



Die vakuumgekühlten und unter Schutzgas bei Raumtemperatur gelagerten Brötchen zeigen nach dem Aufbacken eine deutlich schönere Oberfläche als zum Vergleich herangezogene Tiefkühlware bzw. Brötchen, die unter Schutzgas im Brotregal angeboten werden. Hinten sind die vakuumgekühlten Backwaren vor dem Backen zu sehen. Auch hier fällt auf, dass die Teiglinge gut in Form sind und keine Setzfalten aufweisen.

Überall dort, wo keine großen Tiefkühlkapazitäten in den Backbetrieben vorhanden sind, entscheiden sich immer mehr Investoren für den Einsatz der Vakuumkühlung. Mehr als 30 Anlagen sind bereits in Betrieb, die Mehrzahl davon steht in Zentraleuropa. Besonders überzeugend sind die Ergebnisse der Technologie bei der Abkühlung von teilgebackener Ware. Die Vakuumkühlung wirkt sich vorteilhaft auf die Stabilität der Gebäcke aus, gleichzeitig lassen sich dadurch die Vorbackzeiten verkürzen, so dass die Produkte, egal ob zu 45%, 50% oder 60% vorgebacken, garantiert weiß eingelagert werden und der Anwender vor Ort die Entscheidung hat, wie hell oder dunkel gebacken werden soll.

Vakuumgekühlte Backprodukte sind mehrere Tage bei Raumtemperatur haltbar. Die Haltbarkeitsdauer steigt deutlich, wenn man die Ware verpackt, kühlt und/oder mit Schutzgas beaufschlagt. Zählt man zusammen, was beim verkürzten Vor- und Fertigbacken, bei Logistik und Lagerung sowie beim Kühlprozess selber an Energie benötigt wird, so liegt dies im Vergleich zu herkömmlichen Tiefkühlverfahren um rund 50% niedriger.

Cooler Idee

Vakuumkühlung ist keine neue Technologie, aber eine, die in den vergangenen Jahren weiterentwickelt wurde. Ein Forschungsprojekt am Institut für Getreideforschung in Bergholz-Rehbrücke sorgte jetzt für den wissenschaftlichen Hintergrund, mit dem sich die Parameter des Verfahrens produktindividuell optimieren lassen.

Das bisher häufig vorgebrachte Argument gegen die Vakuumkühlung, mit dem Wasser, das den Produkten durch das Verfahren entzogen wird, würden logischerweise auch wasserlösliche Aromastoffe mit heraustransportiert, wurde in Bergholz-Rehbrücke widerlegt. Ein vom britischen Anbieter Cereform entwickeltes gezieltes Enzymmanagement über flüssige Backmittel und/oder Vorteig bringt zudem weitere Verbesserungen.

Mit dem Forschungsvorhaben, an dem neben dem Maschinenbauunternehmen König Maschinen Ges. m.b.H. aus Graz/Österreich und Cereform auch der österreichische Backwarenhersteller Kuchen-Peter beteiligt waren, wurde das Ziel verfolgt, den Einsatz der Vakuumkühlung im Bereich der Backwarenproduktion für ausgewählte Gebäcke zu untersuchen und das Verfahren zu optimieren. Das Aufgabenfeld umfasste dabei den gesamten Herstellungsprozess, beginnend bei der Auswahl der Rohstoffe, die Entwicklung angepasster Rezepturen sowie den gesamten technologischen Ablauf zur Gebäckerstellung vor und nach der Verfahrensstufe Vakuumkühlen.

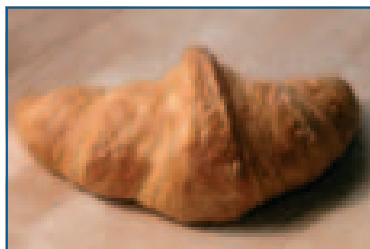
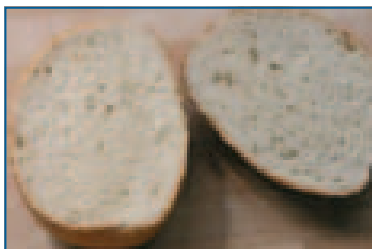
Zu diesem Zweck wurde zunächst eine mathematische Simulation der Prozesse erstellt, mit deren Hilfe die Zusammenhänge der verschiedenen Steuerungsparameter des gesamten Prozesses abgebildet werden konnten. In anschließenden praktischen Versuchsreihen wurden daraus produkt-

spezifisch für Weizenbrötchen, Croissants, ein Spezialbrot sowie Quarkplunder Rezeptur und Verfahren optimiert.

Dabei stellte sich heraus, dass beispielsweise die Wahl der Backmittel bzw. eingesetzten Enzyme nicht nur deutlichen Einfluss auf das Aroma hat, sondern auch auf die Höhe der Backverluste (s. Grafik).

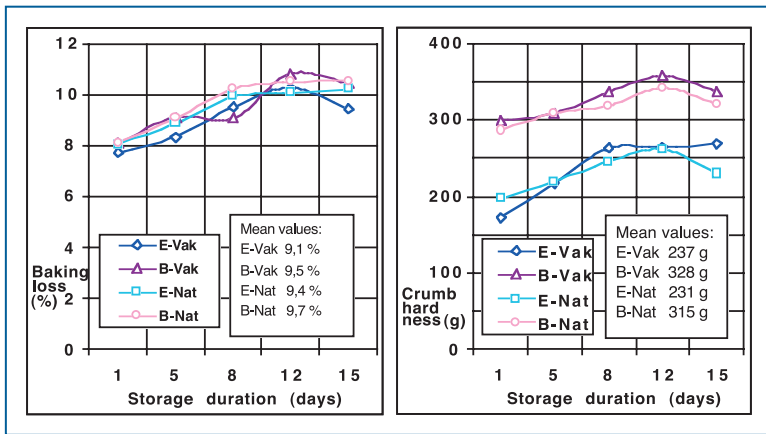
Systematische Versuchsreihen zeigten, dass insbesondere der zeitliche Verlauf der Vakuumkühlung einen großen Einfluss auf die Produktqualität hat. Eine an die jeweiligen Produkte und Produktionsbedingungen angepasste Regelung ermöglicht die Optimierung der Produktqualität, die Maximierung der Prozessgeschwindigkeit und die Minimierung des thermodynamisch notwendigen Wasserentzugs. Der zeitliche Abkühlungsverlauf der vorgebackenen Produkte kann über die Drehzahl der Vakuumpumpe präzise geregelt werden. Insbesondere bei Plunder und Croissants lassen sich so Optik und Rösche sehr positiv beeinflussen.

Im weiteren Projektverlauf wurden die Untersuchungen zielgerichtet auf Qualitätsaspekte fokussiert. In Vorversuchen mit unterschiedlichen Backmitteln wurde eine Rezepturauswahl für die systematischen Versuchsreihen getroffen. In Versuchen ohne und mit Vorteig erfolgte anschließend die **Variation der Verfahrensparameter** zur Herstellung von Weizenkleingebäck unter An-



Ein Blick in das Brötcheninnere zeigt eine gleichmäßige Krume (links).

Croissants sollen Stand behalten und nicht wie nasse Handtücher zusammenfallen. Die Vakuumkälte verleiht ihnen die nötige Stabilität.



Backverluste beim Fertigbacken und Krumenfestigkeit in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer (E = Backmittel E, B = Backmittel B, Vak = Vakuumkühlung, Nat = Natürliche Abkühlung).

wendung der Vakuumkühlung. Innerhalb der Untersuchungen wurden Vorbäckzeiten, Enddrücke bei der Vakuumkühlung, Haltezeiten nach Erreichen des Enddrucks sowie Parameter für das Fertigbacken mit und ohne Dampfgabe variiert. Außerdem wurden Vergleichsversuche zur Tiefkühlung und zum „durchgehenden“ Backen (ohne zwischenzeitliche Kühlung) durchgeführt.

Um unterschiedliche Prozessführungen und Lagerbedingungen in ihren Auswirkungen auf die Produktqualität zu untersuchen, wurden zahlreiche Versuchsserien mit halbgebackenen Brötchen durchgeführt.

Die genaue Analyse der einzelnen Bewertungskriterien in einer **sensorischen Profilanalyse** ermöglichte fundierte Schlussfolgerungen hinsichtlich des komplexen Zusammenspiels von Rezeptur-, Prozess- und Lagerungsparametern.

Die Ergebnisse einer Textur-Profil-Analyse für Kleingebäcke zeigten eine starke Korrelation zwischen den gemessenen Werten der Krumenfestigkeit und der Kaubarkeit einerseits und den mit der Lagerungsdauer ansteigenden Back- und Volumenverlusten beim Fertigbacken andererseits.

Die Versuchsergebnisse zur **Pro-**

zessvariation der Vakuumkühlung wie zur Variation der Lagerbedingungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

➔ Für eine optimale Produktqualität ist eine **produktspezifische Regelung** der Vakuumkühlung erforderlich. Vergleichsweise schnelle Vakuum-Abkühlkurven führen zu einer besseren Produktqualität als langsame. Der zeitliche Verlauf der Vakuumkühlung hat Auswirkungen auf die äußeren Qualitätsmerkmale Form, Krustenbeschaffenheit und Falten.

➔ Die **Vakuumstabilisierung** wird durch die sensorischen Profilanalysen klar belegt. Vakuumgekühlte Brötchen haben nach Kühlagerung (4 °C) deutlich bessere äußere Merkmale (Rösche, Kruste, Falten) als natürlich abgekühlte Brötchen.

➔ **Vakuumkühlung vor der Tiefkühlung** wirkt sich sehr positiv auf die äußeren Merkmale (Rösche, Kruste, Falten) von tiefgekühlten Brötchen aus.

➔ Die **Kühlagerung ohne Verpackung** (10 °C, 75% relative Luftfeuchte) vorgebackener und vakuumgekühlter Brötchen ist eine Option für Bäckereibetriebe mit angeschlossener Verkaufsstelle. Unverpackt bei 10 °C und 75% relativer Luftfeuchte gelagerte Brötchen erreichten nach 5 Tagen eine nur ge-

Vakuumgekühlte Quarktaschen zeigen nicht nur äußerlich Stabilität, sondern auch innere Werte. Die Vakuumkühlung stabilisiert die Krume und schäumt die Füllung so weit auf, dass keine Hohlräume entstehen wie bei konventionell hergestellten Produkten. Das funktioniert auch bei Fruchtfüllungen.



ringförmig niedrigere Qualitätsbewertung als verpackt bei 4 °C gelagerte Brötchen.

➔ Nach dem gegenwärtigen Stand der Untersuchungen kann die mikrobielle Stabilität nach **Lagerung bei Raumtemperatur im Folienbeutel** (20 °C) durch Schutzgasverpackung gewährleistet werden.

➔ Die **Back- und Volumenverluste beim Fertigbacken steigen mit der Lagerungsdauer geringfügig an**. In den durchgeführten Versuchsserien stiegen die Backverluste nach einer Woche Kühlagerung (4 °C) von ca. 8 auf ca. 10% und blieben danach weitgehend unverändert.

➔ Auch die gemessene **Krumenfestigkeit steigt mit der Lagerungsdauer an**, wie die Ergebnisse der Textur-Profil-Analyse zeigten. Nach einer Woche Lagerung blieb die gemessene Krumenfestigkeit weitgehend stabil.

Zur sensorischen Einordnung der Produktmuster „Brötchen“ wurden diese entsprechend der einer sensorischen Profilanalyse verkostet. ■

Sensorische Profilanalyse „Brötchen“ (Gegenüberstellung ausgewählter Muster):

- * *Raumlagerung bei +20 °C*
- ** *Kühlraum bei 5 – 8 °C*
- *** *TK-Lagerung bei -18 °C*
- *Muster: 5 – 6 aus Benchmark-Serie vom 07.07.2006*
- *Muster: 3er-Reihe aus Produktpräsentation vom 18.08.2006*

Prinzip Vakuumkühlung

Der Siedepunkt von Wasser steht in direktem Zusammenhang zum atmosphärischen Druck. Bei einem atmosphärischen Druck von 1.000 mbar kocht Wasser bei 100 °C. Sinkt der atmosphärische Druck, verringert sich auch der Siedepunkt. Das bedeutet für das Innere einer Vakuumkammer: Wird der Druck der Umgebungsluft auf 473 mbar gesenkt, siedet das Wasser bei 80 °C, liegt der Druck bei 42 mbar, verdampft das Wasser bereits bei 30 °C. Die dafür notwendige Energie wird aus dem zu kühlenden Produkt gezogen. Dabei kühlt das Produkt nicht von innen nach außen oder umgekehrt, sondern gleichmäßig durchs ganze Produkt. Entscheidend für die Qualität des Endprodukts ist neben der Rezepturoptimierung die Abkühlkurve, die für jedes Produkt unterschiedlich ausfällt.

Vorteile der Vakuumkühlung

1. Um 20 – 30% kürzere Backzeiten, dadurch höhere Auslastung der Ofenkapazitäten.
2. Schnelles Abkühlen der Produkte (innen und außen). Eine Blechladung, die mit 90 – 95 °C aus dem Ofen kommt, braucht nur 2 – 3 Minuten, um auf ca. 30 °C abgekühlt zu werden.
3. Verzögerung der Retrogradation, weil es während des Kühlprozesses zu einer „Nachverkleisterung“ der Stärke kommt. Die Kruste ist knuspriger, die Haltbarkeit länger und die Lagerdauer auch.
4. Mehr Volumen und bessere Formgebung der gebackenen Produkte.
5. Erheblich längere Haltbarkeit bei höheren Lagertemperaturen. Für ein paar Tage kann die Lagertemperatur bei vorgebackenen Produkten +2 °C betragen.
6. Bis zu 50% weniger Energieverbrauch gegenüber herkömmlicher Tiefkühlung über die gesamte Verfahrenskette.