

Untersuchungen zur Senkung des Wassergehaltes von Rührmassen auf die Effizienzsteigerung beim Backen mit dem Ziel der Durchsatzerhöhung und der Kostensenkung bei der Herstellung von Massegebäcken

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle:	Institut für Lebensmittel und Umweltforschung (ILU), Nuthetal Dipl.-Ing. P. Kretschmer/Dr. H. Kaiser
Industriegruppe:	Verband Deutscher Großbäckereien e.V., Düsseldorf
	Projektkoordinator: Dr. U. Bretschneider, Bahlsen GmbH & Co. KG, Hannover
Laufzeit:	1998 - 2000
Zuwendungssumme:	€ 154.820,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Wasser hat in der backenden Kuchenmasse für die inhaltsstofflichen Reaktionen, die Wärmetransportvorgänge und durch seine partielle Verdampfung für die Lockerungsvorgänge weitreichenden Einfluss. Der Wassergehalt der Masse wird nach praktischen Gesichtspunkten wie z.B. der Verarbeitbarkeit der Masse sowie nach Gebäckeeigenschaften wie Kaubarkeit, gewünschtem a_w -Wert und Frischeeindruck eingestellt. Zur Sicherung von Krumbildung, Gebäckstabilität und ausreichender Haltbarkeit (vor allem in Hinblick auf den a_w -Wert des Gebäcks) wird häufig zu lange gebacken und dadurch teilweise die Gesamtqualität beeinträchtigt. Das senkt den möglichen Ofendurchsatz und führt auf die Erzeugniseinheit bezogen zu einem höheren Energieverbrauch und zu einer geringeren wirtschaftlichen Effizienz des Backens.

Ziel des Forschungsvorhabens war es zu untersuchen, durch welche Maßnahmen eine Senkung des Wassergehaltes in Rühr- und Sandmassen erreicht werden kann bei gleichzeitiger Vorgabe, ein Gebäck analoger sensorischer Qualität in kürzerer Backzeit herzustellen. Annahme hierbei war, dass eine Konzentration auf die rezepturmäßige Zusammensetzung der Kuchenmasse beim gegenwärtigen Stand der Backtechnik ein größeres Potential für die Durchsatzerhöhung barg als eine Einflussnahme auf die anlagentechnischen Größen des Backens.

Forschungsergebnis:

Konzeption und Bau eines Backversuchsstandes
Im Rahmen des Projektes wurde ein Backversuchsstand mit der Möglichkeit zur Erfassung des Energieeintrages, der mehrfachen Temperaturmessung in der Backkammer und im Gebäck (Kern- und Randbereich, Ausbundzone) sowie der Messung des tatsächlichen Masseverlustes während des Backens (Prozess-Backverlust) entwickelt und gebaut. Basis des Backversuchsstandes ist ein einherdiger Elektrobackofen EBO 1 - 64 der Fa. „Wiesheu-Wolfen“ mit einer Herdfläche von 0,26 m² (620 x 420 mm, H = 190 mm) in speziell angepasster Ausführung, der auf einer Mettler-Industriewaage KCC-150 mit verändertem Schaltkreis (Auflösung 1 g) steht und mit einer Datenerfassung per PC ausgestattet ist.

Rezeptur- und Backvariation

Die Masseherstellung erfolgte im einstufigen Rührverfahren mit den für Sandkuchen obligatorischen Mindestzutaten einschließlich eines Aufschlagmittels, um den stofflichen Einfluss der Zutaten zu minimieren. An folgenden Basisgebäcken erfolgten die systematischen Untersuchungen, wobei die Rezeptur 2 mit weiteren Variationen im Mittelpunkt stand:

- Basis-1-Rezeptur sandig-trockener Sandkuchen-Typ
- Basis-2-Rezeptur weich-softiger Sandkuchen-Typ
- Basis-3-Rezeptur ausgeprägt weich-feuchter Rührkuchentyp (Fett unter und Vollei an der Definitionsgrenze von Sandkuchen)

Für den **Prozess-Backverlust** wurde ein weitgehend linearer Verlauf, auch über den Rahmen normaler Backzeiten hinaus, ermittelt, der als Regressionsgerade mit einer Korrelation von 0,97 ... 0,98 beschrieben werden kann. Die Steigung der Backverlust-Geraden wird von der Rezeptur (Wassergehalt der Masse) und von den Backbedingungen, speziell von der Backtemperatur beeinflusst. Damit ist die Höhe der Wasserverdampfung linear von der Backzeit abhängig. Bei Wasserreduzierung sinkt der Backverlust durch kürzere Backzeit und geringere Wasserverdampfung.

Die **Gebäckinnentemperaturen** überschreiten gegenüber allgemeinen Auffassungen die Temperatur von 100°C, was auf den Zuckergehalt und die damit verbundene Siedepunkterhöhung zurückzuführen ist. Der Zeitpunkt für das Erreichen von 100°C ist backtemperatur- und wassergehaltsabhängig.

Backen bei höheren **Temperaturen** (gleiche Rezeptur, konstante Backtemperatur über der Backzeit) hat folgende Einflüsse:

Form:	größeres Volumen, höhere Wölbung, breiterer Ausbund
Porung:	Porenfeinheit und –gleichmäßigkeit abnehmend
Krume:	Biss (1. Kaeindruck) unverändert, Mundgefühl (2. Eindruck) und Löslichkeit (3. Eindruck) abnehmend; Texturprofilwerte gleichbleibend
Backdaten:	Anstieg der Regressionsgerade des Backverlustes ist zunehmend, die Backzeit abnehmend, der Energieverbrauch steigt; die relative Kompensation von Backtemperatur/Backzeit führen aber zu annähernd gleichen Backverlusten.

Daraus resultiert, dass über die Backtemperatur einerseits die Backzeit verkürzt und der Ofendurchsatz gesteigert werden kann, andererseits

geht dieser Schritt aber mit veränderten Gebäckigenschaften und höherem Energieverbrauch einher. Bei Wasserreduktion ist eine Backzeitverkürzung ohne Erhöhung der Backtemperatur möglich. Die o.g. Basisrezepturen bzw. Sandkuchentypen besitzen ein unterschiedliches Wasserreduktionspotential.

Einfluss Mehlqualität und Mehl/Stärke-Verhältnis

Die Mehlqualität (Proteingehalt, proteinarm hergestellte Mehle, Verkleisterungsverhalten der Mehlstärke) und der zugesetzte Stärkeanteil besitzen Einfluss auf das Backverhalten (Stabilisierbarkeit des Gebäcks) und die Gebäckigenschaften. Der dominante Einfluss geht von der Qualität der Mehlstärke bzw. von ihrem Verkleisterungsverhalten aus. Amylographische Maxima > 900 AE bei Verkleisterungstemperaturen > 90°C konnten auch den Einfluss höherer Proteingehalte von normalen Brötchenmehlen von >12,5 % kompensieren. Schwache Verkleisterungseigenschaften der Mehlstärke in proteinarmen Spezialmehlen mussten dagegen mit zugesetzter Weizenstärke von mind. 30 % Anteil an den mehllartigen Rohstoffe ausgeglichen werden. Damit steht das i.d.R. präferierte Merkmal "Proteingehalt" bei der Mehlauswahl nicht im Vordergrund, wenn eine sehr gute Stärkequalität im Mehl vorliegt. Ein Einfluss auf die Wasserbindung beim Backen konnte bei gleicher Rezeptur, aber unterschiedlicher Mehlqualität und Stärkeanteilen über den Backverlust nicht nachgewiesen werden.

Modelle der Wasserreduzierung

Die Versuchsansätze zur Wasserreduzierung erfolgten nach 3 Rezepturmodellen:

- ... Reduzierung von ausschließlich Wasser in Stufen (Modell I)
- ... Reduzierung von Vollei/Wasser dto. im gleichen Verhältnis zueinander (Modell II)
- ... Reduzierung von Vollei/Wasser dto. bei Gewichtsausgleich durch Trockenstoffe (Modell III-1 und Modell III-2 bei zusätzlicher Zuckeränderung).

Die Modelle I und II gehen mit einer Verschiebung der Rohstoffverhältnisse einher, im Modell III treten neue Rohstoffe hinzu. Allen Rezepturveränderungen ist ein Ansteigen der Zuckerkonzentration im verbleibenden Wasser der Masse gemeinsam. Gebacken wurden alle Modelle nach einer Variation der o.g. Basis-Rezeptur 2 und dem optimalen Ergebnis der Backvariation bei der Temperatureinstellung 200/195 °C.

- **Backzeit:** Außer bei Modell I konnte die Backzeit durch steigende Wasserreduzierung nur bis zu einem bestimmten Wert verringert werden, bei Überschreitung dieses Punktes stieg die erforderliche Backzeit wieder an. Der Prozess-Backverlust, die Gebäckfeuchte und folgerichtig der Gebäck-aw-Wert nahmen in allen realisierbaren Wasserreduktionsstufen ab oder blieben nach Absinken auf einem bestimmten Wert gleich. Die Volumenausbeute verringerte sich teilweise.

- **Texturprofil:** Die gemessene Krumenhärte tendierte bei Wasserreduktion im Modell I und II abnehmend oder variierend, im Modell III (Trockenstoffeinsatz) ansteigend. Krumenelastizität und -zusammenhalt nahmen ab. Die Kaubarkeit spiegelte aufgrund des großen Einflusses der Härte auf dieses Merkmal analog die Krumenhärte wider.

- **Sensorisches Profil:** Die Porung zeigte bei Wasserreduzierung Tendenz zu größerer Porung bei unterschiedlich variierender Gleichmäßigkeit in den Reduktionsstufen. Bei der Krume zeigten sich zwar verringerte Bewertungen im Biss und im Mundgefühl, aber eine verbesserte Löslichkeit. Im Modell III führte höherer Trockenstoffeinsatz zu trocken-sandigem Kaugefühl und geschmacklichem Einfluss dieser Zutaten (Molkenproteine und Milchtrockenstoffe).

Aus den Modellansätzen kann gefolgert werden, dass Wasserreduktion bis zu einem Grenzwert rezepturabhängig möglich ist und sich die Arbeitshypothese bestätigt. Während an Hand der Texturprofilwerte keine Nachteiligkeit festzustellen war, zeigten die sensorischen Bewertungen Produktveränderungen in Richtung einer offeneren Porung und, trotz besserer Löslichkeit, zu einer weniger zarten Krume.

Aus den Versuchen resultiert eine Grenze in der Wasserreduzierung, die verallgemeinert mit der Zuckerkonzentration im Wasser der Masse und mit der damit verbundenen osmotischen Druckerhöhung der Lösung und ihren Folgen auf die Backreaktionen in Verbindung gebracht werden kann.

Ergebnis - Verifizierung der Wasserreduktionsmodelle - Wirtschaftlichkeit

Eine Ergebniskontrolle auf Etagenbacköfen und eine Gebäckmustervorstellung und Bewertung im Projektbegleitenden Ausschuss war Grundlage für die Ergebnisfeststellung. Die Wasserreduktion nach dem Modell II führte bei einer Reduktion des Vollei/Wasseranteils (bei gleichbleibendem Verhältnis zwischen Wasser und Vollei)

von einem Wassergehalt in der Kontrolle von 25,2 % auf 22,4 % in der Reduktionsstufe (Reduktion Vollei/Wasser von 29 Teilen um 6 Teile auf 23 Teile) zu einem sehr guten Ergebnis und gegenüber der Ausgangsrezeptur zu einem besseren Erzeugnis. Dadurch ist eine Backzeitverkürzung um 10 Minuten von 65 min auf 55 min bzw. um über 15 % erreichbar. Der Durchsatz eines Ofens von 100 m² Backfläche erhöht sich dadurch von 1.440 kg/h auf 1.700 kg/h. Der Materialkosteneinsatz reduziert sich pro Kuchen von 0,456 auf 0,435 € (Materialeinsatz und geringere Masseeinwaage). Bei gleichen fixen Kosten und Arbeitskräfteeinsatz erhöht sich der Deckungsbeitrag.

Wirtschaftliche Bedeutung:

In der industriellen Produktion Feiner Backwaren machen Massegebäcke über 50 % des Produktionsvolumens aus. Ein großer Teil davon sind Rühr- und Sandkuchen in unterschiedlicher Erzeugnisgestaltung. Die Ergebnisse dienen der Rezepturenentwicklung und -verifizierung. Das ermöglicht ein gezielteres Vorgehen, um Erzeugnisse zu gestalten, die gegenüber einer empirischen Rezepturerarbeitung hohe Backofen- und damit Anlagendurchsätze gewährleisten.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2001.
2. Kaiser, H.: Einfluss der Backbedingungen und des Wassergehaltes in Rühr- und Sandmassen auf die Backzeit und die Produkteigenschaften. Jahresbericht Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung, Nuthetal, 15-19 (2000).
3. Kaiser, H.: Einfluss der Backbedingungen und des Wassergehaltes auf das Backen von Rühr- und Sandmassen. Getreide, Mehl und Brot 56 (1), 44-51 (2002).

Weiteres Informationsmaterial:

Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung e.V. (ILU)
Arthur-Scheunert-Allee 40-41, 14558 Nuthetal
Tel.: 033200/89-0, Fax: 033200/89-220
E-Mail: office@ilu-ev.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn
Tel.: 0228/372031, Fax: 0228/376150
E-Mail: fei@fei-bonn.de