

Neue Methode für die Festlegung der Wasseraufnahme von Roggenmahlerzeugnissen

By
Walter Freund, Mun-Yong Kim
Leibniz Universität Hannover
Institut für Lebensmittelwissenschaft
Abteilung Getreide- und Süßwarentechnologie

Bibliography No. 2008/1 D

Brabender® GmbH & Co. KG

Kulturstr. 51-55 · 47055 Duisburg · Germany
Tel.: +49 203 7788-0 · Fax: +49 203 7788-102
E-Mail: food-sales@brabender.com
www.brabender.com

... where quality is measured.



**Institut für
Lebensmittelwissenschaft und Ökotrophologie**

**Leibniz Universität Hannover
Institut für Lebensmittelwissenschaft
und Ökotrophologie
Abteilung Getreide- und
Süßwarentechnik
Wunstorfer Str. 14
30453 Hannover**

Neue Methode für die Festlegung der Wasseraufnahme von Roggenmahlerzeugnissen

Walter Freund, Mun-Yong Kim, Leibniz Universität Hannover,
Institut für Lebensmittelwissenschaft, Abteilung Getreide- und Süßwarentechnologie,
Wunstorfer Str. 14, 30453 Hannover

1 Einleitung

Nach wie vor ist die Verwendung von Roggenmehlen für das Brotsortiment in Deutschland von wesentlicher Bedeutung. Während für die Brotsorten in den westlichen und südlichen Nachbarländern Deutschlands fast ausschließlich Weizenmehle verwendet werden, werden in Mittel-, Nord- und Osteuropa noch erhebliche Mengen an Roggenmehlen eingesetzt. Der Grund liegt darin, dass in diesen Regionen traditionell noch Roggen angebaut wird, weil infolge der klimatischen Bedingungen oder der Bodenqualität die Kultivierung von Weizen nicht erfolgreich ist.

Im Vergleich zur Verarbeitung von Weizenmahlerzeugnissen gibt es für die Roggenmehle keine in der Praxis etablierte Methode, die Wasseraufnahme zu bestimmen. Der Bäcker ist bei der Teigherstellung auf seine Erfahrung angewiesen, die nicht selten dazu führt, dass die Roggenteige zu fest geführt werden.

2 Brotqualität und Schüttwassermenge

Bei der Herstellung von Broten hat die für die Teigbereitung verwendete Wassermenge nicht nur ökonomisch einen großen Einfluss, sondern auch die Qualität der Backwaren wird ganz wesentlich von der optimierten Wassermenge hinsichtlich Krumenweichheit und Frischhaltung beeinflusst. Natürlich spielt der Anteil an Wasser, bezogen auf die Mahlerzeugnisse, bei der Aufarbeitung der Teige, insbesondere bei der maschinellen Teilung und Formung, eine große Rolle. Der Teigmacher arbeitet bei Teigen mit hohem Roggenanteil nach wie vor empirisch. Auf der Grundlage seiner Erfahrungen legt er die Wassermenge fest, die geringsten Probleme bei der Teigaufarbeitung macht. Die Feineinstellung der für ihn optimalen Schüttwasserquantität kann problemlos bei jeder Mehllieferung erfolgen. Doch spätestens nach Auslieferung der neuen Mehle aus der neuen Ernte an die Bäckereien beginnt die Suche nach der idealen Wassermenge für die Roggenteige grundsätzlich erneut.

Es kann davon ausgegangen werden, dass grundsätzlich nicht die höchstmögliche Menge an Wasser geschüttet wird, sondern die Menge, die bei der weiteren Teigbearbeitung mit großer Sicherheit nicht zu Problemen führt. Dieses Verfahren kann weder unter betriebswirtschaftlichen Gründen akzeptiert werden, noch trägt es dazu bei, die Qualität von Roggenbackwaren wieder so zu gestalten, dass sie sich durch eine lange Frischhaltung, also eine gut gelockerte und weiche Krume, auszeichnen. In der Abbildung 1 ist ein Brot zu sehen, bei dem seine Form und auch die kleinen Poren der Krume auf eine zu geringe Schüttwassermenge und auf einen zu niedrigen Anteil von Vorteig hinweisen.

Bei dem gezeigten Brot wird sich schon nach einem Tag eine krümelnde Krume zeigen und ein Trockenriss ist nicht auszuschließen. Diese Qualität von Roggenbackwaren entspricht bei weitem nicht den Wünschen der Verbraucher, die ein Roggen-(misch-)brot erwarten, das eine saftige, weiche Krume und eine lange Frischhaltung aufweist. Leider findet man diesen Fehler noch zu oft in den Verkaufsstellen; ein sinkender Absatz von Brot mit hohem Roggenanteilen ist die Folge.



Abb.1: "Gersterbrot" mit sehr enger Porung infolge zu niedriger Teigausbeute, zu hohem Säureanteil und zu geringer Vorteigmenge

3 Die Nachfrage nach Roggenbackwaren geht zurück

Der Rückgang der Vermahlungsmenge beim Roggen in den vergangenen Jahren zeigt die nachlassende Nachfrage nach Roggenbackwaren. Die Gründe liegen ganz sicher in der allgemein nachlassenden Qualität der Roggenbrote, die nicht nur zu schnell eine trockene Krume ausbilden, sondern sehr oft auch zu sauer schmecken. Die Abbildung 2 zeigt den Rückgang der Vermahlungsmengen an Roggen in den Jahren 1990 bis 2005. Der stetige Rückgang von fast 1,2 Mill. t auf knapp 900 000 t entspricht mit 300 000 t einem Viertel der Ausgangsmenge.

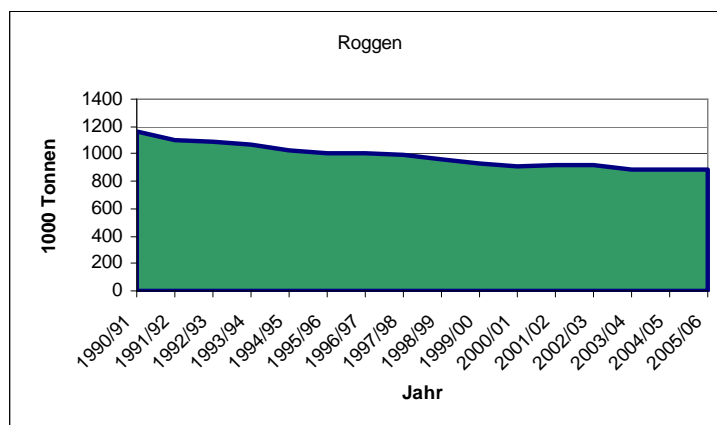


Abb.2: Rückgang der Vermahlungsmenge von Roggen in Deutschland in den Jahren 1990 bis 2005 (Quelle: Verband Deutscher Mühlen 2007)

Man kann aber nicht davon ausgehen, dass in Deutschland weniger Brot gegessen wurde, denn im gleichen Zeitraum stieg die Vermahlungsmenge an Weichweizen von gut 5 Mill. t auf über 6 Mill. t. Dass diese zusätzliche Menge allein zur Steigerung der Menge an Weizengebäcken verwendet wurde, ist nicht anzunehmen, es werden vielmehr statt der trockenen Roggen- die saftigeren Weizenbrote gegessen (Abb. 3).

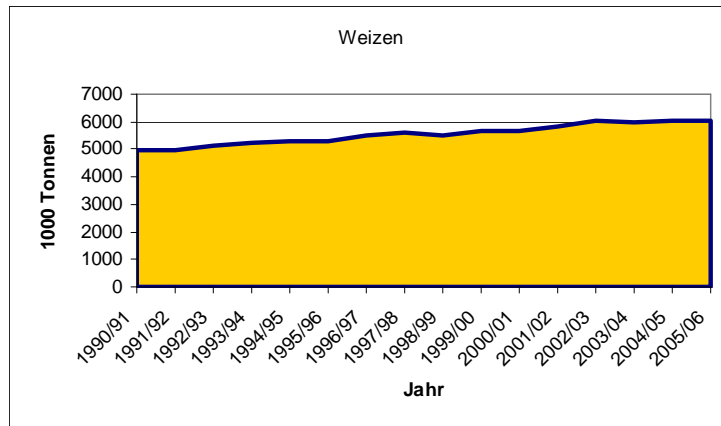


Abb.3: Anstieg der Vermahlungsmenge von Weichweizen in den Jahren 1990 bis 2005 (Quelle: Verband Deutscher Mühlen 2007)

Dieser Vergleich zeigt aber die eindeutige Tendenz, dass in Deutschland der Verzehr von Roggenbackwaren zurückgeht und die Verbraucher vermehrt zu Weizengebäcken greifen. In einem Land, das sich durch eine besonders große Vielfalt an Brotsorten und durch gleichzeitige Verarbeitung von Roggen- und Weizenmehlerzeugnissen auszeichnet, ist dieser Wandel bemerkenswert und es sollte über die Ursachen nachgedacht werden.

3.1 Gründe für den Rückgang des Verzehrs von Roggenbrot

Es ist natürlich nicht ausreichend, die sinkende Nachfrage nach Roggenbrot allein den Bäckern anzulasten. Vielmehr müssen sie über die Veränderungen informiert werden, die der Rohstoff Roggen erfahren hat. Wie die Kennzahlen, wie z. B. Fallzahl und Amylogrammwerte, deutlich machen, hat sich die Enzymaktivität des Roggens gegenüber den 80er Jahren deutlich verringert. Die Fallzahlen mancher Roggenpartien liegen sehr nahe an denen, die für Weizenmuster gemessen wurde.

Diese Ergebnisse der Roggenzüchtung zur Vermeidung von Auswuchs, eine sicherlich für die Versorgung sinnvolle Maßnahme, führt aber dazu, dass der Roggen „trockenbackend“ ist, also eine niedrige Enzymaktivität aufweist. Diese Eigenschaft wird dann noch verstärkt, wenn die Bäcker, so wie sie es gelernt haben, durch Sauerteig oder andere säuernde Maßnahmen, den pH-Wert des Teiges in Bereiche um pH 4,2 bis pH 4,5 absenken und somit die geringe Aktivität der stärkeabbauenden Enzyme weiter einschränken.

Im Zusammenhang mit der Säure kommt ein weiterer Punkt hinzu, der mehr Beachtung verdienen muss. Die Konsumenten, zumindest die jüngeren, sind in folge der Vielfalt des Brotangebots saure Roggenbrote nicht mehr gewohnt. Man kann davon ausgehen, dass wohl schon eine Generation ohne Roggenbrot heran gewachsen ist. Während es vor mehr als 30 Jahren das regionstypische Roggenbrot als „Hausbrot“ in jeder Bäckerei gab, gibt es heute eine sehr große Anzahl von nicht sauren Alternativen. Somit bleibt als Konsument für saure Roggenbrote in erster Linie die ältere Generation.

Die älteren Menschen legen aber auch Wert auf Brote mit längerer Frischhaltung und weicherer Krume, die bei einer zu geringen Teigausbeute bei trockenbackenden Roggenmehlen überhaupt nicht gewährleistet ist. Deshalb sind Informationen über die Wasseraufnahme der Roggenmehlerzeugnisse für den Verarbeiter von großer Bedeutung zur Optimierung der Roggenbackwaren.

3.2 Notwendige Reaktionen der Verarbeiter und der Mühlen

Seitens der Bäcker sollte die Verarbeitung von Roggenmehlerzeugnissen grundsätzlich überdacht werden. Zunächst ist es notwendig, den Anteil an Sauerteig deutlich zu verringern, eine Maßnahme, die auch technologisch sehr vorteilhaft ist, denn die Säure wird zur

Inaktivierung der Enzyme so gut wie nicht mehr benötigt, ist allerdings für die Abrundung des Brotgeschmacks noch wichtig. Bei der Herstellung von Roggenbrot aus enzym schwachen Mehlen sind aber, wie bei Weizen Gebäcken, Vorteige, die nicht sauer sind, für die Qualität von großer Bedeutung. Auf diese Weise kann der vorverquollene Anteil an den zum Teig verarbeiteten Mahlerzeugnissen auf mehr als 50 % gesteigert werden.

Weiterhin braucht der Bäcker aber mehr Informationen. Die Informationen über Roggenmehle, die heute von den Mühlen mitgeliefert werden, sehen folgende Analysendaten vor:

- Feuchtigkeit
- Mineralstoffgehalt
- Fallzahl
- Amylogrammkennzahlen

Die Feuchtigkeitswerte liegen nach der letzten Ernte teilweise sehr niedrig, im Bereich von 13 Prozent, der Mineralstoffgehalt bewegt sich im Bereich der Norm für die jeweilige Type, die Fallzahlen sind zum Teil sehr hoch, sie unterscheiden sich nur wenig von den Fallzahlen, die beim Weizen in normalen Jahren ermittelt werden. Das Amylogramm, als ein genaues Abbild des Zusammenspiels der Verkleisterungseigenschaften und der enzymatischen Aktivität, zeigt eine uneinheitliche Tendenz; neben sehr hohen Werten, die „Trockenbacken“ erwarten lassen, sind auch niedrige Werte zu finden, die bei hoher Fallzahl noch gute Backeigenschaften erhoffen lassen.

Anders als beim Weizenmehl erhält der Bäcker aber keine Informationen über die Wasseraufnahme der gelieferten Roggenmehle; diese Angaben könnten ihm aber bei der Festlegung der Schüttwassermenge und beim Vergleich der Lieferungen sehr helfen. Mit dieser Erweiterung der Mühleninformation wäre ein wesentlicher Beitrag zur Qualitätssicherung in den Bäckereien und damit auch zur Stabilisierung des Absatzes von Roggenmahlprodukten möglich.

4 Bisherige Methode zur Bestimmung der Wasseraufnahmen von Roggenmahlerzeugnissen

Für die Bestimmung der Wasseraufnahme von Roggenmehlen gibt es seit 1987 einen Vorschlag von Brümmer (2), der den für Weizenmehle entwickelten Farinograph[®]-Knetter verwendete. Grundsätzlich war diese Arbeit der richtige Schritt und eigene Versuche haben auch gezeigt, dass sich beispielsweise die Festigkeit von Roggenteigen mit dieser Methode vergleichen lässt. Doch die Anwendung des Farinograph[®]-Knetters für die Festlegung der Wasseraufnahme von Roggenmahlerzeugnissen gelingt nicht mit der gleichen Sicherheit, weil die Auslegung des Knetters für viskoelastische Teige ideal, aber nicht in gleicher Weise für plastische Roggenteige geeignet ist. Bei vielen Untersuchungen konnten wir feststellen, dass gerade bei der Wasserzugabe im Knetter des Farinograph[®] die Gefahr von Brückenbildung sehr groß ist, so dass es zu einer unbefriedigten Wiederholbarkeit kommt (Abb. 4).



Abb.4: Brückenbildung während der Teigknetung im Kneiter des Farinograph®-E bei der Bestimmung der Wasseraufnahme von Roggenmählerzeugnissen

Die Unterschiede zum Weizen werden auch in der Kurve sichtbar, die im Farinographen®-E erzeugt werden. Die Abbildung 5 verdeutlicht die erheblich längere Zeit, die für die Verquellung notwendig ist, darüber hinaus kann eine Stabilität der Kurve erst nach 10 Minuten Knetzeit erreicht werden.

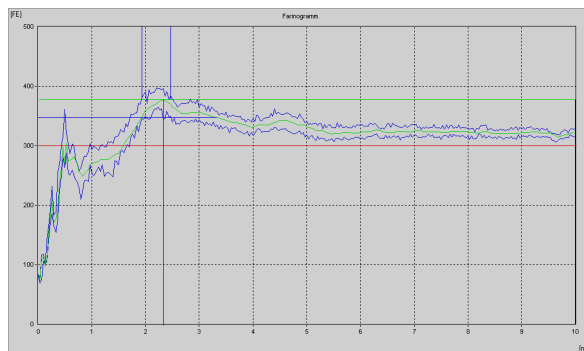


Abb. 5: Farinogramm eines Roggenteiges nach der Methode von Brümmer (2), deutlich erkennbar ist die im Vergleich zum Weizen längere Quellzeit und der höhere Zeitbedarf bis zum Erreichen der Stabilität (10 Minuten).

Die Methode von Brümmer (3) sieht folgende Parameter vor:

- Roggentypenmehl, 300 g, bezogen auf 14 % Feuchtigkeit
- Angestrebte Teigkonsistenz von 300 FE
- Konsistenz sollte nach 10 Minuten erreicht sein

In zwei Ringversuchen hat sich dieses Verfahren bewährt. Eine umfassende Vorschrift wurde auch in den „Standardmethoden für Getreide Mehl und Brot“ aufgenommen (1). Doch in der Praxis wurde die Wasseraufnahme für Roggenmahlerzeugnisse lange nicht in gleichem Umfang ermittelt, wie es beim Weizen üblich ist. Diese Entwicklung sollte nicht allein auf die Messmethode zurückgeführt werden; fehlende Nachfragen der Bäcker nach den Werten motivierten nicht, diese Untersuchungen zum täglichen Standard zu erheben.

Brümmer konnte mit seiner Arbeit auf mehrere grundlegende Bereiche bei der Bestimmung der Wasseraufnahme von Roggenmehlen hinweisen. Zunächst ist mit einer deutlich längeren Verquellungszeit zu rechnen, so dass direkt nach der Wasserzugabe über einen Zeitraum von ca. 2 Minuten deutliche Schwankungen bei der Konsistenzmessung auftreten. Weiterhin schlug er eine Messzeit von mindestens zehn Minuten vor; genau diese Zeit benötigt das Roggenmehl, um eine stabile Konsistenz zu erreichen.

Auch unsere Untersuchungen lassen erkennen, dass der Roggenteig direkt nach dem Anteigen nur für einen kurzen Zeitraum eine vergleichsweise hohe Konsistenz aufweist, die aber innerhalb der nächsten Minuten wieder abfällt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Proteine des Roggens infolge der mechanischen Belastung einen Teil des vorher gebundenen Wassers wieder abgeben, und auf diese Weise zu einer Erweichung des Teiges im Knetter beitragen.

Die Festlegung auf eine Endkonsistenz von 300 FE entspricht der Festigkeit von Roggenteigen in der Praxis. Die Verwendung des für Weizenteige gut geeigneten Farinograph[®]-Kneters war sicherlich naheliegend und mangels Alternativen verständlich. Doch es bleibt der grundsätzliche Unterschied zum Weizenteig, denn Roggenteige verhalten sich plastisch und deshalb sollte die Konsistenz auch mittels eines dafür ausgelegten Systems ermittelt werden.

5 Plastisch nicht elastisch

Eine Messeinrichtung für plastische Medien konnte mit dem Planetenmischer P 600 gefunden werden, der anstelle des Weizenkneters an den Farinograph[®]-E angeschlossen wird. Dieser Mischer stammt aus dem Messprogramm zur Untersuchung von Kunststoffen. Er wird dort seit einigen Jahren für die Qualitätssicherung eingesetzt. Die Abbildung 6 zeigt den Versuchsstand mit dem Thermostaten, dem Farinograph[®]-E und dem dazu gehörigen Rechner.

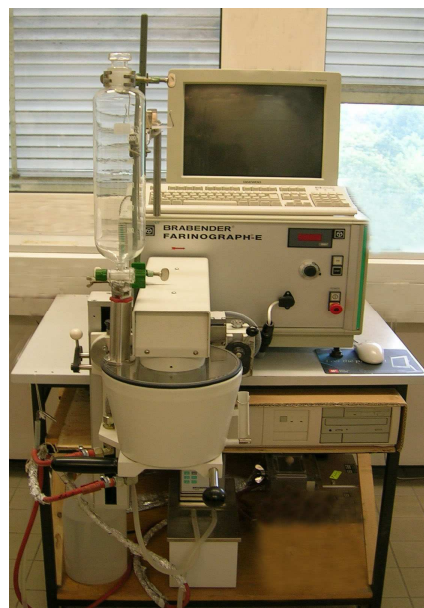


Abb. 6: Messstand mit Planetenmischer P 600 für die Versuche zur Entwicklung einer Methode zur Wasseraufnahme von Roggenmahlerzeugnissen.

Der Mischer wird anstelle des Kneters an der Antriebswelle des Farinograph[®] befestigt. Er ist doppelwandig und kann temperiert werden. Im Boden ist ein Thermoelement eingebaut; die Aufnahmen und Auswertungen der Messergebnisse erfolgen durch die vorhandene Software. Bei einer Weiterentwicklung der verwendeten Apparatur können die Wasserdosierung und auch das Abschaben der Teigreste automatisiert werden. Auf der Grundlage der vorhandenen Hard- und Software wurde dann die nachfolgend beschriebene Methode erarbeitet.

6 Klärung der Grundlagen für die Entwicklung der Methode

In dem Projekt, die Wasseraufnahme von Roggenmahlerzeugnissen mit dem Planetenmischer P 600 als Standardmethode anzulegen, waren eine Reihe von Fragen zu klären, die sich einerseits aus der Hardware ergaben, aber auch die Besonderheiten des Roggens zu berücksichtigen hatten. Das Geheimnis des Roggens hinsichtlich der zu bindenden Wassermenge für die Bäcker zu lüften, erforderte eine Reihe von Entscheidungen, die auch unter dem Gesichtspunkt der Praxistauglichkeit gefällt werden mussten.

Unter Einbeziehung von zunächst 10 sehr unterschiedlichen Roggenmustern wurden Lösungen für folgende Fragen gefunden:

- Welches Mischwerkzeug ist gut geeignet?
- Wie hoch sollte die Mehlmenge sein?
- Bei welcher Umdrehungszahl wird die Matrix des Roggens nicht zu sehr belastet?
- Welche Endtemperatur wird angestrebt?
- Wie lange muss die Untersuchung dauern?
- Welche Konsistenz muss angestrebt werden und wie kann sie überprüft werden?

Die Beantwortung dieser Fragen erfolgte in erster Linie durch statistisch abgesicherte Untersuchungen, die in der Arbeit von Kim (4) dokumentiert sind. Die für die Standardisierung notwendigen Festlegungen werden anschließend erläutert.

6.1 Mischwerkzeug

Zur Verfügung standen sowohl ein Gitterrührer als auch ein Knethaken. Im Vergleich zum Gitterrührer, der grundsätzlich eine intensivere Mischwirkung hat, ist der Knethaken besser geeignet. Der anfangs sehr feste Teig klebte auf dem Gitterrührer und wurde nicht bearbeitet so dass die Messung erheblich gestört wurde.

Der Knethaken eignet sich wesentlich besser für den Einsatzzweck, denn er bewegt sich entlang der Kesselwand um die eigene Achse. Der entgegengesetzt laufende Abstreifer bringt das Mischgut von der Behälterwand immer wieder in den Arbeitsbereich des Knethakens; somit werden Materialablagerungen an der Kesselwand weitgehend vermieden. Doch bei der derzeit verfügbaren Ausführung ist das Abstreifen noch nicht optimal, deshalb ist es erforderlich, zusätzlich mit einem Teigschaber während der Messung die Wandung abzukratzen. Der Knethaken entspricht auch den in der Praxis üblicherweise verwendeten Knetwerkzeugen, auch aus diesem Grund ist der Knethaken die bessere Wahl. Die nachfolgenden Fotos (Abb. 7) zeigen den Knethaken und den Gitterrührer.

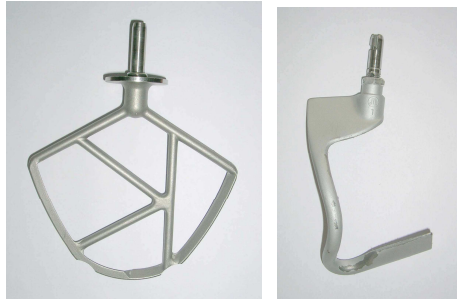


Abb. 7: Gitterrührer und Knethaken (beschichtet)

6.2 Mehlmenge

Die Größe des Mischbehälters P 600 verlangt eine größere Mehlmenge als sie im Farinograph®-Knetter 300 für Weizenteige benötigt wird. Das Volumen des Kessels beträgt 2500 cm³. Voruntersuchungen ergaben, dass die Mehlmenge von 600 g bei einer vorgegebenen Schüttwassermenge von 450 ml (\approx 450 g) einen ausreichenden Füllgrad ergibt. Somit sind beim Standard 1050 g Teig im Kessel. Die Roggenmehlmenge muss bei der Einwaage entsprechend korrigiert werden, wenn die Feuchtigkeit von 14 % abweicht. Anhand einer Tabelle lassen sich die höheren oder niedrigeren Mehlmengen bei abweichender Feuchtigkeit ablesen.

6.3 Schüttwassermenge

Aufgrund der Mehlmenge wurde eine Schüttwassermenge von 450 ml als Basis festgelegt. Diese Menge entspricht einer Teigausbeute von 175 %, wie sie in der Praxis bei reinen Roggenteigen üblich ist. Diese Wassermenge sollte bei Messungen an Roggenteigen mit Zusatz von Sauerteig, Hefe und Salz reduziert werden, denn der Abbau von Pentosanen und Protein während der Sauerteigreifung bedeutet eine Konsistenzverringerng, die je nach Sauerteigführung zwischen 7 und 13 Prozent betragen kann.

6.4 Umdrehungszahl des Werkzeuges

Es wurden in den Versuchsreihen verschiedene Drehzahlen untersucht, auch um den Prozess möglicherweise abzukürzen. Die gewählte Drehzahl von 63 upm (Umdrehungen pro Minute) entspricht der Drehzahl des Knetwerkzeugs beim Weizenknetter des Farinograph®. Der Grund für diese Festlegung ist aber zunächst in Anlehnung an die für die Roggenteigerstellung verwendeten Knetsysteme zu sehen, die ebenfalls in dieser Größenordnung betrieben werden. Weiterhin muss die Quellzeit der Roggenmehle beachtet werden und die mechanische Belastung des Teiges durch zu hohe Drehzahlen sollten vermieden werden. Auch die Teigerwärmung während der Untersuchungszeit, die durch höhere Drehzahlen verstärkt wurde, muss berücksichtigt werden.

6.5 Wasser- und Knetkesseltemperatur

Roggenteige werden in der Praxis bei Temperaturen zwischen 28 und 30°C geführt. Somit sollte die Endtemperatur bei der Wasseraufnahme in diesem Bereich liegen. Bei den Versuchen stellte sich heraus, dass die Teigwärmung während der Messzeit bei ca. 5°C liegt. Aus diesem Grund wird eine Temperierung des Schüttwassers und des Kessels auf 25°C vorgeschlagen. Damit erreicht man eine Teigtemperatur am Ende der Messung von 30°C.

6.6 Endkonsistenz

Bei einer konstanten Teigausbeute von 175 % erreicht der Mittelpunkt der Kurve nach Ablauf der Messzeit ein Drehmoment von 6 Nm. Dieses Drehmoment entspricht der Brabender®-Einheit (BE) von 300 im Weizenknetter des Farinograph®. Diese Konsistenz wurde auch schon von Brümmer (2) vorgeschlagen, weil sich dabei gut verarbeitungsfähige Roggenteige ergeben.

6.7 Messzeit

Die für die Untersuchung vorgesehene Gesamtzeit beträgt 15 Minuten. Dabei fließen die Vorschläge von Brümmer (1987) und auch die Erfahrungen aus der Praxis über die Entwicklung von Roggenteigen ein. Infolge der Konsistenzänderungen während der Untersuchung durch den Abbau von Protein und Pentosanen nach der Benetzung und infolge des Einflusses der mechanischen Bearbeitung sind erst nach 10 Minuten Einwirkzeit relativ stabile Werte zu erreichen. Roggenmehle benötigen darüber hinaus eine längere Zeit als Weizenmehl das Wasser zu absorbieren, wie es auch in der Kurve zu sehen ist, die mit dem Knetter des Farinograph® nach der Methode von Brümmer (2) zu sehen ist.

Die Gesamtzeit gliedert sich in folgende Abschnitte:

6.7.1 Mehltemperierung

Es ist eine Minute für die Temperierung des Mehles und der ausreichenden Vermischung des Untersuchungsmaterials vorgesehen. Dieser Zeitraum wird auch bei der Farinograph®-Methode zur Untersuchung von Weizenmehlen vorgegeben.

6.7.2 Wasserzugabezeit

Die 450 ml sollten in dem Zeitraum von 2 Minuten kontinuierlich zugegeben werden. Das Wasser wird aus dem Tropftrichter in den linken Einfüllstützen an der Abdeckung in den laufenden Mischer gegeben. Dieser Zeitraum kann nicht verkürzt werden, weil die Wassermenge vom Roggenmehl nicht schneller aufgenommen werden kann.

6.7.3 Teigbildungszeit

Zusätzlich zur Wasserzugabezeit ist ein Zeitraum von einer weiteren Minute notwendig, damit sich im Mischer ein homogener Teig bilden kann. Weder mit höherer Drehzahl noch mit kürzerer Wasserzugabezeit konnte die Teigbildung so beschleunigt werden, dass der Teig gleichmäßig vermischt war. Wenn, wie nachfolgend erklärt, das Abschaben der Teigreste nicht mehr notwendig sein sollte, muss die Teigbildungszeit um eine weitere Minute auf 2 Minuten verlängert werden.

6.7.4 Abschaben der Teigreste

In der derzeit verfügbaren Version des Planetenmischers P 600 ist der Abstreifer noch nicht optimal integriert, so dass noch einige Teigreste an der Behälterwand kleben, die ohne die manuelle Entfernung nicht in den Teig zurückgeführt werden können. Ebenso müssen die Anhaftungen am Abstreifer in den Teig gebracht werden. Natürlich wird in einer kommerziellen Anlage die Abschabevorrichtung so optimiert, dass ein Eingriff per Hand nicht mehr erforderlich sein wird.

Für das Abschaben der Teigreste ist in der Durchführung der Untersuchung eine weitere Minute vorgesehen. Dazu ist es derzeit erforderlich, den Messvorgang zu unterbrechen und den Motor abzuschalten; deshalb gehen in dem Diagramm (Abb. 8) die Viskositätswerte auf Null zurück. Wenn diese Maßnahme nicht mehr erforderlich ist, sollte trotzdem diese Zeit für die Teigbildung mit eingeplant werden, so dass die Teigbildungszeit, wie oben erwähnt, auf 2 Minuten erhöht werden müsste.

6.7.5 Knetzeit

Die eigentliche Knetzeit des Roggenteiges wird auf 10 Minuten festgelegt. Sowohl die Untersuchungen von Brümmer (2) als auch eigene Erfahrungen zeigen, dass sich die Konsistenz von Roggenteigen während der weiteren mechanischen Bearbeitung verändert. Wie schon erwähnt, kommt es unter der mechanischen Belastung zu einer zunächst kontinuierlichen Verringerung der Viskosität der Roggenteige. Dabei ist es wohl in erster Linie ein Abbau der Proteine, der zu diesem Phänomen beiträgt. Sicherlich spielen die Pentosane bei diesen Veränderungen auch eine Rolle; zu vermuten sind dabei Reaktionen zwischen den Proteinen und den Pentosanen. Dieser Vorgang ist aber noch nicht aufgeklärt und bedarf ganz sicherlich weiterer Untersuchungen. Um tatsächlich eine relativ stabile Konsistenz zu erreichen, sind weitere 10 Minuten Mischzeit erforderlich.

6.8 Diagramm über die Wasseraufnahme von Roggenmehlen

Das in der Abbildung 8 dargestellte Diagramm der Viskositätsentwicklung im Laufe der Wasseraufnahme und der Teigbildung von Roggenteigen gibt Aufschluss über die Methode und das Ergebnis.

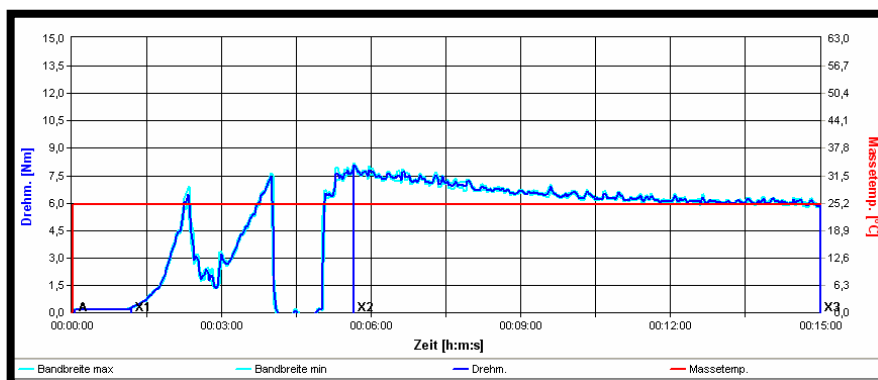


Abb. 8: Zur Ermittlung der Wasseraufnahme von Roggenmehlen aufgenommene Viskositätskurve eines Roggenteiges

Anhand der Kurve lassen sich folgende Punkte festlegen:

6.8.1 Konsistenzmaximum (KM)

Unter Konsistenzmaximum (KM) wird der Höchstpunkt der Kurve in Nm verstanden.

6.8.2 Teigentwicklungszeit (TEZ)

Die Teigentwicklungszeit (TEZ) ist die Zeit in Minuten nach Beginn der Zugabe des Wassers bis zum Konsistenzmaximum.

6.8.3 Konsistenzabfall (KA)

Der Konsistenzabfall (KA) ist die Differenz (Angabe in Nm) in der Konsistenz zwischen dem Konsistenzmaximum und dem Konsistenzwert am Ende der Messung nach 15 Minuten.

6.8.4 Endkonsistenz (EK)

Die Endkonsistenz (Angabe in Nm) ist die Konsistenz nach 15 Minuten Testzeit. Sie gibt Aufschluss über die Wasseraufnahme des Roggenmehles. Für die Festlegung der Wasserzugabe zu einem Roggenmehl ist die Endkonsistenz die entscheidende Größe. Sie sollte bei 6 Nm liegen.

6.9 Berechnung der Wasseraufnahme

Die Teigfestigkeit von 6 Nm als Endkonsistenz ist bei vielen Versuchen, die durch Backversuche überprüft wurden, als optimal für Roggenteige und Roggengebäcke festgelegt worden. Wie oben ausgeführt, stimmt diese Feststellung auch mit den Untersuchungen von Brümmer (2) überein, der bei Verwendung des Farinograph[®]-Kneters ebenfalls diesen Konsistenzwert als Endpunkt vorschrieb.

Wenn die Endkonsistenz von der Marke 6 Nm abweicht, sind pro 0,15 Nm ein Prozent Wasser mehr oder weniger in den Teig zu geben. Damit ist eine Korrektur der vorgegebenen Teigausbeute von 175 % auf 176 oder 174 % gemeint. Bei höheren Abweichungen ist ein zweiter Versuch mit der dann korrigierten Wassermenge erforderlich, um die Messergebnisse abzusichern.

7 Backversuche zur Überprüfung der Messergebnisse

Für die Entwicklung und Überprüfung der Methode wurden unterschiedliche Roggenmehlmuster verschiedener Mühlen verwendet. Anhand des nachfolgenden Beispiels sollen die Ergebnisse der Methode kurz vorgestellt werden. Die Tabelle 1 zeigt die Mehldaten der Roggenmehle:

Roggenmehl	A	B	C	D
Mehlfuchte [%]	13,5	13,7	11,0	11,7
Mineralgehalt [%]	1,216	1,187	1,199	1,267
Fallzahl [sec]	188	213	237	236
Amylogramme				
Verkleisterungstemp.max [°C]	71,4	73,0	72,9	73,4
Viskositätsmaximum [AE]	497	519	617	465
Erntejahr	2004	2004	2004	2005

Tab. 1 Analysendaten untersuchter Roggenmehle

Diese Mehle, mit den unterschiedlichen Feuchtigkeiten und relativ gleichen Fallzahlen wurden mit der oben beschriebenen Methode untersucht und die Ergebnisse sind in der Tabelle 2 zu finden.

Roggenmehl	A	B	C	D
Teigentwicklungszeit (TEZ) [min]	4:42	4:40	4,32	4:26
Konsistenzmaximum (KM) [Nm]	8,81	8,80	8,19	7,56
Konsistenzabfall (KA) [Nm]	2,75	2,77	2,20	1,49
Endkonsistenz (EK) [Nm]	6,06	6,03	5,99	6,07
Wasseraufnahme [%]	73,6	73,0	77,3	72,9
Korrigierte WA [%]	74,0	73,2	77,4	73,4

Tabelle 2: Ergebnisse der Untersuchungen an den vorgestellten Roggenmehlen hinsichtlich der Teigeigenschaften und der Wasseraufnahme

Es ist leicht zu erkennen, dass sich bei den Mehlen die vorgeschlagenen Wasseraufnahmen zwischen 73,2 und 77,4 % bewegen, eine sehr deutliche Spannbreite. Dabei kann kein Einfluss der Fallzahl auf die Wasseraufnahme nachgewiesen werden. Erstaunlich ist auch der Unterschied zwischen den beiden Mehlen mit der niedrigeren Feuchtigkeit. Trotz vergleichbarer Fallzahlen liegt die Wasseraufnahme von Mehl C um 4 % höher als die von Mehl D. Die aus dieser Messung ersichtlichen ökonomischen Vorteile für den Bäcker rechtfertigen den zusätzlichen Aufwand der Messung auf jeden Fall.

Nach der Festlegung der Wasseraufnahme wurden unter Verwendung der untersuchten Roggenmehle, daraus hergestelltem Sauerteig, Wasser, Salz und Hefe Brote gebacken. In der Tabelle 3 werden die Ergebnisse des Backversuchs vorgestellt.

	Mehl/Brot A	Mehl/Brot B	Mehl/Brot C	Mehl/Brot D
Volumen [ml]	1880	2040	2000	1950
Form	Noch gut	Gut	Gut	Gut
Bräunung	Normal	Etw. kräftig	Noch normal	Normal
Lockerung	Noch gut	Gut	Gut	Noch gut
Porengleichmäßigkeit	Ziempl. gleichmäßig	Ziempl. gleichmäßig	Gleichmäßig	Gleichmäßig
Elastizität	Gut	Gut	Gut	Gut
pH-Wert/S°	4,3/10,0	4,2/10,5	4,3/10,0	4,2/10,5

Tab. 3 Ergebnisse des Backversuchs mit den vier in Tabelle 1 und 2 charakterisierten Roggenmehlen unter Berücksichtigung der mit dem P 600 ermittelten Wasseraufnahme

Brotform und Brotkrumen sind in Abbildung 9 zu sehen.

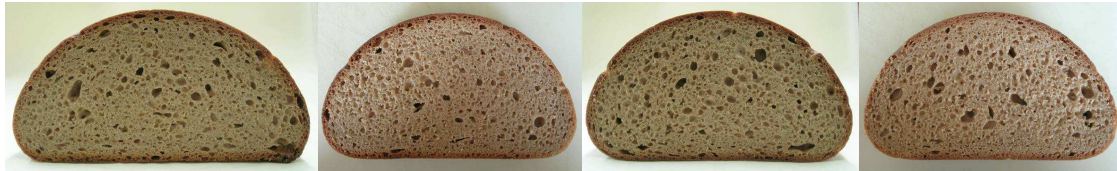


Abb. 9: Brote, die nach Bestimmung der Wasseraufnahme aus den oben beschriebenen Roggenmehlen mit der ermittelten Wassermenge hergestellt wurden.

Es zeigt sich, dass die Form der Brote trotz der unterschiedlichen Teigausbeute bis auf Produkt A fast gleich war und die Brote sämtlich mit „gut“ bewertet werden konnten.

8 Vorschlag für eine Methode zur Bestimmung der Wasseraufnahme von Roggenmehlen

Auf der Basis der mehrjährigen Untersuchungen schlagen wir folgende Methode zur Bestimmung der Wasseraufnahme von Roggentypenmehlen vor.

8.1 Titel

Bestimmung der Wasseraufnahme von Roggenmahlerzeugnissen mit dem Brabender® Knetsystem P 600 und dem Brabender® Farinograph®-E als Antriebs- und Messeinheit.

8.2 Anwendungsgebiet

Ermittlung der Wasserabsorption von Roggenmahlerzeugnissen.

8.3 Definition

Im Knetter P 600 wird die Menge destillierten Wassers ermittelt die benötigt wird, um aus einer definierten Menge von 600 g Roggenmehl (mit 14 % Feuchtigkeit) einen Teig herzustellen, der in der Endkonsistenz 6 Nm (Newtonmeter) aufweist. Als „Konsistenz“ ist der Knetwiderstand zu verstehen, welcher während der Teigherstellung am Knethaken auftritt, der mit konstanter Geschwindigkeit rotiert.

8.4 Prinzip der Methode

Im Knetter P 600 wird unter standardisierten Bedingungen ein Teig aus 600 g Roggenmehl hergestellt. Während des Anteigens wird kontinuierlich der Knetwiderstand des Teiges gegen den Knethaken gemessen und aufgezeichnet. Um zu gleichmäßigen Teigeigenschaften zu kommen, muss zunächst die Wasseraufnahme des Teiges ermittelt werden. Dafür wird dem Roggenmehl, bezogen auf eine Feuchtigkeit von 14 Prozent, aus einem Tropftrichter 450 ml Schüttwasser zugegeben, so dass der Teig nach 15 Minuten eine Endkonsistenz von 6 Nm erreicht.

Diese Wasseraufnahme gibt die für das Roggenmehl benötigte Wassermenge an. Wenn die Endkonsistenz nicht in einem definierten Toleranzbereich von 6 +/- 0,15 Nm liegt, wird mit dem gleichen Mehl noch eine weitere Untersuchung zur Bestimmung der Wasseraufnahme mit der korrigierten Wassermenge durchgeführt. Auch dieser Teig wird 15 Minuten geknetet. Aus der Knetkurve kann die Teigentwicklungszeit, der Konsistenzabfall und die Wasseraufnahme abgelesen werden.

8.5 Reagenzien

Destilliertes Wasser

8.6 Geräte

Nachfolgend werden die verwendeten Geräte aufgelistet.

- Brabender® Planetenmischer P 600
- Brabender® Farinograph®-E
- Thermostat zur Temperierung des Mixers
- Messzylinder, 1000 ml
- Präzisionswaage, 0,001 g
- Laborwaage, 0,1 g
- Elektronisches Thermometer, 0,1°C Genauigkeit
- Tropftrichter, 1000 ml
- Kunststoffschaber

8.7 Bemusterung

ICC-Standard Nr. 130

8.8 Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes

Der Feuchtigkeitsgehalt des Roggenmehles wird nach der ICC Standardmethode Nr. 110/1 bestimmt.

8.9 Untersuchungsmaterial

Bei einer Feuchtigkeit des Roggenmehles von 14 % beträgt die Einwaage 600 g. Weicht die Feuchtigkeit ab, so ist die Einwaage dementsprechend zu korrigieren. Falls erforderlich wird das Mehl auf eine Temperatur von 25 °C gebracht.

8.10 Temperierung

Mindestens eine Stunde vor Messbeginn ist der Thermostat einzuschalten und die Temperatur auf 25 +/- 1 °C einzustellen. Diese Temperatur ist vor Beginn der Messung zu kontrollieren.

8.11 Ermittlung der Wasseraufnahme

Das nachfolgend beschriebene Verfahren gilt sowohl für reine Roggenmehle als auch für Mischungen aus Roggen- und Weizenmehlen mit einem Roggenanteil von mehr als 50 %. In den Knetkessel des P 600 werden 600 g Roggenmehl oder entsprechende Mehlmischungen mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 14 % gegeben. Anschließend wird die Kunststoffabdeckung des Mixers verriegelt. Der Tropftrichter wird mit 450 ml destilliertem Wasser von 25 +/- 1 °C gefüllt. Die Messung wird durch Drücken der Starttaste am Farinograph®-E und anschließend durch Anklicken des Startbuttons im Fenster des Displays gestartet.

Das Mehl wird eine Minute vorgemischt und temperiert. Die Wassermenge von 450 ml wird aus dem Tropftrichter in den linken an der Abdeckung montierten Einfüllstutzen des Knetkessels bei laufendem Knetter innerhalb von zwei Minuten zugegeben. Danach wird eine weitere Minute geknetet. Anschließend erfolgt die Abschaltung des Motors. Die Wand des Knetkessels, der im Knetraum befindliche Abstreicher und der Knetarm werden innerhalb einer Minute mit einem Kunststoffschaber abgeschabt. Nach Schließen der Abdeckung wird der Motor wieder angeschaltet und der Teig weitere 10 Minuten geknetet.

Die optimale Konsistenz ist erreicht, wenn die Endkonsistenz bei 6 Nm (Toleranz +/- 0,15) liegt. Dabei entsprechen 0,15 Nm einer Wasseraufnahme von 1 %. Bei Überschreiten der Toleranz muss eine weitere Messung mit den korrigierten Wasseraufnahmen durchgeführt werden. Die Messung wird beendet durch Betätigung der Endtaste am Farinograph®-E. Vor einer weiteren Messung müssen der Behälter und das Werkzeug gereinigt und getrocknet werden.

9 Zusammenfassung

Aufgrund der Untersuchungen verschiedener Roggenmehlmuster konnte die Wasseraufnahme von Roggenteigen ermittelt werden. Die Ergebnisse wurden in Backversuchen überprüft. Es zeigte sich, dass die bei den Roggenmahlerzeugnissen ermittelten, durchaus unterschiedlichen Wasseraufnahmen zu Roggenteigen führten, die in der Konsistenz vergleichbar waren und die Brote in Form und Krumenweichheit höchsten Ansprüchen genügten. Somit kann mit dieser Methode den Bäckern eine gute Hilfe für die Festlegung der notwendigen Wasserschüttung zu Roggenmehlen gegeben werden. Das Geheimnis über die Wasserbindung unterschiedlicher Roggenmahlerzeugnisse kann somit offen gelegt und damit ein Beitrag zur Verbesserung der Roggenbrotqualität geleistet werden. Bei dieser Methode wird der relativ langsamen Quellung der Roggenteige Rechnung getragen und weiterhin die übliche Konsistenzverminderung durch den Eintrag mechanischer Energie berücksichtigt. Wenn es gelingt, durch die Festlegung der Wasseraufnahme von Roggenmahlerzeugnissen die Herstellung qualitativ hochwertiger Roggenbrote zu fördern, dann leistet die Methode einen wesentlichen Beitrag zumindest zur Stabilisierung des Absatzes von Roggenmahlerzeugnissen.

Danksagung

Die Autoren danken Herrn Dipl.- Ing. Andreas Moog für die wertvolle Unterstützung.

Literatur:

- [1] Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. (1994) Standardmethoden für Getreide Mehl und Brot, Detmold, 7. Auflage
- [2] Brümmer, J.-M. (1987) Ermittlung der Wasseraufnahme von Roggenmehlen für den Sauerteig-Standard-Backversuch, in: Die Mühle und Mischfuttertechnik 124 (23) S. 306 – 310
- [3] Brümmer, J.-M. (1988) Erfahrungen mit der Roggenwasseraufnahme bei Roggentypenmehlen, in Getreide Mehl und Brot 42, (9), S. 272 – 276
- [4] Kim, Mun-Yong (2007) messung und Beeinflussung der Konsistenz von Teigen aus Roggenmehl, Dissertation, Leibniz universität Hannover,