

Mühle + Mischfutter

Fachzeitschrift für Getreideverarbeitung und Mischfutter-Herstellung
Verfahrenstechnik im Schüttgut-, Lebensmittel- und Non-Food-Bereich

Vereinigt mit **DEUTSCHE MÜLLER-ZEITUNG** | Österreichischer **MÜHLEN-MARKT** | Schweiz. **mühlen anzeiger**

140. Jahrgang · 9. Januar 2003 · Heft 1

Verlag Moritz Schäfer GmbH & Co. KG, Paulinenstraße 43, 32756 Detmold, Postfach 2254, 32712 Detmold,
Telefon (05231) 9243-0, Telefax (05231) 9243-43, eMail: info@vms-detmold.de, Internet: <http://www.muehle-online.de>

Hauptschriftleitung: Kurt Klaus Kunis im Verlag Moritz Schäfer, Detmold

Neues für Müller und Bäcker: Die Attritionsbehandlung

Von Alexander Lange, Augsburg, und Dr. Jochen Bode, Seevetal

Mahlen und Sieben – die Kunst des Müllers

Helles, feines Mehl aus Getreide für gut gelockertes, wohl-schmeckendes, nahrhaftes Brot: seit Jahrtausenden die Grund-lage für die Entwicklung der alten Welt. Mit Reibstein, Mühlstein oder Walze wurden die Körner zerkleinert, mit Beuteln und Sie-ben die Kleie vom feinen Mehl abgetrennt. Am technischen Prinzip hat sich bis heute nichts geändert. Muskelkraft und Dampfmaschine wichen im Laufe der Jahrhunderte dem Elektro-antrieb, Mühlsteine wurden durch die effektiveren Walzenstü-hle ersetzt; aber diese gibt es auch schon seit über 130 Jahren!

Durch züchterische Erfolge und landbauliche Maßnahmen ha-ben sich jedenfalls seitdem die Mehlqualitäten weit mehr ver-bessert als durch Fortschritte in der Mühlentechnik. Inzwischen stellt aber nicht nur das Backgewerbe sehr komplexe Anfor-derungen an den Rohstoff Mehl, Anforderungen, die sich allein mit den klassischen Elementen der Müllereitechnologie nicht mehr erfüllen lassen.

Erfahrungen aus vielen Branchen, umgesetzt zu innovativer Mühlentechnik

Prallmühlen sind zur Zerkleinerung von Mahlprodukten sehr ef-fektiv. Sie haben sich aber in Mühlendiagrammen nie richtig durchsetzen können, weil die konventionellen Maschinen nach wie vor eine höhere Ausbeute der gewünschten hellen Typen-mehle liefern. Im großen Umfang wurden sie erst zur Feinstzer-kleinerung von Weizenmehlen eingesetzt, die nachfolgend der Windsichtung zum Zweck der Proteinverschiebung unterworfen wurden. Die effektive Sichtung im Feinstbereich < 16 µm, mach-bar erst durch die Entwicklung der Alpine-Feinstsichter, ermög-lichte es zum ersten Mal, bei erschöpfenden Auszügen allein durch Mahl- und Sichtverfahren Mehle mit sehr hohen und sehr niedrigen Proteingehalten zu erzeugen; Mehle, die neuartige Anwendungen ermöglichten. Effektivität und Ökonomie dieses Verfahrens wurden durch die Weiterentwicklung von Sichter-mühlen (Alpine ZPS) und Feinstsichtern (Alpine ATP) vervoll-kommet.

Nicht nur eine Modifizierung der durch den Proteinanteil be-stimmten Verarbeitungseigenschaften von Weizenmehlen stand auf der Wunschliste, die Bäcker und andere Verarbeiter den Müllern präsentierten, sondern auch die Erhöhung der Wasser-

aufnahme. Diese, das war schon recht lange bekannt, ist nur durch mechanische Beschädigung der im Mehl enthaltenen Stär-kekörnchen zu erreichen. Ein oder zwei Prozent Wasseraufnah-me mehr ließen sich realisieren, indem der Müller seinen Wal-zenstuhl durch höheren Anpressdruck der Walzen und Steige-rung der Voreilung regelrecht malträtierte. Der resultierende Energieverbrauch und erhöhter Verschleiß führten leider zu Mehrkosten, die, bei richtiger Zuordnung, das nur leicht modifi-zierte Mehl nicht einspielen konnte.

Verschiedene namhafte Forscher haben mit einer Kugelmühle eine hohe Stärkebeschädigung bei Weizenmehl erreicht. Back-fähig war es allerdings nicht mehr, vermutlich wegen ther-mischer Denaturierung des Weizenproteins. Über energetische Betrachtungen fanden die Alpine-Techniker heraus, daß sich in der Vertikalen Alpine-Rührwerkskugelmühle ATR der Tempera-turanstieg durch einfache Maßnahmen begrenzen ließ. So konnte Weizenmehl trocken im Durchlaufverfahren behandelt werden, ohne dass es thermisch geschädigt wurde.

Definiert höhere Wasseraufnahme durch Attritionsbehandlung

Als Beurteilungsmaßstab bei der Entwicklung des Attritionsver-fahrens wurde die Wasserabsorption des Mehles nach dem ICC-Standard 115/1 im Brabender-Farinographen gewählt, die der tatsächlichen Wasseraufnahme in der bäckerischen Praxis sehr gut entspricht. Leider korreliert die Stärkebeschädigung aus der enzymatischen Methode nach ICC-Standard 164 nicht gut mit dieser Wasseraufnahme, so dass der Weg der Beurteilung des Verfahrens über diese Methode (und vermutlich auch andere dieser Art, s. u.) verschlossen ist.

Nach der Attritionsbehandlung ist im Lichtmikroskop allenfalls eine deutliche Deformation der Stärkekörner sichtbar, nicht aber die Bildung zahlreicher Haarrisse, die allgemein als Haupt-ursache der Stärkebeschädigung angesehen werden. Mit dem Raster-Elektronenmikroskop lassen sich dagegen diese Haarrisse im äußerlich anscheinend unversehrten Stärkekorn deutlich er-kennen (Abb. 1). Bei der Teigbereitung kann so das Teigwasser mit den in ihm gelösten Amylasen leicht in das Innere des Stär-kekorns eindringen. Als Folge quillt das Stärkekorn stark auf, und durch die Aktivität der Amylasen setzt eine verstärkte Dex-trinierung der Stärke ein.

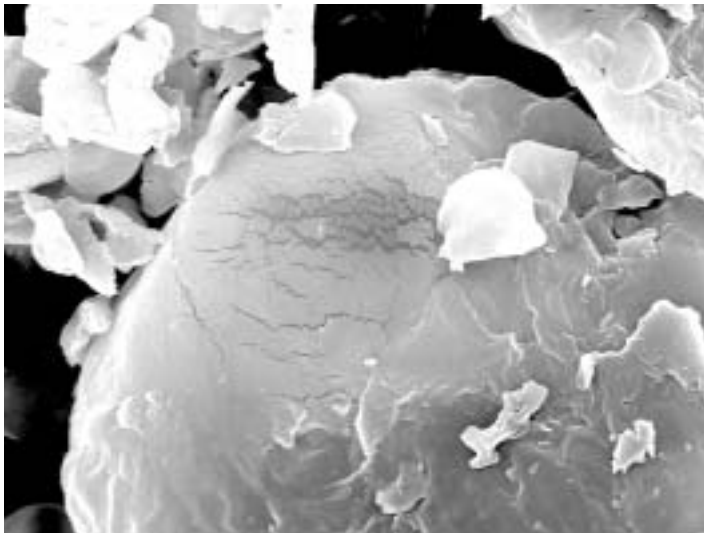


Abb. 1: Stärkekorn in attritionsbehandeltem Mehl

Attritionsmahlung – ein elegantes Verfahren

Die Vertikale Alpine-Rührwerkskugelmühle als Kern der gesamten mechanischen Installation (Abb. 2) behandelt auf trockenem Wege das eingesetzte Gut – hier Weizenmehl – im Durchlaufmahlverfahren. Aus Vorlagebehältern werden in einem festgelegten Verhältnis Mahlperlen und Weizenmehl der Alpine-Rührwerkskugelmühle zugeführt. Dieses Gemisch aus Mahlprodukt und Mahlperlen wird durch eine vertikale rotierende Achse mit horizontalen Röhrelementen bearbeitet. Zusätzlich bewirkt die Schwerkraft eine Bewegung vom Einlauf oben zum Auslauf unten. Durch diese Bewegungen im Gut bzw. des Gutes kommt es zu einer Druck- und Scherbeanspruchung in der Gutschüttung und damit zum Energieeintrag in das Mahlprodukt.

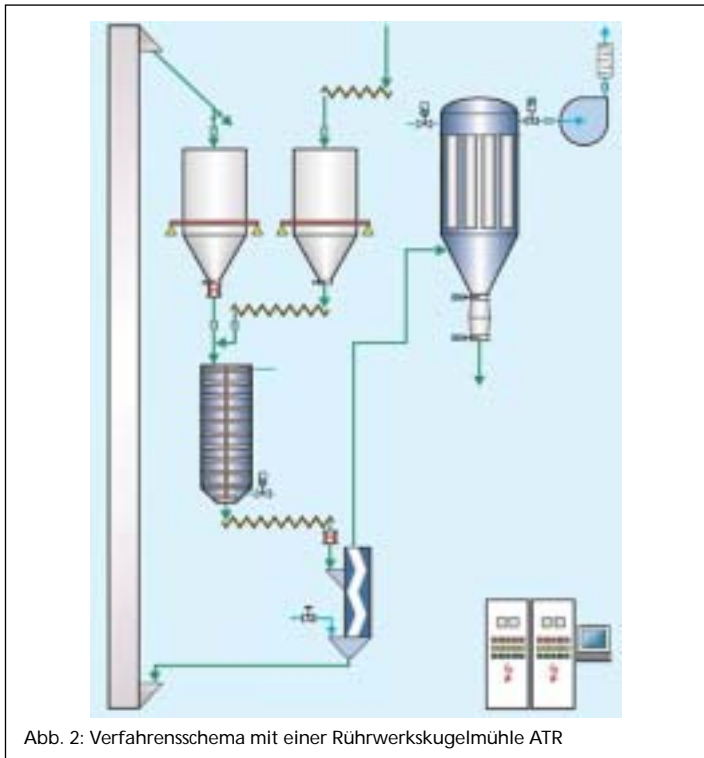


Abb. 2: Verfahrensschema mit einer Rührwerkskugelmühle ATR

Zu beachten sind hier die Grenzbereiche der Rotationsbewegung für die Gutschüttung. So ergibt sich eine optimale Umfangsgeschwindigkeit, bei der die eingetragene Energie besonders effektiv in die angestrebte Erhöhung der Wasseraufnahme umgesetzt wird (Abb. 3). Wird diese Geschwindigkeit überschrit-

ten, erfolgt vermutlich keine zusätzliche Scherung, sondern das Produkt wird in zunehmendem Maße vom Rührer „mitgenommen“. Das ist auch deswegen anzunehmen, weil ab diesem Punkt eine höhere Umfangsgeschwindigkeit nicht mehr zu einer höheren Kraftaufnahme des Rührmotors führt.

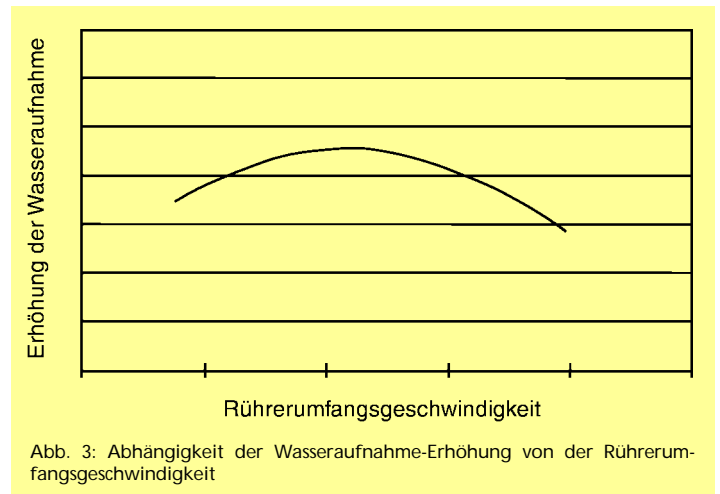


Abb. 3: Abhängigkeit der Wasseraufnahme-Erhöhung von der Rührerumfangsgeschwindigkeit

Je nach Weizensorte kann die erreichte Erhöhung der Wasseraufnahmefähigkeit des aus diesem Weizen ermahlenden Mehles unterschiedlich sein. Auch die Ordinate in Abb. 3 ist deswegen nicht beschriftet. So ist der Effekt der Attritionsbehandlung bei einem härteren Weizen größer als bei einem weicheren Weizen. Die Haftproteine am Stärkekorn, die bei härteren Weizen beobachtet werden, beeinflussen möglicherweise diesen Effekt, indem sie hier als eine Art Mittler für die Kraftereinwirkung auf das Stärkekorn wirken. Bei einem Mehl aus deutschem Weichweizen (mittlere Backqualität) erreicht man bei einem spezifischen Energieeintrag von 200 kWh/t eine Zunahme der Farinogramm-Wasseraufnahme um ca. 30%. Ein höherer spezifischer Energieeintrag (kWh/t) in das Mahlgut Mehl resultiert regelmäßig in einer höheren Wasseraufnahme desselben. Das ist auch plausibel.

Es geht allerdings nicht nur darum, eine möglichst hohe Wasseraufnahme zu erreichen. Wichtig, wenn nicht wichtiger als dieses Ziel ist es nämlich, einen möglichst hohen Quotienten Wasseraufnahmeerhöhung / spezifischer Energieeintrag einzustellen. Der von der Energieseite her kostengünstigste Betrieb der Anlage ist gegeben, wenn dieser Quotient, in Abb. 4 als Effektivität ($\Delta WA \times t / kWh$) bezeichnet, sein Maximum hat. Wenn das Gemisch von Mahlperlen und Mehl nur wenig Mehl enthält, ist einleuchtend, dass die eingetragene spezifische Energie nicht besonders effektiv genutzt wird. Sie wird weitgehend durch Stöße und Scherung zwischen den Perlen zu Wärme umgesetzt, ohne dass sich Mehl zwischen den Perlen befunden hätte. Ein sehr hoher Mehlanteil in der Mehlmischung dagegen hat zur Folge, dass die Mahlperlen soweit vereinzelt werden, dass Stöße zwi-

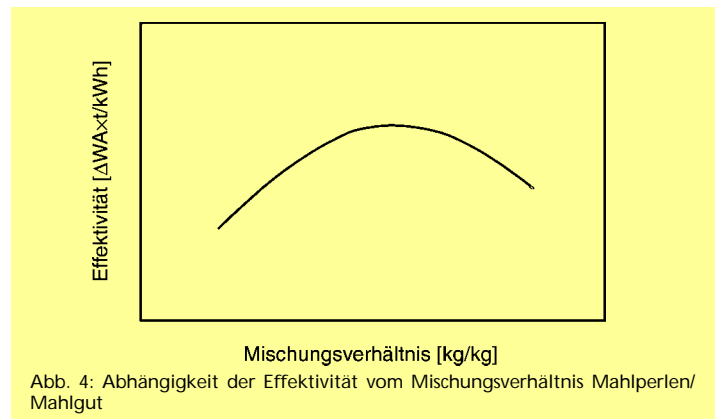


Abb. 4: Abhängigkeit der Effektivität vom Mischungsverhältnis Mahlperlen/ Mahlgut

schen ihnen zunehmend seltener werden. Zwischen diesen beiden Betriebszuständen ist also die höchste Effektivität zu finden. Da das Effektivitätsmaximum in seiner Lage sowohl von Maschinenparametern als auch von Produkteigenschaften beeinflusst sein kann, sind auf den Achsen in Abb. 4 keine Werte vermerkt, weil in Abhängigkeit von diesen immer eine eigene Versuchsreihe zu seiner Auffindung notwendig ist.

Innerhalb der gegebenen Beschränkungen (Rührerumfangsgeschwindigkeit, s. o.) gibt es viele Möglichkeiten, mit einer Vertikalen Alpine-Rührwerkskugelmühle ATR die gewünschte Produkteigenschaft durch Einstellung von Mischungsverhältnis und spezifischem Energieeintrag zu erreichen. Der spezifische Energieeintrag lässt sich nicht nur durch die Rührerdrehzahl verändern, sondern auch durch Erhöhung oder Verringerung des Durchsatzes der Mahlgutmischung, also über deren Verweilzeit im Mahlraum. Diese wird durch eine am Mühlenauslauf installierte Austragsschnecke gesteuert. Das Gemisch wird nach der Mahlung in einem Alpine-Multiplex-Zick-Zack-Sichter separiert (s. a. Abb. 2). Die zur Separierung erforderlichen Luftmengen bewirken neben der Gemischtrennung noch eine effektive Abkühlung von Mahlprodukt und Mahlkugeln.

Zu mehr als 95% wird die bei der Attritionsbehandlung eingebrachte Energie zu Wärme umgesetzt, die zum größeren Teil mit der Mahlgutmischung abgeführt, zum kleineren Teil abgestrahlt wird. Im Bereich höherer Energieeinträge steigt die Mahlguttemperatur im unteren Bereich des Mahlraumes auf Temperaturen um 50 °C. Dies entspricht der Vorhersage aufgrund einer energetischen Betrachtung unter Berücksichtigung der spezifischen Wärmen der Mahlgutmischung. Allerdings muss den umlaufenden Mahlperlen ausreichend Zeit gegeben werden, sich in einem Reservoir abzukühlen. Die Kühlzeit kann ganz einfach durch Erhöhung der Mahlperlenmenge im Umlauf verlängert werden. Unmittelbar nach Abtrennung aus der Mahlgutmischung hatte das bearbeitete Mehl eine Temperatur von ca. 40 °C, kühlte sich also sehr schnell von 50 auf 40 °C ab. Aus anderen Verfahren, etwa der Mehl-trocknung, ist bekannt, dass bei kurzfristiger Einwirkung von solchen Temperaturen keine Beeinflussung der Mehleigenschaften resultiert. Lokal begrenzte Überhitzungserscheinungen können natürlich durch diese pauschale Energiebetrachtung nicht erkannt werden. Eine Thermografieaufnahme (Abb. 5) des Mühlenkörpers zeigt aber eine sehr gleichmäßige Verteilung der Temperatur, wobei zum Auslass hin eine Farbaufhellung leicht ansteigende Temperaturen erkennen lässt.

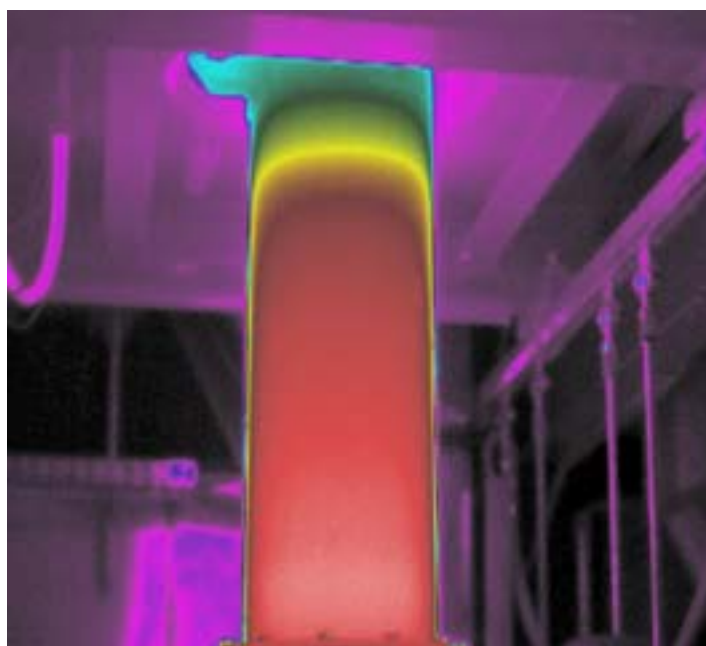


Abb. 5: Thermografieaufnahme: rot = mit Mahlgut gefüllter Bereich

Für andere Aufgabenstellungen, die eine Wärmebehandlung erfordern, lassen sich natürlich die Wärmeentwicklung ausnutzen und die sonst notwendige Dampfheizung einsparen. Dazu würden dann die Kugelmenge im Umlauf auf das notwendige Minimum verringert und der Mahlraum isoliert werden.

Die Regelung der Attritionsanlage erfolgt über den Massenfluss der im Kreislauf geführten Mahlperlen. Das aufzubereitende Mahlprodukt wird in einem bestimmten Verhältnis zur Mahlkugelumlaufmenge zugegeben, im Slave-Verfahren mitgeführt und nach der Behandlung über den Zick-Zack-Sichter abgetrennt.

Integration des Verfahrens in ein Mühlen Diagramm

Grundsätzlich lässt sich die Attritionsanlage an zahlreichen Positionen des Mühlen Diagrammes „zwischen schalten“. Einsatzort und Dimensionierung der Anlage richten sich allein nach den Anforderungen des Kunden. Bisherigen Erkenntnissen gemäß konzentrieren sich die Anwendungsvorstellungen auf zwei Modelle. Das erste Modell ist in Abb. 6 skizziert. Nach der Mehlsammel-schnecke wird vom Mehlstrom eine variable Menge abgezweigt, im Bypass über die Alpine-Attritionsanlage geführt und

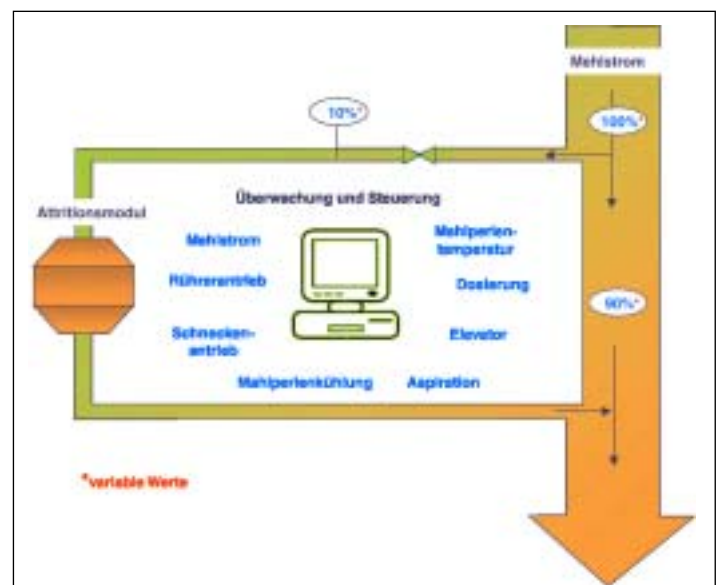


Abb. 6: Eingliederung eines Attritionsmoduls in ein Mühlen Diagramm - Modell 1

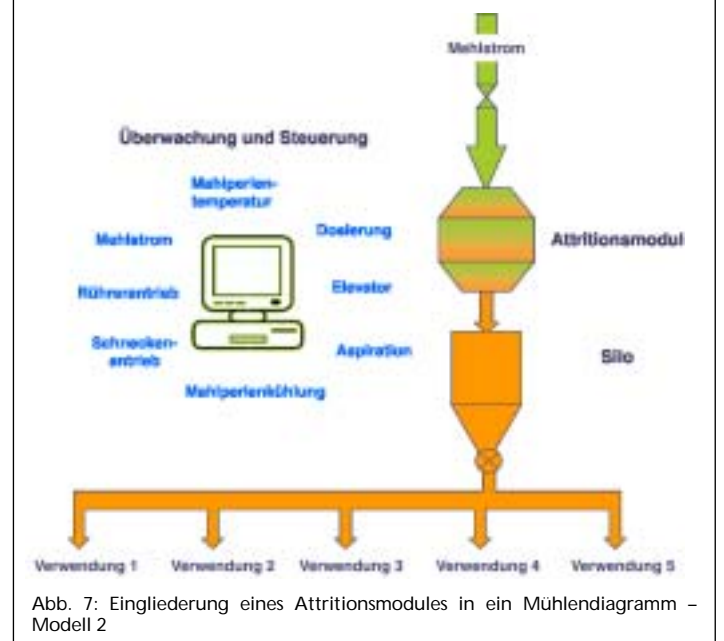


Abb. 7: Eingliederung eines Attritionsmoduls in ein Mühlen Diagramm - Modell 2

danach wieder dem Hauptmehlstrom zugemischt. Um den Prozeß zielgenau auf die gewünschte Wasseraufnahme im Endprodukt ausrichten zu können, wird zweckmäßig vorab mit einem Farinograph überprüft, wie genau die erwünschte hohe Wasseraufnahme (30–40% über Ausgangswert) erreicht wurde. Wie schon erläutert, hängt diese Erhöhung auch von der Qualität des verwendeten Weizens ab. Über den Energieeintrag in die ATR werden dann die Schwankungen kompensiert, und es ergibt sich die vom Abnehmer gewünschte Wasseraufnahme.

Das zweite Modell ist in Abb. 7 dargestellt. Nicht nur der Mehlstrom nach der Mehlsammelschnecke, auch Passagenmehle oder Sondermehle, wie z. B. proteinarme Fraktionen, so wie sie nach einer Alpine-Proteinverschiebung anfallen, können über die Attritionsanlage geführt werden. Auch hier ist für eine genaue Prozessführung eine Bestimmung der Farinogramm-Wasseraufnahme notwendig, um über eine entsprechende Einstellung der Maschinenparameter das gewünschte Zwischenprodukt zu erzielen, das dann, wie in Abb. 7 angedeutet, als funktionelle Komponente verschiedenen Endprodukten wie Fertigmehlen oder Backmitteln beigemischt werden kann. Die Auslegung der Maschine richtet sich nach den vorgegebenen Produktionsmengen und der gewünschten Wasseraufnahme des Mehles.

Beschädigte Stärke ist aktivierte Stärke

Als Ursache für die Beschädigung von Stärke in trockenem Weizenmehl sind neben mechanischen Einwirkungen, deren Folgen in Abb. 1 gut zu erkennen sind, auch thermische und chemische Einflüsse oder auch die Einwirkung energiereicher Strahlung denkbar. Die quantitative Beschreibung der Stärkebeschädigung erfolgt durch unterschiedliche analytische Methoden, die fast immer entweder auf der Reaktion löslicher Stärke mit Jod oder der Umsetzung von Stärke mit speziellen Enzymen beruhen. Die Mengenangaben (in Prozent beschädigte Stärke) der einzelnen Methoden entsprechen sich meist nicht. Untereinander korrelieren die Methoden, die Korrelation ist aber oft unbefriedigend. Alle Fachleute sind sich jedoch einig, dass eine Stärkebeschädigung als Folge mechanischer Einwirkung zu einer Erhöhung der Wasseraufnahmefähigkeit führt und dass diese Erhöhung bis zu einem bestimmten Maße Vorteile für die backtechnischen Eigenschaften eines Mehles und die Qualität der resultierenden Backwaren bieten. Diese Vorteile sind im einzelnen:

- trockene Teigoberfläche
- gute Maschinengängigkeit des Teiges
- höhere Brotausbeute
- verbesserte Gärung
- besserer Geschmack
- weichere Krume
- verzögertes Altbackenwerden
- Vermeidung wasserbindender Zusatzstoffe
- längere Haltbarkeit

So wird regelmäßig eine höhere Stärkebeschädigung angestrebt und diese als eine Art Aufschluss angesehen, der eine Aktivierung der Stärke für den Backprozess bedeutet.

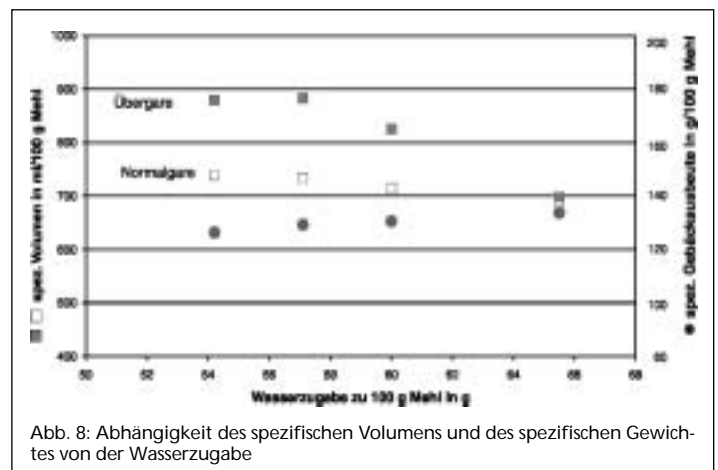
Exzellente Backwaren und neues backtechnisches Potential

Farinogramm, Extensogramm, Amylogramm, Sedimentationswert, Fallzahl und weitere Methoden sind für sich genommen oder besser in Kombination untereinander anerkannte Größen zur Vorhersage von Backergebnissen. Solch eine Vorhersage ist aber nur unter Vorbehalt zu treffen. Erhebliche Unterschiede können im Backergebnis selbst bei völliger Übereinstimmung der o. a. Größen z. B. dann eintreten, wenn die untersuchten Mehle aus unterschiedlichen Weizensorten ermahlen wurden. Weiter darf die Bandbreite der üblichen müllerischen Herstellung von Mehl nicht überschritten werden. Die beschriebene Attritionsbehandlung liegt zweifellos außerhalb dieser Band-

breite. So bietet etwa ein Farinogramm eines Mehles mit einer von 60 auf 90% erhöhten Wasseraufnahme ein ganz normales Bild, tatsächlich aber ist ein Teig mit einem derartig hohen Wassergehalt nicht backfähig. Attritionsmehle oder Mehlmischungen mit einem Anteil an solchen sollten also besser mit den genannten indirekten Methoden nicht beurteilt werden. Zurück zu den Wurzeln heißt es also, zurück zum Backversuch, mit dem sich auch die erhöhten Anforderungen der modernen Backtechnologie an die Leistungsfähigkeit eines Mehles genau abbilden lassen.

Das Einschlagbrötchen (vulgo: Wickelschrippe) ist für diesen Zweck das Gebäck der Wahl. Neben Volumen, Farbe, Krume lassen sich auch aus der Form des Brötchens und vor allem aus der Ausbildung des Ausbundes weitgehende Schlüsse auf die Spannung des Teiges und seine Oberflächeneigenschaften unmittelbar vor und bei Backbeginn ziehen.

Bei einer normalen Führung (5% Hefe, Teigruhe/Ballengare 10 + 15 Minuten, Normalgare 40 Minuten, Übergare 70 Minuten) ist der Effekt einer Attritionsmehlzugabe nicht spektakulär (Abb. 8). Anteile von 10 und 20% Attritionsmehl mit einer Farinogramm-Wasseraufnahme von 88% in der Mehlmischung (entsprechend +3 bzw. +6% Wasserschüttung) zeitigen bei den resultierenden Brötchen keine nennenswerten Unterschiede zu denen aus dem Ausgangsmehl. Das gilt nicht nur für die dargestellten Volumina, sondern auch für das Gesamtbild der Brötchen, die sich nicht voneinander unterscheiden. Erhöht man durch eine entsprechende Zugabe von Attritionsmehl die Wasseraufnahme drastisch auf über 10%, ist wie erwartet die Grenze überschritten, bis zu der die gequollene Stärke in die Klebermatrix integriert werden kann: Das Volumen sinkt, der Ausbund fällt auseinander, und die Bräunung wird zu stark. Die Gebäckausbeute steigt mit der erhöhten Wasserschüttung an. Von dem „zusätzlich“ geschütteten Wasser backen dabei nur etwa 30% aus, während von dem „normal“ geschütteten Wasser 50% ausbacken. Brötchen sind wegen ihrer großen Oberfläche allerdings nicht das optimale Versuchsgebäck für die letzte Aussage, so dass deren Genauigkeit unter Vorbehalt zu stellen ist.



Die Konsistenzabnahme eines Teiges durch das Nachlassen des Klebers wird durch die Quellung der beschädigten Stärke, möglicherweise auch durch ein Austreten löslicher Stärke aus den beschädigten Stärkekörnchen, in einem bestimmten Umfang kompensiert, in Einzelfällen sogar überkompensiert. Dies erfolgt allerdings zeitversetzt, und bei einer normalen kurzen Führung kommt der Effekt gar nicht zum Tragen. So kann erwartet werden, dass bei längeren Führungen mit ihren erhöhten Anforderungen an die Stabilität eines Teiges die Zugabe von Attritionsmehlen verbunden mit höherer Wasserschüttung deutlichere Vorteile bietet.

Der ökonomische Erfolg des Backgewerbes in den letzten Jahren lässt sich gerade an solchen Führungen festmachen. Die Pu-

blikumsrenner Baguette, Ciabatta, Pide usw. gelingen und schmecken nur, wenn sie über längere Führungen hergestellt werden. Die Filialisierung der Betriebe (bake-offs) und der Rationalisierungsdruck in den Backstuben führten zur zeitlichen Trennung von Teigbereitung und Backen (Gärunterbrechung, Gärverzögerung, Langzeitführung) und damit zu Anforderungen an die Backleistung der Mehle, die die Möglichkeiten der Müller überschritten und nur durch Zusatz von Vitalkleber und/oder spezieller Backmittel zu meistern waren. Die so gesteigerte Gärtoleranz führt bei guter Form der Gebäcke gleichzeitig zu einer sehr starken Volumvergrößerung, die mit schlechter Krumenelastizität, Absplittern der Kruste und schneller Austrocknung einhergeht.

Durch Zugabe von Attritionsmehl zur Mehlmischung können z. B. Baguetteteige mit einer bis zu 6% höheren Teigausbeute (resultierende Baguettes, zugehörige Kennzahlen: Abb. 9) hergestellt werden. Trotzdem sind die Teige stabil, steifen etwas nach, und dadurch ist das Backergebnis in verschiedenen Punkten verbessert. Die Teige laufen auch bei Übergare nicht breit, so dass die Baguettes eine schönere Form und einen markanteren Ausbund aufweisen. Die Brote sind bei vorzüglichem Glanz deutlich mehr gebräunt und haben eine bessere Frischhaltung. Dies ist auf die leichtere Angreifbarkeit der beschädigten Stärke durch Amylasen im Teig zurückzuführen, die zur verstärkten Bildung von Dextrinen führt. Eine massive zusätzliche Behandlung des Mehles mit kommerziellen Amylasen oder auch die Verwendung von Auswuchsmehlen sollte aber vermieden werden.

Besondere Anforderungen an die Stabilität und Gärtoleranz eines Teiges stellen verlängerte Führungen. Dies gilt vor allem für die sogenannte Langzeitführung, bei der die ausgeformten Teiglinge einige Stunden bei Backstubentemperaturen aushalten müssen, und die Gärverzögerung, bei der die Teiglinge meist über Nacht, also mindestens zwölf Stunden, in einem gekühlten Raum bei Temperaturen zwischen +4 und +8 °C gelagert werden, und die Gärunterbrechung, bei der eine mehrstündige bis mehrtägige Frostphase bei etwa -18 °C eingeschaltet wird, gefolgt von Auftau- und Gärphase. Danach werden die Teiglinge gebacken. Die letzte Methode (Gärunterbrechung) ist nicht so teigbelastend wie die beiden ersten. Schlechte Reproduzierbarkeit der Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen bei der Langzeitführung machen diese Methode für Versuchszwecke weniger geeignet. So sind die folgenden Versuche zur Beurteilung der Wirkung von Attritionsmehl unter Verwendung der Methode „Gärverzögerung“ durchgeführt worden.

Ein Kontrollteig und ein Teig mit einem Anteil von 15% Attritionsmehl (entsprechend einer zusätzlichen Wasseraufnahme von 4%) wurden zu Teiglingen geformt und für 17,5 Stunden bei 7 °C der Gärverzögerung unterworfen. Danach wurde noch 30 bzw. 70 Minuten bei 32 °C und 82% r. F. gegärt. Die Abb. 10 und 11 enthalten die wichtigsten Prozessdaten, Messwerte und Brötchenbilder. Alle Angaben sind normiert, d. h., sie beziehen sich auf Mehl mit einer Feuchte von 14%. Die bei allen Brötchen zu beobachtende kräftige Bräunung kann durch niedrigere Backtemperatur bei etwas verlängerter Backzeit vermieden werden. Bei der Gärzeit von 30 Minuten (Abb. 10) bindet die Mehrzahl der Brötchen aus dem Kontrollteig nicht mehr aus (16 Schneider bei 30 Brötchen), während bei den Brötchen aus dem Teig mit dem Attritionsmehl nur 6 Schneider bei 30 Brötchen zu beobachten sind. Wichtiger als das bei den Versuchsbrötchen festgestellte größere Volumen ist aber die etwas rundere Form, die eine bessere Stabilität und Spannung und damit bessere Gärtoleranz der Teiglinge erkennen lässt. Folgerichtig ergibt sich eine geringere Neigung zum Schneidern.

Eine ganz erhebliche zusätzliche Strapazierung der Teiglinge tritt bei einer weiteren Verlängerung der Gärzeit von 30 auf 70 Minuten ein (Abb. 11). Der Ausbund verklebt, so dass die Brötchen nicht mehr ausbinden. Die breitgelassenen Teiglinge erlangen beim Backvorgang nicht mehr die gewünschte klassische Brötchenform, sondern bleiben flach und unansehnlich. (In der

New Process for Mills and Bakeries – Attrition Treatment

40 per cent points additional water absorption (Farinogram-WA) of baking flour can be achieved by application of a new process developed by Hosokawa Alpine AG & Co. oHG. "Heart" of the respective plant is the "Vertikale Alpine Rührwerkskugelmühle ATR", processing continuously a mix of flour and milling pearls, optimised w. r. t. the ratio of the components. The flour is then separated from the circulating milling pearls by means of a Zig-Zag classifier. The water absorption ability of the flour increases with the energy input. Even at a high energy input the temperature of the released flour does not exceed 40 °C, so that a thermal damage of wheat protein is excluded. The resulting flour is added to the basic flour to give an additional water absorption of the dough of up to six per cent points. The numerous advantages of this increased water uptake, described in the literature, are listed. During baking this additionally poured water is evaporated to a lesser extent than the water poured to the standard dough. For a normal process to bake German rolls there are no remarkable technical advantages besides of enhanced bread yield and improved colour. Applying long time procedures (baguette, retarded proofing, interrupted kneading), however, the retarded re-stiffening of the dough yields proof tolerant dough pieces with stable shape and a correspondingly improved baking result. As just these long time procedures are clearly expanding, due to improved bread quality and rationalization necessity, a broad utilization of the process is given. Further areas of application are exemplarily mentioned.

Konsequenz wählt der Fachmann für den Prozess der Gärverzögerung andere Brötchensorten und schiebt die Teiglinge mit knapper Gare, also kurzer Gärzeit.) Bei den Kontrollbrötchen sind diese Effekte deutlich zu erkennen, während die Brötchen aus dem Teig mit Attritionsmehl noch eine runde Form aufweisen, die eine „Reserve“ an Gärtoleranz anzeigt. Allerdings haben auch hier sämtliche Brötchen nicht ausgebunden.

Die überraschende Erscheinung, dass sich die Eigenschaften der Teige durch einen Anteil an Attritionsmehl verbesserten, war bei den bisherigen Versuchen erst an den ausgeformten Teiglingen während der Gärphase beobachtet worden. Die Teige selbst unterschieden sich nach dem Kneten bzw. nach der Teigruhe/Bal-lengare nicht von den Kontrollteigen, wiesen in Einzelfällen sogar eine geringfügig höhere Oberflächenfeuchte auf. Mit einer „Knetpause“ sollte im folgenden Versuch dieser positive Effekt der Teigverbesserung in eine frühere Bearbeitungsphase verlegt werden. Dazu wurde die Knetung des Teiges mit Attritionsmehl nach drei Minuten unterbrochen, der Teig für zehn Minuten ruhen gelassen und dann weitergeknetet, bis die Gesamtknetzeit von sechs Minuten erreicht war. Der Kontrollteig wurde ohne diese Pause parallel geführt (die vorgeschaltete Mischzeit betrug bei beiden Versuchen eine Minute). Abb. 12 und 13 stellen die gefundenen Ergebnisse dar. Beim Ausformen verhielt sich der Kontrollteig normal, der Versuchsteig war dagegen glatter und deutlich trockener, was hier aber keineswegs als „verhautet“ zu verstehen ist. Dadurch klebte auch der überlappende Teil des aufgerollten Teiglings nur leicht am darunterliegenden Teig. Als Folge klappte beim Backen der Ausbund früher auf und zeigte sich im Vergleich zu den Kontrollbrötchen etwas breiter (Abb. 12).

Der Vorteil von Attritionsmehlzugabe + Knetpause zeigt sich dann ganz deutlich bei auf 70 Minuten verlängerter Stückgare (Abb. 13). Der Brötchenausbund entspricht jetzt der Norm und zeigt eine deutlich bessere Gärtoleranz der Teiglinge im Ver-

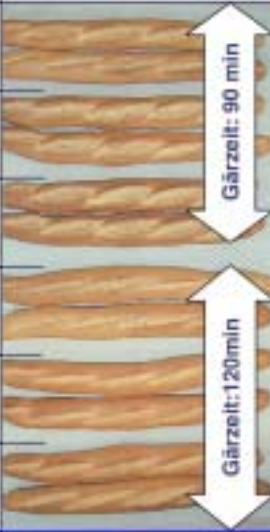
Attritionsmehl (%)	Teigausbeute (%)	Brotausbeute (g/100g Mehl)	Volumenausbeute (ml/100g Mehl)	
-	154	120,6	452	
10	157	124,5	456	
20	160	127,3	450,4	
-	154	-	456,5	
10	157	-	400,7	
20	160	-	436	

Abb. 9: Backergebnisse nach Zumischung unterschiedlicher Mengen attritionsbehandelten Mehles

gleich zu den Kontrollteiglingen an, die einen sehr hohen Anteil an nicht ausgehenden Brötchen (Schneidern) ergeben haben. Auch das erheblich gesteigerte Volumen der Versuchsbrötchen ist eine Folge der gestärkten Gärtoleranz. Mit Führungen, wie in den Abb. 10 bis 13 dargestellt, lassen sich also offensichtlich Wirkungen der Zugabe von Attritionsmehl nutzen, die mit einer normalen, kurzen Führung (Abb. 8) nicht ausgeschöpft werden können. Dort bleiben immer noch die erhöhte Wasserschüttung und die bessere Gebäckausbeute als Vorteile. Aromatische, lebhaft gebräunte Backwa-

ren mit schöner Form, so wie der Verbraucher sie liebt, trockene, glatte, plastische Teige, die in Teigteilern und Kopfmaschinen nicht kleben und auf Transportbändern und Kipptrögeln den Einsatz von Streumehl überflüssig machen, Gärtoleranz bei langen Führungen, ohne dass es zu aufgeblasenen Luftbrötchen kommt, Teiglinge für Berliner und Laugenbrezeln, die nicht abhauen müssen: ein Potential also für Marketing-Aspekte und backtechnischen Fortschritt, ein Potential, das sich in den Ergebnissen der hier beschriebenen Versuche andeutet, aber in der Praxis noch weiter ausgeschöpft werden will.


		
0	Attritionsmehl (% im Mehl)	15
55,9	Wasseraufnahme (% bez. a. Mehl)	59,9
583	Volumenausbeute (ml/100g Mehl)	627
117,3	Gebäckausbeute (g/100g Mehl)	128,5
16	Schneider von 30 Brötchen	6

Abb. 10: Brötchen nach 17,5 Stunden Gärverzögerung + 30 Minuten Stückgare


		
0	Attritionsmehl (% im Mehl)	15
55,9	Wasseraufnahme (% bez. a. Mehl)	59,9
781	Volumenausbeute (ml/100g Mehl)	767
121,4	Gebäckausbeute (g/100g Mehl)	126,1
30	Schneider von 30 Brötchen	30

Abb. 11: Brötchen nach 17,5 Stunden Gärverzögerung + 70 Minuten Stückgare


		
0	Attritionsmehl (% im Mehl)	15
55,9	Wasseraufnahme (% bez. a. Mehl)	59,9
nein	Knetpause 10 Min.	ja
840	Volumenausbeute (ml/100g Mehl)	831
126,3	Gebäckausbeute (g/100g Mehl)	132,0
0	Schneider von 15 Brötchen	0

Abb. 12: Brötchen mit und ohne Knetpause nach 40 Minuten Stückgare


		
0	Attritionsmehl (% im Mehl)	15
55,9	Wasseraufnahme (% bez. a. Mehl)	59,9
nein	Knetpause 10 Min.	ja
798	Volumenausbeute (ml/100g Mehl)	904
127,3	Gebäckausbeute (g/100g Mehl)	131,0
12	Schneider von 15 Brötchen	0

Abb. 13: Brötchen mit und ohne Knetpause nach 70 Minuten Stückgare

Bildnachw.: Hosokawa Alpine AG & Co. oHG, Augsburg

Ausblick auf neue Anwendungen

Neue, vorteilhafte Effekte bei der Verarbeitung von Weizenmehl zu erreichen, nicht nur die verlangte Erhöhung der Wasseraufnahme, das war das angestreb-

te und erreichte Ziel der Ingenieure. Eine breite Nutzung der nach dem oben beschriebenen Verfahren modifizierten Mehle ist also gesichert. Wie immer bei neuen Produkten werden die kreativen Lebensmitteltechniker in den unterschiedlichsten Bereichen aber auch Anwendungen erschließen, die zur Zeit noch gar nicht abzusehen sind.

Andere Getreidemehle (z. B. Roggenmehle), Leguminosenmehle und unterschiedliche Stärken können problemlos dem Prozess unterworfen werden. Welche interessanten Eigenschaftsänderungen sich bei diesen Rohstoffen neben der erwarteten Erhöhung der Wasseraufnahmefähigkeit ergeben, bleibt abzuwarten.

Ein bisher verschlossenes Tor ist nun aufgestoßen. Wer hindurchgeht, findet den Weg zu Innovationen und über diese zu Vorteilen für den Verbraucher, den Verwender und für sich selbst, den Hersteller der innovativen Produkte.

Zusammenfassung

40% mehr Wasseraufnahme (Farinogramm-WA) lassen sich bei Bäckermehlen durch ein neues Verfahren der Hosokawa Alpine AG & Co. oHG erreichen. Kern der entsprechenden Anlage ist die „Vertikale Alpine-Rührwerkskugelmühle ATR“, die ein im Mischungsverhältnis optimiertes Gemisch aus Mehl und Mahlperlen kontinuierlich bearbeitet. Die Mahlperlen werden im Kreislauf geführt, das Mahlgut (Mehl) wird durch einen Alpine-Zick-Zack-Sichter abgetrennt. Die Wasseraufnahmefähigkeit des Mehles steigt mit der eingetragenen Energie an. Auch bei hohem Energieeintrag liegt die Temperatur des ausgetragenen Mahlgutes maximal bei 40 °C; eine thermische Schädigung des Weizenproteins ist damit ausgeschlossen. Das resultierende Mehl wird dem „Grundmehl“ in einer Menge beigemischt, mit der sich bis zu 6% höhere Wasserschüttungen zum Teig ergeben. Die in der Literatur beschriebenen umfassenden Vorteile dieser erhöhten Wasseraufnahme werden dargestellt. Das zusätzlich geschüttete Wasser bäckt in geringerem Maße aus als das beim Kontrollteig geschüttete. Für eine normale Brötchenführung zeigen sich außer der erhöhten Brotausbeute und einer verbesserten Bräunung keine technischen Vorteile. Bei längeren Führungen (Baguette, Gärverzögerung, Knetunterbrechung) dagegen führt das zeitversetzte Nachsteifen des Teiges zu formstabilen, gärtoleranten Teiglingen und einem entsprechend verbesserten Backergebnis. Da gerade diese langen Führungen wegen der Verbesserung der Gebäckqualität und des Rationalisierungsdrucks in den Backbetrieben immer weiter zunehmen, ist eine breite Anwendung des Verfahrens gegeben. Weitere Einsatzgebiete für den neu entwickelten Prozess werden beispielhaft genannt.