	4	2	1	3	7
Roland	3	4	3	3	5	6	2	2	4	4	2	2	4	2	2	3	7
Tilliko <sup>4)</sup>	2	5	6	5	4	3	4	3	5	5	5	4	2	7	4	3	7
Tobias <sup>4)</sup>	4	2	2	4	2	1	4	2	4	3	3	3	3	4	3	2	8
Vukanus	7	3	2	3	4	5	1	2	6	4	1	1	3	2	1	3	7



Table 3 Sortenliste von Winterweizen, Winterweichweizen (ÖSTERREICHISCHE BESCHREIBENDE SORTENLISTE 2017) Die roten Pfeile markieren die Sorten, die für die Versuche ausgewählt wurden.

WINTERWEIZEN, WINTERWEICHWEIZEN AGES 																				
SORTE	TAUSENDKORNGEWICHT		MEHLAUSBEUTE		ROHPROTEIN		FEUCHTKLEBER		KLEBERQUELLZAHL Q <sub>0</sub>	SEDIMENTATIONSWERT	FALLZAHL	WASSERAUFNAHME (Far., Ext.)		TEIGSTABILITÄT (Far.)	TEIG-QUALITÄTSZAHL (Far.)	TEIGDEHNLÄNGE (Ext., 135 min)	DEHNWIDERSTAND (Ext., 135 min)	TEIGENERGIE (Ext., 135 min)	RMT-BACKVOLUMEN	BACKQUALITÄTSGRUPPE
	HEKTOLITERGEWICHT	MEHLAUSBEUTE	KORNHÄRTE (GRIFFIGKEIT)	ROHPROTEIN	FEUCHTKLEBER	WASSERAUFNAHME (Far., Ext.)	TEIGSTABILITÄT (Far.)													
<b>MAHLWEIZEN:</b>																				
Advokat	6	5	5	3	7	7	5	4	4	5	7	7	7	4	5	6	4	5	6	4
Augustus	1	4	4	3	6	4	6	5	6	2	8	8	6	7	7	7	7	7	3	
Balaton	3	5	5	2	8	7	6	5	4	5	7	7	7	5	6	7	3	3	3	
Beryll	4	5	3	4	5	4	4	3	5	4	6	5	5	6	5	5	5	5	5	
Ceraso <sup>4)6)</sup>	3	5	7	2	6	7	2	4	2	2	6	6	6	2	3	6	4	4	4	
Chevalier	7	4	5	2	7	6	4	4	2	4	5	5	6	4	5	5	5	5	5	
Dominikus	7	4	5	3	6	5	4	4	3	6	6	5	4	4	3	5	5	5	5	
Emerino	4	2	4	4	5	5	3	3	3	5	4	3	3	5	4	4	4	4	6	
Ennsio	5	3	6	2	5	2	8	5	3	4	8	8	7	7	7	6	4	4	4	
Estivus	4	4	6	3	6	3	7	4	3	4	8	8	6	7	6	6	4	4	4	
Eurofit	4	4	2	3	6	6	4	4	4	3	5	4	5	6	5	6	4	4	4	
Evina	2	4	4	3	5	5	4	3	4	4	4	4	6	3	3	4	6	6	6	
Fidelius	3	5	4	3	8	7	5	5	4	6	6	6	7	3	5	7	3	3	3	
Findus	4	5	2	3	6	7	3	1	3	2	5	5	6	2	3	4	4	4	6	
Frisky	6	5	6	3	8	8	5	6	4	7	7	6	7	4	5	7	3	3	3	
Gideon	5	5	5	4	6	5	5	4	5	6	7	7	4	7	6	4	5	5	5	
Justinus	5	5	4	2	6	4	6	3	4	4	6	5	5	4	4	5	5	5	5	
Kerubino	5	6	4	3	6	5	5	4	5	3	6	6	5	5	5	4	6	6	6	
Merlot <sup>4)6)</sup>	2	5	6	3	7	7	1	3	5	1	6	6	4	6	5	5	5	5	5	
Mulan	5	6	7	2	7	6	6	5	5	2	8	7	6	7	6	6	4	4	4	
Pankratz	8	5	7	2	8	7	5	4	5	6	6	6	6	4	5	6	4	4	4	
Pedro	3	5	6	2	7	4	7	5	5	3	8	8	7	7	7	6	4	4	4	
Rainer	4	4	6	2	6	6	2	2	4	5	2	2	5	1	2	4	6	6	6	
Rosso <sup>4)6)7)</sup>	3	6	7	5	5	7	2	4	6	5	3	3	4	3	3	5	5	5	5	
Sailor	4	4	7	2	6	5	6	6	5	3	7	6	7	6	6	5	5	5	5	
Sax	7	6	5	3	7	8	4	6	4	6	7	7	8	5	6	5	3	3	3	
Sherpa	4	4	7	4	7	8	4	7	3	7	6	5	9	2	6	7	3	3	3	
Siegfried	3	5	3	3	7	5	6	4	4	6	7	7	7	6	6	6	4	4	4	
Spontan	4	4	3	2	6	4	4	3	5	2	5	5	6	4	5	6	4	4	4	
Xerxes	4	3	3	3	4	3	5	3	4	5	4	4	6	3	4	4	4	4	6	
<b>SONSTIGER WEIZEN, FUTTERWEIZEN:</b>																				
Florenzia	4	6	-	-	9	9	3	6	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Henrik	4	8	7	4	8	6	8	7	3	4	9	9	8	8	8	8	8	8	8	2
Hewitt	6	8	6	5	8	8	7	7	4	8	8	8	7	6	7	8	2	2	2	2
Papageno	6	4	2	4	8	5	8	7	4	7	9	9	6	9	9	8	2	2	2	2
Skorpion <sup>4)8)</sup>	2	9	4	5	3	1	7	3	9	2	8	7	1	9	8	5	2	2	2	2
Winnetou	6	8	4	9	8	9	8	9	6	8	8	9	8	9	9	9	9	9	9	1

## 5.2. Chemische Analysenmethoden

### 5.2.1. Gravimetrische Aschebestimmung in Getreide und Mahlprodukten nach ICC-Standard Nr. 104 AGF (2016)

#### Verfahren

Bei der gravimetrischen Aschbestimmung wird der organische Anteil der Mehlprobe verbrannt und dann das Gewicht des unbrennbaren Rückstandes bestimmt.

Zuerst wird das Mehl in eine Veraschungsschale eingewogen und dann bei 900°C im Muffelofen verascht. Am Ende der Veraschung sollte ein weißer Rückstand bleiben und dieser wird anschließend ausgewogen.

#### Geräte und Hilfsmittel

- analytische Waage (Genauigkeit 0,1 mg)
- elektrisch beheizter Muffelofen für 900 °C Maximaltemperatur
- Veraschungsschalen aus Porzellan
- Ceranplatte
- Exsikkator
- Tiegelzangen
- Feuerfeste Handschuhe

#### Reagenzien:

- Ethanol p.A. 96 Vol%
- Amidosulfonsäure 10 gew/vol%
- Silicagel mit Feuchtigkeitsindikator

#### Durchführung

Für drei Handelsmehle wird eine Dreifachbestimmung durchgeführt. Zuerst wird der Wassergehalt nach Brabender bestimmt. Dann werden 5-6 g Probe in die Veraschungsschalen eingewogen und sollte darin gleichmäßig verteilt sein. Die Proben werden dann mit Ethanol befeuchtet und in den Muffelofen gestellt, der zuvor auf 900°C vorgeheizt wird. Sollten nach 1h Stunde noch Kohlerückstände darin sein, wird die Zeit um 10 min verlängert und erneut kontrolliert. Dies erfolgt so lange, bis nur noch der gewünschte weiße Ascherückstand zu sehen ist.

Zum Abkühlen werden die Proben ca. 1 min auf eine Ceranplatte gestellt und dann in den Exsikkator gestellt. Nach vollständiger Abkühlung werden sie ausgewogen.

### Auswertung

Der Aschegehalt in % der Trockensubstanz beträgt:

$$\% \text{ Asche in Trockensubstanz} = \frac{100 \times (b-a)}{E} \times \frac{100}{(100-F)}$$

a...Gewicht der leeren Veraschungsschale in g

b...Gewicht der Veraschungsschale mit dem Glührückstand in g

E...Gewicht der eingewogenen Proben in g

F...Feuchtigkeitsgehalt der Probe in %

## **5.2.2 Rohprotein nach der DUMAS Verbrennungsmethode, ICC-Standard Nr. 167 AGF (2016)**

### Verfahren

Bei der Bestimmung des Rohproteins wird der gesamte Stickstoffgehalt ermittelt.

Bei der Verbrennungsmethode nach Dumas wird die sauerstofffreie Probe bei ca. 1000 °C verbrannt. Die dabei entstehenden Stickstoffoxide werden danach zu molekularem Stickstoff reduziert. Durch Absorption werden andere Verbrennungsprodukte entfernt. Der molekulare Stickstoff wird anschließend über einen Wärmeleitfähigkeits-Detektor gemessen.

### Geräte:

- Gerät für die Verbrennungsmethode mit Detektor für die Erfassung des Gesamtstickstoffes
- Analytische Waage mit einer Genauigkeit von 0,0005 g
- Probengefäße/Probenbehälter

### Durchführung:

Zuerst wird der Blindwert bestimmt, dafür werden leere Probenbehälter verwendet. Für die Probenbestimmung werden  $200 \pm 20$  mg des Mehles eingewogen und in das Gerät gestellt.

### Auswertung

Die Software berechnet automatisch den Gesamtstickstoffgehalt. Für die Umrechnung vom Stickstoffgehalt in Proteingehalt wird dieser mit 5,7 multipliziert und anschließend auf Frischsubstanz umgerechnet.

$$P_{\text{bei X\% Feuchtigkeitsgehalt}} = P_{\text{Frischsubstanz}} \times \frac{(100-X)}{(100-mc)}$$

P...Proteingehalt (%)

mc...Feuchtigkeitsgehalt des Musters (%)

X...gewünschter Feuchtigkeitsgehalt (%)

## **5.2.3. Sedimentationswert nach Zeleny, ICC-Standards Nr. 116** AGF (2016)

### Verfahren

Durch die Menge an gequollenen Mehlpartikel in einem bestimmten Zeitraum wird der Sedimentationswert bestimmt. Der Kleberanteil des Mehles quillt in einer Milchsäurelösung und beeinflusst somit die Sedimentationsgeschwindigkeit. Je höher der Klebergehalt und je höher die Qualität des Klebers ist, desto höher ist der Sedimentationswert.

### Geräte und Hilfsmittel

Herstellung der Milchsäurelösung:

- Rückflusskühler
- Heizhaube
- Magnetrührer

Sedimentationstestes:

- Waagen mit 0,0001 g und 0,01 g Anzeige

- Schüttelvorrichtung mit Motorantrieb, für 8 Messzylinder mit 58 x 32 x 5 cm (Drehung: 30° 40 x pro Minute aus der horizontalen Lage)

Hilfsmittel:

- Pulverfläschchen 500 mL, aus Kunststoff, verschließbar
- Bürette 10 mL
- Rundkolben 2L
- Siedesteine
- Messzylinder 250 mL
- Titrierkolben
- Messkolben 1L
- Titriereinheit
- Vollpipetten 10 mL
- Pipetten 25 und 50 mL
- Pulvertrichter
- Verschließbare Plastikbecher
- Messzylinder 100 mL, Glas- oder Teflonstopfen
- Stoppuhr

Reagenzien und Lösungen

Reagenzien:

- Bromphenolblau p.a
- Milchsäure pur. 90 %
- Natriumhydroxyd
- Phenolphthalein p.a.
- Isopropylalkohol pur
- Natronlauge 1 mol/L
- Ethanol 96%

Lösungen:

- Bromphenolblaulösung  $c=4\text{mg/L}$   
20 mg Bromphenolblau werden in dest. Wasser gelöst und auf 5 L aufgefüllt (Haltbarkeit: 1 Jahr, bei Raumtemperatur, im Dunkeln)
- Ethanolische Phenolphthaleinlösung  
Zu 100 mL Ethanol fügt man 1 g Phenolphthalein hinzu
- Milchsäurestammllösung 2,78 M

250 mL 90 % Milchsäure wird mit dest. Wasser auf 1L aufgefüllt, dann 6h am Rückflusskühler gekocht. Danach werden 10 mL der gekochten Milchsäurelösung mit 1 M Natronlauge titriert, als Indikator wird 1 %ige ethanolische Phenolphthaleinlösung verwendet (rosa Farbumschlag). Für die 2,78 M Milchsäurelösung wird eine berechnete Menge destilliertes Wasser hinzugefügt. Eine erneute Titration dient zur Überprüfung, ob die Konzentration der Milchsäurestammllösung stimmt oder eventuell noch korrigiert werden muss.  
(Haltbarkeit: 2 Jahre, bei Raumtemperatur, im Dunkeln)

Berechnung des Faktors der hergestellten Milchsäurestammllösung:

$$C_{\text{NaOH}} [\text{M}] * V_{\text{NaOH}} [\text{mL}] = C_{\text{Milchsre}} [\text{M}] * V_{\text{Milchsre}} [\text{mL}]$$

Berechnung der Zugabe an dest. Wasser zur hergestellten Milchsäurestammllösung:

$$C_{\text{Milchsre}} [\text{M}] * V_{\text{Milchsre}} [\text{mL}] = C_{\text{Milchsre hergestellt}} [\text{M}] * V_{\text{Milchsre hergestellt}} [\text{mL}]$$

- Sedimentationstestreagenz

Dafür werden 180 mL Milchsäurestammllösung mit 200 mL Isopropylalkohol vermischt und auf mit destilliertem Wasser auf 1 L aufgefüllt. Danach wird die Lösung 48 Stunden stehen gelassen hat. (Haltbarkeit: 4 Wochen, bei Raumtemperatur)

### Durchführung

Zuerst wird 3,20 g Mehl in Papiertassen abgewogen und in einen 100 mL Messzylinder gegeben. Mittels Dispensette werden 50 mL Bromphenolblaulösung zugesetzt

3,20 g Mehl (14% Feuchtigkeit) werden in Papiertassen abgewogen und mit Hilfe eines Pinsels und eines Pulvertrichters in einen 100 mL Messzylinder mit Stopfen transferiert. 50 mL Bromphenolblaulösung werden mittels einer Dispensette zugesetzt und die Stoppuhr gestartet. Das Mehl und die Flüssigkeit werden gründlich gemischt, wobei der verstöpselte Zylinder waagrecht gehalten und nach rechts und links über ca. 18 cm Entfernung innerhalb von 5 Sekunden (\*) 12 x in jeder Richtung geschüttelt wird. Das Mehl muss während dieses Vorganges völlig suspendieren. Der Zylinder wird in die Schüttelvorrichtung eingesetzt und geschüttelt, bis die seit Zugabe der Bromphenolblaulösung vergangene Zeit

5 Minuten (\*Stoppuhr) beträgt. Danach wird der Zylinder von der Schüttelvorrichtung abgenommen und 25 mL Sedimentationsreagenz zu pipettiert. Dann wird er wieder auf die Schüttelvorrichtung gebracht und geschüttelt bis insgesamt 10 Minuten (\*Stoppuhr) vergangen sind. Nach Abnahme des Zylinders von der Schüttelvorrichtung wird dieser 5 Minuten (\*\*) lang aufrecht stehen gelassen und das Volumen des Sediments in mL abgelesen.

\*Zeiten sind nur auf 10 bis 15 Sekunden genau einzuhalten

\*\*Zeit ist genau einzuhalten

### Auswertung

Der Sedimentationswert wird in mL in ganzen Zahlen angegeben. Doppelbestimmungen dürfen nicht mehr als 2 Einheiten (mL) voneinander abweichen.

## **5.2.4. Fallzahl gemäß ICC-Standard Nr.107/1 nach Hagberg-Perten AGF (2016)**

### Verfahren

Mit der Fallzahl wird die Alpha-Amylase-Aktivität im Mehl bestimmt. Dafür wird eine bestimmte Mehlmenge mit destilliertem Wasser vermischt und im Wasserbad des Fallzahlmessgerätes zu einem Wasser-Mehl-Gel gebildet. Im Probenröhrchen befindet sich ein Viskositätsmesskörper, der sich 1 min auf und ab bewegt, danach wird er losgelöst und sinkt ab. Wenn er ganz abgesunken ist, ertönt ein Signal und die Dauer in Sekunden wird angezeigt.

### Geräte und Hilfsmittel

- Fallzahlgerät
- Mühlen
- Analysenwaage
- Schüttler
- 25 mL Dispenser
- Rührviskosimeter
- Fallzahlrohre mit Einsatz
- Stöpsel

## Lösungen

- Destilliertes Wasser

## Durchführung

Zuerst wird die Kühlung aufgedreht. Das Wasser im Wasserbad sollte bis 2-3 cm unter den Rand gefüllt sein, dann wird das Gerät eingeschaltet, sobald das Wasser kocht, kann mit der ersten Messung begonnen werden. Je nach Feuchtigkeit der Mehlprobe wird eine bestimmte Menge in das Fallzahlröhrchen eingewogen ( $\pm 0,05$  g), dann werden 25 mL destilliertes Wasser hinzugefügt und verschlossen. Im Shakematic wird die Probe für 60 sec geschüttelt. Danach wird der Rührviskosimeter hineingegeben und in das Fallzahlgerät eingesetzt. Nachdem sich der Viskosimeter 60 sec lang auf und ab bewegt hat, wird er losgelöst und sinkt ab. Ein Signal ertönt und die Absinkzeit kann abgelesen werden.

*Tabelle 4 Umrechnungstabelle bezogen auf 7g Einwaage bei 14% Feuchtigkeit*

<b>Feuchtigkeit (%)</b>	<b>Gewicht (g)</b>	<b>Feuchtigkeit (%)</b>	<b>Gewicht (g)</b>	<b>Feuchtigkeit (%)</b>	<b>Gewicht (g)</b>
8,0	6,54	11,4	6,80	14,8	7,07
8,2	6,56	11,6	6,81	15,0	7,08
8,4	6,57	11,8	6,83	15,2	7,10
8,6	6,59	12,0	6,84	15,4	7,12
8,8	6,60	12,2	6,86	15,6	7,13
9,0	6,62	12,4	6,87	15,8	7,15
9,2	6,63	12,6	6,89	16,0	7,17
9,4	6,64	12,8	6,90	16,2	7,18
9,6	6,66	13,0	6,92	16,4	7,20
9,8	6,67	13,2	6,94	16,6	7,22
10,0	6,69	13,4	6,95	16,8	7,24
10,2	6,70	13,6	6,96	17,0	7,25
10,4	6,72	13,8	6,98	17,2	7,27
10,6	6,73	14,0	7,00	17,4	7,29
10,8	6,75	14,2	7,02	17,6	7,31
11,0	6,76	14,4	7,03	17,8	7,32
11,2	6,78	14,6	7,04		

## Auswertung

Fallzahl: Die Zeit (in Sekunden) vom Eintauchen der Vorrichtung in das Wasserbad bis zum vollständigen Absinken des Rührviskosimeters.

### **5.2.5. Mechanische Bestimmung des Feuchtglutengehaltes in Weizenmehl (Glutomatic) nach ICC-Standard Nr. 137 AGF (2016)**

#### Verfahren

Feuchtkleber, eine plastisch-elastische Substanz, besteht vorwiegend aus Gliadin und Glutenin. Durch Auswaschen von Stärke und löslichen Substanzen aus einem Weizenmehl-Wasser-Gemisch mit gepufferter Natriumchloridlösung bleibt der Feuchtkleber oder auch Feuchtgluten übrig. Dieser wird dann zentrifugiert und abgewogen.

#### Geräte und Hilfsmittel

- Dispensor 3,00 bis 10,00 mL
- Kleberauswaschgerät Glutomatic 2200 (Perten) ausgestattet mit Polyestersieben
- Zentrifuge 2015 (Perten)
- Waage (Anzeige auf 0,01 g genau)
- pH Meter

#### Reagenzien und Lösungen

Reagenzien:

- Natriumchlorid
- Kaliumhydrogenphosphat
- Di-Natriumhydrogenphosphat
- Destilliertes Wasser

Lösungen:

- Natriumchloridlösung 20g/L, pH  $5,95 \pm 0,05$ : 200 g Natriumchlorid, 7,45 g Kaliumdihydrogenphosphat und 2,46 g di-Natriumhydrogenphosphat werden in

destilliertem Wasser gelöst und auf 10 L aufgefüllt. Dann wird der pH überprüft.  
(Haltbarkeit: 2 Wochen, bei Raumtemperatur)

### Durchführung

Für die Bestimmung werden 10 g der Probe auf 0,01 g genau in Papiertassen eingewogen und in das Auswaschgefäß übergeführt. Dabei ist wichtig, dass der Siebboden vorher gut mit destilliertem Wasser angefeuchtet wird. Dann werden 4,5 – 5,5 mL Natriumchloridlösung zugegeben und in den Glutomatic eingesetzt. Nach dem Starten des Gerätes beginnt die 20-sekündige Teigbildung. Danach wird der Teig automatisch mit ca. 150 mL Natriumchloridlösung ausgewaschen. erfolgt die Auswaschung. Danach erfolgt eine Nachwaschung mit 100 mL destilliertem Wasser. Der Kleberballen wird aus der Halterung entfernt, in zwei Teile geteilt, für 60 Sekunden bei 6000 U/min zentrifugiert und abgewogen. Anschließend werden die beiden Kleberteile mit einer Pinzette entnommen und auf 0,01 g genau abgewogen.

### Auswertung

Die Auswaagen von Parallelbestimmungen glut1 und glut2 mit 10 multipliziert, ergeben die Feuchtklebergehalte (in Mass.%) aus welchen der Mittelwert GLUT berechnet wird.

$$\frac{glut}{EW (10g)} \times 100 = \text{GLUT (in Mass.\%)}$$

Der Feuchtklebergehalt GLUT wird in Mass. % auf eine Nachkommastelle genau angegeben. Die Werte der Doppelbestimmungen dürfen um nicht mehr als 0,5% Klebergehalt differieren.

## 5.3. Rheologische Analysenmethoden

### 5.3.1. Bestimmung der rheologischen Eigenschaften eines Mehles mittels Brabender-Farinograph gemäß ICC-Standard Nr. 115/1 AGF (2016)

#### Verfahren

Mittels eines Farinographs wird der Widerstand gemessen, den ein Teig aus Mehl und Wasser dem Knetter entgegensetzt. Der Widerstand wird in einem Kraft-Zeit-Diagramm dargestellt. Die Konsistenz des Teiges wird durch Wasserzugabe auf 500 FE eingestellt und gibt so Aufschluss über die Wasseraufnahmefähigkeit. Anhand der Knetkurve können mehrere Qualitätsmerkmale festgestellt werden.

#### Geräte und Hilfsmittel

- Brabender Farinograph-AT
- Sigma Messknetter S 50 für 50 g Mehl
- Brabender Thermostat T 150 E
- Oberschalenwaage, Genauigkeit 0,01 g
- Weiche Kunststoffspatel
- Wägeschälchen aus Karton
- Pinsel
- Mehlschaufel, Aluminium
- Löffel
- Becherglas aus Plastik 200 mL
- Silikonfett

#### Lösung:

- Destilliertes Wasser

#### Durchführung

Zuerst wird der Feuchtigkeitsgehalt der Probe bestimmt, daran orientiert sich später die Einwaage des Mehles. Laut Brabender sollte die Mehltemperatur bei 20-35 °C liegen. Das Thermostat des Farinographen wird ca. 1h Stunde vor der ersten Messung gestartet, damit das Wasser die gewünschte Temperatur von  $30^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  hat.

Je nach Feuchtigkeit wird eine bestimmte Menge Mehl auf  $\pm 0,1$  g genau eingewogen. Diese wird von der Software nach Eingabe der Feuchtigkeit automatisch berechnet laut folgender Formel:

$$m = m' \times \frac{86}{(100-F)}$$

m ... Mehlmenge mit einer Feuchtigkeit von 14% (g)

m' ... Mehlmenge mit tatsächlicher Feuchtigkeit (50g)

F ... tatsächliche Feuchtigkeit des Mehles (%)

Dann wird in die Software eine geschätzte Wasseraufnahmefähigkeit eingegeben, woran sich dann die automatische Wasserzugabe orientiert. Das Mehl wird nun in den Knetter gegeben, dieser mischt exakt 1 min und dann wird das Wasser automatisch zudosiert. Dabei sollte eine Konsistenz von  $500 \pm 20$  FE erreicht werden. Ist die Konsistenz zu niedrig muss der Versuch wiederholt werden, ist sie zu hoch kann noch manuell Wasser hinzugegeben werden. Für eine Erhöhung der Konsistenzkurve um 100 FE ist eine Verringerung der Wassermenge um ca. 3% notwendig. Wichtig ist, dass die manuelle Wasserzufuhr rasch erfolgt (25 Sek). Um einen Probenverlust zu vermeiden ist es wichtig die Wände des Knetraumes mit der dafür vorgesehenen Kunststoffspatel abzuschaben, ohne den Knetvorgang zu stoppen. Um eine vollständige Kurve zu erhalten, wird der Knetprozess nach Erreichen der Teigentwicklungszeit noch mindestens 12 min fortgesetzt.

Für die Reinigung werden 2 Löffel Mehl in den Knetraum gegeben, kurz durchgeknetet und dann wird der Teig aus der Kammer entnommen und verworfen. Der Knetter wird anschließend mit warmen Wasser gereinigt, getrocknet und zusammengebaut. Die Kneithaken werden vor jeder Messung mit Silikonfett eingefettet.

### Auswertung

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in einem Kraft-Zeit-Diagramm (Farinogramm).

Folgende Parameter werden ermittelt:

### **Farinograph-Wasseraufnahme (%)**

Dabei handelt es sich um die Wasseraufnahme um die gewünschte Konsistenz von  $500 \pm 20$  FE zu erreichen. Die Berechnung erfolgt bei einem 50g Knetter folgendermaßen:

$$V_c = V + 0,010 \times (C - 50)$$

$$\text{Farinograph – Wasseraufnahme} = \frac{(V_c + m - 50)}{0,5}$$

$V_c$  .... Korrigiertes Wasservolumen (mL)

$V$  .... Volumen des zugegebenen Wassers (mL)

$C$  .... Konsistenz (FE)

$m$  .... Mehlmenge bei 14% Feuchtigkeit (g)

### **Teigentwicklungszeit (min)**

Die Teigentwicklungszeit ist der Zeitraum vom Start der Wasserzugabe bis zum Punkt an dem die Konsistenz abnimmt.

### **Teigstabilität (min)**

Die Teigstabilität ist der Bereich zwischen dem Punkt, an dem die obere Kurve die 500-FE-Linie überschreitet und dem Punkt, an dem die obere Kurve diese Linie wieder unterschreitet.

### **Teigerweichung nach ICC, 12 min nach Max. (FE)**

Die Teigerweichung gibt den Konsistenzabfall zwischen dem Endpunkt der Teigentwicklungszeit und 12 min danach. Diese wird in der mittleren Kurve gemessen.

### **Farinograph Qualitätszahl (mm)**

Die Qualitätszahl ist die Länge auf der Zeitachse zwischen der Wasserzugabe und dem Punkt, an dem die mittlere Kurve vom Maximum um 30 FE sinkt.

Zwischen all diesen Kennzahlen herrscht ein enger Zusammenhang, dieser ist im Farinogramm in Abbildung 6 ersichtlich.

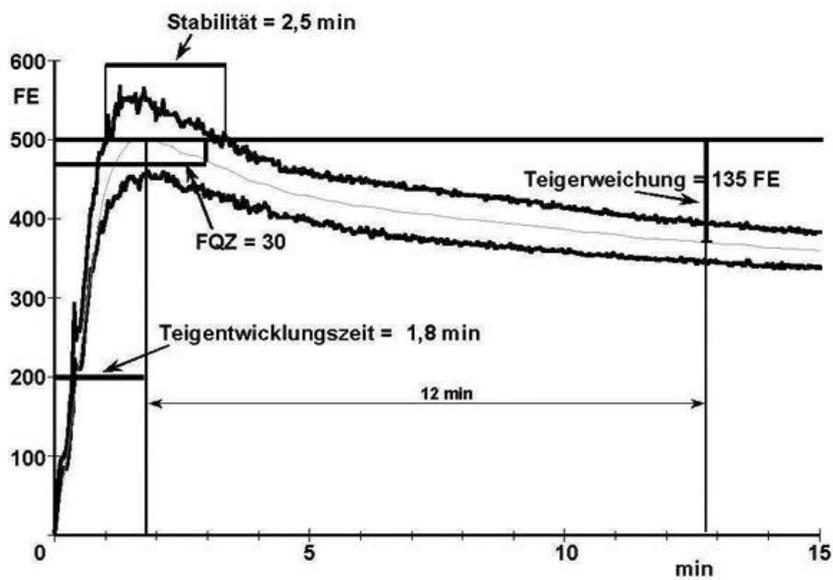


Abbildung 6 Beispiel-Farinogramm mit Parametern

## Bewertung der Ergebnisse des Farinogramms

Merkmale von starken und schwachen Mehlen:

Starkes Mehl:

- Später, langsamer Abfall der Knetkurve
- Hohe FQN
- Hohe Teigstabilität
- Geringe Teigerweichung
- Hohe Wasseraufnahmefähigkeit

Schwaches Mehl:

- Früher, schneller Abfall der Knetkurve
- Niedrige FQN
- Niedrige Teigstabilität
- Hohe Teigerweichung
- Niedrige Wasseraufnahmefähigkeit

### **5.3.2. Bestimmung der rheologischen Eigenschaften eines Mehles mittels Brabender-Extensograph gemäß ICC-Standard Nr. 114/1 AGF (2016)**

#### Verfahren

Zuerst wird im Farinographen aus Weizenmehl, Wasser, Salz und Ascorbinsäure ein Teig mit einer Konsistenz von 500 FE hergestellt. Danach wird dieser im Extensographen zu einer Kugel geformt und dann in eine Teigwalze gegeben. Dann erfolgt in der Gärkammer die Teigruhe bei 30 °C. Nach 45, 90 und 135 min wird der Teig in die Dehnungshaken eingesetzt und bis zum Zerreißen gedehnt. In einem Kraft-Weg-Diagramm (Extensogramm) wird die dafür benötigte Kraft aufgezeichnet. Diese Dehnkurve gibt wichtige Hinweise über die Backeigenschaften des Mehles.

#### Geräte und Hilfsmittel

Geräte:

- Brabender Farinograph-AT
- Sigma Messkneteter S 300 für 300 g Mehl
- Brabender Extensograph-E
- Brabender Thermostat T 150 E
- Oberschalenwaage, Genauigkeit 0,01 g

Hilfsmittel:

- Weiche Kunststoffspatel
- Wägeschälchen
- Pinsel
- Mehlschaufel
- Löffel
- Becherglas 200 mL
- Trichter
- Schere
- Erlenmeyerkolben 1 L
- Messpipette 10 mL
- Silikonfett
- Paraffinöl
- Stoppuhr

## Reagenzien und Lösungen

Reagenzien:

- Destilliertes Wasser
- Natriumchlorid
- Ascorbinsäure

Lösungen:

- 0,1% Ascorbinsäurelösung: 1,00 g Ascorbinsäure wird abgewogen und mit destilliertem Wasser in einem 1 L Erlenmeyerkolben gelöst (Haltbarkeit: 1 Woche bei kühler Lagerung)

## Durchführung

Die Messung der Proben erfolgt in Doppelbestimmung. Zuerst wird der Feuchtigkeitsgehalt der Probe bestimmt, daran orientiert sich später die Einwaage des Mehles. Laut Brabender sollte die Mehltemperatur bei 20-35 °C liegen. Das Thermostat des Farinographen wird ca. 1h Stunde vor der ersten Messung gestartet, damit das Wasser die gewünschte Temperatur von 30°C ± 0,2°C hat.

Je nach Feuchtigkeit wird eine bestimmte Menge Mehl auf ± 0,1 g genau eingewogen. Diese wird von der Software nach Eingabe der Feuchtigkeit automatisch berechnet laut folgender Formel:

$$m = m' \times \frac{86}{(100-F)}$$

m ... Mehlmenge mit einer Feuchtigkeit von 14% (g)

m' ... Mehlmenge mit tatsächlicher Feuchtigkeit (300g)

F ... tatsächliche Feuchtigkeit des Mehles (%)

## **Vorbereitung der Teigproben im Farinographen**

Für die Teigherstellung werden 6 ± 0,1 g Natriumchlorid und 3,3 ± 0,1 g 0,1% Ascorbinsäurelösung in einem Becherglas eingewogen. Das Mehl wird in den Kneiter gegeben und 1 min gemischt. Dann wird die eingestellte Wassermenge zu der Salz-Ascorbinsäurelösung zugegeben. Das Salz wird durch Schwenken gelöst. Die Lösung wird

dann mittels Trichters in den Knetraum gegeben. Der Teig wird nun für 1 min geknetet. Dabei sollte eine Konsistenz von  $500 \pm 20$  FE erreicht werden. Ist die Konsistenz zu niedrig muss der Versuch wiederholt werden, ist sie zu hoch kann noch manuell Wasser hinzugegeben werden. Um einen Probenverlust zu vermeiden ist es wichtig die Wände des Knetraumes mit der dafür vorgesehenen Kunststoffspatel abzuschaben, ohne den Knetvorgang zu stoppen. Nach 1 min stoppt der Knetter für 5 min und knetet dann nochmals 2 min. Nach dem gesamten Vorgang soll die Konsistenz des Teiges bei  $500 \pm 20$  FE liegen.

### **Aufnahme der Dehnrunden im Extensographen**

Die Teigschale aus der Gärkammer des Extensographen wird mit Paraffinöl eingeeilt und in die Halterung oben gesetzt. Dann wird der Teig im Kugelhomogenisator zu einer Kugel geformt und über eine Teigwalze zu einem Strang geformt. Der Teigstrang wird vorsichtig in die Teigschale gelegt und mit Klammern befestigt. Dann erfolgt die erste Abstehtzeit von 45 min in der Gärkammer. Danach wird die Teigschale in die Halterung zur Dehnung gesetzt. Dort wird der Teig mit den Dehnhaken so lange gedehnt bis dieser zerreißt. Danach werden die beiden Teigteile wieder rungewirkt, in der Walze geformt und weitere 45 min in die Gärkammer gestellt. Dann erfolgt die nächste Dehnungsmessung und dieser Vorgang wird ein weiteres Mal wiederholt. So ergeben sich drei Messungen mit den Abstehtzeiten von 45, 90 und 135 min. Der gesamte Vorgang wird mit einer zweiten Probe wiederholt und daraus bildet die Software dann einen Mittelwert.

### Auswertung

Die Werte werden automatisch von der Software aufgenommen und ausgewertet. Die Darstellung erfolgt in einem Kraft-Weg-Diagramm (Extensogramm)

Folgende Parameter werden ermittelt:

### **Extensograph-Wasseraufnahme (%)**

Dabei handelt es sich um die Wasseraufnahme um nach 8 min (Kneten – Rast -Kneten) eine Konsistenz von 500 FE zu erreichen. Die Berechnung erfolgt bei einem 300 g Knetter folgendermaßen:

$$V_c = V + 0,0960 \times (C - 500)$$

$$\text{Extensograph – Wasserabsorption} = \frac{(V_c + m - 300)}{3}$$

$V_c$  .... Korrigiertes Wasservolumen (mL)

$V$  .... Volumen des zugegebenen Wassers (mL)

$C$  .... Konsistenz (FE)

$m$  .... Mehlmenge bei 14% Feuchtigkeit (g)

### **Maximum (EE)**

Das Maximum ist der höchste Punkt in der aufgezeichneten Dehnkurve (Zerreißen der Probe)

### **Dehnwiderstand (EE)**

Der Dehnwiderstand ist die Höhe der Kurve 5 cm nach Beginn des Kurvenanstiegs (Dehnen) und zeigt die Kraft, die der Dehnung entgegen wirkt.

### **Dehnbarkeit (mm)**

Die Dehnbarkeit ist die Länge vom Beginn des Kurvenanstiegs bis hin zum Maximum.

### **Energie (cm<sup>2</sup>)**

Die Energie ist die Fläche unter der Dehnungskurve und stellt die Gesamtkraft, die für die Teigdehnung notwendig ist, dar.

### **Verhältniszahl**

Die Verhältniszahl ist der Quotient aus Dehnwiderstand und Dehnbarkeit.

In Abbildung 7 sind die einzelnen Parameter im Extensogramm dargestellt.

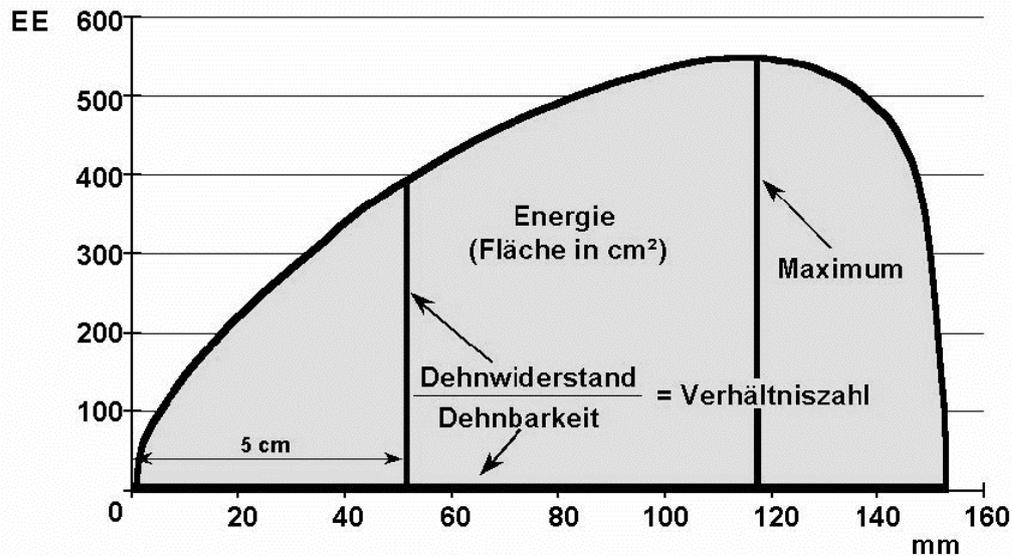


Abbildung 7 Beispiel-Extensogramm mit Parametern

### Bewertung der Ergebnisse des Extensogramms:

#### Kurvenverlauf

Die gesamte Kurve des Extensogramms gibt Aufschluss über die Qualität und die Backeignung des Mehles.

#### **Form des Extensogramms**

flach und lang

hoch und kurz

#### **Teigeigenschaften**

fließend, dehnbar (Keksmehl)

zäher, wenig dehnbarer Teig

#### Entwicklung der Diagramme während der Abstezeit

Die Veränderung der Diagramme während der Abstezeiten (45 min, 90 min und 135 min) gibt Auskunft über die Qualität. Grundsätzlich gilt:

Die Dehnungskurve erhöht sich nach jeder weiteren Abstezeit → gute Mehqualität bzw. optimale Behandlung

Die Dehnungskurve wird kleiner (niedriger, kleinere Fläche) → Mehl- oder Behandlungsfehler

## Rheologisches Optimum

Das rheologische Optimum ist der physikalische Zustand, der zu einem optimalen Backergebnis führt unter bestimmten Verarbeitungsbedingungen. Dabei werden für je nach Produkt unterschiedliche Teigeigenschaften benötigt.

Ascorbinsäure zum Beispiel erhöht die Energie (Fläche im Extensogramm), das Mehl wird stärker und der Teig wird kürzer.

## **5.4. Backversuch AGF (2016)**

### Verfahren

Der Teig besteht aus Mehl, Wasser, Speiseöl, Hefe, Malzmehl, Salz und Ascorbinsäure. In einem Rapid-Mixer wird dieser hergestellt. Nach der Teigruhe wird der Teig in einer Teigschleifmaschine in 30 Teile geteilt und rundgewirkt. Nach einer anschließenden Stückgare erfolgt das Semmelstanzen. Danach werden die Semmelstücke einer Endgare unterzogen und dann gebacken.

### Probennahme

Die Mehlproben werden am Vortag aus dem Kühlraum genommen und bei Raumtemperatur stehen gelassen, so wird für eine gleichmäßige Temperierung gesorgt. Die Temperatur des Mehles sollte zwischen 18 und 20 °C liegen.

### Reagenzien, Lösungen

- Wasser, zum Anteigen wird gekühltes Leitungswasser verwendet (Kühlschrank)
- Kochsalz (Natriumchlorid in Lebensmittelqualität) verwendet
- Speiseöl (Rapsöl)
- Presshefe (Hefe in Lebensmittelqualität)
- L-Ascorbinsäure
- Weizenmalzmehl (Stamag Stadlauer Malzfabrik GesmbH)
- Roggenmehl

- Stärkemehl
- Rapskörner
- 0,1 %-ige Ascorbinsäure Lösung: 1 g Ascorbinsäure wird abgewogen, in einen 1000 ml-Messkolben gefüllt und mit deionisiertem Wasser bis zur Marke aufgefüllt
- Roggen-Stärkemehlgemisch Mischung aus 50 % Kartoffelmehl und 50 % Roggenmehl

### Geräte und Ausrüstung

- Analysenwaage, Genauigkeit 0,1 mg
- Kneiter (Rapid Mixer), siehe Bedienungsanleitung
- Fortuna Automat (Teigteil- und Schleifmaschine)
- Semmelstanze
- Gärkammer
- Miwe Ofen
- Blech für Ofen
- Sieb zum Stauben
- Backschaufel zum Ausbacken
- Messpipette 10 ml
- Gärbrett
- Glasmensur 1000 ml
- Blechbehälter (für 16 bis 24 Semmeln)
- Gefäß zum Auffangen des Rapses
- Einschussapparat
- Thermometer
- Wecker
- Mehlsieb

## Durchführung

Die Analyse erfolgt in Dreifachbestimmung.

Der Backofen und der Gärschrank müssen ca. 1 h vor dem Backen vorgeheizt werden.

Entsprechend des Feuchtigkeitsgehaltes des Mehles wird eine bestimmte Menge Weizenmehl (W 700) und 2 g Weizenmalzmehl abgewogen. Weiters werden 18 g Kochsalz abgewogen. Von der Hefe werden 50 g in kaltem Wasser aufgelöst. Die Wassermenge entspricht in den Versuchen Farinogramm-Wasseraufnahme -3 %. Diese kommen nun in den Rapid-Mixer. Wichtig ist, dass Salz und Hefe noch nicht zusammenkommen. Dann werden vom Speiseöl 10 g und von der Ascorbinsäurelösung 20 mL hinzugegeben. Die Knetung im Rapid Mixer erfolgt bei 700 Umdrehungen pro Minute. Die gesamte Wassermenge wird mit der aufgelösten Hefe hinzugegeben. Nach 20 Sekunden wird der Knetter geöffnet und der Teig vom Deckel und Rand abgestreift. Dann wird weitere 40 Sekunden geknetet. Durch die Knetung steigt die Teigtemperatur auf 25 bis 27 °C, dies wird mittels Thermometer kontrolliert. Bei Abweichungen mehr als  $\pm 2^\circ \text{C}$  muss das gesamte Verfahren wiederholt werden. Nach der Knetung wird der Teig herausgenommen, rundgewirkt und gewogen, um die Teigausbeute zu ermitteln. Danach erfolgt eine 20-minütige Teigruhe bei Raumtemperatur in einem Gärkasten aus Holz mit Deckel.

Anschließend erfolgt die gleichmäßige, kreisrunde Ausbreitung des Teiges auf einem Schleifteller und das Einsetzen in die Teigteil- und Schleifmaschine. Dort wird der Teig in 30 Teilstücke geteilt und rundgewirkt. Die Teigstücke werden dann auf ein Gärbrett, das mit einem Leinentuch überzogen und mit etwas Roggen-Stärkemehlgemisch bestäubt ist. Dann erfolgt eine Stückgare für 20 Minuten bei Raumtemperatur. Am Ende werden die Teige mit Roggen-Stärkemehlgemisch bestäubt und in der Stanzmaschine zu Kaisersemmeln geformt. Die Teigstücke werden so auf das Gärbrett gelegt, dass die gestanzte Seite unten ist. Anschließend erfolgt im Gärschrank bei 30 °C und 80% Luftfeuchtigkeit die 20-minütige Endgare. Die Teigstücke werden dann umgedreht auf den Einschussapparat gelegt.

Vor und nach dem Einschießen wird der Backofen mit einer kräftigen Schwadengabe (ca. 2,5 Liter Wasserdampf) beschickt. Dadurch wird verhindert, dass die Semmeloberfläche austrocknet und somit reißt. Die Semmeln werden bei 220 °C für 18 min gebacken. Die fertigen Semmeln werden herausgenommen und mit der Sternform nach oben aufgelegt.

## Auswertung

### **Backvolumen:**

Für die Volumenbestimmung wird ein Blechbehälter mit Rapskörner vollständig befüllt, mit einer Holzleiste (ca. 10 cm Breite) werden überstehende Körner abgestreift. Mit einem Trichter werden dann die Rapskörner in einem Behälter darunter aufgefangen. Dann werden 16 – 24 Semmeln (größenabhängig) in den leeren Blechbehälter gelegt und mit Rapskörnern bis zum Rand aufgefüllt. Erneut werden die überstehenden Körner mit der Holzleiste abgestreift. Dieses Mal aber wird diese Menge mit einem Trichter aufgefangen und in einer 500 mL Glasmensur das Volumen ermittelt. Mit den gleichen Semmeln wird dieser Vorgang wiederholt und dann der Mittelwert bestimmt. Das Ergebnis wird in Milliliter pro 100 g Mehl angegeben.

### **Gebäckgewicht:**

Sofort nachdem die Semmeln aus dem Ofen genommen werden, wird das Gebäckgewicht durch Wiegen der gesamten Menge (30 Stück) bestimmt.

### **Bewertung für die Teigverarbeitungseigenschaften:**

Während des ganzen Verarbeitungsprozesses werden die Teigverarbeitungseigenschaften mittels Boniturnoten laut dem in Tabelle 5 dargestellten Bewertungsschema beurteilt.

*Tabelle 5 Bewertungsschema Teigverarbeitungseigenschaften*

<b>Bonitur</b>	<b>Oberfläche</b>	<b>Teigstruktur (Elastizität)</b>	<b>Toleranz</b>	<b>Teigverarbeitung</b>
1	Etwas feucht (normal)	Normal	Verlängerte Führung	Sehr gut
2-3	Trocken	Plastisch/etwas kurz	Hoch	Gut
4-5	Feucht	Etwas nachlassend/kurz	Normal	Normal
6-7	Feucht	Nachlassend/etwas zäh	Noch ausreichend	Mangelhaft
8-9	Klebend	Breitlaufend/zäh	Gering	Nicht verarbeitungsfähig

## Beurteilung des Äußeren der Gebäckstücke

Die Parameter zur äußeren Beurteilung der Gebäckstücke sind folgende:

Ausbund/Sternbild, Bräunung, Gesamtbeurteilung Backfähigkeit, Geruch/Geschmack,

Porenbild (dafür wird ein ca. 2 cm dickes Stück abgeschnitten), Stand (Höhe),

Teigoberflächenbeschaffenheit und deren Bewertungsschema ist in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6 Bewertungsschema Aussehen der Gebäckstücke

<b>Ausbund/Sternbild</b>	<b>Bräunung</b>	<b>Gesamtbeurteilung Backfähigkeit</b>
Vorkommastelle:	1 kräftig	1 = 655 mL
1 = normal	2 normal	2 = 635 bis 655 mL
2 = normal bis mangelhaft	3 etwas schwach	3 = 610 bis 635 mL
3 = mangelhaft	4 schwach	4 = 580 bis 610 mL
Nachkommastelle:		5 = 550 bis 580 mL
,0 nicht bewertet		6 = 520 bis 550 mL
,1 verklebt		7 = 490 bis 520 mL
,2 eingebrochen		8 = 450 bis 490 mL
,3 aufgezogen		9 = unter 450 mL

<b>Geruch und Geschmack</b>	<b>Porenbild</b>	<b>Stand</b>	<b>Teigoberflächen- beschaffenheit</b>
1 = normal	1 = fein	1 = hoch	1 = etwas feucht/ normal
2 = atypisch	3 = mittel	3 = normal	3 = trocken
	5 = grob	5 = flach	5 = feucht (bei ansonsten guter Qualität)
	2,4 sind Zwischennoten	2,4 sind Zwischennoten	7 = feucht (bei ansonsten schlechter Qualität)
			9 = klebrig
			2,4,6,8 sind Zwischennoten

## 6. ERGEBNISSE und DISKUSSION

### 6.1. Bestimmung der Mehlqualität/Backqualität

Bei den drei verwendeten Handelsmehlen (Qualitäts-, Keks- und Biomehl) wurden folgende Qualitätsparameter bestimmt: Feuchtkleber, Sedimentationswert, Fallzahl, Rohprotein; Teigstabilität und Qualitätszahl mittels Farinograph, Wasseraufnahmefähigkeit, Teigdehnlänge, Teigdehnwiderstand und Teigenergie bei 135 min mittels Extensograph und das Backvolumen.

Mit den sortenreinen Mehlen wurden Farinogramm, Extensogramm und das Backvolumen ermittelt.

#### 6.1.1 Chemischen Analysemethoden

Tabelle 7 Ergebnisse von Qualitäts-, Keks- und Biomehl (Mittelwerte (n=3) inkl. Standardabweichung)

ANALYSE	QUALITÄTSMEHL	KEKSMEHL	BIOMEHL
<b>Asche [%]</b>	0,7 ± 0	0,7 ± 0	0,8 ± 0
<b>Rohprotein (N x 5,7) [%]</b>	15,2 ± 0,1	11,8 ± 0,1	13,3 ± 0,1
<b>Feuchtkleber [%]</b>	32,5 ± 0,2	25,1 ± 0	29,1 ± 0,1
<b>Sedimentationswert [mL]</b>	43 ± 0	30 ± 0	36 ± 0
<b>Fallzahl [s]</b>	485 ± 9	484 ± 13	444 ± 6

##### 6.1.1.1 Aschegehalt

Der Aschegehalt der drei Mehle der Type W700 lag im Sollbereich von 0,66 – 0,79%. Dieser Test diente dazu, um zu kontrollieren, ob der Mineralstoffgehalt des Mehles der Mehltypen entspricht.

##### 6.1.1.2 Proteingehalt

Für Qualitätsmehle werden mehr als 14% Proteingehalt gefordert, wie erwünscht handelte es sich beim Qualitätsmehl mit 15,2% um ein Mehl dieser Kategorie. Das Keksmehl zählte mit einem Proteingehalt von 11,8% zu Maltweizen. Das Biomehl befand sich mit 13,3% im Qualitätsbereich zwischen Qualitäts- und Keksmehl.

### **6.1.1.3 Feuchtkleber**

Der Feuchtkleber sollte für Qualitätsweizen 30% erreichen und für Mahlweizen 28%. Das Qualitätsmehl befand sich mit 32,5% im Bereich von Qualitätsweizenpartien und das Keksmehl mit 25,1% unterhalb des Sollbereiches. Der Feuchtklebergehalt des Biomehls befand sich mit 29,1% erneut zwischen Mahl- und Qualitätsweizen.

### **6.1.1.4 Sedimentationswert**

Der Sedimentationswert, welcher Auskunft über die Quellfähigkeit der Proteine gibt war bei allen drei Mehlen unterhalb der Sollwerte. Qualitätsweizen soll Werte über 45-50 mL aufweisen, erreichte aber beim verwendeten Qualitätsmehl nur 43 mL und auch das Keksmehl, das ansonsten in die Kategorie des Mahlweizen fiel, erreichte nicht die angestrebten 35 mL, sondern nur 30 mL. Wie auch bei den anderen Analysen befand sich das Biomehl mit 36 mL wiederum im mittleren Bereich. Dies zeigte, dass die Proteinmenge zwar hoch genug ist, aber es an Qualität mangelte.

### **6.1.1.5 Fallzahl**

Die Fallzahlen aller drei Mehle waren viel zu hoch. Qualitätsweizen fordert mindestens 250 s und Mahlweizen sollte 220 s erreichen. Alle drei Mehle hatten Fallzahlen über 400 s. Eine Erklärung dafür ist, dass Handelsmehlen üblicherweise Mehlbehandlungsmittel, wie Malzmehl zugesetzt werden, aufgrund der Enzymarmut der Mehle, womit sie aber resistenter gegen Auswuchs sind. Bei einer Versuchsreihe mit der wie im Backversuch vorgegeben Menge an Malzmehl, zeigte sich, dass sich alle Mehle im Soll-Bereich befanden.

## **6.1.2. Rheologischen Analysenmethoden**

### **6.1.2.1 Farinogramm**

Das Farinogramm zeigt die Wasseraufnahmefähigkeit und die Kneteigenschaften des Teiges. Diese lassen sich durch die Kennzahlen Teigentwicklungszeit (DDT), Stabilität S2-S1) und Teigerweichung (DS) ermitteln. Als Qualitätskriterium wird die Farinogramm - Qualitätszahl (FQN) herangezogen.

Die längere Teigentwicklungszeit und somit der langsame Anstieg der Kurve wiesen drauf hin, dass es sich um ein Qualitätsmehl handelte. Ein Merkmal war auch der flachere Abfall der Kurve, welcher die Teigerweichung darstellte und somit auch die Beständigkeit gegenüber einer Überknetung, dies ist im Farinogramm in der Abb. 8 ersichtlich.

In Abb.9 ist ein Farinogramm eines qualitativ minderwertigeren Mehles, dem Keksmehl, dargestellt. Hierbei waren der steilere Anstieg der Kurve bis zum Maximum und die kurze Teigentwicklungszeit Kennzeichen für die schlechtere Qualität. Außerdem war der Abfall viel stärker als bei qualitativ hochwertigeren Mehlen.

In Abb.10 ist zu beobachten, dass das Biomehl mit der Teigentwicklungszeit und der Teigerweichung erneut im mittleren Bereich zwischen Qualitäts- und Keksmehl lag.

Für die Backqualität entscheidend ist die Qualitätszahl, diese lag wie zu erwarten beim Qualitätsmehl mit 189 am höchsten, dann folgte das Biomehl mit 128 und am geringsten war diese beim Keksmehl mit 79. Alle Parameter der drei Handelsmehle sind in Tab. 8 dargestellt.

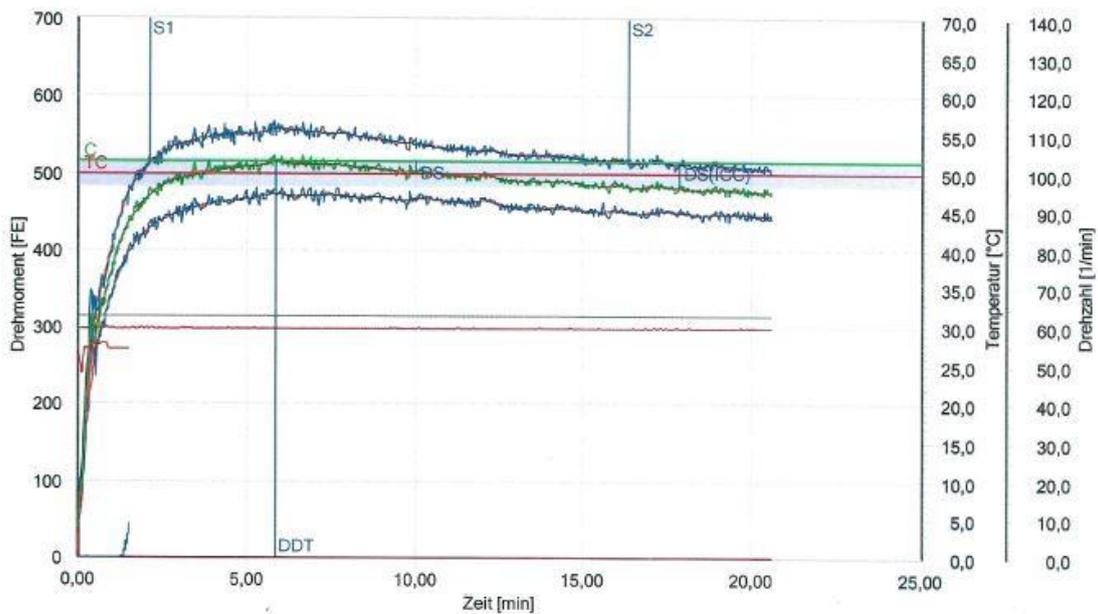


Abbildung 8 Farinogramm des Qualitätsmehls

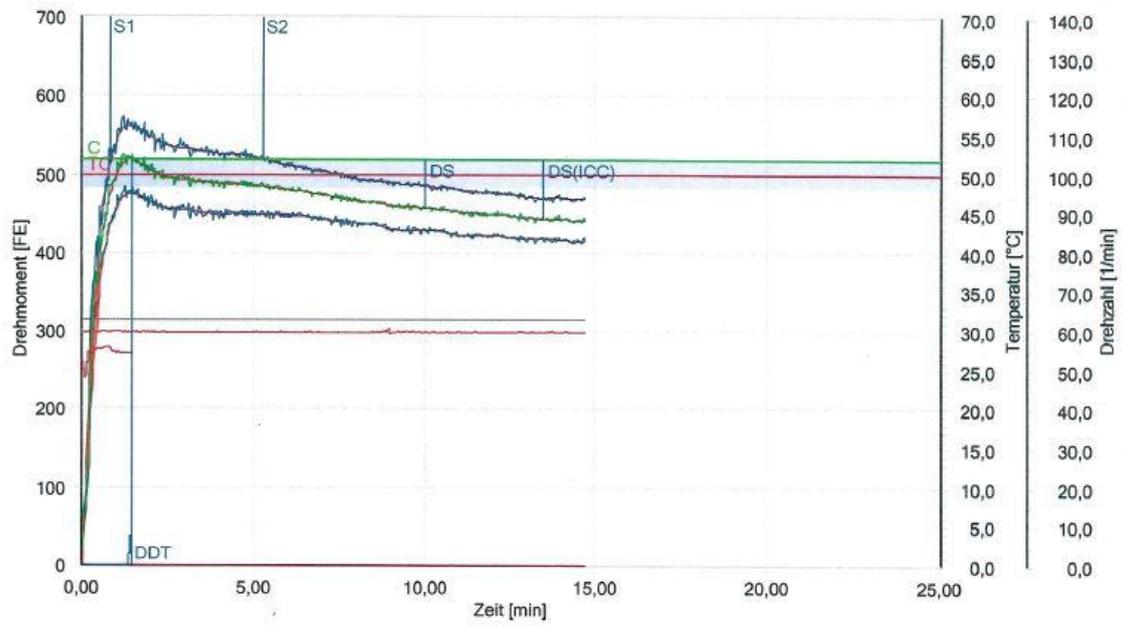


Abbildung 9 Farinogramm des Keksmehls

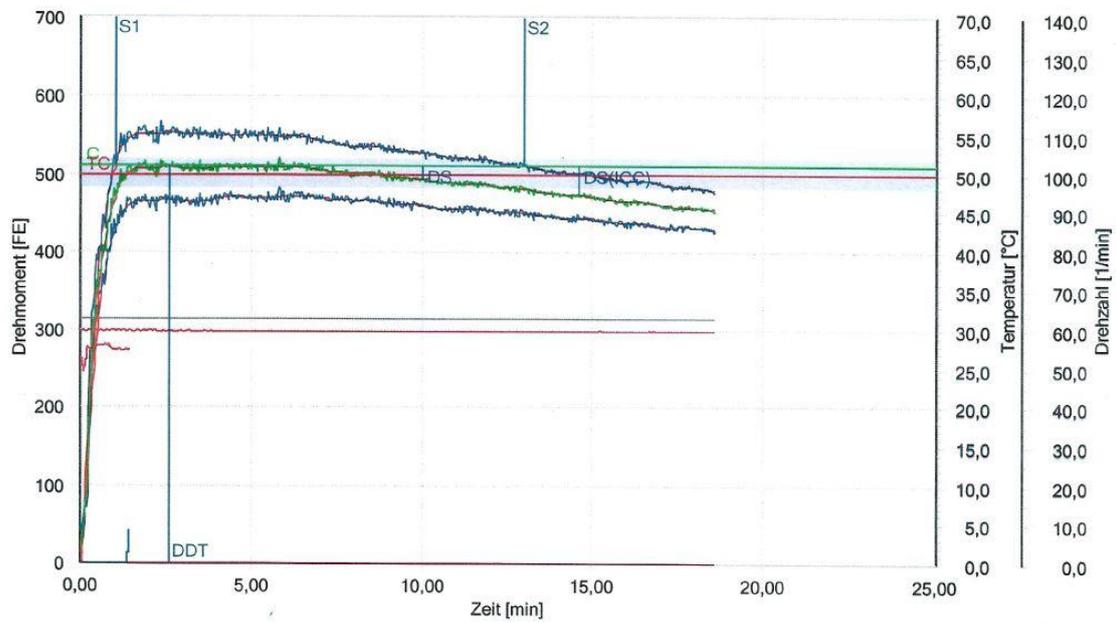


Abbildung 10 Farinogramm des Biomehls

Tabelle 8 Farinogrammwerte des Qualitätsmehls, Keksmehls und Biomehls (n=3)

<b>QUALITÄTSMEHL</b>		<b>Mittelwert</b>	<b>STABW</b>
<b>Teigentwicklungszeit</b>	min	<b>7,02</b>	0,61
<b>Konsistenz</b>	FE	<b>495</b>	4,36
<b>Wasseraufnahme [WAC]</b>	%	<b>61,0</b>	0,10
<b>Stabilität</b>	min	<b>17,45</b>	1,07
<b>Teigerweichung</b>	FE	<b>30</b>	2,08
<b>FQN (Qualitätszahl)</b>	mm	<b>189</b>	8,96
<b>KEKSMEHL</b>		<b>Mittelwert</b>	<b>STABW</b>
<b>Teigentwicklungszeit</b>	min	<b>1,70</b>	0,10
<b>Konsistenz</b>	FE	<b>503</b>	1,00
<b>Wasseraufnahme [WAC]</b>	%	<b>58,3</b>	0,15
<b>Stabilität</b>	min	<b>6,90</b>	0,28
<b>Teigerweichung</b>	FE	<b>54</b>	3,51
<b>FQN (Qualitätszahl)</b>	mm	<b>79</b>	3,79
<b>BIOMEHL</b>		<b>Mittelwert</b>	<b>STABW</b>
<b>Teigentwicklungszeit</b>	min	<b>5,40</b>	0,28
<b>Konsistenz</b>	FE	<b>495</b>	6,66
<b>Wasseraufnahme [WAC]</b>	%	<b>58,6</b>	0,53
<b>Stabilität</b>	min	<b>11,50</b>	0,56
<b>Teigerweichung</b>	FE	<b>52</b>	3,79
<b>FQN (Qualitätszahl)</b>	mm	<b>128</b>	6,51

## Extensogramm

Wie beim Vergleich von Abb.11 und Abb.12 zu sehen ist, war die Kurve des Qualitätsmehls viel breiter als die des Keksmehls und wies somit eine höhere Dehnbarkeit auf. Auch das höhere Maximum und somit der Dehnwiderstand verdeutlichen, dass es sich bei Abb.11 um ein Qualitätsmehl handelte. Charakteristisch für ein Qualitätsmehl ist auch, dass die Fläche unter der Kurve mit zunehmender Gärzeit steigt, wie in der Tab.9 ersichtlich ist. Bei einem Qualitätsmehl sollte die Dehnungsfläche über 115 cm<sup>2</sup> liegen. Das verwendete Qualitätsmehl erreichte dies mit 160 cm<sup>2</sup> deutlich. Teige mit Dehnwiderständen zwischen 400 und 600 BE erweisen sich als günstig. Anhand des Dehnwiderstandes des Keksmehls, der sich bei 523 BE im Bereich eines Qualitätsmehles befand, wird deutlich, dass es sich bei dem Keksmehl um eine bessere Qualität handelte als der Name erscheinen lässt.

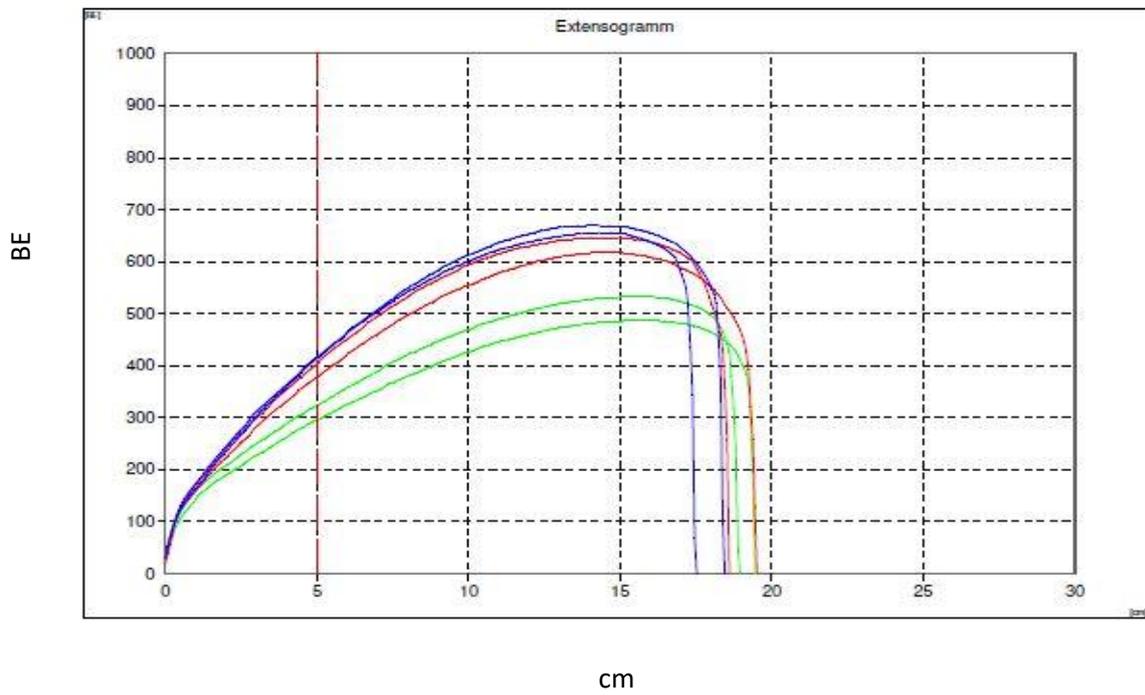


Abbildung 11 Extensogramm des Qualitätsmehls

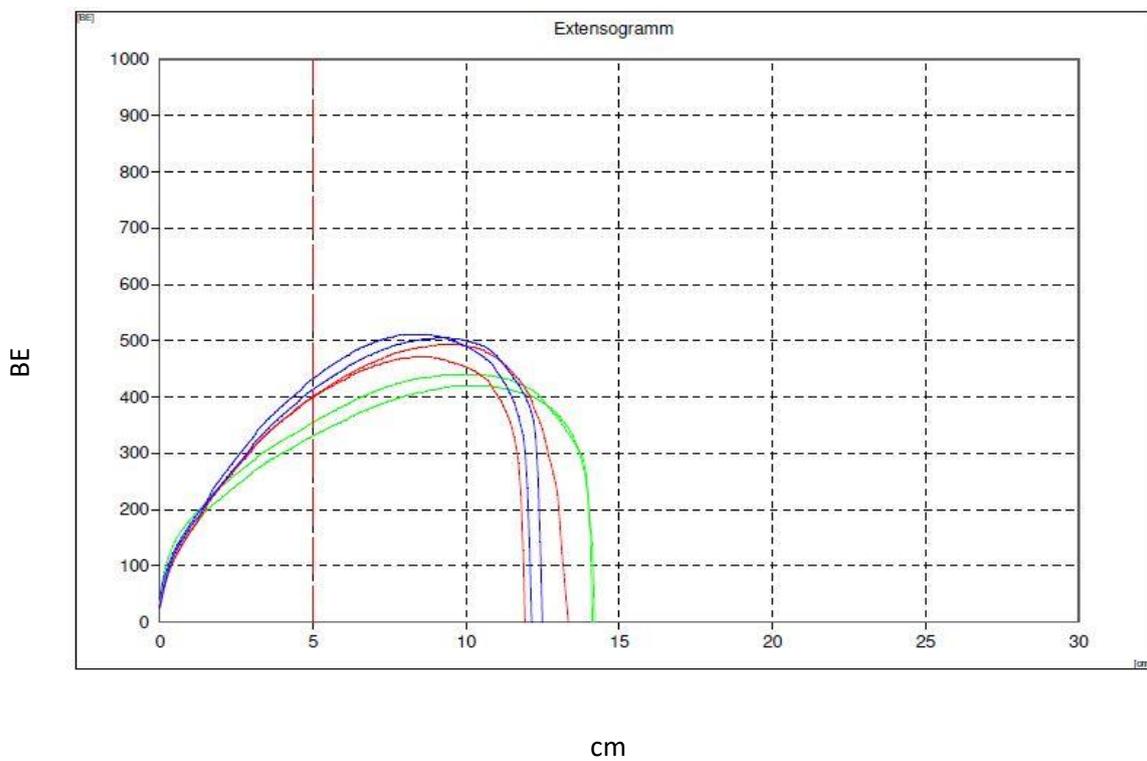


Abbildung 12 Extensogramm des Keksmehls

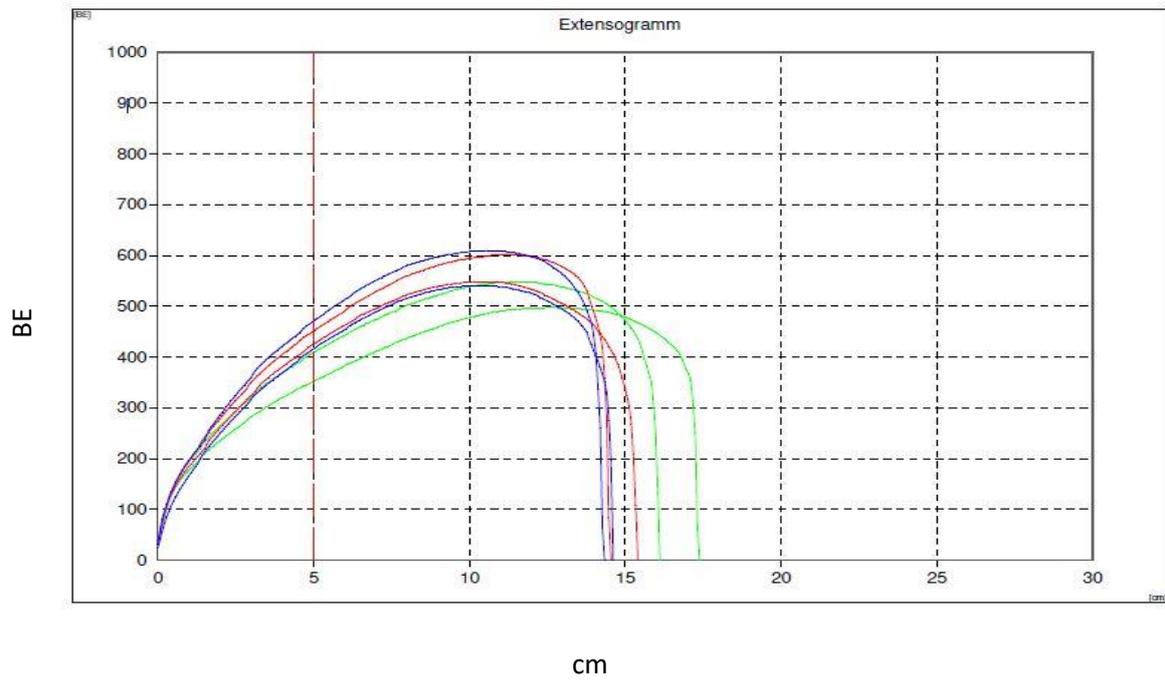


Abbildung 13 Extensogramm des Biomehls

Tabelle 9 Extensogrammwerte des Qualitätsmehls (n=3)

<b>QUALITÄTSMEHL</b>		
45 min (grün)	<b>Mittelwert</b>	<b>STABW</b>
<b>Energie [cm<sup>2</sup>]</b>	<b>148</b>	13
<b>Dehnwiderstand [BE]</b>	<b>333</b>	16
<b>Dehnbarkeit [mm]</b>	<b>201</b>	8
<b>Maximum [BE]</b>	<b>538</b>	21
<b>Verhältniszahl</b>	<b>1,6</b>	0,1
<b>Verhältniszahl (max.)</b>	<b>2,7</b>	0,1
90 min (rot)	<b>Mittelwert</b>	<b>STABW</b>
<b>Energie [cm<sup>2</sup>]</b>	<b>158</b>	4
<b>Dehnwiderstand [BE]</b>	<b>389</b>	5
<b>Dehnbarkeit [mm]</b>	<b>189</b>	2
<b>Maximum [BE]</b>	<b>620</b>	11
<b>Verhältniszahl</b>	<b>2,1</b>	0,0
<b>Verhältniszahl (max.)</b>	<b>3,3</b>	0,0
135 min (blau)	<b>Mittelwert</b>	<b>STABW</b>
<b>Energie [cm<sup>2</sup>]</b>	<b>160</b>	4
<b>Dehnwiderstand [BE]</b>	<b>406</b>	8
<b>Dehnbarkeit [mm]</b>	<b>185</b>	4
<b>Maximum [BE]</b>	<b>646</b>	16
<b>Verhältniszahl</b>	<b>2,2</b>	0,1
<b>Verhältniszahl (max.)</b>	<b>3,5</b>	0,2
<b>Wasseraufnahme</b>	<b>56,4</b>	0,2

Tabelle 10 Extensogrammwerte des Keksmehls (n=3)

<b>KEKSMEHL</b>		
45 min (grün)	<b>Mittelwert</b>	<b>STABW</b>
<b>Energie [cm<sup>2</sup>]</b>	<b>89</b>	2,6
<b>Dehnwiderstand [BE]</b>	<b>364</b>	17,3
<b>Dehnbarkeit [mm]</b>	<b>141</b>	1,2
<b>Maximum [BE]</b>	<b>448</b>	19,4
<b>Verhältniszahl</b>	<b>2,6</b>	0,1
<b>Verhältniszahl (max.)</b>	<b>3,2</b>	0,2
90 min (rot)	<b>Mittelwert</b>	<b>STABW</b>
<b>Energie [cm<sup>2</sup>]</b>	<b>91</b>	4,8
<b>Dehnwiderstand [BE]</b>	<b>423</b>	10,5
<b>Dehnbarkeit [mm]</b>	<b>129</b>	3,3
<b>Maximum [BE]</b>	<b>513</b>	12,0
<b>Verhältniszahl</b>	<b>3,3</b>	0,0
<b>Verhältniszahl (max.)</b>	<b>4,0</b>	0,0
135 min (blau)	<b>Mittelwert</b>	<b>STABW</b>
<b>Energie [cm<sup>2</sup>]</b>	<b>89</b>	7,4
<b>Dehnwiderstand [BE]</b>	<b>435</b>	27,8
<b>Dehnbarkeit [mm]</b>	<b>125</b>	6,3
<b>Maximum [BE]</b>	<b>523</b>	23,6
<b>Verhältniszahl</b>	<b>3,5</b>	0,3
<b>Verhältniszahl (max.)</b>	<b>4,2</b>	0,2
<b>Wasseraufnahme</b>	<b>54,6</b>	0,3

Tabelle 11 Extensogrammwerte des Biomehls (n=3)

<b>BIOMEHL</b>		
45 min (grün)	<b>Mittelwert</b>	<b>STABW</b>
<b>Energie [cm<sup>2</sup>]</b>	<b>107</b>	13,7
<b>Dehnwiderstand [BE]</b>	<b>331</b>	49,2
<b>Dehnbarkeit [mm]</b>	<b>168</b>	4,0
<b>Maximum [BE]</b>	<b>459</b>	64,5
<b>Verhältniszahl</b>	<b>2</b>	0,3
<b>Verhältniszahl (max.)</b>	<b>2,7</b>	0,4
90 min (rot)	<b>Mittelwert</b>	<b>STABW</b>
<b>Energie [cm<sup>2</sup>]</b>	<b>103</b>	13,1
<b>Dehnwiderstand [BE]</b>	<b>379</b>	55,2
<b>Dehnbarkeit [mm]</b>	<b>151</b>	2,3
<b>Maximum [BE]</b>	<b>496</b>	71,8
<b>Verhältniszahl</b>	<b>2,5</b>	0,4
<b>Verhältniszahl (max.)</b>	<b>3,3</b>	0,5
135 min (blau)	<b>Mittelwert</b>	<b>STABW</b>
<b>Energie [cm<sup>2</sup>]</b>	<b>102</b>	10,8
<b>Dehnwiderstand [BE]</b>	<b>390</b>	48,6
<b>Dehnbarkeit [mm]</b>	<b>148</b>	2,6
<b>Maximum [BE]</b>	<b>498</b>	67,2
<b>Verhältniszahl</b>	<b>2,6</b>	0,4
<b>Verhältniszahl (max.)</b>	<b>3,4</b>	0,6
<b>Wasseraufnahme</b>	<b>55,5</b>	0,3

## Backversuch

Anhand der drei Versuchsmehle wurde ein Vergleich zwischen früheren Verfahren und neuen Verfahren mit Farinograph-Wasseraufnahme -1 %, -3 % und -5 % Wasserzugabe dargestellt.

Wie in Abb.16 ersichtlich ist, zeigte das neue Verfahren höhere Volumina. Farinograph-Wasseraufnahme -1 % zeigte die höchsten Volumina, hier waren jedoch die Semmeln oft in der Mitte aufgezogen, wodurch im Inneren Hohlräume entstanden, die das hohe Volumen erklären.

Der Grund für aufgezoogene Semmeln kann auch sein, wenn Mehle mit zu starken Klebereigenschaften verwendet wurden. Vom Klebergehalt her stachen die Werte der verwendeten Handelsmehle jedoch nicht hervor. Nur der Sedimentationswert befand sich unterhalb des Sollwertes für Weizenmehle, laut österreichische beschreibende Sortenliste, somit ist das Quellvermögen der Proteine zu niedrig. Die höhere Wassermenge, wie bei Farinograph-Wasseraufnahme -1 % konnte nicht aufgenommen werden und der Teig wurde weich und klebte an den Händen. Die Ursache für einen hochgezogenen Ausbund kann ein zu junger Teig sein, das bedeutet er hätte noch eine längere Bearbeitung benötigt, entweder durch längeres Kneten oder längere Teigruhe oder aber es kann auch sein, dass die Zwischengare vor dem Stanzen zu kurz war. Blasenbildungen können auftreten, wenn eine zu hohe Luftfeuchtigkeit im Gärraum herrscht, die Gärührung mit zu langer Lagerzeit oder bei zu hoher Lagertemperatur erfolgt. Eine weitere Möglichkeit ist, dass eine zu hohe Wasserdampfmenge in der Anbackphase eingesetzt wurde. (Mar, A.,2017)

Wie in Abb. 14 und 15 bei den Teigverarbeitungseigenschaften und auch in der Gebäcksbeurteilung schön ersichtlich ist, zeigte das frühere Verfahren zwar gute Eigenschaften, aber keine Vergleichbarkeit zwischen den unterschiedlichen Qualitäten. Bezüglich der Wasserzugabe war die Vergleichbarkeit bei Farino -3 % am besten.

Laut Tabelle 6, in der die Backfähigkeit anhand dem RMT-Backvolumen bewertet wird, sind die Volumina zu klein. Der Qualitätsweizen würde mit einem Backvolumen von 550-588 mL bei den Wasserzugaben Farino -1 %, -2 %, -3 % die Bewertungsstufe 4 und 5 erhalten und daher nur in die Kategorie Mahlweizen fallen. Im alten Verfahren erhielt der Qualitätsweizen mit einem Backvolumen von 468 mL nur die Bewertungsstufe 8 und würde dadurch sogar zur Kategorie Futterweizen gehören. Dies zeigt deutlich, dass das derzeitige Backverfahren nicht die für die jeweilige Weizenqualität üblichen Ergebnisse zeigt. Da der Qualitätsweizen bei allen anderen analytischen und rheologischen Methoden auch die typischen Ergebnisse eines Qualitätsweizens zeigt.

Der weitere Schritt war: die ausgewählten Sorten jeweils mit Farino -3 % Wasserzugabe zu backen (neu) und diese dem früheren Verfahren (alt) gegenüberzustellen.

Die Sorten Arnold und Bernstein zählten zu den Qualitätsweizensorten mit der Backqualitätsgruppe 8. Die Sorte Findus fiel in die Kategorie Mahlweizen mit einer Backqualitätsgruppe 6 und Siegfried ebenfalls mit einer Backqualitätsgruppe 4. Bei der Sorte Arnold zeigte das neue Verfahren ein deutlich höheres Volumen. Bei den beiden Mahlweizen Findus und Siegfried wurde ebenfalls ein höheres Volumen durch das neue Verfahren erreicht. Nur bei der Sorte Bernstein befand sich das Volumen des neuen Verfahrens im Mittel unterhalb des alten Verfahrens.

Durch Vergleich der Einstufung des RMT-Backvolumens laut Sortenwertliste mit der Einstufung des RMT-Backvolumens der für diese Arbeit ausgewählten Sorten zeigte sich das hierbei ein Unterschied von ein bis zwei Bewertungsstufen vorlag. Da bei der österreichischen Sortenwertliste mehr Standorte der jeweiligen Sorten herangezogen wurden und sich das Backvolumen oft je nach Standort deutlich unterscheidet.

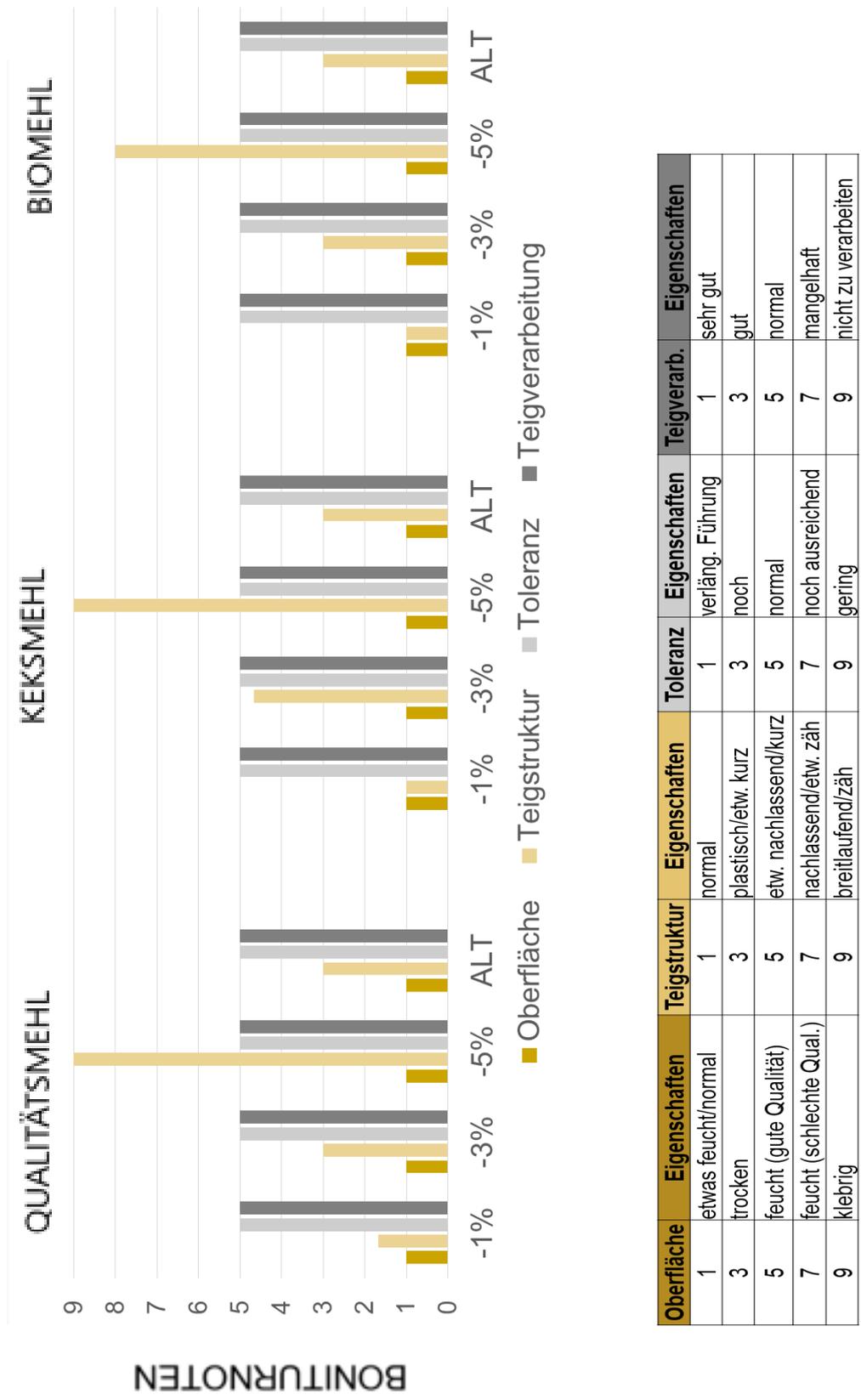
Wie in Tab.12 ersichtlich ist, zeigte das neue Verfahren bei den Teigverarbeitungseigenschaften keine deutlichen Unterschiede. Die Sorten Arnold und Bernstein aus Sitzendorf stachen hervor, wo sich die Teigverarbeitungseigenschaften etwas verschlechtert hatten durch das neue Verfahren.

Beim Blick auf die Gebäcksbeurteilung in Tab.13 ist zu sehen, dass sich das Sternbild durch das neue Verfahren teilweise von normal (1) zu normal bis mangelhaft (2) verschlechtert hatte.

In Abb.17 ist zu sehen, dass das neue Verfahren ein durchwegs höheres Volumen zeigte als das sensorische Verfahren. Jedoch neigte der Teig zu teils starker Blasenbildung wie in Tab.14 zu sehen ist.

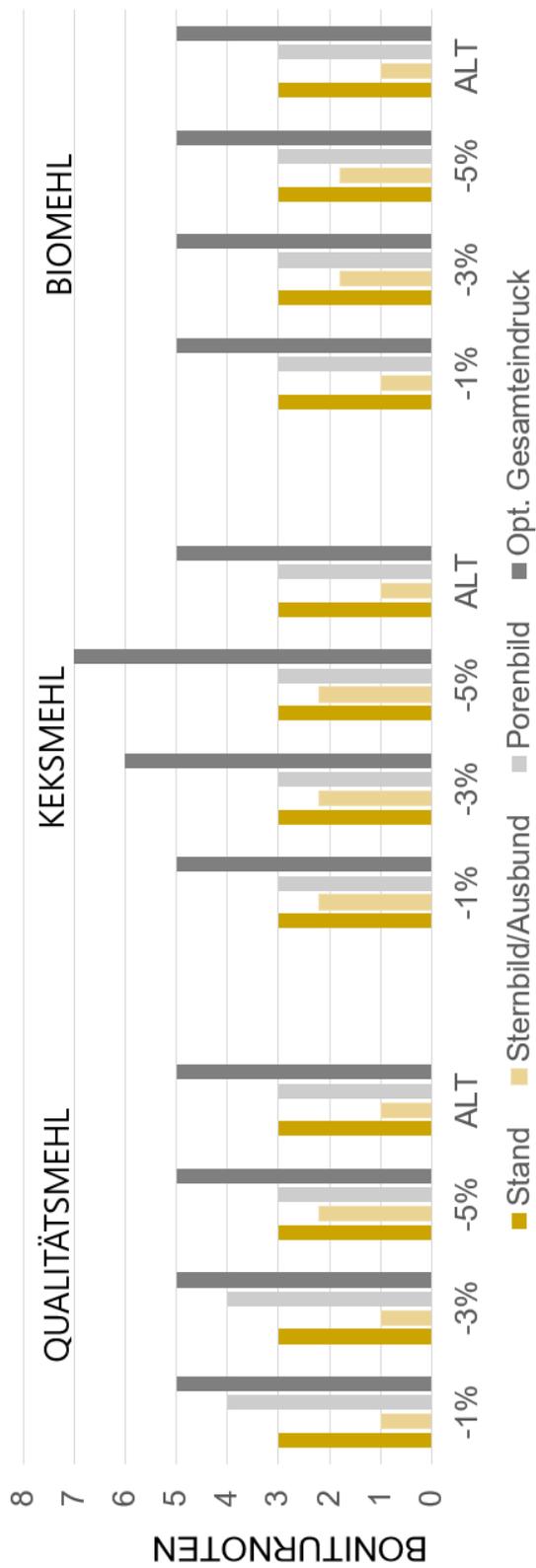
Ebenfalls ein wichtiger Faktor für Backqualität ist die Teigkonsistenz, da diese wiederum die Verarbeitungsfähigkeit beeinflusst. In Abb.18 ist bei einem Vergleich der Sorten unterschiedlicher Anbauarten ersichtlich, dass die aus dem Westen zu festen Teigen neigten und die Bio zu weichen. Die Teige aus dem Osten waren normalverteilt.

Bei einem Vergleich der unterschiedlichen Sorten in Abb.19 ist erkennbar, dass die Sorte Arnold in geringem Maße zu weichen Teigen und Findus zu festen neigte. Bernstein war normalverteilt und Siegfried war bei normal bis etwas fest einzuordnen



Oberfläche	Eigenschaften	Teigstruktur	Eigenschaften	Toleranz	Eigenschaften	Teigverarb.	Eigenschaften
1	etwas feucht/normal	1	normal	1	verläng. Führung	1	sehr gut
3	trocken	3	plastisch/etw. kurz	3	noch	3	gut
5	feucht (gute Qualität)	5	etw. nachlassend/kurz	5	normal	5	normal
7	feucht (schlechte Qual.)	7	nachlassend/etw. zäh	7	noch ausreichend	7	mangelhaft
9	klebrig	9	breitlaufend/zäh	9	gering	9	nicht zu verarbeiten

Abbildung 14 Teigverarbeitungseigenschaften optimierten Backversuche mit Farino -1%, -3%, -5% im Vergleich zum sensorischen (alten) Verfahren



Stand	Eigenschaften	Sternbild	Eigenschaften	Porenbild	Eigenschaften	Opt. Gesamteindruck	Eigenschaften
1	hoch	1	normal (ohne Mängel)	1	fein	1	sehr gut
3	normal	2	normal bis mangelhaft	3	mittel	3	gut
5	flach	3	mangelhaft	5	grob	5	normal
2,4	Zwischennoten			2,4	Zwischennoten	7	mangelhaft

Abbildung 15 Gebäcksbeurteilung optimierten Backversuche mit Farino -1%,-3%,-5% im Vergleich zum sensorischen (alten) Verfahren

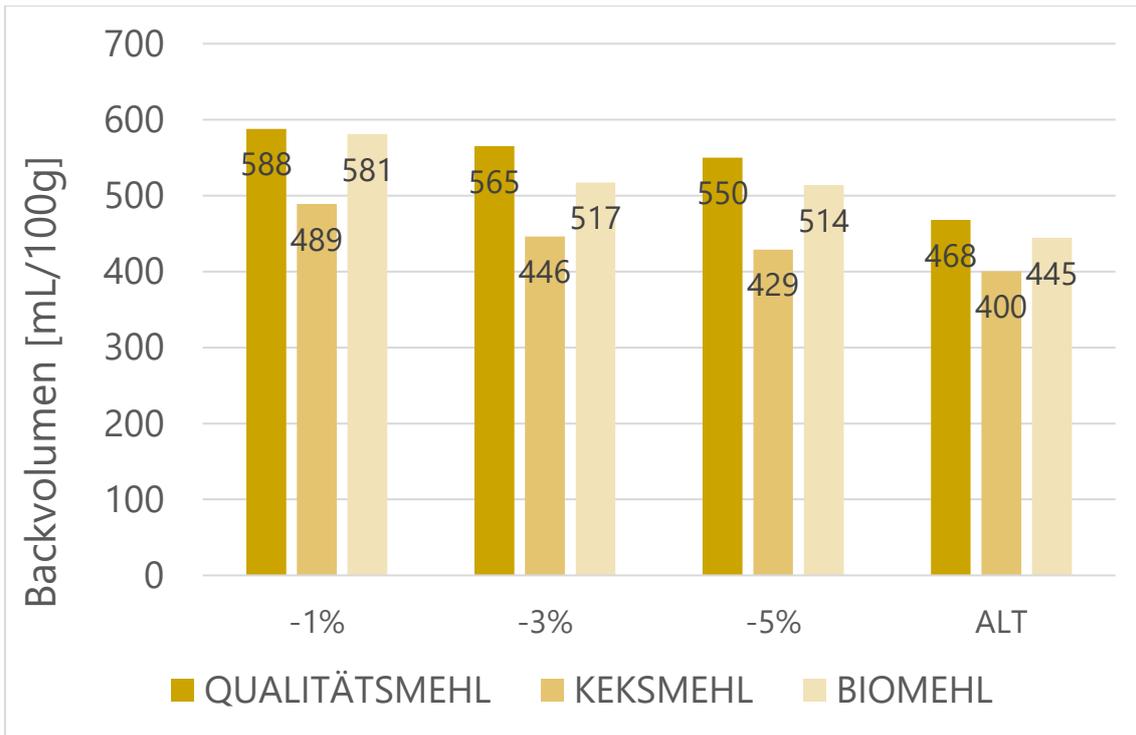


Abbildung 16 Vergleich Backvolumen [mL/100g] und Wasserzugabe Farino -1%, -3%, -5% neues Verfahren und sensorisches (altes) Verfahren

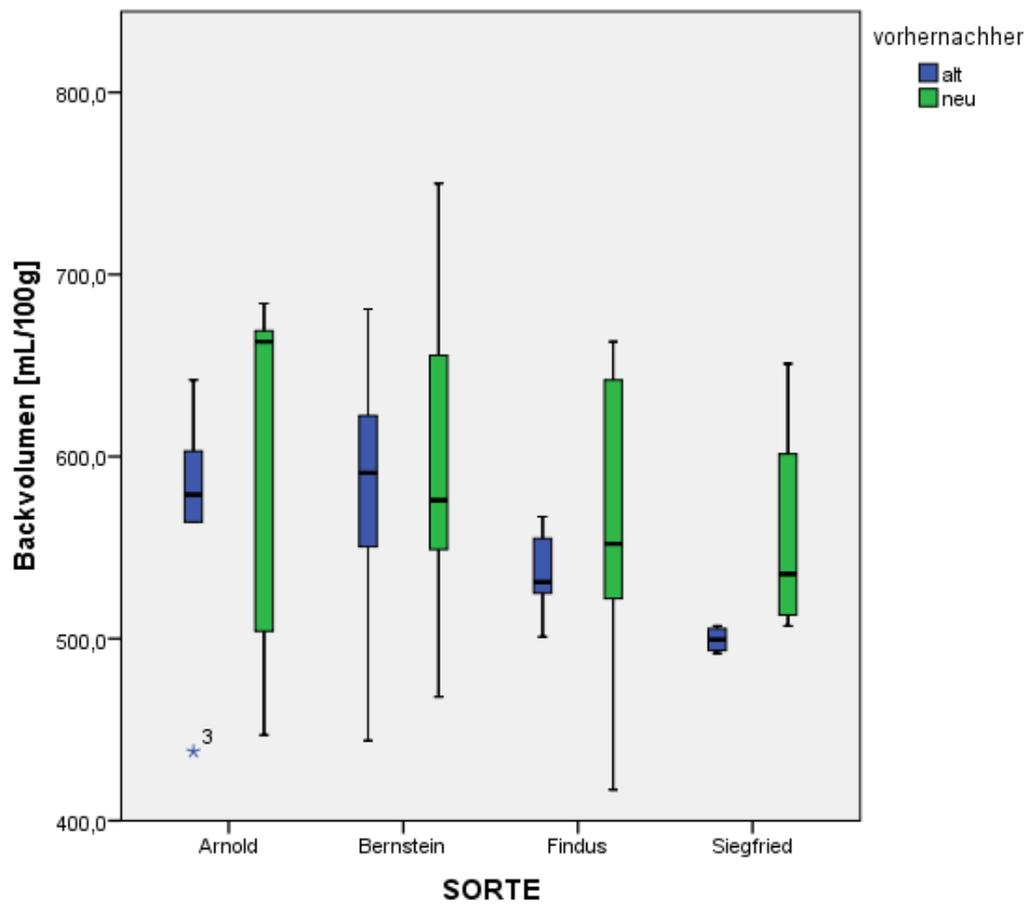


Abbildung 17 Vergleich Backvolumen [mL/100g] altes Verfahren vs. neues Verfahren der Sorten Arnold, Bernstein, Findus und Siegfried.

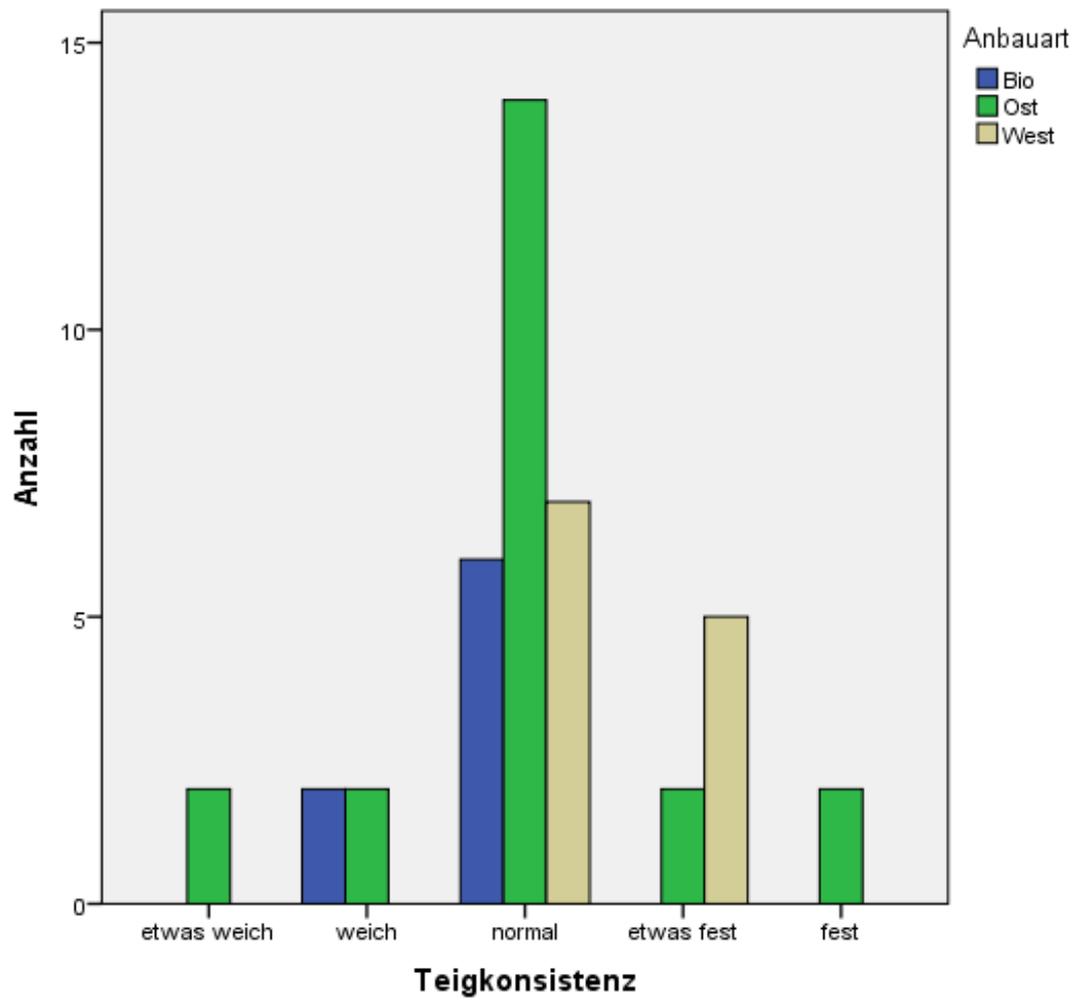


Abbildung 18 Vergleich Teigkonsistenz unterschiedlicher Anbauarten

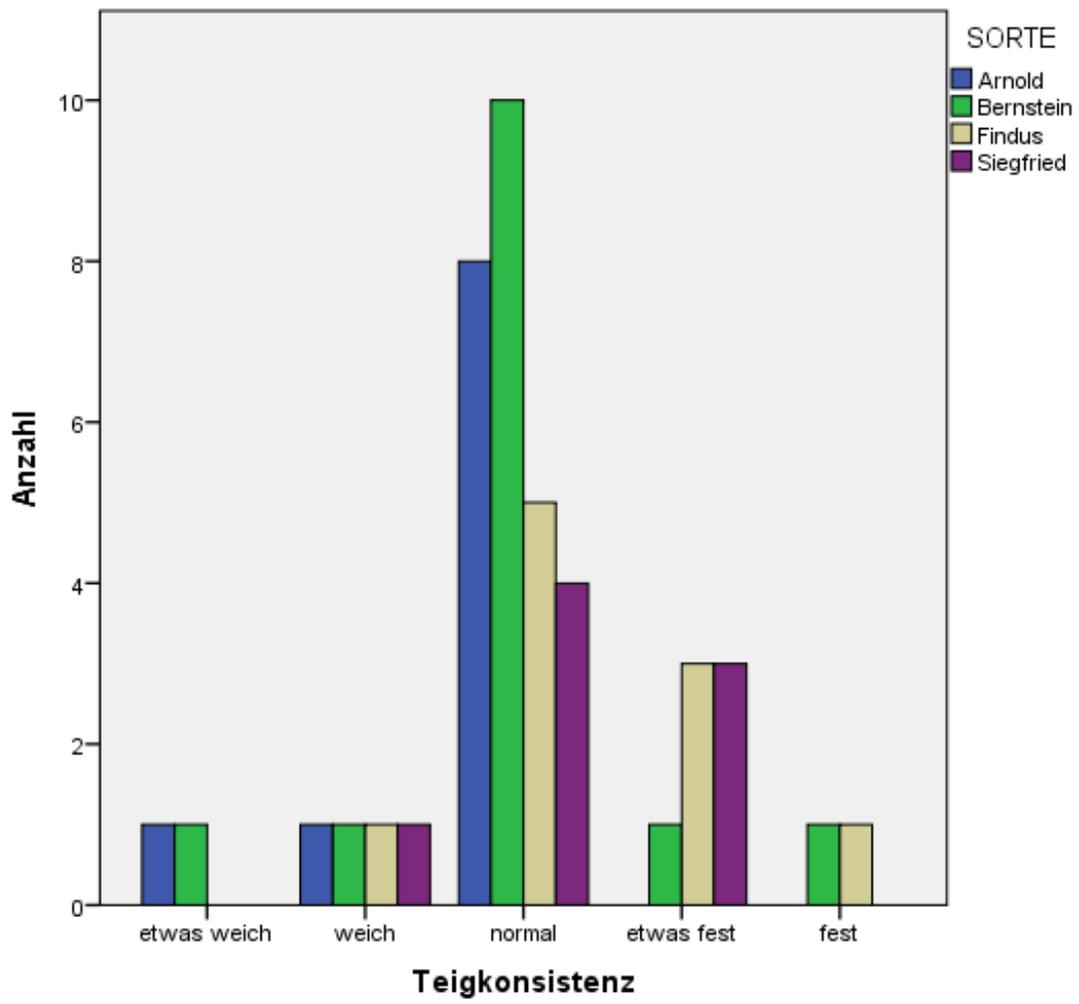


Abbildung 19 Vergleich Teigkonsistenz unterschiedlicher Sorten

## 7. SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK

Durch die Reevaluierung des Verfahrens insbesondere der Vorbereitungsschritte: Temperierung des Mehles auf 20 °C, sieben des Mehles, auflösen der Hefe und eine standardisierte Wasserzugabe von Farino -3 % wurde eine höhere Volumenausbeute erreicht. Als eines der Hauptkriterien lag der Fokus besonders auf dem Volumen. Durch Gegenüberstellung des alten Verfahrens und der unterschiedlichen Wasserzugabe konnte nachgewiesen werden, dass sowohl die Vorbereitungsschritte als auch die ideale Wasserzugabe zu einem höheren Backvolumen beitragen. Das neue Verfahren zeigt außerdem eine stärkere Differenzierung von Qualitäts- und Keksmehl.

Das optimierte Verfahren ist ein Schritt in Richtung standardisiertes Verfahren, jedoch waren die Backergebnisse noch nicht ganz zufriedenstellend. Hier zeigten sich vor allem Fehler wie Blasenbildung des Teiges und die Neigung zum Aufziehen. Blasenbildungen können auftreten, wenn eine zu hohe Luftfeuchtigkeit im Gärraum herrscht, die Gärführung mit zu langer Lagerzeit oder bei zu hoher Lagertemperatur erfolgt. Eine weitere Möglichkeit ist, dass eine zu hohe Wasserdampfmenge in der Anbackphase eingesetzt wurde. Daher ist es für zukünftige Arbeiten wichtig, dass nicht nur die Wassermenge optimiert wird, sondern auch Versuche mit unterschiedlichen Gärbedingungen durchgeführt werden.

Erste Erkenntnisse sind bereits, dass eine Wasserzugabe von Extenso +1 % zu besseren Teigverarbeitungseigenschaften führt als mit Farino -3 %. Weiters werden noch Proteinprofile untersucht und der Spiralkneter mit dem RMT verglichen, da dieser in der Kritik steht besonders die Biosorten zu sehr zu beanspruchen.

## 8. LITERATURVERZEICHNIS

AGES (Hrsg), *Österreichische Beschreibende Sortenliste 2017 Landwirtschaftliche Pflanzenarten*. 2017.

AGF (2016). *Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot*, Verlag Moritz Schäfer. 8. überarbeitete und erweiterte Auflage mit aktuellen ICC-Standards.

Arya, S.; D. Sadawarte, P.; Ashish, W.: Importance of damaged starch in bakery products - a review. 2015.

Aufhammer, W. (2003): Rohstoff Getreide; Ulmer, Stuttgart

Barak, S., Mudgil D., Khatkar, B.S.: Relationship of gliadin and glutenin proteins with dough rheology, flour pasting and bread making performance of wheat varieties (2012). *LWT - Food Science and Technology*, 51, 211-217

Beck, M., Jekle, M., Becker, T.: Impact of sodium chloride on wheat flour dough for yeast-leavened products. II. Baking quality parameters and their relationship (2012)

Börse für landwirtschaftliche Produkte in Wien: *Bestimmungen für den Geschäftsverkehr an der Börse für landwirtschaftliche Produkte in Wien*  
[https://www.boersewien.at/media.php?filename=download%3D%2F2020.02.13%2F1581609310819754.pdf&rn=Usancen%20Teil%20B%20%204.Dezember%202019\\_HP.pdf](https://www.boersewien.at/media.php?filename=download%3D%2F2020.02.13%2F1581609310819754.pdf&rn=Usancen%20Teil%20B%20%204.Dezember%202019_HP.pdf)

Daniels, N.W.R.; Wendy Richmond, J.; Russell-Eggitt, P.W. and Coppock (1966): Studies on the lipids of flour, III: Lipid binding in breadmaking. *J. Science of Food and Agriculture*, Vol.17 (1), S.20-29

Eliasson, A.-C., and Larsson, K. (1993). *Cereals in breadmaking. A molecular colloidal approach*. New York, NY: Marcel Dekker

Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W.S., Courtin C.M., Gebruers, K., Delcour J.A.: Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in Food Science & Technology*, v. 16, n. 1, p. 12-30, 2005/01/01/2005. ISSN 0924-2244.

Hackenberg, S., et al., Die Backqualität von Weizen – tatsächlich vorhersagbar? Neue Auswertemethoden und optimierte Backversuche zur Beschreibung der Backqualität von Mehlen aus modernen Weizensorten. [www.brotundbackwaren.de](http://www.brotundbackwaren.de), 2016(06/2016): p. 52-55.

Jacobs, H.; Delcour, J. A. Hydrothermal Modifications of Granular Starch, with Retention of the Granular Structure: A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 46, n. 8, p. 2895-2905, 1998/08/17 1998. ISSN 0021-8561.

Jekle, M. und Becker, T.: Der Knetprozess, (2015) p 42 - 46

Lindhauer, M. G.; Lösche, K.; Miedaner, T. *Warenkunde Getreide: Inhaltsstoffe, Analytik, Reinigung, Trocknung, Lagerung, Vermarktung, Verarbeitung*. 2017.

Loderbauer, J.: Das Bäckerbuch: Grund- und Fachstufe in Lernfeldern. Verlag Handwerk und Technik, 2016

Mar, A., Jenecek, H., Kapplmüller, J., Nimmervoll, W., Payer, H., Sandbichler, J., Sperrer, J., Stefan, M., Lehrbuch der Bäckerei, (2017)

Oberforster, M., L. Schmidt, and M. Werteker, *Bewertungsschema '94 der technologischen Qualität von Weizensorten (Weichweizen)* Jahrbuch 1993 der Bundesanstalt für Pflanzenbau, 1993: p. 257-280.

Oberforster, M. and M. Werteker (1994). "*Das neue österreichische Bewertungsschema für die Qualität von Weizensorten und seine Auswirkungen auf das Sortenspektrum.*" 45. Arbeitstagung der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtleiter 1994: 9-13.

Oberforster, M., et al. (1993). "Bewertungsschema '94 der technologischen Qualität von Weizensorten (Weichweizen) " Jahrbuch 1993 der Bundesanstalt für Pflanzenbau: 257-280

Osaka Women's Univ., Osaka Japan, Recent advances in dough improvement with ascorbic acid and its derivatives. *Cereal Foods World*. 38, (8): 554-556, 558-559, 1993.

Österreichisches Lebensmittelbuch: Aschetoleranz gemäß Codexkapitel B20  
[https://www.verbrauchergesundheits.at/lebensmittel/buch/codex/B20\\_Mahl\\_und\\_Schaelprodukte.pdf](https://www.verbrauchergesundheits.at/lebensmittel/buch/codex/B20_Mahl_und_Schaelprodukte.pdf)

Österreichische Beschreibende Sortenliste: (<https://bsl.baes.gv.at/>)

Pelshenke, P. F., Schulz, A., Stephan, H., 1970: Der Rapid-Mix-Test als Standard-Backmethode für Weizen der Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e. V., Detmold. Merkblatt der Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e. V., Detmold 62

Schiedt, B. Baumann, A., Conde-Petit, B. and Vilgis, T.: Short- and long-range interactions governing the viscoelastic properties during wheat dough and model dough development (2013) *Journal of Texture Studies*, ISSN 1745-4603

Seibel, W., Bolling, H., Stephan, H. Ueber den Einfluss von Malzmehl auf das Backergebnis des Rapid-Mix-Testes, *Brot und Gebäck*. 22, (7): 141-46, 1968

Smith, D.E. and J.S. Andrews (1957): The uptake of oxygen by flour dough. *Cereal Chem.* 34, S.323-336.

Wang, P., Jin, Z., Xu, X.: Physicochemical alterations of wheat gluten proteins upon dough formation and frozen storage - review from gluten, gliadin and gliadin perspectives (2015). *Trends in Food Science & Technology*, 46, 189-98

Wieser, H. Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007/04/01/ 2007. ISSN 0740-0020.

## 9. ANHANG

Tabella 12 Auswertung Backversuche Sorten

	ANBAUORT	SORTE		Wasseraufnahme [%] (WAC)	Farino -3%	Oberfläche	Teigstruktur	Toleranz	Teigverarbeitung
			Wasser (Backprotokoll) [%]						
Bio	Thening	Bernstein	2017	56,5					
	Thening	Bernstein	2018	57,70	54,70	1	3	5	5
Bio	Thening	Arnold	2017	58,0		1	3	5	5
	Thening	Arnold	2018	62,50	59,50	1	3	5	5
Bio	Sitzendorf	Bernstein	2017	57,0		1	3	5	5
	Sitzendorf	Bernstein	2018	63,70	60,70	7	9	7	6
Bio	Sitzendorf	Arnold	2017	61,0		1	3	5	5
	Sitzendorf	Arnold	2018	67,70	64,70	7	9	7	8
West	Bad Wirmsbach	Bernstein	2017	55,5		1	3	5	5
	Bad Wirmsbach	Bernstein	2018	58,60	55,60	1	3	5	5
West	Bad Wirmsbach	Siegfried	2017	54,5		1	3	5	5
	Bad Wirmsbach	Siegfried	2018	55,50	52,50	1	3	5	5
West	Bad Wirmsbach	Findus	2017	58,0		1	3	5	5
	Bad Wirmsbach	Findus	2018	62,40	59,40	1	3	5	5
West	Eitendorf	Siegfried	2017	56,5		1	3	5	5
	Eitendorf	Siegfried	2018	58,40	55,40	1	3	5	5
West	Eitendorf	Findus	2017	60,0		1	3	5	5
	Eitendorf	Findus	2018	62,00	59,00	1	3	5	5
West	Eitendorf	Bernstein	2017	58,0		1	3	5	5
	Eitendorf	Bernstein	2018	58,10	55,10	1	3	5	5
Ost	Grossmondorf	Bernstein	2017	56,0		1	3	5	5
	Grossmondorf	Bernstein	2018	62,30	59,30	1	3	5	5
Ost	Grossmondorf	Findus	2017	59,0		1	3	5	5
	Grossmondorf	Findus	2018	63,50	60,50	1	3	5	5
Ost	Grossmondorf	Arnold	2017	60,0		1	3	5	5
	Grossmondorf (ne Arnold)	Arnold	2018	66,60	63,60	1	1	5	5
Ost	Obersiebenbrunn	Siegfried	2017	55,0		5	3	5	5
	Obersiebenbrunn	Siegfried	2018	60,80	57,80	5	7	5	5
Ost	Obersiebenbrunn	Findus	2017	59,0		1	3	5	5
	Obersiebenbrunn	Findus	2018	66,30	63,30	1	1	5	5
Ost	Obersiebenbrunn	Bernstein	2017	58,0		1	3	5	5
	Obersiebenbrunn	Bernstein	2018	66,60	63,60	1	7	5	5
Ost	Obersiebenbrunn	Arnold	2017	62,0		1	3	5	5
	Obersiebenbrunn	Arnold	2018	67,60	64,60	1	7	5	5
Ost	Andau	Arnold	2017	59,5		1	3	5	5
	Andau	Arnold	2018	66,60	63,30	1	1	5	5
Ost	Andau	Bernstein	2017	56,5		1	3	5	5
	Andau	Bernstein	2018	60,10	57,10	1	3	5	5
Ost	Andau	Siegfried	2017	54,0		1	3	5	5
	Andau	Siegfried	2018	59,10	56,10	1	3	5	5
Ost	Andau	Findus	2017	61,0		1	3	5	5
	Andau	Findus	2018	62,80	59,80	1	3	5	5

Tabelle 13 Auswertung Backversuche Sorten

ANBAUORT	SORTE	Stand	Sternbild/Ausbund	Porenbild	Bräunung	Geruch/ Geschmack		
Bio	Thening	Bernstein	2017	3	1	3	2	1
Bio	Thening	Bernstein	2018	3	2,2	3	2	1
Bio	Thening	Arnold	2017	3	1	3	2	1
Bio	Thening	Arnold	2018	3	1	3	2	1
Bio	Sitzendorf	Bernstein	2017	3	1	3	2	1
Bio	Sitzendorf	Bernstein	2018	3	1	4	2	1
Bio	Sitzendorf	Arnold	2017	3	1	3	2	1
Bio	Sitzendorf	Arnold	2018	3	2	3	2	1
West	Bad Wimsbach	Bernstein	2017	3	1	3	2	1
West	Bad Wimsbach	Bernstein	2018	3	1	3	2	1
West	Bad Wimsbach	Siegfried	2017	3	2,2	3	2	1
West	Bad Wimsbach	Siegfried	2018	3	2,2	3	2	1
West	Bad Wimsbach	Findus	2017	3	1	3	2	1
West	Bad Wimsbach	Findus	2018	3	1	3	2	1
West	Eltendorf	Siegfried	2017	3	1	3	2	1
West	Eltendorf	Siegfried	2018	3	1	3	2	1
West	Eltendorf	Findus	2017	3	1	3	2	1
West	Eltendorf	Findus	2018	3	1	3	2	1
West	Eltendorf	Bernstein	2017	3	1	3	2	1
West	Eltendorf	Bernstein	2018	3	1	3	2	1
Ost	Grossnondorf	Bernstein	2017	3	1	3	2	1
Ost	Grossnondorf	Bernstein	2018	3	2,2	3	2	1
Ost	Grossnondorf	Findus	2017	3	1	3	2	1
Ost	Grossnondorf	Findus	2018	3	1	3	2	1
Ost	Grossnondorf	Arnold	2017	3	1	3	2	1
Ost	Grossnondorf	Arnold	2018	4	2	4	2	1
Ost	Obersiebenbrunn	Siegfried	2017	3	1	3	2	1
Ost	Obersiebenbrunn	Siegfried	2018	3	2	4	2	1
Ost	Obersiebenbrunn	Findus	2017	3	1	3	2	1
Ost	Obersiebenbrunn	Findus	2018	3	1	4	2	1
Ost	Obersiebenbrunn	Bernstein	2017	3	1	3	2	1
Ost	Obersiebenbrunn	Bernstein	2018	3	1	4	2	1
Ost	Obersiebenbrunn	Arnold	2017	3	1	3	2	1
Ost	Obersiebenbrunn	Arnold	2018	3	1	4	2	1
Ost	Andau	Arnold	2017	3	2	3	2	1
Ost	Andau	Arnold	2018	3	2	3	2	1
Ost	Andau	Bernstein	2017	3	1	3	2	1
Ost	Andau	Bernstein	2018	3	1	3	2	1
Ost	Andau	Siegfried	2017	3	1	3	2	1
Ost	Andau	Siegfried	2018	4	2	3	2	1
Ost	Andau	Findus	2017	3	2	3	2	1
Ost	Andau	Findus	2018	3	2	3	2	1

Tabelle 14 Auswertung Backversuche Sorten

Teiggewicht [g]	Gebäckgewicht [g] (30Stk)	Backvolumen [ml/100g]	Gesamtbeurteilung Backfähigkeit (Volumen im Zentrum)	Gebäckvolumen)	TEIGKONSISTENZ
<b>WEITERE BEWERTUNGSEIGENSCHAFTEN</b>					
1645	1345	444	9	148	
1636	1341	468	8	156	mittel
1660	1370	438	9	146	
1683	1372	504	7	168	mittel
1650	1330	681	1	227	
1694	1334	750	1	250	mittel-weich
1690	1395	642	2	214	
1736	1407	663	1	221	mittel-weich
1635	1330	561	5	187	
1647	1352	573	5	191	mittel-fest
1625	1335	504	7	168	
1609	1310	519	7	173	mittel-fest
1660	1350	525	6	175	
1685	1373	522	6	174	mittel-fest
1645	1340	495	7	165	
1644	1347	552	5	184	mittel-fest
1680	1370	531	6	177	
1677	1400	552	5	184	mittel-fest
1660	1360	540	6	180	
1645	1369	576	5	192	mittel
1640	1325	621	3	207	
1681	1354	525	6	175	mittel
1690	1355	567	5	189	Teig Blasenbildung (leicht)
1690	1395	642	2	214	Teig Blasenbildung (leicht)
1680	1360	603	4	201	
1724	1400	669	1	227	Teig Blasenbildung (stark)
1630	1340	507	7	167	
1670	1356	651	2	217	Teig Blasenbildung (stark)
1670	1370	501	7	167	Teig Blasenbildung (stark)
1717	1396	663	1	221	Teig Blasenbildung (leicht) + neigt zum Aufziehen
1660	1375	624	3	208	
1620	1377	723	1	241	weich
1700	1385	564	5	188	Teig Blasenbildung (stark)
1738	1401	684	1	228	weich
1675	1370	579	4	199	Teig Blasenbildung (stark)
1715	1385	447	9	149	mittel
1645	1340	591	4	197	Teig Blasenbildung (leicht)
1659	1360	588	4	190	fest
1620	1340	492	7	164	
1646	1342	507	7	169	mittel-fest
1690	1375	555	5	185	
1690	1395	417	9	139	fest