



brot+backwaren

OFFIZIELLES ORGAN DES VERBANDES DEUTSCHER GROSSBÄCKEREIEN E.V.



www.brotundbackwaren.de



Produktion

Teige: Kalt, kontinuierlich
und effizient

Jowa AG

Eine neue Bäckerei
für neues Brot

Kuchen-Peter

Steuerung der
Krusteneigenschaften

06
17

Klimatische Produktsicherheit

Über die Hygiene und die klimatische Produktsicherheit bei geschnittenen/konfektionierten Backwaren berichtet Ralf Ohlmann, CEO der Just in Air® GmbH.

+ Lange Haltbarkeit konfektionierter Backwaren auch ohne Pasteurisation? Ja, ist möglich mit dem richtigen Prozessumfeld. Dabei ist die neue Definition SAUBERRAUM, welche eine gute und wirtschaftliche Alternative zum REINRAUM ist!

Mit steigenden Anforderungen an verlängerte Haltbarkeiten bei Backwaren wie auch an wirtschaftliche Herstellungsverfahren stehen die Betriebe vor einem Umdenken. Dabei sollten diese beiden Ziele ohne Einbuße der Produktqualität erreicht werden! Genau hier lassen sich durch einfache, aber lösungsorientierte Schritte diese beiden Aufgaben realisieren.

Eine aktuelle Fachstudie zur erhöhten Lebensmittelsicherheit (MHD-Verlängerung) von geschnittenen Backwaren durch das Just in Air® Hygienefachinstitut zeigt neue Wege der Hygienisierung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten auf.

Dabei wurden in mehreren Backwarenbetrieben die Verursacher für hygienische Qualitätseinbußen im laufenden Betriebsprozess messtechnisch-analytisch lokalisiert und eine neue Hygienisierungstechnologie unter folgenden Kriterien geprüft.

- +** Wirksamkeit (Einwirkzeit & Konzentration)
- +** Einsetzbarkeit
(lebensmittelrechtlich & Hygiene-toxikologisch)
- +** Prozesskompatibilität
(technische Adaption an die Prozesstechnik)
- +** Wirtschaftlichkeit
(MHD-Verlängerung & Prozesskosteneinsparung)

Die hygienischen Ergebnisse der Testreihen sowie Bilder zur Technik sind im Anschluss in einem Auszug dargestellt. Die Umsetzung der ersten Aufgabenstellung Prozessumfeld wird in drei wesentliche Schritte unterteilt, die nacheinander abgearbeitet werden müssen:

- +** Analyse des Prozessumfeldes und der Prozessumfeldtechnik/TGA als IST-Zustand
- +** Erstellung von funktionalen Lastenheften für Technik & Technologie (Konzeptplanung) mit Ausrichtung auf den SOLL-Zustand
- +** Stufenweise & schnittstellenübergreifende Umsetzung der einzelnen Maßnahmen aus den Lastenheften in den SOLL-Zustand

In diesem Spezialsegment der Hygiene-klimatischen Prozessumfeldanalyse, Ausarbeitung von funktionalen Lastenheften, über die Planung von Klima- und Lüftungsanlagen bis zur gesamtheitlichen Umsetzung und als Partner der Back-



++ Ralf Ohlmann, Wissenschaftlicher Forschungsleiter und CEO, Just in Air® GmbH

warenbranche hat sich das Fachplanungsinstitut Just in Air® aus Achim einen Namen gemacht.

Aus dem Erfahrungsfundus sowie unzähligen Projekten der Just in Air® wird die Produktion und Konfektionierung von Toast/Sandwich und geschnittenen Stangenbroten (Feinmehl & Vollkorn) näher betrachtet.

Um hier einen detaillierten Maßnahmenplan zur sicheren (zielgerichtet und punktgenau) und wirtschaftlichen (so viel wie nötig, so wenig wie möglich) Optimierung zu erstellen, müssen die Verursacher für hygienische Qualitätseinbußen im laufenden Betriebsprozess lokalisiert werden. Dieses erfolgt durch eine Hygiene-klimatische Analyse mit Integration der bestehenden Prozess- und Umfeldtechnik/TGA. In den meisten Fällen werden hygienische Kontrollen als Nachweis der Reinigung und Desinfektion herangezogen, jedoch nicht zur Abbildung der hygienischen Produktionskontrolle im laufenden Prozess.

Der einfache Ansatzpunkt zur Darstellung des bestehenden Status bei Backwaren ist die systematische Abfolge des Prozessablaufes ab dem Ausbacken. Hier werden die Prozessschritte wie die räumlichen Gegebenheiten aufeinander abgestimmt linear zum Produktionsablauf erfasst und bewertet.

Prozessabläufe analysieren

Dies erfolgt in Form der Visualisierung von Luftkeimbelastungen, Oberflächenkeimbelastungen, Luftströmungsverläufen, der inneren Luftbilanz sowie der Darstellung der dauerhaften Lufttemperatur & Feuchtigkeit.

Anhand der so analysierten Prozessabläufe ergeben sich sehr schnell Hinweise, ob und wie innere Lasten (Stäube, Kondensatbildung als Ursache für Mikrobiologie, unkontrollierte Luftströmungen etc.) entstehen. Auch die Prozessumfeldtechnik/TGA, wie z. B. Umluftkühler, Lüftungsanlagen etc., ist eine basierende Kenngröße. Diese wichtigen Grunddaten stellen in Summe den IST-Zustand dar. Nach der Erfassung und transparenter Darstellung der einzelnen IST-Zustände im Prozessablauf lassen sich anhand der Qualitätskennzahlen des Betriebes (z. B. hygienische wie klimatische Grenzwerte, MHD etc.) leicht die SOLL-Zustände für Produkt und Prozessumfeld definieren.

Diese sollten dann den Produkthanforderungen entsprechend in funktionale Lastenhefte für die Technik, aber auch die Technologie gefasst werden. Neben der genauen Beschreibung der Optimierungsansätze werden damit auch einheitliche Grundlagen für Ausschreibungsunterlagen (z. B. für die

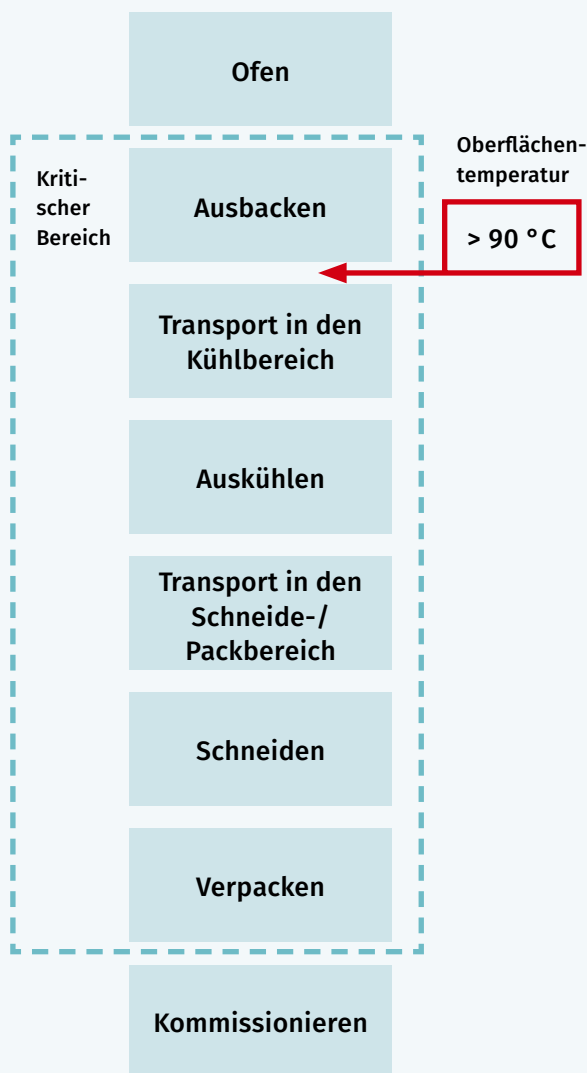
Lüftungstechnik, Staubabsaugung etc.) geschaffen, damit die eingeholten Angebote auch 1:1 vergleichbar sind, womit sich auch Preisvergleichbarkeiten deutlich einfacher gestalten.

Ein wesentlicher Baustein zur sicheren Optimierung ist das anforderungsgerechte Luftmanagement. Hier ist die wissenschaftliche Weisheit zutreffend, die besagt: „Kontrolliere ich das Klima, kann ich die Hygiene steuern.“

Mithilfe konditionierter Lufttechnik werden konstante raumklimatische Verhältnisse (Luftströmungen, Temperaturen, relative Feuchte, Luftfilterung) in den einzelnen Bereichen erreicht, und dies ab dem Ausbacken bis zum verpackten Produkt.

Neben den klimatischen Grundlagen sind auch die hygienischen in das Gesamtkonzept zu integrieren. Dabei kann in manchen Fällen jede Technik für sich zum Einsatz kommen, was die Flexibilität wie auch die Lebensmittelsicherheit erhöht, aber gleichzeitig die Prozesskosten sinken lässt.

Schematische Darstellung der Hygiene-kritischen Zone





++ Luftkeimmessungen im Sauberraum

Diese Konzepte werden zusammenfassend auch als Sauberräume bezeichnet.

Die sinnvolle Aufteilung der Lüftungs-/Klimatechnik zur klimatischen Absicherung, wie unterstützende Entkeimungsverfahren (z. B. Strahlungsquellen, Aktiventkeimung etc.), findet dabei den Einsatz mit offenem Produkt und Personal im gleichen Raum. Dabei wird die Hygieneabsicherung genau dort eingesetzt, wo sich Risikopotenziale durch eingetragene Keime (Luft- & Schmierkontamination) anhand der Analyse darstellen. Somit ist eine nachhaltige Absicherung ganzheitlich vorliegend.

Hier ist die Auslegung auf das Produkt (z. B. Toast/Sandwich, Mehlschnitten/Stangenbrote, Vollkornprodukte etc.) abzustimmen und kann, wie das nachfolgende Beispiel eingehend darstellt, sämtliche Aspekte beinhalten.

Die vordringliche Frage ist, wo fängt das Re-Kontaminationsrisiko bei Backwaren an? Grundsätzlich hat das frisch ausgebackene Brot einen thermischen Eigenschutz bis zu einer Oberflächentemperatur von $> 90^\circ\text{C}$. Wenn diese unterschritten wird, kann die thermisch bedingte Luftströmung aus dem Brot (je nach Porung) in eine umgekehrte übergehen. Zu diesem Zeitpunkt sollte das Brot jedoch schon in einer Hygieneklimatisch kontrollierten Umgebung (Sauberraum) sein.

Der Hygiene-klimatische Bereich kann in Form eines Gebäudeteils (Raum), aber auch als Anlagentechnik (Hygienetunnel) vorliegen. Weiterhin sind auch die produkt-berührenden Oberflächen (Förderbänder, Schneidwerkzeuge, Verpackungsmaterialien etc.) im Prozessablauf vom Ausbacken bis zum verpackten Produkt zu berücksichtigen.

Zur aktiven Prozessluftwiederverwertbarkeit (Umluftanteil) im Sauberraum sollten die entstehenden inneren Lasten (Stäube etc.) lokalisiert und am Ort der Entstehung größtmöglich abgeführt werden.



++ Luftströmungsvisualisierung zwischen Rein und Unrein

Dies ist besonders im Schneidebereich der Schneidestaub innerhalb der Schneidemaschinen, der besonders bei Toastbrot zu einer starken Belastung (Luftpartikelbelastung, Reinigungsbelastung) führt.

Zur gezielten Abführung in unmittelbarer Nähe der Schneidwerkzeuge können z. B. Hochvakuumabsaugsysteme zum Einsatz kommen, die mit geringsten Luftmengen kontinuierlich die entstehenden Stäube größtmöglich sicher abführen, ohne negativ in die Luftbilanz einzugreifen. Ein Vorteil dieser Systeme ist auch die gleichzeitige Verwendbarkeit zur diskontinuierlichen Trockenreinigung (Boden & Maschinenteile mit entsprechenden Saugwerkzeugen). Dazu werden z. B. über Deckenversorgungsstationen Schlauchaufroller oder Laufschienen verwendet, sodass diese nicht in Bodennähe abgelegt werden müssen. Mit dieser Kombitrockenreinigungstechnik lassen sich die Staubaufkommen über 90 % reduzieren, was sich auch positiv auf die Reinigungsaufwendungen (Zyklen) und -zeiten auswirkt. Damit wird auch eine deutlich weniger belastete Raumluft realisiert, die sich wiederum zur energetischen Einsparung wiederverwenden lässt.

Weitere Ansätze der technischen Abführung werden im laufenden Prozessumfeld den Gegebenheiten angepasst ausgearbeitet. Einen wesentlichen Einfluss auf die Hygiene hat das Luftmanagement mittels der Lüftungs-/Klimatechnik. Durch z. B. Einbringung von ausreichend gefilterter Luft und homogener Luftdurchspülung im Raum wird der Eintrag von ungewünschter Mikrobiologie über die Lüftungsanlagen sicher verhindert. Dabei ist aus physikalischer Sicht die Abscheidung mit einem M5-Vorfilter und einem F9-Hauptfilter schon ausreichend.

Gezielte Luftströmungen

Durch z. B. strömungsunterstützende Anbringung der Zuluftaustritte im Raum, wie auch durch Transportlüfter, wird saubere, konditionierte Luft in der Art über das Produkt geführt, dass in Richtung des Produktionsflusses die saubere Luft die hygienische Absicherung unterstützt. Weiterhin

werden durch gezielte Luftströmungen auch ungewünschte klimatische Störfaktoren (Kondensatbildung an Kältebrücken etc.) größtmöglich verhindert. Die Luftvolumenströme sollten in Frisch- und Fortluftanteilen an die jeweilige Betriebsart (Produktion/Reinigung) angepasst werden können. Zur permanenten Durchspülung der jeweiligen Problembereiche muss die Zuluft raumumfassend eingebracht werden, um Luftschattengebiete und Totzonen möglichst zu vermeiden.

Bereiche z. B. zur Verarbeitung (klimatisierter) geschnittener Produkte (Bereich Kühlen, Konfektionieren/Verpacken) wie z. B. Toast/Sandwich, Schnittbrote etc. haben die höchste Hygienestufe und die eingebrachte Zulufttemperatur (Taupunktberücksichtigung) sollte im Bereich der geforderten Raumtemperatur liegen. Im Raum können dann zusätzlich Umluftkühlaggregate für eine konstante Raumtemperatur sorgen.

Der Kälte- und Wärmebedarf zur klimatischen Luftkonditionierung sollte größtmöglich über bestehende Betriebsenergien (Solenetze, Kaltwasserkreisläufe, Wärmerückgewinnung etc.) gedeckt werden und wird auf die Mindestfrischluftmenge im Produktionsbetrieb mit ausreichend Reserve ausgelegt. Um Energie größtmöglich zu sparen, können die natürlich vorliegenden Außenzustände berechnet und wirtschaftlich integriert werden. Dazu kann z. B. bei einer Annahme aus dem Mollier-h-x-Diagramm für die Region des Betriebes die genaue Zusatzenergie berechnet werden. Somit werden natürliche Ressourcen kostenfrei in die Betriebsbedarfe integriert.

Ein Beispiel ist die Energieberechnung aus der Luft des Betriebes. 0,002 kW ergeben sich bei Ausgang $T_1 = 20\text{ °C}$ auf Einstellwert $T_2 = 25\text{ °C}$ pro $1\text{ m}^3/\text{h}$. Diese Kenngröße ist für die Energiezufuhr über WRG als Grundlage zu nehmen.

Zusätzlich ist auch die Wärmezufuhr über z. B. Ofenabzüge oder die Abluft aus dem Backbereich zu berücksichtigen, die auch in die thermische Nutzung integriert werden kann. Um hygienesensible Bereiche gegen unkontrollierte Zugänge abzusichern, dienen z. B. Hygieneschleusen, die mit einem höheren Luftwechsel betrieben sowie durch eine angepasste Absaugung mit einem geringeren Luftdruck als der angrenzende SAUBERRAUM beaufschlagt sein sollten. Mit dieser einfachen Technik lassen sich die gewünschten Druckkaskaden von Rein nach Unrein leicht umsetzen.

Das so optimierte Prozessumfeld kann durch zusätzliche, gezielte Hygienisierungsmaßnahmen an den einzelnen Verarbeitungstechniken linear zum Prozessablauf die hygienische Lebensmittelsicherheit (MHD) weiter erhöhen und Prozesskosten einsparen. Eine sichere Hygienisierung während des Produktionsprozesses sollte somit im unmittelbaren Umfeld der einzelnen Prozessschritte erfolgen, um die Luft wie auch die Verarbeitungsoberflächen dauerhaft keimarm zu halten. Dazu ist die Aufgabenstellung jedoch



++ Technische Auslegung der Versuchsaufbauten an der Prozesstechnik - ein Beispiel im Einsatzbereich Kühlen und Aufschneiden von Toastbrot

streng nach physikalisch-mikrobiologischen Gesichtspunkten auszulegen.

Die überwiegende Zahl Bakterien hat die Form von Stäbchen, die nicht mehr als 1 µm breit und 5 µm lang sind. Viele Pseudomonaden haben einen Durchmesser von 0,4 bis 0,7 µm und eine Länge von 2 bis 3 µm. Der Durchmesser von Mikrokokken beträgt nur 0,5 µm. Unter den Mikroorganismen sind die Pilze wesentlich größer als Bakterien. Luftgetragene Pilze sind entweder Sprosspilze (Hefen, 4–15 µm) oder Schimmelpilze (Sporen, 3–6 µm).

Ein darauf abgestimmtes Verfahren muss somit die Massengleichheitsgesetze als Ergebnis der notwendigen Adhäsion (Wirkstoff an Keim) wie auch der kompletten Erreichbarkeit erfüllen. Um sicher in den Stoffwechsel der Mikroorganismen eingreifen zu können, müssen die Wirksubstanzen in wässriger Phase eingelöst sein, was auch eine technisch kontrollierte Verteilung ermöglicht.

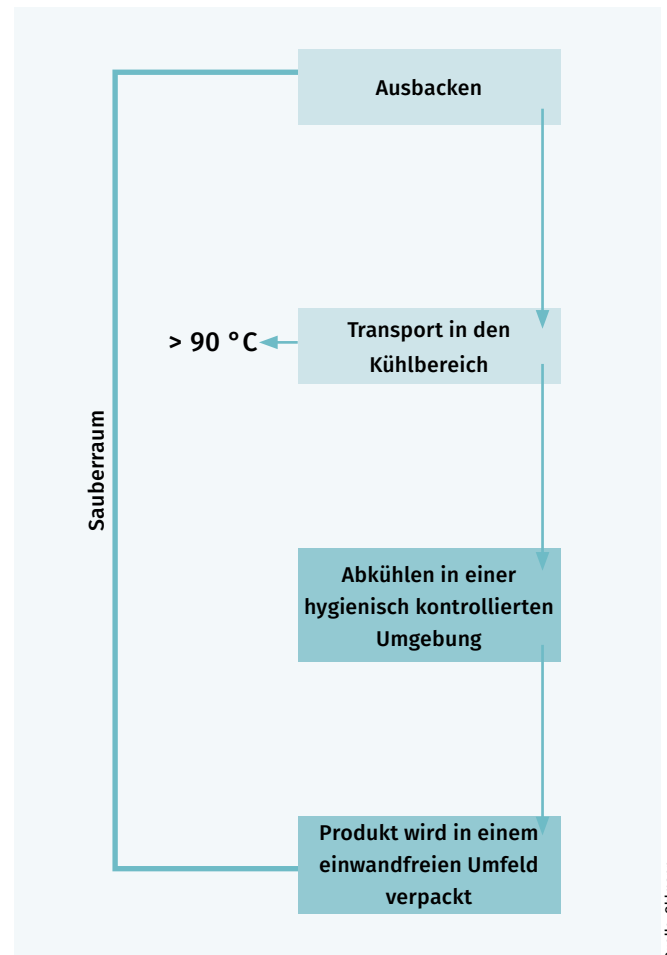
Ein nach diesen Kriterien entwickeltes Hygienisierungsverfahren mit einem wässrigen Wirkstoff (in der Einsatzmenge ohne Veränderung der Luft- und Oberflächenfeuchte) und gesteuerter SPS-Feinvernebelungstechnik zur Ausbringung wurde in verschiedenen Praxiseinsätzen im Bereich Kühlen/Verpacken getestet. Eine wesentliche Anforderung war neben der vorgeschriebenen hohen Produktqualität auch die Beibehaltung der bestehenden Prozessabläufe, ohne Änderungen an der Prozesstechnik. Dies wurde nach den folgenden wissenschaftlichen Grundlagen erreicht.

Hierzu wurde mittels Ultraschalltechnik der flüssige Wirkstoff in einen hochwirksamen Nebel überführt, wobei die adiabatische Grundsatzregel zum Einsatz kommt.

$$U = \frac{N}{K-1} k_B T = \frac{N}{N_A} N_A k_B T = \frac{nR}{K-1} T$$

++ Legende: N Anzahl der Gasteilchen, N_A Avogadro-Konstante, n Stoffmenge (in Mol), f Anzahl der absoluten Freiheitsgrade, k_B Boltzmann-Konstante, R allgemeine Gaskonstante, T Temperatur, K Isentropenexponenten

Quelle: Ohlmann



Quelle: Ohlmann

++ Optimales Prozessumfeld

Testkeim	Wirksamkeit bei der Behandlung mit dem neuen Hygienisierungsverfahren	
	Vernebelung	Besprühung
Hefen und Schimmel		
Yarrowia lipolytica	+	+
Penicillium chrysogenum	+	+
Bakterien		
Escherichia coli	+	+
Enterobacter cloacae	+	+
Enterococcus faecium	+	+
Lactobacillus sakei	+	+
Listeria monocytogenes	+	+
Salmonella typhimurium	+	+
Pseudomonas aeruginosa	+	+
Staphylococcus aureus	+	+
Acinetobacter baumannii	+	+
Viren		
Murine Norovirus	+	+

+ Vollständige Inaktivierung

Quelle: Ohlmann



© Ohlmann

++ Schneidestaubanfall aus der Schneidemaschine ohne Absaugung

Somit hat auch die Veränderung des Aggregatzustandes flüssig in gasförmig eine wirkungspotenzierende Eigenschaft, wodurch nach sehr kurzer Einwirkzeit und extrem geringen Konzentrationen eine sehr gute Wirkeffizienz erreicht wurde. Partikelgröße der Aerosole ca. $0,1 \mu\text{m}$, Einsatzmenge $0,05\text{--}0,1 \text{ ml/m}^3/\text{h}$.

Die Tests wurden in Anlehnung an die DIN 13697 über die Ausbringung als Nebel (Luft- & Oberflächenentkeimung) sowie über Sprühanwendungen (Oberflächenentkeimung/Zwischendesinfektion) durchgeführt. Im Ergebnis lagen die Impfausgangswerte gleich den Reduktionswerten bei 12 lebensmittelrelevanten Teststämmen (s. Tabelle links).

Ein Auszug der Testreihen mit dem neuen Hygienisierungsverfahren zur hygiesicheren Verarbeitung von Backwaren ist in der Grafik auf Seite 44 oben dargestellt.

Fazit

Die Ergebnisse im Bereich nach dem Ausbacken bis zum verpackten Produkt auch unter Einsatz des neuen Hygienisierungsverfahrens zeigen, dass durch das optimierte Prozessumfeld und die zusätzliche Hygieneanwendung die Produkte deutlich stabilere und längere MHD aufweisen.

Auch bei der Anwendung im Bereich Schnittbrotstangen, wie Ganzbroten, konnten deutliche Unterschiede in der Keimbelastung der frischen Packungen wie auch nach Ablauf des MHD festgestellt werden.

Grundsätzlich kann durch ein vorher analysiertes Prozessumfeld und die dann darauf abgestimmte Umsetzung zur Hygiene-klimatischen Optimierung jeder Betrieb seine Aufgabenstellungen zur abgesicherten Produktqualität unter wirtschaftlichen Aspekten nachhaltig realisieren. Bereiche der Prozesstechnik können zusätzlich hygienisch abgesichert werden, womit sich die negativen Einflüsse durch Personal und den Produktfluss selbst weiter reduzieren lassen. +++