Fraunhofer Institut Bauphysik

IBP-Mitteilung 388

28 (2001) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

K. Sedlbauer, W. Zillig, M. Krus

Isoplethensysteme ermöglichen eine Abschätzung von Schimmelpilzbildung

Hintergrund und Zielsetzung

Schimmelpilzbefall hat in letzter Zeit wieder vermehrt von sich reden gemacht. Seine Beseitigung bzw. Vermeidung führt nicht nur zu erheblichen Kosten. Schimmelpilze können auch die Gesundheit der Bewohner gefährden. Zur Vermeidung von Schimmelpilzbildung in Gebäuden muß eine Verhinderungsstrategie entwickelt werden, die von den Wachstumsvoraussetzungen für Schimmelpilze ausgeht und die komplexen bauphysikalischen instationären Vorgänge berücksichtigt. In [1] wurde daher ein Verfahren entwickelt, das die Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf Basis der biologischen Wachstumsvoraussetzungen von Schimmelpilzen bei instationären Randbedingungen ermöglicht. Das neue Verfahren besteht aus zwei aufeinander aufbauenden Vorhersagemodellen, nämlich dem Isoplethenmodell und dem instationären biohygrothermischen Modell.

Wachstumsvoraussetzungen und Isoplethenmodell

Es hat sich gezeigt, daß die drei wesentlichen Wachstumsvoraussetzungen „Temperatur, Feuchte und Substrat“ über eine bestimmte Zeitperiode simultan vorhanden sein müssen, um Pilzwachstum zu ermöglichen. Das Isoplethenmodell ermöglicht auf Basis von Isoplethensystemen die Ermittlung der Sporenauskeimungszeiten und des Myzelwachstums, wobei auch der Substrateinfluß berücksichtigt wird. Ein Isoplethensystem besteht aus einem von der Temperatur und der relativen Feuchte abhängigen Kurvensystem, den sog. „Isoplethen“, die zur Vorhersage von Sporenkeimung Auskeimungszeiten (Bild 1), im Falle der Beschreibung des Myzelwachstums Wachstum pro Zeiteinheit (Bild 2) darstellen.

Zwischen einzelnen Pilzspezies ergeben sich signifikante Unterschiede. Daher wurden bei der Entwicklung allgemein gültiger Isoplethensysteme nur Pilze berücksichtigt, die in Gebäuden auftreten und gesundheitsbeeinträchtigend sind. Für diese etwa 200 Spezies sind quantitative Angaben zu den Wachstumsparametern Temperatur und Feuchte zusammengestellt worden [1]. Die in Bild 1 gezeigten Isoplethensysteme berücksichtigen die Wachstumsvoraussetzungen dieser Pilze. Die sich dabei ergebenden untersten Grenzen möglicher Pilzaktivität werden LIM (Lowest Isopleth for Mould) genannt. Das linke Isoplethensystem in Bild 1 zeigt die Wachstumsvoraussetzungen für optimalen Nährboden. Um den Einfluß des Substrats, also des Untergrundes oder ggf. eventueller Untergrundverunreinigungen, auf die Schimmelpilzbildung berücksichtigen zu können, werden

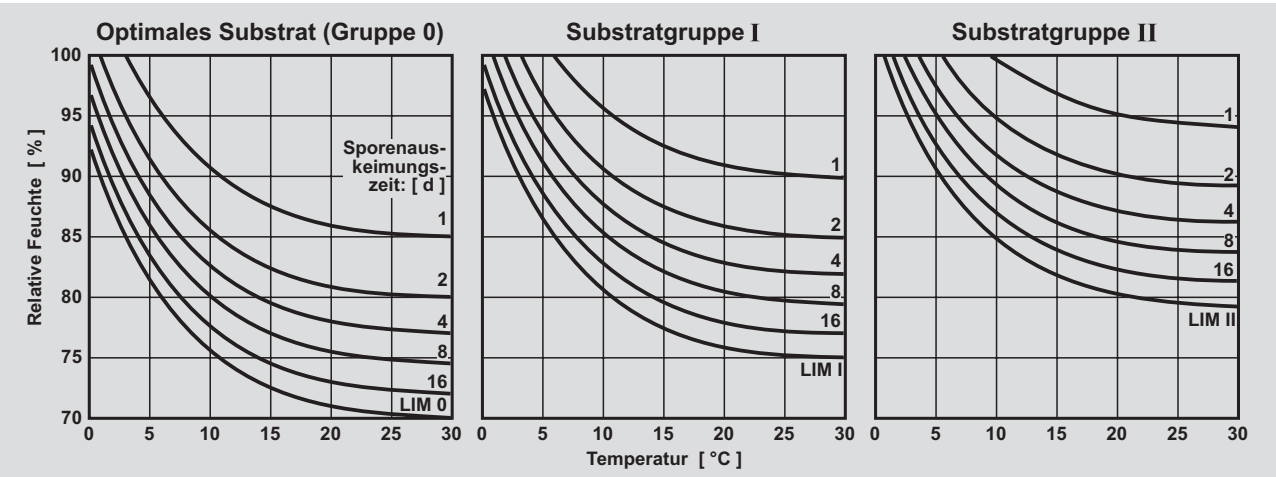

Bild 1: Verallgemeinertes Isoplethensystem für Sporenauskeimung, das für alle im Bau auftretende Pilze gilt. Bild links gilt für optimales Substrat, Mitte für Substratgruppe I und Bild rechts für II. Die angegebenen Werte charakterisieren die Zeitdauer, nach welcher eine Keimung abgeschlossen ist. LIM: Lowest Isopleth for Mould

Isoplethensysteme für zwei Substratgruppen (Grenzkurve z.B. LIM I) vorgeschlagen, die aus experimentellen Untersuchungen abgeleitet wurden. Dazu erfolgte in [1] eine Definition von Substratgruppen, denen unterschiedliche Untergründe zugeordnet werden:

Substratgruppe 0:
Optimaler Nährboden (z.B. Vollmedien). Diese Isoplethensysteme bilden für alle in Gebäuden auftretenden Schimmelpilze die absolute Wachstumsgrenze.

Substratgruppe I:
Biologisch verwertbare Substrate, wie z.B. Tapeten, Gipskarton, Bauprodukte aus gut abbaubaren Rohstoffen.

Substratgruppe II:
Baustoffe mit porigem Gefüge, wie z.B. Putze, mineralische Baustoffe, manche Hölzer sowie Dämmstoffe, die nicht unter Substratgruppe I fallen.

Im Fall einer starken Verschmutzung sollte stets die Substratgruppe I zugrunde gelegt werden.

Funktionsweise des Isoplethenmodells und Anwendungsbeispiel

Um einen Vergleich der biologischen Wachstumsvoraussetzungen mit den errechneten hygrothermischen Bedingungen zu ermöglichen, müssen auf Basis des Isoplethenmodells die ermittelten instationären Verläufe von Temperatur und relativer Feuchte in der Bauteiloberfläche mit den Angaben der Sporenauskeimungszeiten bzw. des Myzelwachstums in den entsprechenden Isoplethensystemen verglichen werden. Die Wachstumsbedingungen, welche durch die zeitlichen Verläufe von Temperatur und relativer Feuchte charakterisiert werden, dienen als Eingangsdaten.

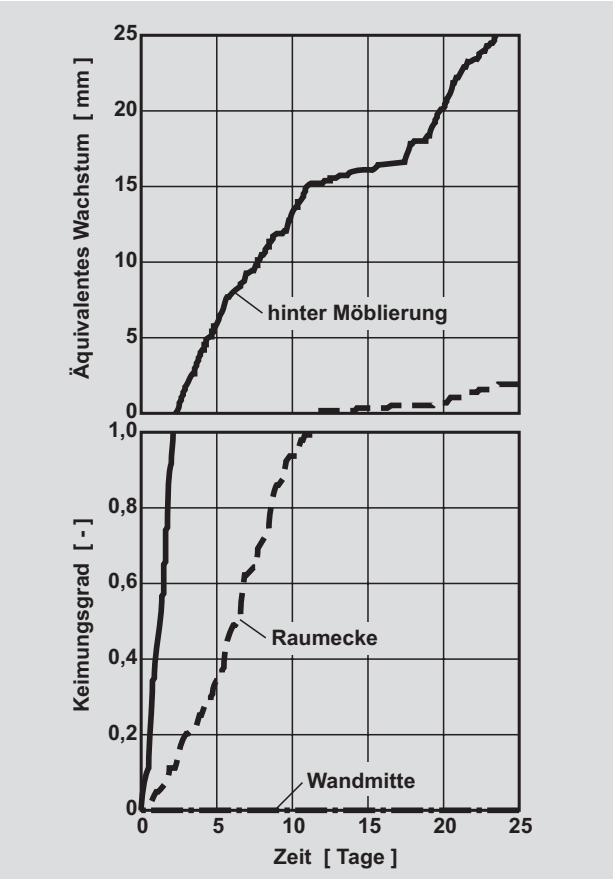

Bild 2: Mit dem Isoplethenmodell ermittelte Zeitverläufe von Keimung und Wachstum der Spore nach dem Isoplethenmodell für 3 verschiedene Stellen (Wandmitte, Ecke und hinter Möblierung).

Um instationäre Verläufe, die aus bauphysikalischen Untersuchungen stammen, mit Hilfe des Isoplethenmodells ebenfalls erfassen und bewerten zu können, werden auf Basis der entsprechenden Isoplethensysteme für Sporenauskeimung die zeitlichen Beiträge, die einzelne hygrothermische Zustände zur Sporenauskeimung liefern, aufsummiert; d.h. es wird mit Hilfe der einzelnen Isolinien (z.B. 4 Tage) angegeben, welchen Beitrag ein Stundenwert, der beispielsweise auf dieser Isolinie liegt, zur Sporenauskeimung liefert, nämlich 1 / (4 Tage x 24 Stunden) = 0,01. Diese Werte werden addiert und als zeitlicher Verlauf aufgetragen. Erreicht der Summenwert 1, so wird davon ausgegangen, daß Sporenauskeimung auftritt und der Pilz zu wachsen beginnt. Dadurch ergibt sich eine einfache Bewertungsmöglichkeit.

In einem Schadensfall wurde im Schlafzimmer einer Wohnung im 1. Obergeschoß an der Außenwand eines im Jahr 1955 gebauten Gebäudes Schimmelpilzbefall hinter einem Einbauschrank festgestellt. Die innere und äußere Oberflächen- sowie Lufttemperatur wurde während einer kalten Periode über eine längere Zeitspanne gemessen und ausgewertet. Des weiteren war die relative Feuchte im Schlafraum meßtechnisch erfaßt worden. In Bild 2 unten sind auf Basis dieser Meßwerte die ermittelten Ergebnisse für die Sporenauskeimung an der Wandinnenoberfläche in Wandmitte, in der Raumecke und hinter einer Möblierung an der Außenwand dargestellt. Nur hinter der Möblierung ergibt sich eine rasche Sporenauskeimung. In der Raumecke wird die Sporenauskeimung erst nach wesentlich längerer Zeit erreicht.

Analog kann mit Hilfe der substratspezifischen Isoplethensysteme für Myzelwachstum angegeben werden, wie die Pilze weiterwachsen. Das Myzelwachstum wird dazu in analoger Weise auf Basis der entsprechenden Isoplethensysteme ermittelt. Es erfolgt hierbei wieder die Bildung eines Summenwertes, der für den Beispielfall eines Pilzbefalls im Innenraum in der oberen Graphik des Bildes 2 dargestellt ist. In der Raumecke wird durch kurzzeitig vorhandene gute Wachstumsbedingungen die Sporenauskeimung erreicht, es kommt allerdings zu keinem nennenswerten Myzelwachstum. Dies ist hinter einer Möblierung anders. Dort wird ein großflächiger Pilzbefall prognostiziert, was auch in der Realität beobachtet werden konnte.

Das vorgestellte Isoplethenmodell kann eine durch Trockenperioden auftretende Austrocknung bzw. Absterben der Sporen nicht berücksichtigen, deshalb wurde in [1] zusätzlich ein auf dem Isoplethenmodell aufbauendes, biohygrothermisches Modell entwickelt.

Literatur

[1] Sedlbauer, K.: Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen. Dissertation Universität Stuttgart (2001).

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

Herstellung und Druck: Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB, Satz- und Druckcenter
Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik