

Behaglichkeit und Luftkeimgehalt in klimatisierten Räumen

E. Grandjean, H. U. Wanner

Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der Eidg. Technischen Hochschule Zürich

Artikel eingegangen am 15. Oktober 1970

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befaßt sich einerseits mit der Behaglichkeit und andererseits mit der mikrobiellen Luftkontamination in klimatisierten Räumen. Der Problembereich Behaglichkeit ist während der warmen Jahreszeit in 318 Büroräumen durch Befragung von 1191 Büroangestellten untersucht worden. Diese Ergebnisse können wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Bei Lufttemperaturen über 24° C nahm die Häufigkeit der Urteile «zu warm» erheblich zu.
2. Die Antwort, es sei «häufig zu warm», wurde in nichtklimatisierten Räumen von 56,6 %, in klimatisierten Räumen von 24,7 % der Befragten gegeben.
3. Luftbewegungen von mehr als 0,2 m/sec kamen in 7 der 120 untersuchten Räume vor. Trotzdem klagte rund ein Viertel der Befragten über unangenehme Zugerscheinungen.
4. 60 % der Befragten gaben einem klimatisierten Büro den Vorzug, 24 % waren neutral, und 16 % sprachen sich dagegen aus.
5. Die häufigsten Beanstandungen der Klimaanlage waren unangenehme Gerüche, Verschluß der Fenster, Zugerscheinungen und zu wenig Frischluft.

Messungen des Luftkeimgehaltes in den Operationsälen und in verschiedenen Zimmern von fünf Krankenhäusern haben gezeigt, daß Belüftungsanlagen eine Quelle mikrobieller Luftverunreinigungen sein können. Kontrollen der zu beanstandenden Anlagen zeigten, daß die Ursachen für die zum Teil hohen Keimzahlen in der Luft vor allem Verunreinigungen in den Luftzufuhrkanälen und in den Hohidecken waren, ferner Luftbefeuchtungsanlagen sowie auch ungenügende Abdichtungen bei den eingebauten Filtern. Bei einwandfreiem Betrieb der Belüftungsanlagen und korrekt eingebauten Filtern wurden Konzentrationen zwischen 10 und 20 Keimen (Bakterien und Pilze) je m³ Luft gemessen.

1. Bedeutung der Raumklimatisierung

Unter Klimatisierung versteht man heute technische Anlagen, welche in geschlossenen Räumen einen bestimmten Luftzustand sichern, der bezüglich Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung und Luftreinheit gekennzeichnet ist. Im Prinzip sollen diese Anlagen die Luft filtrieren, befeuchten und auf eine bestimmte Temperatur erwärmen oder abkühlen.

Die Klimatechnik ist zunächst in warmen Ländern entwickelt worden, um die Lufttemperaturen in Arbeitsräumen auf behagliche Werte zu reduzieren. Heute ist die Klimatechnik in nahezu alle bewohnten Breitengrade eingedrungen. Dabei stehen in unsern Gegenden für die Einführung von Klimaanlage folgende Argumente im Vordergrund:

- a) Der zunehmende Außenlärm und die steigende Verunreinigung der Außenluft erschweren in Städten die traditionelle Fensterlüftung.
- b) Die moderne Bauweise, gekennzeichnet durch große Fensterflächen und möglichst geringe Raumhöhen, führt an Sonnentagen vom Frühjahr bis zum Herbst zu hohen Temperaturen der Raumluft (Treibhauseffekt).
- c) Prestigegründe veranlassen viele Bauherren, dem Trend moderner Bauweisen zu folgen.
- d) Empfindliche Produktionsprozesse und Räume mit besonders hohen Anforderungen an die Luftqualität (Operationssäle).
- e) Starke innere Luftverunreinigung oder hohe Belegung von Räumen (Versammlungsräume), bei denen die notwendige Frischluftzufuhr durch die Fensterlüftung nicht sichergestellt werden kann.

Die genannten Gründe veranlassen vielfach Architekten und Bauherren, die Probleme des Lärmschutzes oder der Wärmeeinstrahlung durch Klimaanlage zu lösen, ohne zu bedenken, daß die Klimatisierung auch ihre Nachteile hat.

Im folgenden sollen die physiologischen und hygienischen Aspekte der Klimatisierung behandelt werden.

2. Behaglichkeit und Klimaanlage

Die Wohnphysiologie stellt folgende Forderungen an die Raumklimatisierung:

	Winter	Sommer
Lufttemperatur	22 °C (±1)	21–24 °C
Durchschnittswerte der Umschließungsflächentemperatur	22 °C (±2)	23 ° (±2)
Relative Feuchtigkeit der Luft	40–45 %	45–55 %
Höchstzulässige freie Luftbewegung	0,2 m/s	0,2 m/s
Reine und geruchsfreie Luft		

Die letzte Forderung nach Reinheit der Luft ist schwer zu definieren und nicht mit Zahlen zu erfassen. Vorläufig muß man sich damit abfinden, daß eine Raumluft als rein zu bezeichnen ist, wenn sich die große Mehrheit der Raumbenutzer nicht darüber beklagt. Der Problemkreis der mikrobiellen Luftkontamination wird in einem gesonderten Kapitel behandelt.

Eine Untersuchung in 318 Büroräumen in der warmen Jahreszeit [1] gab einen Einblick in die physiologischen Auswirkungen der Raumklimatisierung. Nähere Angaben über die untersuchten Räume und die befragten Büroangestellten sind bei [1] nachzulesen. Hier seien nur die wichtigsten Ergebnisse, die sich auf die Raumklimatisierung beziehen, zusammengestellt.

Die in Kopfhöhe gemessenen Lufttemperaturen sind aus Abb. 1 ersichtlich.

1191 Messungen in 311 Büroräumen im Sommer 66 und 67

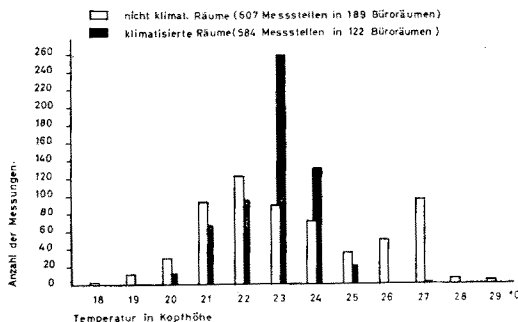


Abb. 1 Häufigkeitsverteilung der Lufttemperaturen in Kopfhöhe jeder befragten Person. 1191 Meßwerte aus 311 Büroräumen

Temperaturrempfinden im Sommer von 1172 Befragten

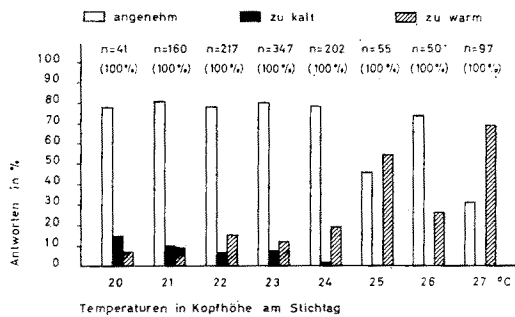


Abb. 2 Subjektive Beurteilungen der Lufttemperaturen. n = Zahl der Befragten bei jeder Temperaturstufe. Total 1172 Messungen und Antworten

In den klimatisierten Räumen lag die Mehrheit (2/3) der Temperaturen zwischen 23 und 24 °C. In den nichtklimatisierten Räumen war die Streuung der Werte erheblich größer: mehrheitlich zwischen 21 und 27 °C.

Die Verteilung der Antworten auf die Frage «Ist Ihnen die Temperatur in diesem Raum *jetzt* angenehm, zu kalt oder zu warm?» ist für die einzelnen gemessenen Temperaturen in Abb. 2 graphisch dargestellt.

Bis zu einer Innentemperatur von 24 °C beurteilten bei jeder Stufe nahezu 80% der Befragten die Temperatur als «angenehm». Bei höheren Temperaturen kam die Antwort «zu warm» häufiger vor. Die Zunahme der Urteile «zu warm» war nicht regelmäßig: die Angaben waren bei 25 und 27 °C häufiger (54 bzw. 69% der Befragten) als bei 26 °C (26% der Befragten). Wir fanden keinen Grund für diese Unregelmäßigkeit und vermuteten, daß diese in erster Linie auf den Zufall der Auslese der Befragten zurückzuführen war.

Wir zogen aus diesen Erhebungen den Schluß, daß *Büroangestellte im Sommer Temperaturen von 20 bis 24 °C mehrheitlich als angenehm empfinden, während bei höheren Temperaturen das Klima häufig als zu warm beurteilt wird.*

Bei der Frage «Ist vom Mai bis September die Temperatur im allgemeinen zu warm?» stellten wir einen deutlichen Einfluß der Klimatisation fest: In klimatisierten Räumen gaben 141 Befragte (24,7 %) «häufig zu warm» (viermal/Monat und mehr) an, während in nichtklimatisierten Räumen diese Antwort 335mal (56,6 %) vorkam.

Die Messungen der Oberflächentemperaturen der Umschließungsflächen (Wände, Fenster, Böden, Decken) ergaben an sonnigen Tagen oft erstaunlich hohe Werte. Besonders ins Gewicht fielen die Innenflächentemperaturen der Fenster, die häufig 30 bis 40 °C erreichten, sowie sonnenbeschienene Wand- und Bodenpartien. In Tabelle 1 ist eine Häufigkeitsverteilung aller Werte angegeben. Die häufigsten Werte lagen zwischen 22 und 26 °C. Bei nichtklimatisierten Räumen kamen Werte zwischen 24 und 28 °C häufiger vor als bei klimatisierten.

Die Messungen der relativen Feuchtigkeit der Luft ergaben durchschnittlich Werte um 50 %; zwischen klimatisierten und nichtklimatisierten Räumen konnte kein signifikanter Unterschied gefunden werden.

Die freie Luftbewegung betrug in 5,6 % der untersuchten Räume mehr als 0,2 m/s. Diese erhöhten Luftgeschwindigkeiten wurden meistens in der Nähe von schwellenlosen Türen, Fenstern oder Zuluftaggregaten der Klimaanlage festgestellt.

Temperaturbereich °C	Anzahl Räume		nicht-klimatisiert
	total	klimatisiert	
20–21,9	15	7	8
22–23,9	48	33	15
24–25,9	40	15	25
26–27,9	13	3	10
28–29,9	2	1	1
30 und mehr	4	2	2

Tab. 1 Temperaturen der Umschließungsflächen von 122 Räumen

Durchschnittswerte der Luftbewegung m/s	Anzahl Befragte	Anteil der «Ja»-Antworten %
0 –0,09	363	22,3
0,1–0,19	304	27,6
0,2 und mehr	117	27,3

Tab. 2 Häufigkeit der Angaben über unangenehme Zugserscheinungen

Die «Ja»-Antworten auf die Frage «Nehmen Sie heute unangenehme Zugserscheinungen wahr?» sind in Tab. 2 nach Luftbewegungsgruppen geordnet aufgeführt.

Anscheinend bestand nur ein geringer Zusammenhang zwischen durchschnittlicher Luftbewegung und Häufigkeit von Angaben über unangenehme Zugserscheinungen. Dies kann davon herrühren, daß die Luftbewegungswerte die allgemeinen Luftzüge in einem Raum wohl gut kennzeichnen, örtliche Luftzüge bei den einzelnen befragten Personen aber kaum erfassen. Ferner hatten wir gelegentlich den Eindruck, daß ein Teil der Befragten Wärmeentzüge durch Strahlung an kalte Flächen (zum Beispiel Fenster) als unangenehme Zugserscheinung bezeichnete. Den 560 Büroangestellten in klimatisierten Räumen wurde die Frage vorgelegt: «Würden Sie, wenn Sie die Wahl hätten und alles übrige gleich wäre, wieder eine Stelle in einem klimatisierten Büro annehmen?» Eine deutliche Mehrheit (60 %) gab einem klimatisierten Büro den Vorzug, 2 % gaben kein Urteil, und 16 % waren gegen die Klimatisation.

Mit zwei weiteren Fragen wurden die gleichen Angestellten ersucht, die Vor- und Nachteile der Klimatisation aufzuzählen. Diese Antworten sind in den Tab. 3 und 4 zusammengestellt.

Von besonderem Interesse war die Tatsache, daß eine große Zahl von Nachteilen angegeben wurde, obwohl die Mehrheit der Befragten ein klimatisiertes Büro für wünschens-

Antwort	Zahl	%
konstantes Klima	212	36,8
kühl im Sommer	182	31,6
frische, saubere Luft	93	16,2
keine Abkühlung durch Fensterlüftung	31	5,4
kein Lärm von außen	25	4,3
keine Streitigkeiten wegen Lüftung	22	3,8
geringere Ermüdung	10	1,7
geringere Erkältungsgefahr	1	0,2
Total Antworten	576	100,0

Tab. 3 Beantwortung der Frage «Welche Vorteile hat nach Ihrem Ermessen die Klimatisierung in Ihrem Büro?» (440 befragte Personen)

Antwort	Zahl	%
unangenehme Gerüche	142	20,1
Fenster müssen geschlossen bleiben (Gefühl des Eingeschlossenseins)	136	19,2
Zugerscheinungen	118	16,7
zu wenig Frischluft	116	16,4
zu große Differenz zur Außentemperatur	46	6,5
Luft zu trocken	37	5,2
Kopfschmerzen, Müdigkeit	24	3,4
keine individuelle Temperaturanpassung	24	3,4
zu kühl im Sommer	21	3,0
verschiedene Nachteile	43	6,1
Total Antworten	707	100,0

Tab. 4 Beantwortung der Frage «Welche Nachteile hat nach Ihrem Ermessen die Klimatisierung in Ihrem Büro?» (470 befragte Personen)

wert hielt. Unter den Vorteilen dominierten eindeutig die Argumente des konstanten und im Sommer kühlen Raumklimas. Unter den Nachteilen überwogen die Angaben über «unangenehme Gerüche» und «zu wenig Frischluft», die im Widerspruch standen zur Häufigkeit der Angabe «frische und saubere Luft». Die vielverbreitete Kritik des «Eingeschlossenseins» machte 19 % der Angaben und 29 % der Befragten aus. Von gleicher Größenordnung war die Häufigkeit der Klagen über Zugerscheinungen.

Die häufigen Angaben über «unangenehme Gerüche» oder «zu wenig Frischluft» geben zur Vermutung Anlaß, daß diese Nachteile auf eine ungenügende Bemessung der Frischluftzufuhr oder auf eine ungünstige Lage der Frischluftfassung zurückzuführen sind.

Ein erheblicher Vorteil der Klimatisierung ist sicher der bessere Schutz gegen den von außen anfallenden Lärm. Trotzdem wurde dieser Vorteil nur selten spontan angeführt. Dagegen kam die Lärmschutzwirkung in der Beantwortung der Frage «Werden Sie durch den von außen eindringenden Lärm stark, wenig oder nicht gestört?» zum Ausdruck. Die Verteilung der Antworten ist aus Abb. 3 ersichtlich. Die Störwirkung des Außenlärms in klimatisierten Räumen – vor allem bei verschlossenen Fenstern – kam erheblich seltener vor als in nichtklimatisierten Büros.

3. Lufthygienische Aspekte

Bei Klimaanlage ergeben sich zahlreiche hygienische Probleme, die bei der Planung, beim Bau und beim Betrieb derselben meist

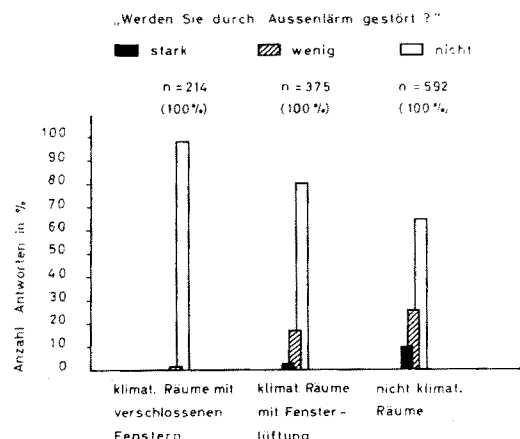


Abb. 3 Beurteilung der Störung durch Außenlärm. 311 Büro, 1181 befragte Angestellte

zu wenig beachtet werden. So haben Untersuchungen in Krankenhäusern ergeben, daß bei Klimaanlage zahlreiche Mängel auftreten können, die zum Teil massive Verunreinigungen der Raumluft zur Folge haben [2]. Bei den im folgenden besprochenen Untersuchungen sollte abgeklärt werden, wie hoch der Keimgehalt der Luft von Operationssälen und Patientenzimmern bei den heute üblichen Belüftungsverfahren ist und ob die eingebauten Filter wirksam sind. Wir beschränkten uns dabei auf die Bestimmung der Gesamtkeimzahlen (Bakterien und Pilze), da in erster Linie überprüft werden sollte, ob Streuquellen und Ausbreitungswege von Mikroorganismen vorhanden sind.

Zur Bestimmung der Luftkeimzahlen wurden Sedimentationsplatten, zwei «Slit-Samplers» (C. F. Casella, London) sowie ein Andersen-Sampler (Andersen Samplers, Provo, Utah USA) verwendet. Als Nährböden dienten Plate-Count Agar (Bebrütung bei 22 °C während 5 Tagen oder bei 37 °C während 1 Tag). In der Außenluft werden auf freiem Feld in der Regel zwischen 100 und 300 Keime je m³ Luft gemessen, in Städten und Dörfern können es mehrere Tausend je m³ sein. In Räumen mit natürlicher Lüftung sind 200 bis 500 Keime je m³ üblich; die Konzentrationen sind vor allem von der Belegungsdichte und den Raumfunktionen abhängig.

In 5 Krankenhäusern wurden in klimatisierten Räumen (Patientenzimmer, Operationssäle, Intensivpflegestationen) Luftkeimzahlbestimmungen vorgenommen. Der stündliche Luftwechsel in den untersuchten Räumen war ein 5- bis 20facher; die bei einigen Anlagen eingebauten Keimfilter vermögen 99,96 % der Teilchen mit einem Durchmesser von 0,3–0,5 µ zurückhalten (Paraffinölnebeltest). Die Meßergebnisse waren die folgenden:

Krankenhaus I: In einem Operationssaal (ohne Keimfiltration der zugeführten Luft) wurden nach Reinigung und Desinfektion des

Raumes Konzentrationen zwischen 20 und 60 Keimen/m³ Luft gemessen. Während den Operationen lagen die Werte meist zwischen 150 und 250 Keimen/m³. Durch das Einschalten von Ultraviolettlampen wurden die Durchschnittswerte um 20–50 % reduziert.

Krankenhaus II: In drei Operationssälen (mit Keimfiltern) wurden nach Reinigung und Desinfektion zwischen 5 und 20 Keimen/m³ gemessen; in einem ebenfalls nicht belegten Operationssaal, bei welchem die zugeführte Luft jedoch nicht keimfiltriert wurde, lagen die Werte über 500 Keimen/m³. Die nachgewiesenen Keime hafteten mehrheitlich an

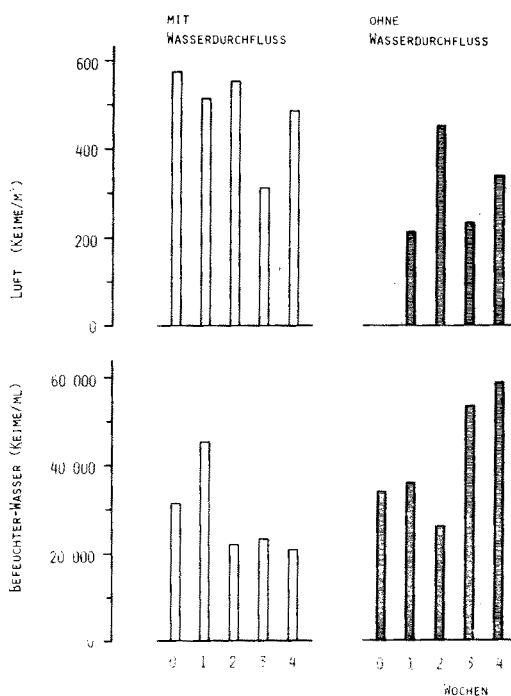


Abb. 4 Krankenhaus II: Durchschnittswerte der Luftkeimzahlbestimmungen mit einem Slit-Sampler in einem Zimmer (ohne Keimfilter) und der Keimzahlbestimmungen im Befeuchterwasser der zentralen Klimaanlage.

kleinen Keimträgern ($<2 \mu$) und waren auch in großer Zahl im Wasser der *Befeuchteranlage* vorhanden. Beim Versprühen des Wassers mittels Luftwäscher gelangten diese Keime in die zugeführte Frischluft und verursachten im Operationssaal ohne Keimfilter eine massive bakterielle Kontamination der Raumluft.

Abb. 4 zeigt die Ergebnisse von gleichzeitigen Messungen der Luftkeimzahlen in einem nicht belegten Zimmer (ohne Keimfilter) und der Keimzahlen im Befeuchterwasser: sowohl ohne als auch mit kontinuierlichem Wasserdurchfluß (etwa 5 m^3 je 24 Stunden) lagen bei wöchentlichen Probenahmen während eines Monats die Keimzahlen in der Luft immer zwischen 200 und 500 je m^3 , während im Wasser zwischen 20 000 und 60 000 Keime je ml gemessen wurden (Bebrütung der Nährböden bei 22°C ; die bei der 37°C -Bebrütung ermittelten Werte waren 5- bis 10mal niedriger). Die Keimanreicherung im Befeuchterwasser konnte somit auch bei dessen fortlaufender Erneuerung nicht verhindert werden. Bei den nachgewiesenen Keimen handelte es sich vor allem um Arten, die sich auch bei ungünstigen Bedingungen leicht im Wasser vermehren. Solche Keimeinschleppungen lassen sich durch den Einbau von Keimfiltern oder durch ein anderes Befeuchtersystem (Verdampfen von Wasser) vermeiden.

Krankenhaus III: In zwei nicht belegten Operationssälen (mit Keimfilter) betragen in einer 1. Meßreihe (nach Reinigung und Desinfektion) die Konzentrationen bei ausgeschalteter Belüftung 270 Keime je m^3 und bei eingeschalteter Belüftung 170 Keime je m^3 (Tab. 5). Diese ziemlich hohen Werte wurden durch ungenügende Abdichtungen bei den Filtern verursacht. Bei massenhafter Zerstäubung von Testkeimen (*Serratia marcescens*) im Luftansaugschacht konnten davon etwa 2% unmittelbar nach den Filtern nachgewie-

Meßreihe	Belüftung	Zeit nach Ein- bzw. Ausschalten der Belüftung	Anzahl Probenahmen	Keime/ m^3 Bakterien	Pilze
I	ein	10 Tage	6	36,0	136,9
	aus	3 Stunden	4	163,0	111,0
	ein	30 Minuten	12	34,5	80,0
II	ein	10 Tage	10	7,8	0,7

Tab. 5 Krankenhaus III. Durchschnittswerte der Probenahmen in zwei Operationssälen mit zwei Slit-Samplern bei ein- und ausgeschalteter Belüftung.

sen werden. Die mit dem Andersen-Sampler durchgeführten Messungen (zur Auftrennung nach der Größe der Keimträger) ergaben zudem, daß die durch die Filter nicht zurückgehaltenen Keime vor allem an Partikeln hafteten, die kleiner als 2μ waren. In einer zweiten Meßreihe, nach Überprüfung und Reinigung der Filteranlagen, wurden in beiden Operationssälen noch 10 Keime je m^3 gemessen.

Krankenhaus IV: Die Messungen wurden in einem nicht belegten Operationssaal (mit Keimfilter) nach dessen Reinigung und Desinfektion vorgenommen. Bei ausgeschalteter

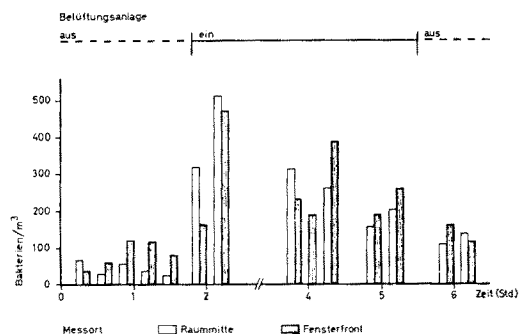


Abb. 5 Krankenhaus IV (Operationssaal). Werte der einzelnen Probenahmen mit zwei Slit-Samplern bei ein- und ausgeschalteter Belüftungsanlage.

Belüftung wurden 160 Keime je m³ gemessen. Unmittelbar nach Einschalten der Belüftung stiegen die Werte auf über 600 Keime je m³ an und betrug nach 3stündigem Betrieb immer noch 400 Keime je m³. Sofort nach Wiederausschalten der Belüftung fielen die Konzentrationen auf 250 Keime je m³. *Abb. 5* zeigt die in dieser Meßreihe gemessene Anzahl Bakterien je m³.

Eine Überprüfung der ganzen Belüftungsanlage ergab, daß die Zuluftkanäle nach den Keimfiltern stark verschmutzt waren. In den Kanälen konnten sich somit Keime anreichern und mit der zugeführten Luft in die Operationssäle gelangen. In einer weiteren Meßreihe, nach gründlicher Reinigung und Desinfektion der Zuluftkanäle, wurden sofort nach dem Einschalten der Belüftung 50 Keime je m³ gemessen und nach 15stündigem Betrieb noch 20 Keime je m³.

Krankenhaus V: Die Messungen erfolgten in den Zimmern und im Korridor einer Intensivpflege-Station mit separaten Keimfiltern für die einzelnen Räume. In einer ersten Meßreihe wurden in einem der Zimmer bei eingeschalteter Belüftung Konzentrationen zwischen 300 und 600 Keimen je m³ gemessen und bei ausgeschalteter Belüftung 400 Keime je m³. Im anliegenden Korridor betrug die entsprechenden Werte 80 bzw. 100 Keime je m³ (*Tab. 6*).

Bei der Kontrolle und Überprüfung der ganzen Belüftungsanlage hat sich gezeigt, daß die Filter korrekt eingebaut waren; dagegen waren die Abdichtungen bei den Luftzufuhrkanälen ungenügend, und in der Zwischendecke wurde eine generelle Verschmutzung und Verstaubung festgestellt, was zu den hohen Keimzahlen führte.

Die Ursache für die starken Konzentrationschwankungen im untersuchten Zimmer dürfte ein Unterdruck gegenüber der Außenluft gewesen sein, so daß durch allfällige undichte Stellen bei den Fenstern Außenluft eindringen und je nach Verschmutzungsgrad

Meßreihe	Belüftung	Zeit nach Ein- bzw. Ausschalten der Belüftung	Raum	Anzahl Probenahmen	Keime/m ³ Bakterien	Pilze
I	ein	2 Tage	Z	4	358,8	158,0
			K	4	48,3	29,0
	aus	sofort	Z	6	255,0	134,0
			K	6	76,2	21,3
II	ein	1 Tag	Z	6	16,7	25,4
			K	12	18,3	6,2

Tab. 6 Krankenhaus V. Durchschnittswerte der Probenahmen in einem Zimmer und Korridor einer Intensivpflege-Station mit zwei Sliit-Samplern bei ein- und ausgeschalteter Belüftung. Z = Zimmer, K = Korridor.

die Raumluft kontaminieren konnte. In einer zweiten Meßreihe, nach den Ausbesserungs- und Reinigungsarbeiten, wurden in allen Zimmern und im Korridor zwischen 30 und 40 Keime je m³ gemessen.

Die durchgeführten Messungen haben gezeigt, daß bei *Klimaanlagen zahlreiche Mängel auftreten können, welche zum Teil massive Einschleppungen von Mikroorganismen zur Folge haben.* *Gundermann* [3], sowie auch *Whyte* [4] haben auf Grund zahlreicher Untersuchungen ebenfalls auf mögliche mikrobielle Verunreinigungen in klimatisierten Räumen hingewiesen.

Obwohl der Nachweis schädigender Auswirkungen durch die in der Luft vorhandenen Mikroorganismen sehr schwierig ist, müssen Keimeinschleppungen, wie sie bei verunreinigten und nicht sachgemäß erstellten Klimaanlagen vorkommen, unbedingt verhindert werden. Bei den heute zum Teil empfindlichen Behandlungen (Transplantationen, Verbrennungen) sind Sekundärinfektionen auch durch bisher als «nicht pathogen» bezeichnete Keime möglich. Auch in Räumen mit geringeren Anforderungen an die Reinheit der Luft ist auf eine möglichst große Sauberkeit der Klimaanlagen zu achten. Vor allem

an feuchten Stellen reichern sich leicht Pilze an, bei deren Einschleppung allergische Reaktionen auftreten können.

Für den einwandfreien Betrieb von Klimaanlagen ist deshalb ein geeignetes Überwachungs- und Kontrollsystem notwendig, um allfällige Betriebsstörungen oder Mängel sofort erkennen zu können.

Bei den durchgeführten Untersuchungen zeigte sich auch, daß in belüfteten Räumen oft *Geruchsbelästigungen* auftreten, wenn die Luftansaugstellen fälschlicherweise in der Nähe von starken Geruchsemittenten (Straßen, Küchen usw.) gebaut werden. Kann trotz optimaler Lage der Luftansaugstellen das Eindringen von belästigenden Gerüchen nicht vermieden werden, so ist zu deren Entfernung der Einbau von *Aktivkohlefiltern* notwendig.

Literatur

- [1] *Grandjean E.*: Raumklimatische Untersuchungen in Büros während der warmen Jahreszeit. Heizung, Lüftung, Haustechnik 19, 118–123 (1968).
- [2] *Wanner H. U.*: Untersuchungen über den Keimgehalt in der Luft von Operationssälen. Schweiz. med. Wschr. 99, 641–646 (1969).
- [3] *Gundermann K. O.*: Zur Frage der Beurteilung von Anlagen zur künstlichen Belüftung von Infektionsstationen. Arch. Hyg. (Berlin) 151, 58–63 (1967).
- [4] *Whyte W.*: Bacteriological aspects of air-conditioning plants. J. Hyg. Camb. 66, 567–584 (1968).

Adresse der Autoren:

Prof. Dr. E. Grandjean und PD Dr. H. U. Wanner, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETH, Clausiusstraße 25, 8006 Zürich