

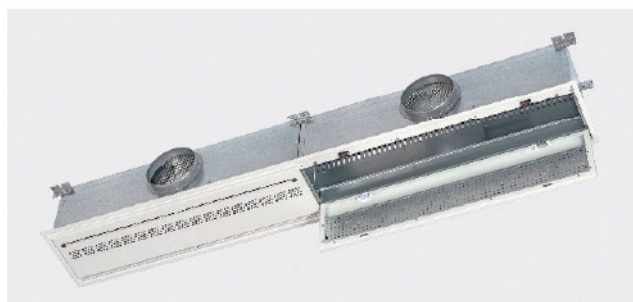
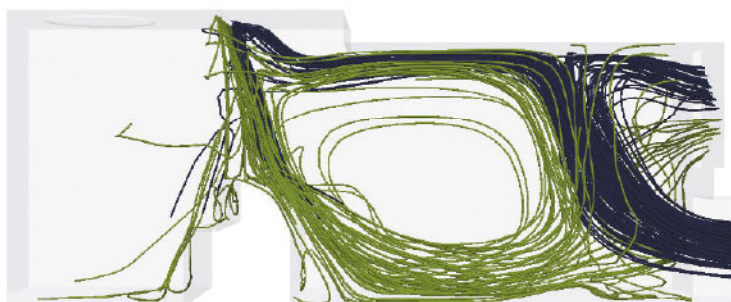
# HLH

Lüftung | Klima  
Heizung | Sanitär  
Gebäudetechnik

**Sonder-  
druck**



**KAMPMANN**



## Kontaminationsvermeidung im Bereich von marktoffenen Lebensmittelverkaufsstätten

Teil 1 - Grundlagen und Erläuterungen zur DIN 10505

Teil 2 - Hygiene an der Frischetheke

# Nicht viel Luft hilft viel

Seit fast fünfzehn Jahren begleite ich den Normenausschuss für die Lüftung von Verbrauchermärkten und Frischetheken. Oder korrekt ausgedrückt: „DIN 10505: Lebensmittelhygiene – Lüftungseinrichtungen für Lebensmittelverkaufsstätten – Anforderungen Prüfung“. An der Namensfindung habe ich übrigens nicht mitgewirkt.

Oft habe ich mit den Ausschusskollegen aus dem Bereich Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz darüber beraten, welche Faktoren maßgeblich sind, um eine Lebensmittelverkaufsstätte optimal abzuschirmen. Denkbar sind diverse technische Lösungen, von denen nicht alle gleichsam wirkungsvoll sind.

Diese Diskussion haben wir zum Anlass für umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen genommen. Die Erkenntnis ist: Nicht viel Luft hilft viel. Es ist die richtige Balance zwischen Überdruck und Luftschleier, die mit weniger Luft sogar eine bessere Abschirmung errichtet als die in der Norm vorgesehene Lösung.

Oft wurde im Normenausschuss auch diskutiert, wie man einen Abgleich der Luftmengen von Luftschleier und Überdrucklüftung im Arbeitsbereich sicherstellen kann. Die Praktiker berichten von vielen unzureichenden Einstellungen und dadurch mangelhafter Funktion der Anlagen.

Glücklicherweise ist es bei Normen üblich, dass auch gleichwertige Lösungen angewandt werden können, wenn die Wirksamkeit nachgewiesen ist. Die Berichte aus der Praxis brachten mich und mein Entwicklungsteam in der Kampmann GmbH auf die Idee, ein System zu entwickeln, das mit möglichst wenig Verstellmöglichkeiten auskommt und immer die richtige Luftverteilung sicherstellt.

Zudem haben wir es uns zur Aufgabe gemacht, den hydraulischen Abgleich der einzelnen Lüftungsabschnitte zu vereinfachen. Ein Anliegen der Lebensmittelsicherheit ist auch die Wartbarkeit und die Möglichkeit der Reinigung. Auch dieser Aspekt wurde konstruktiv berücksichtigt. Dass weniger Luft auch für Behaglichkeit hinter der Theke sorgt, ist ein positiver Nebeneffekt.

All das zusammen, ergibt ein Produkt, speziell für die Anwendung in Lebensmittelverkaufsstätten – der Kampmann KaProtect.



**Hermann Ensink**

Geschäftsleiter Innovation  
und Technik, Kampmann GmbH



# Grundlagen und Erläuterungen zur DIN 10505

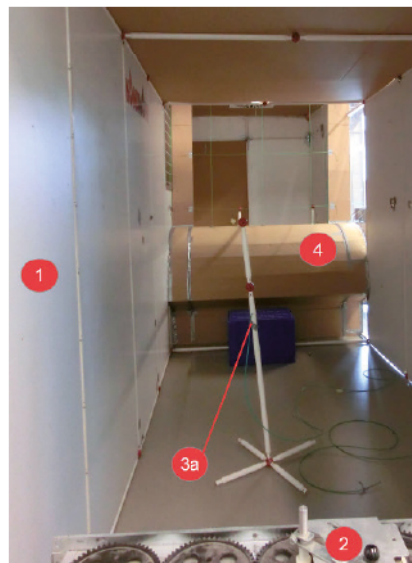
Kunden eines Supermarktes, die an der Frischetheke Fleisch, Wurst oder Käse kaufen, werden den direkt darüber ausgeblasenen Luftschleier kaum wahrnehmen.

Dieser soll die Lebensmittel und den Bereich hinter der Theke vor Kontaminationen schützen. Als entsprechende Norm für lüftungstechnische Maßnahmen zur Sicherstellung der Lebensmittelhygiene an Frischetheken gilt die DIN 10505.

Der folgende Beitrag geht auf die aktuell überarbeitete Fassung der Norm ein und erläutert die Zusammenhänge zwischen Luftströmung und Kontamination.

**D**er Betreiber einer marktoffenen Lebensmittelverkaufsstätte, besser bekannt als Fleisch-, Wurst- oder Käsetheke, hier im Folgenden Frischetheke genannt, muss sicherstellen, dass die angebotene Ware unter Beachtung der erforderlichen Sorgfalt nicht kontaminiert wird. Geeignete Maßnahmen sind in der DIN 10505 „Lebensmittelhygiene – Lüftungseinrichtungen für Lebensmittelverkaufsstätten – Anforderungen, Prüfung“ beschrieben. Zu den am häufigsten eingesetzten Lösungen gehört die in der Norm favorisierte Kombination aus einem Luftschleier über der Theke und einem Drallluftdurchlass (Überdruckanlage) im hinteren Bereich.

Während der Schleier in der Regel von den kurzzeitigen Besuchern kaum unangenehm wahrgenommen wird, kommt es beim Verkaufspersonal sehr oft zu Beschwerden über Zugerscheinungen bis hin zu krankheitsbedingten Ausfällen. Daher findet häufig – ohne Abstimmung mit den zuständigen Behörden – ein Herunterregeln oder Ausschalten der Anlage statt, was bisher noch kein ausdrücklicher Verstoß gegen die Norm war. In der neuen Norm der DIN 10505 (erschieden am 09. November 2018 als Entwurf 12/2018) allerdings wird explizit gefordert, dass die

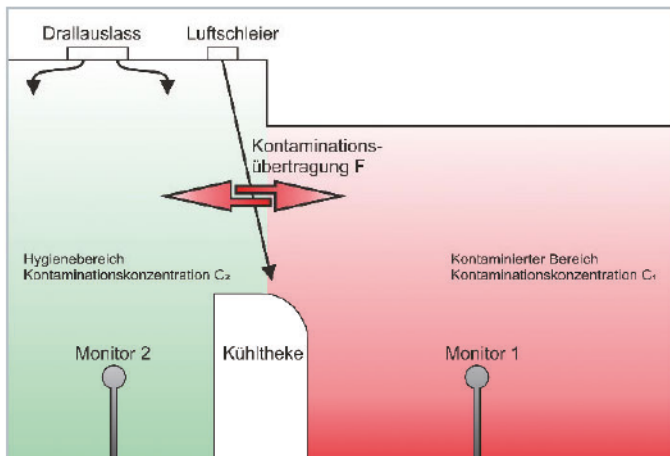


**Bild 1** (1) Experimenteller Nachbau einer Frischetheke aus der Sicht des Kunden, (2) Ventilator, um den Luftstrom von 0,3 m/s in Richtung der Theke zu erzeugen, (3) Tracergas-Dosierauslass und Messmonitor für den Bereich vor der Theke, (4) Theke und dahinter Monitor für die Messung hinter der Theke

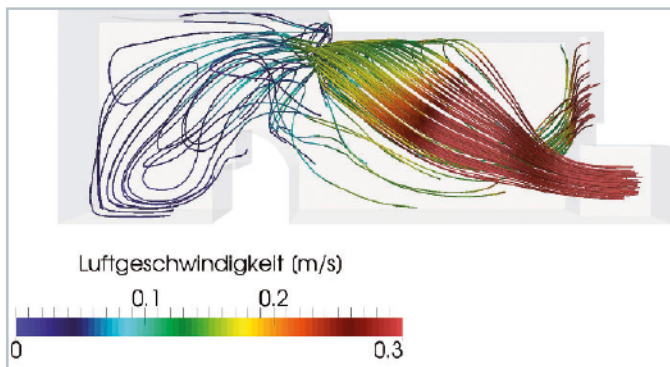
Einstellwerte nicht verändert werden dürfen. Zudem sind die Betriebsstundenstände im Rahmen der Wartungsarbeiten zu dokumentieren und zur Einsicht durch die Überwachungsbehörden bereit zu halten.

Demzufolge muss der Verantwortliche die Belüftungsanlage weiter betreiben – auch wenn sie für das Personal unbehaglich ist – oder bei veränderten Einstellungen eine Gefährdungsanalyse zum Nachweis der Kontaminationsvermeidung erstellen lassen. Aus diesem Grund ermöglicht die aktualisierte DIN 10505 jetzt auch eine weitere normgerechte Lösung, indem sie andere gleichwertige lüftungstechnische Maßnahmen zulässt, wenn ihre Wirksamkeit nachgewiesen wird.

Die Entwicklung einer alternativen Lüftungstechnik erfordert allerdings Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Luftströmung und Kontaminationen im Hygienebereich der Frischetheke. Es gilt nachzuvollziehen, auf welche Art und in welchem Umfang der Transport der Kontaminationen stattfindet. Dieser Fragestellung widmete sich eine Diplomarbeit im Fachbereich Maschinenbau und Energietechnik an der Technischen Hochschule Mittelhessen [1], deren experimenteller Teil in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Kampmann erfolgte und auf den nachfolgend näher eingegangen wird.



**Bild 2** Skizierter Versuchsaufbau und Modell für die vereinfachte Betrachtung der Gleichgewichtszustände hinsichtlich der Kontaminationskonzentration



**Bild 3** Simulation der Strömungen bei ausgeschalteter Belüftung

## Experimentelle Untersuchung

Ausgangspunkt ist die Annahme, dass der Transport von kontaminierenden Stoffen nicht alleine durch die strömende Luft mitgeführt wird (Konvektion), sondern auch von der Diffusion abhängt, also von dem ohne äußere Einwirkung eintretenden Ausgleich von Konzentrationsunterschieden. Der Aufbau des Experiments orientiert sich dabei an der DIN 10505 und den dort aufgeführten Vorgaben für Lüftungseinrichtungen im Frischethekenbereich.

### Versuchsaufbau

Für das Experiment wurde eine Verkaufstheke vereinfacht nachgebaut (Bild 1). Die Nachstellung der Kontaminationen erfolgt durch ein Tracergas, die Untersuchung mittels eines photoakustischen Spektroskops [2] und einer passenden Dosiereinheit. Als Tracergas wurde SF<sub>6</sub> verwendet, da es sich sehr ähnlich wie Luft verhält und dabei nicht natürlich vorkommt. Die Messzeit eines jeden Experiments betrug etwa eine Stunde. Ein Messmonitor wurde neben dem Dosierausgang für das Tracergas installiert. Die

Platzierung von zwei weiteren Monitoren fand hinter der Theke statt, um etwaige unregelmäßige Unterschiede in der Verteilung der Kontaminationen im Hygienebereich auszuschließen. Ein Ventilator im Kundenbereich erzeugt eine Luftgeschwindigkeit in Richtung Theke von 0,3 m/s. In der DIN 10505 wird als praxisübliche Luftgeschwindigkeit im Kundenraum ein Wert von 0,2 m/s angenommen. Die um 0,1 m/s erhöhte Luftgeschwindigkeit verbessert die Unterscheidung der Wirksamkeit verschiedener Lösungsansätze.

### Gütefaktor

Um die unterschiedlichen Lüftungstechnischen Maßnahmen vergleichen zu können, wird ein entsprechendes Bewertungskriterium für die Güte der Kontaminationsvermeidung benötigt. Als tragfähig hat sich hierfür die vereinfachte Betrachtung der Gleichgewichtszustände ergeben. Dabei wird angenommen, dass eine gewisse Menge von Tracergas aus dem Kundenbereich in den Bereich hinter der Theke gelangt.

Es gilt also:

$$C_2 = F \cdot C_1$$

mit  $C_2$  als Konzentration hinter der Theke und  $C_1$  als Konzentration vor der Theke (Bild 2). Der Faktor  $F$  ist die Funktion der Kontaminationsvermeidung. Er gibt die Durchdringung der Belüftung an und wird daher Durchdringungsfaktor genannt.

Obwohl eine Analyse des Faktors  $F$  mit diesem experimentellen Aufbau aufgrund der Vereinfachung nicht bis ins Detail erfolgen kann, ist er proportional zur tatsächlichen Kontamination und daher als Kriterium für die Güte der Kontaminationsvermeidung ausreichend geeignet. Der Fehler dieser Messungen beläuft sich auf ungefähr fünf bis zehn Prozent des Durchdringungsfaktors. Da die Luftgeschwindigkeit im Kundenraum mit 0,3 m/s statt 0,2 m/s laut Norm angesetzt wurde, sind die festgestellten Durchdringungsfaktoren nicht eins zu eins auf den Praxisbetrieb übertragbar. In der Praxis dürften die Durchdringungsfaktoren deutlich geringer sein.

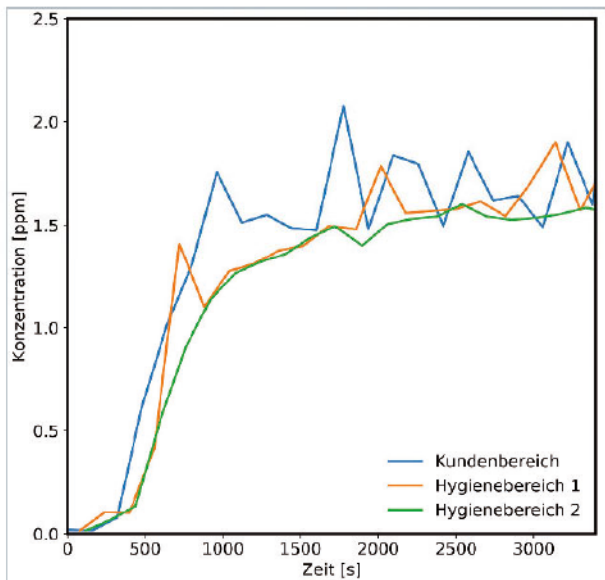
Für eine erste Überprüfung, ob dieser Gütefaktor auch in der Praxis anwendbar ist, wurde die Situation mit ausgeschalteter Belüftung nachgestellt. Die Simulation (Bild 3) zeigt, dass es keinerlei Unterbrechung der Strömungen durch Wirbel an der Theke gibt und daher theoretisch der Hygienebereich vollständig verseucht ist. Dies bestätigt auch die anschließende Messung, die die gleiche Konzentration vor und hinter der Frischetheke nachweist (Bild 4). Eine Kontaminationsvermeidung findet demzufolge nicht statt, was einem Durchdringungsfaktor von 1 entspricht.

## Messergebnisse

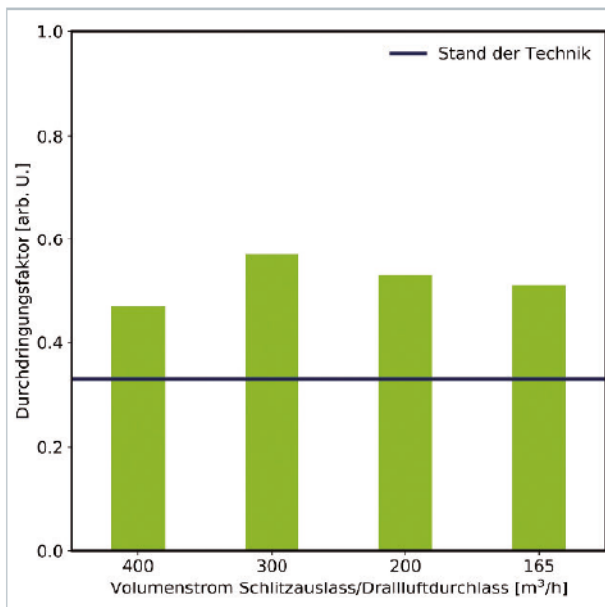
### Heutiger Stand der Technik nach DIN 10505

Die Untersuchung, inwieweit die in der DIN 10505 favorisierte Kombination aus Luftschleier und Überdruckanlage eine Kontamination verhindert, erfolgte in einem zweiten Schritt. Die Norm sieht vor, dass pro laufendem Meter Theke über den Luftschleier 200 m<sup>3</sup>/h bei einer Höhe von 1,60 m zwischen Ausblasöffnung und Oberkante Frischetheke und über den Drallluftdurchlass 100 m<sup>3</sup>/h Zuluft in den Hygienebereich eingebracht werden. Die Messung ergab bei dieser Kombination einen Durchdringungsfaktor von 0,33. Das bedeutet, die Kontaminationsbelastung im Hygienebereich ist gegenüber ausgeschalteter Belüftung um 66 % geringer.





**Bild 4** Messung zum Nachweis der gleichen Kontaminationskonzentration vor und hinter der Frischetheke bei ausgeschalteter Belüftung



**Bild 5** Erhöhte Durchdringungsfaktoren und damit eine geringe Kontaminationsvermeidung bei Anlagen mit abgesperrtem Drallluftdurchlass

Ein aus Behaglichkeitsgründen abgesperrter Drallluftdurchlass hat eine deutlich schlechtere Kontaminationsvermeidung zur Folge (absolut: 45 bis 55 %) und der Durchdringungsfaktor erhöht sich signifikant (Bild 5). Größere Luftmengen verbessern das Ergebnis der Messungen nicht.

Eine rechnerische Simulation der Ströme liefert allerdings eine gegenüber den Messungen widersprüchliche Aussage. Hier erfolgt eine starke Unterbindung der Konvektion in den hinteren Hygienebereich hinein, was mit einem niedrigeren Durchdringungsfaktor einhergehen müsste. Dies ist ein klares Zeichen dafür, dass die Kontaminationsvermeidung nicht nur von der Unterbrechung der Konvektion (hier Mitführung von Partikeln), sondern mindestens von einem weiteren Einflussparameter ab-

hängt. Die Betrachtung der Simulation zeigt dabei eine höhere spezifische Turbulenzenergie über der Frischetheke als in den anderen Bereichen auf Bild 6. Zur Herstellung eines Zusammenhangs zwischen der Turbulenz und der Verbreitung der Kontamination wurde ein physikalisches Modell entwickelt.

#### Vergleich zwischen verschiedenen Belüftungsmethoden bei gleicher Luftmenge

Um darüber hinaus beurteilen zu können, wie wichtig die einzelnen Komponenten sind, wurden verschiedene Aufteilungen der gleichen Luftmenge auf Luftschleier und Drallluftdurchlass getestet (Bild 7). Dabei ist zu erkennen, dass eine Kontami-

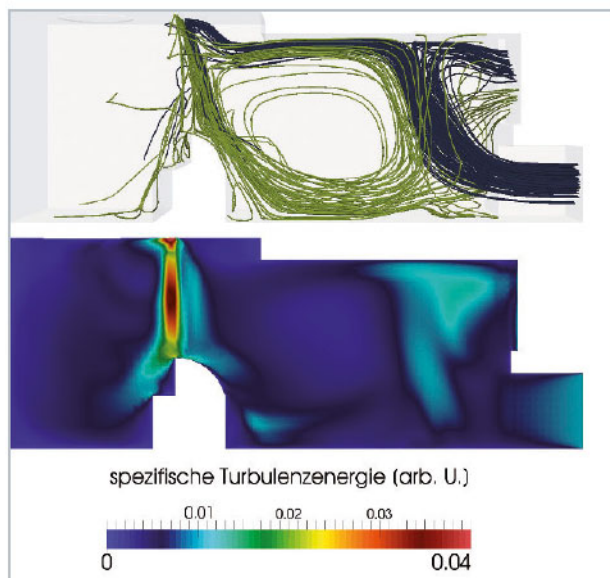
nationsvermeidung unabhängig von der jeweiligen Situation existiert. Allerdings erhöht sich diese um fast das Doppelte, sobald ein Drallluftdurchlass betrieben wird. Auch dieses Phänomen kann durch das nachfolgend beschriebene physikalische Modell erklärt werden.

### Physikalisches Modell

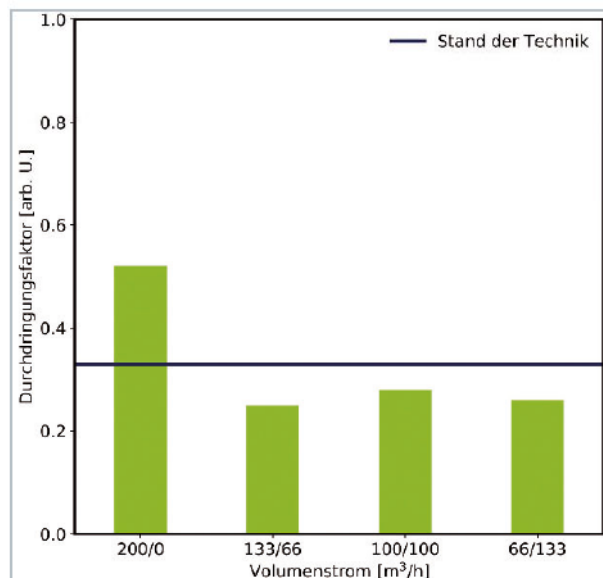
Das Modell basiert auf mehreren Theorien und soll die Erklärung dafür liefern, warum ein Luftschleier über der Frischetheke als einzige Maßnahme zur Kontaminationsvermeidung nicht funktioniert. Es verknüpft die Kolmogorov-Kaskade in der Turbulenztheorie mit der Chapman-Enskog-Theorie [3].

Der Transport in Gasen findet gewöhnlich über zwei Mechanismen statt. Hierzu gehört einerseits die Konvektion, also die Mitführung von den transportierten Partikeln durch ein strömendes Gas. Andererseits diffundieren Partikel aus entropischen Gründen immer in Richtung der niedrigeren Konzentration. Finden nun Turbulenzen im Bereich des Luftschleiers statt, wird die Turbulenzenergie entsprechend der Kolmogorov-Kaskade immer kleiner und geht irgendwann in Hitze und damit kinetische Energie über. Diese kinetische Energie wiederum wird in die Chapman-Enskog-Theorie übertragen, die beschreibt, wie die Diffusion im molekularen Bereich eines Gases stattfindet. Demnach ist die Diffusion umso höher, je höher die Turbulenzenergie ist. Die mathematische Herleitung für das hier beschriebene Modell kann bei Bedarf bei den Autoren angefordert werden.

Auf diese Weise zeigt das Modell einen direkten Zusammenhang zwischen der Diffusion und der Turbulenz in Gasen. Ein sehr ähnliches Phänomen ist aus der Wärmeübertragung in Gasen bekannt, die bei Zunahme der Turbulenz deutlich besser wird. Beide Zusammenhänge beruhen auf den gleichen Prinzipien, da mathematisch die Wärmeleitung der Diffusion sehr ähnelt. Ein anderes eindrucksvolles Beispiel stand vor wenigen Ausgaben in der HLH: „Wenn man ein Stück Würfelzucker in eine Tasse Kaffee gibt, dauert es Stunden bis Tage, bis sich der Zucker durch Diffusion in der Tasse verteilt. Einmal Umrühren bewerkstelligt das gleiche durch Verwirbelung in Sekunden“ [4]. Übertragen auf die Lüftungstechnik ist



**Bild 6** Simulation nach Vorgaben der DIN 10505 der Strömungen aus den verschiedenen Kanälen (grün Luftschleier, blau Kundenbereich) und der spezifischen Turbulenzenergie



**Bild 7** Messung bei verschiedenen Aufteilungen der gleichen Luftmenge auf Luftschleier und Drallluftdurchlass (Beispiel 200/0 bedeutet 200 m³/h Luft über den Luftschleier und 0 m³/h Luft über den Drallluftdurchlass) Alle Bilder: Kampmann GmbH

der Luftschleier der Löffel, der die Kontamination (den Zucker) verrührt.

## Erkenntnisse

Das physikalische Modell verdeutlicht, dass ein Luftschleier alleine keine mit dem Stand der Technik vergleichbare Kontaminationsvermeidung und daher keine befriedigende Lösung zur Sicherstellung der Lebensmittelhygiene leistet. Die durch den Luftschleier verursachten Turbulenzen tragen zu einer höheren Diffusion bei, wodurch Kontaminationen in den hinteren Bereich der Frischetheke gelangen. Und auch der Betrieb eines Drallluftdurchlasses alleine ist aufgrund der zu hohen Luftmenge in der Praxis zu unbehaglich. Um eine möglichst effektive Kontaminationsvermeidung zu erreichen, ist daher eine Kombination aus Luftschleier und Überdruckanlage zwingend notwendig.

Diese Kombination stabilisiert den Luftschleier, der auf diese Weise weniger Turbulenzen aufweist. Demzufolge ist auch die Diffusionsrate geringer. Zusätzlich sorgt die Überdruckanlage dafür, dass Kontaminationen im hinteren Thekenraum durch die Strömung an

den Luftschleier herangeführt und dort in den Bereich vor der Theke mitgerissen werden. Im Ergebnis wird auf diese Weise nicht nur die Kontamination im hinteren Bereich verringert, sondern auch – lokal gesehen – die Konzentration unmittelbar am Luftschleier erhöht und damit der Konzentrationsgradient, der die Diffusion beeinflusst, kleiner.

Allerdings hat sich in der Praxis ja gezeigt, dass bei einer Kombination die benötigte Luftmenge aus dem Drallluftdurchlass zu unbehaglich eingebracht und die Luftzufuhr hier deshalb häufig abgesperrt wird. Das Unternehmen Kampmann hat aus diesem Grund auf Basis der hier beschriebenen Ergebnisse eine Alternativlösung entwickelt, die zur Realisierung eines mit dem Stand der Technik vergleichbaren Durchdringungsfaktors deutlich geringere Luftmengen benötigt und zudem für das Verkaufspersonal keine Behaglichkeitsprobleme mit sich bringt.

Der zweite Teil dieses Beitrags, der in der folgenden Ausgabe der HLH erscheint, geht auf diese Produktneuheit ein und stellt deren ersten Einsatz in der Betriebspraxis vor.

## LITERATUR

- [1] Trapp, S.: Optimierung des Luftschleiers und der Lüftung von marktoffenen Lebensmittelverkaufsstätten, Diplomarbeit, Technische Hochschule Mittelhessen, Gießen 2015.
- [2] LumaSense Technologies Inv, Photoacoustic Field Gas-Monitor – INNOVA 1412; Specifications Handout, 2007.
- [3] Cussler, E. L.: Diffusion – Mass Transfer in Fluid Systems, Cambridge University Press, 1997.
- [4] Masuch, J.: Das Bauer-Optimierungssystem (BAOPT) zur Raumluftströmung in klimatisierten Räumen, HLH Bd. 69 (2018) Nr. 07-08, S. 49-52. Das Zitat auf S. 50 ist Wikipedia entnommen.

**Dr. Oliver Höfert**, Simulationsingenieur, Kampmann GmbH, Lingen.

**Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Trapp**, Geschäftsleitung Gerhard Trapp GmbH & Co. KG, Hilders.

**Dipl.-Ing. Hermann Ensink**, Geschäftsleiter Innovation und Technik, Kampmann GmbH, Lingen.



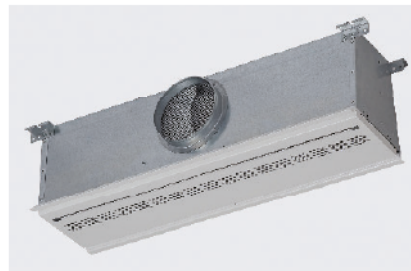
# Hygiene an der Frischetheke

Entsprechend der DIN 10505 wird an Frischetheken zur Abschirmung von Kontaminationen in der Regel ein Luftschleier über der Theke und ein Drallluftdurchlass (Überdruckanlage) im hinteren Bereich der Theke eingesetzt. Diese Lösung ist allerdings mit höherem Zugluftrisiko für das Verkaufspersonal verbunden, was in der Praxis häufig mit einem Abschalten der Anlage einhergeht.

TEXT: Dr. Oliver Höfert und Hermann Ensink

**E**xperimentelle Untersuchungen haben verdeutlicht, dass nur eine Kombination aus Luftschleier und Überdruckanlage eine wirksame Abschirmung von Kontaminationen sicherstellen kann. Diese Erkenntnisse sind in die Entwicklung einer optimierten Lösung eingeflossen, die in diesem Beitrag detailliert vorgestellt wird.

Im ersten Teil dieses Beitrags [1] wurde ein Messverfahren zur Bestimmung des Grades der Kontaminationsvermeidung an Frischetheken und zur Vergleichbarkeit verschiedener Belüftungsmethoden vorgestellt. Darüber hinaus stellte das Unternehmen Kampmann ein physikalisches Modell vor, das den direkten Zusammenhang zwischen Turbulenz und Diffusion aufzeigt. Die Ergebnisse der Untersuchungen verdeutlichen, dass nur die Unterbrechung der Strömung in den Thekenbereich hinein keine ausreichende Kontaminationsvermeidung gewährleistet, da durch den Luftschleier verursachte Turbulenzen zu einer höheren Diffusion beitragen und dadurch Kontaminationen in den hinteren Bereich der Theke gelangen. Damit stellt ein Luftschleier alleine keine befriedigende Lösung zur Sicherstellung der Lebensmittelhygiene dar. Um eine möglichst effektive Kontaminationsvermeidung zu erreichen, ist daher eine



**Bild 1:** Der Luftdurchlass KaProtect vereint die Funktionen Luftschleier und Überdruckanlage in einer Einheit und besteht aus einem Durchlass für den Luftschleier und einem Überdruckdurchlass, der wiederum aufgeteilt ist in einen Quellschlitzluftdurchlass und einen Schlitzluftdurchlass.

Kombination aus Luftschleier und Überdruckanlage zwingend notwendig.

Zu den heute gängigen Lösungen gehört die in der DIN 10505 „Lebensmittelhygiene – Lüftungseinrichtungen für Lebensmittelverkaufsstätten – Anforderungen, Prüfung“ favorisierte Kombination aus einem Luftschleier über der Theke und einem Drallluftdurchlass (Überdruckanlage) im hinteren Bereich der Theke. Allerdings hat sich in der Praxis gezeigt, dass die benötigte Luftmenge aus dem Drallluftdurchlass häufig zu unbehaglich eingebracht und die Luftzufuhr hier deshalb ungeachtet oder in Unkenntnis der schlechteren Abschirmwirkung abgesperrt wird. Zudem sind die Abstimmung der Luftmengen und der hydraulische Abgleich in der Praxis ein großer Aufwand mit vielen Fehlerquellen.

Diese Erkenntnisse sind in die Entwicklung einer Alternativlösung eingeflossen, die zur Realisierung eines mit dem Stand der Technik vergleichbaren Durchdringungsfaktors deutlich geringere Luftmengen benötigt und zudem für das Verkaufspersonal keine Behaglichkeitsprobleme mit sich bringt.

## Alle Funktionen in einem Gerät

Mit dem Luftdurchlass KaProtect ist es dem Unternehmen Kampmann gelungen, die Funktionen Luftschleier und Überdruckanlage in einem kompakten Gerät zu vereinen. Die für die Kontaminationsvermeidung wichtige Luftmengenabstimmung zwischen diesen beiden Funktionen ist dabei bereits werkseitig vorgegeben und bedarf keiner weiteren Einstellungsmaßnahmen, wodurch einerseits der Planungsaufwand geringer ausfällt und andererseits eine Einregulierung des Rohrnetzes vor Ort erheblich vereinfacht werden kann. Das Gerät besteht aus drei Komponenten: dem Durchlass für den Luftschleier und einem Überdruckdurchlass, der wiederum aufgeteilt ist in einen Quellschlitzluft- und einen Schlitzluftdurchlass (Bild 1). Dabei werden zwei Drittel des Luftvolumenstroms als Luftschleier eingebracht und ein Drittel über den Überdruckdurchlass geführt.



Ein Pilotprojekt für den Einsatz des neuen Luftdurchlasses in der Betriebspraxis wurde noch vor der offiziellen Markteinführung in einem Rewe-Supermarkt im münsterländischen Ascheberg realisiert.

Die Integration aller Komponenten in eine Geräteeinheit reduziert zudem nicht nur den für die Lüftungstechnik benötigten Platzbedarf, sondern ebenfalls den üblicherweise mit separaten Komponenten verbundenen Montageaufwand deutlich. Davon profitieren die ausführende Seite, indem der Personaleinsatz effizienter gestaltet werden kann, und der Betreiber durch geringere Investitionskosten.

## Funktionsweise der Komponenten

Der durch die RLT-Anlage erzeugte Luftschleier unterbricht die Strömung vom Verkaufsraum in den Bereich hinter die Frischetheke, sodass die in der Strömung mitgeführten Kontaminationspartikel (Bild 2) zum großen Teil herausgefiltert werden. Wie bereits anhand des physikalischen Modells nachgewiesen, hängt der Transport dieser Partikel jedoch auch von der konzentrationsabhängigen Diffusion ab, die durch die Turbulenzen im Luftschleier begünstigt wird. Erhöht sich der Turbulenzgrad, steigt auch die Diffusionsrate. Daher stabilisiert die zweite Kompo-

nente mit zusätzlich eingebrachter Zuluft und den damit verbundenen Überdrucken den Luftstrahl des Luftschleiers, um den Turbulenzgrad zu verringern. Aus Behaglichkeitsgründen ist der Durchlass so ausgeführt, dass ein Teil der Lufteinbringung quellluftartig erfolgt.

Die dritte Komponente, der Schlitzluftdurchlass, ist ebenfalls Teil des Überdruckdurchlasses und führt die zugeführte Luft an der Decke des Thekenbereichs entlang. Da sich hinter der Theke statisch gesehen Verschmutzungen nicht komplett vermeiden lassen, findet auf diese Weise die Durchspülung dieses Bereiches statt, um die Verweildauer der Kontaminationspartikel möglichst gering zu halten. Dabei verliert die Luft auf ihrem Weg entlang der Decke an Geschwindigkeit und fällt dann langsam in Richtung Boden, was aufgrund der relativ geringen Luftmenge keinerlei negative Auswirkungen auf die Behaglichkeit mit sich bringt.

## Weniger Kontamination bei verminderter Luftmenge

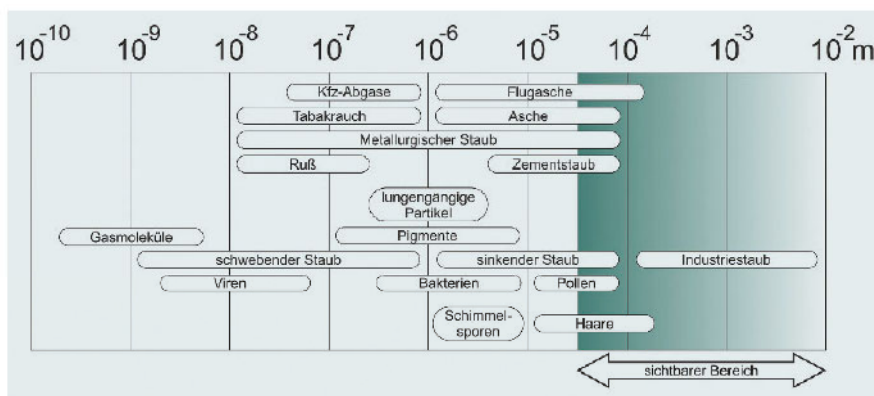
Zum Nachweis der Wirksamkeit des Gerätes wurden Messungen im Rahmen der

bereits im ersten Teil dieses Beitrags beschriebenen experimentellen Untersuchung durchgeführt und der Durchdringungsfaktor bei verschiedenen Volumenströmmen ermittelt. Darüber hinaus erfolgte an drei Positionen des Versuchsaufbaus die Bestimmung der Behaglichkeit: direkt an der Frischetheke, im hinteren Arbeitsbereich sowie unmittelbar vor der Theke auf der Kundenseite.

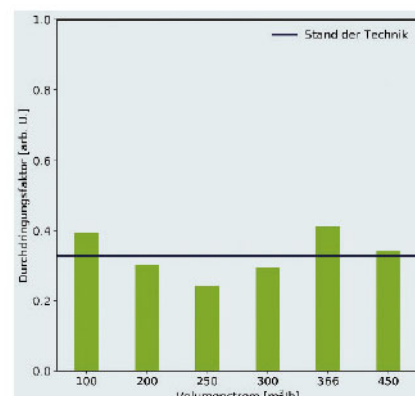
Die Ergebnisse der Durchdringungsfaktorenmessung (Bild 3) verdeutlichen, dass die effektivste Kontaminationsvermeidung bei einem bestimmten Gesamtluftvolumenstrom erfolgt. Der KaProtect wurde daraufhin standardmäßig auf einen Nennluftvolumenstrom von 250 m<sup>3</sup>/h je Meter Thekenlänge bei einem Abstand von 1,6 m vom Luftdurchlass zur Oberkante Theke ausgelegt. Bei hiervon abweichenden Luftvolumenströmen steigt der Durchdringungsfaktor bei gleicher Einbausituation entsprechend. Tabellenwerke mit den benötigten Luftvolumenströmen für geringere Einbauhöhen sind auf der Webseite des Herstellers erhältlich.

Die DIN 10505 gibt für die von ihr favorisierte Kombination aus Luftschleier und Überdruckanlage einen Gesamtluft-





**Bild 2:** Größen von Kontaminations- und Schmutzpartikeln nach DIN 10505 [2].



**Bild 3:** Durchdringungsfaktoren des neuen Luftdurchlasses bei einem Abstand von 1,6 m vom Luftdurchlass zur Oberkante Theke.

volumenstrom von 300 m³/h vor. Um die Wirksamkeit dieser Vorgaben zu erreichen, benötigt der KaProtect einen Gesamtluftvolumenstrom von lediglich 200 m³/h (Bild 3). Das bedeutet, dass das Gerät in seiner Standardauslegung im Vergleich zum aktuellen Stand der Technik deutlich weniger Luftvolumenstrom benötigt und zudem einen höheren Kontaminationsschutz erreicht. Wie von der Norm gefordert, bläst der Luftschleier dabei nicht in die Verkaufstheke hinein, sondern schließt mit dem Außenbereich der Theke ab (Bild 4).

Die verminderte Luftmenge hat darüber hinaus einen positiven Einfluss auf die Behaglichkeit. Der Überdruckdurchlass ist so gestaltet, dass im hinteren Thekenbereich das Zugluftrisiko im Nacken- und Knöchelbereich unter den in der VDI 2082 „Raumlufttechnik – Verkaufsstätten (VDI-Lüftungsregeln)“ für Arbeitsplätze mit ständig sitzenden Personen geforderten 15 Prozent liegt. Wobei das Verkaufspersonal hinter einer Frischetheke seine Tätigkeit seltener sitzend sondern in der Regel eher bei ständiger Bewegung verrichtet. Lediglich direkt über der Theke beträgt das Zugluftrisiko 20 Prozent. Dies ist für die Mitarbeiter allerdings nur dann zu spüren, wenn sie sich in die Theke lehnen, um Lebensmittel zu entnehmen.

## Einfache Montage und Wartung

Der KaProtect steht in Einbaulängen von 1,00 m und 1,25 m zur Verfügung, womit sich nahezu alle gängigen Thekenabmessungen abdecken lassen. Mehrere Luft-

durchlässe können zu einem durchgehenden Band montiert werden, wobei jedes Gerät eine eigenständige Einheit bildet. Verschiedene Gehrungsecken mit nach innen oder nach außen verlaufenden 30°, 45°- und 90°-Winkeln ermöglichen die passgenaue Nachbildung der Thekengeometrie (Bild 5). Für Stellen, an denen keine Belüftung vorgesehen ist – etwa über Thekentüren – oder an denen aus optischen Gründen das Lüftungsband nicht unterbrochen werden soll, stehen Leereinheiten ohne Funktion zur Verfügung. Zur harmonischen Integration der Lüftungstechnik in das architektonische Umfeld ist die Gestaltung der Gehäuse in allen RAL-Farben möglich.

Eine Höhe von lediglich 280 mm und kombinierte Aufhänge- und Verbindungssets sorgen für eine besonders einfache Montage der Geräte. Der Ausblaswinkel des Luftschleiers ist standardmäßig auf 80° eingestellt. Falls erforderlich, lässt sich dieser Winkel mithilfe einer Luftlenkplatte gemäß DIN 10505 in einem Bereich zwischen 70° und 90° nachjustieren. Darüber hinaus können bei Bedarf auch der Druckverlust und der Luftvolumenstrom über einen Lochblechschieber an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden. Für die entsprechende Druckmessung steht an der Geräteunterseite ein leicht zugänglicher Einschubpunkt für den Druckschlauch zur Verfügung. Die komplette Geräteunterseite dient zugleich als Revisionsklappe, die für einen einfachen Zugang werkzeuglos geöffnet und ausgehängt werden kann. Eine Wartung und Reinigung entsprechend der Hygiene-Anforderungen der VDI 6022 ist auf diese Weise problemlos möglich.

## Erfolgreiches Pilotprojekt

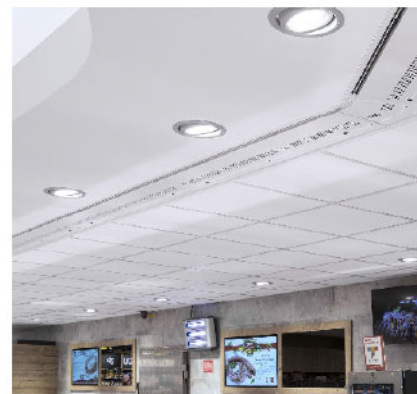
Ein erstes Projekt wurde noch vor der offiziellen Markteinführung in einem Rewe-Supermarkt im münsterländischen Ascheberg verwirklicht. Das Inhaber-Ehepaar Heinz-Jürgen und Monika Frenster ließ den in einem älteren Gebäude befindlichen Markt im laufenden Betrieb aufwendig umbauen. Entstanden sind eine um



**Bild 4:** Wie von der DIN 10505 gefordert, bläst der Luftschleier nicht in die Verkaufstheke hinein, sondern schließt mit dem Außenbereich der Theke ab.



**Bild 5:** Mit verschiedenen Gehrungsecken lässt sich der Einbau der Luftdurchlässe an die Thekengeometrie anpassen.



**Bild 6:** Im Referenzobjekt wurden insgesamt 17 Luftdurchlässe und eine nach innen ausgeführte 30°-Gehrungsecke zu einem durchgehenden Band verbaut. Alle Bilder: Kampmann GmbH

rund 600 m<sup>2</sup> auf knapp 1 600 m<sup>2</sup> vergrößerte Verkaufsfläche, ein um 5 000 Artikel erweitertes Warensortiment sowie eine deutlich vergrößerte Bedienungsabteilung mit einer Vielzahl von neuen Angeboten wie etwa einer Salatbar oder direkt vor Ort frisch zubereiteten Gerichten.

Ziel des Bauherrn war nicht nur eine energieeffiziente Technik vorzusehen, sondern auch für Kunden und Mitarbeiter eine hohe Behaglichkeit sicherzustellen. Die Beratung durch die Rewe-Bauabteilung und gute Kontakte zum Unternehmen Kampmann sowie eine überzeugende Präsentation der neu entwickelten Lösung waren schließlich ausschlaggebend dafür, dass sich die Projektverantwortlichen für den Einsatz des bis dahin weder serienmäßig erhältlichen noch in der Praxis erprobten Luftdurchlasses entschieden.

Für die neue, über 17 m gerade verlaufende und dann leicht abgewinkelte Frischetheke des Supermarktes wurden 15 Luftdurchlässe mit einer Länge von 1,25 m, zwei Luftdurchlässe mit einer Länge von 1,00 m sowie eine nach innen ausgeführte 30°-Gehrungsecke zu einem durchgehenden Band verbaut (Bild 6). Der Einbau gestaltete sich durch Montagehilfen und Verbindungselemente einfach.

Eine weitere Besonderheit bei diesem Projekt ist, dass aufgrund der Thekengröße die zur ausreichenden Belüftung des gesamten Supermarkts benötigte Zuluft alleine über die KaProtect-Geräte abgedeckt werden kann. Zur Sicherstellung einer optimalen Betriebsweise kompletie-

ren ein Kompaktlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung sowie ein Türschleier mit patentierter Tandem-Technik im Eingangsbereich – beides ebenfalls von dem Systemanbieter aus Lingen – die eingesetzte Lüftung- und Klimatechnik. Die Neueröffnung des Supermarktes erfolgte im April 2018. Angesichts der seitdem einwandfrei arbeitenden Geräte zeigen sich sowohl die Projektverantwortlichen als auch das Verkaufspersonal zufrieden mit der neuen Frischethekenbelüftung.

Der Luftdurchlass KaProtect wurde auf Basis der Erkenntnisse aus dem ersten Teil dieses Beitrages entwickelt. Das Gerät vereint die Funktionen Luftschleier und Überdruckanlage in einer kompakten Einheit und benötigt im Vergleich zum aktuellen Stand der Technik gemäß DIN 10505 deutlich weniger Luftvolumenstrom zur gleichzeitig höheren Kontaminationsvermeidung. Darüber hinaus nimmt durch den verringerten Luftvolumenstrom und besondere Konstruktion der Durchlässe auch die Behaglichkeit für das Verkaufspersonal wesentlich zu.

Der Planer profitiert dabei von der normgerechten Auslegung mit werkseitig vorgegebener Luftmengenabstimmung zwischen den Funktionen Luftschleier und Überdruckdurchlass. Der Nachweis der Wirksamkeit mit um 30 Prozent verminderter Luftmenge wurde erbracht. Für die Konfiguration der objektspezifischen Lösungsvariante sind lediglich die Länge und Geometrie der Frischetheke sowie der benötigte Gesamtluftvolumenstrom erforderlich. Die kompakte Bauweise re-

duziert zudem den Montage- ebenso wie den Investitionsaufwand deutlich. Die auf dem Markt zurzeit einzigartigen Luftdurchlässe haben sich überdies in einem ersten Pilotprojekt auch in der Betriebspraxis erfolgreich bewährt und befinden sich inzwischen in der Serienfertigung.

#### LITERATUR

- [1] Höfert, O.; Trapp, S.; Ensink, H.: Hygiene an der Frischetheke. Kontaminationsvermeidung im Bereich von marktoffenen Lebensmittelverkaufsstätten. Teil 1: Grundlagen und Erläuterungen zur DIN 10505. HLH Bd. 70 (2019) Nr. 5, S. 42-45.
- [2] DIN 10505: „Lebensmittelhygiene – Lüftungseinrichtungen für Lebensmittelverkaufsstätten – Anforderungen, Prüfung“ in der Fassung 12/2018.



**Dr. Oliver Höfert**

ist Simulationsingenieur bei der Kampmann GmbH, Lingen.



**Dipl.-Ing. Hermann Ensink**

ist Geschäftsleiter Innovation und Technik, bei der Kampmann GmbH, Lingen.



# Ansprechpartner vor Ort

Kampmann ist allein in Deutschland mit über 30 Mitarbeitern im Außendienst vertreten. Ihr Ansprechpartner vor Ort kommt zu Ihnen, berät Sie, hilft bei der Auslegung und steht für alle Fragen zur Verfügung. Auch nach der Auslieferung. Das ist unser Kampmann-Service.

## Zentrale und Verwaltung

49811 Lingen (Ems)

## Niederlassung Ost

06847 Dessau

## Niederlassung Süd

82216 Maisach

## Vertrieb Nord

T +49 591 7108-510

T +49 591 7108-167

E [vertrieb.nord@kampmann.de](mailto:vertrieb.nord@kampmann.de)

## Vertrieb Süd

T +49 591 7108-500

T +49 591 7108-161

E [vertrieb.sued@kampmann.de](mailto:vertrieb.sued@kampmann.de)

## Kundendienst

T +49 591 7108-670

F +49 591 7108-360

E [service@kampmann.de](mailto:service@kampmann.de)



**1**

**Dirk Melters**

E [dirk.melters@kampmann.de](mailto:dirk.melters@kampmann.de)

M 0170 8302149

**2**

**Maik Schulze**

E [maik.schulze@kampmann.de](mailto:maik.schulze@kampmann.de)

M 0160 4718483

**3**

**Ludwig Etmann**

E [ludwig.etmann@kampmann.de](mailto:ludwig.etmann@kampmann.de)

M 0175 5619843

**4**

**Ludwig Etmann**

E [ludwig.etmann@kampmann.de](mailto:ludwig.etmann@kampmann.de)

M 0175 5619843

**5**

**Jens Scherer**

E [jens.scherer@kampmann.de](mailto:jens.scherer@kampmann.de)

M 0152 09357808

**6**

**Roland Vegelahn**

E [roland.vegelahn@kampmann.de](mailto:roland.vegelahn@kampmann.de)

M 0170 5247935

**7**

**Lars Gums**

E [lars.gums@kampmann.de](mailto:lars.gums@kampmann.de)

M 0171 9929283

**8**

**Jens Ziehn**

E [jens.ziehn@kampmann.de](mailto:jens.ziehn@kampmann.de)

M 0171 7738713

**9**

**Hagen Treese**

E [hagen.treese@kampmann.de](mailto:hagen.treese@kampmann.de)

M 0175 5903140

**10**

**Tim Vogt**

E [tim.vogt@kampmann.de](mailto:tim.vogt@kampmann.de)

M 0151 29268594

**11**

**Marco Goebel**

E [marco.goebel@kampmann.de](mailto:marco.goebel@kampmann.de)

M 0171 8936436

**12**

**Manfred Schmidt**

E [manfred.schmidt@kampmann.de](mailto:manfred.schmidt@kampmann.de)

M 0171 8936418

**13**

**Dirk Heil**

E [dirk.heil@kampmann.de](mailto:dirk.heil@kampmann.de)

M 0175 5903141

**14**

**Steffen Lamm**

E [steffen.lamm@kampmann.de](mailto:steffen.lamm@kampmann.de)

M 0152 09357844

**15**

**Ronald Reinschmidt**

E [ronald.reinschmidt@kampmann.de](mailto:ronald.reinschmidt@kampmann.de)

M 0170 3512415

**16**

**Ingolf Markurt**

E [ingolf.markurt@kampmann.de](mailto:ingolf.markurt@kampmann.de)

M 0171 5149450

**17**

**Ingolf Markurt**

E [ingolf.markurt@kampmann.de](mailto:ingolf.markurt@kampmann.de)

M 0171 5149450

**18**

**Norbert Hövels**

E [norbert.hoevels@kampmann.de](mailto:norbert.hoevels@kampmann.de)

M 0170 3512411

**19**

**Frank Sommer**

E [frank.sommer@kampmann.de](mailto:frank.sommer@kampmann.de)

M 0170 3512416

**20**

**André Philipp**

E [andre.philipp@kampmann.de](mailto:andre.philipp@kampmann.de)

M 0171 8936414

**21**

**Frank Pontinus**

E [frank.pontinus@kampmann.de](mailto:frank.pontinus@kampmann.de)

M 0171 8936416

**22**

**Jens Ziehn**

E [jens.ziehn@kampmann.de](mailto:jens.ziehn@kampmann.de)

M 0171 7738713

**23**

**René Buchholz**

E [rene.buchholz@kampmann.de](mailto:rene.buchholz@kampmann.de)

M 0171 8936433

**24**

**Enno Frankenberger**

E [enno.frankenberger@kampmann.de](mailto:enno.frankenberger@kampmann.de)

M 0171 6846408

**25**

**Alexander Herr**

E [alexander.herr@kampmann.de](mailto:alexander.herr@kampmann.de)

M 0171 7729232

**26**

**Dominik Bastendorf**

E [dominik.bastendorf@kampmann.de](mailto:dominik.bastendorf@kampmann.de)

M 0171 8936431

**27**

**Frank Ahlfaenger**

E [frank.ahlfaenger@kampmann.de](mailto:frank.ahlfaenger@kampmann.de)

M 0175 4126386

**28**

**Philipp Bekel**

E [philipp.bekel@kampmann.de](mailto:philipp.bekel@kampmann.de)

M 0171 5149445

**29**

**Florian Meyer**

E [florian.meyer@kampmann.de](mailto:florian.meyer@kampmann.de)

M 0171 8936413

**30**

**Robert Kling**

E [robert.kling@kampmann.de](mailto:robert.kling@kampmann.de)

M 0171 8936410

**31**

**Kurt Binder**

E [kurt.binder@kampmann.at](mailto:kurt.binder@kampmann.at)

M +43 664 2104011



# Frisch ans Werk

## Gehen Sie mit uns frisch ans Werk – Ihrem konsequenten Systempartner für Verbrauchermärkte

Nie gab es so vielfältige Marktkonzepte wie heute. Hier eine offene Deckenoptik mit Industriecharme, dort ein Hochglanz-Einkaufserlebnis.

Mit der Architektur stellen sich auch immer neue Anforderungen an Klimälösungen. Wir schaffen stets den Spagat zwischen effektiver aber unauffälliger Klimatechnik. Unser Antrieb, immer intelligentere Systeme zu entwickeln, hat uns zu einem der wichtigsten Partner für integrale Heiz-, Kühl- und Lüftungstechnik gemacht.



*„Ich möchte Sie einladen.*

*Nicht nur auf eine Tasse Kaffee, sondern auch dazu, Klimakonzepte in Ihrem Markt ganzheitlich zu denken. Lassen Sie uns über die Vorteile reden.“*

**Ihr Jürgen Dedden**

Head of International Retail Chains

T +49 591 7108-229