

Einfluss des Heizsystems auf Schimmelpilze in Wohnungen

Raumluftabhängige Gasetagenheizungen statistisch deutlich seltener betroffen

Dr.-Ing. Klaus-Dieter Clausnitzer*

Über 900 Mietwohnungen in älteren Mehrfamilienhäusern wurden 2005 vom bremer energie institut auf das Vorhandensein von Schimmelpilz untersucht. Dabei wurden u. a. die Größe des Befalls sowie der Zusammenhang zwischen der Art des Heizsystems, dem Vorhandensein dichter Fenster und der Wohnungsbelegung auf die Schimmelpilzbildung analysiert. Ergebnis ist unter anderem, dass Wohnungen mit raumluftabhängigen Gasetagenheizungen statistisch signifikant deutlich seltener von „Schimmelpilzbefall“ betroffen sind als anders beheizte Wohnungen. Ferner zeigte die Untersuchung, dass mehr als 20 % der Mietwohnungen Schimmelpilz-Befall aufweisen.

Schimmelpilze in Wohnungen sind ein verbreitetes Problem. Sie können Auswirkungen auf die Gesundheit der Bewohner haben und den Wert des Gebäudes beeinträchtigen. Es besteht deshalb ein vielfältiges Interesse, Schimmelpilze zu vermeiden. In diesem Zusammenhang lässt eine These aufhorchen, die in der Wohnungswirtschaft kursiert: Danach wird in Wohnungen mit Gasetagenheizungen deutlich seltener Schimmelpilzbildung beobachtet als in Wohnungen, die durch eine Gebäudezentralheizung beheizt werden.

Der technische Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein einer Gasetagenheizung und einem geringeren Risiko für Schimmelpilzbefall ist leicht erklärt. Gasetagenheizungen sind in aller Regel in den Wohnungen installiert. In den meisten Fällen handelt es sich um Anlagen, die ihre Verbrennungsluft der Raum-

luft entnehmen. Die in der Raumluft enthaltene Feuchtigkeit wird beim Betrieb der Anlage mit dem Abgas über den Schornstein nach außen abgeführt. Zusätzlich besteht bei raumluftabhängigen Geräten über die so genannte Strömungssicherung ein offener Zugang der Raumluft zum Schornstein. Auch in Zeiten des Nicht-Betriebs der Heizung wird deshalb Feuchtigkeit abgeführt. Zurzeit ist in etwa jeder zehnten Wohnung in Mehrfamilienhäusern eine Gasetagenheizung vorhanden. Nach Daten des Statistischen Bundesamtes sind dies ca. 2,0 Mio. Wohnungen (Bild 2).

Die Untersuchung

In einem von der Vereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach (figawa e.V.) geförderten Forschungsvorhaben [1] wurde insbesondere untersucht, ob die folgende These belegt werden kann: „In Wohnungen in Mehrfamilienhäusern mit raumluftabhängiger Gasetagenheizung ist statistisch signifikant seltener Schimmelpilz zu beobachten als in Wohnungen ohne ein solches Heizsystem“. Mit dem Begriff „ohne ein solches Heizsystem“ ist gemeint, dass solche Wohnungen durch eine Gebäudezentralheizung, durch Fernwärme, elektrische Nachtspeicherheizung oder andere raumluftunabhängige Heizungen beheizt und mit Warmwasser versorgt werden. Nach Sichtung der Literatur ergab sich, dass eine Verifizierung nur durch eine eigene Feldforschung erfolgen konnte. Zur Herangehensweise und den statistischen Auswertungen wurde das Institut für Statistik der Universität Bremen hinzugezogen.



■ Bild 1: Wohnungen mit raumluftabhängigen Gasetagenheizungen sind statistisch signifikant deutlich seltener von „Schimmelpilzbefall“ betroffen als gebäudezentral beheizte Wohnungen.

*) Dr.-Ing. Klaus-Dieter Clausnitzer, wissenschaftlicher Mitarbeiter im bremer energie institut

Da natürlich nicht alle Wohnungen in Deutschland begangen werden konnten, wurde eine geeignete Stichprobe gebildet. Ihre notwendige Größe wurde danach bestimmt, dass statistisch signifikante Aussagen auch dann möglich sein sollten, wenn sich ein extremer Einfluss der Art des Heizsystems herausstellen sollte. In diesem „Schieflastfall“ würden etwa 1000 Wohnungen benötigt werden. Die Stichprobe war gemäß der Fragestellung so anzulegen, dass die Art des Heizsystems (raumluftabhängige Gasetagenheizung ja oder nein) den wesentlichen Unterschied bezüglich der Gebäude bildete. Um möglichst gleichartige Gebäude zu betrachten, wurde der Fokus auf Mehrfamilienhäuser gelegt; Ein- und Zweifamilienhäuser wurden nicht betrachtet. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurden nur Gebäude berücksichtigt, deren Wärmeschutz gleichartig war. Insbesondere wurden nur Gebäude einbezogen, deren Außenwände gegenüber dem Ursprungszustand nicht mit einer äußeren Wärmedämmung versehen worden waren.

Mithilfe vier großer Wohnungsunternehmen wurden Mehrfamilienhäuser mit und ohne Gasetagenheizung ausgesucht, deren Wohnungen begangen werden konnten. Da die Erhebung nur mit Einwilligung und bei Anwesenheit der Mieter stattfinden konnte, wurde eine etwa fünf Mal so große Bruttostichprobe gebildet wie im „Schieflastfall“ benötigt würde. Im Zeitraum Mai bis Juli 2005 wurden die Wohnungen durch geschulte Studenten („Interviewer“) begangen, sofern die Wohnungen nicht leer standen, die Mieter angetroffen

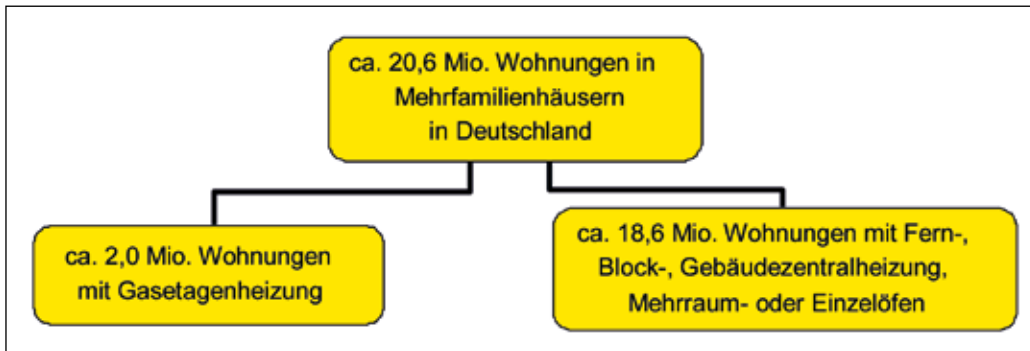
wurden und diese die Teilnahme nicht verweigerten.

Standardisierte Erhebung

Die Stichprobe entstand nach Vorauswahl bestimmter Merkmale („geschichtet“) wie: im Eigentum einer der Wohnungsgesellschaften, Mehrfamilienhaus, raumluftabhängige Gasetagenheizung oder Gebäudezentralheizung vorhanden, keine nachträgliche Wärmedämmung der Außenwände von außen oder als Kerndämmung. Die Vorauswahl enthielt keine Information darüber vor, ob Schimmelpilzbefall vorhanden war oder nicht. Insgesamt wurden 1095 Wohnungen begangen. Nachträglich ausgeschlossen wurden Wohnungen, bei denen sich durch die Begehung herausstellte, dass doch eine nachträgliche Dämmung der Außenwände vorhanden war. Übrig blieben 923 Wohnungen mit 4554 Räumen. Diese sind auf 171 Mehrfamilienhäuser in Bremen und Bremerhaven verteilt. Die Bilder 3 und 4 vermitteln einen Eindruck von der Art der untersuchten Gebäude.

Mit einem standardisierten Erhebungsbogen, der nach dem Muster des Erhebungsbogens des „Schimmelpilzleitfadens“ des Umweltbundesamtes erstellt wurde, wurden wichtige Merkmale der Wohnungen vor Ort aufgenommen. Dabei wurde u. a. das Vorhandensein von frischen Feuchtigkeitsflecken, sichtbaren Schimmelpilzen und Schimmelpilzgeruch erfasst. Im Folgenden werden diese drei Begriffe unter „Schimmelpilzbefall“ subsumiert.

Das Vorhandensein von „Schimmelpilzbefall“ wurde durch Sicht- und Geruchskontrolle der Interviewer aufgenommen. Eine zusätzliche Messung der kultivierbaren Schimmelpilze in der Luft bzw. im Hausstaub, durch Se-



■ Bild 2: Zur Art der Beheizung von Wohnungen.

dimentation oder durch Messung in Material- und Oberflächenproben oder MVOC-Messungen sowie ein Einsatz von Schimmelpilzspürhunden erfolgte nicht. Diese Methoden wurden wegen ihrer Kosten und auch ihrer Ungenauigkeit verworfen. Leider können Schimmelpilze nicht sicher entdeckt werden. Prof. Troge, der Leiter des Umweltbundesamtes, hat dies so formuliert: „Bis heute gibt es in der Fachwelt keine schlüssige Antwort auf die schwierige Frage, wie Schimmelpilzschäden methodisch sicher und auf einheitliche Weise zu erfassen sind und wie man insbesondere verdeckte Schäden feststellen kann. Auch die gesundheitliche Bewertung der Schimmelpilzbelastungen geschieht wegen einer Reihe noch offener Fragen nicht immer sicher.“

Für die vorliegende Untersuchung liegen jedoch keine Anzeichen dafür vor, dass die mögliche Nicht-Erkennung von Schimmelpilz durch die Art des Heizsystems beeinflusst wird. Deshalb ist der Nicht-Erkennungs-Fehler als gleichverteilt anzunehmen.

Aufgrund der nicht diskriminierenden Auswahl der Gebäude ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse auf eine große Zahl von Wohnungen in Mehrfamilienhäusern des älteren nicht nachträglich gedämmten Wohnungsbestands übertragen werden können. Die erhobenen Daten wurden in eine elektro-

nische Form gebracht. In verschiedenen Kontrollen wurde geprüft, ob die im Erhebungsbogen notierten und die abgetippten Daten logisch richtig sein konnten. In einer Stichprobe wurde die Fehlerhäufigkeit des Dateneintippens kontrolliert. In ca. 0,3 % der Daten ergaben sich Eintippfehler. Da sich bei einem Eintipper die Eintippfehler auf zwei wichtige Erhebungsmerkmale konzentrierten, wurden alle Fälle dieses Eintippers überprüft und ggf. geändert.

Zentrale Ergebnisse

Ein zentrales Ergebnis zeigt die Tabelle 1. Mit der Unter-

suchung wurde tatsächlich nachgewiesen, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein bzw. Betrieb einer raumluftabhängigen Gasetagenheizung und dem Nicht-Vorhandensein von „Schimmelpilzbefall“ zu beobachten ist. In 239 von 920 Wohnungen wurde „Schimmelpilzbefall“ beobachtet. Dies entspricht einer Quote von 25,9%.

Das zweite zentrale Ergebnis besteht darin, dass ein deutlicher, nicht zufälliger Zusammenhang zwischen der Art des Heizsystems und dem Vorkommen großer Schimmelpilz-Schadensbilder existiert. In Wohnungen mit

raumluftabhängiger Gasetagenheizung sind statistisch signifikant weniger häufig frische Feuchtigkeitsflecken bzw. Schimmelpilzbefall $> 1 \text{ m}^2$ und auch > 1 DIN A4-Blatt sichtbar als in Wohnungen mit Gebäudezentralheizung. Die Irrtumswahrscheinlichkeit liegt bei unter 3 bzw. unter 1%. In Wohnungen mit Gebäudezentralheizung werden demnach etwa doppelt so oft große Schimmelpilzschäden angetroffen wie in Wohnungen mit raumluftabhängiger Gasetagenheizung (in 5,9 statt 2,9% der Wohnungen). Tabelle 2 zeigt die Daten zur Größe des Schimmelpilzbefalls „ $> 1 \text{ m}^2$ “. Ausgeschlossen sind in Tabelle 2 sechs Fälle mit anderem Heizsystem.

Weitere Ergebnisse

Befallene Räume

In 424 von 4554 Räumen, das sind ca. 9%, wurde „Schimmelpilzbefall“ beobachtet. Am häufigsten ist in Räumen, die als Schlafraum genutzt werden, „Schimmelpilzbefall“ wahrnehmbar: 12 % aller zum Schla-



■ Bilder 3 und 4: Beispiele für untersuchte Gebäude.



■ Bild 5: Schimmelpilze in Wohnungen sind ein verbreitetes Problem.

fen genutzten Räume weisen „Schimmelpilzbefall“ auf; vgl. Tabelle 3. In 99 Wohnungen (= 41% derjenigen Wohnungen mit „Schimmelpilzbefall“) ist mehr als ein Raum betroffen.

Belegung der Wohnungen

Die Belegung einer Wohnung, d. h. die Zahl der in der Wohnung lebenden Personen, hat einen deutlichen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit eines „Schimmelpilzbefalls“: Je höher die Personenzahl, desto höher die Wahrscheinlichkeit für Befall. In nicht-befallenen Wohnungen der Stichprobe beträgt die durch-

schnittliche Belegung 1,93 Personen, in befallenen Wohnungen 2,23 Personen.

Im Rahmen einer besonderen statistischen Untersuchung – der logistischen Regression – wurde der gleichzeitige Einfluss mehrerer Merkmale auf das Vorhandensein von Schimmelpilz untersucht. Hierbei zeigte sich, dass die Belegung von erheblicher Bedeutung für die Erklärung der Befallswahrscheinlichkeit ist.

Zimmerpflanzen und Aquarien

Ein Einfluss von subjektiv durch die Interviewer festgestellten „auffällig vielen

Zimmerpflanzen“ und von Aquarien und Zimmerspringbrunnen auf den „Schimmelpilzbefall“ wurde nicht beobachtet. In jeweils 11% aller Wohnungen mit und ohne Schimmelpilzbefall sind auffällig viele Zimmerpflanzen beobachtet worden. Aquarien und Zimmerspringbrunnen sind in 5 bzw. 7% aller Wohnungen ohne und mit Schimmelpilzbefall registriert worden. Im Rahmen der logistischen Regression zeigte sich, dass diese beiden Merkmale von geringer Bedeutung für die Erklärung der Befallswahrscheinlichkeit sind.

Größe des sichtbaren Befalls

Tabelle 4 zeigt Details zur Größe des sichtbaren Befalls bezüglich der untersuchten Räume. In 39 der untersuchten 923 Wohnungen (4,2%) wurden in mindestens einem Raum frische Feuchtigkeitsflecken oder Schimmelpilzbefall in einer Größe von mehr als 1m² beobachtet. Diese 39 Fälle sind wie folgt verteilt:

- 15 Fälle wurden in Wohnungen mit raumluftabhängigen Gasetagenheizungen beobachtet. Dies sind 2,9% der insgesamt 512 Gasetagenheizungs-Wohnungen.
- 24 Fälle wurden in Wohnungen beobachtet, die durch eine Gebäudezentralheizung beheizt wurden. Dies sind 5,9% der 405 gebäudezentral beheizten Wohnungen.

Ein größerer Schimmelpilzbefall war also in gebäude-

zentralbeheizten Wohnungen etwa doppelt so häufig anzutreffen wie in Wohnungen mit raumluftunabhängiger Gasetagenheizung. In 19 der untersuchten 923 Wohnungen (13%) wurden in mindestens einem Raum frische Feuchtigkeitsflecken oder Schimmelpilzbefall in einer Größe von mehr als einem DIN-A-4-Blatt beobachtet. Anders ausgedrückt: In Wohnungen, in denen „Schimmelpilzbefall“ beobachtet wird, beträgt in der Hälfte der Fälle die Größe des Befalls mindestens in einem Raum mehr als ein DIN-A-4-Blatt.

Einfluss Lüftungseinrichtungen

Bei der Begehung wurde auch erfasst, ob und welche Lüftungseinrichtungen in der jeweiligen Wohnung (außer Fenstern) vorhanden sind. Hier wurde raumweise ermittelt, ob Schachtlüftung, Lüftungsschlitze in Fenstern, eine Abluft-Dunstabzugshaube in der Küche, ein Wand- bzw. Fensterventilator oder eine maschinelle Lüftungsanlage vorhanden ist. Als maschinelle Lüftungsanlagen wurden Abluftventilatoren angetroffen, die in 43 Bädern, 10 Küchen und wenigen anderen Räumen die Schachtlüftung verstärkten. In keinem Fall handelte es sich um komplette Wohnungslüftungsanlagen.

Die Erfassung wurde durchgeführt, weil zu vermuten war, dass das Vorhandensein solcher Lüftungseinrichtungen einen (vermeidenden) Einfluss auf den „Schimmelpilzbefall“ haben könnte, der ggf. sogar stärker sein würde als das Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein einer raumluftabhängigen Gasetagenheizung.

■ Tabelle 1: Zahl der Beobachtungen zu Feuchtigkeits- bzw. Pilzvorkommen und Heizungsart.

| | | raumluftabhängige Etagenheizung | | Summe |
|--------------------------------|------|---------------------------------|-----------------|-------|
| | | nein | ja | |
| „Schimmelpilzbefall“ vorhanden | nein | 276 = 67,3 % | 405 = 79,4 % | 681 |
| | ja | 134 = 32,7 % | 105 = 20,6 % | |
| Summe | | 410 = 100 % | 510 = 100 % | 920 |

■ Tabelle 2: Zusammenhang Heizungsart und Größe des sichtbaren Befalls > 1 m² in mindestens einem Raum.

| | | raumluftabhängige Etagenheizung | Gebäudezentralheizung | Summe |
|--|------|---------------------------------|-----------------------|-------|
| Feuchtigkeitsflecken bzw. Pilz > 1 m ² sichtbar | Nein | 497 = 97,1 % | 381 = 94,1 % | 878 |
| | Ja | 15 = 2,9 % | 24 = 5,9 % | |
| Summe | | 512 = 100 % | 405 = 100 % | 917 |

Exkurs in die Statistik

Weil die Auszählung der bereinigten Netto-Stichprobe ergeben hat, dass die Zahl der Wohnungen mit und ohne Gasetagenheizung, für die Aussagen zu „Schimmelpilzbefall“ vorliegen, unterschiedlich ist (510 Gasetagenheizungs-Wohnungen und 410 Wohnungen mit nicht raumluftabhängigen Heizsystemen, insbesondere Gebäudezentralheizung), muss diese unterschiedliche Anzahl in die Auswertung eingehen. Dies erfolgt mit dem Chi-Quadrat-Test für Vier-Felder-Tafeln. Dieser Test liefert ein allgemeines Kriterium für die Übereinstimmung der Grundgesamtheit mit einer Stichprobe. Er taugt für jede Verteilungsfunktion, ist also modellfrei. Nach dem Chi-Quadrat-Test ergibt sich die Zahl 17,29. Die Grenze, die für die Signifikanz überschritten werden muss, ist 3,84. Dies bedeutet, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein einer raumluftabhängigen Gasetagenheizung und dem „Schimmelpilzbefall“ existiert. Mit raumluftabhängiger Gasetagenheizung ausgestattete Wohnungen sind weniger oft von Schimmelpilz befallen als Wohnungen ohne ein solches Heizsystem. „Ohne ein solches Heizsystem“ heißt für die untersuchten Wohnungen, dass die Wohnungen durch eine gebäudezentrale Heizung oder Fernwärme beheizt wurden oder raumluftunabhängige Feuerstätten vorhanden waren.

Die Wahrscheinlichkeit, dass eine derart große Abweichung – wie durch den Chi-Quadrat-Test ausgedrückt – zwischen den Schimmelpilz-Befallsraten von Wohnungen mit diesen beiden Heizungstypen durch Zufall entsteht, obwohl in Wahrheit die Raten dieselben sind, beträgt weniger als 0,0005 (5×10^{-4}). Sie ist also sehr gering. Die übliche Schwelle für die Annahme einer Nicht-Zufälligkeit beträgt 0,05 (5%). Die vorgefundene Differenz ist demnach nicht mehr als Zufall zu werten. ■

Einfluss dichter Fenster

Bezüglich des Einflusses der Dichtheit von Fenstern geht man landläufig davon aus, dass dichtere Fenster Schimmelpilze provozieren. Um den möglichen Einfluss dichter Fenster zu ermitteln, wurde raumweise die Zahl der elastischen Fensterdichtungen ermittelt und bei der Auswertung angenommen, dass zwei Dichtungen eine höhere Dichtheit bewirken als eine Dichtung bzw. keine Dichtung. In der vorliegenden Untersuchung zeigte sich, dass der Einfluss dichter Fenster raumweise unterschiedlich ist. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dichten Fenstern (zwei Dichtungen) und „Schimmelpilzbefall“ besteht in den Küchen, nicht aber in den Bädern und in den zum Schlafen genutzten Räumen.

troffen als gebäudezentral beheizte Wohnungen. Dies ergab eine Felduntersuchung von 923 Wohnungen aus dem älteren Mehrfamilienhausbestand. Die Untersuchung zeigte ferner, dass in Wohnungen, die durch eine Gebäudezentralheizung beheizt werden, statistisch signifikant häufiger „Schimmelpilzbefall“ von mehr als DIN-A-4-Blatt-Größe angetroffen wird als in Wohnungen mit raumluftabhängiger Gasetagenheizung. Unter dem Begriff „Schimmelpilzbefall“ werden hier sichtbare frische Feuchtigkeitsflecken und sichtbare Schimmelpilze auf Bauteilen sowie Schimmelpilzgeruch subsummiert. ■

Literatur:

[1] Clausnitzer, K.D. Vermeiden Gasetagenheizungen Schimmelpilze? Hrsg.: bremer energie institut. Bremen. 2006.

Download unter: www.bremer-energie-institut.de.

Zusammenfassung

Wohnungen mit raumluftabhängigen Gasetagenheizungen sind statistisch signifikant deutlich seltener von „Schimmelpilzbefall“ be-

Im Ergebnis ist jedoch festzustellen, dass ein statistisch signifikanter Einfluss der o. a. Lüftungseinrichtungen auf den „Schimmelpilzbefall“ nicht beobachtet wurde. In 353 von 914 Wohnungen gab es andere Lüftungseinrichtungen außer Fenster. In 39% der nicht mit Schimmelpilz befallenen Wohnungen und 38% der mit Schimmelpilz befallenen Wohnungen standen nicht nur Fenster zur Lüftung zur Verfügung, sondern auch die o. a. anderen Lüftungseinrichtungen. Diese Differenz ist nicht als signifikanter Unterschied anzusehen.

■ **Tabelle 3: Häufigkeit von „Schimmelpilzbefall“ nach Funktion der Räume (923 Wohnungen, 239 mit Befall).**

| Raumfunktion | Räume | Räume mit gültigen Angaben zu sichtbarem Befall | | |
|---|--------|---|-------------------------|--------|
| | Anzahl | Anzahl | Räume mit Befallsbefund | |
| | | | Anzahl | % |
| Küchen | 923 | 916 | 68 | 7,4 % |
| Bäder | 923 | 917 | 104 | 11,3 % |
| Schlafen | 1243 | 1235 | 148 | 12,0 % |
| Sonstige Räume, z. B. Wohn- und Kinderzimmer ohne Schlafnutzung | 1278 | 1267 | 94 | 7,4 % |
| k. A. | 187 | 171 | 10 | 5,8 % |
| Summe | 4554 | 4506 | 424 | 9,4 % |

■ **Tabelle 4: Daten zur Zahl der Räume und zur Größe des sichtbaren Befalls. Gesamtzahl Räume = 4554. Räume mit sichtbarem Befall = 401.**

| Raumfunktion | Befalls-Fläche < Postkarte | Befalls-Fläche zwischen Postkarte und DIN A4 | Befalls-Fläche zwischen DIN A4 und 1 m ² | Befalls-Fläche > 1 m ² |
|--------------|----------------------------|--|---|-----------------------------------|
| Küche | 13 | 33 | 12 | 6 |
| Bad | 34 | 34 | 28 | 6 |
| Andere Räume | 50 | 74 | 70 | 41 |
| Summe | = 97 | = 141 | = 110 | = 53 |