

Die Länge der Teigführung beeinflusst die Qualität und das Aroma von Broten und erfordert eine differenzierte Weizensortenwahl

Heiner Beck und Lisa Dietz, BeckaBeck, 72587 Römerstein;

Anna und Hermann Güttler, Stelzenmühle, 88410 Bad Wurzach;

Wendelin Heilig, Kreislandwirtschaftsamt, 72525 Münsingen;

PD Dr. Friedrich Longin, Landessaatzuchtanstalt, Universität Hohenheim, 70599 Stuttgart;

<https://lsa-weizen.uni-hohenheim.de/>

Summary

There is a tremendously large diversity of bread and bread recipes in Germany. We therefore investigated, whether the process of preparing the dough influences the bread quality measured as baking volume, freshness and aroma profile. 21 wheat varieties from multiple field locations were milled to whole grain flour and baked to bread with a short and long dough fermentation time. The final breads were judged according to a modified DLG scheme incorporating the Wädenswiler Aromarad. Furthermore, the loaf volume and the height/width ratio of the breads were determined by the VolScan profiler followed by further lab analyses regarding colour of the crumb and its freshness. For numerous traits, we found a statistically significant difference between the breads made with short and long dough fermentation time. Breads with a long dough fermentation had a higher freshness, better taste and more intensive crumb colour but a small reduction in the loaf volume as compared to the breads from short dough fermentation time. The correlation of trait values between the breads from long and short dough fermentation time was low. Thus, the wheat varieties with best quality for long dough fermentation time differed from those with short fermentation time and vice versa. In line with other studies, we did not find a large correlation between protein content of wheat kernels and baking quality of the breads. The aroma profile of the 21 wheat varieties differed largely. Thus, an innovative baker can maximize its bread quality by an appropriate choice of the wheat variety and dough preparation.

Zusammenfassung

Die Brotvielfalt in Deutschland ist immens groß und somit auch die Art und Weise sehr verschieden, wie die jeweiligen Gebäcke hergestellt werden. Wir wollten deswegen untersuchen, ob Broteigenschaften wie Backvolumen, Farbe, Saftigkeit sowie Aromapotentiale von der Art der Teigführung abhängen. Hierfür haben wir 21 Weizensorten aus mehrortigem Anbau sortenrein zu Vollkornmehl vermahlen und jeweils mit langer und kurzer Teigführung zu freigeschobenen Broten gebacken. Die Brote wurden dann in einem modifizierten DLG Schema unter Einbindung des Wädenswiler Brotaromades in einer Konsensprofilierung auf zahlreiche Merkmale untersucht. Zudem wurde das Backvolumen und das Höhe/Breite-Verhältnis der Brote im VolScan Profiler gemessen sowie weiterführende Laboruntersuchungen zu Farbe und Saftigkeit der Krume gemacht. Wir konnten statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Broten der kurzen und langen Teigführung in zahlreichen Merkmalen feststellen. So konnten wir zeigen, dass eine lange Teigführung die Saftigkeit, Farbe und das Geschmackspotential von Brot verbessern bei leicht reduziertem Gebäckvolumen. Die Einschätzung der Qualitätseigenschaften einer Weizensorte hängt sehr vom verwendeten Rezept im Backversuch sowie dem Beurteilungskriterium ab. So waren die Korrelationen

der Brote aus der langen und kurzen Teigführung in den einzelnen Merkmalen gering. Dies bedeutet, dass in den verschiedenen Teigführungen unterschiedliche Weizensorten das beste Backergebnis erzielen. Wie zahlreiche andere Studien auch konnten wir keinen großen Zusammenhang zwischen Proteingehalt der Weizenkörner und der Backqualität feststellen. Das Aromapotential der untersuchten Weizensorten unterschied sich sehr, ein innovativer Bäcker kann hier durch Sortenwahl und Teigführung einen deutlichen Mehrgewinn generieren.

Einleitung

Weizen (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum*) gehört zu den drei weltweit am meisten angebaute Kulturpflanzen und ist die Basis für unser täglich Brot. Um eine immer größere Weltbevölkerung zu ernähren, wird seit Jahrhunderten versucht, den Weizen züchterisch zu verbessern. Bisher wurde in der Weizenzüchtung, der Getreideforschung und im weltweiten Handel mit Weizen vor allem auf Ertrag, Pflanzengesundheit und Backqualitätsmerkmale geachtet. Dabei werden gerade die Backqualitätsmerkmale je nach Land unterschiedlich bewertet. In Deutschland erfolgt dies maßgeblich anhand des Backvolumens, welches eine Weizensorte im sog. Rapid-Mix-Test erzielt. Im internationalen Handel ist dies aber noch zu kompliziert, hier wird es ganz grob mittels Proteingehalt der Weizenkörner abgeschätzt.

Allerdings ist die Brotvielfalt immens in Deutschland und somit auch die Art und Weise, wie die jeweiligen Gebäcke hergestellt werden. Vielfach wird Brot in einer sehr schnellen Teigführung produziert – Zeit ist Geld! Allerdings gibt es Tendenzen, dass gerade handwerkliche Betriebe wieder vermehrt versuchen, längere, traditionelle Teigführungen umzusetzen. Wir wollten deswegen untersuchen, ob Broteigenschaften wie Backvolumen, Farbe, Saftigkeit sowie Aromapotential von der Art der Teigführung abhängen.

Versuchsbeschreibung

Hierfür haben wir 21 verschiedene Weizensorten betrachtet. Diese Weizensorten wurden an drei Orten angebaut und die Erntemuster der drei Orte zu gleichen Teilen zu einer Mischprobe vereint. Diese 21 Mischproben wurden dann zu feinem Vollkornmehl in der Stelzenmühle in Bad Wurzach sortenrein vermahlen (Treffler Mühloamat, Sieblochung = 500µm). Der Rohproteingehalt der Körner wurde mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS, ICC-Standard-Methode 159), der Asparagingehalt der am Vollkornmehl nach EC No 152/2009 (Annex III, Method F, mehr Details unter Rapp et al. 2018) sowie das Sedimentationsvolumen nach Zeleny (SDS, ICC-Standard-Methode 116/1) ermittelt. Die Rezepte für die lange und kurze Teigführung waren gleich bis auf die Menge zugesetzter Hefe und Wasser. Wir haben uns für diesen Unterschied aus mehreren Gründen entschieden. Die Zugabe der gleichen Menge Hefe in der langen Teigführung hätte zu einer zu hohen Hefeaktivität und somit einer Schädigung der Teigstruktur geführt. Die Reduktion der Hefemenge bei langer Teigführung entspricht deswegen auch der gängigen Bäckerpraxis. Umgekehrt bewirkt eine lange Teigführung, dass mehr Wasser vom Teig gebunden werden kann. Deswegen haben wir wie in der Bäckerpraxis üblich die kurzgeführten Brote mit einer Teigausbeute von 165 und die langgeführten Brote mit einer Teigausbeute von 175 hergestellt.

Bei der kurzen Teigführung wurde folgendes Rezept verwendet: 2 kg Vollkornmehl, 40 g Salz, 50 g Hefe, 1,3 L Wasser (Teigausbeute 165). Die Zutaten wurden zusammengeschüttet, vier Minuten auf kleiner Stufe gemixt und dann eine Minute auf hoher Stufe geknetet (Diosna-Knetter). Der Teig hatte dann eine Teigruhe von 30 Minuten, wurde einmal aufgezogen, hatte dann nochmals eine Teigruhe von 60

Minuten und wurde dann zu Broten à 850 g Einwaage zusammengefaltet, nochmals für 20 Minuten ruhen gelassen und frei geschoben. Die Brote wurden konstant bei 250°C in 50 Minuten in einem Thermo-Ölofen auf Steinplatten gebacken.

Bei der langen Teigführung wurde folgendes Rezept verwendet: 2 kg Vollkornmehl, 40 g Salz, 20 g Hefe, 1,5 L Wasser (Teigausbeute 175). Die Zutaten wurden zusammengeschüttet, vier Minuten auf kleiner Stufe gemixt und dann eine Minute auf hoher Stufe geknetet. Der Teig hatte dann eine Teigruhe von 60 Minuten, wurde einmal aufgezogen, und kam für 17 Stunden in die Kühlung bei 7 ° C. Nach der Kühlung wurden die Teige bei Raumtemperatur für sechs Stunden akklimatisiert bevor diese zu Broten à 850 g Einwaage zusammengefaltet wurden und nach einer weiteren Teigruhe von 20 Minuten frei geschoben wurden. Die Brote wurden konstant bei 250°C in 50 Minuten in einem Thermo-Ölofen auf Steinplatten gebacken.

Beide Teigführungen waren so aufeinander abgestimmt, dass die Brote zur gleichen Zeit gebacken und bewertet wurden. Die Teigqualität wurde mittels manueller Dehnung einer Teigprobe in einer Skala von 1 (schlechte Dehnbarkeit, Teig reißt schnell) bis 9 (sehr gute Dehnbarkeit) von einem erfahrenen Bäcker beurteilt. Die fertigen Brote (Abb. 1) wurden einen Tag nach dem Backen nach einem modifiziertem DLG Prüfschema durch sechs Personen in einer Konsensprofilierung bewertet. Hierbei wurde die Bräunung der Brotkruste, Risse in der Brotkruste, sowie Geruch und Geschmack der Krume auf einer Skala von 1 = geringe Merkmalsausprägung (z.B. sehr fader Geschmack), bis 9 = sehr starke Merkmalsausprägung (z.B. sehr aromatisch) ermittelt. Im zweiten Schritt erfolgte eine genauere Aromabeschreibung nach dem Wädenswiler Aromarad. Das Brotvolumen und das Höhe/Breite-Verhältnis der Brote wurden mittels VolScan Profiler (Stable Micro Systems Ltd, Godalming, UK) gemessen. An der mittleren Scheibe eines jeden Brotes wurde noch die Saftigkeit sowie die Brotscheibenfarbe bestimmt. Hierzu wurde die mittlere Scheibe eines jeden Brotes genommen, am Minolta Farbmessgerät (CR-400/410) der L-, a-, und b-Wert bestimmt, die Brotscheibe gewogen für 24 Stunden bei 110 °C im Trockenschrank getrocknet und nochmals gewogen. Die Saftigkeit wurde dann berechnet als $100 - \text{Trockengewicht}/\text{Frischgewicht} * 100\%$. Die Versuchsauswertung wurde mit dem Statistikprogramm R durchgeführt. Ob es statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Broten der langen und kurzen Teigführung gab, wurde mittels student'schem T-Test untersucht.

Die Länge der Teigführung beeinflusst Aroma und Qualitätseigenschaften von Brot

Zwischen den Broten der kurzen und langen Teigführung wurden bei einer Vielzahl der betrachteten Eigenschaften statistisch signifikante Unterschiede festgestellt (Abb. 2). So wurde im Mittel über 21 Weizensorten bei der langen Teigführung ein geringeres Backvolumen als in der kurzen Teigführung gemessen. Wir erklären uns das daher, dass durch den langen Fermentationsprozess von 24 Stunden trotz teilweiser Kühlung der Kleber doch schon etwas geschädigt sein könnte. Darauf deutet auch die Untersuchung der Teigqualität hin. Hierfür hatte unser erfahrener Bäcker direkt vor dem Brotformen ein kleines Stück Teig manuell zu einem Teignetz gezogen. Je besser sich das Teignetz ohne zu Reißen ziehen ließ, desto besser wurde die Teigqualität beurteilt. Und diese Teigqualität wurde bei den kurzgeführten Teigen etwas besser bewertet als bei den Langgeführten (Abb. 2).

Interessanterweise war die Schwankungsbreite der Backvolumina der 21 Weizensorten bei der langen Teigführung auch geringer als bei der Kurzen. Diese reichte von 1400ml – 1630ml, während bei der kurzen Teigführung eine Spanne von 1460ml -1930ml erzielt wurde. So waren also in der langen Teigführung die „Spitzenbackvolumen“ nicht mehr realisierbar. Dahingegen war das Höhe/Breite-Verhältnis der Brote der kurzen Teigführung im Durchschnitt etwas kleiner als das der Brote der langen

Teigführung. Das bedeutet, dass das leicht höhere Volumen der kurzgeführten Brote durch etwas breitere Brote aufgetreten ist. Die lange Teigführung scheint also gekoppelt mit der höheren Wasseraufnahme zu leicht kompakteren Broten zu führen. Das zeigte sich auch an der Beurteilung der Brotkrume. Diese erschien feuchter und etwas weniger elastisch bei den langgeführten Broten im Vergleich zu den Kurzgeführten. Generell muss aber festgestellt werden, dass sich abgesehen von Krustenrissen bei wenigen Broten die Backvolumina für das menschliche Auge wenig unterschieden und somit allen Broten eine ordentliche Backqualität attestiert werden musste. Im Gegensatz hierzu hatten wir in einer Vorgängerstudie, in der viele alte Weizensorten betrachtet wurden, zum Teil erheblichen Mängel in der Backqualität festgestellt. Dies untermauert eindrücklich die hohe Qualität moderner Weizensorten. Da wir sowohl Öko- wie konventionelle Weizensorten untersucht haben können wir auch klar attestieren, dass die besten Ökoweizen absolut auf Augenhöhe in der Backqualität mit den besten konventionellen E-Weizen waren!

Die Brote der langen Teigführung waren statistisch signifikant saftiger, was beim Verkosten sofort auffiel und im Trockenschrank Experiment noch deutlicher belegt wurde. Dies hat mehrere Gründe. Bei einer langen Teigführung hat das Mehl mehr Zeit, das zugesetzte Wasser zu binden (Klingler 2010). So können Bäcker, die eine lange Teigführung umsetzen, diese verlängerte Wasserbindungszeit nutzen und den Teigen auch mehr Wasser geben als in einer kurzen Teigführung möglich wäre. Dies hatten wir im Versuchsaufbau berücksichtigt und den langgeführten Teigen 10% mehr Wasser gegeben. Somit überrascht die bessere Saftigkeit nicht, stellt aber einen großen Vorteil der langen Teigführung dar. Dies kann natürlich in einer kurzen Teigführung unter Zuhilfenahme von Zusatzstoffen chemischer oder natürlicher Art zumindest teilweise kompensiert werden.

Für uns überraschend konnten wir konsistent für alle 21 Weizensorten eine deutlich sichtbare dunklere Krumenfarbe der langgeführten Brote feststellen. Dies konnten wir dann im Labor untermauern, wo frische Brotscheiben aller Brote mit dem Minolta Farbmessgerät gemessen wurden. Die Brote der kurzen Teigführung hatten einen statistisch signifikant höheren b-Wert (Tendenz zu gelberer Farbe), l-Wert (Tendenz zu mehr Helligkeit) und a-Wert (Tendenz mehr ins Rötliche). Eine Erklärung könnte sein, dass durch die verlängerte Teigreifung die natürlichen Enzyme des Vollkornmehles Farbgebende Abbauprodukte oder Zwischenprodukte geschaffen haben.

Beim Aromapotential der Brote kamen gegenläufige Trends heraus. Im Vergleich zu den langgeführten Broten erschien der Geruch der kurzgeführten Brote statistisch signifikant aromatischer, was beim Geschmack genau umgekehrt war. Das spiegelt zum einen unsere Erkenntnisse vorangegangener Studien wieder, dass Geruch und Geschmack von Broten häufig nicht direkt zusammenhängen. Andererseits hatten wir das höhere Geschmackspotential langgeführter Brote erwartet. In der Literatur wird ausführlich beschrieben, dass sich bei längerer Fermentation einerseits durch die Aktivität der Amylasen Zuckerbestandteile bilden, die maßgeblich an der Farb- und Geschmacksbildung von Brot beteiligt sind (z. B. Klingler 2010). Zudem können die Hefen selber auch bei längerer Fermentation Aromastoffe bilden. Dies wird auch in der Bäckerpraxis seit langem umgesetzt, z.B. durch den Einsatz sogenannter Aromastücke. Beim Geschmack fielen insbesondere bei den langgeführten Broten fruchtige Noten wie „reife Banane“ oder „Papaya“ auf. Beim Geruch waren es vor allem intensive Röstaromen nach „Kaffee“ oder „Rauchfleisch“, die etwas öfters in den kurzgeführten Broten aufmerken ließen.

Zusammengefasst erzielten die Brote der langen Teigführung eine etwas kompaktere Form bei deutlich besserer Saftigkeit, intensiverer Krumenfarbe sowie erhöhtem Geschmackspotential im Vergleich zu den kurzgeführten Broten.

Wie bestimmt man am besten die Qualität bei Weizen?

Wir haben in dieser Studie 21 verschiedene Weizensorten mit jeweils einer kurzen und langen Teigführung gebacken. Die unterschiedlichen Sorten lieferten z.T. sehr unterschiedliche Broteigenschaften. So unterschieden sich wie oben beschrieben die Brotvolumina bis zu 450ml, aber auch das Geschmackspotential schwankte zwischen 3 und 8 auf einer Skala von 1 = sehr fad bis 9 = sehr aromatisch. Sehr überraschend für uns ist aber die Tatsache, dass bei einem Großteil der bestimmten Eigenschaften, die Korrelation zwischen den Ergebnissen der lang- und kurzgeführten Broten sehr klein war (Abb. 3). So wurde nur für die Krumenfarbwerte im l-, a-, b-Farbbereich eine Korrelation > 0.7 zwischen den kurz- und langgeführten Broten gemessen. Das bedeutet konkret, dass die Weizensorte mit den besten Back- oder Geschmackseigenschaften in den langgeführten Broten nicht auch die besten Eigenschaftswerte bei den kurzgeführten Broten erzielt hat, und umgekehrt. Für ein perfektes Backprodukt müssten also je nach geplanter Teigführung unterschiedliche Weizensorten zum Einsatz kommen. Das hat natürlich weitreichende Konsequenzen und wirft insbesondere für die derzeitige Einteilung der Weizensorten in Qualitätsklassen einige Fragen auf.

Aktuell werden die Weizensorten in der sogenannten Sortenzulassung anhand mehrerer Qualitätsmerkmale beurteilt und in die Qualitätsklassen E, A, B und C (geordnet nach absteigender Qualität) eingeteilt. Ein großes Gewicht wird dabei auf das Backvolumen im Rapid-Mix Test gelegt, einem sehr schnell geführten Brötchenbackversuch, bei dem zudem sehr viel Hefe (5%), Zucker und Ascorbinsäure zugeben werden. Ob dieser Backtest überhaupt die Realität darstellt sei einmal dahingestellt. Wichtiger ist uns anhand der eben diskutierten Ergebnisse darauf hinzuweisen, dass eine starke Fokussierung auf einen speziellen Backtest nur sehr bedingt Aussagen zur Backqualität einer Weizensorte treffen kann, wenn man die Vielzahl der Backprodukte und deren Rezepte bedenkt, die in heimischen Backstuben hergestellt wird. Zudem sollte die Auswertung auch nicht nur aufs Backvolumen schauen. Ein großes Backvolumen sagt wenig über die Form aus, auch ein großer Fladen hat ein großes Volumen. Das Höhe/Breite-Verhältnis eines Brotes wird deswegen in vielen Publikationen zusätzlich betrachtet. Dass beide Merkmale was sehr Unterschiedliches beschreiben, hat unsere Studie eindrücklich untermauert. So war die Korrelation zwischen Backvolumen und Höhe/Breite-Verhältnis klein, bei der kurzen Teigführung maß diese 0,42, bei der langen Teigführung sogar nur 0,05.

Anhand unserer Ergebnisse können wir hier keine neue Alternative vorschlagen. Uns geht es vielmehr darum zu sensibilisieren, dass die Bewertung der Backqualität sehr stark einerseits vom verwendeten Backversuch und andererseits vom Beurteilungskriterium abhängt. Die derzeitige starke Fokussierung auf Backvolumen missachtet dabei zudem Aromapotential sowie wichtige gesundheitsrelevante Inhaltsstoffe wie Asparagin, Cadmium, Vitamine, Mineralstoffe usw. (z.B. Rapp et al. 2018), die mittelfristig sicher deutlich an Bedeutung in der Getreidewertschöpfungskette gewinnen werden.

Vorhersage der Backqualität

Ein Getreidehändler oder Müller kann äußerst schwer die Qualität einer Weizenpartie anhand eines Backversuches testen. Dafür fehlt schlicht und einfach die Zeit. Deswegen wird seit langem versucht, die Qualität einer Weizenpartie mit einer Schnellmethode abzuschätzen. Hierfür wird der

Proteingehalt der Weizenkörner zu Rate gezogen, vor allem, weil dieser sich mittels Nahinfrarotspektroskopie binnen kürzester Zeit gut vorhersagen lässt. Wir haben uns deshalb den Zusammenhang zwischen Proteingehalt der Körner und dem Backergebnis genauer betrachtet (Abb.4).

Bei den kurzgeführten Broten korrelierte der Proteingehalt der Körner weder mit dem Brotvolumen (Abb. 4A) noch mit dem Höhe/Breite-Verhältnis der Brote (Abb. 4B)! Dies bestätigt Ergebnisse vorangegangener Studien von uns, in denen wir moderne und alte Weizensorten sowie Dinkelsorten untersucht hatten. Dahingegen korrelierte der Sedimentationswert mit $r = 0,63^{**}$ mit dem Brotvolumen und mit $r = 0,55^*$ mit dem Höhe/Breite-Verhältnis der Brote. Dies wiederum bestätigt zahlreiche ältere Studien, die klar aufzeigen, dass die Backqualität von Weizen in höherem Maße von der Proteinqualität als von der Proteinquantität abhängt (z.B. Laidig et al. 2017).

Bei den langgeführten Broten sehen diese Ergebnisse aber deutlich anders aus. Hier fanden wir eine nur mittlere Korrelation zwischen dem Sedimentationswert und dem Höhe/Breite-Verhältnis der Brote von $r = 0,49^*$ (Abb. 4B). Alle anderen Korrelationen zwischen Proteingehalt bzw. Sedimentationswert und Backvolumen waren noch geringer (Abb. 4). Dies zeigt zum einen die Abhängigkeit der Qualitätseinschätzung vom verwendeten Backversuch. Zum anderen erscheint einiges an Forschung notwendig, um Schnellmethoden zur besseren Einschätzung der Weizenqualität unter den sich veränderten Anforderungen des Backhandwerks zu entwickeln. Dabei sollte neben aussagekräftigem Backversuch auch wichtige Rezeptalternativen, wie verlängerte Teigführung mit/ohne Frostung, usw. betrachtet werden. Eine sehr interessante Schnell-Methode wäre die Spektroskopie und erste Studien zeigen bereits deren großes Potential zur Vorhersage der Backqualität (Ahmad et al. 2016, Gabriel et al. 2017). Dieser Ansatz sollte unbedingt in der Forschung weiter vorangetrieben werden unter Berücksichtigung verschiedener Backtests/Rezepturen.

Qualität ist mehr als nur Backvolumen

Die Bräunung der Brotkruste korrelierte bei beiden Teigführungsvarianten hoch mit der Asparaginmenge im Weizenmehl ($r = 0,7^{***}$). Asparagin ist eine Aminosäure, die mit Zuckerbestandteilen während des Backens in der sogenannten Maillard-Reaktion Acrylamid bildet. Dies passiert vor allem bei einem langen und sehr heißen Backprozess und vor allem in der Brotkruste, weil dort die Temperatur am höchsten ist. Aus diesen Prozesstechnischen Gründen wird auch vermutet, dass tendenziell Gebäcke mit dunklere Kruste mehr Acrylamid enthalten. Dass der Asparagingehalt nun selber zur Brotkrustenfarbe beiträgt und somit eventuell wirklich direkt von der Bräune der Kruste auf Acrylamidmenge geschlossen werden könnte, ist für uns neu und kann aber anhand fehlender Messwerte zu Acrylamid nicht abschließend beantwortet werden. Wir untersuchen deswegen aktuell im Labor die Brotproben noch intensiver, u.a. auf Acrylamid.

Dass die Asparaginmenge im Mehl einen sehr großen Einfluss auf die final im Brot gebildete Menge Acrylamid hat, ist dahingegen klar. Und so ist es sehr bedeutsam, dass die Asparaginmenge zwischen den 21 Weizensorten fast um den Faktor drei schwankt. Dies bestätigt ältere Studien von uns (Rapp et al. 2018) und belegt nachdrücklich, dass es durch gezielte Auswahl der Weizensorte möglich ist, schon sehr früh in der Wertschöpfungskette potentiell negative Stoffgruppen deutlich zu reduzieren. Dies gilt übrigens ebenso für positive Inhaltstoffe wie Mineralstoffe, Vitamine oder Carotinoide (z.B. Ziegler et al. 2016) wird bisher aber nur wenig in der Bewertung der Qualität berücksichtigt.

Das Geschmacks- und Geruchspotential der Brote korrelierte in beiden Teigführungsverfahren mittelmäßig stark miteinander ($r = 0,5^*$ für lange und $r = 0,63^{**}$ für kurze Teigführung). Das bestätigt

ältere Studien von uns und bedeutet, dass tendenziell Brote mit aromatischerem Geruch zwar intensiver schmecken, es aber trotzdem zahlreiche Abweicher von diesem Zusammenhang gibt. Somit müssen beide Merkmale auch separat erfasst werden, wenn man ein Maximum an Aromapotential realisieren möchte.

Dass hier ein großes Potential liegt, konnten wir erneut untermauern. Die einzelnen Sorten unterschieden sich hochsignifikant im Aromapotential sowohl im Geruch wie im Geschmack. So waren die Brote der Weizensorten Arktis und Butaro in beiden Teigführungen im Geruch und Geschmack sehr fade. Im Gegensatz hierzu lieferten die Weizensorten Genius und Trebelir sehr aromatische Brote. Dabei fielen bei der Sorte Genius vor allem intensive Fruchtnoten im Geschmack und Röstaromen im Geruch auf. Trebelir schmeckte und roch eher nach Karamell und Malz mit einer pfeffrigen Note. Die Sorte Genius war auch in unserer Vorgängerstudie enthalten und fiel dort auch positiv im Brotaroma auf, was darauf hindeutet, dass zumindest ein Teil des Aromapotentials von Weizensorten genetisch bedingt ist und somit in die Bewertung der Weizenqualität einfließen könnte.

Zusammenfassend konnten wir zeigen, dass eine lange Teigführung die Saftigkeit, Farbe und das Geschmackspotential von Brot z.T. erheblich verbessern bei leicht reduziertem Backvolumen. Die Einschätzung der Qualitätseigenschaften einer Weizensorte hängt sehr vom verwendeten Rezept im Backversuch sowie dem Beurteilungskriterium ab. Neben einer starken Fokussierung auf Backvolumen aus einem Backversuch missachtet die aktuelle Qualitätseinteilung der Weizensorten zudem Merkmale wie Aromapotential und gesundheitliche Inhaltsstoffe. Wie zahlreiche andere Studien auch, konnten wir keinen großen Zusammenhang zwischen Proteingehalt der Weizenkörner und der Backqualität feststellen, was die Sinnhaftigkeit der aktuellen Handelspraxis im Weizen in Frage stellt. Wir würden deswegen eine Diskussion in der Branche begrüßen, inwiefern die Qualitätseinteilung von Weizensorten entlang der Wertschöpfungskette zukünftig anders aufgestellt werden sollte.

Literatur

Ahmad et al. 2016. A fluorescence spectroscopic approach to predict analytical, rheological and baking parameters of wheat flours using chemometrics. *Journal of Food Engineering*, 182: 65-71

Gabriel et al. 2017. New strategies for a reliable assessment of baking quality in wheat – rethinking the current indicator protein content. *Journal of Cereal Science*, 77: 126-134

Klingler. 2010. *Grundlagen der Getreidetechnologie*, Behr's Verlag

Laidig et al. 2017. Breeding progress, environmental variation and correlation of winter wheat yield and quality traits in German official variety and on-farm during 1983-2014, *Theoretical Applied Genetics*, 130: 223-245

Rapp et al. 2018. Assessing the variation and genetic architecture of asparagine content in wheat: what can plant breeding contribute to a reduction in the acrylamide precursor? *Theoretical Applied Genetics*, 131: 2427-2437

Ziegler et al. 2016. Lipophilic antioxidants in wheat (*Triticum* spp.): A target for breeding new varieties for functional cereal products. *Journal of Functional Foods*, 20: 594-605

WICHTIG: alle Bildrechte verbleiben beim Autor!



Abb. 1: Die Brote der 21 verschiedenen Sorten, jeweils mit kurzer (links, z.B. Brot mit Nr. 36 und das direkt davor) und langer Teigführung gebacken (z.B. Brot mit Nr. 15 und das Brot direkt rechts davor; Foto: BeckaBeck).

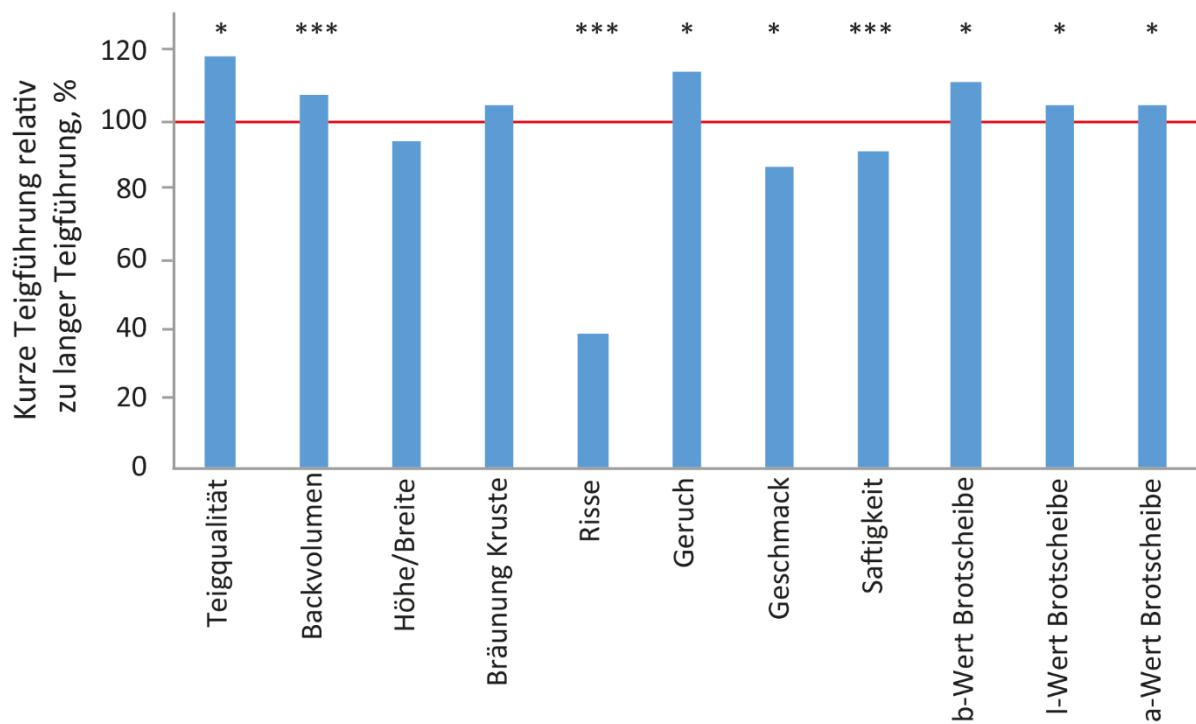


Abb. 2: Vergleich der Brote aus kurzer und langer Teigführung. Je Merkmal wurde der Mittelwert der 21 Weizensorten pro Teigführungsvariante bestimmt, die Ergebnisse der Brote aus der langen Teigführung als Referenz auf 100% skaliert (rote Linie) und die Ergebnisse der Brote der kurzen Teigführung relativ zu denen der langen Teigführung dargestellt. Zudem ist das Signifikanzniveau des student'schen T-Tests dargestellt (* = $p < 0,05$, ** = $p < 0.01$, *** = $p < 0.001$).

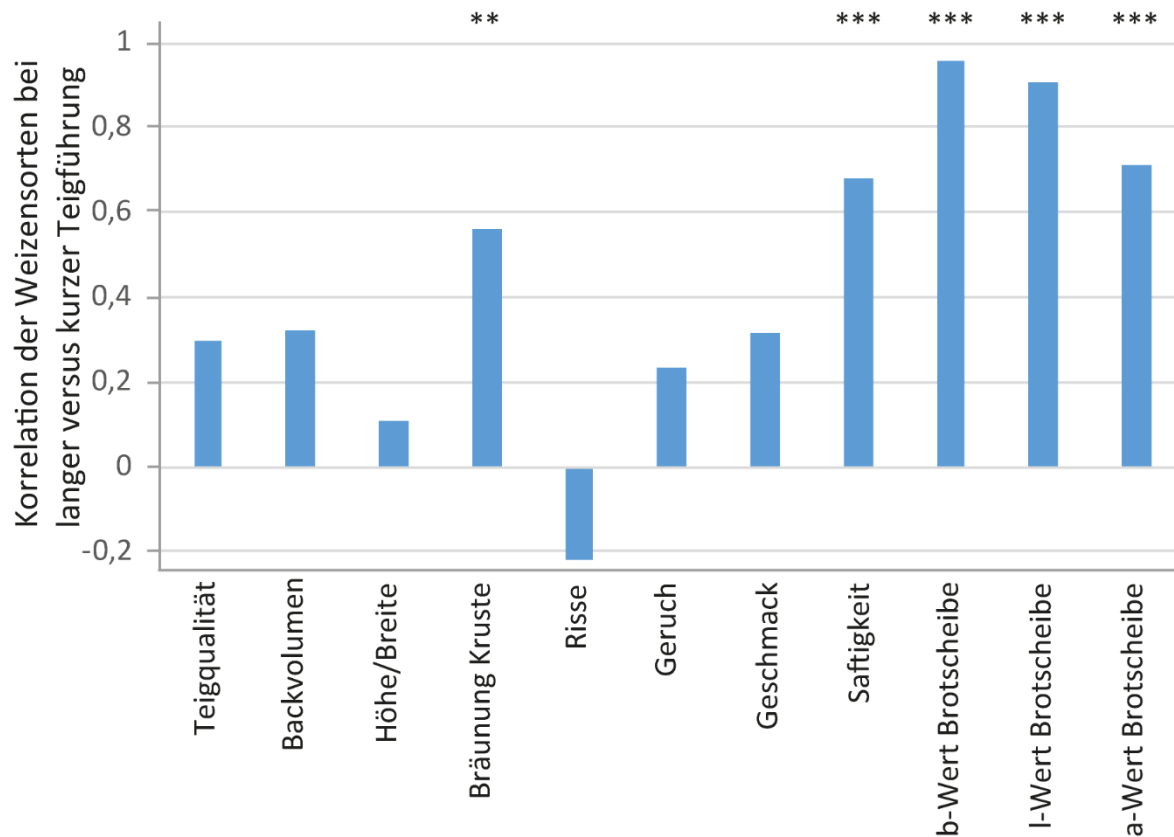


Abb. 3: Pearson's Korrelationskoeffizient zwischen den Broten der langen und kurzen Teigführung basierend auf jeweils 21 Weizensorten (Signifikanzniveau ** = $p < 0.01$, *** = $p < 0.001$).

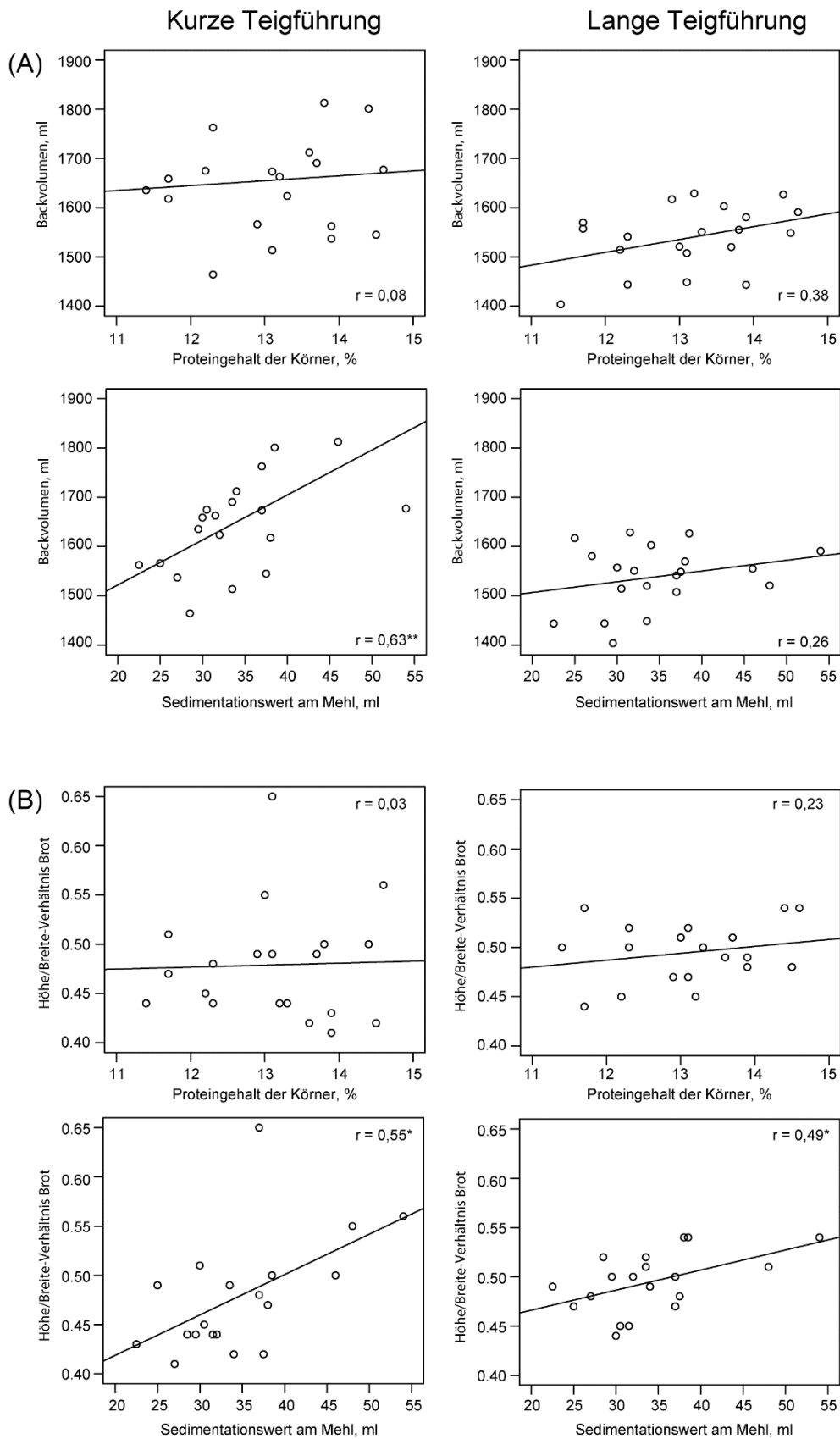


Abb. 4: Zusammenhang des Proteingehaltes und Sedimentationswertes der Weizensorten mit dem Backvolumen (A) und dem Höhe/Breite-Verhältnis der Brote (B) bei langer und kurzer Teigführung dargestellt für die 21 untersuchten Weizensorten (Signifikanzniveau * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$).

Tabelle 1: Pearson's Korrelationskoeffizient zwischen einzelnen Merkmalen für die Brote der langen (oberhalb Diagonale) und kurzen Teigführung (unterhalb der Diagonale) basierend auf jeweils 21 Weizensorten (Signifikanzniveau * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$).

	Protein	Asparagin	Geruch	Geschmack	Bräunung Kruste	Saftigkeit	b-Wert	l-Wert	a-Wert
Protein		0,71***	0,11	-0,17	0,34	-0,24	-0,54*	-0,34	-0,25
Asparagin	0,71***		0,29	0,16	0,70***	-0,55*	-0,37	-0,36	-0,29
Geruch	-0,04	-0,11		0,50*	0,16	-0,19	-0,03	-0,2	0,23
Geschmack	-0,23	0,12	0,63**		0,35	-0,23	-0,08	-0,21	0,11
Bräunung Kruste	0,67**	0,76***	-0,08	0,06		-0,62**	-0,31	-0,27	-0,41
Saftigkeit	-0,72***	-0,69***	0,15	0,18	-0,68***		0,06	0,02	0,19
b-Wert	-0,54*	-0,44	-0,11	-0,42	-0,47*	0,21		0,94***	0,71***
l-Wert	-0,37	-0,45*	-0,09	-0,48*	-0,36	0,13	0,95***		0,53*
a-Wert	-0,66**	-0,59**	-0,07	0,02	-0,64**	0,65**	0,42	0,25	