

Ist eine Vorhersage des RMT-Volumens bei Weizen mittels rheologischer Schnellmethode möglich?

Claudia Christophliemke^a, Elisabeth Scirba^a und Madline Schubert^a

In einem Projekt wurde das RMT-Volumen bei Weizen mittels des „RapidWheat+“-Protokolls, einer rheologischen Schnellmethode am Mixolab 2 (Chopin Technologies), bestimmt und die Anwendbarkeit des Modells mit unabhängigen Proben überprüft. Bei dem Modell handelt es sich um eine indirekte Methode zur Vorhersage der Volumenausbeute von Weizen, in der die rheologischen Eigenschaften des Teiges beim Kneten während eines festgelegten Temperaturprofils erfasst und die Volumenausbeuten berechnet werden. Im Vergleich zu dem Rapid-Mix-Test (RMT) ist der zeitliche Aufwand und die notwendige Menge an Probenmaterial geringer. Unter Berücksichtigung der bei der Schnellmethode angegebenen Unsicherheiten ist eine orientierende Einschätzung des zu erwartenden RMT-Volumens möglich, wobei die Methode bei dem ausgewählten Probensortiment zur Überschätzung der zu erwartenden Volumenausbeute neigt.

Ziel des Projektes

Der Rapid-Mix-Test (RMT) ist ein Standard-Backversuch zur Beurteilung der Backqualität von Weizenmehl Type 550 [1]. Die Volumenausbeute ist dabei ein wichtiges Beurteilungsmerkmal zur Bestimmung der Bäckeeigenschaften, neben der Teigbeschaffenheit und der sensorischen Merkmale der Gebäcke, wie Ausbund, Bräunung, Rösche, Poren-

gleichmäßigkeit und Geschmack. Der Backversuch und die jeweilige Auswertung können innerhalb von drei Stunden durchgeführt werden. Für einen Backversuch werden 1000 g Weizenmehl Type 550 (bezogen auf 14% Feuchte) benötigt. Das Weizenmehl muss im Vorfeld entsprechend hergestellt und die Feuchte sowie die Wasseraufnahme mittels Farinograph (ICC-Standard Nr. 115/1) ermittelt werden. Der zeitliche Aufwand, die Menge an Probenmaterial und die notwendige Erfahrung in der Durchführung des Backversuches sind Kriterien, aufgrund derer indirekte Methoden zur Vorhersage des Backverhaltens von großem Interesse sind.

Deshalb war das Ziel des Projektes, die Volumenausbeute von Weizenproben

mittels einer rheologischen Schnellmethode zu bestimmen und mit den Ergebnissen des RMTs und denen der Vorhersagemodelle nach *Bolling* [2] und *Laidig et al.* [3] zu vergleichen. Mit dem ausgewählten „RapidWheat+“-Protokoll am Mixolab 2 (Chopin Technologies) soll es laut Methode möglich sein, mit einer kleinen Menge Weizenschrot die zu erwartende Volumenausbeute vorherzusagen [4]. Diese Methode wurde mit einem unabhängigen Probensortiment auf deren Anwendbarkeit geprüft.

Material und Methoden

Als Probenmaterial (n = 93) wurden unterschiedliche Sorten Winterweichweizen der Ernte 2019 von drei Standorten in Deutschland (Schleswig-Holstein,

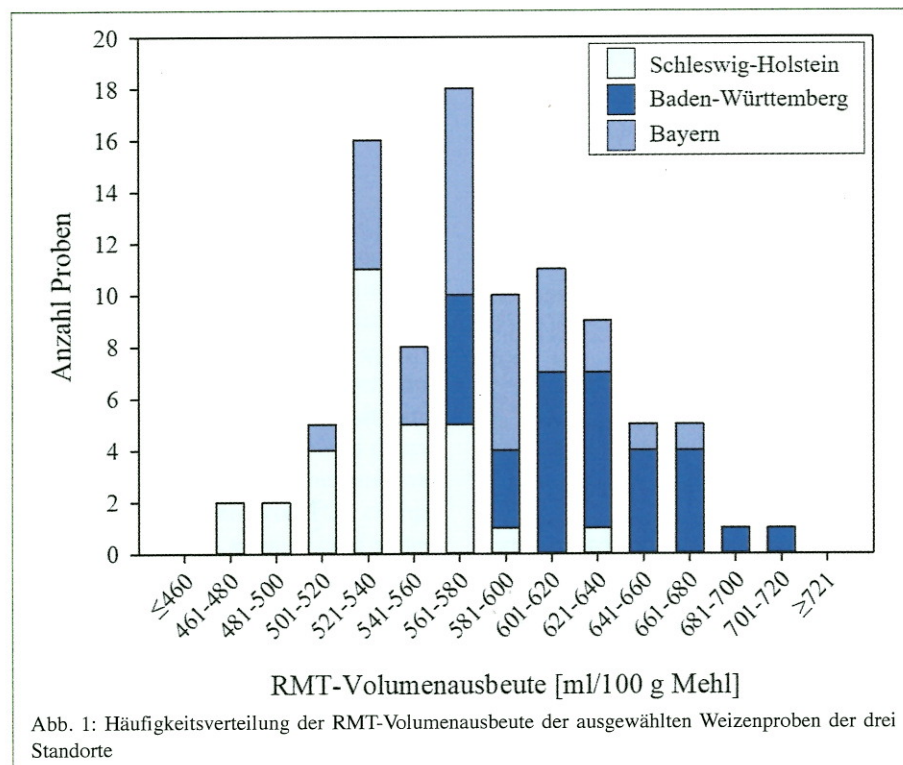


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung der RMT-Volumenausbeute der ausgewählten Weizenproben der drei Standorte

^a Max Rubner-Institut, Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide, Detmold

Baden-Württemberg, Bayern) mit jeweils 31 sortenreinen Proben ausgewählt, die bei der Wertprüfung im Rahmen der Amtshilfe für das Bundesortenamt untersucht wurden. Die Volumenausbeute wurde anhand des RMTs [1] im Vorfeld ermittelt und die Proben wurden so ausgewählt, dass sie sich in der Volumenausbeute deutlich unterscheiden (462 bis 712 ml/100 g Mehl; Mittelwert: 580 ml/100 g Mehl) (Abb. 1).

Die Volumenausbeute wurde am Mixolab 2 mittels einer rheologischen Schnellmethode berechnet. Dafür wurde das „RapidWheat+“-Protokoll (Chopin Technologies) verwendet. Das Probenmaterial bestand aus jeweils 50 g Weizenschrot (bezogen auf 14% Feuchte). Dieses wurde auf einer Labormühle (Laboratory Mill 3100, Perten Instruments) zu Fallzahlschrot mit einer Partikelgröße von 800 μm vermahlen. Es wurde jeweils eine Einfachbestimmung durchgeführt, wobei laut Methode mit einer eingestellten konstanten Wasseraufnahme von 60% gearbeitet wurde, um die zu analysierende Probenmenge zu begrenzen.

Bei der ausgewählten Methode werden die rheologischen Eigenschaften des Teiges beim Kneten während eines festgelegten Temperaturprofils erfasst (Abb. 2).

Das Temperaturprofil ist in drei Stufen eingeteilt. Die Starttemperatur liegt bei 45 °C. Nach drei Minuten wird auf 90 °C aufgeheizt und fünf Minuten gehalten. Anschließend wird die Temperatur auf 50 °C abgesenkt und für zwei Minuten gehalten. Insgesamt dauert die reine Messzeit 20,6 Minuten (Tab. 1).

Tabelle 1: „RapidWheat+“-Protokoll

Knetgeschwindigkeit	180 rpm
Schüttwasser-Temperatur	45 °C
Temperatur 1. Schritt	45 °C
Dauer 1. Schritt	3 min
1. Temperaturgradient (5,6 min)	8 °C/min
Temperatur 2. Schritt	90 °C
Dauer 2. Schritt	5 min
2. Temperaturgradient (5,0 min)	-8 °C/min
Temperatur 3. Schritt	50 °C
Dauer 3. Schritt	2 min
Gesamte Messdauer	20,6 min

Aus den Werten für die Drehmomente und die absorbierte Energie an den charakteristischen Punkten der Messkurve wurde die zu erwartende Volumenausbeute anhand eines mathematischen Modells berechnet. Die berechnete Volumenausbeute kann direkt am Gerät abgelesen werden. Die Methode wird mit einer minimalen Unsicherheit für die

Vorhersage der Volumenausbeute von ± 28 ml/100 g Mehl angegeben. Die mittlere Unsicherheit liegt laut Methode bei ± 70 ml/100 g Mehl und die maximale Unsicherheit bei ± 126 ml/100 g Mehl [4]. Bezogen auf eine Volumenausbeute von 600 ml/100 g Mehl entspricht dies einer prozentualen Abweichung von $\pm 4,7\%$, $11,7\%$ bzw. $21,0\%$.

Um die Ergebnisse im Vergleich zu anderen Vorhersagemodellen einordnen zu können, wurde die Volumenausbeute zusätzlich nach den Modellen von *Bolling* [2] und *Laidig et al.* [3] ermittelt. Bei diesen beiden Modellen wird zwischen den Qualitätsgruppen des Weizens (E, A, B) unterschieden und mithilfe einer Regressionsgleichung, unter Berücksichtigung des Rohproteingehaltes und des Sedimentationswertes, das RMT-Backvolumen vorhergesagt. Für die Qualitätsgruppe C ist eine Berechnung bei beiden Modellen nicht vorgesehen. Im Unterschied dazu wird bei der Vorhersage mithilfe des Mixolabs nicht in die einzelnen Qualitätsgruppen unterschieden.

Die mit der rheologischen Schnellmethode vorhergesagten Volumenausbeuten wurden mit der ermittelten Volumenausbeute aus dem RMT verglichen. Dafür wurden die Differenzen und die relativen Abweichungen berechnet. Außerdem wurde die Korrelation zwischen den berechneten Volumenausbeuten des „RapidWheat+“-Protokolls und denen des RMTs auf einen linearen Zusammenhang geprüft und mit den Modellen nach *Bolling* und *Laidig et al.* verglichen.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der Differenzen zwischen den berechneten („RapidWheat+“) und der gemessenen (RMT) Volumenausbeuten aller Proben liegen innerhalb der vorgegebenen maximalen Unsicherheit von ± 126 ml/100 g Mehl. 98% der berechneten Ergebnisse liegen innerhalb der mittleren Unsicherheit von ± 70 ml/100 g Mehl und 53% der Ergebnisse liegen innerhalb der minimalen Unsicherheit von ± 28 ml/100 g Mehl (Abb. 3).

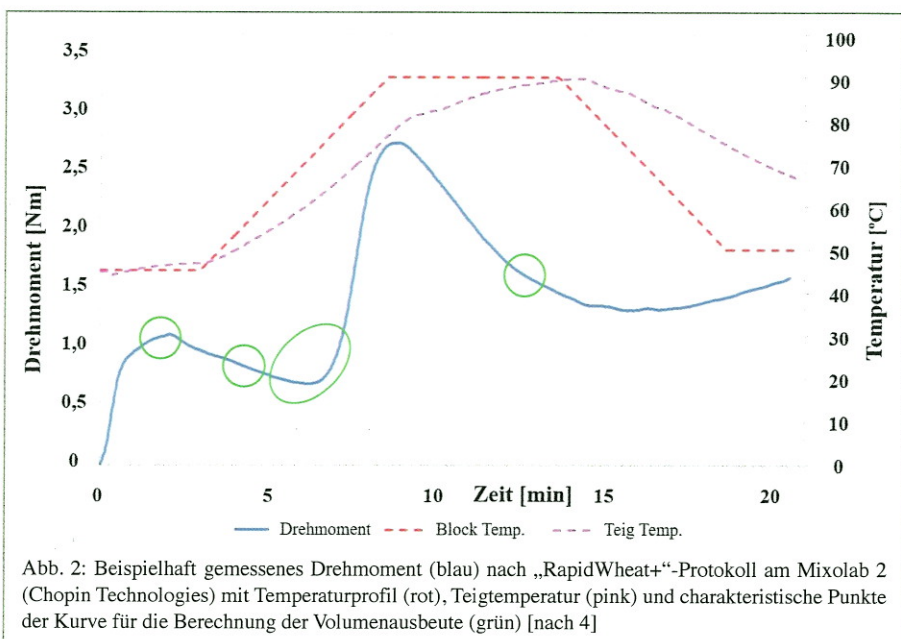


Abb. 2: Beispielhaft gemessenes Drehmoment (blau) nach „RapidWheat+“-Protokoll am Mixolab 2 (Chopin Technologies) mit Temperaturprofil (rot), Teigtemperatur (pink) und charakteristische Punkte der Kurve für die Berechnung der Volumenausbeute (grün) [nach 4]

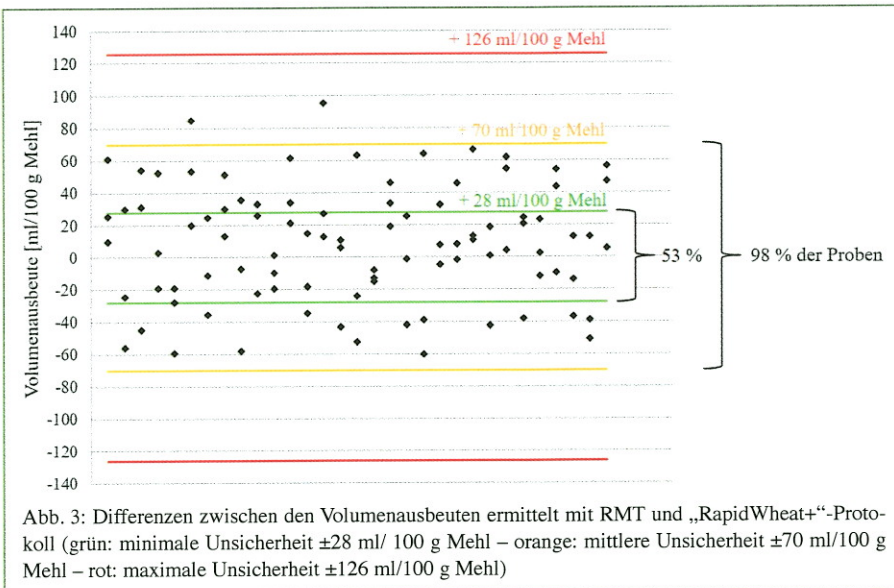


Abb. 3: Differenzen zwischen den Volumenausbeuten ermittelt mit RMT und „RapidWheat+“-Protokoll (grün: minimale Unsicherheit ± 28 ml/100 g Mehl – orange: mittlere Unsicherheit ± 70 ml/100 g Mehl – rot: maximale Unsicherheit ± 126 ml/100 g Mehl)

Tabelle 2: Betrachtung der Unterschiede zwischen „RapidWheat+“-Protokoll und RMT, nach Qualitätsgruppen sortiert

Qualitätsgruppe	Anzahl Proben (n = 93)	Ø RMT-Volumenausbeute [ml/100 g Mehl]	Volumenausbeute „RapidWheat+“ vs. RMT	
			Ø Differenz [ml/100 g Mehl]	Ø Relative Abweichung [%]
E-Gruppe (Eliteweizen)	6	654	± 26	$\pm 4,3$
A-Gruppe (Qualitätsweizen)	45	595	± 37	$\pm 4,4$
B-Gruppe (Brotweizen)	30	558	± 30	$\pm 6,7$
C-Gruppe (sonstiger Weizen)	12	544	± 28	$\pm 5,8$
		Mittelwert	± 30	$\pm 5,3$

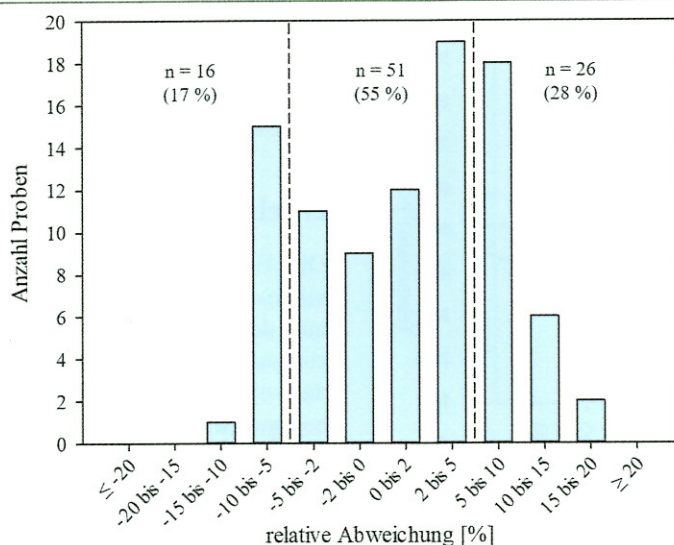


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der relativen Abweichung der Volumenausbeute („RapidWheat+“-Protokoll vs. RMT)

Innerhalb der Qualitätsgruppen weisen die berechneten Ergebnisse eine mittlere Differenz von den RMT-Volumenausbeuten zwischen ± 26 ml/100 g Mehl und ± 37 ml/100 g Mehl auf. Über alle Qualitätsgruppen betrachtet, liegt die mittlere Differenz bei ± 30 ml/100 g Mehl. Der Mittelwert der relativen Abweichung über alle Qualitätsgruppen beträgt $\pm 5,3\%$. Bei den Qualitätsgruppen B und C ist die relative Abweichung mit $\pm 6,7\%$ bzw. $\pm 5,8\%$ etwas höher, wobei die durchschnittliche Differenz kaum vom Mittelwert über alle Proben abweicht (Tab. 2).

Die maximale relative Abweichung beträgt bei den ausgewählten Proben 19,4% (entspricht 95 ml/100 g Mehl). Beim RMT wird im Vergleich dazu eine Schwankungsbreite bei Wiederholungen von $\pm 2\%$ angegeben [1]. Insgesamt ist die Neigung zur Überschätzung der Volumenausbeute mit dem „RapidWheat+“-Protokoll im Vergleich zum RMT erkennbar, da 48% der Proben über der $+2\%$ -Grenze und 28% der Proben über der $+5\%$ -Grenze liegen (Abb. 4).

Die Korrelation zwischen den Volumenausbeuten, ermittelt mit dem „RapidWheat+“-Protokoll und dem RMT, wurde auf einen linearen Zusammenhang geprüft. Das Bestimmtheitsmaß R^2 beträgt unter Berücksichtigung aller Qualitätsgruppen $R^2=0,52$ (Abb. 5) und $R^2=0,51$ ohne Berücksichtigung der Qualitätsgruppe C (Daten nicht gezeigt). Anhand der Lage der Datenpunkte ist ersichtlich, dass bei den Qualitätsgruppen A und C die Über- und Unterschätzung relativ ausgeglichen ist. Die Gruppe B wird eher überschätzt und die Gruppe E wird eher unterschätzt.

Weiterhin wurden die Korrelationen zwischen den Volumenausbeuten, ermittelt nach *Bolling* sowie nach *Laidig et al.*, und denen des RMTs auf einen linearen Zusammenhang geprüft. Bei dem Modell nach *Bolling* beträgt das Bestimmtheitsmaß $R^2=0,59$ (Abb. 6), wobei die Güte dieser Berechnung ähnlich der des „RapidWheat+“-Protokolls ist. Allerdings weisen die Ergebnisse des Modells nach *Bolling* eine höhere Über-

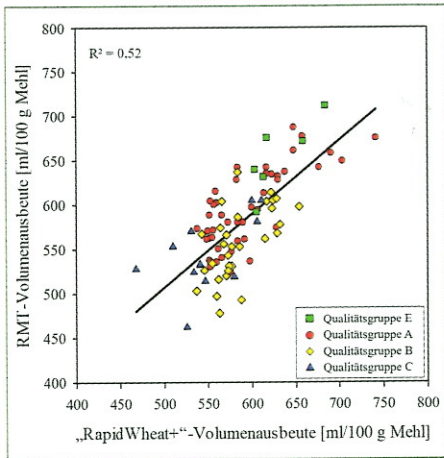


Abb. 5: Korrelation der Volumenausbeuten, berechnet nach „RapidWheat+“-Protokoll vs. RMT

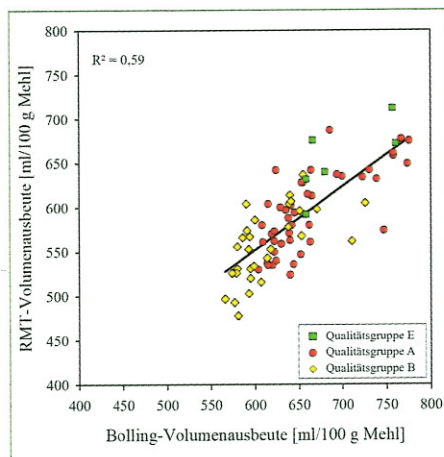


Abb. 6: Korrelation der Volumenausbeuten, berechnet nach Bolling vs. RMT

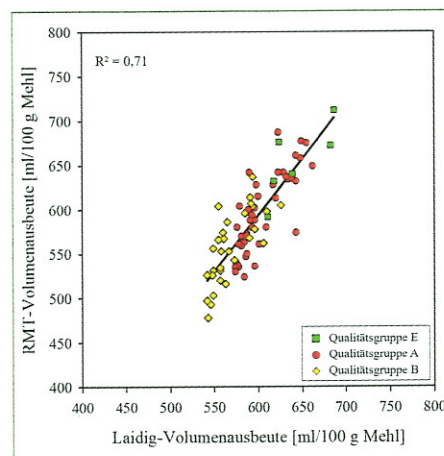


Abb. 7: Korrelation der Volumenausbeuten, berechnet nach Laidig vs. RMT

schätzung der Volumenausbeuten auf. Die relative Abweichung der berechneten Volumenausbeute im Vergleich zur RMT-Volumenausbeute liegt im Durchschnitt bei $\pm 10,7\%$.

Bei dem Modell nach Laidig *et al.* ist das Bestimmtheitsmaß mit einem Wert von $R^2=0,71$ höher als bei den Modellen nach dem „RapidWheat+“-Protokoll und nach Bolling (Abb. 7). Durch die Lage der Regressionsgeraden ist eine leichte Überschätzung der berechneten Volumenausbeute im Vergleich zur RMT-Volumenausbeute erkennbar. Die relative Abweichung liegt im Durchschnitt bei $\pm 4,2\%$ und damit geringer im Vergleich zu dem „RapidWheat+“-Protokoll und nach Bolling.

Vor- und Nachteile der rheologischen Schnellmethode

Die in diesem Projekt ausgewählte rheologische Schnellmethode („RapidWheat+“-Protokoll) hat sowohl Vor- als auch Nachteile. Ein Vorteil dieser Methode ist der geringe Zeitaufwand. Die reine Messzeit beträgt ca. 21 Minuten zuzüglich Vor- und Nachbereitung (Abwiegen der Probe und Reinigung der Knetkammer). Weitere Vorteile sind die einfache Probenvorbereitung durch Verwendung von Fallzahlschrot anstatt Typenmehl und die benötigte geringe Menge an Probenmaterial (50 g). Die Durchführung der Analyse ist einfach, da die berechnete Volumenausbeute direkt am Gerät abgelesen werden kann. Im Vergleich zu dem Vorhersagemodell nach Bolling ist die Überschätzung der Volumenausbeute insgesamt geringer.

Ein Nachteil der ausgewählten rheologischen Schnellmethode ist die nachgewiesene Unsicherheit der berechneten Volumenausbeuten. Weiterhin können mit dieser Methode nicht die mit dem RMT bestimmten Teig- und Gebäckeeigenschaften, welche zusätzliche Verarbeitungshinweise geben, erfasst werden. Im Vergleich der betrachteten Vorhersagemodelle weist die

Berechnung der Volumenausbeute nach Laidig *et al.* die geringste relative Abweichung zur RMT-Volumenausbeute auf.

Fazit

Mittels der ausgewählten rheologischen Schnellmethode „RapidWheat+“-Protokoll ist unter Berücksichtigung der bei der Methode angegebenen Unsicherheiten (minimale Unsicherheit: ± 28 ml/100 g Mehl; mittlere Unsicherheit: ± 70 ml/100 g Mehl; maximale Unsicherheit: ± 126 ml/100 g Mehl) eine orientierende Einschätzung des zu erwartenden RMT-Volumens mit einer kleinen Menge Weizenschrot und geringem Zeitaufwand möglich. Zu beachten ist, dass die Methode bei dem ausgewählten unabhängigen Probensortiment zur Überschätzung der zu erwartenden Volumenausbeute neigt. Die ermittelte relative Abweichung des Volumens von durchschnittlich $\pm 5,3\%$ im Vergleich zum RMT ist über alle Qualitätsgruppen ähnlich. Die maximale ermittelte relative Abweichung beträgt bei den ausgewählten Proben $19,4\%$.

Als nächster Schritt ist die Durchführung zusätzlicher Analysen mit Weizenproben aus einem weiteren Erntejahr geplant, um die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse über verschiedene Erntejahre zu prüfen.

Literatur

1. Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e. V. (Hrsg.): Backversuch – Weizenmehl Type 550 (RMT-Brötchen). In: Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot. – Verlag Moritz Schäfer, Detmold (2016), S. 97–104
2. Bolling, H.: Wissenschaftliche Grundlagen für eine Graduierung von Weizen. – Mühle + Mischfüttertechnik **106** (1969), S. 799–801
3. Laidig, F., H.-P. Piepho, A. Hüsken, J. Bege mann, D. Rentel, T. Drobek, and U. Meyer: Predicting loaf volume for winter wheat by linear regression models based on protein concentration and sedimentation value using samples from VCU trials and mills. – Journal of Cereal Science **84** (2018), p. 132–141
4. Bosc-Bierne, L., O. L. Brun, and A. Dubat: Predicting Bread Volume of the Rapid Mix Test (RMT) Procedure with the Mixolab. – Conference: AASS (2019), doi: 10.13140/RG.2.2.34277.45284