

Legionellenübertragung durch Raumluftechnische (RLT) Anlagen? Bericht eines Praxisversuches

1. Ausgangslage und Fragestellung

Legionellen sind Bakterien, die im Wasser vorkommen und beim Menschen Erkrankungen mit grippeähnlichen Symptomen (Pontiac Fieber) oder schwere Lungenentzündungen (Legionärskrankheit) verursachen können.

Die Ansteckung des Menschen erfolgt fast immer über mit Legionellen belastete Aerosole (feinste Wassertröpfchen oder Schmutzpartikel), welche über die Atemluft in die Lunge gelangen.

Legionellen vermehren sich vor allem im stagnierenden Wasser, bei welchem Temperaturen von 55-60 °C nicht überschritten werden. Häufige Quellen von mit Legionellen kontaminierten Aerosolen bilden deshalb Duschen, bei denen die Warmwassertemperaturen und die lediglich sporadische Nutzung die Vermehrung von Legionellen begünstigen.

Das Wasser in Luftbefeuchtern von RLT-Anlagen kann ebenfalls mit Legionellen belastet sein. Da Luftbefeuchter von RLT-Anlagen notwendigerweise Aerosole bilden, stellt sich die Frage, ob mit Legionellen kontaminierte Aerosole durch den Tropfenabscheider in den Zuluftkanal und anschliessend in den klimatisierten Raum gelangen können.

2. Ziel eines Praxisversuches

Da in Dampf-befeuchtern hohe Wassertemperaturen erreicht werden und dadurch auch Legionellen vollständig abgetötet werden, konzentriert sich der Praxisversuch auf einen „adiabatischen“ Luftbefeuchter, also einen Luftbefeuchter, der Wasser zerstäubt.

Mit Messmethoden, die dem Stand der Technik entsprechen, soll an einer Klimaanlage mit einem Luftwäscher (Wasserzerstäuber) untersucht werden, wie weit Legionellen nach einem „adiabatischen“ Luftbefeuchter nachweisbar sind.

Um die Sicherheit der beteiligten Personen und der Umgebung gewährleisten zu können, wurden am Ende des messtechnisch erfassten Zuluftkanals ein Kontaktbefeuchter und ein H10-Filter installiert. Zudem wurde bei der Entnahme von Proben die notwendige Personensicherheit eingehalten.

3. Messanordnung

Es wurde eine Standardanlage ausgesucht, bei der die „Reichweite“ einer Luftverfrachtung von Legionellen aus einem kontaminierten Luftbefeuchter untersucht werden konnte. Zu diesem Zweck wurde einerseits das mit Legionellen kontaminierte Umlaufwasser des Befeuchters beprobt und andererseits in verschiedenen Abständen ungefähr isokinetisch Luftproben mit einem Luftkeimsammler entnommen. Zusätzlich wurden Sedimentationsplatten im Luftkanal ausgelegt (siehe Abbildung 1).

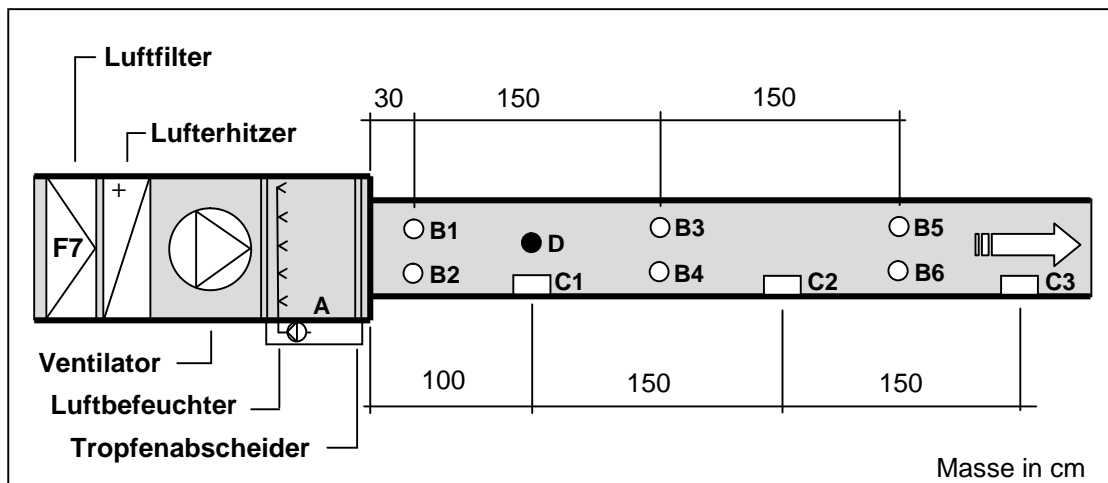


Abbildung 1: Schematische Darstellung der RLT-Anlage und der Messpunkte

Messpunkte: A: Befeuchterwasser (Umlaufwasser)

B1-B6: Luftproben mit MAS-100 in 39, 180 und 330cm Abstand vom Tropfenabscheider

C1-C3: Sedimentationsplatten in 100, 250 und 400cm Abstand vom Tropfenabscheider

D: Partikelzähler in 100cm Abstand vom Tropfenabscheider

Die Klimaanlage wurde während der Messreihe mit Luftgeschwindigkeiten im Monobloc zwischen 1,2 m/s und 2,1 m/s betrieben, was normalen Praxisbedingungen entspricht. Die Zulufttemperatur lag während den Messungen zwischen 25 und 30 °C bei einer relativen Zuluftfeuchtigkeit von 55 bis 63%.

Zu Beginn des Versuches (1. Versuchsreihe) war das Umlaufwasser des Luftbefeuchters mit 108'000 KBE¹ Legionellen/Liter belastet. Bei der zweiten Versuchsreihe betrug die Legionellenbelastung des Umlaufwassers 236'000 KBE/Liter.

¹KBE: Koloniebildende Einheiten (Mass für die Anzahl lebensfähiger Keime)

4. Material und Messmethoden

A) Wasseranalysen

Die Wasserproben wurden mit gekühlten, sterilen Glasflaschen genommen und im Labor Bioexam AG in Anlehnung an ISO 11731 analysiert. Für die Keimzahlbestimmung des kontaminierten Umlaufwassers wurden je 0,1 ml, 0,5 ml und 1 ml des Wassers direkt auf GVPC Agar ausgespatelt. Vom Eluat wurden direkt, ohne weitere Behandlung, 0,1 ml auf GVPC Agar ausgespatelt. Die Agarplatten wurden anschliessend während 10 Tagen bei 36±1 °C im CO₂ Brutschrank (mit 5 % CO₂) bebrütet. Für die Identifikation der verdächtigen Kolonien wurden jeweils Subkulturen auf BCYE mit Cystein und parallel auf Schafblutagar angelegt und diese 48 Stunden bei 36±1 °C bebrütet. Von Kolonien, welche nur auf dem BCYE mit Cystein gewachsen sind, wurde mittels Latex-Agglutination eine Serotypisierung vorgenommen.

B) Luftkeimmessungen

Die Luftkeimzahlbestimmung erfolgte gemäss SUVA-interner Standardarbeitsanweisung, basierend auf ISO 16000-18 bzw. 16000-17.

Die Proben wurden mit dem Luftkeimsammler MAS-100 (Luftdurchsatz 6 m³/h) gezogen (siehe Abbildung 2). Die Nährbodenplatten (GVPC-Agarplatten) wurden anschliessend im Labor Bioexam AG in Anlehnung an ISO 11731 ausgewertet.



Abbildung 2: Messanordnung mit MAS-100

Die Agarplatten wurden während 10 Tagen bei 36±1 °C im CO₂ Brutschrank (mit 5 % CO₂) bebrütet. Für die Identifikation der verdächtigen Kolonien wurden jeweils Subkulturen auf BCYE mit Cystein und parallel auf Schafblutagar angelegt und diese 48 Stunden bei 36±1 °C bebrütet. Von Kolonien, welche nur auf dem BCYE mit Cystein gewachsen sind, wurde mittels Latex-Agglutination eine Serotypisierung vorgenommen.

C) Probenahme mit Sedimentationsplatten

Zusätzlich zu den Luftkeimmessungen wurden im Luftkanal Sedimentationsplatten ausgelegt. Diese Nährbodenplatten (GVPC-Agarplatten) wurden anschliessend im Labor Bioexam AG gemäss ISO 11731 analysiert. Die Sedimentationsplatten wurden analog Abschnitt 4 B) ausgewertet.

D) Partikelzählung

Um einen Überblick über die Partikelgrössen der Aerosole zu erhalten, wurden an einer Messstelle Partikelzählungen vorgenommen.

Die Messung der Partikelzahl und Partikelgrösse wurde mit einem direktanzeigenden Streulichtphotometer Grimm 1.108 durchgeführt.

5. Resultate

A) Wasserproben

Das Umlaufwasser der in diesem Praxisversuch untersuchten Anlage wies eine ausserordentliche Belastung mit Legionellen auf.

Legionellengehalt im Umlaufwasser A 108'000 bis 236'000 KBE/l

B) Luftkeimproben

Anlässlich der 1. Versuchsreihe mit einem Legionellengehalt von 108'000 KBE/l und einer Luftgeschwindigkeit von 1,2 m/s konnten an den sechs Messstellen keine Legionellen nachgewiesen werden. Es wurden während der 1. Versuchsreihe 32 Luftkeimproben gezogen.

Anlässlich der 2. Versuchsreihe mit einem Legionellengehalt von 236'000 KBE/l und einer Luftgeschwindigkeit von 2,1 m/s konnten nur an den Messstellen B1 und B2 (30 cm vom Tropfabscheider entfernt) jeweils eine einzelne Legionellen-Kolonie nachgewiesen werden. Es wurden während der 2. Versuchsreihe 24 Luftkeimproben gezogen.



Abbildung 3: GVPC-Platte mit Legionella pneumophila Kolonie
(Impaktionsverfahren mit MAS-100)

C) Sedimentationsproben

Die Sedimentationsplatten wurden nur während der zweiten Versuchsreihe ausgelegt.

Anlässlich der 2. Versuchsreihe mit einem Legionellengehalt von 236'000 KBE/l und einer Luftgeschwindigkeit von 2,1 m/s konnten nur an den Messstellen C1 und C2 (100 cm resp. 250 cm vom Tropfabscheider entfernt) drei resp. eine Legionellen-Kolonie nachgewiesen werden. Es wurden während der 2. Versuchsreihe 18 Sedimentationsplatten ausgelegt und ausgewertet.

D) Partikel

Die Partikelverteilung an der Messstelle D zeigt eine sehr kleine Anzahl Partikel mit einer Grössenordnung von $>1 \mu\text{m}$. Der Grossteil der Partikel ($>98\%$) hat einen aerodynamischen Äquivalent-Durchmesser von $<0,65 \mu\text{m}$.

6. Diskussion

Mit der aktiven Luftkeimzahlbestimmung (MAS-100) konnte nur in der 2. Versuchsreihe (Befeuchterwasser mit 236'000 KBE/Liter belastet) einzelne KBE Legionella pneumophila in einem Abstand von 30 cm vom Tropfenabscheider nachgewiesen werden. An sämtlichen anderen Messpunkten, welche weiter vom Tropfabscheider entfernt waren, konnten keine lebensfähigen Legionella-Zellen nachgewiesen werden. Dies bei einer unteren Nachweisgrenze der angewandten Probenahmetechnik mit dem MAS-100 von 40 KBE/m^3 . ⁽¹⁾

Bei den Probenahmen mit Sedimentationsplatten konnten lediglich bei einer Luftgeschwindigkeit von 2,1 m/s einzelne KBE Legionella pneumophila in einer Distanz von 100 cm und 250 cm festgestellt werden. Bereits bei einer Distanz von 400 cm waren jedoch auch hier keine lebensfähigen Legionella-Zellen mehr nachweisbar

Die Partikelzählung zeigt, dass kurz nach dem Tropfenabscheider nur ein kleiner Anteil von Partikeln der Grössenordnung $>1 \mu\text{m}$ vorhanden war, da der grösste Teil dieser Partikelgrösse im Tropfenabscheider abgeschieden wurde. Nur Partikel der Grössenordnung $>1 \mu\text{m}$ (in der Regel $>10 - 20 \mu\text{m}$) können in der Luft die Funktion eines Transportvehikels für Bakterien übernehmen.

Referenz: ⁽¹⁾ Wiederfindungsrate von 1:40 gemäss Deloge-Arbakan M. et al. (2007), J. Environ. Monit., 9, 91-97

7. Fazit

Gemäss den einschlägigen Richtlinien und Empfehlungen sollten Werte von $< 1'000$ KBE/Liter Legionellen im Befeuchter-Umlaufwasser eingehalten werden, wobei bei Werten über $10'000$ KBE/Liter die Anlage stillgelegt und saniert werden muss.

Der Praxisversuch wurde unter extremen bakteriologischen Verhältnissen im Umlaufwasser durchgeführt. Trotzdem konnten wir nur innerhalb der Befeuchtungsstrecke (Strecke innerhalb derer das Wasser verdampft) Legionellen nachweisen.

Die Resultate des Praxisversuches lassen sich dahingehend interpretieren, dass die Wahrscheinlichkeit eines Austragens von Legionellen mittels Aerosolen aus einem belasteten Luftbefeuchter in einen klimatisierten Raum sehr klein ist. Dies gilt dann, wenn die Distanz zwischen Befeuchter/Tropfenabscheider und den Luftauslässen im Raum länger ist, als die Befeuchtungsstrecke.

Aus Gründen der Gesundheitsvorsorge und zur Wahrung guter hygienischer Verhältnisse innerhalb der gesamten RLT-Anlage ist die Einhaltung der oben erwähnten Richtwerte für das Befeuchterwasser allerdings trotzdem unverzichtbar.

8. Dank

Als Initiant des Praxisversuches ist es mir ein grosses Anliegen, allen herzlich zu danken, die zum Gelingen der vorliegenden Untersuchung beigetragen haben. Die Leistungen aller Beteiligten wurden kostenlos erbracht, was ich besonders hervorheben möchte. Auch beim Verfassen dieses Berichtes war ich auf die Unterstützung der Fachspezialisten angewiesen.

Es sind dies:

Firma RC Klimatechnik GmbH
Firma Bédert AG
Firma Schmidlin AG
Firma Bioexam AG
SUVA Bereiche Chemie und Analytik

Technische und materielle Unterstützung
Technische und materielle Unterstützung
Materielle Unterstützung
Laboranalysen und Beratung
Messtechnik, Beratung und
Gewährleistung der Sicherheit während
der Untersuchungen

Peter Kunz, Kunz Beratungen GmbH Dietlikon