

Hygienische Aspekte der Luftbefeuchtung in Klimaanlage

H. U. Wanner und Margot Wirz

Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, Eidg. Technische Hochschule, 8006 Zürich

1. Mikrobielle Verunreinigungen von Klimaanlage

Bei Klimaanlage ergeben sich *zahlreiche hygienische Probleme*, die bei der Planung, beim Bau und Betrieb derselben oft zu wenig beachtet werden. So haben Untersuchungen in Krankenhäusern ergeben, dass bei Klimaanlage verschiedene Mängel auftreten können, die zum Teil massive Verunreinigungen der Raumluft zur Folge haben [1, 3, 4, 8, 11, 13, 15]. Bei einer Häufung postoperativer Infektionen in einem Hamburger Krankenhaus – mit zum Teil tödlichem Ausgang – ergaben die bakteriologischen Untersuchungen den dringenden Verdacht auf eine Infektionsübertragung durch die Klimaanlage [12]. Es sind auch Fälle von Allergien bekannt, die durch Verunreinigungen in Klimaanlage ausgelöst wurden [14].

Ein besonderes Problem zur Verhütung von mikrobiellen Kontaminationen der Raumluft bildet die *Reinhaltung des Wassers in Luftwäscher-Anlagen*. Wie bisherige Untersuchungen [1, 3] gezeigt haben, reichern sich im Befeuchterwasser sehr rasch massenhaft Keime an; diese gelangen beim Versprühen des Wassers in die zugeführte Frischluft und werden in die Räume eingeblasen. Starke Verschmutzungen im Befeuchterwasser führen zu unangenehmen Gerüchen, die die Qualität der Raumluft beeinträchtigen.

Keimeinschleppungen durch Luftwäscher können vor allem in Spitälern sowie in Steril-Laboratorien gefährliche Folgen haben. An solchen Orten ist der Einbau von HOSCH-Filtern unerlässlich. In klimatisierten Räumen, in welchen sich gesunde Personen aufhalten und keine besonderen Anforderungen an den Staub- und Keimgehalt der Luft bestehen, ist der Einbau hochwirksamer Filter zu kostspielig; in Frage kommen hier Schwebstofffilter der Klasse F. Auf alle Fälle sollte eine Kontamination der Zuluft möglichst vermieden werden. Dies kann dadurch erreicht werden, dass das *Befeuchterwasser möglichst sauber und keimarm gehalten wird*.

2. Untersuchungen von Befeuchter-Anlagen

2.1. Fragestellungen und Methoden

Zur Überprüfung verschiedener Massnahmen für einen hygienisch einwandfreien Betrieb von Klimaanlage wurden Untersuchungen mit folgenden *Fragestellungen* durchgeführt:

- Wie hoch sind die *Keimzahlen im Wasser* von verschiedenen Luftwäschern, und wie ändern die Konzentrationen im Verlauf mehrerer Wochen?
- Wie hoch sind die *Keimzahlen in der Raumluft bei deren Befeuchtung* mittels Luftwäscher und mittels Dampf?
- Kann durch den Zusatz eines *Desinfektionsmittels* die Keimzahl im *Befeuchterwasser* so weit reduziert werden, dass die Keimzahlen in den belüfteten Räumen nicht mehr nachweisbar erhöht werden?

Mikrobielle Kontaminationen der Raumluft, die durch Luftwäscher verursacht werden, können am wirksamsten durch den Einbau von Endfiltern verhindert werden.

- Gelangt das *Desinfektionsmittel*, welches dem Befeuchterwasser zugesetzt wird, ebenfalls in die *belüfteten Räume* und kann es in den nachweisbaren Konzentrationen nachteilige Wirkungen haben?

Die Untersuchungen erfolgten während der Wintermonate bei vier Klimaanlage mit Luftwäschern und bei einer Klimaanlage mit Dampf-befeuchtung im Hochschulquartier der Stadt Zürich. Der Beckeninhalte der untersuchten Wäscheranlagen liegt zwischen 170 und 300 Litern, die pro Stunde umgewälzten Wassermengen betragen 3,5–12 m³. Die Luftmengen bei den Anlagen mit Luftwäschern liegen zwischen 4000 und 15 000 m³ pro Stunde, bei der Anlage mit Dampf-befeuchtung beträgt sie 1300 m³/Stunde. Bei allen Anlagen sind vor der Befeuchtung Vorfilter eingebaut («Wiledon» oder «Camfil Aerosolv»).

Die Wirkstoffe und Konzentrationen der geprüften *Desinfektionsmittel* sind in der Tabelle 1 aufgeführt. Es erfolgten nacheinander 2- bis 4wöchige Versuchsperioden mit und ohne Desinfektionsmittel. Die Versuche wurden so angeordnet, dass bei den Anlagen mit der gleichen Luftansaugstelle (A/B einerseits und C/D andererseits) immer eine Wäscheranlage mit und eine ohne Desinfektionsmittel in Betrieb war. Vor Beginn jeder Versuchsperiode wurden die Wäschekammern immer gründlich gereinigt (Bürste, Wasserstrahl).

Tabelle 1
Desinfektionsmittel, deren Wirkung in den Luftwäschern untersucht wurde

| Desinfektionsmittel | Wirkstoff | Konzentration bei der Zugabe | Häufigkeit und Form der Zugabe | Geprüft in Anlage |
|---------------------|----------------------|--|--|---------------------|
| D 1 | Aldehyde | 1,5 ml/l | 2mal wöchentlich | A, C unverd. Lösung |
| D 2 | Chlor | 5–15 mg/l | 1–3mal wöchentl. als Tabletten | A, B, C, D |
| D 3 | Amphotenside | 2 und 4 ml/l | 2mal wöchentlich | A, B unverd. Lösung |
| D 4 | Ultraviolettstrahlen | 2 Lampen (40 W, 2537 Å) kontinuierlich eingeschaltet | Installation der Lampen im Rohr, durch welches das umgewälzte Wasser fliesst | A, B |

Während einer Versuchsperiode wurden zweimal wöchentlich Probenahmen aus den Wäscheranlagen entnommen (ca. 20 cm unter der Wasseroberfläche). Bestimmt wurden die *Gesamtkeimzahlen* in Verdünnungen von 10⁻² und von 10⁻⁴ (Plattengussverfahren, Plate-

Count-Agar [Difco], Bebrütung bei 22° C/5 Tage und 37° C/2 Tage), Ferner wurden der Säuregrad (pH) und die Wasserhärte (°d) gemessen. Bei den Versuchen mit Zusatz von Chlor zum Wäscherwasser wurde das freie und gebundene Chlor nach der DPD-Methode bestimmt [9].

Luftanalysen wurden in den Hörsälen der Anlage A (Wäscher) und E (Dampf) vorgenommen. Die Probenahmen erfolgten jeweils in der Raummitte, 100–150 cm über Boden. Gemessen wurden die Gesamtkeimzahlen mit Slit-Samplern (Nährboden: Plate-Count-Agar [Difco], Bebrütung bei 22° C/5 Tage und 37° C/2 Tage). Bei den Versuchen mit Zusatz von Desinfektionsmitteln erfolgten zusätzlich Probenahmen mit Impingern zur Bestimmung von Formaldehyd (Chromotropsäure-Methode [10] bzw. von Chlor (Kaliumjodid-Methode [7]).

3. Ergebnisse

3.1. Wasser der Luftwäscher

Die Abbildungen 1–3 veranschaulichen die Zu- und Abnahmen der Keimzahlen im Verlauf der 2- bis 4-wöchigen Versuchsperioden. Zu diesem umfangreichen Zahlenmaterial sind folgende Bemerkungen anzubringen:

Die Keimzahlen lagen in allen Luftwäschern jeweils bereits zu Beginn der einzelnen Versuchsperioden – also unmittelbar nach der mechanischen Reinigung und vor Zugabe der Desinfektionsmittel – zwischen 10⁴ und 10⁶ Keimen/ml. Diese hohen Ausgangswerte wurden etwa nicht nur durch das zugeführte Wasser verursacht; periodische Kontrollen des demineralisierten Wassers, das den Wäschern kontinuierlich zugeführt wird, ergaben Werte zwischen 300 und 1500 Keimen/ml (Bebrütung 22° C) und bis zu 10 Keimen/ml (Bebrütung 37° C). Durch die mechanische Reinigung (Bürsten, Wasser-

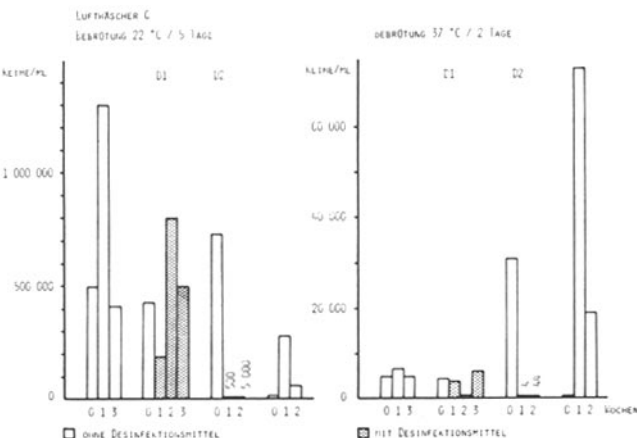


Abbildung 1 Desinfektionsmittel D 1 (Aldehyde) und D 2 (Chlor); Wirkung auf die Keimzahlen im Wasser. Luftwäscher C, Zugabe der Desinfektionsmittel 2mal pro Woche.

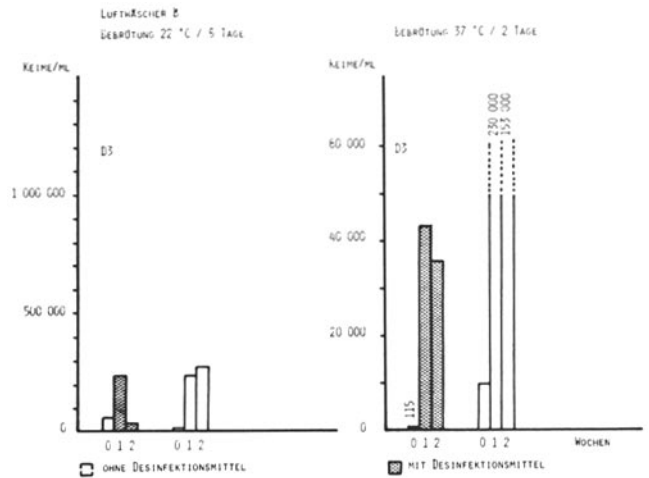


Abbildung 2 Desinfektionsmittel D 3 (Amphotensid); Wirkung auf die Keimzahlen im Wasser. Luftwäscher B, Zugabe des Desinfektionsmittels 2mal pro Woche.

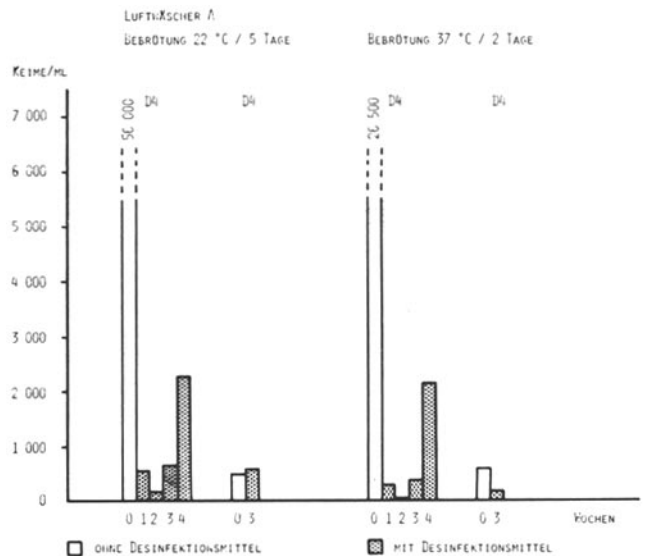


Abbildung 3 Desinfektionsmittel D 4 (Ultraviolettstrahlen); Wirkung auf die Keimzahlen im Wasser. Luftwäscher A, 2 Ultraviolettlampen kontinuierlich eingeschaltet (im umgewälzten Wasser).

strahl) konnten somit die Verschmutzungen nur ungenügend entfernt werden; zudem konnte bei den untersuchten Wäschekammern das Restwasser nie vollständig abfließen, da die Ablauföffnungen über dem Beckenboden lagen. Eine wesentliche Verbesserung brachte das zusätzliche Aussprühen der ganzen Wäschekammer mit einem Desinfektionsmittel und anschließendes Nachspülen mit Wasser: wie aus der Tabelle 2 hervorgeht, konnten dadurch die Ausgangswerte auf 10²–10⁴ Keime/ml reduziert werden.

Im Verlauf der Versuchsperioden stiegen die Keimzahlen in den Kontrollversuchen (ohne Zusatz von Des-

Tabelle 2

Keimzahlen im Wasser sofort nach der Reinigung des Luftwäschers - mit und ohne Versprühen des Desinfektionsmittels D 1 (3 ‰)

| Luftwäscher | Keime/ml Wasser ohne Desinf. | | D 1/1000 ml | | D 1/4000 ml | |
|-------------|------------------------------|---------|-------------|-------|-------------|-------|
| | 22° C | 37° C | 22° C | 37° C | 22° C | 37° C |
| A | 57 000 | 11 000 | 127 000 | 9 700 | 17 000 | 450 |
| | 37 000 | 6 000 | | | | |
| | 310 000 | 440 | | | | |
| | 592 000 | 342 000 | | | | |
| | 46 000 | 810 | | | | |
| B | 395 000 | 15 000 | 105 000 | 4 100 | 23 000 | 1 900 |
| | 72 000 | 7 800 | | | | |
| C | 500 000 | 5 000 | 7 100 | 390 | 3 600 | 100 |
| | 430 000 | 4 600 | | | | |
| | 730 000 | 31 000 | | | | |
| | 15 000 | 590 | | | | |
| D | 430 000 | 40 000 | 11 000 | 1 900 | 6 200 | 740 |
| | 49 000 | 670 | | | | |

infektionsmitteln) zum Teil an – zum Teil blieben diese unverändert; nach 2–4 Wochen wurden in der Regel Werte zwischen 10⁴ und 10⁶ Keimen/ml gemessen.

Die Wirkung der chemischen Desinfektionsmittel war sehr unterschiedlich: D 1 (Aldehyde) brachte bei den 37° C-Werten zum Teil Reduktionen; bei den 22° C-Werten wurden jedoch zum Teil massive Anstiege festgestellt. D 2 (Chlor) vermochte in den Wäschern A, C und D die Keimzahlen gesamthaft zu reduzieren, im Wäscher B hingegen führte das Mittel zu einem Anstieg. Auch bei D 3 war die Wirkung unterschiedlich (im Wäscher A Reduktionen, im Wäscher B Anstieg – insbesondere der 37° C-Werte); die Zugabe von 4 ml/l Wasser führte zu starken Schaumbildungen.

Eine gute keimreduzierende Wirkung hatten die Ultraviolettstrahlen (D 4): Bei eingeschalteten Ultraviolettlampen blieben die Keimzahlen im Wäscher A im Verlauf von 3 Wochen immer unter 1000 Keimen/ml; erst nach 4 Wochen stiegen die Werte auf über 2000 Keime/ml. Im Wäscher B waren die Keimzahlen etwas höher – doch immer noch um ein Vielfaches niedriger als in den Kontrollversuchen und in den Versuchsreihen mit chemischen Desinfektionsmitteln. Die beiden Ultraviolettlampen waren nach dem jeweils rund 7wöchigen Betrieb bei einem Wäscher nur wenig verschmutzt.

Der Säuregrad des Wassers änderte im Verlauf der meisten Versuchsperioden nur wenig; die pH-Werte lagen in der Regel zwischen 7,2 und 7,6. Einzig bei der 2. Versuchsperiode im Luftwäscher A mit dem Desinfektionsmittel D 1 fiel der pH-Wert nach 3 Wochen auf 5,8 – bei gleichzeitig ziemlich starker Verunreinigung des Wassers.

Die Wasserhärte lag in den meisten Versuchsperioden zwischen 1 und 4 deutschen Härtegraden. Eine Ausnahme bildete wiederum der Wäscher A bei den ersten drei Versuchsperioden, bei welchen ziemlich starke Verschmutzungen festgestellt wurden.

3.2. Raumluft

Die Ergebnisse der bei der Anlage A gleichzeitig durchgeführten Analysen im Wäscherwasser und in der Raumluft sind in der Abbildung 4 (Formaldehyd) und in der Tabelle 3 (Chlor) zusammengestellt.

Die Luftkeimzahlen im unbelegten Hörsaal lagen zwischen 300 und 1800 Keimen/m³; eine Abhängigkeit vom Keimgehalt im Wasser des Luftwäschers liess sich nicht erkennen.

Nach der Zugabe des Desinfektionsmittels D 1 (Aldehyde) sanken die Luftkeimzahlen ab, wobei der Abfall bei 100 ‰ Frischluft deutlich rascher war als bei 50 ‰ Frischluft. Gleichzeitig stieg der Formaldehydgehalt in der Luft von 0,04–0,05 ppm auf 0,06–0,08 ppm an; auch noch 19 Stunden nach der einmaligen Zugabe wurden noch 0,06 ppm Formaldehyd gemessen. Im Raum war der Geruch nach Formaldehyd deutlich wahrnehmbar, wobei zu beachten ist, dass im Desinfektionsmittel D 1 neben Formaldehyd noch weitere Aldehyde enthalten sind.

Auch nach der Zugabe des Desinfektionsmittels D 2 (Chlor) war dieses in der Raumluft nachweisbar; die gemessenen Chlorkonzentrationen lagen zwischen 0,02 und 0,05 ppm und waren ebenfalls wahrnehmbar. Im Wäscherwasser betrug zwei Stunden nach Zugabe der Chlortabletten die Konzentration des freien Chlors 15 mg/l und die des gebundenen Chlors 3 mg/l; 24 Stunden nach der Zugabe war kein Chlor mehr nachweisbar.

In der Tabelle 3 sind die Luftkeimzahlen von Messungen aufgeführt, die gleichzeitig in den unbelegten Hörsälen A und F vorgenommen wurden. Diese Werte sind insofern gut miteinander vergleichbar, da die Luft für beide Hörsäle an der gleichen Stelle angesaugt und mit den gleichen Filtern gereinigt wird; auch der stündliche Luftwechsel ist in beiden Räumen nahezu gleich; verschieden ist einzig die Befeuchtung: Luftwäscher für den Hörsaal A und Dampf für den Hörsaal F. Wie aus der Tabelle hervorgeht, waren die auf den 37° C-Platten ermittelten Werte in der gleichen Grössenord-

Tabelle 3

Luftkeimzahlen in klimatisierten Hörsälen (unbelegt)

Hörsaal A: Befeuchtung mit Luftwäschern; Raumvolumen 580 m³, 7,1facher Luftwechsel pro Stunde

Hörsaal F: Befeuchtung mit Dampf; Raumvolumen 180 m³, 7,2facher Luftwechsel pro Stunde

Gleichzeitige Probenahmen mit Slit-Samplern; Durchschnittswerte von je 4 Probenahmen

| Serie | Hörsaal A | | Hörsaal F | |
|-------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | 22° C/5 Tage Keime/m ³ | 37° C/2 Tage Keime/m ³ | 22° C/5 Tage Keime/m ³ | 37° C/2 Tage Keime/m ³ |
| I | 692 | 90 | 366 | 222 |
| II | 811 | 42 | 110 | 100 |
| III | 842 | 28 | 109 | 27 |
| IV | 1495 | 55 | 140 | – |

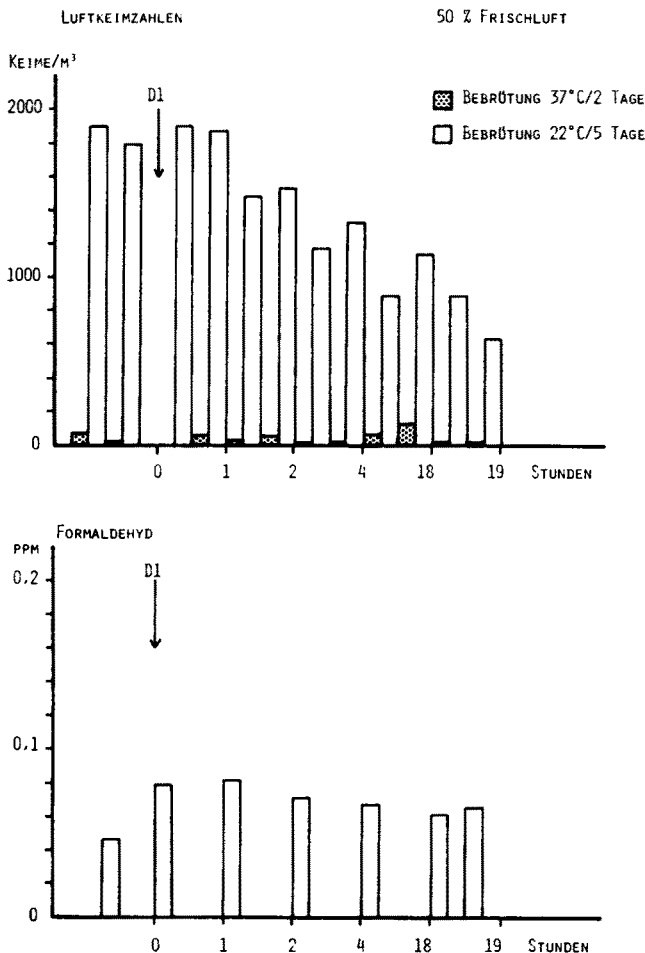


Abbildung 4
Desinfektionsmittel D1 (Aldehyde); Wirkung auf die Keimzahlen und den Formaldehydgehalt der Raumluft. Probenahmen vor und bis 19 Stunden nach Zugabe des Desinfektionsmittels zum Wasser des Luftwäschers.

nung. Bei den 22° C-Platten wurden jedoch im Hörsaal A2–10mal höhere Werte gemessen als im Hörsaal F; bei den nachgewiesenen Keimen handelte es sich eindeutig um solche, die auch im Wasser des Luftwäschers vorhanden waren. Diese «Wasserkeime» gelangen bei der Wasserzerstäubung in die Luft und gelangen mit dieser in die belüfteten Räume.

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Auf Grund der Ergebnisse der bei 5 Klimaanlage durchgeführten Untersuchungen über Massnahmen zur Reinhaltung von Luftwäschern und Zuluftkanälen kann man folgendes festhalten:

- Im Wasser von Luftwäschern reichern sich massenhaft Mikroorganismen an, die beim Zerstäuben in die Zuluft gelangen und hierauf die Raumluft kontaminieren.
- Durch den Zusatz chemischer Desinfektionsmittel

können die Keimzahlen im Wasser von Luftwäschern nur zum Teil reduziert werden; keines der geprüften Mittel auf der Basis von Aldehyden, Chlor und Amphotensiden vermag bei zweimaliger Zugabe pro Woche in den Konzentrationen, wie sie vom Hersteller empfohlen werden, die Keimzahlen konstant niedrig zu halten.

- Die flüchtigen Bestandteile der zugesetzten Desinfektionsmittel gelangen bei der Zerstäubung ebenfalls in die Zuluft; in der Raumluft sind Aldehyde und Chlor in Konzentrationen nachweisbar, die zu Belästigungen sowie zu Reizungen der Schleimhäute führen; vor allem aus diesen Gründen ist der Zusatz chemischer Desinfektionsmittel zum Wasser von Luftwäschern abzulehnen.
- Ultraviolettstrahlen vermögen das Wachstum von Mikroorganismen wirksam zu verhindern; mit Ultraviolettlampen, die im Wasserkreislauf Wäscherbecken–Zerstäuberdüsen eingebaut werden, können die Keimzahlen während mehrerer Wochen sehr niedrig gehalten werden; je nach Verschmutzung des Wassers sind die Lampen periodisch zu reinigen.
- Unerlässlich ist die regelmässige Reinigung der Luftwäscher; diese sind – je nach Verschmutzung der Zuluft – mindestens alle 2–4 Wochen gründlich zu reinigen; die Becken sind so zu konstruieren, dass das Restwasser abfliessen kann; ferner soll die ganze Anlage möglichst leicht zugänglich sein, und es ist eine gute Beleuchtung vorzusehen.
- Durch Aussprühen der Wäscherkammer mit einem Desinfektionsmittel im Anschluss an die mechanische Reinigung können die Keimzahlen nach der Neufüllung reduziert werden; der Keimanstieg im Verlauf mehrerer Wochen kann jedoch nicht reduziert werden.
- Auf Oberflächenkühlern sowie in Luftkanälen bei Kondensationen können sich Mikroorganismen – insbesondere Pilze – anreichern; diese kritischen Stellen müssen deshalb periodisch gereinigt und desinfiziert werden.
- Das Einschleppen von Mikroorganismen in die belüfteten Räume kann am wirksamsten durch den Einbau von Endfiltern verhindert werden; gleichzeitig werden damit auch Staubpartikeln, die beim Zerstäuben in die Luft gelangen, zurückgehalten; in Räumen, in welchen nicht strengste Anforderungen an die Keimfreiheit der Luft gestellt werden, genügen dazu Filter der Klasse F2 oder F3 (für Operationssäle und ähnliche Räume sind Filter der Klasse S erforderlich).

Wie ist die Gefahr von aerogenen Infektionen durch die auftretenden mikrobiellen Kontaminationen zu beurteilen? Von den möglichen Streuquellen (Luftwäscher, Verschmutzungen in den Luftkanälen, Oberflächenkühler, Aussenluft) gelangen vor allem saprophytäre Keime in die Raumluft. Doch lassen sich oft auch Keime nachweisen – u. a. Pseudomonaden und Spo-

renbildner —, die zum Beispiel in Spitälern gefährliche Folgen haben können.

Der gezielte Nachweis der als «gefährlich» erachteten Bakterien in der Zuluft ist allerdings sehr schwierig; die jeweils ermittelten «Gesamtkeimzahlen» — also pathogene und saprophytäre Keime —, die zur Beurteilung herangezogen werden, bilden jedoch ein gutes Mass für eine mögliche Gefährdung. Hohe Gesamtkeimzahlen weisen immer auf Mängel in einer Klimaanlage hin — sei es von undichten Filtern, Verschmutzungen in den Kanälen oder vom Keimwachstum im Befeuchterwasser. Die Anforderungen an den Reinheitsgrad der Zuluft sind natürlich nicht überall gleich; die zulässigen Keimzahlen sind der Funktion und Belegung des Raumes anzupassen. Die Raumluft von Büroräumen und Hörsälen erfordert nicht den gleichen Reinheitsgrad wie diejenige von Operationssälen und Sterilräumen.

Ein weiteres Problem im Zusammenhang mit der Befeuchtung ist die *Feuchtigkeitsaufnahme von Schwebstofffiltern*. Hohe Feuchten können zu einem Druckverlust führen. Wie Untersuchungen von *Hofmann* [5] zeigen, werden Filterleistung und -qualität nicht beeinträchtigt, sofern die relative Luftfeuchtigkeit nicht über 80 % liegt. Die zugeführte Luft darf zusätzlich weder Wasserpartikeln noch Dampfschwaden enthalten; dazu muss die Luft gut durchmischt sein, um Teilkondensationen zu verhindern. Das Verhalten von Mikroorganismen auf Filtermaterial bei hohen Feuchten wurde von *Botzenhart und Rüden* [2] untersucht. Auch bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90 % konnte kein Wachstum und auch kein Durchwachsen von Keimen festgestellt werden.

Die oft gestellte Frage, ob die Luftbefeuchtung mittels Dampf oder Luftwäscher erfolgen soll, kann nicht für alle Klimaanlagen gleich beantwortet werden. Aus hygienischer Sicht sind beide Verfahren anwendbar, sofern all die erwähnten Massnahmen für einen einwandfreien Betrieb beachtet werden. An Orten mit hohen Anforderungen an den Reinheitsgrad der Luft — wie zum Beispiel in Spitälern — sind jedoch Dampfanlagen zu bevorzugen.

Betreffend *Regelbarkeit* sind nach *Hofmann* [6] beide Systeme ziemlich gleichwertig; bei der Dampf- befeuchtung müsse jedoch bei der Auswahl der Regelung eine grössere Sorgfalt angewendet werden.

Ein weiteres Beurteilungskriterium sind die Investitions- und Betriebskosten. Der Entscheid für den Einbau einer Dampfanlage dürfte weitgehend davon abhängen, ob Dampfgeneratoren bereits vorhanden sind oder auch für andere Zwecke verwendet werden können. Zu berücksichtigen sind auch die für den Korrosionsschutz notwendigen Mehraufwendungen; die Verwendung von Hydrazin ist wegen dessen hoher Toxizität abzulehnen. Bei den Wäscher-Anlagen sind es vor allem die für die regelmässiger notwendige Reinigung und Desinfektion aufzuwendenden Ausgaben, die Mehrkosten verursachen.

Zusammenfassung

Bei vier verschiedenen Luftwäschern wurde der Anstieg der Keimzahlen im Wasser im Verlauf von mehreren Wochen verfolgt. Die regelmässige Zugabe von Desinfektionsmitteln (auf der Basis von Chlor, Aldehyden und Tensiden) verhinderte nur teilweise das Keimwachstum; ferner war das jeweils zugesetzte Desinfektionsmittel auch in der Raumluft nachweisbar. Die weitaus besten Ergebnisse wurden durch den Einbau von Ultraviolettlampen im Wasserkreislauf zwischen der Umwälzpumpe und der Wäscherkammer erzielt. Auch bei diesem Verfahren ist jedoch eine periodische Reinigung der Wäscherkammer unerlässlich (mindestens alle zwei bis drei Wochen). Das Einschleppen von Mikroorganismen in die belüfteten Räume kann am wirksamsten durch den Einbau von Endfiltern verhindert werden.

Résumé

Aspects hygiéniques de l'humidification de l'air dans les dispositifs de climatisation

L'augmentation du nombre de germes dans l'eau de 4 différents laveurs d'air a été observée dans le courant de plusieurs semaines. L'addition régulière de désinfectants (à base de chlore, d'aldéhydes et de tensides) n'a qu'en partie empêché la croissance des germes. En plus, les désinfectants respectifs étaient détectables dans l'air des pièces. De loin les meilleurs résultats ont été obtenus moyennant l'installation de lampes ultraviolettes dans le cercle d'eau entre la pompe à circulation et la chambre à laveur. Mais dans ce procédé aussi, un nettoyage périodique de la chambre à laveur est indispensable (au moins toutes les 2 à 3 semaines). L'introduction de microorganismes dans les pièces aérées peut le mieux être évitée moyennant l'installation de filtres finaux.

Summary

Hygienic aspects of air humidification in air-conditioning plants

The increase in number of germs in the water of 4 different air washers has been closely followed in the course of various weeks. The regular addition of disinfectants (on the basis of chlorine, aldehydes and tensides) stopped the germ growth only in parts. Furthermore, the respective disinfectants were detectable in the room air. By far the best results were obtained by means of fitting ultraviolet lamps into the water circuit between the circulation pump and the washer chamber. With this procedure too, a periodic cleaning of the washer chamber is indispensable (at least every 2–3 weeks). The introduction of microorganisms in air-conditioned rooms can best be avoided by fitting in end filters.

Literatur

- [1] *Botzenhart K. und Rüden H.*: Zur Beurteilung von Klimaanlagen im Krankenhaus. Das öffentliche Gesundheitswesen 35, 141–150 (1973).
- [2] *Botzenhart K. und Rüden H.*: Betrieb und Wartung von Klimaanlagen mit besonderer Berücksichtigung der Luftfilter. Sozial- und Präventivmedizin 19, Nr. 5 (1974), im Druck.
- [3] *Grandjean E. und Wanner H.U.*: Behaglichkeit und Luftkeimgehalt in klimatisierten Räumen. Z. Präventivmed. 16, 315–322 (1971).
- [4] *Gundermann K.O.*: Zur Frage der Beurteilung von Anlagen zur künstlichen Belüftung von Infektionsstationen. Arch. Hyg. (Berlin) 151, 58–63 (1967).
- [5] *Hofmann W.M.*: Feuchtigkeitsaufnahme von Schwebstofffiltern. HLH 25, 77–78 (1974).
- [6] *Hofmann W.M.*: Dampf- befeuchter oder Luftwäscher unter Berücksichtigung der hygienischen Auswirkungen und Regelprobleme. Vortrag auf dem 20. Kongress für Heizung, Lüftung, Klimatechnik in Düsseldorf am 4.4.1974.
- [7] *Jacobs M.B.*: The Chemical Analysis of Air Pollutants. Interscience Publishers, Inc., New York 1960, p. 197.
- [8] *Müller R.W.*: Aerogene Infektionen über Klimaanlagen und Belüftungseinrichtungen. Praxis der Pneumologie 26, 401–403 (1972).

- [9] *Palin A.T.*: DPD-Bestimmungsverfahren zur Kontrolle der Chlorung von Wasser. *Chemische Rundschau* 26, Nr. 23, 17 (1973).
- [10] *Public Health Service*: Selected Methods for the Measurement of Air Pollutants. May 1965.
- [11] *Schicht H.H.*: Die Klimaanlage als Streuquelle von Mikroorganismen. *Neue Zürcher Zeitung, Technik*, Nr. 236, 24.5.1971.
- [12] *Thomsen K.* und *Krebs D.*: Fehlerhafte Klimaanlage infizierte Operationstrakt. *Dtsch. Ärzteblatt* 69, 544-548 (1972).
- [13] *Wanner H.U.*: Untersuchungen über den Keimgehalt in der Luft von Operationssälen. *Schweiz. med. Wschr.* 99, Nr. 17, 641-646 (1969).
- [14] *Weiss N.S.* und *Soleymani Y.*: Hypersensitivity lung disease caused by contamination of an air-conditioning system. *Ann. Allergy* 29, 154 (1971).
- [15] *Whyte W.*: Bacteriological aspects of air-conditioning plants. *J. Hyg. Camb.* 66, 567-584 (1968).

Adresse der Autoren

PD Dr. *H.U. Wanner* und Frau *M. Wirz*, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, Eidg. Technische Hochschule, Clausiusstrasse 25, CH-8006 Zürich.



S. Barenholz

Atelier für Dekorations-
und Flachmalerei

8600 Dübendorf
Stettbachstrasse 1
Telefon 85 18 86/88
Gegründet 1908

Übernahme
von Neu- und Umbauten
Renovationen