

# Sicheres Klima vermindert Belastung

Die Luft in Betriebsräumen und Anlagen hat einen wesentlichen Einfluss auf die Hygiene

Eine Studie im Bereich Verarbeitung von Frischfleisch zur Erhöhung der Lebensmittelsicherheit (MHD-Verlängerung) zeigt neue Wege, wie die Hygiene in Anlagen und Betriebsräumen unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimiert werden kann.

Von Ralf Ohlmann

Im Rahmen einer Studie wurden in mehreren Fleischwarenbetrieben die Verursacher für hygienische Qualitätseinbußen im laufenden Betriebsprozess messtechnisch-analytisch lokalisiert und eine neue Hygienisierungstechnologie unter folgenden Kriterien geprüft:

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

Die hygienischen Ergebnisse der Testreihen sowie Bilder zur installierten technischen Ausstattung geben Auskunft über typische Schwachstellen in vielen Betrieben (Abb. 1).

Zur nachhaltigen Lebensmittelsicherheit spielt neben der eingesetzten Produktionstechnik auch die installierte Technik im Prozess-

umfeld, wie Umluftkühler, Lüftungsanlagen usw. als genereller Einflussnehmer auf das Luftmanagement eine wesentliche Rolle. Eine wichtige Voraussetzung ist demnach auch das anforderungsgerechte Luftmanagement im Prozessbereich. Dabei ist die Auslegung der optimalen Prozessumfeldtechnik auf das Produkt abzustimmen und kann wie das nachfolgende Beispiel zeigt, sicher und messtechnisch-analytisch überprüft werden.

## Analyse des Prozessumfelds

Zur Überprüfung der im Prozessumfeld installierten technischen Einrichtungen bietet sich die Visualisierung von Luftkeimbelastungen, Oberflächenkeimbelastungen und Luftströmungsverläufen (Abb. 2) als Risikofaktoren für Verschleppungen sowie die Lokalisierung innerer Lasten und Emissionsquellen wie z.B. Feuchtigkeit, Wärme, Stäube usw. an. Leicht zu ermitteln ist anhand der technischen Unterlagen – gestützt durch eine systematische Begehung – das bestehende Luftmanagement der Lüftungs- und Klimatechnik. Ein weiterer Schritt ist die Berechnung der Luftbilanz der Zu- und Abluft als Richtwert der Druckverhältnisse für jeden Bereich oder Raum in der gesamten Prozesskette. Diese Informationsgrunddaten stellen den hygiene-klimatischen Ist-Zustand eines Produktionssystems dar. Die analysierten Prozessabläufe er-

geben Hinweise, ob, wie und wo innere Lasten entstehen, aber auch wie sich Kontaminationsrisiken daraus vermeiden lassen.

Die Optimierung des Luftmanagements ist z.B. durch Einbringung von ausreichend gefilterter Luft und homogener Luftdurchspülung im Raum stufenweise umzusetzen. Dadurch wird auch der Eintrag von ungewünschten Mikroorganismen von außen größtmöglich verhindert. Mittels strömungsunterstützender Anbringung der Zuluftaustritte im Raum – in besonderen Fällen auch ergänzt 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. Zur permanenten Durchspülung der jeweiligen Prozessbereiche sollte die Zuluft raumumfassend eingebracht werden, um Luftschattengebiete und Totzonen zu vermeiden, die den Ausgangspunkt für den Bruch der aufgebauten Hygienekette bilden können.

Weiterhin sollten die Luftvolumenströme in Frisch- und Abluftanteilen auch an die jeweilige Betriebsart (Produktion und Reinigung) angepasst werden, was mittels einer Steuerung im praktischen Betrieb gut realisierbar ist. Die bei der Prozessumfeldanalyse lokalisierten inneren Lasten (Wärme, Dampf, Stäube, etc.) sollten möglichst am Ort der Entstehung abgeführt werden, wodurch ungewünschte Störfaktoren (Kondensatbildung, Schmierkontaminationen, etc.) größtmöglich verhindert werden können und die Prozessluft als Umluftanteil wieder nutzbar ist. Dadurch kann viel Energie zum Konditionieren von noch nicht auf die erforderlichen Klimawerte eingestellten Frischluft eingespart und ein deutlicher Beitrag zur umweltverträglichen Produktion geleistet werden.

## Ansätze zur nachhaltigen Hygieneoptimierung

Die Bereiche zur Verarbeitung gekühlter, offener Fleischwaren wie z.B. Frischfleischprodukte oder

Kochpökelwaren, haben die höchste Hygienestufe und die eingebrachte Zulufttemperatur sollte unter Berücksichtigung des Taupunkts im Bereich der geforderten Raumtemperatur liegen (Abb. 3).

Um Energie zur Konditionierung des Prozessklimas möglichst effizient einzusetzen, können die natürlich vorliegenden Zustände der Außenluft ermittelt und wirtschaftlich integriert werden. Dazu kann beispielsweise auf der Basis des Mollierschen h-x-Diagramms der typische Luftzustand beschrieben und die Zusatzenergie berechnet werden, die benötigt werden, um aus der Umgebungsluft die benötigte Prozessluft zu erzeugen. Somit werden natürliche Ressourcen kostenfrei in den Betriebsbedarf integriert. Das auf diese Weise klimatechnisch optimierte Prozessumfeld kann durch zusätzliche, gezielte Hygienemaßnahmen an den einzelnen Verarbeitungstechniken linear zum Prozessablauf die hygienische Lebensmittelsicherheit, die sich in Mindesthaltbarkeitszeiträumen widerspiegelt, 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 Oberflächen der zu verarbeitenden Rohstoffe oder Halbfabrikate, dauerhaft keimarm zu halten. Dazu ist die Aufgabenstellung jedoch streng nach physikalisch-mikrobiologischen Gesichtspunkten auszulegen.

Die meisten Bakterien haben 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 bis 15 µm) oder Schimmelpilze (Sporen 3 bis 6 µm). Ein auf diese Größenverhältnisse abgestimmtes Verfahren muss somit die Massengleichheits-



**KERRES**  
anlagensysteme

**Größte Leistung auf kleinstem Platz!**

Ihr kompetenter Partner für Räucher-Koch-, Klima- und Reifetechnik, für Intensivkühlsysteme sowie für Rauch- und Kufferwagen-Waschanlagen und Durchlaufwaschsysteme.

**KERRES Anlagensysteme GmbH**  
Manfred-von-Ardenne-Allee 11  
D-71522 Backnang  
Fon +49 (0) 7191 - 91 29-0  
www.kerres-group.de info@kerres-group.de

The fine art of smoking

Wir freuen uns auf Ihren Besuch an unserem Stand 21.1 in Halle 7 auf der SÜFFA in Stuttgart.



Abb. 1: Wenn warme feuchte Luft auf kalte Oberflächen trifft, bilden sich Kondensstropfen.



Abb. 2: Bei Übergängen zwischen Bereichen treten oft unerwartete Luftströmungsverläufe auf.



Abb. 3: Insbesondere Förderbänder haben intensiven Kontakt zum Rohstoff – deshalb sollten sie zusätzlich abgesichert werden. Frischfleischprodukte haben zudem die höchste Hygienestufe.

gesetze 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 gelöst sein, was auch eine technisch kontrollierbare Verteilung der Wirkstoffe ermöglicht.

Ein unter Berücksichtigung dieser Kriterien entwickeltes Hygienisierungsverfahren mit einem wässrig gelösten Wirkstoff und einer SPS-gesteuerten Feinvernebelungstechnik zur Ausbringung wurde in Praxiseinsätzen zur Frischfleischproduktion getestet. Eine wesentliche Anforderung war

die Beibehaltung der bestehenden Prozessabläufe ohne Änderungen an der Prozesstechnik.

Der flüssige Wirkstoff wurde mit Hilfe von Ultraschalltechnik in einen hochwirksamen Nebel aus feinsten Tröpfchen überführt. Hierbei kommt die adiabatische Grundsatzregel zum Einsatz:

$$U = \frac{N}{\kappa - 1} \kappa_B T = \frac{N}{\kappa - 1} \frac{N_A}{N_A} N_A \kappa_B T = \frac{nR}{\kappa - 1} T$$

N= Anzahl der Gasteilchen  
 N<sub>A</sub>= Avogadro-Konstante  
 n= Stoffmenge (in Mol)  
 f= Anzahl der absoluten Freiheitsgrade

κ<sub>B</sub>= Boltzmann-Konstante  
 R= Allgemeine Gaskonstante  
 T= Temperatur  
 κ= Isentropenexponenten  
 Somit hat auch die Veränderung des Aggregatzustands flüssig in nebelartig eine wirkungspotenzierende Eigenschaft. Dadurch war in sehr kurzer Einwirkzeit, geringen Konzentrationen und Temperaturbereichen schon ab 2 °C eine sehr gute Wirkung zu erreichen, was dieses Verfahren in der Hygieneanwendung wesentlich unabhängiger von Einwirktemperatur und Zeit macht (Tab.). Ein im Test als Vergleich herangezogenes Verfahren hatte erst in einem Temperaturbereich deutlich oberhalb von 15 °C eine beginnende Wirkung (der thermodynamischen Metabolie von Mikroorganismen geschuldet) und war nur temporär und örtlich eingeschränkt wirksam.

Die Tests wurden in Anlehnung an die DIN 13697 über die Ausbringung als Nebel sowie über Sprühanwendungen durchgeführt. Im Ergebnis lagen die Impfungswerte gleich der Reduktionswerte bei zwölf lebensmittelrelevanten Teststämmen.

**Verbesserung des Klimas**

Der Vergleich der Keimdynamik von unbehandelten und behandelten Hackfleischproben zeigt, dass der Keimstatus unbehandelter Produkte über einen Beobachtungszeitraum von sieben Tagen um zwei Log-Stufen zunahm. Bei den behandelten Produkten verlief der Anstieg sehr viel flacher bis schließlich nach fünf Tagen kein Anstieg der Gesamtkeimzahl mehr nachgewiesen wurde. Auch bei der Anwendung in der klimatisierten Konfektionierung von Kochpökel-

waren konnten deutliche Unterschiede in der Keimbelastung der frisch hergestellten Packungen, wie auch nach Ablauf des Mindesthaltbarkeitsdatums festgestellt werden.

**Fazit**

Grundsätzlich kann durch ein vorher analysiertes Prozessumfeld und der dann darauf abgestimmten 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.



**Ralf Ohlmann**  
 bildete sich nach einer Ausbildung zum Metzger und Koch in den Bereichen Lebensmitteltechnologie, Ernährungswissenschaften, Betriebswirtschaft, Marketing und Informationstechnik weiter. Viele Jahre arbeitete er als Fachberater für Prozesshygiene und Luftmanagement in der Fleischwirtschaft. Heute ist er Wissenschaftlicher Forschungsleiter und CEO eines Ingenieur-Fachplanungsinstituts mit angeschlossenem mikrobiologisch-physikalischem Labor.

Anschrift des Verfassers  
 Ralf Ohlmann, Just in Air GmbH, Dunkerstr. 7, 28832 Achim

**Vergleich**

Wirksamkeit bei der Behandlung mit dem neuen Hygienisierungsverfahren

Testkeim	Vernebelung	Besprühung
<b>Hefen und Schimmel</b>		
<i>Yarrowia lipolytica</i>	+	+
<i>Penicillium chrysogenum</i>	+	+
<b>Bakterien</b>		
<i>Escherichia coli</i>	+	+
<i>Enterobacter cloacae</i>	+	+
<i>Enterococcus faecium</i>	+	+
<i>Lactobacillus sakei</i>	+	+
<i>Listeria monocytogenes</i>	+	+
<i>Salmonella Typhimurium</i>	+	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	+	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	+
<i>Acinetobacter baumannii</i>	+	+
<b>Viren</b>		
Murines Norovirus	+	+

+ = vollständige Inaktivierung

Quelle: OHLMANN

FLEISCHWIRTSCHAFT 9\_2017