

Studien zur Fraktionierung und Rekonstitution mit Weizenvollkornmehl

A.K. Srivastava und P. Haridas Rao, Mysore, Indien, W. Seibel und J.M. Brümmer, Detmold

1. Einleitung

Weizenmehle haben sehr variierende physiko-chemische und funktionelle Eigenschaften. Diese funktionelle Charakteristik des Weizenmehles wird direkt durch die Mehlype und die Zusammensetzung des Mehles beeinflusst. Zur Bestimmung der Faktoren, die für die unterschiedlichen funktionellen Eigenschaften des Mehles und das damit zusammenhängende Backverhalten verantwortlich sind, gibt es zwei Verfahren, die in der Getreideforschung im allgemeinen akzeptiert werden: Beide Methoden basieren auf einer Fraktionierung und Rekonstitution der einzelnen Mehlkomponenten. Man kann einmal die einzelnen Komponenten nach der Fraktionierung durch unterschiedliche Dosierungen in einem Mehl hinsichtlich ihrer Wirkung bewerten. Bei dem zweiten Verfahren werden die Komponenten zwischen Mehlen mit unterschiedlichen Backeigenschaften ausgetauscht. Das erste Verfahren charakterisiert die relative Bedeutung von Mehlkomponenten; beim zweiten Verfahren erkennt man den Einfluß der Mehlkomponenten auf die verschiedenen funktionellen Eigenschaften von Mehlen. Bei dem Austauschverfahren handelt es sich um eine direkte Untersuchung, und man kann nicht von vornherein bestimmte Vermutungen anstellen (7). Wichtig ist, daß bei der Fraktionierung die verschiedenen Fraktionen und die darin befindlichen Komponenten chemisch und physikalisch nicht verändert werden (2). Man prüft das Fraktionsierungsverfahren dadurch, in dem man die isolierten Komponenten wieder zu einem Mehl zusammenmischt, das dann die gleichen funktionellen Eigenschaften wie das Originalmehl aufweisen muß.

Der Einsatz der Fraktionierung wurde erstmalig von Finney als eine sehr interessante Möglichkeit in der Getreidechemie bereits 1943 (2) vorgenommen. Die gleiche Technik wurde auch von Bechtel und Meisner (1) im Jahre 1954, von Mattern und Sandstedt (8) im Jahre 1957 und

von Shogren und Mitarbeitern (11) im Jahre 1969 angewandt. Diese Forschergruppen fraktionierten jeweils Weizenmehle und untersuchten die Bedeutung einzelner Komponenten hinsichtlich des Backverhaltens. Yamazaki (13) wendete 1955 dieses Verfahren mit einigen Modifikationen bei Keksmehlen an. Weitere ergänzende Untersuchungen hinsichtlich Fraktionierung und Rekonstitution wurden dann von MacRitchie (6, 7) durchgeführt. Für sämtliche Studien wurde normales Weizenmehl für die Brotbäckerei verwendet.

Chapati, ein nicht gelockertes Flachbrot und seine verschiedenen Varianten, wie Roti, Phulka und Parotta sind die Grundlage für die Ernährung der Bevölkerung in den meisten südasiatischen Ländern. Im Gegensatz zu anderen verschiedenen Bäckereiprodukten werden diese traditionellen Brote in der Regel aus Weizenvollkornmehl und nicht aus hellen Weizenmehlen hergestellt. In Indien werden etwa 70 - 72 % der gesamten Weizenenernte von 68,5 Millionen Tonnen zu Weizenvollkornmehl verarbeitet. Diese Vollkornmehle werden dann für die Herstellung von Chapati oder ähnliche traditionelle gebackene Produkte eingesetzt (10).

Die Anwesenheit von Schalenpartikeln erschwert die Fraktionierung ganz besonders. Bisher gibt es keine veröffent-

lichte Studie über die Fraktionierung und Rekonstitution von Weizenvollkornmehl. Insbesondere findet man feine Schalenpartikel bei der Fraktionierung im Kleber oder der Stärke. Daher war es auch Aufgabe dieser Studie, eine für Weizenvollkornmehle geeignete Fraktionierungs- und Rekonstitutions-Methode zu erarbeiten, mit der man dann die Bedeutung der einzelnen Komponenten bestimmter Weizenvollkornmehlfractionen für das Backverhalten ermitteln kann.

2. Versuchsmaterial und -methoden

2.1. Weizen

Es wurden zwei backtechnisch unterschiedliche deutsche Weizensorten verwendet:

- Apollo (A) - Qualitätsgruppe: C
- Bussard (B) - Qualitätsgruppe: E

2.2. Herstellung des Weizenvollkornmehles

Bei Vorversuchen wurde festgestellt, daß ein Weizenvollkornmehl mit groberen Schalentteilen besser für eine saubere Fraktionierung geeignet ist; daher wurde ein Mahlverfahren einge-

Tabelle 1: Ausbeuten bei der Herstellung von Vollkornmehlen (Walzenstuhl)

Mahlfraktionen	Ausbeuten %	
	Weizen „A“ (Apollo)	Weizen „B“ (Bussard)
Schrot- und Auflösungsmehle	66,46	70,61
Mehl von der groben Kleieschleuder	2,89	1,67
Mehl von der feinen Kleieschleuder	11,16	9,93
Gesamtmehl	80,5	82,2
Grobe Kleie	13,32	12,26
Feine Kleie	6,20	5,52
Gesamtkleie (Schalenbestandteile)	19,5	17,8

setzt, das das Endosperm fein vermahlen und die Schalenbestandteile nur grob zerkleinert.

Es wurde die Laboratoriums-Hammermühle für die Fallzahlbestimmung mit einem 800 µ Sieb für die Zerkleinerung eingesetzt. Parallel dazu wurde Vollkornmehl auch mit Walzenstühlen, entsprechend dem Vorschlag von Zwingelberg und Mitarbeitern (14), hergestellt. Hierbei wurde der Weizen auf 15 % Feuchtigkeit genetzt und anschließend mit dem Bühler Mahlautomaten (MLU 202) vermahlen. Die groben und feinen Schalenfraktionen wurden dann noch mit einer Kleieschleuder mit einem Sieb von 180 µ gereinigt. Die hierbei anfallenden dunklen Mehle wurden den Schrot- und Mahlungsmehlen zugegeben. Die geschleuderten Schalenbestandteile aus der Kleieschleuder und das gemischte Mehl wurden getrennt gelagert und entsprechend den Ausbeuteverhältnissen bei Bedarf gemischt. Hierdurch erhielt man das gewünschte Weizenvollkornmehl.

2.3. Untersuchung der Weizensorten und -mehle

Für die Bestimmung des Feuchtigkeits- und Aschegehaltes, der Fallzahl und des Sedimentationswertes und auch des Mixogramms wurden die bekannten ICC Standardmethoden (4) eingesetzt. Die Amylosezahl wurde entsprechend der Methode von Hampel (3) ermittelt. Der Proteingehalt wurde mit der Mikro-Kjeldahl-Methode unter Benutzung des Umrechnungsfaktors 5,7 bestimmt. Die Korngrößenverteilungskurve der Weizenvollkornmehle wurde mit dem Analysensichter der Firma Retch GmbH ermittelt. Hierbei wurden 200 g für zehn Minuten mit den Sieben 710 und 250 µ gesiebt.

2.4. Fraktionierungs-Vorgang

Der Fraktionierungsvorschlag von MacRitchie (7) wurde etwas verändert, um die verschiedenen Bestandteile des Weizenvollkornmehles zu isolieren. Ein Teil des Vollkornmehles wurde mit 0,7 Teilen Wasser zu einem zusammenhängenden Teig geknetet. Der Teig ruhte dann für 15 Minuten und wurde anschließend über ein 250 µ Sieb unter laufendem Wasser ausgewaschen, um den Kleber abzutrennen. Es wurde sowohl eine Handknetung als auch eine mechanische Knetung (Glutamat) für die Kleberabtrennung eingesetzt. Das gesamte Wasser (von der Auswaschung des Klebers und der Schalenbestandteile) wurde bei 5000 g für zehn Minuten zentrifugiert, um den wasserlöslichen Anteil (Überstand) und die Stärke (Sediment) zu trennen. Das Sediment besteht aus zwei Schichten: aus der Primastärke und aus einer Fraktion mit einem sehr hohen

Anteil von Pentosanen. Die isolierten Kleber-, Stärke-, Schalen- und wasserlöslichen Fraktionen wurden anschließend gefriergetrocknet. Die Kleber- und Stärkefraktionen wurden mit einer Zentrifugalmühle zu Pulver (< 250 µ) vermahlen.

2.5. Modifizierte Fraktionierung

Zusätzlich zum Kleber wurde auch die Z getrennt aufbewahrte Schalenfraktion über ein Sieb unter laufendem Wasser ausgewaschen, um die anhaftende Stärke abzutrennen. Das kombinierte Waschwasser (von der Kleber- und Schalenwaschung) wurde dann über ein Vibrationssieb (Bran Fix) mit einer Maschenweite von 56 µ gegeben, um die Schalenpartikel abzutrennen (Abb. 1). Die auf diese Weise gesammelten feinen Schalenbestandteile wurden mit den groben Schalenbestandteilen zusammengegeben.

2.6. Herstellung von Chapati

Der Chapatiteig wurde aus 100 g Weizenvollkornmehl hergestellt. Die zugegebene Wassermenge entsprach einer Teigkonsistenz von 400 FEh. Mit der Diosna Knetmaschine wurde der Teig für drei Minuten bei 58 rpm geknetet. Die Chapatis wurden entsprechend der modifizierten Methode von Rao und Mitarbeitern (9) gebacken. Hierfür wurden 35 g Teig auf eine Dicke von 2 mm ausgerollt. Der Teig wurde dann mit einem Durchmesser von 15 cm ausgestochen.

Die Chapatis wurden auf einer heißen Platte bei einer Temperatur von 220+5°C für eine Minute von beiden Seiten erhitzt. Anschließend wurden die Chapatis bei 85 % Luftfeuchte und 27°C für eine Stunde abgekühlt, in Polyethylenbeuteln verpackt und bis zur Bewertung gelagert.

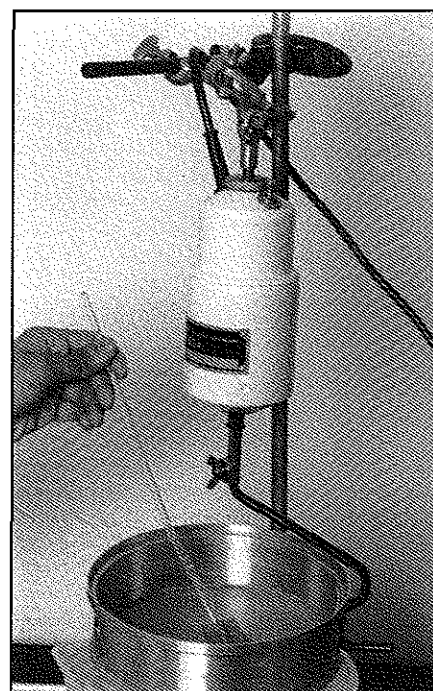


Abbildung 1: „Bran Fix“ für die Abtrennung der feinen Schalenbestandteile

Tabelle 2: Einfluß des Mahlverfahrens auf die Ausbeute verschiedener Komponenten von Weizenvollkornmehl*)

Bestandteile	Mahlverfahren	
	Walzenstuhl	Hammermühle
Feuchtigkeitsgehalt, %	11,1	10,2
Kleber	9,58 (83,0)	11,04 (75,7)
Primastärke	49,64 (0,47)	47,34 (0,40)
Sekundastärke	10,19 (4,9)	13,57 (4,2)
Wasserlösliches	6,68 (23,5)	6,5 (22,2)
Kleie (Schalenbestandteile)	13,51 (13,8)	11,62 (11,8)

*) Die Bestandteile beziehen sich auf % Trockensubstanz; die Werte in Klammern sind die Proteingehalte der entsprechenden Fraktion.

Tabelle 3: Ausbeute der Bestandteile aus Weizenvollkornmehl von zwei Weizensorten*)

Mehlausbeute, %	Weizensorten	
	Apollo (A)	Bussard (B)
Kleber	7,22 (82,1)	9,48 (82,8)
Primastärke	50,86 (0,54)	48,78 (0,66)
Sekundastärke	7,96 (4,91)	8,53 (5,35)
Wasserlösliches	6,24 (27,1)	5,71 (25,9)
Kleie (Schalenbestandteile)	12,53 (12,45)	12,51 (13,8)

*) Die Ausbeuten der verschiedenen Bestandteile beziehen sich auf Trockensubstanz; die Werte in Klammern sind der Proteingehalt (%) der entsprechenden Fraktion.

2.7. Bewertung der Chapatiqualität

Die sensorische Bewertung der Chapati erfolgte durch ein Team von sechs sensorischen Sachverständigen. Die Charakteristika und die maximal erreichbare Punktzahl waren folgende:

- Aussehen: 15 Punkte
- Farbe: 5 Punkte
- faltbarkeit: 20 Punkte
- Textur: 25 Punkte
- Geschmack: 10 Punkte

Hieraus ergibt sich eine maximale sensorische Qualitätszahl von 100 Punkten. Ergänzend hierzu erfolgte mit der Zwick-Universal-Prüfmaschine, entsprechend dem Vorschlag von Sidhu und Mitarbeitern (12), eine Bestimmung der Schneidkraft.

3. Versuchsergebnisse und Diskussion

3.1. Qualitätsergebnisse der Weizensorten

Die C-Weizensorte Apollo (A) hatte einen Aschegehalt von 1,69 % i.Tr., eine Fallzahl von 383 s, eine Amylosezahl von 121, einen Proteingehalt von 11,2 % i.Tr. und einen Sedimentationswert von 31 Eh. Diese Untersuchungsergebnisse bestätigen die Einstufung dieser Weizensorte in die Qualitätsklasse C. Die E-Weizensorte Bussard hatte einen Aschegehalt von 1,63 % i.Tr., eine Fallzahl von 394 s, eine Amylosezahl von 198, einen Proteingehalt von 13,5 % i.Tr. und einen Sedimentationswert von 40 Eh. Diese Untersuchungsergebnisse sind typisch für die Einstufung in die Qualitätsklasse E. Beide Weizensorten unterscheiden sich somit nicht in ihrem Aschegehalt und in der Fallzahl. Größere Unterschiede ergeben sich im Proteingehalt. Hier liegt die Sorte Bussard (B) deutlich höher. Das gleiche gilt für den Sedimentationswert. Aus diesen Werten und der Amylosezahl läßt sich schlußfolgern, daß die Sorte Bussard (B) zu den harten Wei-

zen und die Sorte Apollo (A) zu den weichen Weizen zählt.

3.2. Einfluß des Mahlverfahrens auf die Ausbeuten verschiedener Mahlfractionen bei der Herstellung von Weizenvollkornmehl

Beim Einsatz des Bühler-Mahlautomaten hat das Vollkornmehl durchschnittlich einen Rückhalt von 3 % bei einer Maschenweite von 710 µ. Bei der Verwendung der Hammerrmühle ergab sich bei dieser Siebgröße kein Rückstand. Bei einer Siebgröße von 250 µ ergab sich für das Vollkornmehl mit dem Bühler-Mahlautomaten ein Rückstand von 82 %, bei dem Vollkornmehl mit der Hammerrmühle von nur 78 %. Hieraus kann bereits die Schlußfolgerung gezogen werden, daß eine saubere Trennung der Schalen bei der Fraktionierung bei

dem Vollkornmehl, das mit dem Bühler-Mahlautomaten hergestellt wurde, wesentlich günstiger ist als bei dem Weizenvollkornmehl, das mit der Hammerrmühle hergestellt wurde.

Die verschiedenen Mehlausbeuten beim Einsatz des Bühler Mahlautomaten sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Der härtere Weizen (Bussard) hatte eine höhere Schrot- und Mahlunsmehlausbeute (70,61 %) als die weichere Sorte Apollo (66,46 %). Dem gegenüber waren die Mehlausbeuten von der Kleieschleuder bei Apollo wesentlich höher. Diese unterschiedlichen Ausbeuten beruhen sicher auf der schlechteren Trennbarkeit von Schalen und Endosperm bei weichen Weizen. Somit war auch der Gesamtkleieanteil mit 19,5 % bei der weichen Weizensorte Apollo wiederum höher als bei der harten Weizensorte Bussard mit 17,8 %. Sogar nach der Kleieschleuder enthält die Kleie des wei-

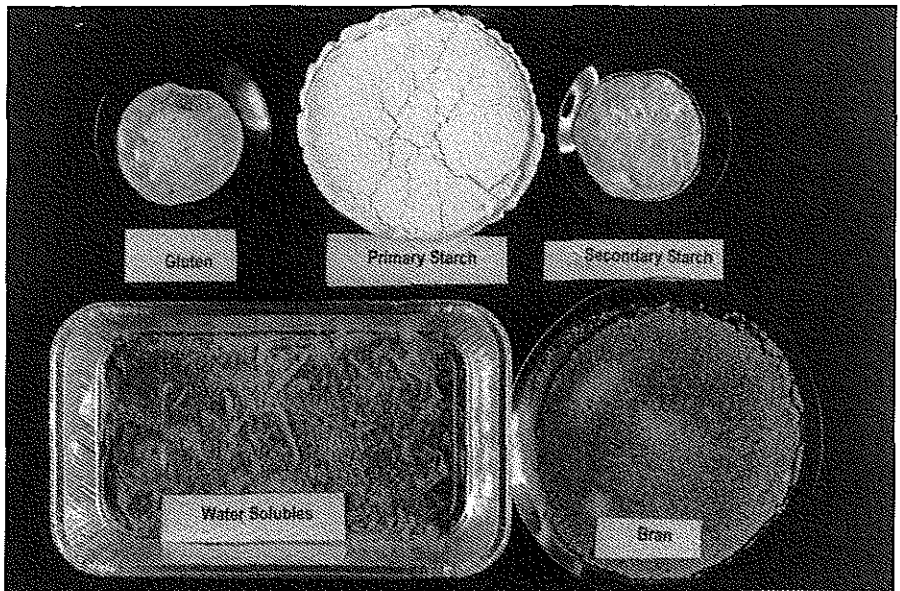


Abbildung 2: Isolierte Bestandteile des Weizenvollkornmehles nach der Fraktionierung

Tabelle 4: Vergleich des Original- und rekonstituierten Weizenvollkornmehles (Mixograph und Chapatiqualität)

Weizenvollkornmehl	Mixograph Messungen am Teig			Chapatiqualität	
	Peak Höhe (cm)	Teigentwicklungzeit (min)	Erweichungsgrad (°)	Gesamtqualitätszahl* (max. 100)	Schneidkraft** (N)
Originalweizenvollkornmehl (Apollo)	4	1,5	10	70	2,375
Originalweizenvollkornmehl (Bussard)	5	3,25	5	91	1,033
Rekonstituiertes Weizenvollkornmehl (Apollo)	3,8	1,5	9	69	2,442
Rekonstituiertes Weizenvollkornmehl (Bussard)	5	3,5	7	86	1,150

*) Die sensorische Bewertung wurde von fünf sensorischen Sachverständigen durchgeführt

**) Mittelwert aus insgesamt vier Messungen

chen Weizens noch mehr Endospermartikel.

3.3. Fraktionierungsstudien

Nichtstärkelipide wurden aus dem Weizenvollkorn mit Petroleumäther extrahiert: Apollo hatte 1,18 % und Busard 1,24 %. Die extrahierten Lipide wurden unter den beiden Weizenvollkornmehlen, entsprechend ihrem Originalgewicht ausgetauscht. Vorversuche hatten ergeben, daß sich durch den Austausch der Fettfraktion die sensorischen Eigenschaften der Chapatis praktisch nicht verändern und somit den Original-Weizenvollkornmehlen entsprechen. Trotz der wichtigen Bedeutung der Lipide bezüglich des Backverhaltens, kann man Qualitätsunterschiede von Chapati nicht immer Unterschieden in den Fettbestandteilen zuschreiben. Ähnliche Beobachtungen machte auch MacRitchie (5, 7), selbst bei gebackenen Produkten mit hoher Volumenausbeute. Daher wurde bei den Hauptversuchen die Fraktion nicht mehr abgetrennt und die Kleberfraktion enthielt den Fettkomplex. Bei der modifizierten Fraktionierungsmethode wurden die Weizenvollkornmehle von den beiden Sorten in die Fraktionen Kleber, Primastärke, Sekundastärke, Wasserlösliches und Schalenbestandteile getrennt (Abb. 2).

3.3.1. Einfluß des Mahlverfahrens auf die Ausbeute verschiedener Mehlbestandteile

Tabelle 2 enthält die Ergebnisse über die Ausbeuten der verschiedenen Fraktionen in Abhängigkeit vom angewandten Mahlverfahren (Walzenmühle; Hammermühle) und Einsatz der Kleber-Handauswaschung. Diese Ergebnisse beziehen sich auf die Sorte Busard (B). Die Kleberausbeute war beim Einsatz der Hammermühle (11,04 %) wesentlich höher als beim Einsatz des Walzenstuhls (9,58 %). Ursache hierfür kann die mangelhafte Abtrennbarkeit von feinen Schalenpartikeln in dem Vollkornmehl der Hammermühle sein. Diese Beobachtung bestätigte sich durch niedrigere Schalen- und Proteingehalte des Klebers bei dem Vollkornmehl, das mit der Hammermühle hergestellt wurde. Der höhere Proteingehalt des Klebers (83,0 %) im Klebergehalt des Vollkornmehles (Walzenmühle) zeigt ebenfalls deutlich die bessere Trennung von Schalen und Kleber in der Kleberfraktion.

Obgleich die Gesamtstärkeausbeute beider Vollkornmehle nahezu identisch war (59,83 und 60,91 %), so ergaben sich doch Unterschiede im Anteil von Primastärke, die bei dem Vollkornmehl (Walzenmühle) deutlich höher lag. Die Unterschiede im wasserlöslichen Anteil und deren jeweiligen Proteingehalten zeigten dagegen keine deutliche Abhängigkeit vom Mahlverfahren. Zusammenfas-

send läßt sich feststellen, daß das Vollkornmehl, das mit dem Walzenstuhl hergestellt wurde, bei der Fraktionierung eine saubere Kleberfraktion mit nur geringer Verunreinigung mit Schalenbestandteilen liefert. Die Weizenvollkornmehle, die mit Walzenstühlen hergestellt werden, sind somit für eine Fraktionierung und Rekonstitution wesentlich besser geeignet.

3.3.2. Einfluß der Kleberauswaschung auf die Ausbeute der verschiedenen Mehlbestandteile

Bei der mechanischen Kleberauswaschung durchströmt eine bestimmte Menge Wasser den Teig während der Auswaschung. Bei der Handauswaschung erfolgen mehrere Auswaschungsvorgänge nacheinander. Wenn die Nichtkleberbestandteile durch Trocknung zurückgewonnen werden sollen, ist es wünschenswert, die Menge des Waschwassers so gering wie möglich zu halten. Daher muß man bei dem Auswaschen des Klebers einen Kompromiß bezüglich der Wassermenge und der Reinheit des Klebers hinsichtlich Proteingehalt vornehmen, um die zu entfernende Menge des Wassers durch Gefriertrocknung auch möglichst gering zu halten. Ein fünf Mal wiederholter Waschvorgang mit einem Wasser-Mehl-Verhältnis von 2 : 1 liefert einen Kleber mit einem minimalen Proteingehalt von 80 % i.Tr. Einige Stärkekörner sind durch den limitierten Einsatz von Wasser nicht zu entfernen. Im Durchschnitt erzielten wir bei der Kleberauswaschung von Hand Kleber mit einem Proteingehalt von 83 % i.Tr., dagegen bei der mechanischen Auswaschung einen Kleber mit einem Proteingehalt von etwa 74 % i.Tr. Der niedrigere Proteingehalt im Kleber wird in der Regel durch nicht abgetrennte, feine Schalenbestandteile verursacht. Dagegen war die Ausbeute an Gesamtstärken und wasserlöslicher Fraktion unabhängig von der Art der Vollkornmehlherstellung.

3.3.3. Einfluß des Weizentypes auf die Ausbeuten der verschiedenen Mehlbestandteile

Bei diesen Studien wurde die harte Weizensorte Busard (B) mit der weichen Weizensorte Apollo (A) verglichen. Da die Fraktionierung von Weizenvollkornmehl beim Einsatz von Walzenmühlen wesentlich exakter vorgenommen werden konnte, wurde dieses Mahlverfahren bei dieser Studie eingesetzt. Die Ausbeuten der fünf isolierten Fraktionen (Kleber, Prima- und Sekundastärke, wasserlöslicher Anteil und Schalen) befinden sich in Tabelle 3. Von sämtlichen Fraktionen wurden auch die Proteingehalte ermittelt. Es ist deutlich zu

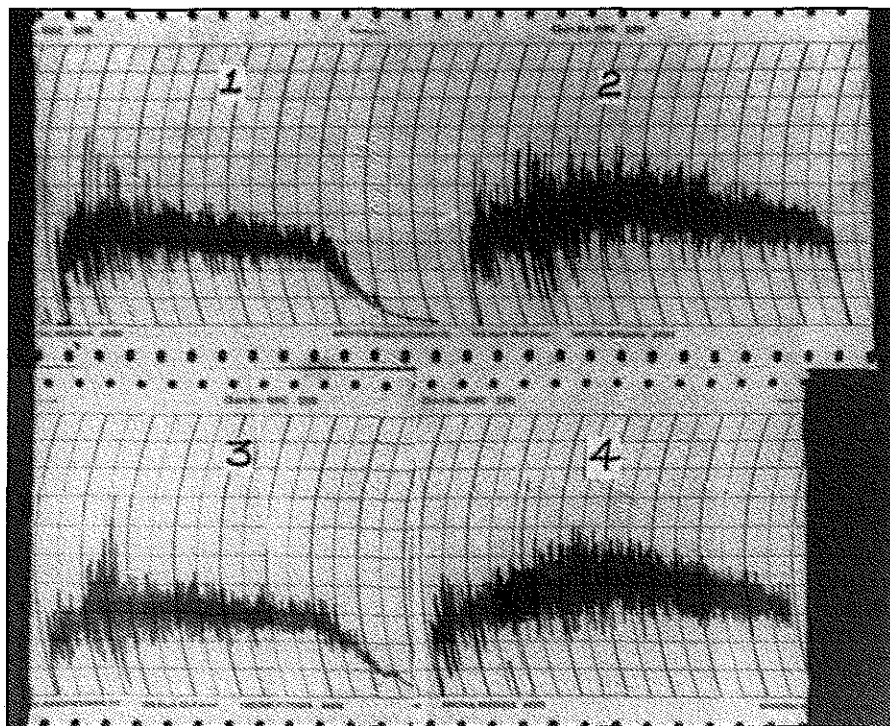


Abbildung 3: Mixogramme des Original- und rekonstituierten Vollkornmehles (1. Originalvollkornmehl Apollo, 2. Originalvollkornmehl Busard, 3. Rekonstituiertes Vollkornmehl Apollo, 4. Rekonstituiertes Vollkornmehl Busard)

sehen, daß die wasserlöslichen Anteile und Schalenanteile nur wenig zwischen den beiden Sorten variieren. Die Proteingehalte des ausgewaschenen Klebers lagen bei beiden Sorten deutlich über 80 %, und somit war die Trennung sehr exakt. Die Glutenausbeute war jedoch bei der Sorte Bussard (9,48 %) wesentlich höher als bei der Sorte Apollo (7,22 %). Infolgedessen hatte auch die Sorte Bussard einen niedrigeren Stärkegehalt (57,31 %) als die Sorte Apollo (58,82 %). Insgesamt ist noch festzustellen, daß die Proteingehalte der fünf verschiedenen Fraktionen, in Abhängigkeit von den beiden Sorten, nur wenig variierten.

4. Rekonstitutionsversuche

Um die Effektivität der Fraktionierung zu überprüfen, wurden die fünf isolierten Fraktionen von den beiden Weizenvollkornmehlen in ihren entsprechenden Anteilen rekonstituiert, um auf diese Weise einen Vergleich mit dem jeweiligen Original-Weizenvollkornmehl durchführen zu können. Die gemahlten und kühl gelagerten isolierten Fraktionen wurden gemischt und auf einen Feuchtigkeitsgehalt gebracht, so daß die Teige aus dem rekonstituierten Vollkornmehl die gleichen Wassergehalte aufwies wie aus dem Originalvollkornmehl. Die rekonstituierten Vollkornmehle von den zwei Sorten wurden mit den jeweiligen Originalvollkornmehlen im Mixograph verglichen. Außerdem wurden Chapati gebacken (Tab. 4). Die Mixogrammkurven sind vergleichend in Abbildung 3 gegenüber gestellt. Hier ergibt sich eine recht gute Übereinstimmung zwischen dem Originalvollkornmehl und dem rekonstituierten Vollkornmehl der jeweiligen Weizensorte. Die Wirksamkeit des Fraktionierungs- und Rekonstitutions-Verfahrens wird außerdem noch durch den Vergleich bestimmter Funktionen des rekonstituierten Vollkornmehles mit dem Originalvollkornmehl im Chapati-Backversuch verglichen. Die Chapatis vom Original- und rekonstituierten Weizenvollkornmehl der Sorte Apollo hatten eine Gesamtqualitätszahl von 70 bzw. 69 Punkten. Die beiden Vollkornmehle der Sorte Bussard ergaben ebenfalls nahezu iden-

tische Qualitätszahlen von 91 (Originalvollkornmehl) und 86 (rekonstituiertes Weizenvollkornmehl). Gleiche Ergebnisse ergaben sich auch für die Schneidkraft, gemessen mit der Zwick-Universal-Maschine. Die Gesamtergebnisse in Tabelle 4 und Abbildung 3 beweisen eindeutig, daß das angewandte Fraktionierungsverfahren aufgrund der Ergebnisse der rekonstituierten Vollkornmehle für Studien über die Wirksamkeit bestimmter Weizenmehlkomponenten sehr gut geeignet ist. Es wurde bewiesen, daß durch die Fraktionierung die verschiedenen Weizenbestandteile in ihrer Funktionalität nicht verändert wurden.

5. Zusammenfassung

Für eine Fraktionierung und Rekonstitution sind Weizenvollkornmehle, die mit Walzenstühlen hergestellt werden, besser geeignet als Weizenvollkornmehle, die mit Hammermühlen zerkleinert werden. Insbesondere lassen sich aus den Vollkornmehlen von Walzenstühlen die Schalenbestandteile besser vom ausgewaschenen Kleber abtrennen. Das beschriebene Verfahren ist sowohl für Weizenvollkornmehle aus hartem Weizen als auch aus weichem Weizen einsetzbar. Durch teigrheologische Studien und sensorische Bewertung von Chapati wurde eindeutig bewiesen, daß bei dem angewandten Fraktionierungsverfahren die fünf isolierten Fraktionen in ihrer Funktionalität nicht beeinträchtigt wurden. Die rekonstituierten Weizenvollkornmehle ergaben das gleiche Backergebnis wie die Original-Weizenvollkornmehle.

Danksagung

Der Autor Alok K. Srivastava dankt dem Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) für die finanzielle Unterstützung bei der Durchführung dieser Forschungsarbeit.

Literatur

1. Bechtel, W.G., und D.F. Meisner: Staling studies of bread made with flour fractions. I. Fractionation of flour and preparation of bread.- *Cereal Chemistry* 31 (1954) 3, S. 163-170

2. Finney, K.F.: Fractionating and reconstituting techniques as tools in wheat flour research.- *Cereal Chemistry* 20 (1943) 3, S. 381-396
3. Hampel, G.: Die exakte Bestimmung der Stärke bei Schädigung und des Totmahls durch die Amylosezahl.- *Getreide und Mehl* 2 (1952) 2, S. 16-19
4. International Association for Cereal Chemistry/IACC (Hrsg.): *Standard Methods*.- Wien: 1980
5. MacRitchie, F.: Differences in baking quality between wheat flours.- *Journal of Food Technology* 13 (1978) S. 187 ff
6. MacRitchie, F.: Studies of the methodology for fractionation and reconstitution of wheat flours.- *Journal of Cereal Science* 3 (1985) S. 221-230
7. MacRitchie, F.: Identifying the baking quality related components of wheat flours.- *Cereal Foods World* 34 (1989) 7, S. 548-552
8. Mattern, P.J., und R.M. Sandstedt: The influence of the water-soluble constituents of wheat flour on its mixing and baking characteristics.- *Cereal Chemistry* 34 (1957) 4, S. 252-267
9. Rao, P. H., K. Leelavathi und S.R. Shurpalekar: Test baking of Chapati - development of a method.- *Cereal Chemistry* 6 (1986) 4, S. 297-303
10. Rao, P. H., und A.K. Srivastava: Global prospects for traditional baked products. Proceedings. IV International Food Convention. Association of Food Scientists and Technologists (India), Mysore
11. Shogren, M.D., K.F. Finney und R.C. Hosney: Functional (breadmaking) and biochemical properties of wheat flour components. I. Solubilizing gluten and flour protein.- *Cereal Chemistry* 46 (1969) 2, S. 93-102
12. Sidhu, J.S., W. Seibel und J.-M. Brümmer: Measurement of chapati texture using zwick universal testing machine.- *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 21 (1988) 3, S. 147-152
13. Yamazaki, W.T.: The concentration of a factor in soft wheat flours affecting cookie quality.- *Cereal Chemistry* 32 (1955) 1, S. 26-37
14. Zwingelberg, H., W. Seibel und H. Stephan: Vollkornmehle aus Weizen und Roggen - Zusammenhänge zwischen Vermahlung, Korngrößenverteilung und Backergebnis.- *Getreide Mehl und Brot* 39 (1985) 1, S. 3-12

Anschriften der Verfasser:

Dr. A. K. Srivastava und Dr. P. Haridas Rao,
Flour Milling, Baking & Confectionery
Technology Department, Central Food
Technological Research Institute,
Mysore - 570013 (Indien) und

Dr. W. Seibel und Dr. J.-M.-Brümmer,
Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel-
und Fettforschung,
Schützenberg 12,
32756 Detmold