

Mikrobefeuchtung

Innovatives Gärsteuerungsverfahren für Teiglinge.

DIE KLIMATECHNIK ist die technische bzw. verfahrenstechnische Basis für Gärsteuerungsverfahren im Backbetrieb. Mit ihrer Hilfe gelingt die Unterbrechung von Produktionsprozessen, und sie ist eine Grundlage für Frischelogistik und Verzehrfrische bei vielen Backwaren. Die Firma Ungermann hat nun ein innovatives Gärautomaten-System vorgestellt, das zwei neuartige Ansätze verfolgt und realisiert, die kostenseitig und qualitativ von Vorteil

sind: Optimierte Klimasteuerung durch Ultraschall-Vernebelung (Kaldampf) im Mikrotröpfchen-Verfahren und Energieeinsparungen.

Mit Hilfe von Gärverzögerung oder Gärunterbrechung kann durch Temperaturabsenkung die Hefeaktivität (auch die bakterielle Aktivität) verzögert oder unterbrochen werden.

Die enzymatischen Umsetzungsreaktionen in einem Teig werden allerdings nicht dementsprechend verzögert oder unterbrochen, sondern ihre Wirkung ist bis weit in den Minusbereich (ca. -15 bis -20°C) noch spürbar. Vor diesem Hintergrund ergeben sich besondere Situationen, die verfahrensseitig und produktseitig berücksichtigt werden müssen. Das Abkühlen von Luft ist naturgesetzlich verbunden mit einer Abnahme ihrer Feuchteaufnahme-Kapazität, so dass kalte Luft mehr oder weniger „trockene Luft“ darstellt.

Daher spielt neben der Temperatursteuerung in GUV-Prozessen die Feuchte und ihre Beherrschung eine entscheidende Rolle. Je nach der Umgebungsfeuchte, die sich in geschlossenen Gärautomaten einstellt, ergibt sich eine entsprechende Beziehung und Wechselwirkung mit den darin eingelagerten Teiglingen. In Abhängigkeit vom Wassergehalt der Ware stellt sich eine bestimmte Absorptions- bzw. Desorptionslage ein, bis ein Gleichgewicht zwischen



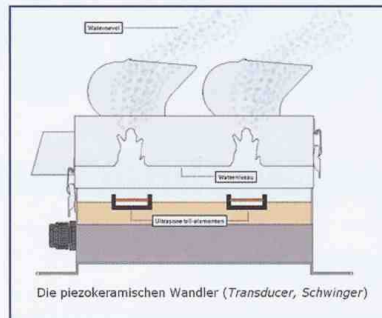
Gärvollautomat im Bremerhavener Institut für Lebensmitteltechnologie und Bioverfahrenstechnik.

Ware und Umgebungsluft erreicht ist (Gleichgewichtsfeuchte).

Teiglinge haben einen aw-Wert von ca. 0,96, während unter Normalbedingungen beim Kühlen oder Gefrieren sowie bei der Kühl- und Gefrierlagerung relative Luftfeuchtigkeiten von deutlich unter 96 % ($aw < 0,96$) vorliegen (z.B. 80 % rel. Feuchte). Aus dieser Ungleichgewichtslage heraus ergeben sich Austauschprozesse (Desorptionen), die nicht nur die Hefe- und Enzymaktivitäten nachteilig beeinflussen, sondern auch die Qualität der Ware insgesamt (irreversible Austrocknung der Teiglingsoberflächen). Aus diesem Grunde liegt es nahe, Bedingungen zu schaffen, die es erlauben, u. a. Desorptions-Prozesse zu unterbinden, um Premium-Qualität reproduzierbar erzeugen zu können.

Das Verfahren

Während kalte Luft eine geringere Wasseraufnahme besitzt (geringere absolute Feuchte), kann die relative Feuchte zwar durchaus hohe Werte annehmen (bis zur Sättigung), sie ist jedoch in der Regel zu gering, um Austrocknungen an Teiglingsoberflächen zu verhindern. Jede Austrocknung an diesen Oberflächen ist irreversibel und kann beispielsweise nicht mehr durch eine nachträgliche Befeuchtung rückgängig gemacht werden, so dass oft an diesen so geschädigten Oberflächen besonders leicht Kondensation auftritt (nasse Oberflächen). Während standardmäßig bei Gärunterbrechern in der späten Auftauphase mit Elektro-Verdampfern gearbeitet wird, kann mithilfe von Ultraschall-Befeuchtern sowohl in der Kühlphase als auch in der Auftauphase aktiv befeuchtet werden. Dazu werden mechanische Schwingungen erzeugt, die von einer Wasseroberfläche Aerosoltröpfchen ablösen. Die Größe der Wassertröpfchen ist dabei abhängig von der Ultraschallfrequenz (mind. $> 1\text{MHz}$). Die so zugänglichen kleinen Tröpfchengrößen ($< 1\mu\text{m}$) realisieren gleichermaßen hohe Schweberaten und geringe Sedimentationsraten im Luftraum, so dass die relative Feuchte während des gesamten GUV-Prozesses höher gehalten werden kann. In herkömmlichen Dampf-befeuchtern liegen Tröpfchengrößen von 100-150 μm vor, die eine

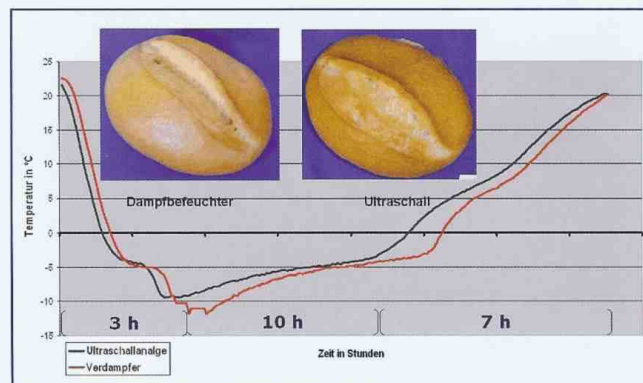


Prinzip der Ultraschallvernebelung

- Mechanische Schwingungen, die von der Oberfläche vom Wasser Aerosoltröpfchen ablösen.
- Die Größe der Wassertröpfchen ist abhängig von der Ultraschallfrequenz.
- Massenoutput, energetisch günstig.

Aerosole werden durch die Luftströmung im Befeuchter ausgetragen und vermischen sich sehr schnell mit der Umgebungsluft. Sie haben einen sehr kleinen Durchmesser ($\sim 0,001 - 0,005\text{ mm}$) und bilden deshalb einen frei schwebenden Nebel.

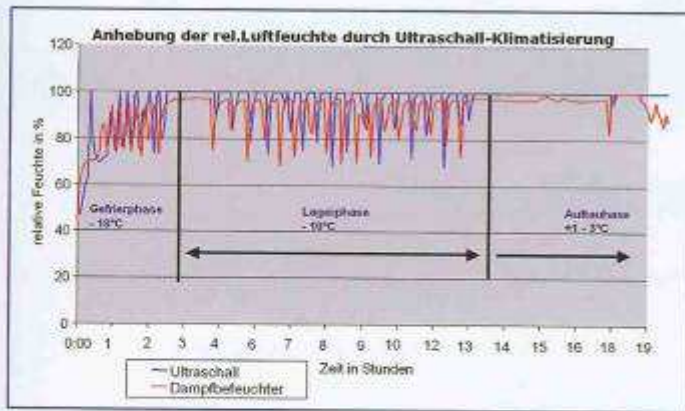
hohe Fallgeschwindigkeit von ca. 100 cm/s erreichen. Ultraschallbefeuchter realisieren deutlich verminderte Fallraten, die unterhalb von 1 cm/s liegen. Die hohen Verdriftungseigenschaften dieser Mikrotröpfchen erlauben es schließlich, in einem Gärautomaten optimale Strömungsverhältnisse von derartigen Kaldampfnegeln zu erzeugen und zu erhalten. Damit werden erstmals die Voraussetzungen



geschaffen, um Austrocknungsprozesse an Teiglingsoberflächen auch unter Kühllagerungs- bzw. Gefrierlagerungsbedingungen zu vermeiden. Die so erhaltene Feuchtigkeit im Teigling sorgt gleichermaßen für optimale und vor allem für gleichmäßig verteilte chemische, biochemische (z. B. durch Enzyme) oder physikalische Reaktionen. Vor allem realisieren letztere Reaktionen den Erhalt einer homogenen Temperatur- und Feuchteverteilung über den gesamten Querschnitt eines Teiglings. Die so konservierte und verbesserte Wärmeleitfähigkeit des Teiglings - auch gerade an seiner Oberfläche - sorgt für beschleunigte Wärme-

Feinste Nebelerzeugung durch Ultraschall

Einfluss einer Ultraschall-induzierten Klimasteuerung auf die Kerntemperatur von Brötchenteiglingen in der GU/GV.



Messung der relativen Luftfeuchtigkeit

Einfluss des Verdampfers bzw. einer Ultraschallvernebelung auf die rel. Feuchte während einer Gefrier- und Auftauphase (GU-Verfahren).

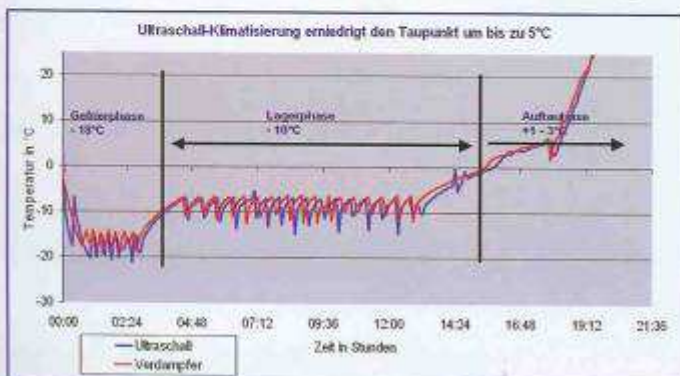
transportvorgänge z.B. während der Auftauphase (Brötchen werden um ca. 30 Minuten schneller aufgetaut), die gleichermaßen auch beim Backprozess eine vergleichsweise intensive Bräunungsreaktion verursachen.

Vergleichende Messungen der relativen Luftfeuchtigkeit während einer Gefrier- und Auftauphase (GU-Verfahren) untermauern diese Beobachtungen. Ultraschall-Befeuchter realisieren sowohl in der Gefrierphase (-18°C) als auch in der Lagerphase (-10°C) und in der Auftauphase (+1 bis +3°C) konstant eine relative Luftbefeuchtung von 100 %. Demgegenüber erreicht man in Anlagen, die mit Dampfbefeuchtern arbeiten, relative Feuchten von zum Teil unter 70 % bis ca. 90 %. Während der Lagerphase können diese Anlagen allerdings konstante Luftfeuchtigkeiten realisieren. Sie liegen jedoch teilweise eher unterhalb von 96 % rel. Feuchte.

Messung des Taupunktes

Einfluss des Verdampfers bzw. der Ultraschallvernebelung auf die Gefrier- und Auftauphase (GU-Verfahren).

Dampfbefeuchter arbeiten erst im Temperatur-Plusbereich, sodass während der Auftauphase streckenweise rel. Luftfeuchtigkeiten von annähernd 100 % möglich werden. Allerdings sind



unter diesen Bedingungen - z.B. durch ein relativ großes DT zwischen Produkt und Umgebung - starke Kondensationseffekte an der kalten Teiglingsoberfläche feststellbar. Die zuvor eingetretenen Desorptionen erlauben allerdings keine nachträgliche Sorption, sodass aufgrund dieser Situation an der Teiglingsoberfläche Wasserbildung eintritt.

Mikrotröpfchen erlauben es schließlich, auch den Taupunkt der Luftfeuchte in Geräutomaten zu senken. Im Vergleich zu Dampfbefeuchtern kann eine Taupunkt-Senkung um bis zu 5°C festgestellt werden. Da der verwendete Ultraschallbefeuchter mit einer Umkehr-Osmose-Einrichtung arbeitet und daher das verwendete Wasser nicht nur absolut hygienisch einwandwandfrei ist, sondern auch gerade keine oder fast keine Nukleations-Keime enthält, können diese und andere Effekte erklärt werden (z.B. Gefrierpunkt-Senkung). Während einerseits als Folge eines optimalen Wärmetransports in Teiglingen die Krustenbildung nicht mehr durch unterschiedliche Feuchteverteilungen behindert ist, realisiert andererseits eine Ultraschall-Befeuchtung eine verbesserte Krustenausprägung. Entsprechende Backprodukte belegen darüber hinaus, dass die Ausdehnungsrichtungen der Brötchen vergleichsweise anders verlaufen. Die optimierten Feuchteverhältnisse bei der in Rede stehenden Kaltdampfbefeuchtung verhindern offensichtlich eine Austrocknung über die gesamte Teiglingsoberfläche, sodass eine vorausgegangene dreidimensionale Ausdehnung der Gärgase auch im Endprodukt festgestellt werden kann, da das Gebäck eine gleichmäßige Geometrie aufweist. Bei Anwendung eines Dampfbefeuchters werden Austrocknungserscheinungen dadurch erkennbar, dass die Ausdehnung der Gärgase offenbar behindert war und eher einseitig erfolgt (in die Breite). Das entsprechende Gebäck hat unter diesen Bedingungen einen breiteren Fuß, eine geringere Höhe usw.

Bei der Kaltdampfbefeuchtung kann zudem festgestellt werden, dass das Backwerk bei sehr guter Ausbildung z.B. des Ausbundes einen hervorragenden Glanz bei ausgeprägter Fensterung neben einer langanhaltenden Röschse und ansprechender Farbe aufweist.

Die angesprochene Stabilisierung der Gebäcke kann auf der Teiglings-Ebene gleichermaßen

beobachtet werden. Vor allem fällt es auf, dass Kaltdampf-behandelte Teiglinge feucht und glatt sind, nicht jedoch nass oder klebrig und insgesamt sehr stabil. Offenbar spielt die Tröpfchengröße eine funktionelle Rolle, da bei einem Teig-aw-Wert von 0,96 und einer rel. Feuchte von 100 % (aw = 1,0) in der Umgebungsluft von Sorptionsvorgängen in die Teiglinge hinein ohne nachteilige Effekte ausgegangen werden muss. Demnach kann abgeleitet werden, dass die Wassertröpfchen des Kaltnebels kleiner sein müssen als die Poren der Teiglingsoberfläche selbst.

Da einerseits der Taupunkt gesenkt wird (analog auch der Gefrierpunkt) und andererseits kalter Dampf vorliegt und die geringe Tröpfchengröße ein partielles Eindringen in Teiglingsoberflächen erlaubt, kann eine Kondensation vermieden und eine geringe Sorption der Teiglinge beobachtet werden.

Weitere Vorteile

Das Mikrotröpfchen-Verfahren eröffnet darüber hinaus erstmals auch die Möglichkeit, Großbrot-Teiglinge entsprechend über GUV zu führen, ohne qualitative oder deutliche zeitliche Nachteile hinnehmen zu müssen. Aus Backergebnissen wird deutlich, dass Standard-Verfahren (Dampfbefeuchter) zu qualitativen Nachteilen führen, die entsprechende Unterbrechungsvorgänge nicht zulassen (Austrocknung, Abplatzen der Kruste, ungleichmäßiges Auftauen etc.).

Eine Ultraschall-Klimatisierung ermöglicht andererseits eine völlig gleichmäßige Temperatur- und Feuchteverteilung, sodass beispielsweise ein gleichmäßigeres Auftauen ohne Kondensat-Bildung möglich wird. Backresultate belegen diese Verhältnisse, da eine optimale Geometrie bei Brot resultiert (dreidimensionale Ausdehnung der Gärgase in der Teigphase bleibt

voll erhalten) und optimale Krumen- und Krusteneigenschaften beobachtet werden konnten. Vergleicht man die Eigenschaften so erhaltener Weißbrote, so wird erkennbar, dass sich durch eine Ultraschall-Klimatisierung eine deutlich dunklere Brotkruste ergibt (gleiche Backbedingungen). Die Aufrechterhaltung der enzymatischen Umsetzungsreaktionen auch im Außenbereich von Teiglingen einerseits und eine

AUTOREN

Markus Füssel und Prof. Dr. Klaus Lösche
Bremerhavener Institut für Lebensmitteltechnologie und Bioverfahrenstechnik
- European Institute of Baking Technology,
Am Lunedeich 12,
27572 Bremerhaven.

Teiglinge nach GU-Verfahren (20 Stunden)



Dampfbefeuchter
Eigenschaften:
Klebrig, nasse u. raue Oberfläche.



Ultraschallanlage
Eigenschaften:
Feuchte und glatte Oberfläche, bessere Gärung



Dampfbefeuchter
Eigenschaften:
Nass und breitgelaufen



Ultraschallanlage
Eigenschaften:
Feucht und stabil

homogene Wärmeverteilung andererseits sind Ursachen für diese Beobachtung. Eine Backzeitverkürzung oder eine verringerte Backtemperatur kann die Effekte ausgleichen und gleichermaßen helfen, Energie einzusparen.

Vergleicht man die Energiebilanz entsprechender Gärvollautomaten, so werden weitere Unterschiede sichtbar. Bei einem GU-Verfahren von ca. 20 Stunden werden einschließlich des Einsatzes von Elektroverdampfern insgesamt 44,0 kWh notwendig, wobei ein E-Verdampfer allein mit 16,0 kWh einen relativ hohen Anteil hat (eigene Messungen). Im Vergleich reduziert eine GU-Ultraschall-Anlage (inkl. Umkehr-Osmose) den Energiebedarf auf insgesamt 27,88 kWh, da das Ultraschallmodul nur 0,43 kWh beansprucht. Damit ist es z.B. möglich, die Abwärme des Kältekreislaufes komplett für den Wärmebedarf des Gärautomaten zu nutzen.

Einfluss einer Ultraschall-Klimatisierung während eines GV-Prozesses bei Brötchen auf die Qualitätsmerkmale von Brötchen (gleiche Backbedingungen).

Stabilisierung von Teiglingen während einer Ultraschall gesteuerten Klimatisierung

Einfluss der Tröpfchengröße von Wasser während der Auftauphase nach einem GU- Prozess (20 Stunden).

Anzeige

Norddeutscher Service-Monteur
(Sitz Lüneburg) mit 18-jähr. Berufserfahrung, seit 3 Jahren selbstständig, repariert schnell und preiswert Ihre Backöfen und Bäckereimaschinen. Schwerpunkt: Werner & Pfleiderer. 24Std. Notdienst.
Tel.: (0 41 34) 91 08 31
Mobil: (01 73) 2 46 50 47
BackTechnik, Manfred Schulz
Steinstr. 13, 21409 Embsen

GV-Verfahren im Vergleich



GV: Stand der Technik

GV: Ultraschall (neu)

Fotos: BILB

Kopfmachine Fortuna KM4

wurde generalüberholt
im Top Zustand
23.500 € VB

0 28 61 59 09