

Prof. Dr. med. J. Beckert
Direktor des Instituts für Hygiene
der Medizinischen Universität zu Lübeck

Ratzeburger Allee 160
2400 Lübeck 1
Tel. (04 51) 5 00 27 95
Fax (04 51) 5 00 28 08

Firma
Lautner Energiespartechnik GmbH
Steinweg 3

23. Februar 1993

Dipl.-Ing. R. Keller/Br

6928 Helmstadt

Gutachten

zur Frage der Übertragung von mikrobiellen Teilchen und Gasen vom Abluft- auf den Zuluftvolumenstrom beim Wärme- und Feuchtigkeitsaustausch mit rotierenden Wärmerückgewinnern *ET 12W950F* der Firma *Lautner Energiespartechnik GmbH*

Der für die Untersuchung verwendete Wärmerückgewinner besitzt als Funktionselement einen Rotor aus glatten und gewellten Lagen Aluminiumfolien. Aufgrund der Konstruktion gehört er zu den regenerativen Wärmerückgewinnern.

Regenerative Wärmerückgewinner werden in Lüftungstechnischen Anlagen eingesetzt, deren Kennzeichen die zwangsläufige Führung der Luft ist, beginnend bei der Entnahme der Außenluft aus der Atmosphäre bis hin zur Rückgabe der Fortluft an die Atmosphäre. Die Abluft enthält nicht nur unerwünschte Bestandteile der Raumluft (Gerüche, Keime, Staub), sondern auch - infolge der Klimatisierung - Wärme und Feuchte. Der gesamte Energieinhalt der Abluft setzt sich aus einem fühlbaren Anteil (Temperatur) und einem latenten Anteil (Feuchte) zusammen. Bei einem Anteil der latenten Wärme von ca. 50% ist die Effizienz des Energieaustausches zwischen Abluft und Zuluft am größten, wenn auch die latente Wärme zurückgewonnen werden kann. Voraussetzung hierfür sind Austauschflächen, z.B. aus Aluminium, die sowohl Wärme wie auch Feuchtigkeit aus der Abluft aufnehmen, speichern und auf die Zuluft übertragen können. Dies ist auf einfache Weise durch trommelförmige Speichermassen möglich, die gleichmäßig senkrecht zur Strömungsrichtung der Luft gedreht werden, wobei die Speichermasse zunächst die im Abluftvolumenstrom enthaltene Wärme und gegebenenfalls auch Feuchtigkeit aufnehmen und danach im Zuluftvolumenstrom wieder abgeben kann. Systeme, die nach diesem Prinzip des Wärme- und Stoffaustausches arbeiten, heißen regenerative Systeme. Der regenerative

Wärmerückgewinner besitzt zusätzlich eine Spülzone, durch die die Übertragung von Gasen und Teilchen von der Abluft nach dem physikalischen Prinzip der Druckdifferenz auf die Zuluft reduziert wird.

Fragestellung des Gutachtens

Bei allen rotierenden regenerativen Wärmerückgewinnern läßt sich eine Keimübertragung zwischen den Luftwegen nicht ausschließen, weil die Austauschflächen wechselnd von kontaminierter Abluft und angesaugter Zuluft berührt werden. Deshalb sollte durch experimentelle Untersuchungen die Übertragungsrate von Teilchen der Abluft auf die zugeführte Zuluft am regenerativen Wärmerückgewinner ET 12W950F durch eine Indikatorgasmessung simuliert werden. Kriterium der Prüfung war die DIN 1946 Teil 4 (Dezember 1989) und die darin festgelegte Übertragungsrate für Partikel und Gase, die weniger als $1:10^3$ zwischen Abluft- und Zuluftvolumenstrom betragen soll. Bei den experimentellen Bestimmungen der Übertragungsraten wurden die Betriebsbedingungen der Praxis berücksichtigt, die durch ein Druckgefälle vom Zuluftvolumenstrom zum Abluftvolumenstrom und durch die Rotordrehzahl begrenzt werden.

Untersuchungseinrichtung

Die Versuchsanlage ist in einem Forschungslabor des Instituts für Hygiene der Medizinischen Universität zu Lübeck aufgestellt. Verwendet wurde ein Wärmerückgewinner ET 12W950F mit einem Rotordurchmesser von 950 mm. Der für diese Versuche verwendete Wärmerückgewinner wurde der normalen Fertigung entnommen. An das Gehäuse des Wärmerückgewinners waren, wie in der Praxis üblich, Kanäle für Außenluft, Fortluft, Abluft und Zuluft angeflanscht. Die Versuchsanlage des Instituts ist für wissenschaftliche Untersuchungen errichtet und dementsprechend mit allen erforderlichen Einrichtungen versehen worden, die für die Bestimmung der Übertragungsraten erforderlich sind. Zur Förderung der Luft wurde zwei getrennt zu regelnde Gebläse für Zu- und Abluft verwendet. Der Volumenstrom betrug bei den Untersuchungen ca. 3.500 m^3 pro Stunde. Die Strömungsgeschwindigkeiten entsprachen den praxisüblichen Werten und lagen bei ca. 2,7 m pro Sekunde. Der Rotor des Wärmerückgewinners lief bei den Versuchen mit Betriebsdrehzahlen von 4 pro Minute bis 10 pro Minute. Die Druckdifferenzen zwischen Zuluftvolumenstrom und Abluftvolumenstrom betrugen 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa und 250 Pa.

Beschreibung der Untersuchungen

Die Übertragung entsprechen der DIN 1946 Teil 4 und bezieht sich auf Partikel (Keime) und Gase, die vom Abluftvolumenstrom durch die Wärmerückgewinnung auf den Zuluftvolumenstrom übertragen werden können.

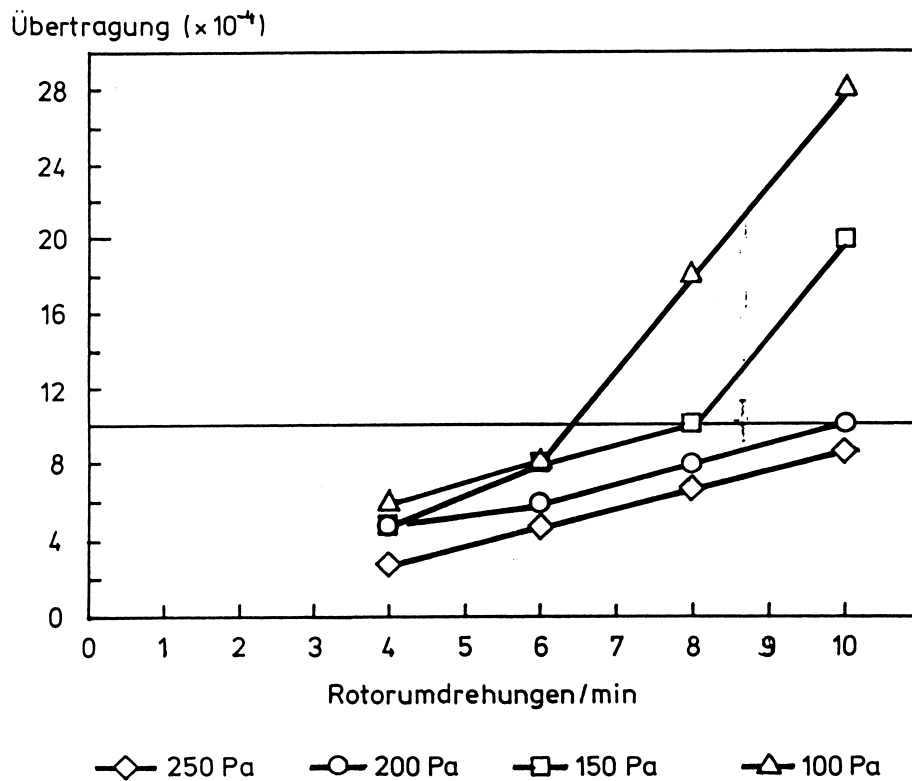
Für Untersuchungen von in strömender Luft getragenen Teilchen hat sich die Verwendung von Indikatorgas, z.B. Distickstoffmonoxid ("Lachgas, N_2O ") bewährt. Obwohl mit dieser Methode kein direkter Nachweis der Teilchenübertragung erfolgen kann, besteht eine weitgehende Vergleichbarkeit zwischen Gas- und Teilchenübertragung. Das Verhalten aller Festteilchen innerhalb der Gasströmung, zu denen auch die Mikroorganismen zählen, wird maßgeblich von den Strömungsgesetzen beeinflusst. Ihr Bewegungsablauf wird von den statischen und dynamischen Kräften bestimmt, die sich aus den Massenkräften der Teilchen und den hydrodynamischen Kräften wie Widerstand und Quertrieb zusammensetzen. Mikroorganismen und die sie tragenden Teilchen haben sehr kleine Abmessungen. Die wesentliche Komponente der auf das Teilchen wirkenden statischen und dynamischen Kräfte ist der Widerstand, dem sie im Gasstrom ausgesetzt sind. Er wirkt als Kraft in Strömungsrichtung, so daß die Teilchen im wesentlichen passiv der Trägerströmung folgen. Die Trägerströmung ihrerseits kann als durch die Teilchen unbeeinflusst angesehen werden, da deren Volumen- und Massenanteil sehr klein sind. Die Norm (DIN 1946 Teil 4) erlaubt deshalb den analogen Nachweis durch Bestimmung der Gasübertragungsrate.

Mit Hilfe des Indikatorgases Distickstoffmonoxid lassen sich auch noch sehr niedrige Konzentrationen nachweisen, wie dies zur Bestimmung der Übertragungsrate, die kleiner als $1:10^3$ sein soll, erforderlich ist. Der Vorteil des Indikatorgases Distickstoffmonoxid besteht vor allem darin, daß es sich unter den Versuchsbedingungen nahezu wie ein Edelgas verhält, normalerweise in der Atmosphäre nicht vorzufinden ist und für den Nachweis im infraroten Licht markante Absorptionsbanden zeigt, so daß es mittels Infrarotspektrometrie in einem weiten Konzentrationsbereich von 0,02 ppm bis 2000 ppm nachzuweisen ist.

In den Abluftvolumenstrom wurde Distickstoffmonoxid emittiert und die Konzentration in dem Volumenstrom vor dem Wärmerückgewinner bestimmt. Verwendet wurde hierfür das Gasanalysegerät Typ Miran IA der Firma Antechnica, mit einer variablen optischen Weglänge von 0,75 m bis 21,75 m bei 4,6 μm Wellenlänge.

Untersuchungsergebnisse

Die Übertragung setzt sich zusammen aus dem internen Leckluftstrom und dem Mitrotationsluftstrom. Der interne Leckluftstrom wird von der Druckdifferenz zwischen Zuluft- und Abluftvolumenstrom beeinflusst, der Mitrotationsluftstrom von der Umdrehungszahl des Rotors. Die Übertragungsrate lag in Abhängigkeit von den Versuchsbedingungen zwischen kleiner $0,5 \cdot 10^{-3}$ und $2,8 \cdot 10^{-3}$.

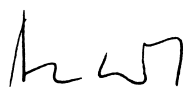


Beurteilung

Aufgrund der für die Funktion erforderlichen Konstruktion läßt sich bei Wärmerückgewinnern mit Rotoren, auch mit Reinigungssektor eine Teilchen- und damit Keimübertragung sowie eine Gasübertragung vom Abluftvolumenstrom auf den Zuluftvolumenstrom nicht vollständig ausschließen. Aufgrund der experimentellen Untersuchungen mit dem Wärmerückgewinner ET 12W950F, die mit Distickstoffmonoxid durchgeführt wurden, betragen die Übertragungsraten weniger als $1:10^3$ unter folgenden Betriebsbedingungen:

Druckdifferenz ΔP zwischen Zuluft- und Abluftvolumenstrom (Pa)	Rotordrehzahl n^{-1}
100	0 - 6,5
150	0 - 8
200	0 - 10
250	0 - 10

Der Wärmerückgewinner ET 12W950F entspricht den Forderungen der DIN 1946 Teil 4 (Dezember 1989) und ist unter den angeführten Betriebsbedingungen für den Einsatz in Krankenhäusern geeignet.


(Prof. Dr. med. J. Beckert)


(Dipl.-Ing. R. Keller)