

23 (1996) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

K. Sedlbauer, D. Oswald, N. König

Hygienische Gefährdung durch Heizanlagen mit offenen Luftkreisläufen

1. Einleitung

Zur Reduzierung des Heizwärmebedarfs von Gebäuden sind Systeme entwickelt worden, die Hohlräume in Bauteilen zum Transport und die Bauteilmassen zur Speicherung von Solarenergie nutzen (vgl. Bild 1). Aus energetischen Gründen besteht die Notwendigkeit, diese Massiv-Bauteile z.T. durch offene Luftkreisläufe zu be- oder entladen. Dabei entsteht bei

ungünstigen Außen- und Innenklimabedingungen mikrobielles Wachstum, das die Gebrauchstauglichkeit einschränkt, was zu einem ungünstigen Kosten-Nutzen-Verhältnis führt. Es wurde eine Methode entwickelt, die es gestattet, mit Hilfe von Kennwerten zu den Bauteilen und Betriebszuständen das hygienische Gefährdungspotential und damit die Gebrauchstauglichkeit einer hybriden Heizanlage mit einem offenen Luftkreislauf festzustellen.

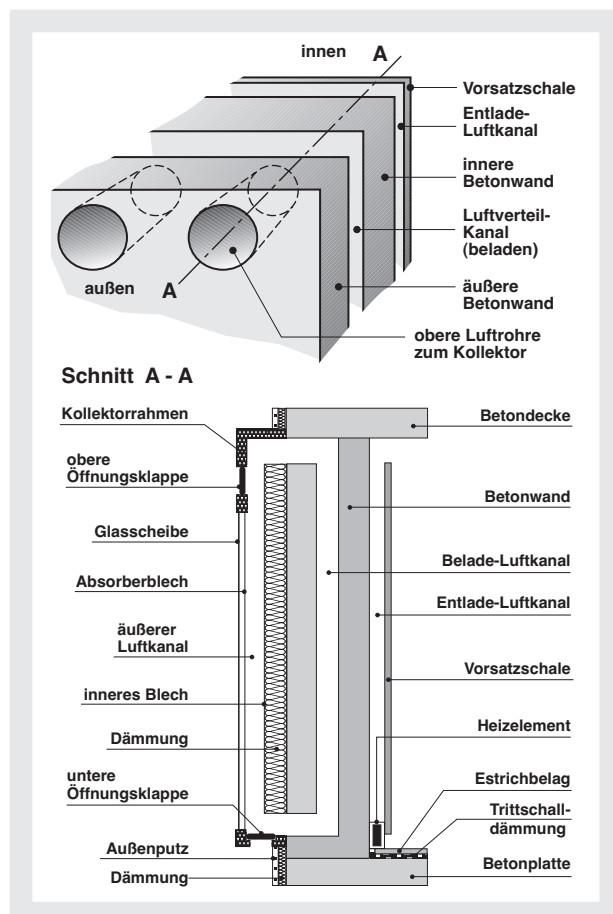


Bild 1: Schematische Darstellung eines Kollektor-Wand-Systems als Draufsicht (oben) und als Vertikalschnitt (A-A, unten).

2. Hygienische Gefährdung

Die hygienische Gefährdung besteht in einer Besiedlung und Ausbreitung von Krankheitserregern wie Bakterien, Viren oder Schimmelpilzen in den Hohlräumen und Luftkanälen. Wachstum und Ausbreitung der Erreger hängen ab von den Randbedingungen an den Bauteiloberflächen. Die vier wichtigsten Parameter sind Temperatur, relative Feuchte und Luftgeschwindigkeit in der Anlage sowie ein entsprechender Nährboden. Während Bakterien zum Wachstum relative Luftfeuchten von mindestens 90 % benötigen, können gewisse Schimmelpilzarten schon ab Feuchtegraden von 65 % gedeihen. Daher wird generell ab einer relativen Luftfeuchte in der Anlage von 65 % ein Gefährdungspotential gesehen. Die größte Temperaturbandbreite für das Gedeihen liegt beim Schimmelpilz vor, nämlich das Intervall zwischen 0 °C und 50 °C. Daher muß in diesem Temperaturbereich eine Gefährdung angenommen werden. Ein Nahrungsangebot in Form organischer Substanzen für Schimmelpilze ist vorhanden, wenn ein wesentlicher Staubeintrag in die Anlage gegeben ist; dies ist immer der Fall, wenn kein Filter verwendet wird. Ist erst einmal eine Stelle von Schimmelpilz besiedelt, so ist es eine Frage der Luftgeschwindigkeit, ob sich einzelne Sporen von dem befallenen Anlagenteil ablösen, an anderen Teilen der Konstruktion haften bleiben und sich vermehren. Die kritische Geschwindigkeit liegt, experimentell bestimmt, bei 0,5 m/s und damit bei den für o.g. Systeme typischen Bedingungen.

3. Prognosemethode

Die Vorgehensweise der Prognose ist in Bild 2 schematisch dargestellt. Dabei muß zunächst die tiefste Temperatur stationär mittels einer mehrdimensionalen Finiten-Differenzen-Methode berechnet werden. Anschließend wird in Abhängigkeit von den außen- und innenklimatischen Randbedin-

gungen der Temperaturverlauf und der Verlauf der relativen Luftfeuchte an der am niedrigsten temperierten Stelle für verschiedene Betriebszustände instationär berechnet. Damit kann insgesamt ermittelt werden, zu welchen Zeiten ein hygienisches Gefährdungspotential z.B. durch Schimmelpilz-

wachstum vorliegt. Für die Verknüpfung von Temperatur und Feuchte steht die Fuzzy-Logik zur Verfügung. Sie berücksichtigt die in der Natur vorhandene Unschärfe (z.B. bei der Angabe eines für das Wachstum der Schimmelpilze günstigen Temperaturbereiches). Die Funktionsverläufe der einzelnen Einflußfaktoren (in der Fuzzy-Logik Zugehörigkeitsfunktionen genannt) stellen die Wahrscheinlichkeiten dar, mit der das jeweilige Element (Feuchte, Temperatur) zur Menge "Schimmelpilzwachstum" gehört. Daß im Fall einer erfüllten Wachstumsbedingung beide Bedingungen eingehalten sein müssen, bedeutet in der Fuzzy-Theorie, daß die kleinere Zugehörigkeit bzw. Wahrscheinlichkeit beider Faktoren zum Tragen kommt. Die Rückübersetzung der verknüpften Werte der Zugehörigkeitsfunktionen nennt man "Defuzzifizierung". Das Ergebnis ist wieder eine Wahrscheinlichkeit. Hier wird die Qualität d. h. die Stärke des Wachstums ausgedrückt. Die Defuzzifizierung der Minimalfunktion ergibt also nicht nur eine Aussage, ob Wachstum möglich ist oder nicht, sondern darüber hinaus, in welchem Maße Wachstum geschieht. Im Fall des Schimmelpilzes spielt auch die Zeit eine Rolle. Wachstum ist gegeben, wenn die Bedingungen von Temperatur und Feuchte 3 h täglich erfüllt sind. Bild 3 zeigt die Fuzzy-Zugehörigkeitswerte zum Wachstum. Kein oder geringes Wachstum bedeutet keine Gefährdung, ab mittleren oder optimalem Wachstum ist von hygienischer Gefährdung auszugehen.

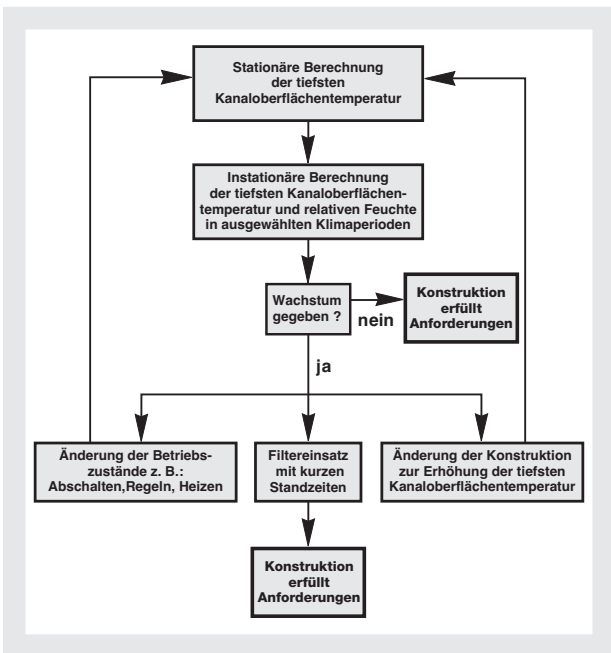


Bild 2: Flußdiagramm zur Ermittlung des hygienischen Gefährdungspotentials von offenen Luftkreisläufen.

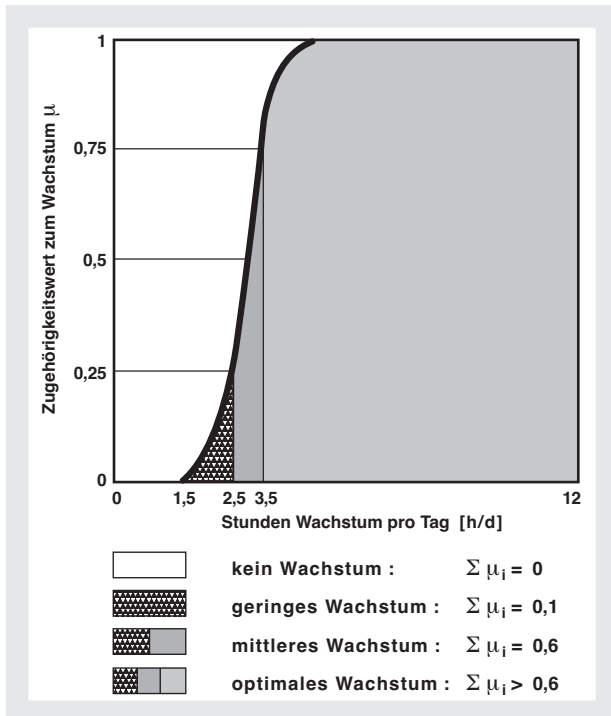


Bild 3: Der Einflußfaktor Zeit und die Zugehörigkeitswerte zur Klassifizierung des Schimmelpilzwachstums nach der Fuzzy-Theorie.

4. Validierung an einem Beispielsystem

In einem Beispiel einer ausgeführten Anlage, die Bild 1 zeigt, mit einem innen offenen Luftkreislauf wurde die Vorgehensweise dargestellt und validiert. Die Berechnungen ergaben, daß ein hygienisches Gefährdungspotential (relative Feuchte oberhalb 65 %, Oberflächentemperatur über 0 °C) für dieses Beispiel in kalten Winterperioden (mittlere Außenlufttemperatur -10 °C) und im Herbst (mittlere Außenlufttemperaturen 13 °C) beim 8 cm dicken Mauerwerk gegeben ist. Die erste Möglichkeit, durch Erhöhung der Dicke der Speicherwand von 8 auf 36 cm die Oberflächentemperatur anzuheben und damit die relative Feuchte zu senken, zeigte, daß in der Herbstperiode keine Gefährdung mehr besteht. Eine andere Maßnahme, das Gefährdungspotential auszuschließen, besteht im Einschalten eines Heizelementes, dessen Heizleistung in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur so geregelt ist, daß an der kritischen Stelle die relative Luftfeuchte den Wert 65 % nicht überschreitet. Dazu bietet die Fuzzy-Logik eine gute Möglichkeit, diese Zusatz-Heizanlage zu steuern.

5. Schlußfolgerung

Mit der vorgestellten Prognosemethode steht ein Instrument zur Verfügung, das an einer konkret zu planenden Anlage mit offenen Luftkreisläufen von der konstruktiven und betriebstechnischen Seite die Gebrauchstauglichkeit sicherstellen kann.

6. Literatur

- [1] Oswald D., Sedlbauer K., König N.: Analyse und Diagnose der hygienischen Zustände und Wartungsnotwendigkeiten in Außenwänden mit offenen Luftkreisläufen bei hybriden Heizsystemen. Bericht GB 128/1995, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart, November 1995.



Fraunhofer Institut
Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis

D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00

D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0