

Dr. Dipl.-Ing. Andreas Laborius
Carl-Loewe-Steg 15
24340 Eckernförde
Tel.: +49 (4351) 883917
Fax: +49 (4351) 883957
Mobil: +49 (160) 96691876
E-mail: info@laborius.de
Internet: www.laborius.de

Eckernförde, aktualisiert 06.11.16

Abschlussbericht

Hygieneinspektion (beschränkt auf einzelne Produktions- und Lagerräume)

Inhalt:

1	Anlage im Überblick	2
1.1	Anlage des Kühlbereichs	3
	Kühlraum Fleisch R1	3
2	Vorbemerkungen zur Hygieneinspektion	3
3	Inhalt der Hygieneinspektion	3
4	Mikrobiologische Untersuchung	4
4.1	Luftkeimuntersuchung	4
4.1.1	Messmethodik	4
4.1.2	Ergebnis	4
4.1.3	Bewertungsmaßstäbe	4
4.1.4	Bewertung	6
5	Handlungsempfehlungen	6
6	Fotodokumentation	7

1 Anlage im Überblick

Kühlraum Fleisch Raum 1:	Raumtemperatur [°C]:	3 bis 5,5
	Raumfeuchte [%]:	80 bis 84
	Verdampferkühleraustritt	85% bei 4°C
	Raummaße:	ca. 100 m ³
	Ozonkonzentration nach 2 h mit „Sanipro 2000“ (UV-C-Ozongenerator bei verpackter Ware):	1,1 ppm vorher 0 ppm
Salzerei Raum 2:	Raumtemperatur [°C]:	4
	Raumfeuchte [%]:	85
Tageskühlraum Raum 3:	Raumtemperatur [°C]:	1
	Raumfeuchte [%]:	84
Auslage Tresen/Verkauf: Raum 4	Raumtemperatur [°C]:	6
	Raumfeuchte [%]:	41
Außenluft	Temperatur [°C]:	2,2
	Feuchte [%]:	68

1.1 Anlage des Kühlbereichs

Kühlraum Fleisch R1

- R1 MP01:** Raumluft, Kühler in Betrieb, ca. 1m hoch vor UV-C-Ozon-Behandlung
R1 MP06: Raumluft, Kühler in Betrieb, ca. 1m hoch nach UV-C-Ozon-Behandlung
R1 MP02: Zuluftauslass, Kühler in Betrieb, ca. 2m hoch

Salzerei R2

- R2 MP03:** Raumluft, ca. 1 m hoch (Luftprobe)

Tageskühlraum R3

- R3 MP04:** Raumluft ca. 1 m hoch (Luftprobe)

Auslage Tresen/Verkauf R4

- R4 MP05:** Raumluft ca. 0,7 m hoch (Luftprobe)

2 Vorbemerkungen zur Hygieneinspektion

Die Belüftung und Klimatisierung von Innenräumen durch Raumlufttechnische (RLT)-Anlagen erfordert ein hohes Maß an betrieblicher Sicherheit bezüglich technischer und hygienischer Vorkehrungen.

RLT-Anlagen, die vor allem mit einem großen Anteil an Umluft betrieben werden, sind besonders anfällig gegenüber Verkeimung. Dabei wird das mikrobielle Wachstum durch die Anreicherung organischer Ablagerungen in den Kanalstrecken zusammen mit einer Restfeuchte begünstigt.

Neben einer konstruktiv effektiven Anlage, bei der das entscheidende Kriterium die Vermeidung von Feuchtigkeit sein muss, müssen in regelmäßigen Abständen die Anlagen in Form einer

Hygieneinspektion überprüft werden. Die festgestellten und Luftkühlern Mängel müssen zu einer entsprechenden Reinigung, Desinfektion und Instandsetzung führen.

Die VDI-Richtlinien 6022 geben dazu eine Hilfestellung, wobei die Voraussetzung gültig ist, dass RLT-Anlagen in allen luftführenden Bauteilen so gestaltet, betrieben und Instand gehalten werden müssen, dass eine zusätzliche Belastung durch Schadstoffe sowie anorganische und organische Verunreinigungen vermieden wird.

3 Inhalt der Hygieneinspektion

Die raumbezogene Hygieneinspektion umfasst folgende Arbeitsschwerpunkte:

- Begehung des Produktionsbetriebes (Es wurden nur einzelne Räume gemessen und begutachtet)
 - Visuelle Inspektion und Beschreibung von hygienerelevanten, optisch erkennbaren Mängeln an Anlagenteilen
 - Entnahme von Luftproben an festgelegten Probenahmestellen.
-

4 Mikrobiologische Untersuchung

4.1 Luftkeimuntersuchung

4.1.1 Messmethodik

Die Beprobung der Pilzsporen in der Luft erfolgte nach dem Impaktionsprinzip (Desaga GS100) auf DG18-Agar für Schimmelpilze / Hefen und CASO-Agar für Bakterien. Die beaufschlagten Nährböden wurden über 7 Tage bei 25 °C (Schimmelpilze / Hefen) und über 2 Tage (Bakterien) bei 30 °C inkubiert. Die sich bildenden Kolonien wurden bis zur Konstanz mehrmals ausgezählt.

4.1.2 Ergebnis

Tabelle 1: Pilzsporenkonzentration in den Luftproben

Probenbezeichnung	Probenahmenvolumen [l]	Temperatur [°C]	Relative Luftfeuchtigkeit [%]	KBE*/m ³	Bemerkungen
R1 MP01	100	5,5	84	150	vor Ozon
R1 MP06	100	5,5	80	0	nach Ozon, Reduktion ca. 100%
R1 MP02	100	3	85	220	Verdampferaustritt
R2 MP03	100	4	85	120	
R3 MP04	100	1	84	130	
R4 MP05	100	6	41	140	
Außenluft	100	2,2	68	10	

*KBE = kolonienbildende Einheiten

Tabelle 2: Bakterienkonzentration in den Luftproben

Probenbezeichnung	Probenahmenvolumen [l]	Temperatur [°C]	Relative Luftfeuchtigkeit [%]	KBE*/m ³	Bemerkungen
R1 MP01	100	5,5	84	940	vor Ozon
R1 MP06	100	5,5	80	20	nach Ozon, Reduktion ca. 98%
R1 MP02	100	3	85	1200	Verdampferaustritt
R2 MP03	100	4	85	350	
R3 MP04	100	1	84	420	
R4 MP05	100	6	41	410	
Außenluft	100	2,2	68	230	

*KBE = kolonienbildende Einheiten

4.1.3 Bewertungsmaßstäbe

Für die Zuluft bzw. Raumluft werden die nachfolgend genannten Bewertungsmaßstäbe herangezogen. Die Mikroorganismengehalte in der Zuluft und in der Innenraumluft sind in sehr

starkem Maße abhängig von der Außenluft. In ihr sind aber die Keimgehalte sehr starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen. Daher ist die Anwendung von absoluten Werten für die Beurteilung von Keimgehalten nicht sinnvoll. Ein verlässlicher Hinweis auf das Vorliegen von Verkeimungen ist dann gegeben, wenn die Raumluft signifikant höhere Keimgehalte aufweist als die Außenluft. Aber auch bei niedrigeren Keimgehalten in der Raumluft kann eine Keimquelle erkannt werden. Aus einer Keimquelle werden meist nur sehr wenige Mikroorganismen freigesetzt, die dann in der Raumluft dominieren, während sie in der Außenluft nur in geringerer Konzentration oder gar nicht vorkommen. Eine Analyse der Artenzusammensetzung der Mikroorganismen in der Raumluft im Vergleich zur Außenluft ermöglicht daher einen eindeutigen Hinweis auf eine Verkeimung innerhalb der Räume. Die Bewertungskriterien der nachfolgenden Tabelle sind abgeleitet aus dem Schimmelpilz-Leitfaden des Umweltbundesamtes (Umweltbundesamt, Hrsg.; Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen; 2002).

Tabelle 3: Bewertungshilfe Schimmelpilze in Zuluftproben

Zuluftparameter	Schimmelwachstum in RLT-Anlage unwahrscheinlich	Schimmelwachstum in RLT-Anlage nicht auszuschließen	Schimmelwachstum in RLT-Anlage wahrscheinlich
Pilzgattungen, die in der Außenluft erhöhte Konzentrationen erreichen können (z.B. Cladosporium, Alternaria, Botrytis, Hefen)	Wenn die Anzahl der KBE/m ³ einer Gattung in der Zuluft unter dem 0,2 bis 0,5-fachen der Außenluft liegt	Wenn die Anzahl der KBE/m ³ einer Gattung in der Zuluft unter dem 0,7 bis 1,5-fachen der Außenluft liegt	Wenn die Anzahl der KBE/m ³ einer Gattung in der Zuluft über dem 1-fachen der Außenluft liegt
Summe der KBE/m ³ der für Außenluft untypischen Arten	Wenn die Differenz der KBE-Summe der für die Außenluft untypischen Arten zwischen Zuluft minus Außenluft unter 0 KBE/m ³ liegt	Wenn die Differenz der KBE-Summe der für die Außenluft untypischen Arten zwischen Zuluft minus Außenluft unter 50 bis (100) KBE/m ³ liegt	Wenn die Differenz der KBE-Summe der für die Außenluft untypischen Arten zwischen Zuluft minus Außenluft über 50 (100) KBE/m ³ liegt
<u>Eine</u> Art der für Außenluft untypischen Arten	Wenn die Differenz zwischen Zuluft und Außenluft einer für Außenluft untypischen Art unter 0 KBE/m ³ liegt	Wenn die Differenz zwischen Zuluft und Außenluft einer für Außenluft untypischen Art unter 20 (bis 50) KBE/m ³ liegt	Wenn die Differenz zwischen Zuluft und Außenluft einer für Außenluft untypischen Art über 20 (50) KBE/m ³ liegt

Zur relativen Einstufung von Bakterienmessungen in der Innenraumluft gibt die EU (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES [1993])² folgende Hinweise.

Tabelle 4: Kategorien unterschiedlicher Belastungshöhen von Bakterien in der Luft

Kategorie ²	Wohnhäuser ² (KBE*/m ³)	Büroräume, Schulen ² (KBE*/m ³)	Produktionsbetriebe (KBE*/m ³)
sehr gering	< 100	< 50	<10
gering	< 500	< 100	<50
mittel	< 2.500	< 500	<150
hoch	< 10.000	< 2.000	<500
sehr hoch	> 10.000	> 2.000	>500

*KBE = kolonienbildende Einheiten

² COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (1993): Indoor Air Quality and its Impact on Man; Report no. 12, Biological Particles in Indoor Environment, EUR 14988 EN

4.1.4 Bewertung

Die Schimmelpilz- und Bakterienkonzentration der Außenluft liegt bei 10 KbE/m³ bzw. 230 KbE/m³. Im Vergleich dazu ist die Konzentration der Schimmelpilze in Raum 1 22-mal so hoch. In Raum1 ist die Bakterienkonzentration bis zu 5-mal so hoch wie in der Außenluft. Dies zeigt deutlich, dass es innerhalb der Räume zu einer Verkeimung kommt. Hier wird deutlich, dass hauptsächlich die Verdampferkühler aber auch Rohrbahnen, Türdichtungen und defekte Abdichtungen an der Problematik beteiligt sind.

Im Vergleich dazu konnte nach UV-C -Ozonbehandlung der Luft mit dem Sanipro 2000 für 2 Std. keine Schimmelpilze mehr nachgewiesen werden. Die Bakterien wurden von 940 auf 20 KbE/m³ reduziert, das entspricht einer Reduktionsrate von 98%.

5 Handlungsempfehlungen

Die Sporen- und Bakterienkonzentrationen in der Luft können starken Schwankungen unterliegen. Im Innenraum werden sie sehr entscheidend von den jeweiligen Probenahmebedingungen und insbesondere von den vorhandenen Aktivitäten im Raum beeinflusst. Besonders hohe Schwankungen sind bei Kurzzeitmessungen möglich, da diese Momentaufnahmen darstellen und Keime nicht gleichmäßig im Raum verteilt auftreten.

Die Bakterienkonzentrationen der Raumluftproben lagen z.T. deutlich über den Werten der Außenluftprobe.

Nach VDI 6022 Blatt 3 (Hygiene-Anforderungen an Raumlufttechnische Anlagen, Produktionsbetriebe) ist die Raumluftqualität somit hygienisch zu beanstanden. Zum Teil lagen die Konzentrationen mehr als 15-mal so hoch.

Die im Vergleich zur Außenluft höheren Konzentrationen an Schimmelpilzen und Bakterien in der Raumluft deuten darauf hin, dass eine Innenraumquelle vorhanden ist. Wahrscheinlich sind die Verdampferkühler aber auch poröse Fugen, verschmutzte Rohrbahnen, etc. an der Problematik beteiligt. Kondenswasser, welches über den Abfluss beseitigt werden soll, verbindet sich mit dem Staub der Raumluft zu einem Rückstand, der sich in der Ablaufwanne sammelt. Es bildet sich dort ein Bakterienrasen, der zu den erhöhten Konzentrationen führt.

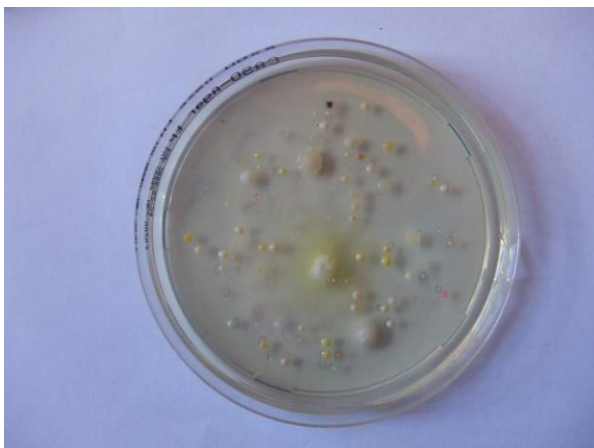
Deshalb verlangt die VDI 6022 z.B. dass, Wärmetauscher so zu fertigen sind, dass sie möglichst einfach zu reinigen und gegebenenfalls zu desinfizieren sind. Zur Reinigung und Desinfektion muss die Auffangwanne unbedingt vollständig gut zugänglich sein (siehe Deckenluftkühler Auslieferung Fertigware). Ferner müssen Wärmeaustauscher und deren Zubehör hinsichtlich luftseitiger Verschmutzung, Korrosion und Beschädigungen periodisch (nach VDI 6022 alle 3 Monaten) überprüft werden. Schon bei geringen Verschmutzungen ist eine Reinigung notwendig. Kondensatwannen sind gründlich zu reinigen (nach VDI 6022 alle 6 Monaten, besser alle 3 Monate).

Durch die relativ hohen Keimgehalte in der Raumluft und gleichzeitig geringen Außenluftkonzentration wird empfohlen eine komplette Reinigung aller Verdampferkühler, technischen Einbauten wie Rohrbahnen, Regalsysteme, Türdichtungen vorzunehmen und diese alle 6 Monate zu wiederholen. Die geringen Außenluftkonzentrationen werden bei feucht warmer Witterung z.B. im Herbst weit überschritten und finden sich natürlicherweise in der Innenluft wieder. Die Ergebnisse der UV-C/Ozonbehandlung zeigen aber deutlich, dass für die im Betrieb herrschenden Keime diese Art der Reduzierung optimal geeignet ist; deshalb sollte über UV-C-Technik mit Ozonbehandlung als eine Möglichkeit langfristig nachgedacht werden Die Ozonkonzentration muss aus arbeitsschutzrechtlichen und lebensmittelrechtlichen Bestimmungen überprüft werden.

6 Fotodokumentation

Tabelle 5: Fotos der Nährböden

Bakterien (R1 MP01) vor Ozon



Bakterien (R1 MP06) nach Ozon

