

Modul 3: Raumklima

3.1 Material zu diesem Modul

TeilnehmerInnenskript:	ja
Arbeitsblätter:	ja
Powerpointpräsentation:	ja
Sonstiges:	Raumluftthermometer, Oberflächenthermometer, Hygrometer, Wasserkocher und eine große Glasschüssel oder Plexiglashaube; Pappkärtchen

3.2 Lernziele

Nach dieser Einheit sollen die KT die Haupteinflussfaktoren auf das Raumklima kennen und beschreiben können. Ursachen und Wirkungen von Luftbewegungen in Wohnräumen sind ihnen bekannt; sie können in diesem Zusammenhang *gemessene Temperatur*, *empfundene Temperatur* und *Innen-Oberflächentemperatur* unterscheiden und wissen warum diese nicht identisch sind. Häufige Ursachen von thermischen Benachteiligungen von Wohnungen sind ihnen nach diesem Modul geläufig. Die KT kennen ferner die Bedeutung der Luftfeuchtigkeit für das Raumklima und deren kritische Grenzen. Außerdem können sie verschiedene Maßnahmen vorschlagen, Luftbewegungen und Luftfeuchtigkeit im Sinne eines behaglichen und gesunden Raumklimas zu beeinflussen. Hierzu gehören vertiefte Kenntnisse zum richtigen Lüften: Die Nachteile des „*Kipplüftens*“ sollen bekannt sein und Alternativen begründet werden können. Auch sinnvolle Lüftungszeiten und eine angemessene Lüftungsdauer in verschiedenen Situationen sind den KT bekannt. In Bezug auf Schimmel sollen sie häufige Ursachen kennen und Ratschläge geben können, wie sich dem Niederschlag von Feuchtigkeit in der Wohnung vorbeugen lässt und welche Feuchtigkeitsquellen beseitigt werden sollten.

3.3 Vorbereitende Arbeiten

Eine Projektionsmöglichkeit (Laptop, Beamer, weiße Wandfläche) sollte vorhanden sein. Das „wachsende Wörterbuch“ (vgl. Modul 1) ist ggf. wieder aufzuhängen. Raumluftthermometer, Oberflächenthermometer und Hygrometer sollten den KT zur Verfügung stehen (im Idealfall ein Gerät pro Person). Für eine Demonstration wird ein Wasserkocher und eine große Glasschüssel oder Plexiglashaube benötigt. Weiters sollten pro KT zwei Pappkärtchen (Format A5-A6) ausgegeben werden können. Da es für die Unterrichtsteile zur thermischen Behaglichkeit und

zum Lüften anschaulich sein kann, verschiedene Räume zu besuchen, sollte zur Vorbereitung des Moduls geklärt werden, ob dies im Schulungsgebäude möglich ist. Vorteilhaft wären Räume mit verschiedenen Lüftungsoptionen (Querlüften, Stoßlüften, Kipplüften, automatische Lüftungsanlagen).

3.4 Inhaltliches

3.4.1 Raumklima / Thermische Behaglichkeit

Von einem guten Raumklima – oder, wie man in der Fachsprache auch sagt, „*thermischen Behaglichkeit*“ – wird gesprochen, wenn die BewohnerInnen einer Wohnung oder eines Hauses die Kombination von Temperatur, Luftbewegung und Luftfeuchtigkeit innerhalb der Wohnräume als angenehm empfinden. Als *behaglich* werden von vielen Menschen Raumlufttemperaturen zwischen 19 bis 23°C bei geringen Luftbewegungen und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 40 bis 60% empfunden. Was unter Luftbewegungen und (relativer) Luftfeuchtigkeit genau zu verstehen ist, wird im Folgenden besprochen. Was die Temperatur betrifft, so ist für das Raumklima nicht nur jene wichtig, die wir mit dem normalen Raumluftthermometer messen können. Besonders bedeutsam ist die *empfundene Temperatur* und diese hat wiederum mit dem Unterschied zwischen der durchschnittlichen Lufttemperatur und der so genannten *Innen-Oberflächentemperatur* zu tun.

Die *Innen-Oberflächentemperatur* ist die mittlere Temperatur aller Flächen, die die Luft in einem Raum umschließen. Dies sind vor allem Wände und Fenster, die Zimmerdecke und der Fußboden. Dazu gehören aber auch die Oberflächen der Heizkörper und der Möbel und, genau genommen, aller Dinge, die sich in einem Raum befinden, inklusive der Menschen. Wegen des unmittelbaren Kontakts ist bei Fußböden auch das Material wichtig: Fliesen leiten Wärme besser ab als Holz und wirken daher kühlend; Teppichboden bewirkt das Gegenteil. Wir nehmen auch die Fähigkeit eines Materials wahr, Wärme zu leiten und nicht nur seine absolute Temperatur. Eine 22°C warme Fliese erscheint uns kälter als ein 22°C warmer Teppich (Folie 2).



Folie 2



Folie 3

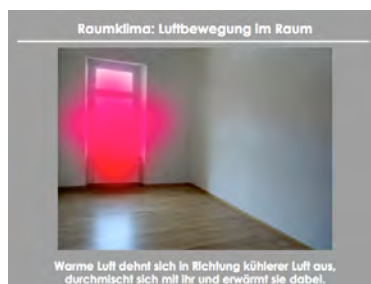


Folien 4-5

Die Temperatur dieser Flächen ist aufgrund ihres Einflusses auf die Luftströmungen im Raum bedeutsam für die Behaglichkeit. Wenn die Luft in einem Raum in Bewegung ist, streicht sie über die Haut. Im Extremfall nehmen wir dies als Zugluft wahr (Folie 3) (Zugluft hat jedoch auch andere Ursachen; vgl. Modul 6). Oft ist der Luftzug als solcher aber nicht oder kaum spürbar. Dennoch nimmt Luft, die über den Körper streicht, Wärme auf und transportiert diese fort (Folien 4 und 5). Der Wärmeverlust reduziert den Wärmepolster, der sich um den Menschen durch dessen Körperwärme bildet und vermindert so oft das Behaglichkeitsempfinden: die *empfundene Temperatur* sinkt. Unter diesen Bedingungen können messbare Temperaturen, die unserer Erfahrung nach angenehm sein müssten, dennoch als zu kühl empfunden werden. Eine messbare Raumtemperatur von 21°C beispielsweise, kann in einem Raum mit geringer Luftbewegung als durchaus angenehm, in einem mit relativ starker jedoch als kühl empfunden werden. Hinzu kommt, dass vom Körper selbst (= Wärmequelle von 37°C) direkt ein Wärmefluss in Richtung von Flächen mit niedriger Oberflächentemperatur stattfindet. Wir fühlen uns in solchen Räumen oft nur in der Nähe der Heizung wohl: Hier ist der Unterschied zwischen Lufttemperatur und Körpertemperatur nicht so hoch, dass viel Körperwärme abtransportiert werden könnte.



Folie 6



Folie 7



Folien 8-9



Folie 10



Folien 11-12



Folie 13



Folien 14-15



Folie 16



Folie 17

In der Regel haben die Heizkörper die wärmsten Oberflächen in einem Raum aber auch Elektrogeräte können sich stark aufheizen. Um sie herum erwärmt sich die Luft und dehnt sich dabei aus – dies ist eine physikalische Eigenschaft warmer Luft. Sie bewegt sich in Richtung der kälteren Luft an den kälteren Innen-Oberflächen¹. Dabei durchmischen sich wärmere und kältere Luftmassen, bzw. die wärmere Luft gibt einen Teil ihrer Wärmeenergie an die kälteren ab. Die nun vor den kalten Innen-Oberflächen erwärmte Luft gibt einen Teil ihrer Wärmeenergie an diese weiter. Das heißt, die Luft kühlt ab und heizt die angrenzenden, kälteren Wände und Gegenstände gleichzeitig auf. Dass Wärme in den Wänden gespeichert wird ist zwar vorteilhaft (somit wärmen uns auch die Wände), wenn die Wände aber die Wärme aus der Wohnung hinaus weitergeben können, wird ein Nachteil daraus. Bei Altbauten gehen bis zu 80% der Wärme als so genannte Transmissionswärmeverluste durch die Außenbauteile verloren². Eine ähnlich schlechte Bilanz oder sogar eine noch schlechtere haben ungedämmte Neubauten, bei denen die Wände oft wesentlich dünner sind als die von Altbauten. In gewissem Maße erfolgen diese Verluste jedoch bei jedem Gebäude. Einige Faktoren können aber zu einer besonderen thermischen Benachteiligung führen:



Folie 18. Ungedämmte Außenwände. Hier ist die Auskühlung besonders stark, wenn die Mauer dünn ist und/oder eine schlechte Wärmespeicherfähigkeit besitzt (z.B. Betonwände). Beim Klopfen an die Wand verrät ein hohles Geräusch meist, dass sie gedämmt ist. In einem gut gedämmten Gebäude sollte die Wandtemperatur nie unter 18°C fallen. Selbst dann nicht, wenn es draußen -20°C hat³



Folie 19. Lage der Wohnung...

- unter einem ungedämmten Dach
- über einem unbeheizten Keller oder im Erdgeschoss eines nicht unterkellerten Gebäudes ohne gute Bodendämmung
- mit zwei Außenwänden



Folie 20. Oft besonders kritisch: Lage in einer Gebäudeecke

¹ Die Differenz zwischen Raumlufttemperatur und durchschnittlicher Innen-Oberflächentemperatur sollte nicht mehr als 3°C betragen damit diese Bewegungen nicht zu stark werden.

² vgl. Königstein, Thomas: Ratgeber Energiesparendes Bauen. 4. Aufl.; Blottner, Taunusstein 2009, S. 85

³ Angabe gemäß: die umweltberatung [Hg.]: Dämmstoffe richtig eingesetzt. Information zur Auswahl von Dämmstoffen. Eigenverlag, Wien 2008, S. 6



Folie 21. Wenig beheizte oder sogar leerstehende Nachbarwohnungen oder große Wandflächen zu unbeheizten Gängen oder Stiegenhäusern.



Folie 22. Besonders kritisch: Lage über Durchgängen und/oder Garagen.



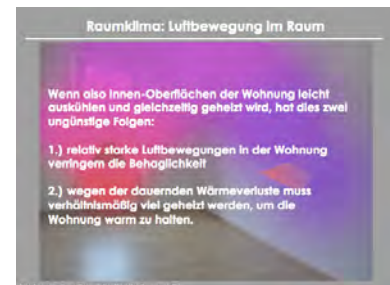
Folie 23. Schlechte Fenster: Dünne Scheiben, kaputte Rahmen, ungünstiges Material (manche Rahmen aus Aluminium werden eiskalt).

Außer diesen Faktoren führen selbstverständlich jegliche Schwachstellen, wie undichte Fenster oder Türen, gesprungene Fensterscheiben oder Löcher in der Fassade auch zu einem hohen Wärmetransport aus der Wohnung hinaus.

Mehrere dieser Faktoren addieren sich und können zu erheblichen Wärmeverlusten und einer sehr geringen Behaglichkeit führen. Im Sommer sind sie oft dafür verantwortlich, dass sich der Effekt umkehrt und ein unerwünscht hoher Wärmetransport von außen nach innen stattfindet.

Wenn also Innen-Oberflächen – vor Allem Wände, Boden, Decke und Fenster – der Wohnung leicht auskühlen und gleichzeitig geheizt wird, hat dies zwei negative Folgen:

- 1.) relativ starke Luftbewegungen in der Wohnung verringern die Behaglichkeit.
- 2.) wegen der dauernden Wärmeverluste muss verhältnismäßig viel geheizt werden um die Wohnung warm zu halten.



Folie 24



Folie 25



Folie 26



Folie 27



Folie 28



Folie 29

Abhilfe zu schaffen ist für einzelne MieterInnen, insbesondere jene mit geringem Einkommen, oft schwierig. Kalte Fußböden mit Teppichen zu bedecken (Folie 26) und Zugluft zu verringern (Folie 25) ist vergleichsweise einfach. Hierfür können Stoffrollen vor Türritzen und Dichtungsbänder an zugigen Fenstern angebracht werden. Diese Maßnahmen werden in Modul 6 detaillierter besprochen. Zumindest theoretisch reduziert eine geringere Heizkörpertemperatur das Temperaturgefälle zwischen wärmeren und kälteren Innen-Oberflächen, was die Luftbewegung im Raum vermindert. Eine Verringerung der Heizkörpertemperatur, insbesondere in bereits thermisch benachteiligten Wohnungen, ist jedoch für die meisten Menschen nur in sehr eingeschränkten Maße wünschenswert. Überheizte Räumen sollten zwar grundsätzlich vermieden werden (vgl. Modul 6) aber das Absenken der Raumtemperatur reduziert die Behaglichkeit vermutlich oft mehr als dass es sie durch geringere Luftbewegungen steigert. Der gegenteilige Weg wäre die Erhöhung der Innen-Oberflächentemperaturen. Dies ist zwar durch Dämmmaßnahmen, die Anschaffung besserer Fenster oder die Installation einer Fußbodenheizung möglich, aber für Haushalte, die im Rahmen eines Energiechecks beraten werden, aus finanziellen und organisatorischen Gründen kaum eine Alternative (Folie 27). Eine Ausnahme bilden defekte Fenster. Hier besteht in vielen Fällen ein Anspruch auf Erneuerung durch den Vermieter (vgl. Modul 14). Lediglich das nächtliche Schließen von Jalousien oder Rollläden (oder das Anbringen) von (möglichst schweren) Vorhängen ist diesem Zusammenhang oft eine praktikable Möglichkeit (Folie 28). Auch in unbenutzten Räumen ist dies sinnvoll. Es sollte auch unbedingt auf die richtige Art gelüftet werden – Fenster in Kippstellung fördern das Auskühlen der Wände (Folie 29) (siehe 3.4.2). In extremen Fällen ist ein Umzug in eine thermisch günstiger gelegene Wohnung die beste Alternative (Folie 29).

Ein weiterer Aspekt des Raumklimas ist die Luftfeuchtigkeit.



Folie 30



Folie 31



Folie 32

Luft verschiedener Temperatur kann verschiedene Mengen Wasserdampf aufnehmen. Mit steigenden Lufttemperaturen wird eine zunehmend geringere Wasserdampfkonzentration als behaglich empfunden. Bei hohen Raumtemperaturen steigt der Anteil der Hautverdunstung, was verstärktes Schwitzen bedeutet und die Luftfeuchtigkeit im Raum zusätzlich steigen lässt (Folie 30). Das Gegenteil, eine sehr geringe Luftfeuchtigkeit, lässt hingegen die Schleimhäute austrocknen und vermindert so ebenfalls die Behaglichkeit. Sinkt die Feuchtigkeit unter 35% ist außerdem eine vermehrte Staubbildung die Folge, was zu einer Reizung der Atmungsorgane führen kann (Folie 31).

Unter Wasserdampf in der Luft sind nicht Schwaden zu verstehen, die aus dem Wasserkessel oder der Dusche aufsteigen (im wissenschaftlichen Sinn ist dies kein Wasserdampf sondern „Nassdampf“). Wasserdampf ist gasförmiges Wasser, das unsichtbar wie Luft ist. Je wärmer es ist, desto mehr Wasserdampf kann die Luft „speichern“. Aber sie kann bei keiner Temperatur unbegrenzt viel aufnehmen. Wenn sie gesättigt ist, sind 100% Luftfeuchtigkeit erreicht. Jetzt wird das Wasser wieder flüssig. Es bilden sich Tröpfchen: Das Wasser *kondensiert* = es entsteht Tauwasser.

Luftfeuchtigkeit wird mit dem Hygrometer gemessen. Hygrometer für den Haushalt (Folie 32) zeigen meist die *relative Luftfeuchtigkeit* an. Die relative Luftfeuchtigkeit sagt aus, wie viel Prozent des bei einer bestimmten Temperatur maximal möglichen Wasserdampfgehaltes die Luft enthält. Da warme Luft mehr Feuchtigkeit aufnimmt als kalte, entsprechen beispielsweise 55% relativer Luftfeuchtigkeit in 25°C warmer Luft einer größeren Menge Wasserdampf als 55% relativer Luftfeuchtigkeit in 24°C warmer Luft. Die *absolute Luftfeuchtigkeit*, die Hygrometer für den Haushalt meistens nicht anzeigen, gibt an wie viel Gramm Wasser aktuell in 1 m³ Luft enthalten sind.

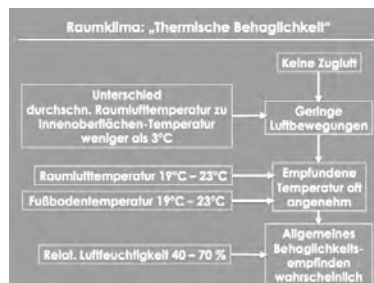
Ein Bereich zwischen etwa 40 und 70 % relativer Luftfeuchtigkeit wird von den meisten Menschen als behaglich empfunden. Maßnahmen gegen zu hohe Luftfeuchtigkeit werden in den Abschnitten zum Lüften (3.4.2) und Schimmel (3.4.3) besprochen. Ist die relative Luftfeuchtigkeit zu niedrig, das heißt geringer als 35%, kann folgendermaßen reagiert werden (Folie 33):

- Zimmerpflanzen aufstellen
- Schalen mit Wasser aufstellen
- Häufig Lüften
- Feuchte Wäsche auf dem Wäscheständer trocknen
- Eventuell Raumluftbefeuchter benutzen

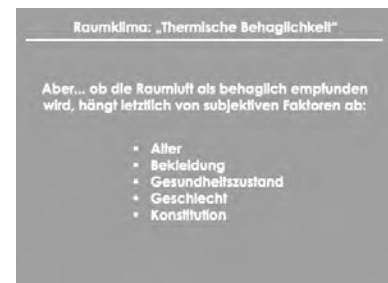
Leistungsaufnahme Watt	Stromverbrauch/Jahr	Stromkosten/Jahr Kosten 1 kWh 0,20€
Ca. 16 (Verdunster)	9,6 kWh	€ 1,92
Ca. 50 (Ultraschallgerät)	Ca. 30 kWh	€ 6,00
Ca. 500 (Verdampfer)	Ca. 300 kWh	€ 60,00



Folie 33



Folien 34-36



Folie 37

ABER: Ob ein Raumklima als behaglich empfunden wird, hängt letztlich von subjektiven Faktoren, wie Alter, Gesundheitszustand, Geschlecht und Konstitution ab (Folie 37).

3.4.2 Lüften

Die Wohnung ausreichend zu belüften ist aus verschiedenen Gründen sehr wichtig: Es sollte immer genug Sauerstoff im Raum sein, Ausdünstungen, Kohlendioxid und andere Gase aber abgeführt werden. Auf diesem Weg wird auch die Luftfeuchtigkeit reguliert, die weder zu hoch noch zu niedrig sein darf. Es soll dabei einerseits genug Luft ausgetauscht werden, ohne aber (im Winter) Wärmeenergie zu vergeuden. Im Folgenden wird vor allem vom Lüften im Winter die

Rede sein, einige Tipps für den Sommer folgen in Modul 12 im Zusammenhang mit Alternativen zu Strom fressenden Klimageräten.

Unterschiedliche Wohnungen verlangen ein unterschiedliches Lüftungsverhalten. Altbauten besitzen oft Ritzen und Fugen sowie undichte Fenster und Türen, was die Notwendigkeit zu regelmäßigem Lüften zwar keinesfalls ersetzt aber reduziert. Werden sie gedichtet (siehe Modul 6) verbessert sich die Energieeffizienz der Wohnung und die Notwendigkeit zu häufigerem Lüften steigt. Sind sehr dichte Fenster eingebaut, wie bei vielen neuen Gebäuden, muss besonders häufig gelüftet werden.

Die schlechteste Art: *Kipplüften* (Folie 38). Der Grund ist die in 3.4.1 beschriebene Tatsache, dass die Heizung nicht nur die Raumluft erwärmt, sondern auch Wände, Decke, Möbelstücke, etc. Von hier aus strahlt die Wärme in den Raum aus; die Wände wirken also wie eine Zusatzheizung. Dies ist deutlich an einem kalten Tag zu spüren, der auf mehrere warme folgt. Es ist dann meistens nicht nötig, sofort zu heizen, weil die Wohnung



Folie 38

noch warm ist. Diese Wärme steckt vor allem in den Wänden. Wenn die Fenster lange Zeit „auf Kipp“ stehen, entweicht die warme Luft langsam aus dem Raum, kalte ersetzt sie und wird nach und nach durch die Wände erwärmt. Wenn später wieder geheizt wird, kehrt sich der Prozess um: jetzt entziehen die Wände der Raumluft Wärmeenergie. Außerdem wird beim *Kipplüften* nur ein geringes Luftvolumen ausgetauscht. Die bessere Alternative ist das so genannte *Stoß- oder Querlüften* (siehe unten). Werden Fenster für kurze Zeit weit geöffnet, haben die Wände keine Zeit auszukühlen. Die stickige Luft entweicht rasch und frische kommt hinein. Diese ist in wenigen Minuten bei geringem Energieaufwand wieder erwärmt. Im Sommer ist das Kipplüften zwar unproblematisch aber man gewöhnt es sich dabei unter Umständen leicht an und viele Menschen setzen diese Gewohnheit im Winter fort.

Die beste Art: *Querlüften*. Die effektivste Lüftungsart ist das so genannte *Querlüften*. Hierbei werden Fenster mehrerer Gebäudeseiten geöffnet (und die Türen in der Wohnung), um einen kräftigen Durchzug zu erreichen. Nicht ganz so effektiv aber wesentlich besser als das Kipplüften ist das *Stoßlüften* (Folie 39). Dabei werden einzelne Fenster so weit wie möglich geöffnet. Wie häufig quer- oder stoßgelüftet werden sollte, hängt von der oben genannten Luftdichtigkeit der Wohnung (insbesondere der Fenster) ab.



Folie 39



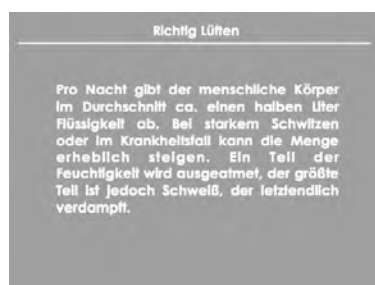
Folie 40



Folie 41

Stoß- oder querlüftet sollte mindestens 2 bis 3 Mal am Tag werden. In Wohnungen mit sehr dichten Fenstern, kann es notwendig sein, alle 2 Stunden zu lüften (Folie 40). Dies ist dringend zu empfehlen, wenn eine Schimmelproblematik besteht. Die angemessene Stoßlüftungsdauer hängt stark von der Außentemperatur ab. So ist im Hochwinter eine Lüftungszeit von 4 bis 7 Minuten, in der Übergangszeit von 8 bis 15 Minuten und im Sommer von 20 bis 30 Minuten empfehlenswert. Mäßiger Wind kann diese Zeiten auf ungefähr die Hälfte reduzieren. Diese Reduktion kann auch mittels Querlüften erreicht werden. Für 3 Minuten sollte jedoch mindestens gelüftet werden⁴.

Im Schlafzimmer wird außerdem am besten vor dem Schlafengehen und nach dem Aufstehen kräftig durchgelüftet⁵ (Folie 41). Falls die Schlafräume kühler gehalten werden, sollte die Schlafzimmertür tagsüber geschlossen bleiben, damit die warme, feuchtere Luft aus anderen Räumen nicht einströmen kann. Der Schlafräum sollte auf etwa 17 bis 18 °C temperiert sein. Feuchtigkeit, die beim Backen, Kochen, Duschen, Baden oder Waschen entsteht, sollte sofort über Fenster oder Ventilatoren ins Freie abgeleitet und nicht durch geöffnete Türen zu kühleren Räumen verteilt werden.



Folie 42



Folie 43

⁴ Vgl. Energie Tirol [Hg.]: 52 Energiespar-Tips. 3. Aufl.; Eigenverlag, Innsbruck 1997, S. 35

⁵ Pro Nacht gibt der menschliche Körper im Durchschnitt ca. einen halben Liter Flüssigkeit ab. Bei starkem Schwitzen oder im Krankheitsfall kann die Menge erheblich steigen. Ein Teil der Feuchtigkeit wird ausgeatmet, der größte Teil ist jedoch Schweiß, der letztendlich verdunstet.

Kontrollierte (Bedarfs-) Lüftung. Mechanische Frischluftsysteme gibt es vor allem in Räumen mit häufig hoher Luftfeuchtigkeit, wie WC, Bad oder Küche (Folie 43). In Bädern und WCs ohne Fenster ist diese Art der Belüftung sogar vorgeschrieben. Automatische Lüftungen sollten unbedingt funktionieren! Sind sie defekt, zu schwach oder in ihrer Wirkung eingeschränkt (zum Beispiel weil sie mit Farbe überstrichen sind oder ihr Staubfilter voll ist), sollten diese Funktionseinschränkungen so schnell wie möglich beseitigt werden. Sie sind deshalb regelmäßig zu kontrollieren und zu reinigen. Dies ist MieterInnensache und bei eventuellen Folgen, die aus einem Nicht-Funktionieren wegen mangelnder Pflege entstehen, kann der Vermieter nicht haftbar gemacht werden (vgl. Modul 14). Nur ein Austausch eines definitiv defekten Geräts ist Sache des Vermieters. Wenn das Lüftungsgerät nicht ordentlich funktioniert, können daraus unnötige Stromkosten, eine Geruchsbelästigung in der Wohnung, im Winter Schimmelgefahr durch mangelnde Abfuhr der in diesen Räumen entstehenden Feuchtigkeit und sogar eine Brandgefahr durch Überhitzung des Ventilatormotors entstehen.

Auch in Wohn- und Schlafräumen können mechanische Frischluftsysteme mit umgekehrtem Effekt installiert werden, um frische Außenluft einströmen zu lassen. Der Luftaustausch erfolgt oft über ein regelbares Ventilatorgerät. In viele Lüfterventilatoren sind einfache Filtermatten eingebaut. Diese Filtermatten müssen mindestens alle 3 Monate gereinigt werden. Dafür kann ein Staubsauger verwendet werden. Wenn sich die Verschmutzung so nicht beseitigen lässt, kann der Filter entweder ausgewaschen oder ausgetauscht werden. „Dunstabzugsfiltermatten“, die mit einer Schere auf die richtige Größe geschnitten werden können, sind im Baumarkt erhältlich. Auch Abluftventilatoren ohne Filtermatten oder einfache Abluftgitter ohne Ventilator sollten alle drei Monate mit dem Staubsauger gereinigt werden.

3.4.3 Schimmel

Das Auftreten von Schimmel ist im engeren Sinne kein „Energiespar-Thema“, hängt aber mit den Bereichen Raumklima und Lüften eng zusammen. Schimmelpilze entstehen dadurch, dass ihre Sporen, die mit Wind und Luftbewegungen im Haus unvermeidbar in jede Wohnung gelangen, dort oft gute Nährböden finden. Die Sporen haften sich an Wände, die sie mit Feuchtigkeit versorgen. Feuchte Wände und andere dauerhaft feuchte Stellen (wie zum Beispiel die Gummidichtungen, an denen sich Wasser von Fensterscheiben und Badezimmerfliesen sammelt) sind dadurch die häufigsten Orte für Schimmelbildung in der Wohnung.



Folie 44

Ist die Raumluft von der Heizung gut erwärmt, kann sie an vielen Stellen der Wohnung Wasserdampf aufnehmen (aus Schweiß von der Haut, Wasser in Bad, WC und Küche, Topfpflanzen, etc.). Hinzu kommt oft noch *Nassdampf* (siehe 3.4.1) aus der Dusche und vom Kochen. Die warme Luft bewegt sich in Richtung kühlerer Flächen, wo sich mitgeführter Nassdampf niederschlägt und Wasserdampf kondensiert. Die Tröpfchen durchfeuchten das Material oder rinnen an glatten Flächen (Fenster, Fliesen) hinunter. Dies ist der perfekte Nährboden für Schimmelpilze. Die Sporen sind in geringer Konzentration im Normalfall nicht gefährlich (Folie 44); wenn sie jedoch aufgrund der Ausbreitung von Schimmelpilzen ansteigt, können die Sporen Allergien auslösen und in den Schleimhäuten des Menschen, im Nerven- und Immunsystem gesundheitsgefährdend wirken. Die Krankheitssymptome reichen von Müdigkeit über Migräne, Hautekzeme, Augentränen, Niesen, Schnupfen und Husten bis zu Asthma bronchiale. Besonders gefährdete Personen sind vor allem Kinder, ältere und kranke Menschen sowie AllergikerInnen.

Bei der Bildung von Feuchtigkeitsherden sind oft verschiedene Prozesse beteiligt:

1. *(Behinderte) Diffusion feuchter Luft:* Damit ist hier die Bewegung von Wasserdampf durch Hohlräume und Poren von Stoffen (z.B. durch Mauerwerk) gemeint. Wenn im Winter die Wasserdampfkonzentration im Inneren der Wohnung höher ist als draußen, „drängt“ die Feuchtigkeit durch die Wand in Richtung der trockenen Luft. In den obersten Schichten der kalten Wänden kann der Wasserdampf dabei kondensieren und dauerhaft feuchte Stellen bilden. Problematisch ist das Auftreten dieser Kondensation, nicht Diffusion per se. Nach außen diffundierende Feuchtigkeit ist, im Gegenteil, zu begrüßen.
2. *Konvektion feuchter Luft.* Hierunter versteht man den Transport von Wasserdampf über Luftströmungen. Warme Luft enthält mehr Feuchtigkeit als kalte. Mit der, im Abschnitt Raumklima beschriebenen Bewegung der warmen Luft in Richtung kalter Wände, Fenster, etc. wird auch der darin enthaltene Wasserdampf transportiert. Der Mechanismus der Konvektion ist neben der Diffusion ein weiterer Prozess, der Feuchtigkeit zu kalten Wänden bringt. Dies kann auch ein Grund für die seltenere, sommerliche Schimmelbildung sein: Wenn feuchtwarme Luft in die relativ trockene und kühle Wohnung gelangt, kann sie sich hier niederschlagen.
3. Die poröse Struktur des Mauerwerk befördert so genannte *Kapillarwirkungen*. Sie sind verantwortlich für die kriechende Durchfeuchtung von Wänden mit Wasser (nicht Wasserdampf). Durch diese Sogwirkung wird etwa Wasser aus defekten Rohren, undichten Abflüssen in Bad und Dusche, einem undichten Dach oder dem Boden rund um das Gebäude zur Ursache von feuchten Wänden innerhalb der Wohnung.

Schimmel bildet sich bevorzugt an folgenden Stellen:



Folie 45



Folie 46



Folie 47



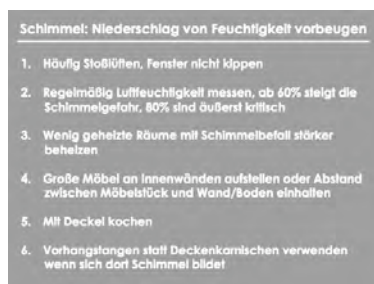
Folie 48

- 1.) An Innenseiten von Außenkanten, das heißt, dort, wo zwei Wohnungswände zusammenstoßen, die beide auf der anderen Seite eine Außenfassade haben. Hier wiederum sind die Ecken (der Zusammenstoß mit Fußboden oder Decke) besonders betroffen. Verstärkend wirkt zusätzlich die Lage an der Wetterseite. Solche Wohnungsaußenkanten und -ecken kühlen besonders leicht aus (Folie 45).
- 2.) An Fensterstürzen aus Beton (besonders in Küche, Bad und Schlafzimmer) (Folie 45).
- 3.) An durchgehenden Trägern und Balkonplatten (Folie 46).
- 4.) In Heizkörpernischen wenig beheizter Räume. Hinter den Heizkörpern sind die Mauern oft dünner als die übrigen Wandteile und die geringe Nutzung der Heizkörper fördert deren Auskühlung (Folie 47).
- 5.) An der Unterseite von Tapeten und Wandverkleidungen (Folie 47).
- 6.) An Wänden hinter Möbelstücken, die an Außenwänden stehen oder hängen. Es fehlt hier oft eine ausreichende Luftzirkulation, die Feuchtigkeit aus der Wand aufnehmen könnte. (Folie 48).

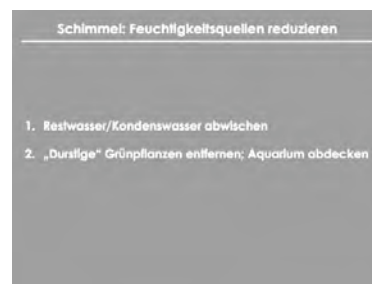
- 7.) Überall dort, Wasser abrinnt und sich sammelt, wie zum Beispiel unterhalb von Fensterscheiben oder Kacheln in Bad und Küche. Besonders zu beachten sind auch Duschvorhänge (Folie 48).

Schimmel bekämpfen - Feuchtigkeitsherde vermeiden

Das oberste Gebot in diesem Zusammenhang ist, feuchte Stellen in der Wohnung zu vermeiden. Es existieren prinzipiell zwei Strategien: Erstens sollte verhindert werden, dass sich Feuchtigkeit dauerhaft niederschlagen kann. Zweitens kann die Entwicklung von Feuchtigkeit in der Wohnung reduziert werden, was jedoch oft nur recht eingeschränkt möglich ist, da die häufigsten Feuchtigkeitsquellen (Schwitzen, Wasser in Bad und WC, Kochen)⁶ kaum zu reduzieren sind.



Folie 49



Folie 50

Strategie 1: Niederschlag von Feuchtigkeit vorbeugen.

- 1.) Alle zwei Stunden wie unter 3.4.2 beschrieben stoßlüften! Dies ist die wichtigste Maßnahme gegen Schimmel. Kipplüften ist auch in Punkto Schimmel nicht zu empfehlen, da es im Winter zur Abkühlung der fensternahen Bereiche führt und dadurch Schimmelbefall begünstigt. Wenn Wäsche in der Wohnung getrocknet wird, sollte der entsprechende Raum besonders gut gelüftet werden.
- 2.) Regelmäßige Messung der relativen Luftfeuchtigkeit. Um Schimmelpilz in Ihrer Wohnung zu vermeiden, sollten Sie die Luftfeuchtigkeit möglichst unter 55 % halten! Hygrometer zur Kontrolle sind für wenige Euro in Baumärkten oder im Elektrofachhandel erhältlich. Ab 60% relativer Luftfeuchtigkeit droht im Winter Schimmelbefall an den kältesten Stellen im Raum. Platzieren Sie das Hygrometer nicht neben einem Ofen oder Heizkörper, sondern dort, wo der Schimmelbefall auftritt bzw. auftreten könnte.

⁶ Pro Person und Tag werden in einem durchschnittlichen Haushalt ca. 3 Liter Wasser an die Raumluft abgegeben wobei die Ausdünstung des Menschen alleine 2 Liter ausmacht. Der Rest entfällt auf Kochen, Baden, Duschen und die Verdunstung von Zimmerpflanzen (vgl. Janssen 2010, S. 49).

- 3.) In wenig geheizten Räumen kann zusätzlich zum Lüften auch mehr heizen gegen Schimmelbefall hilfreich sein, da sich die Innen-Oberflächen aufwärmen und dadurch der Niederschlag von Kondenswasser vermieden wird. Der Temperaturunterschied zwischen den einzelnen Wohnräumen soll 3 °C nicht überschreiten, da sonst die Gefahr der Kondensatbildung steigt. Nebenräume sollen jedoch nicht über offen stehende Türen mitgeheizt werden. Wenn keine Schimmelproblematik besteht, sollten wenig benutzte Räume auch nur sehr sparsam geheizt werden (siehe Modul 6).
- 4.) Große Möbel an Innenwänden aufstellen! Wenn es doch notwendig ist, große Möbel an der Außenwand aufzustellen, sollte zur Belüftung ein Abstand von mindestens 5 cm zur Wand und durch Möbelfüße 8-10 cm zum Fußboden eingehalten werden.
- 5.) Empfehlenswert ist das Kochen mit Deckel (dies spart außerdem Energie).
- 6.) Bei Vorhängen ermöglichen Vorhangstangen eine bessere Luftzirkulation als Deckenkarnischen.

Auch im Sinne der Behaglichkeit ist zu raten, natürliche Materialien bei der Möblierung zu verwenden. Beim Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit von 40% auf 80% bei 20°C warmer Raumluft kann 1 m³ Luft 7g Wasserdampf aufnehmen, eine tapezierte Wand nimmt in der ersten Stunde bis zu 20 g/m² Wand und ein Naturfaserteppich 30-60 g/m²h Wasserdampf auf.⁷ Oberflächen aus Kunststoff oder lackierte Möbel können keine Feuchtigkeit aufnehmen und sind daher bei tendenziell feuchtem Raumklima eher ungünstig.

Strategie 2: Feuchtigkeitsquellen reduzieren.

- 1.) Restwasser in der Duschkabine, der Wanne oder auf Fliesen sowie Kondenswasser, das sich an Fenstern sammelt, sollte gleich nach Benutzung abgewischt werden.
- 2.) Entfernt werden können manchmal: Grünpflanzen mit hohem Wasserbedarf. Große Zimmerpflanzen, wie ein Philodendron, können pro Tag bis zu 1,5 l Wasserdampf abgeben, wenn sie stark gegossen werden. Sie kommen aber auch mit weniger Wasser gut zurecht. Aquarien und Zimmerbrunnen sind ebenfalls große Feuchtigkeitslieferanten und sollten in schimmelgefährdeten Räumen vermieden werden.

⁷ Quelle: IBP Holzkirchen

Schimmel ist auch bei gedämmten Gebäuden ein Problem. Diese sparen zwar viel Heizenergie, sind aber auch besonders stark gegen den „natürlichen“ Luftaustausch mit der Umgebung abgeschirmt. Dies sollte im Grunde noch keinen Schimmel zur Folge haben – schließlich wird ja dem Auskühlen der Wände, einem der Hauptfaktoren, stark entgegengewirkt.



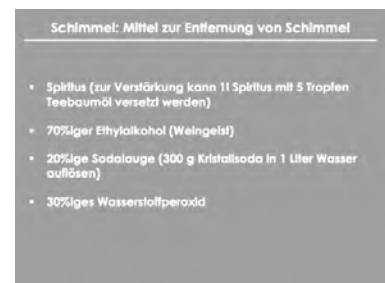
Folie 51

Jedoch kommt es immer wieder zu so genannten *Wärmebrücken* (Folie 51), das heißt einzelnen Mauerteilen, die nicht oder nur schlecht gedämmt sind. Setzt sich zum Beispiel eine Balkonbodenplatte aus Beton in einem Stück als Fußboden oder Decke in den Innenraum einer Wohnung fort, ist dies ein Bauteil, das wie eine Brücke die Wärme nach außen trägt. Auch können schadhafte Stellen in der Dämmung ein Problem sein. Wenn keine der genannten Maßnahmen zu einer starken Reduktion des Schimmels führt, kann es sich leicht um ein bauliches Problem handeln. In solchen Fällen hilft oft nur die Überprüfung durch eine/n Schimmelsachverständige/n.

Schimmel entfernen

Bei stärkerem Befall kann der Pilz auch tief in den Putz eingedrungen sein und die gesamte Putzschicht muss bis auf die Ziegel entfernt werden. Das Mauerwerk soll je nach Durchfeuchtung einige Wochen bis Monate austrocknen. Erst dann kann eine neue Putzschicht aufgebracht werden. Auch alle anderen stark von Schimmel befallenen Materialien wie Tapeten, Teppichböden oder Holzteile sollten am besten ganz entsorgt werden. Wenn der Verdacht besteht, dass ein so extremer Fall vorliegt und der/die VermieterIn ergreift dergleichen Maßnahmen nicht, sollte mit einer MieterInnenberatung das weitere Vorgehen besprochen werden. Adressen werden mit dem Modul 14 ausgegeben.

Kleinere Stellen (von bis zu etwa einem halben m² oberflächlich sitzendem Schimmel) können oft selbst gereinigt werden. Im Handel werden Produkte angeboten, die pilzabtötende chemische Substanzen auf Basis von Chlor, Stickstoff, Schwefel oder Zinnverbindungen enthalten. Vorsicht! Diese Mittel töten zwar den Schimmel ab, belasten aber permanent die Raumluft und beeinträchtigen die Gesundheit der BewohnerInnen.



Folie 52

Folgende Mittel sind Alternativen, die frei im Drogeriefachhandel oder in Apotheken erhältlich sind:

- Spiritus (zur Verstärkung kann 1l Spiritus mit 5 Tropfen Teebaumöl versetzt werden)
- 70%iger Ethylalkohol (Weingeist)

- 20%ige Sodalauge (300 g Kristallsoda in 1 Liter Wasser auflösen)
- 30%iges Wasserstoffperoxid

Mit einem Schwamm, Lappen, Pinsel oder einer Lackwalze die sichtbaren Schimmelstellen etwa 30 cm über deren Rand hinaus durchtränken. Die Mittel können besser in das Mauerwerk eindringen, wenn die befallenen Stellen vorher mit einem Wärmestrahler getrocknet wurden. Keinen Heizlüfter verwenden, da durch den Luftzug viele Sporen zusätzlich in die Raumluft gelangen können. Nach einem Tag den Vorgang wiederholen.

Achtung! Alkohol wirkt narkotisierend und ist leicht entzündlich! Soda und Wasserstoffperoxid sind ätzende Chemikalien! Es müssen unbedingt geeignete Schutzhandschuhe und Schutzbrille bei ihrer Anwendung getragen werden und die Räume sind sehr gut zu belüften. Beachten Sie die Warnhinweise auf den Verpackungen.

Zu mietrechtlichen Fragen zum Thema Schimmel siehe auch Modul 14.

3.5 Vorschläge zur Didaktik

Wiederholen Sie anfangs kurz gemeinsam mit den KT die Inhalte der letzten Sitzung.

1. Thema „thermische Behaglichkeit“

Die Lerneinheit „Raumklima“ kann mit einer Gruppenarbeit gestartet werden. Beginnen Sie mit der Einstiegsfrage, ob sich die TN im Unterrichtsraum wohl fühlen. Bitten Sie sie, auf kleine Kärtchen eine allgemeine Wertung zu schreiben (fühle mich sehr wohl, fühle mich wohl, fühle mich weniger wohl, fühle mich gar nicht wohl) und auf weitere Kärtchen die einzelnen Aspekte, die zu diesem Empfinden von Behaglichkeit oder Unbehaglichkeit beitragen (wie z.B. Raumtemperatur, Luftfeuchtigkeit etc). Diese Beiträge können anschließend gesammelt, zu Kategorien geordnet, diskutiert und von Ihnen ergänzt und näher erläutert werden. Beim Kategorisieren und diskutieren heben Sie die Beiträge hervor, die sich auf den Raum beziehen (also nicht mit der persönlichen Laune, Sättigungsgefühl und dergleichen zusammenhängen). Erklären Sie, dass Sie sich in diesem Modul mit der so genannten „thermischen Behaglichkeit“ beschäftigen werden. Im Anschluss kann von Ihnen auch erwähnt werden, wie wichtig die Komponente Mensch ist und dass der Wärmeaustausch beim menschlichen Körper ähnlich funktioniert wie in einem Gebäude.

Der wichtigste Aspekt, der in diesem Kapitel erörtert werden soll, ist der Begriff „Behaglichkeit“. Geben Sie den KT zu verstehen, dass dieser Begriff nichts Abstraktes, sondern direkt mit

menschlichen Gefühlen verbunden ist. Temperaturempfinden ist in der Regel etwas sehr Subjektives, für das Raumklima aber eine wichtige Komponente. Spielen Sie mit den KT Beispiele durch und lassen Sie sie Erfahrungsberichte aus ihrem Alltag austauschen. Bringen Sie Beispiele von Gebäuden oder Räumen, bei denen Sie ein unbehagliches Gefühl hatten. Lassen Sie die KT ebenfalls ähnliche Berichte in der Gruppe erzählen.

Um die empfundene Temperatur näher zu erörtern, können Sie die KT einschätzen lassen, wie warm es aktuell im Raum ist. Machen Sie sich Aufzeichnungen zu den Schätzungen der einzelnen KT. Notieren Sie auch, welche Kleidung diese Personen tragen (eher dünne Kleidung oder eher dicke oder mehrere Schichten). Dann präsentieren Sie ein mitgebrachtes Thermometer und besprechen Sie mit der Gruppe, warum einzelne Personen sich für welche Temperaturschätzung entschieden haben. Die Folien 2-17 unterstützen Sie bei der Diskussion.

Mit einem Infrarotthermometer kann auch die Oberflächentemperatur des Mauerwerkes bestimmt werden. Die KT können in Gruppen selbsttätig im Vortragsraum Wandtemperatur und verschiedene Oberflächentemperaturen messen, sofern entsprechende Geräte zur Verfügung gestellt werden können. Anhand der Folien 18-29 können im Anschluss Überlegungen zur thermischen Benachteiligung bestimmter Wohnungen angestellt werden und wie sich diese abmildern lassen. Dabei sollten immer erst Vorschläge von den KT gesammelt werden, bevor die Präsentation einzelner Folien erfolgt. Verfahren Sie auf die gleiche Weise mit den Folien 30-33 zur Luftfeuchtigkeit. Die Faktoren, die zur thermischen Behaglichkeit beitragen, können anhand der Folien 34-37 zusammengefasst werden.

2. Thema „Lüften“

Demonstrieren Sie der Gruppe anhand von Fenstern und Türen im Unterrichtsraum richtiges und falsches Lüftverhalten. Bitten Sie um Vorschläge und Begründungen aus der Gruppe. Erklären Sie die einzelnen Schritte genau und lassen Sie diese dann von den KT nachvollziehen und besprechen. Hierfür ist es sehr vorteilhaft, mit der Gruppe beispielsweise in unterschiedliche Räume zu gehen und die Frage zu stellen, wie man im jeweiligen Raum am besten lüften kann. Wenn es die Situation vor Ort zulässt, kann ein Fensterdichtheitstest mit einer Kerze oder einem Löschblatt durchgeführt werden. Kann das Blatt in eingeklemmtem Zustand zwischen Rahmen und beweglichem Fensterteil verschoben werden, ist das Fenster nicht mehr dicht.

Mit der Gruppe kann zudem besprochen werden, ob es in der eigenen Wohnung oder Wohnhausanlage Bedarfslüftungen oder Zwangslüftung durch Fensterschlitze gibt. Es sollen dabei Argumente ausgetauscht werden, ob eine solche Installation Sinn macht und in welchen Gebäuden diese installiert werden sollte. Machen Sie der Gruppe bewusst, wie mit einer so einer

Lüftung umgegangen werden muss. In manchen Gebäuden haben die Nassräume weder Fenster noch Lüftung. Was sollte in diesen Fällen geraten werden? Diskutieren Sie mit der Gruppe mögliche Lösungen. Diese Diskussion stellt den Übergang zum Thema *Schimmel* dar; die gesamte Besprechung zum richtigen Lüftverhalten kann durch die Folien 38-43 begleitet und illustriert werden.

3. Thema „Schimmel“

Eine Möglichkeit, um den Taueffekt von Wasserdampf zu veranschaulichen bietet die folgende Demonstration: Nutzen Sie einen Wasserkocher und eine große Glasschüssel oder eine entsprechende Plexiglashaube und halten diese über den laufenden Wasserkocher. Dann bitten Sie eine/n Freiwillige/n, sich das Wasser über die Hände tropfen zu lassen, um zu fühlen, dass es gar nicht so warm ist. Es empfiehlt sich diesen Vorgang einige Male vor der Einheit zu testen.

Werfen Sie in der Gruppe die Frage auf, wer Schimmelprobleme schon aus eigener Erfahrung oder von Familie oder Bekannten kennt. Wichtige Fragen dabei sind: Waren die Ursachen des Schimmelbefalls bekannt? Was wurde dagegen unternommen? Zur Veranschaulichung des Problems zeigen Sie die Folien 44-48 von Schimmelbefall in verschiedenen Situationen. Abschließend werden mögliche Vorbeugungs- und Beseitigungsstrategien erörtert. Hierfür machen die KT Vorschläge, die dann zur Diskussion gestellt werden. Die Folien 49-52 zeigen abschließend eine Zusammenfassung mehrerer Möglichkeiten einer Schimmelproblematik zu begegnen. Am Schluss teilen Sie die TS aus, die dann in der verbleibenden Zeit oder als Hausübung bearbeitet werden sollen.

Diese Skriptum enthält Textteile aus: "die umweltberatung", Infoblatt: Schimmel - Vermeiden und Entfernen von Mauerschimmel, www.umweltberatung.at/downloads