

# QM!

Qualität und Sicherheit in der Lebensmittelbranche

## Zielkonflikte zwischen Hygienerecht und Artenschutz



### ▶ **Softwareprojekte – Schlüsselmoment Softwareauswahl**

Entscheidende Basis erfolgreicher Softwareprojekte – Teil 2

### ▶ **HACCP in der Praxis: Erkenntnisse zur Umsetzung der C 355/2022**

Wie bekannt ist das EU-Amtsblatt C 355/2022 in der Praxis?

### ▶ **Desinfektion natürlich vegan**

Nachhaltige Hygienetechnologien zur erhöhten Lebensmittelsicherheit

# Desinfektion natürlich vegan

## Nachhaltige Hygienetechnologien zur erhöhten Lebensmittelsicherheit

Die Aufgabenstellungen einer sowohl sicheren als auch einfach umzusetzenden Produkthygiene werden in allen anderen Bereichen der Lebensmittelherstellung immer wichtiger. Regulatorische Einschränkungen zu chemischen Desinfektionsmitteln, aber auch die eng gefassten Meldepflichten bei positiven Betriebskontrollen mit pathogenen Keimen führen zu steigenden Herausforderungen in der Lebensmittelbranche. Weiterhin sind der zunehmende Fachkräftemangel und auch die mögliche Optimierung/Automatisierung von Desinfektionsvorgängen zu berücksichtigen.

### **EU – Forschungsprojekt: Neue „Desinfektionsmittel aus Pflanzenabfällen“ zur erhöhten hygienischen Lebensmittelsicherheit**

Mit dem Ziel der Nachhaltigkeit und eines hohen Automatisierungsgrades in der hygienischen Produktabsicherung wurde 2020 im Auftrag und durch Förderung der Europäischen Union mit EFRE-Mitteln ein Forschungsprojekt zur Entwicklung nachhaltiger Hygienetechnologien durch das Just in Air® Luft- & Hygienefachinstitut in Zusammenarbeit mit der Constructor University zu Bremen durchgeführt.

Das internationale Hygiene-Forschungsprojekt der Bremer Wissenschaftler wurde als einziges Projekt aus Deutschland auch auf der UN Weltklimakonferenz 2023 in Dubai im Bereich PROTOTYPES FOR HUMANITY vorgestellt.

### **Nachhaltige Hygienetechnologien zur natürlichen Desinfektion**

Eine nachhaltige Hygienetechnologie basiert auf sich natürlich bildenden Inhaltsstoffen (z. B. organische Säuren, bioaktive Systemfraktionen), welche auch in vielen Lebensmitteln vorkommen.

Diese liegen z. B. in Form der Milchsäure auch im postmortalen Zustand beim Fleisch durch den Abbau des Muskelgewebes vor.

Somit sind die Inhaltsstoffe bei nachhaltigen Hygienetechnologien überwiegend naturidentisch und aus nachwachsenden Rohstoffen zu gewinnen.

Natürliche Substanzen sind in der angewandten Hygiene wesentlich effektiver und weisen weniger Schadschöpfung auf als umweltschädliche chemische Desinfektionsstoffe, da sie sich über viele Millionen Jahre bis zur Perfektion in den Pflanzen entwickeln konnten.

### **Pflanzenabfälle als natürliche Rohstofflieferanten**

Grundlage der nachhaltigen Hygienetechnologie ist die Verwendung/Verwertung von Abfallprodukten aus der Früchte- und Gemüseverarbeitung, womit eine zusätzliche Wertschöpfung aus nachwachsenden Rohstoffen erzielt wird.

Rohstoffe als natürliche Ressourcen sind z. B. Kaffeeabfälle, die in den Ursprungsländern pro Jahr mit über 40 000 t anfallen.

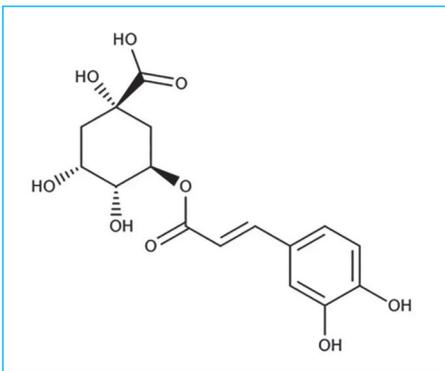
Aber auch Hopfenmaische oder anfallendes Brüdenkondensat sind als Abfallprodukt beim Bierbrauen in großen Mengen verfügbar.



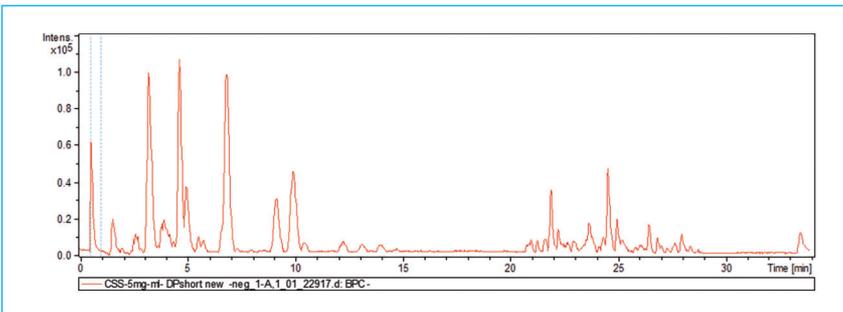
**Abb. 1** Forscherteam: Ralf Ohlmann, Matthias Ullrich und Doktorant James Ziehma (von links)



**Abb. 2** Ausgangspflanzen als Extraktionsgrundlage für die nachhaltige Hygienetechnologie



**Abb. 3**  
Chemische Formel der Chlorogensäure



**Abb. 4** Chromatographenauszug (MicroTOF) der Glykolsäure aus Zielpflanzenextrakten

Durch die erweiterte Nutzung der bestehenden globalen Ressourcen zur natürlichen Desinfektionsmittelgewinnung wird die bereits vorliegende Wertschöpfungskette der Kulturpflanzen, die zur Ernährung angebaut und verarbeitet werden, ökonomisch und ökologisch erweitert.

Eine Vielzahl von Pflanzen stellen Stoffe mit antibakterieller, fungizider oder antiviraler Wirkung her, die zum Schutz der Pflanze vor Keimen dient.

Dabei hat die Pflanze, je nachdem wo sie wächst und welchen Mikroorganismen sie standhalten muss, spezielle Abwehrsubstanzen gegen Schadmikroorganismen entwickelt.

Somit finden wir in unterschiedlichen Pflanzen diverse bioaktive Substanzen gegen Keime, wie Bakterien, Schimmel, Hefen, aber auch Viren.

Substanzen, die für diese Wirkung in den Pflanzen verantwortlich sind, sind überwiegend die Chlorogensäuren (Vorkommen z. B. in Kaffee), die statistisch auch in einer Menge von etwa 1 g pro Tag von einem erwachsenen Durchschnittsdeutschen aufgenommen werden.

Besonders die Substanzklasse der Polyphenole besitzt ein erhebliches antimikrobielles Potenzial.

Als Beispiel der messbaren Bioaktivität sind die Sequenzen der Glykolsäure in Abbildung 4 chromatographisch dargestellt.

Nach Festlegung der optimalen Einsatzpflanzenextrakte und der physikalischen Aufarbeitung zur Wasserlöslichkeit (die meisten Pflanzenextrakte sind hydrophob), werden die konzentrierten Extrakte in Wasser als Trägerstoff eingemischt, damit eine Anwendung auch gesteuert automatisiert (z. B. über eine Kaltvernebelung) durchgeführt werden kann. Dazu werden die in den Pflanzen systemisch eingebetteten bioaktiven Phytoextrakte über ein standardisierte Exktaktionsverfahren isoliert und danach mittels einem speziellen Solubilisationsverfahren wasserlöslich aufbereitet.

Dieser der Natur entsprechende, langwierige Prozess wurde im Labor ohne eine biaktive Reduktion zeitlich beschleunigt und erfolgreich stabilisiert.

Hierzu kamen sowohl bewährte als auch neu entwickelte Verfahren als Stufenabfolge zum

Einsatz, wie in dem Projektschema (siehe Abb. 5) dargestellt.  
Das erfolgreiche Aufbereitungsverfahren der Pflanzeninhaltsstoffe aus dem Labor wurde anschließend über ein entsprechendes *scale up* in den Industriemaßstab überführt, um auch eine marktangepasste Menge der nachhaltigen Hygienetechnologie wirtschaftlich erzeugen zu können.

### Wirksamkeit von nachhaltigen Hygienetechnologien als abgestimmtes Systemgemisch in der Lebensmittelhygiene

Aufgrund der inhaltlichen Zusammensetzung und der physikalisch unterstützten Wirkweise der nachhaltigen Hygienetechnologie werden Mikroorganismen (Bakterien, Hefen, Schimmel) und auch spezielle Viren sicher eliminiert und eine mögliche Resistenzbildung ausgeschlossen.

Die hygienische Effektivität der abgestimmten Wirkstoffmischung wurde im quantitativen Suspensionsversuch in Anlehnung an DIN/EN 13823 mit Belastung (0,05 % Hefeextrakt) sowie im quantitativen Suspensionstest (Bakterien, Hefen und Schimmel) in Anlehnung an die Methoden zur VAH-Zertifizierung chemischer Desinfektionsverfahren (Standardmethode 9) mit elf lebensmittelrelevanten Keimspezies durchgeführt.

- ▶ *Staphylococcus aureus* ATCC 6538
- ▶ *Enterococcus hirae* ATCC 10541
- ▶ *Cronobacter sakazakii* ATCC 29544
- ▶ *Salmonella Enterica* subsp. *Enterica* ATCC 14028
- ▶ *Bacillus subtilis* DSM 4181
- ▶ *Listeria monocytogenes* ATCC 6538
- ▶ *Candida albicans* ATCC 10231
- ▶ *Aspergillus brasiliensis* ATCC 16404
- ▶ *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442
- ▶ *Escherichia coli* K12 NCTC 10538
- ▶ *Legionella pneumophila* ATCC 33152

Dabei konnte eine komplette Keimeliminierung (logarithmische Reduktion [„Zehnerpotenzen“] in der Größenordnung von mind. 5) nach kurzer Zeit bei elf getesteten Stämmen der Spezies Bakterien, Schimmel und Hefen nachgewiesen werden.

### Umsetzung in die tägliche Praxis der Lebensmittelhygiene

Die nachhaltige Hygienetechnologie wurde als Biozid unter der Produktbezeichnung ES-Safe Mitte 2024 mit der Registriernummer N-114216 zugelassen.

Aufgrund der natürlichen Inhaltsstoffe wurde das nachhaltige Hygieneverfahren ES-Safe auch in der ökologischen Betriebsmittelliste FiBI aufgenommen.

Vorteile beim Einsatz der nachhaltigen Hygienetechnologie sind die einfache und deklarati-



AUTOR

Ralf Ohlmann,  
Studium der Lebensmitteltechnologie und Verfahrenstechnik;  
Fachwissenschaftler für angewandte Hygiene und Aerodynamik;  
wissenschaftlicher Forschungsleiter des Just in Air® Luft- & Hygienefachinstitut Bremen

Kontakt:  
Ralf Ohlmann  
Just in Air® Luft- & Hygienefachinstitut  
Parkallee 41-45  
28209 Bremen  
ro@justinair.de

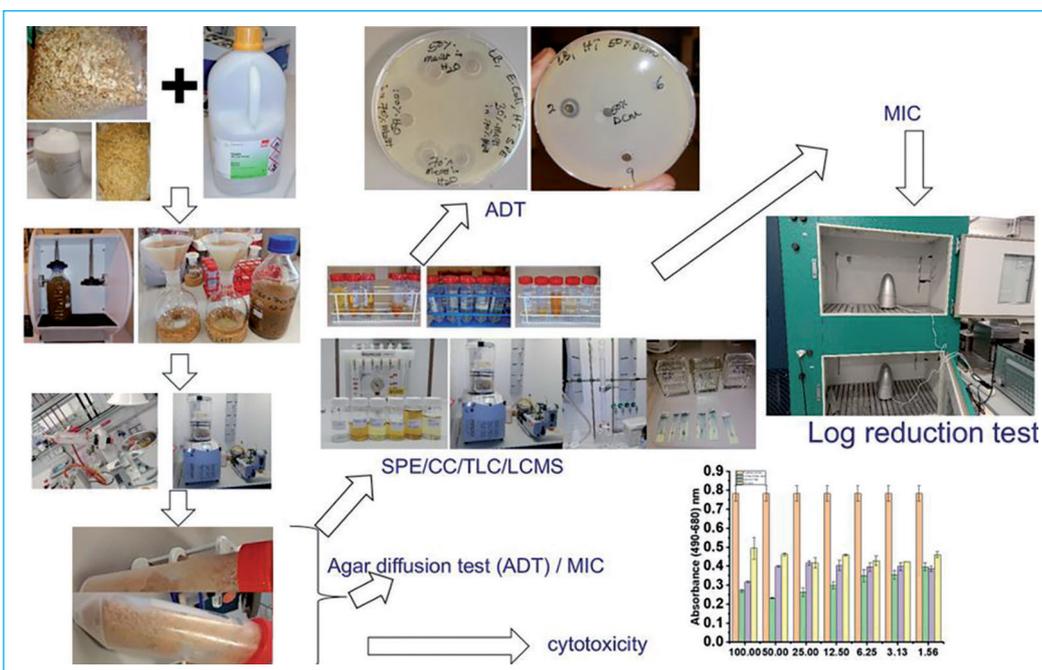


Abb. 5 Schema Ablaufprozess der Rohstoffaufbereitung bis zur fertigen nachhaltigen Hygienetechnologie



**Abb. 6**  
Bild einer Zweistoffdüse zur Vernebelung der nachhaltigen Hygienetechnologie

onsfreie Anwendung, komplette Erreichbarkeit aller Oberflächen und der Raumluft durch Vernebelung, Möglichkeit der Automatisierung und Integration in das bestehende Luftmanagement, die humantoxikologische Unbedenklichkeit und die gute Materialverträglichkeit (geringe Korrosionseigenschaft) und eine Umweltneutralität, womit eine ökologische Alternative zu umweltbelastenden chemischen Desinfektionsmitteln und aufwendigen Desinfektionsverfahren (Einschäumen und Abspülen) vorliegt.

Da nachhaltige Hygienetechnologien als fertige Gebrauchsmischungen vorliegen, sind auch Unfälle im Umgang und auch mögliche Anwendungsfehler ausgeschlossen, was die hygienische Prozessumfeld- und Lebensmittelhygiene deutlich sicherer macht.

Neben den zuvor aufgeführten Einsatzparametern sind besonders die zeitlichen Aufwendungen (z. B. Desinfektionsdauer) und auch die während der Desinfektionsanwendungen mit chemischen Desinfektionsmitteln erzeugten Feuchtelasten ein wichtiges Kriterium für den Einsatz.

Denn eine länger anhaltende hohe Luftfeuchte (über 85 % rel. Luftfeuchte) wie bei der klassischen Einschäum-/Abspüldesinfektion ist die Grundlage von unerwünschter Kondensatbildung an Gebäudeteilen, was auch zu einer erhöhten Aktivität der Mikrobiologie (z. B. Listerien) und zu Bauschäden führen kann.

Die Durchführung der Hygienisierung mit der nachhaltigen Hygienetechnologie kann dabei als einfache Vernebelanwendung über eine Zweistoffdüsenteknik in zwei Schritten einzeln oder zusammenhängend erfolgen.

1) Stoßentkeimung: Anwendung als Ersatz der klassischen Einschäum-/Nachspüldesinfektion mit chemischen Desinfektionsmitteln und/oder als zusätzliche Gesamtraumdesinfektion am Wochenende.

Wirkstoffeinsatz ca. 20 ml/m<sup>3</sup> umbauter Raum

2) Unterhaltshygienisierung: Gezielte Anwendung zur kontinuierlichen Hygieneabsicherung auch während der Produktionszeit.

Wirkstoffeinsatz ca. 0,2 ml/m<sup>3</sup>/h auf die Zu- oder Raumluft

## Integration in die Prozessabläufe der Betriebsdesinfektion

Zur Darstellung der breitgefächerten Einsatzmöglichkeiten wurde in verschiedenen Bereichen der Fleischwarenverarbeitung Vergleichsteste zwischen der klassischen Hygieneanwendung mit Desinfektionschemie (Einschäumen und Abspülen) **A** und der Vernebelung der nachhaltigen Hygienetechnologie ES-Safe über mobile Verneblereinheiten **B** als **Stoßentkeimung** durchgeführt.

### **B Stoßentkeimung in der Zerlegung**

#### „Raum I“:

Es erfolgte eine Aufstellung von insgesamt fünf mobilen Zweistoffdüsen – Verneblereinheiten im Testraum Zerlegung Raum I. Der Raum und die Einbauten waren grob vorgereinigt, jedoch nicht desinfiziert.

#### **Parameter Stoßentkeimung Zerlegung**

##### **Raum I:**

Raumvolumen:	ca. 780 m <sup>3</sup>
Einsatzmenge ES-Safe:	15,6 Liter
Anzahl Verneblereinheiten:	5
Vernebelungsdauer:	25 Minuten
Sedimentationszeit:	30 Minuten
Desinfektionszeit:	55 Minuten

Der Testraum „Zerlegung I“ war schon nach 55 Minuten Desinfektionszeit wieder einsatzbereit.

Durch die feine und gleichmäßige Ausbringung der nachhaltigen Hygienetechnologie über einen Feilvernebelung erfolgte schon nach kurzer Zeit eine komplette Erreichung der Raumluft sowie sämtlicher Oberflächen im Raum.

## Methoden und Ergebnisse der Oberflächen- und Luftkeimmessungen

In allen Räumen wurden Oberflächenkeimmessungen in Form von Abklatschproben auf den produktberührenden Oberflächen sowie der Einbauten-Peripherie (Kabelkanal, Bodenablauf) und auch Luftkeimmessungen vor und nach dem Einsatz mit der nachhaltigen Hygienetechnologie genommen.

Ein Abspülen der nachhaltigen Hygienetechnologie nach der Desinfektionsanwendung ist nicht notwendig.

Ein zusätzlicher Feuchteeintrag, der bei einem standardmäßigen Desinfektionsvorgang (Einschäumen und Abspülen) entsteht, wird dadurch vermieden.

Dieser positive Effekt zeigt sich besonders in gekühlten Verarbeitungsbereichen, da sich hier über die geringere Wasseraufnahmefähigkeit der kühlen Luft und den gesenkten Kondensatneigungen der kalten Oberflächen beim standardmäßigen Desinfektionsvorgang die Feuchtigkeit nicht ausreichend (schnell) aus dem Raum abgeführt werden kann.

Da nach der Desinfektionsanwendung nicht mit sauberem Trinkwasser nachgespült werden muss, wird Wasser eingespart und auch das Abwasser wird nicht mit Desinfektionsmittel belastet.

## Vergleich der Luftfeuchteverläufe

Bei der standardmäßigen Desinfektion als chemisches Einschäum- und Nachspülverfahren ist ein deutlicher Anstieg der Luftfeuchte über den Grenzwert (maximale Raumluftfeuchte) vorliegend und die Luftfeuchte bleibt über einen langen Zeitraum oberhalb des Grenzwertes bestehen, was auch zu Kondensatbildung führt.

Luftfeuchteverlauf bei klassischer Einschäum-/Abspüldesinfektion:

- ▶ rel. Luftfeuchte bei bis zu 100 % über mehrere Stunden
- ▶ starker Temperaturanstieg

Der Feuchteeintrag während des Desinfektionsvorgangs bei der Vernebelung der nachhaltigen Hygienetechnologie ist deutlich geringer und senkt sich gleich nach der Vernebelung noch weiter auf den Normalwert ab.



**Abb. 7**  
Positionen und Ausrichtung der mobilen Vernebler bei der Stoßentkeimung im Raum Zerlegung I



**Abb. 8** Mobile Zweistoffdüsen – Verneblereinheiten im Raum Zerlegung I



**Abb. 9** Nebelentwicklung und Sättigung bei der Stoßentkeimung im Raum Zerlegung I

Tab. 1 Luftkeimwerte

Messung	Messpunkt	Gesamtkeimzahl		Hefen und Schimmel	
		Vor Behandlung	Nach Behandlung	Vor Behandlung	Nach Behandlung
		[KbE/m <sup>3</sup> Luft]	[KbE/m <sup>3</sup> Luft]	[KbE/m <sup>3</sup> Luft]	[KbE/m <sup>3</sup> Luft]
1	Zerlegung Raum I vorne	75	0	60	0
2	Zerlegung Raum I mittig	85	0	45	0
3	Zerlegung Raum I hinten	90	0	50	0
4	Zerlegung Raum I zwischen Zerlegeband 2 & 3	80	0	60	0
5	Zerlegung Raum I an der Bandschneieranlage	105	0	90	5

Tab. 2 Oberflächenkeimwerte

Messung	Messpunkt	Gesamtkeimzahl		Hefen und Schimmel	
		Vor Behandlung	Nach Behandlung	Vor Behandlung	Nach Behandlung
		[KbE/25 cm <sup>2</sup> ]			
1	Zerlegung Raum I – Band 3	97	0	39	0
2	Zerlegung Raum I – Band 2	115	0	40	2
3	Zerlegung Raum I – Zwischenband	120	0	53	0
4	Zerlegung Raum I – Band 1 Mitte	105	0	45	1
5	Zerlegung Raum I – Band 2 Mitte	113	0	50	0
6	Zerlegung Raum I – <b>Bodenablauf</b>	226	15	183	20
7	Zerlegung Raum I – <b>Kabelkanal</b>	144	22	126	18

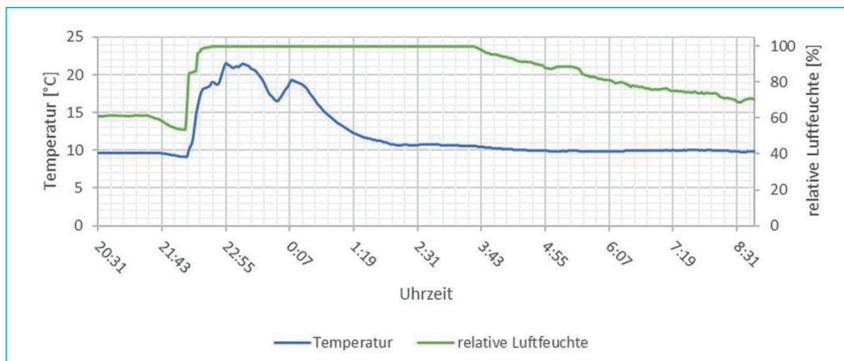


Abb. 10 Luftfeuchteverlauf bei der klassischen Einschäum-/Abspüldesinfektion

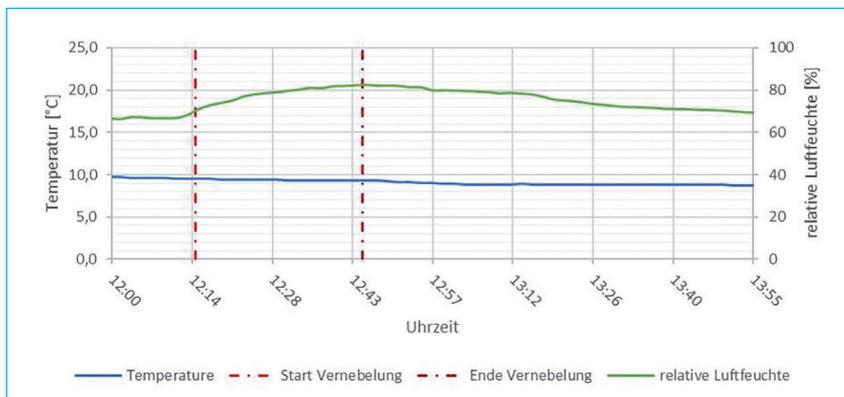


Abb. 11 Luftfeuchteverlauf bei Vernebelung der nachhaltigen Hygienetechnologie

Luftfeuchteverlauf bei der Vernebelung der nachhaltigen Hygienetechnologie:

- ▶ rel. Luftfeuchte bis max. 85 %
- ▶ direkter Abfall der Luftfeuchte nach Stoßentkeimung
- ▶ kein Temperaturanstieg

### Unterhaltshygenisierung im Kistenlagerraum „rein“

Im Kistenlagerraum „rein“ nach der Kistenwäsche wurde eine dauerhafte Unterhaltshygenisierung über die Lüftungsanlage mit der nachhaltigen Hygienetechnologie während der Produktion durchgeführt, um die Raumluft und damit die Kisten kontinuierlich hygienisch abzusichern.

Die Hygienemessungen im Kistenlager „rein“ zeigten, dass die Keimbelastungen in der Raumluft und auf sowie in den gestapelten Kisten dauerhaft deutlich unter den vorgegebenen Grenzwerten blieben. Auch die Einbauten (Kabelbahn, Ladestation etc.) hatten durch die Raumluftbeaufschlagung einen konstant guten Hygienestatus.

## Methoden der Untersuchung im Praxistest

Oberflächenkeimmessungen über Abklatschtete:

- ▶ Gesamtkeimzahlen
- ▶ Hefen und Schimmel

Koloniebildende Einheiten (KBE) pro fünfundzwanzig Quadratcentimeter (25 cm<sup>2</sup>) Luft.

Luftkeimmessungen über Luftkeimsammler  
MERCK MAS – 100<sup>®</sup> ECO:  
Sammelvolumen 200 Liter

- ▶ Gesamtkeimzahlen
- ▶ Hefen und Schimmel

Koloniebildende Einheiten (KBE) pro Kubikmeter (m<sup>3</sup>) Luft.

Luftfeuchte- und Temperaturverlauf über Datenlogger (Fa. Dostmann):  
Relative Luftfeuchte in Prozent (%)  
Temperatur in Grad Celsius (°C)

## Fazit

Durch den Einsatz der nachhaltigen Hygienetechnologien aus natürlichen Substanzen lassen sich der Einsatz von umweltbelastender Desinfektionschemie reduzieren, die Desinfektionsverfahren über die Vernebelung deutlich wirtschaftlicher gestalten, größtmöglich automatisieren und haben somit auch einen positiven Einfluss auf die Medienbe-  
frachtung des Abwassers.

Aus lebensmittelrechtlicher Hinsicht ist eine Nachbehandlung wie das Abspülen nicht notwendig, was im Rahmen des Wassermanagements einen weiteren Vorteil darstellt. Somit kann jeder Betrieb durch eine einfache und schnell umzusetzende Maßnahme den Schritt der Desinfektion von der chemischen

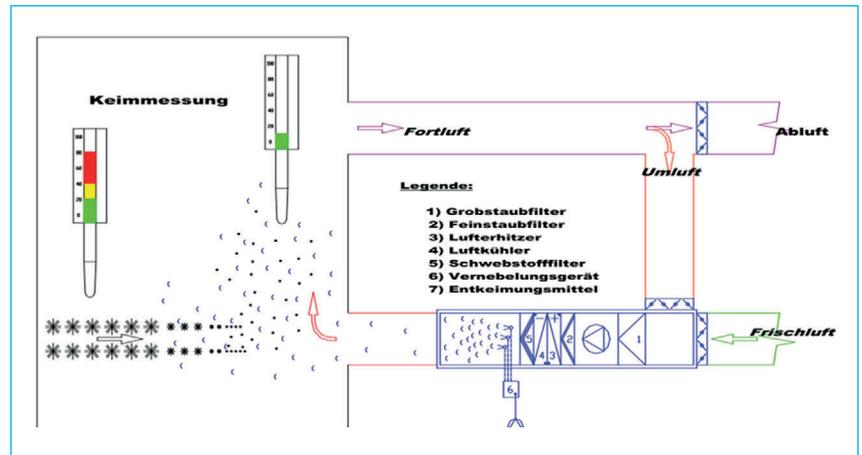


Abb. 12 Konzeptskizze zur technischen Integration der nachhaltigen Hygienetechnologie in die Lüftungsanlage



Abb. 13 Luftkeimmessungen im Kistenlager „rein“

Einschäummethode auf die Vernebelung umstellen, womit auch die innere Feuchtelast aus dem Prozess reduziert wird und weniger Kondensat im Raum entsteht.

Quellen:

Just in Air<sup>®</sup> Luft- & Hygienefachinstitut  
Bremen