

Länger frisch

Dipl.-Ing. Günther Zehle und Bäckereitechniker Rainer Hoppenstedt vom Institut für Getreideverarbeitung (IGV) GmbH, Bergholz-Rehbrücke, haben die Rekontaminationskriterien beim Abkühlen von Backwaren untersucht. Ergebnis: Der Einsatz von Reinraumtechnik kann die Haltbarkeit von Backwaren entscheidend verlängern.

Keime bzw. die an Partikeln angelagerten Keime und Sporen kontaminieren abkühlende Backwaren und mindern die Haltbarkeit der Gebäcke. Das IGV hat die physikalischen Vorgänge beim Abkühlen von Backwaren erforscht. Backwaren sind kapillarporöse Körper mit Poren bzw. Hohlräumen. Der luft- bzw. gasfreie Krumen- und Krustenanteil in abgekühlten Backwaren hat eine Dichte von ca. 1,2 g/cm³.

Ein Weißbrot dagegen hat eine Dichte von etwa 0,240 g/cm³. Die Folge: Ein 500-g-Weißbrot mit einem Volumen von 2.080 cm³ hat

- ➔ ein gasfreies Krumen- und Krustenvolumen von 416 cm³
- ➔ ein Gas-(Luft-, Wasserdampf-, Fermentationsgas-)volumen von 1.664 cm³.

Bei verschiedenen Gebäcken, wie zum Beispiel bei Windbeuteln und geschäumten Backwaren, ist der Gasanteil noch größer. Dieser hohe Gasanteil in Backwaren hat Konsequenzen auf das Verhalten beim Abkühlen nach dem Backprozess. Im Backprozess werden die im gegarten Teigstück vorhandenen Gasbläschen, die überwiegend aus feuchter Luft und gasförmigen Fermentationsprodukten bestehen, durch die temperaturbedingte Ausdehnung (Gay-Lussacsches Gesetz) größer.

Die Volumenzunahme des Lockergases beträgt 1/273 je Grad Temperaturerhöhung und dauert bis zur Fixierung der Krume im Koagulations- und Verkleisterungsprozesse an. Sie ist jedoch nur wirksam, wenn sich noch keine feste Kruste gebildet hat.

Einen besonders großen Einfluss auf die Volumenänderungsarbeit hat das verdunstende Wasser, da der Partialdampfdruck des Wassers bei Er-

wärmung ansteigt, wodurch sich ein großer Partialdampfdruckunterschied zur Teigphase ergibt. Da gerade die Innenflächen der Poren eine hohe Feuchtigkeit aufweisen, ist ein verstärkter Phasenübergang von flüssig nach gasförmig zu beobachten. Wasserdampf entsteht und das Volumen nimmt deutlich zu.

Auch das im Teigwasser gelöste Kohlendioxid, dessen Löslichkeitsverhalten stark temperatur- und noch stärker druckabhängig ist, beeinflusst in ähnlicher Weise diese Volumenzunahme, nur in weitaus geringerer Intensität als der Wasserdampf.

Ingesamt fasst man diese Vorgänge, die zur Volumenausdehnung während der Backphase führen, unter dem Begriff „Ofentrieb“ zusammen.

Am Ende des Backprozesses ist das CO₂ bedingt durch die Partialdampfdruckunterschiede weitgehend aus den Krumporen verdrängt und die Gasphase in den Krumporen besteht ausschließlich aus Wasserdampf.

Wenn das Weißbrot den Backofen verlässt, sinkt die Brottemperatur beginnend an der Oberfläche sehr schnell ab. Messungen an Weißbroten zeigen folgenden Temperaturverlauf:

Diese Temperaturveränderung hat Konsequenzen für die Rekontamination mit Keimen:

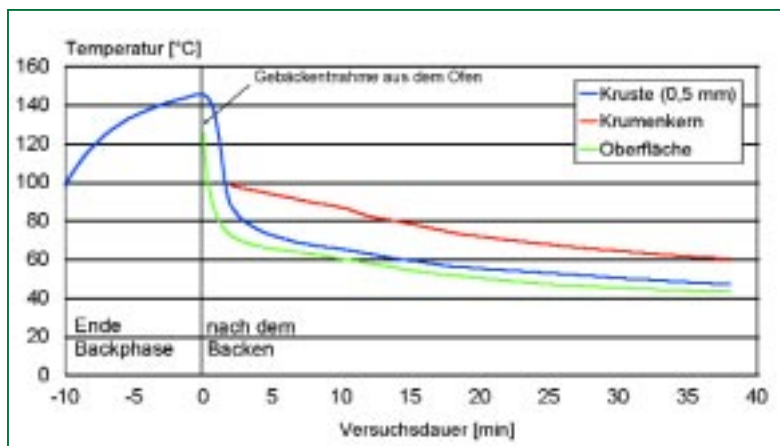
1. Reinfektion durch Unterdruckbildung

Sofort nach Verlassen des Ofens beginnt sich das Gebäck abzukühlen. Die „<100°-C-Zone“ wandert nach etwa 30 sec. in das Gebäckinnere. Der Wasserdampf im Gebäck kondensiert. Da sich die Volumina von Wasserdampf und Wasser bei vergleichbaren Zuständen etwa um den Faktor 1.650 unterscheiden, entsteht im abkühlenden Backwerk ein Unterdruck. Das Gebäck saugt aus der Umgebung Luft an. Dies mit einer Dynamik, die, wenn man es unterbindet, das Gebäck vollständig deformieren würde.

Vergrößert wird dieser Unterdruck beim Abkühlen durch die temperaturbedingte Volumenkontraktion des Gases im Brot. Die Kinetik des Einsaugens ist in Abb. 2 dargestellt.

Die Brötchen saugen 89% ihres Gebäckvolumens an Gas aus der Umgebung innerhalb der Abkühlungszeit ein. Drei Viertel der Menge bereits in den ersten 10 Minuten. Diese Men-

Abb. 1: Temperaturverlauf beim Abkühlen von Weißbrot (550 g) bei Normallagerung (gemessen mit Oberflächenkontaktfühler und Thermoelementen)



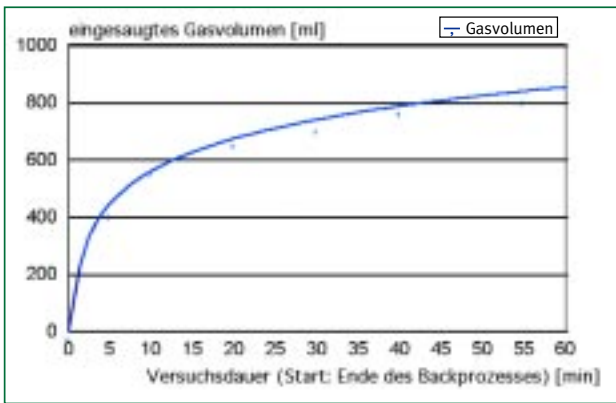


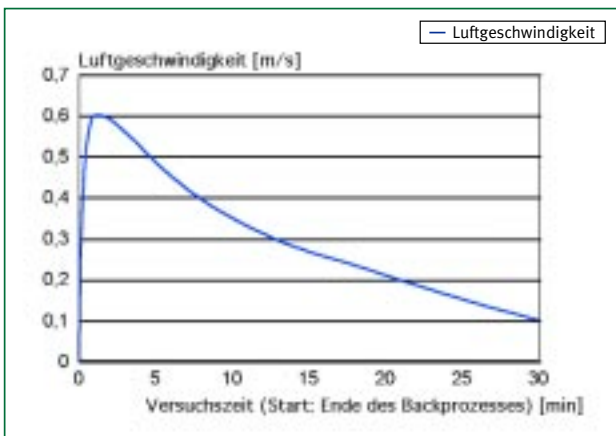
Abb. 2: Eingesaugtes Luftvolumen beim Abkühlen von 5 offenen Brötchen (920 ml Brötchenvolumen)

gen sind abhängig von der Gebäckdichte. Man kann grundsätzlich bei allen porigen Backwaren (Dichte < 0,40g/ml) davon ausgehen, dass zwischen 75 und 95% des Gebäckvolumens beim Abkühlen an umgebener Luft eingesaugt werden.

Kühlen die Backwaren in einer normalen Betriebsatmosphäre ab, werden nach etwa 40 – 60 Sekunden in der Luft befindliche Keime (u.a. Schimmelsporen) an die Oberfläche angesaugt. Vor allem an leicht gasdurchlässigen Stellen (dünne und hellere Krustenregionen) setzen sich dann diese Keime fest. Durch spätere wachstumsverzögernde Maßnahmen (z.B. Schutzgasatmosphäre) oder nachträgliche Hitzebehandlung im verpackten Zustand können die unerwünschten Gäste am Auskeimen gehindert werden.

2. Reinfektion durch Sedimentation

Bei einer normalen Lagerung der Brote in ruhender Atmosphäre entsteht im Bereich der Brote durch die sich erwärmende Luft eine Thermik. Die Luftkonvektion erhöht sich.



In Abb. 3 ist die gemessene Luftgeschwindigkeit über Weißbrot bei einer Flächenbelastung von 15 kg Brot/m³ dargestellt.

Durch die relativ hohe Luftgeschwindigkeit haben es die Keime schwer, sich auf den Broten festzusetzen. Die Gefahr der Kontamination in den ersten 15 Minuten nach Verlassen des Ofens ist gering. Dies gilt insbesondere für Brote auf dichten Backgutträgern. Liegen die Brote dagegen auf konvektionsfreudigen Gliederbändern, können Keime durch diese Luftströmung an den Brotseiten verstärkt mit der Brotoberfläche in Kontakt treten. Durch den Unterdruck im Gebäck, insbesondere an den hellen und dünnen Brotseiten, können sich die Keime fest ansetzen. Dies sind die ersten Stellen, an denen sehr oft das Schimmelwachstum beginnt.

Abb. 3: Luftgeschwindigkeit über abkühlenden Weißbrot.

Fazit:

Die Gebäckoberfläche kühlt schnell ab. Bei Broten hat sie in ca. 3 Minuten eine Temperatur von 75 °C erreicht. Die eintretenden physikalischen Wirkungen einer Rekontamination der Gebäcke mit Keimen in normaler Betriebsatmosphäre beginnt etwa 60 Sekunden nach Verlassen des Ofens.

Die Haltbarkeitsminderung kann dann nur durch nachträgliche Konservierungsmaßnahmen eingeschränkt bzw. verhindert werden. Bei einer gezielten Nutzung der physikalischen Erscheinungen beim Abkühlen von Backwaren z.B. durch den Einsatz von Reinraumtechnik können mikrobiologische Haltbarkeitsfristen von verpackten Backwaren erreicht werden, die meist größer sind als die sensorisch bestimmte Frischhaltefrist. Dazu sollten die Gebäcke beim Verlassen des Ofens möglichst schnell in einen keimarmen Raum verbracht werden und dort für ca. 15 Minuten auskühlen. Als zusätzliche Maßnahme empfiehlt sich das Auskühlen unter Schutzgasatmosphäre. ■



Autoren:
Dipl.-Ing. Günther Zehle und Bäckertechniker Rainer Hoppenstedt (oben)
IGV Institut für Getreideverarbeitung GmbH, Bergholz-Rehbrücke.

Anzeige

BREZEL-SCHLING-ROBOTER

- Der erste wirtschaftliche Brezel-Schling-Roboter.
- Kompakt und fahrbar (Aufstellfläche ca. 5x1m).
- Nicht länger als Langroller mit Schlingtisch!!!
- Schlingt 1.500 Stück pro Std. mit nur einer Person.
- Nun auch mit bewährtem Strang-Langroller.
- Brezel, Slangen, Hörnchen etc. auf der gleichen Maschine!

FREY Frey Sondermaschinen
KANDEL Elsässer Straße 32
SONDERMASCHINEN 76870 Kandel

Telefon: (0 72 75) 16 22 • Telefax: (0 72 75) 86 38
<http://www.frey-sondermaschinen.de>

Besuchen Sie unser Funktionsvideo im Internet!