



# Backqualität von Getreide

## Neue Parameter zur Charakterisierung der Backqualität von Weizen

Studie zum aktuellen Wissensstand in deutschen Untersuchungseinrichtungen und in der Literatur

Arbeitspaket IV (Laufzeit: 01 – 12/2016)

**Impressum**

Herausgeber: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft  
Naumburger Str. 98, 07743 Jena  
Tel.: 0361 574041-0, Fax: 0361 574041-390  
Mail: pressestelle@tll.thueringen.de

**Bearbeiter:** Elke Herzog  
Prof. Dr. Friedrich Schöne  
Christian Guddat

März 2017

**Copyright:**

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen und der foto-mechanischen Wiedergabe sind dem Herausgeber vorbehalten.

## **1. Einleitung und Zielstellung**

Winterweizen nimmt in Deutschland mit gut 3 Mio. ha Anbaufläche eine herausragende Rolle ein (Rentel, 2016). Weizen ist zur Hälfte an der Getreideerzeugung von jährlich 40 bis 50 Mio. t beteiligt und damit die wichtigste Getreideart in Deutschland (BMELF, 2014).

Getreideerzeugnisse in den Mühlen, v. a. Mehle, basieren zu mehr als 4/5 auf Weizen. Im Wirtschaftsjahr 2014/15 betrug der kg pro Kopf Verbrauch an Brot- bzw. Backwaren 80,6 (Verband Deutscher Mühlen 2016). Die besondere Wertigkeit des Weizens für die Verwendung in Brot und Feinen Backwaren (besonders Kuchen und Torten) beruht auf dem hohen Gehalt an Klebereiweiß (Gluten).

Entsprechend der Bedeutung des Weizens ist das Engagement in der Weizenzüchtung groß. Die neuen Weizensorten erfordern jedoch eine angepasste Qualitätsbeurteilung und können mit bisherigen Verfahren nicht mehr vollumfänglich bewertet werden (Münzing, 2015). Ebenfalls rückt die zur Änderung anstehende Düngeverordnung die Weizenqualität aktuell ins Interesse. Hier steht die Frage, inwieweit eine künftig begrenzte N-Düngung zulasten des Gehaltes bzw. der Qualität des Weizenproteins geht und welche Auswirkungen auf die Backqualität bestehen.

Ziel der vorliegenden Literaturstudie ist es, ausgehend von der Bewertung des Weizens am Markt und der Schilderung der Grundlagen der Backqualität, die etablierten Untersuchungsmethoden zu beschreiben und auf neu zu erarbeitende Analysen hinzuweisen. Vorzüge und auch Nachteile der Methoden im Hinblick auf den Untersuchungsgegenstand, die Charakterisierung der Weizenproben, sind zu erfassen. Zu prüfen ist aber auch der jeweilige Laboraufwand.

## **2. Stand der Bewertung von Weizen am Markt**

Die auf dem deutschen Markt gehandelten Weizensorten werden nach festgelegten Mindeststandards in die Qualitätsgruppen E, A, B und C eingeteilt. Weizensorten, die eine besondere Eignung für die Flachwaffel- und Hartkeksherstellung aufweisen, werden mit dem Index „K“ an der Qualitätsgruppe gekennzeichnet. Auszüge der Anforderungen an die Backqualitätsparameter der einzelnen Qualitätsgruppen sind in Tabelle 1 dargestellt. Zur Orientierung, welchen absoluten Werten die angeführten

Ausprägungsstufen in etwa entsprechen, wird in Tabellenspalte 2 die Von-Bis-Spanne der langjährigen Mittelwerte der Ausprägungsstufe 5 = mittel, für die Qualitätsbezugssorten gezeigt.

Tabelle 1: Anforderungen für die Zuordnung der Winterweichweizensorten zu den Backqualitätsgruppen, angegeben in Ausprägungsstufen (APS); Qualität C ist ohne besondere Anforderungen (Auszug, Bundessortenamt 2016)

Qualitätsgruppe	APS 5 (mittel)	Eliteweizen	Qualitätsweizen	Brotweizen
<b>Eigenschaft</b>				
Fallzahl	242-271 s	min. 6	min. 5	min. 4
Rohproteingehalt	12,7-13,0 %	min. 6	min. 4	min. 2
Sedimentationswert	31-37 ml	min. 7	min. 5	min. 3
Mehlausbeute(T550)	74,0-75,9 %	min. 5	min. 5	min. 4
Wasseraufnahme	57,7-59,2 %	min. 4	min. 3	min. 2
Volumenausbeute (RMT)	589-617 ml	min. 8	min. 6	min. 4

RMT – Rapid-Mix-Test

Der Backweizen mit den höchsten Qualitätsanforderungen besonders im Proteingehalt, ist ein Weizen der Gruppe E (Eliteweizen). Als A-Weizen (Qualitäts- oder Aufmischweizen) bezeichnet man Sorten mit hohen Eiweißgehalten und -qualitäten, die in Mischungen Defizite anderer Sorten ausgleichen können. Brotweizensorten der Gruppe B sind im Allgemeinen gut für die Gebäckherstellung geeignet. Hier liegen entsprechend den Anforderungen der Bäckerei die Protein- und Sedimentationswerte im mittleren Bereich.

Die Einteilung in die Qualitätsgruppen und die Bezahlung des Weizens am Markt bestimmt der Proteingehalt. Diese Hauptausrichtung am Proteingehalt gibt jedoch, wie im Folgenden näher ausgeführt wird, nur bedingt Auskunft zur Backqualität.

### 3. Grundlagen der Backqualität

Die Backqualität von Weizen repräsentiert einen Eigenschaftskomplex mit Unterschieden in der Differenzierung bzw. Schwerpunktsetzung in den verschiedenen Ländern. Jedoch sind überall die Hauptkriterien gleich: Proteingehalt, Proteinqualität (Sedimentationswert) und Stärkebeschaffenheit (Fallzahl).

Der Aufbau eines Weizenkorns stimmt im Wesentlichen mit dem der anderen Getreidearten überein. Die für die Backqualität des Getreidekorns wichtigen Bestandteile werden durch das Endosperm, auch Mehlkörper, repräsentiert. Das Endosperm eines Weizenkornes besteht hauptsächlich aus Stärke, enthält aber auch 10-19 % Protein (Abb. 1).

Die Proteine lassen sich in Abhängigkeit von der Löslichkeit in verschiedene Fraktionen trennen. Bereits Osborn hat 1907 die Proteine so schrittweise aus dem Mehl extrahiert (Tab. 2).

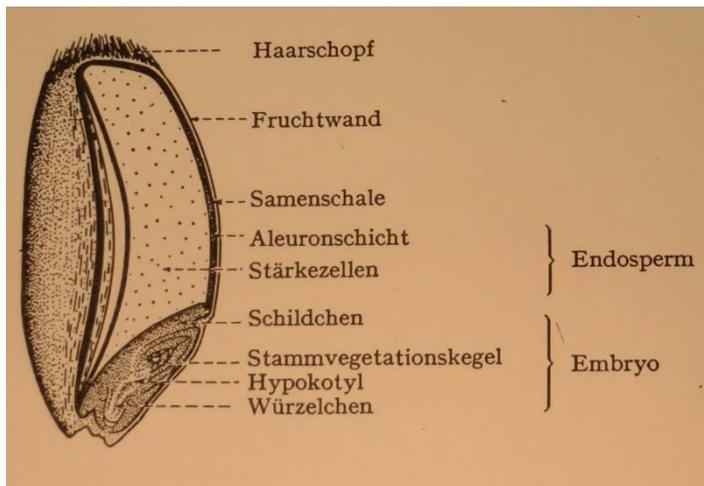


Abbildung 1: Längsschnitt durch ein Weizenkorn (Gassner, 1989)

Tabelle 2: Proteintrennung nach Löslichkeit und Aufteilung des Gesamtproteins auf Struktur- und Speicherproteine (Osborne, 1907)

Albumine	Löslich in Wasser	ca. 20 % Strukturproteine
Globuline	Löslich in schwacher Salzlösung	
Gliadine	Löslich in 70%igem Ethanol	ca. 80 % Speicherproteine (Klebereiweiß)
Glutenine	Unlöslich in Ethanol (lösl. In verdünnten Laugen und Säuren)	

Das wasserunlösliche Klebereiweiß, auch Gluten, nimmt mit 80% den Hauptanteil am Gesamteiweißgehalt ein. Es enthält die beiden Proteinfractionen Gliadin (Molekulargewicht <100.000), mit mehr viskosen Eigenschaften, und Glutenin (Molekulargewicht >100.000), das mehr elastisch ist (Klingler, 1995), in etwa gleich großen Anteilen. Klebereiweiß ist backtechnisch entscheidend, quillt es doch unter der fermentativen Kohlendioxidstehung bei der Teigbereitung auf und sorgt für einen elastisch-viskosen Teig. Durch das Kneten vernetzen sich Gliadin und Glutenin miteinander und es bildet sich das Klebergerüst, die Voraussetzung für eine dreidimensionale Teignetzstruktur und charakteristische Porung nach dem Backen. Je höher dieser Kleberanteil, umso voluminöser wird das Gebäck.

Der Klebergehalt und die Kleberqualität sind zum großen Teil genetisch festgelegt und werden u. a. durch Düngung und klimatische Bedingungen modifiziert. Für die Weizenqualitäts-einstufung ist neben der Analyse des Gesamteiweißgehaltes, der Klebergehalt und die Kleberqualität entscheidend.

Die Fähigkeit Wasser zu binden und die Verkleisterungsfähigkeit der Stärke bestimmen ebenfalls die backtechnischen Eigenschaften von Getreide.

Stärke besteht zu 17 - 28 % aus Amylose und 72 - 83 % aus hochverzweigten Amylopektinmolekülen (Klingler, 1995). Die Enzyme  $\alpha$ - und  $\beta$ -Amylase, neben dem Keim vorwiegend in den enzymreichen Randschichten des Kornes lokalisiert, können die Stärke in Maltose und weitere Zuckerverbindungen spalten. In der Natur, unter den Bedingungen des trockenen Kornes und im Mehl, laufen die enzymatischen Vorgänge sehr langsam ab. Im Teig, also unter Wasserzugabe zum Mehl, erhöht sich die Enzymaktivität. Die entstehenden Zucker dienen den Hefen und weiteren Mikroorganismen als Substrat für die Bildung von Milchsäure, Aldehyden und Estern als Geschmacksgeber und von Kohlendioxid als Konsistenzgeber des Teiges bis zu den fertigen Backwaren. Häufig wird eine dunklere Krume von Broten durch Malzzusätze erreicht. Hier reagieren die Zucker aus der durch Keimung aufgeschlos-

senen Stärke mit bestimmten Aminosäuren, z.B. Lysin, zu den farbgebenden Röstprodukten (Maillard-Reaktion).

#### 4. Labormethoden zur Beschreibung der Backqualität im Rahmen der Thüringer Landessortenversuche

Zur Beschreibung der für die Backqualität relevanten Eigenschaften im Rahmen der Landessortenversuche werden in Thüringen die Parameter Proteingehalt, Fallzahl und Sedimentationswert genutzt. Darüber hinaus wird die Fallzahlstabilität als Merkmal der Qualitätssicherheit beurteilt. Die Untersuchungen sind in der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) etabliert.

Die Analyse des **Proteingehaltes** erfolgt nasschemisch über die Bestimmung des Stickstoffgehaltes mittels Kjeldahl-Destillation. Der ermittelte Stickstoffgehalt wird mit dem Eiweißfaktor von 5,7 multipliziert (dieser gilt für Weizen, Weizenmehl, Grieß und Dunst im Lebensmittelbereich) und ergibt so den Eiweißgehalt. Die TLL setzt zur Untersuchung von Weizen vielfach die Nahinfrarot-Reflektions-Spektroskopie (NIRS) mittels NIR-System 5000 der Firma Foss, Hamburg ein. Es handelt sich dabei um eine häufig eingesetzte Schnellmethode zur Bestimmung des Proteingehaltes. Die Kalibrierung erfolgt auf der Grundlage nasschemischer Analyseergebnisse. Die Qualitätssicherung wird über die Teilnahme an Enqueten des Detmolder Institutes für Getreide- und Fettanalytik (DiGeFa) GmbH gewährleistet.

Die Bestimmung der **Fallzahl** (AGF 2016, ICC-Standard 107) ist ein Maß zur Bestimmung der Amylaseaktivität im Getreideschrot bzw. -mehl. In der TLL kommt das Fallzahlgerät Falling Number 1900 der Firma Perten Instruments, Hamburg zum Einsatz (Abb. 2).



Abbildung 2: Fallzahlgerät Falling Number 1900 der Firma Perten Instruments mit Viskometerröhrchen und Viskometer (Foto: Herzog, 2016)

Zur Analyse wird Getreideschrot mit destilliertem Wasser versetzt und kräftig geschüttelt. Mit Zugabe des Wassers zum Mehl beginnt die Verkleisterung der Stärke. Im Viskometer Röhrchen, versehen mit einem Rührstab, gelangt die Probe ins kochende Wasserbad des Fallzahlgerätes. Der Rührstab ist gleichzeitig als Viskometer konzipiert und wird nach einer Rührzeit von 60 Sekunden hochgezogen. Unter Wirkung der Enzyme verflüssigt sich mehr

oder weniger die Wasser-Mehl-Suspension und das Viskometer sinkt schneller oder langsamer nach unten. Erreicht das Viskometer einen unteren Messpunkt wird die Zeit in Sekunden erfasst. Diese ergibt zuzüglich der Rührzeit von 60 s die Fallzahl.

Die Fallzahl ist eine wichtige, zuverlässige, weit verbreitete Schnellmethode zur Analytik der Stärkebeschaffenheit. Sie zeigt beispielsweise an, ob eine Partie durch Auswuchs geschädigt ist. Niedrige Fallzahlen weisen auf eine hohe Enzymaktivität hin, sehr hohe auf eine niedrige.

Der **Sedimentationstest** nach Zeleny (AGF, 2016) misst über die Quellfähigkeit des Kleberproteins die Klebermenge und die Kleberqualität. Weizenmehl wird zunächst mit einer farbstoff- und dann mit einer milchsäurehaltigen Lösung unter ständiger, mechanischer Bewegung gemischt. Dabei quellen die Kleberteilchen auf und bilden das Sediment. Die Höhe des Sedimentes im Messzylinder wird nach einer bestimmten Zeiteinheit abgelesen und das Volumen in ml erfasst (Abb. 3). Hoher Klebergehalt und hohe Kleberqualität bedingen eine langsame Sedimentation mit hohen Sedimentationswerten.



Abbildung 3: Das Volumen des Sedimentes in ml ist der Sedimentationswert (Foto: Herzog, 2011)

Der Sedimentationstest ist ein schnell und einfach durchzuführendes Verfahren zur orientierenden Bestimmung der Backfähigkeit.

Aussagen zur **Fallzahlstabilität** einer Weizensorte erfolgen nach den Ergebnissen von Anbaustandorten mit ungünstigen Bedingungen, wie Regen, hohe Luftfeuchte und Lagergetreide zu verzeichnen waren. Aus dem Vergleich mit Ergebnissen anderer Standorte, erfolgt eine Einteilung in hoch, mittel und gering. Über eine hohe Fallzahlstabilität verfügt ein Weizen, wenn er auch unter ungünstigen Bedingungen eine gute Fallzahl erreicht und behält, die eine Verarbeitung als Brotgetreide ermöglicht (Schachschneider und Heinze 2010).

Diese Aussagen können alternativ auch über die Methode „Fallzahlstabilität unter Laborbedingungen“ erreicht werden. In der Methode erfolgt die Bestimmung der Fallzahl einer unbehandelten Weizenprobe im Vergleich zu der gleichen Probe nach 24 h Befeuchtung unter definierten Bedingungen und anschließender schonender Trocknung. Die Labormethode findet im Rahmen der Landessortenversuche (LSV) und in der Beschreibenden Sortenliste keine Anwendung.

## 5. Laboruntersuchungen zur Backqualität in den Bundesländern im Vergleich

Die Tabelle 3 zeigt, dass Proteingehalt, Fallzahl, Fallzahlstabilität und Sedimentationswert übliche Parameter der Qualitätsbeschreibung für Weizen in den LSV sind.

Tabelle 3: Beschreibung der Backqualität im Rahmen der Landessortenversuche (LSV) in den Bundesländern

Bundesland	Protein- gehalt	Fallzahl	Fallzahl- Stabilität	Sedimen- tations- wert	Feucht- kleber	Weiterführende Qualitäts- untersuchungen
Thüringen	x	x	x	x		
Sachsen	x	x	x	x		
Sachsen-Anhalt	x	x	x	x		
Schleswig-Holstein	x	x		x	x	
Nordrhein-Westfalen	x	x	x	x		
Mecklenburg Vorpom.	x	x	x			
Bayern	x	x		x		x
Niedersachsen	x	x	x	x		x
Baden-Württemberg	x	x	x	x		x
Brandenburg	x	x	x			
Rheinland-Pfalz/Saarland	x	x	x	x		
Hessen	x	x		x		

Der Parameter Feuchtkleber zur Bewertung der Weizensorten wird in Schleswig-Holstein im Rahmen der LSV genutzt. Aktuell gelten der Feuchtkleber und das Rohprotein auch als entscheidende Qualitätsparameter für ökologische Backweizensorten.

Der **Feuchtkleber** ist der Teil des Eiweißes, der sich aus dem Weizenteig durch Auswaschen der Stärke und der Strukturproteine (Tab. 2) mit einer Kochsalzlösung isolieren lässt. Zur Bestimmung werden 10 g Mehl mit 5,5 ml einer 2%igen Kochsalzlösung versetzt und zu einem Teig verarbeitet. Im Anschluss erfolgt die Auswaschung der Stärke und der Strukturproteine mit Kochsalzlösung. Der Feuchtkleber besteht aus ca. 2/3 Feuchtigkeit und 1/3 Kleberproteinen (Glutenin und Gliadin).

Neben der Handauswaschung (AGF, 2016, ICC-Standard Nr. 106/2), als einfachster Methode der Kleberbestimmung, gibt es die halbautomatische Methode unter Verwendung einer Kleberauswaschmaschine und die vollautomatische Methode mittels Glutomatic-Gerät (AGF, 2016, ICC-Standard Nr. 137/1). Die letztgenannte Methode weist die höchste Reproduzierbarkeit der Ergebnisse auf. Zur Berechnung wird der Feuchtkleber gewogen und sein Gewicht ins Verhältnis zu 10 g Mehl-Einwaage gesetzt.

In Ergänzung zum Feuchtklebergehalt ist der Gluten-Index ein Maß der Gluteneigenschaften. Er zeigt an, ob das Gluten schwach, normal oder stark ist (AGF, 2016, ICC-Standard Nr. 155). Hierbei wird der Feuchtkleber mittels Zentrifuge durch ein Metallsieb gepresst. Das Gesamtgewicht des Glutens entspricht dem Glutengehalt. Der Prozentsatz des Feuchtglutens, welcher nach dem Zentrifugieren auf dem Sieb verbleibt, wird als der Gluten-Index definiert. Ist das Gluten sehr schwach und die gesamte Masse geht durch das Sieb, dann ist der Gluten-Index 0. Wenn kein Gluten durch das Sieb gelang, dann ist der Index 100.

## 6. Labormethoden des Bundessortenamtes zur Beschreibung der Werteigenschaften der neuen Winterweichweizensorten

Mit den Merkmalen Fallzahl, Rohproteingehalt und Sedimentationswert werden Analysen genutzt, die auch in den LSV Aussagen zu Backeigenschaften ermöglichen. Aussagen zur Fallzahlstabilität erfolgen wie unter 4 beschrieben durch Ableitung. Aus dem Pool der Fallzahlergebnisse einer Sorte an verschiedenen Standorten über mehrere Jahre werden Rückschlüsse auf die Qualitätssicherheit gezogen.

Das Bundessortenamt (BSA) verwendet zur Beschreibung der Werteigenschaften der neuen Winterweichweizensorten sowie in der Beschreibenden Sortenliste zusätzliche Parameter (Tab. 4). Die müllereitechnischen Parameter wie Griffigkeit, Mineralstoffwertzahl und Mehlausbeute (Typ 550) werden hier nicht erläutert. Die umfangreichen Daten der Beschreibenden Sortenliste sollen dem Landwirt eine gezielte Sortenwahl, entsprechend den Absatzmöglichkeiten und Absatzzielen ermöglichen.

Tabelle 4: Auszug aus der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes für Winterweichweizensorten 2016 – Erklärung Ausprägungsstufen siehe Tab. 1

Sorten- bezeichnung	Qualität												
	Fallzahl	Fallzahlstabilität	Rohproteingehalt	Sedimentationswert	Griffigkeit	Wasseraufnahme	Mineralstoffwertzahl	Mehlausbeute T 550	Volumenausbeute	Elastizität des Teiges		Oberflächenbeschaffenheit des Teiges	Qualitätsgruppe
										überwiegende Eigenschaft	erkennbare Tendenz		
<b>Winterweichweizen (<i>Triticum aestivum</i> L.)</b>													
<b>Mit Voraussetzung des landeskulturellen Wertes in Deutschland zugelassen</b>													
Adler	7	o	9	9	6	5	3	7	9	3	-	3	E
Akratos	6	+	4	6	6	6	4	7	6	3	-	3	A
Akteur	8	+	8	9	6	4	4	7	8	3	-	3	E

Die Wasseraufnahme und Volumenausbeute sind rheologische Parameter. Der Teig wird unter standardisierten Bedingungen einer mechanischen Beanspruchung ausgesetzt. Aus den Messwerten wird ein Kraft-Zeit-Diagramm aufgezeichnet (Seibel 2005). Hier kommen zum Beispiel die Messungen mittels Farinograph und Extensograph zum Einsatz.

Der **Farinograph** (AGF, 2016, ICC-Standard Nr. 115/1) misst das Verhalten des Mehles bei der Teigbildung und registriert den Widerstand eines Teiges während des Knetens als Drehmoment, seine Entwicklung und seine Erweichung. Die maximale Konsistenz des Teiges wird durch die Änderung der zugegebenen Wassermenge auf einen festgelegten Wert von 500 Farinograph-Einheiten (FE) eingestellt. Damit ermöglicht die Methode Angaben zur **Wasseraufnahme** des Teiges und weitere Aussagen zur Teigausbeute, Teigentwicklungszeit, Stabilität, Teigerweichung und der Qualitätszahl (Abbildung 4). Die Information zum Parameter Wasseraufnahme des Teiges wird unter anderem zur Teigvorbereitung im Backversuch benötigt.

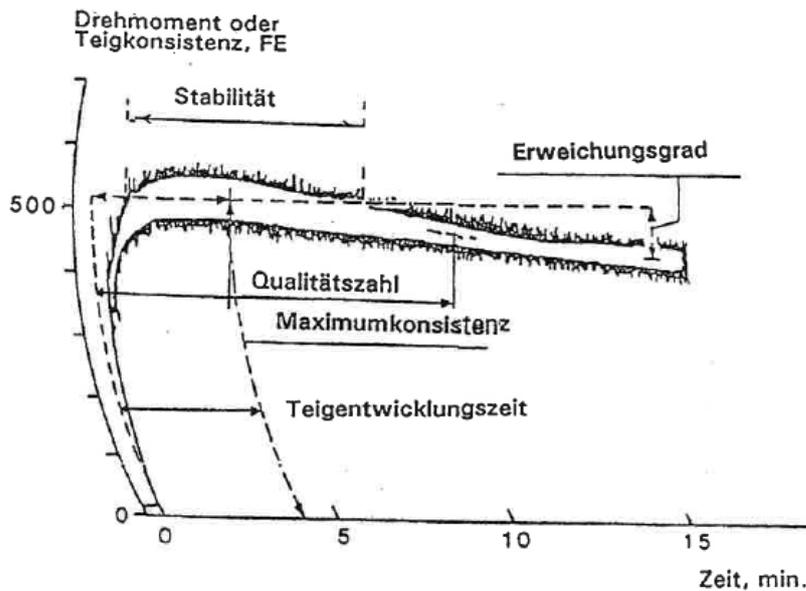


Abbildung 4: Typisches Farinogramm und die üblichen Auswertungsmerkmale (AGF, 2016)

Der Parameter **Volumenausbeute mittels Rapid-Mix-Test (RMT)** wird im Backversuch bestimmt. Dieser gibt als direkte Bestimmung der Backeigenschaft Aufschluss über technologische Eigenschaften des Teiges. In Abhängigkeit von der Gebäckart, Teigführung etc. sind mehr als zehn Methoden in den Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot der Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung (AGF) e.V. Detmold (2016) aufgeführt.

Der hier dargestellte RMT für Weizenmehl der Type 550 ist ein standardisierter Brötchen-Backversuch, welcher unter anderem in der Sortenbewertung des BSA und in der Besonderen Erntermittlung Anwendung findet.

Zur Teigvorbereitung wird mittels Farinograph die Wasseraufnahme bestimmt, um eine Teigkonsistenz von 500 FE zu erreichen. Enzymarme Mehle (Fallzahl < 250 s) werden durch den Zusatz von Malzmehl auf Fallzahlen von etwa 250 s + 25 s eingestellt. Mit der Zugabe von definierten Mengen an Hefe, Salz, Zucker und Fett ist die Vorbereitung des Teiges abgeschlossen. Beim Brötchen-Backversuch werden 30 Teiglinge maschinell geteilt, rund und lang geformt und nach festgelegter Endgärung zu Brötchen gebacken. Ein bis zwei Stunden nach dem Backen erfolgt die Bestimmung des Gesamtvolumens der Gebäckstücke in  $\text{cm}^3$ .

Die Einstufung des Backverhaltens orientiert sich in erster Linie an der Volumenausbeute. Insgesamt liefert der Backversuch noch weitere Ergebnisse z. B. zum Teig (Teigbeschaffenheit, Teiggewicht) und zur Backware (Gebäckausbeute, Ausback- und Auskühlverluste, Sensorik u. a. m.) (AGF, 2016). Der Test ist jedoch keine Schnellmethode und fordert umfangreiche gerätetechnische Voraussetzungen.

## 7. Alternative- bzw. neue Untersuchungsansätze

In der Züchtung der letzten Jahrzehnte ist es parallel zur Steigerung der Erträge wahrscheinlich zu stofflichen Veränderungen im Weizenkorn gekommen. Als Indiz dafür wird auf die geringer werdende Korrelation der Volumenausbeute des RMT mit etablierten Kennzahlen der Backqualität in zahlreichen Publikationen hingewiesen (Köhler, 2016).

Gemeinsam allen Veröffentlichungen ist der Hinweis auf die Notwendigkeit der Weiterentwicklung bzw. Verbesserung der Analysen und auf die Entwicklung von Schnellmethoden (Gabriel, 2015). Alternative Untersuchungsansätze sind im Folgenden aufgeführt.

## 7.1 Backvolumenvorhersage aus Proteingehalt und Proteinqualität

Das Backvolumen wird mittels Regressionsgleichung nach Bolling aus dem Proteingehalt und dem Sedimentationswert, differenziert nach Weizen-Qualitätsgruppen, geschätzt.

Formel für A- und E- Weizensorten:  $\text{Backvolumen} = 420 + (10 \cdot \text{Proteingehalt}) + (3 \cdot \text{Sediwert})$   
und

Formel für B-Weizensorten:  $\text{Backvolumen} = 306 + (17 \cdot \text{Proteingehalt}) + (3 \cdot \text{Sediwert})$

Konnten für alte Weizensorten gute Qualitätsvorhersagen berechnet werden, lässt sich jedoch für moderne Weizensorten (Abb. 5) diese Berechnungsformel (Bestimmtheitsmaß von  $R^2 = 0,385$ ) nicht mehr nutzen (Begemann, 2015).

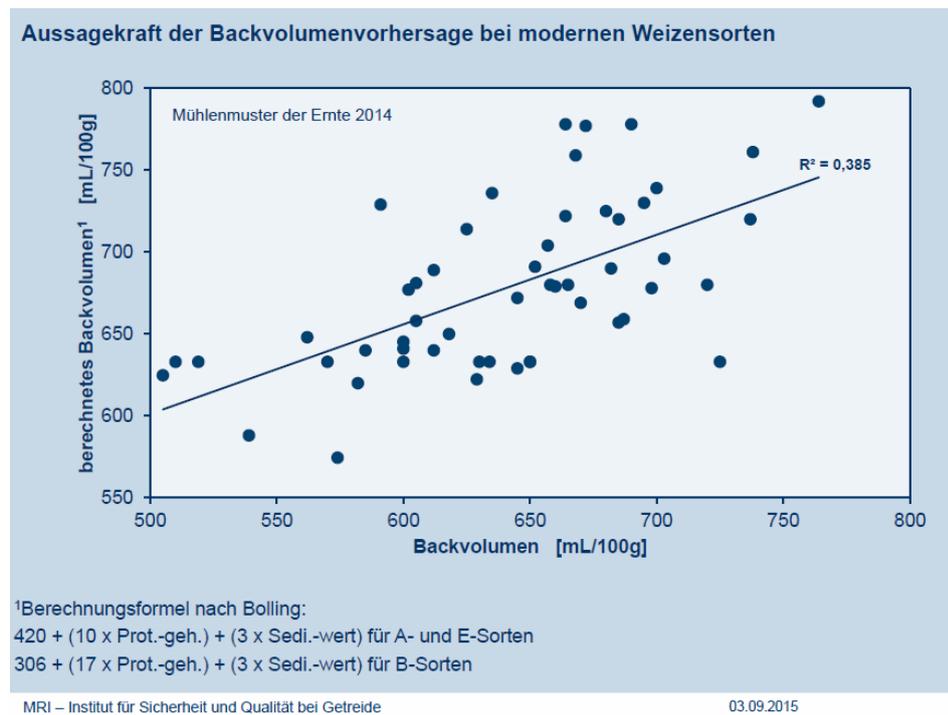


Abbildung 5: Regression zwischen berechnetem Backvolumen und den Ergebnissen des RMT

## 7.2 BackProg

BackProg ist ein Innovationsförderungsprogramm des Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) zu einer verbesserten Vorhersage der Backqualität unter Berücksichtigung der Stickstoffdüngereinsparung bei Winterweizen. Ein dieses Programm vorbereitendes Projekt zur Verbesserung der Backqualitäts-Vorhersage sollte alle Beteiligten der Wertschöpfungskette in die Lage versetzen, nach Backqualität und nicht ausschließlich nach dem Proteingehalt abzurechnen.

Mittelfristiges Ziel des Projekts war die Entwicklung von Schnellmethoden. Im Zeitraum vom 1.10.2011 bis 31.01.2015 bearbeiteten verschiedene Institute das Thema in 3 Teilprojekten deren Ergebnisse zur 27. Getreide-Tagung (2015) in Detmold vorgestellt wurden.

Teil 1 prüfte die NIRS als für die Praxis nutzbaren Schnelltest. An einem umfangreichen Untersuchungsmaterial von über 50 Weizensorten wurde die Backqualität mittels NIRS-

basierter Verfahren im Vergleich mit den Standardverfahren und dem RMT bestimmt. Im Ergebnis zeigen die NIRS Analysen sehr gute Übereinstimmung der Proteingehalte, jedoch weniger gute Reproduzierbarkeit des Backvolumens. Als Fazit sind die NIRS-Analysergebnisse noch nicht zufriedenstellend und für einen Probelauf in der landwirtschaftlichen Praxis ungeeignet (Gabriel, 2015).

Teil 2 wendete die Lab-on-Chip-Kapillargelelektrophorese an, welche als neue Methode zur Bestimmung der qualitativen und quantitativen Proteinzusammensetzung genutzt wird. Im Sinne eines Schnelltests zur Vorhersage der Backqualität sollte geprüft werden, inwieweit eine hinreichend genaue Vorhersage der Volumenausbeute möglich ist. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass im Vergleich zum Rohprotein für keine der quantitativ untersuchten Fraktionen ein besseres Bestimmtheitsmaß zur Volumenausbeute erreicht wurde. Mögliche Ursachen sind die Komplexität des Merkmals Backvolumen und eine mangelnde qualitative Trennleistung und quantitative Reproduzierbarkeit im Bereich der hochmolekularen Glutenine (Hüsken und Arent, 2015).

Im Teil 3 des Projektes wurde eine bereits auf dem US-Markt für die Qualitätsbeschreibung von Hartkeks-Mehlen genutzte Methode getestet. Die backwirksamen Eigenschaften in Winterweizenproben analysierte man mittels der Solvent Retention Capacity (SRC) Methode. Dabei waren die vier genutzten Lösungsmittel Wasser, verdünnte Milchsäure, verdünntes Natriumcarbonat und konzentrierte Saccharose-Lösung. Die Methode basiert auf dem Quellverhalten von Glutenin, Stärke und Pentosanen. Eine Kombination der einzelnen SRC-Tests ergeben SRC-Profile, welche die größte Aussagekraft in Verbindung mit den herkömmlichen Analysemethoden wie Rohprotein und Sedimentationswert hatten. Eine Herausforderung dieser Analysemethoden sehen die Autoren in der Interpretation und der Übertragung der Ergebnisse zur Charakterisierung von Brotgetreide und Kleingebäcken. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen (Begemann und Münzing, 2015).

### 7.3 Projekt des Forschungskreises der Ernährungsindustrie e.V. zur Entwicklung verbesserter Methoden zur Beurteilung der Kleberqualität von Weizenmehlen (Persin, 2013)

Dieses Projekt wurde im Zeitraum von 2010 bis 2013 aufgelegt. Ziel war es, neue, einfache indirekte Prüfmethode zu etablieren die mit dem Backversuch (Volumenausbeute) hoch korreliert sind, so dass die Backqualität anhand dieser Parameter zuverlässig vorhergesagt werden kann. Es wurden die Bestimmung der Menge und Qualität des Weizenklebers, des Gliadin/Glutenin-Verhältnisses und des Gehaltes an Gluteninmakropolymer (GMP) untersucht.

Eine wichtige Erkenntnis war, dass der Mikro-RMT (standardisierte Knetzeit) nicht mit den vorgenannten indirekten Qualitätsparametern korrelierte, während beim Mikro-RMT mit optimierter Knetzeit zum Teil hochsignifikante Beziehungen zwischen dem Brotvolumen und diesen Proteinparametern bestanden.

Des Weiteren sollte eine neue, schnellere Quantifizierungsmethode für die indirekten Qualitätsparameter entwickelt werden. Untersucht wurden die Bestimmung von Gliadin, Glutenin und des GMP mittels Colorimetrie, Elementaranalyse nach DUMAS und ELISA. Die Quantifizierung der Proteinfractionen mittels ELISA war nicht möglich, da bisher keine Antikörper gegen Glutenine am Markt erhältlich sind.

Der GMP-Gehalt konnte mittels DUMAS-Methode quantifiziert werden. Da der Proteinextrakt jedoch vor der Analyse gefriergetrocknet werden musste, eignet sich diese Methode aus Zeitgründen nicht für die Routineanalytik und wurde nicht weiterverfolgt. Weiterhin wurden fünf proteinspezifische Farbstoffe zur Quantifizierung der Weizenproteinfractionen getestet. Mit dem BRADFORD-Assay konnten die Gliadine und Glutenine gut und schnell quantifiziert werden. Es wurden hochsignifikante Korrelationskoeffizienten zu den HPLC-Werten erhalten (GLI:  $r = 0,81$ ; GLUT:  $r = 0,80$ ). Ein Zusammenhang dieser Ergebnisse der Schnellbestim-

mungen mit den Resultaten im Mikrobacktest mit optimierter Knetzeit ist anzunehmen, wurde bisher aber noch nicht validiert.

#### 7.4 Bestimmung einer Qualitätszahl zur Beschreibung der Backqualität

Ziel des auf der DACH-Tagung in Wädenswil (CH) 2016 vorgestellten Projektes war die Entwicklung einer Qualitätszahl auf der Grundlage von Ergebnissen indirekter Messmethoden und den Ergebnissen dreier Backtests, welche die Backqualität verlässlich vorhersagen kann.

Es wurde eine Qualitätszahl definiert die das spezifische Brotvolumen zu 60%, die Wasseraufnahme zu 15 % und die Teigstabilität zu 25 % berücksichtigt. Aus allen Ergebnissen, auf der Basis der Partial Least Squares Regressionsanalyse (PLS) wurden verschiedene Modelle zur Berechnung der Qualitätszahl ermittelt. Die höchste Vorhersagewahrscheinlichkeit für die Qualitätszahl mit 90,7 % brachte das Modell, bei dem 10 indirekte Parameter zum RMT in Beziehung gesetzt wurden. Als geeignetstes Modell wird das Modell auf der Grundlage von nur vier indirekten Parametern angesehen. Eine Einteilung der Qualitätszahl zur Klassifizierung von Weizenmehlen aus der Praxis als gut, mittel oder schlecht steht noch aus, da bisher Erfahrungswerte fehlen (Köhler, 2016).

#### 7.5 „N-Decrease“ Projekt der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BEL)

Der Langtitel dieses Projektes lautet „Die Steigerung der Stickstoffdüngeneffizienz und Abbau der Stickstoffbilanzüberschüsse in der Backweizenerzeugung durch Nutzung neuer spezifischer Sorteneigenschaften (N-Decrease)“.

Die spezifischen Teilaufgaben von „N-Decrease“ sind unter anderem:

- die Anforderungen an den Rohproteingehalt von Brotweizen zu hinterfragen,
- den Rohproteingehalt als ein Hauptbewertungskriterium des Bundessortenamtes für Backweizen infrage zu stellen,
- die Sortenbewertung durch die Aufnahme weiterer Merkmale, wie des GMP-Gehaltes und des Aufmischwertes, zu verbessern,
- Modelle zu angepassten Düngestrategien zu entwickeln,
- das bereits im Vorläuferprojekt (BackProg) entwickelte NIRS-Verfahren zu verbessern (Anonymus, 2016).

### 8. Zusammenfassung

Im Weizen sind der Proteingehalt und die Eigenschaften des gequollenen Proteins, der Enzymgehalt und das Zuckerbildungsvermögen sowie die Verkleisterungseigenschaften der Stärke die wesentlichen Kenngrößen der Backfähigkeit.

Bewährte indirekte Methoden zur Beschreibung der Backqualität sind Bestimmung des Rohproteingehaltes, der Fallzahl und des Sedimentationswertes. Alle drei Methoden sind in der TLL etabliert. Es sind zuverlässige und wichtige Labormethoden, die schnell und relativ einfach durchführbar sind.

Die Qualitätsparameter der Backeigenschaften von Ökoweizen werden aktuell durch die Parameter Rohproteingehalt und Feuchtklebermenge beschrieben.

Umfassende und direkte Aussagen zur Backqualität liefert der Backversuch. Insbesondere die Volumenausbeute geht in die Bewertung von E-, A- und B-Weizen ein. Der „RMT-Brötchen“ ist jedoch eine apparate- und zeitaufwändig Labormethode.

In mehreren Projekten wurde und wird an neuen Methoden zur Charakterisierung der Backeigenschaften und -qualität geforscht. Die Suche nach alternativen Methoden zur besseren und schnelleren Bestimmung der Backeigenschaften ist nicht abgeschlossen. Praxisrelevante neue Methoden liegen noch nicht vor. Deshalb sind die bewährten Methoden nach wie vor unentbehrlich.

### **Literatur:**

Arbeitsgruppe Getreideforschung, AGF (2016): ICC-Standard Nr. 106/2 Feuchtkleber, Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot, 8. Auflage, Schäfer, Detmold, 297-302

AGF (2016): ICC-Standard Nr. 107/1 Fallzahl, Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot, 8. Auflage, Schäfer, Detmold, 303-316

AGF (2016): ICC-Standard Nr. 115/1, Brabender-Farinograph, Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot, 8. Auflage, Schäfer, Detmold, 384

AGF (2016): ICC-Standard Nr. 116/1 Sedimentationstest nach Zeleny, Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot, 8. Auflage, Schäfer, Detmold, 385-388

AGF (2016): ICC-Standard Nr. 137/1 Glutomatik, Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot, 8. Auflage, Schäfer, Detmold, 531

AGF (2016): ICC-Standard Nr. 155, Gluten, Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot, 8. Auflage, Schäfer, Detmold, 633-638

AGF (2016): ICC-Standard Backversuch-Weizenmehl Type 550 (RMT-Brötchen), Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot, 8. Auflage, Schäfer, Detmold, 97-107

Anonymus (2016): Projekt zur Stickstoff-Strategie für den Brotweizenanbau läuft an, Mühle+Mischfutter, 153 (10), 352

Begemann, J. (2015): Umwelt- und qualitätsorientierte Erzeugung und Verarbeitung von Winterweizen, [www.llg.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/15\\_qgt\\_begemann.pdf](http://www.llg.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/15_qgt_begemann.pdf), 02.10.2015

Begemann, J.; Münzing, K. (2015): Charakterisierung backwirksamer Eigenschaften bei Winterweizen mit Hilfe der Solvent Retention Capacity Profile Methode (SRC), [www.agfdt.de/de/veranstaltungen-rueckblick-leser/items/id-27-getreide-tagung-2015.html](http://www.agfdt.de/de/veranstaltungen-rueckblick-leser/items/id-27-getreide-tagung-2015.html), 11.-12.03.2015

BMEL, 2014: Backweizenqualität neu bewerten, Nahinfrarotspektroskopie hilft Stickstoffdünger einzusparen, [www.bmel-forschung.de/fileadmin/SITE\\_MASTER/content/bilder/ForschungsReport/2013\\_1/Backweizenqualitaet.pdf](http://www.bmel-forschung.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/bilder/ForschungsReport/2013_1/Backweizenqualitaet.pdf)

Bundessortenamt (2016): Beschreibende Sortenliste Getreide, Mais, Öl- und Faserpflanzen, Leguminosen, Rüben, Zwischenfrüchte 2016, [www.bundessortenamt.de/internet30/fileadmin/Files/PDF/bsl\\_getreide\\_2016.pdf](http://www.bundessortenamt.de/internet30/fileadmin/Files/PDF/bsl_getreide_2016.pdf), 130-131

Gabriel, D.; Rühl, G.; Pfitzner, C.; Greef, J.M.; Hüskens, A.; Haase, N.; Prüfer, H. (2015): Backqualitätsanalytik, Mühle+Mischfutter, 152 (14), 443

Gabriel, D.; Rühl, G.; Pfitzner, C.; Greef, J.M.; Hüskens, A.; Haase, N.; Prüfer, H. (2015): Stickstoffdüngereinsparung bei Winterweizen durch verbesserte Vorhersage der Backqualität

– Teil 1 NIRS-Kalibration, [www.agfdt.de/de/veranstaltungen-rueckblick-leser/items/id-27-getreide-tagung-2015.html](http://www.agfdt.de/de/veranstaltungen-rueckblick-leser/items/id-27-getreide-tagung-2015.html), 11.-12.03.2015

Gassner, G.; Hohmann, B.; Deutschmann, F. (1989): Mikroskopische Untersuchungen pflanzlicher Lebensmittel, Getreide, Fischer-Verlag Stuttgart, 25

Hüsken, A.; Arent, L. (2015): Stickstoffdüngereinsparung bei Winterweizen durch verbesserte Vorhersage der Backqualität – Teil 2 Lab-on-Chip-Kapillargelelektrophorese, [www.agfdt.de/de/veranstaltungen-rueckblick-leser/items/id-27-getreide-tagung-2015.html](http://www.agfdt.de/de/veranstaltungen-rueckblick-leser/items/id-27-getreide-tagung-2015.html), 11.-12.03.2015

Klingler, R. W. (1995): Grundlagen der Getreidetechnologie, Behr-Verlag, Hamburg, 55-58

Köhler, P. (2016): Neue Ansätze zur Beurteilung der Backfähigkeit, [www.agfdetmold.de/de/veranstaltungen-rueckblick-leser/items/id-2-d-a-ch-tagung-fuer-angewandte-getreidewissenschaften.html](http://www.agfdetmold.de/de/veranstaltungen-rueckblick-leser/items/id-2-d-a-ch-tagung-fuer-angewandte-getreidewissenschaften.html) 29.-30.09.2016

Münzing, K. (2013): DBV-Ackerbautagung: Parameter zur Bestimmung der Qualität von Brotgetreide, Qualitätsparameter für Brotgetreide – Sind die Bestimmungsmethoden noch zeitgemäß? [media.repro-mayr.de/14/573214.pdf](http://media.repro-mayr.de/14/573214.pdf), 20./21.06.2013

Münzing, K. (2015): Maßnahmen zur Förderung der Backqualität bei Weizen und Weizenmehlen mit geringen Proteingehalten, [www.agfdt.de/de/veranstaltungen-rueckblick-leser/items/id-29-detmolder-studentage-2015.html](http://www.agfdt.de/de/veranstaltungen-rueckblick-leser/items/id-29-detmolder-studentage-2015.html), 23. – 25.02.2015

Osborne, T.B. (1907): Carnegic Inst. Washington, Washington D.C., Publ. Nr. 84

Persin, C. (2013): Entwicklung verbesserter Methoden zur Beurteilung der Kleberqualität von Weizenmehlen, [www.hdbi.de/AIF-FV16464N.pdf](http://www.hdbi.de/AIF-FV16464N.pdf)

Rentel, D. (2016): Vorstellung der neuen Winterweichweizensorten 2016, Mühle+Mischfutter, 153 (17), 554-557

Schachschneider, R.; Heinze, M. (2010): Methode zur Bewertung der Fallzahlstabilität von Weizensorten, Mühle+Mischfutter 147 (9), 281-283

Seibel, W. (Hg.) (2005): Warenkunde Getreide, Agrimedia GmbH, Bergen/Dumme, 140)

Verband Deutscher Mühlen (2016): Pressemitteilung; Tag des Brotes: Stabile Mühlenanzahl sichert große Brotvielfalt ([www.muehlen.org](http://www.muehlen.org))