

Schimmelprävention – Ein Erfahrungsbericht mit neuer Technik

Grohmann R., HTWK Leipzig, Fakultät "Elektrotechnik und Informationstechnik", Fachgebiete "Elektrische Antriebe" und "Leistungselektronik", Heym, K.

1. Einleitung [1]

Die Leitlinien der WHO, die in der Konferenz in Kopenhagen 2009 zusammengefasst wurden, belegen erneut die Wichtigkeit des Problems „Schimmel und Feuchtigkeit in der Wohnumgebung“. Durch Untersuchungen der letzten Jahre wurde nachgewiesen, dass mit hoher Sicherheit eine Feuchtigkeitsexposition im Wohnbereich bei Kindern und Erwachsenen als krankheitsauslösend bzw. krankheitsbegünstigend wirkt. Es stellt sich nicht mehr die Frage ob, sondern nur in welchem Umfang und über welche Wege die gesundheitlichen Störungen entstehen. Aus dieser Sicht heraus ist es wichtig, Methoden der Schimmelprävention zu untersuchen, zu bewerten und weiter zu entwickeln.

Die Problematik des Schimmels und der feuchten Wohnungen ist seit langem bekannt. Laut WHO sind 20% aller Wohnungen (12% in Schweden und bis 60% in China) betroffen. Ohne technische Hilfsmittel ist der Mensch mittels seiner Sinnesorgane nicht in der Lage, rechtzeitig der Entstehung von Schimmel entgegen zu wirken. Es ist ebenfalls nicht möglich, alle Wohnbereiche so auszustatten, dass bereits bauliche Maßnahmen die Schimmelerntstehung verhindern. Seitens der Industrie wird daher eine Vielzahl von Geräten angeboten, die dazu beitragen sollen, eine nachhaltige Schimmelprävention zu gewährleisten. Das Spektrum umfasst dabei hochpräzise und daher kostenintensive Geräte für anspruchsvolle Aufgaben bis hin zu einfachsten und somit auch preiswerten Hygrometern.

2. Stand der Gerätetechnik für den Wohnbereich

Für eine Breitenwirkung der Schimmelprävention kommen nur Geräte infrage, die zu einem akzeptablen Preis erhältlich sind, weil vor allem diejenigen Schichten der Bevölkerung, die von Schimmelproblemen betroffen sind, häufig in Wohnungen leben, die nicht dem letzten technischen Stand der Bauphysik entsprechen. Die angebotenen Geräte im unteren und mittleren Preisbereich unterscheiden sich in Anwendung, Funktion und Eignung zum Teil erheblich.

Es gilt jedoch grundsätzlich, jedes eingesetzte Gerät zur Feuchteüberwachung ist besser als kein Gerät, wenn der Nutzer das Gerät richtig verwendet und die vom Gerät gelieferten Informationen richtig umsetzt. Dort allerdings liegen die Probleme der aktuellen Schimmelprävention. Die im Handel angebotenen Hygrometer messen die relative Feuchte der Raumluft als Indikator zur Schimmelprävention und sind als Tisch- oder auch als Wandgerät konzipiert. Auf der Basis der angenommenen Relation zwischen der Luftfeuchte und der tatsächlichen Wandfeuchte, dem häufigsten Ort der Schimmelerntstehung, bleibt es dem Nutzer überlassen, welchen Wert der relativen Luftfeuchte er als Kriterium für die Raumklimatisierung heranzieht. Die allgemeinen Empfehlungen, wie zum Beispiel „Lüften bei 65% relativer Feuchte“, sind zwar eine gute Leitlinie aber im konkreten Fall zur Vermeidung einer Betauung zu ungenau.

Einfache Hygro-Thermometer bieten nur die Information über die Feuchte und die Temperatur der Luft am Aufstellungsort. Die schimmelgefährdeten Areale befinden sich aber meist im nicht leicht sichtbaren Bereich hinter Vorhängen und Möbeln oder in selten betretenen Nebengelassen von Wohnungen, so dass diese Informationen entweder nur geringen Wert besitzen oder nur bedingt zur Verfügung stehen.

Bei besseren Geräten lassen sich relevante Klimainformationen von schlecht zugänglichen Wohnbereichen von Sensoren auch per Funk an eine zentral aufgestellte Messstation übertragen und dort bewerten. Diese Geräte sind relativ kompliziert und von Laien nur schwer zu parametrieren und zu bedienen. Das Problem, dass die relative Feuchte der Luft als Maßstab für die Wandfeuchte herangezogen werden muss, bleibt auch bei diesen Geräten bestehen.

3. Schimmelprävention durch Erfassung der Oberflächenfeuchte [2]

Aus der geschilderten Problematik ergeben sich folgende Forderungen für Funktion und Aufbau eines verbesserten Gerätes zur Schimmelprävention. Diese sind:

- Messung der Oberflächenfeuchte, der Oberflächentemperatur und des Betauungszustandes
- Kleine Baugröße zur Unterbringung und Befestigung an schwer zugänglichen Stellen
- Einfache Bedienbarkeit
- Wirkungsvolle Signalisierung (optisch und/oder akustisch) und Signalübertragung per Funk

- Ansteuermöglichkeit für Lüfter, Fensteraktoren und Heizer bzw. Entfeuchter
- Anzeigemöglichkeit des Lüftungsbedarfs in anderen Räumen
- Geringer Stromverbrauch und damit lange Funktionsdauer
- Robuster gegen Umwelteinflüsse unempfindlicher und betauungsresistenter Sensor
- Sensor, der zur Adaption der Untergrundeigenschaften, wie Wände oder Tapeten, ein gewisses Feuchtespeichervermögen besitzt
- Anwendbarkeit zur Kellerentfeuchtung
- Geringe Kosten

Wichtig, aber nicht von überragender Bedeutung ist die Messgenauigkeit der relativen Feuchte im gesamten Messbereich von 0 ... 100% relative Feuchte. Es genügt, wenn die relative Feuchte von 60% bis zur Betauung hinreichend genau gemessen wird, weil Schimmelbildung erst ab 80% relativer Feuchte zu erwarten ist.

Aus diesen Erkenntnissen heraus wurde ein Gerät entwickelt, das die oben genannten Eigenschaften besitzt. Bild 3.1 zeigt den Prinzipaufbau und die Funktion.

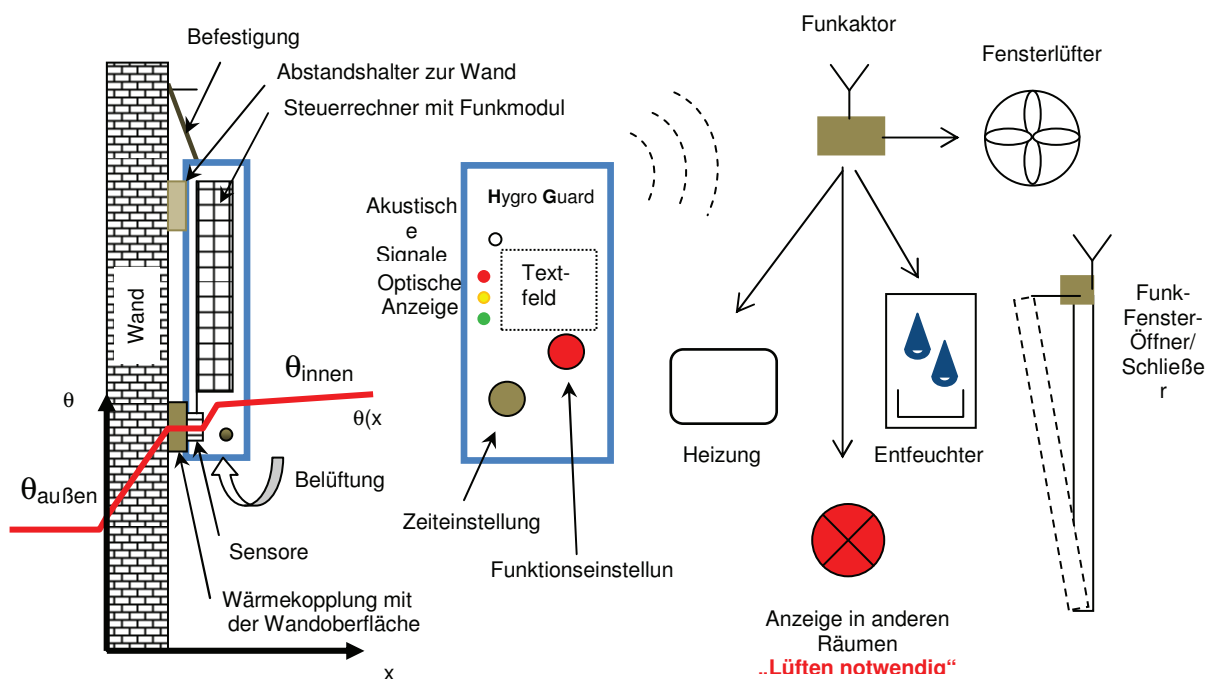


Bild 3.1: Prinzipaufbau, Temperaturverlauf und Funktion eines verbesserten Gerätes zur Schimmelprävention; $\theta(x)$: Temperaturverlauf als Funktion der Raumkoordinate x

4. Beispiel: Abstellzimmer [3]

In einem Altbauhaus befindet sich ein kleiner Nebenraum, der vorrangig zu Abstellzwecken und zur Lagerung von Lebensmitteln genutzt wird. Dieser Raum besitzt eine Verbindungstür zur Küche und hat ein Luftvolumen von etwa 18m^3 . Im Bild 4.1 ist der Grundriss des Raumes dargestellt.

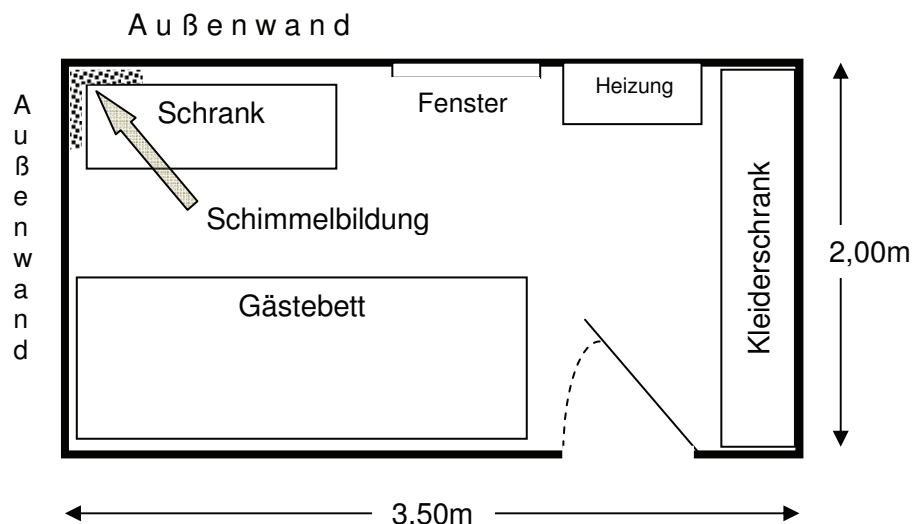


Bild 4.1: Grundriss und Möblierung des untersuchten Raumes

An der Außenwand hinter dem kleinen Schrank wurde im Januar 2010 Schimmel an den Tapeten und eine starke Betauung (Wassertropfen an der Fußbodenleiste) festgestellt (siehe Bilder 4.2 und 4.3).



Bild 4.2: Schimmelbefall hinter Schrank

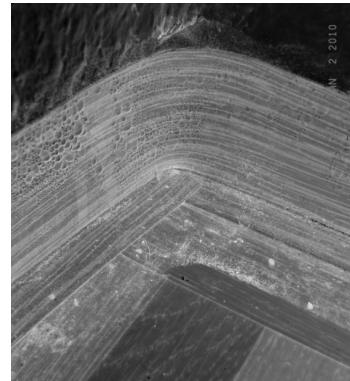


Bild 4.3: Betauung an der Fußbodenleiste

Die Ursachen des Schimmelschadens sind schnell erklärt:

- Das Haus besitzt eine nur unzureichende Wärmedämmung (= Baumangel).
- Der Schrank steht zu dicht an der Außenwand (= vermeidbarer Nutzungsfehler!).
- Der Raum wird, weil er auch für die Lagerung kleiner Mengen frischer Lebensmittel genutzt wird und daher „kühl“ bleiben soll, nicht beheizt (\approx vermeidbarer Nutzungsfehler?).
- Beim Öffnen der Küchentür dringt warme und zum Teil auch feuchte Luft von der Küche ins Abstellzimmer (vom Nutzer nicht vermeidbarer Feuchteeintrag).

Auf die Frage, welche klassischen Möglichkeiten der Problembeseitigung existieren, ergeben sich folgende Antworten:

- Eine umfassende Wärmedämmung des Hauses an der Außenwand ist teuer und zudem keine kurzfristige Lösung.
- Abrücken oder Entfernen des Schrankes von der Schimmelecke ist ebenfalls unzureichend, weil an dieser Stelle der Taupunkt trotzdem unterschritten wird.
- Eine Nutzungsänderung ist möglich, schränkt aber den Wohnkomfort, wenn alle frischen Lebensmittel im Keller aufbewahrt werden müssen, erheblich ein. Nicht verhindert werden kann dadurch eine Betauung, die durch eindringende feuchte Luft entsteht.
- Eine zusätzliche Innenraumdämmung z.B. mit Styropor verändert den Temperaturgradienten in der Wand und kann bei kurzfristigem Erfolg zu größeren Schäden am Gebäude führen.
- Eine weitaus stärkere Heizung des Raumes schränkt ebenfalls die Nutzungsmöglichkeiten ein, führt zu beachtlichem Heizenergieaufwand und Kosten und kann sogar zur Betauung der ohnehin gefährdeten Wandoberfläche führen.

Der Beweis dafür ergibt sich aus den Messungen im dargestellten Raum. Gemessen wurden die im Diagramm 4.1 dargestellten Zeitverläufe von Temperatur und relativer Feuchtigkeit.

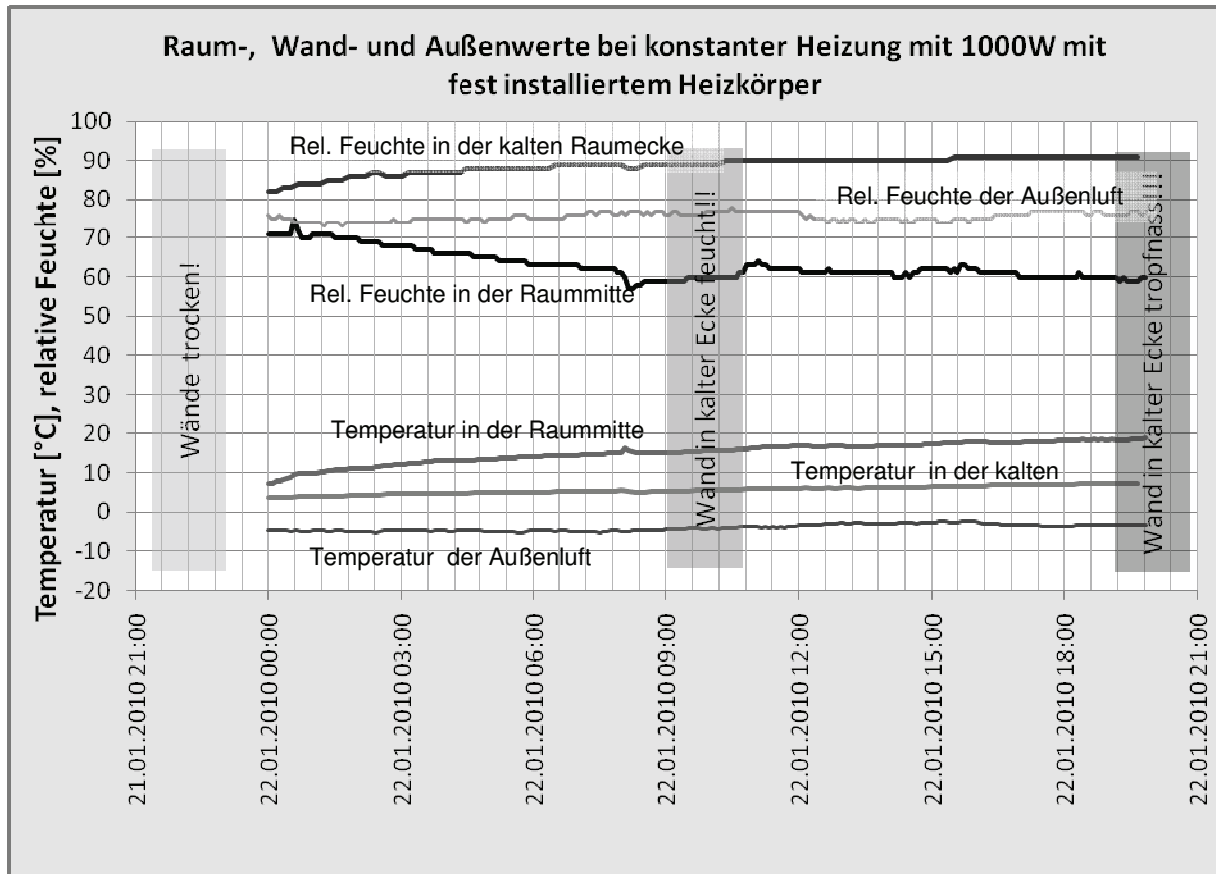


Diagramm 4.1: Raum-, Wand- und Außenwerte bei konstanter Heizung mit 1000W mit fest installiertem Heizkörper

Die Ursache des Misserfolgs bei „normaler“ Heizung des Raumes lässt sich mithilfe der sogenannten Magnusformel für den Sättigungsdampfdruck nachrechnen und erklärt sich aus der Tatsache, dass bedingt durch Trocknung und Verdunstung bei Erhöhung der Temperatur die absolute Feuchte der Raumluft zunimmt. Während aber in der Raummitte bei Temperaturerhöhung von 8 auf 15°C die relative Feuchte von 70 auf 60% sinkt, nimmt die relative Feuchte in der kalten Raumecke bei einer Temperaturerhöhung von 4 auf 7°C von 80 auf 90% zu. Da sich gleichzeitig in der Raumecke der Taupunkt von 1 auf 6°C erhöht, wird durch die erhöhte relative Feuchte von 90% der Taupunkt fast erreicht. Da jedoch die Temperatur unmittelbar an der Wand noch niedriger ist als im Abstand von 1 bis 2 cm, setzt Kondensation ein. Das hängt auch damit zusammen, dass ein Feuchteanstieg (absolute Feuchte) im unteren Temperaturbereich wesentlich schneller zu einer Sättigung der Luft führt, als der gleiche Feuchteanstieg im behaglichen Bereich. Bei länger andauernder Heizung und wiederholter Lüftung oder Lufttrocknung mittels eines Entfeuchters kann der gewünschte Effekt (Schimmelvermeidung in der kalten Raumecke) dennoch erreicht werden“.

Der Zeitbedarf ist jedoch relativ groß, so dass Schimmelpilze auskeimen und auch wachsen können. Der energetische Aufwand ist ebenfalls beachtlich. Für den im Diagramm 4.1 dargestellten und zudem noch untauglichen Trocknungsversuch mit zentraler Heizung war ein Energiebedarf von 17kWh, das heißt, eine durchschnittliche Leistung von 850W erforderlich.

Es ist offensichtlich, dass die genannten Lösungen nicht zu befriedigenden Ergebnissen führen. Wesentlich bessere Ergebnisse in der Schimmelprävention lassen sich erzielen, wenn man an dem Ort der größten Schimmelwahrscheinlichkeit eine lokale Feuchteerfassung der Oberflächenfeuchte vornimmt und den Zustand der Wand exakt erfasst und zur Schimmelprävention nutzt. In dem beschriebenen Fall wird ein „Hygro Guard“® in der kalten Wanddecke angebracht und eine Lüftungseinrichtung (hier aus Gründen der Verfügbarkeit, ein ganz normaler Heizlüfter), eine Energiemesseinrichtung sowie ein Funkschalter installiert (siehe Bild 4.4 und Bild 4.5).



Bild 4.4: Hygro Gard zur Messung der Wandfeuchte und Lüftersteuerung



Bild 4.5: Lüfter, Energiezähler und Funkschalter

Der „Hygro Guard“® schaltet den Lüfter nur bei Bedarf, also wenn die Wandfeuchte einen bestimmten Wert überschreitet oder wenn Betauung einsetzt, ein. Dieser Einschaltwert ist programmierbar und einstellbar und zurzeit so festgelegt, dass die Wandfeuchte 80% relative Feuchte nicht überschreitet. Damit ist gewährleistet, dass unter normalen Bedingungen kein Schimmelwachstum möglich ist. Die Trocknung der Wandoberfläche erfolgt in gleicher Weise wie die Trocknung des Sensors. Der Verlauf der Feuchten und Temperaturen wird im Diagramm 4.2 dargestellt.

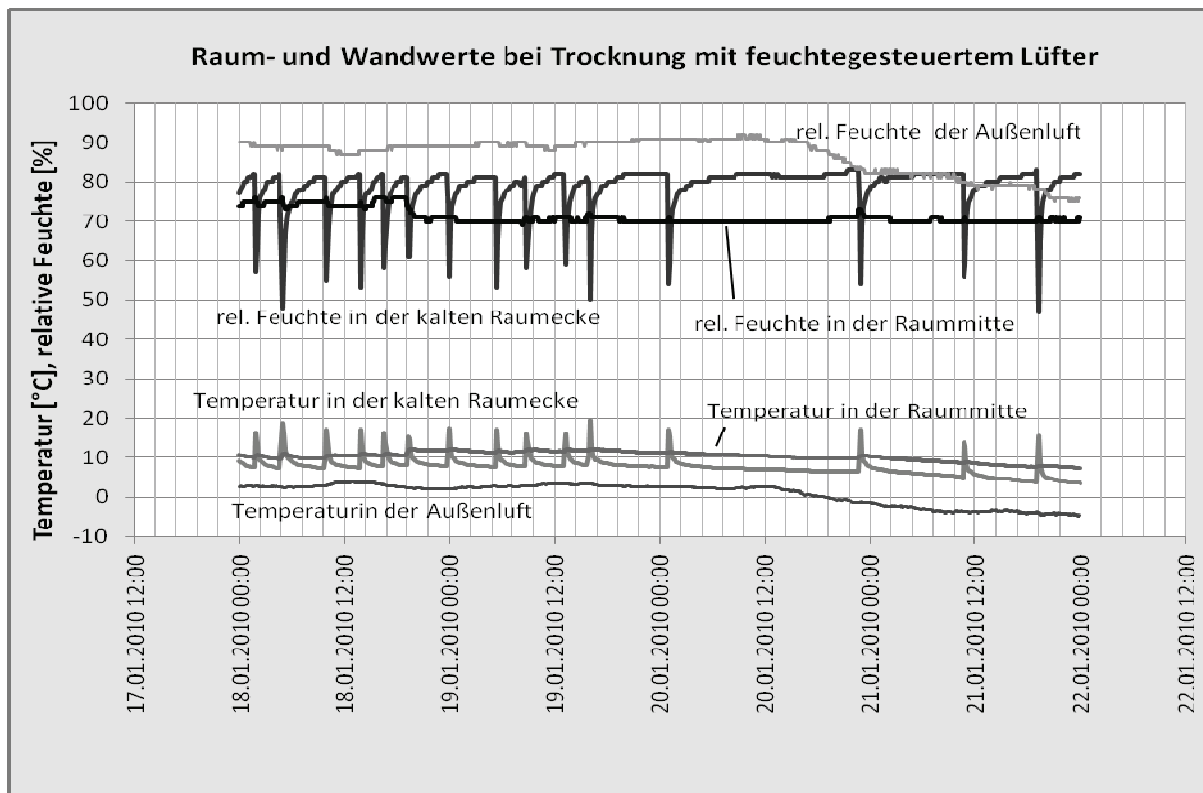


Diagramm 4.2: Raum- und Wandwerte bei Trocknung mit feuchtegesteuertem Lüfter

Die Ergebnisse, die mit diesem Verfahren erzielt wurden, entsprachen den Erwartungen:

- Die Wand blieb auch bei sehr kalten Außentemperaturen trocken.
- Die Nutzung musste nicht verändert werden. Bei einer Raumtemperatur von 10°C bis 13°C ist eine Bevorratung von Lebensmittel (frisches Obst und Gemüse) ohne weiteres möglich.
- Der Energieverbrauch ist gering und betrug im (ungünstigstem) Zeitraum von Januar bis Februar 2010 1,18kWh pro Tag. Dieser Energieaufwand deckte auch gleichzeitig die gesamte Heizung des Raumes! Dies entspricht einer Durchschnittsleistung von etwas weniger als 50Watt. Bei einer Betriebszeit von 120 Tagen im Jahr würden somit Energiekosten von 36€ entstehen, wenn man einen Energiepreis von 0,25€/kWh zugrunde legt.
- Für den Fall, dass eine geringe Heizleistung für den Raum durch eine zentrale Heizung z.B. über einen Wandheizkörper geliefert wird, ist es möglich und auch sinnvoll, die Heizung des Lüfters abzuschalten. Die Wärmezufuhr und die Trocknung erfolgt über die nicht extra vorgewärmte Raumluft. Die erzielten Ergebnisse sind ebenfalls erwartungsgemäß gut. Eine Betauung erfolgt nicht und der Energieeinsatz ist entsprechend geringer, weil nur der Lüfter eingeschaltet wird. Er beträgt während einer Messzeit von 48Stunden nur 0,5kWh. Dies entspricht einer durchschnittlichen Leistungsaufnahme von 10W. Das Diagramm 4.3 zeigt die beiden Möglichkeiten zur Schimmelprävention.

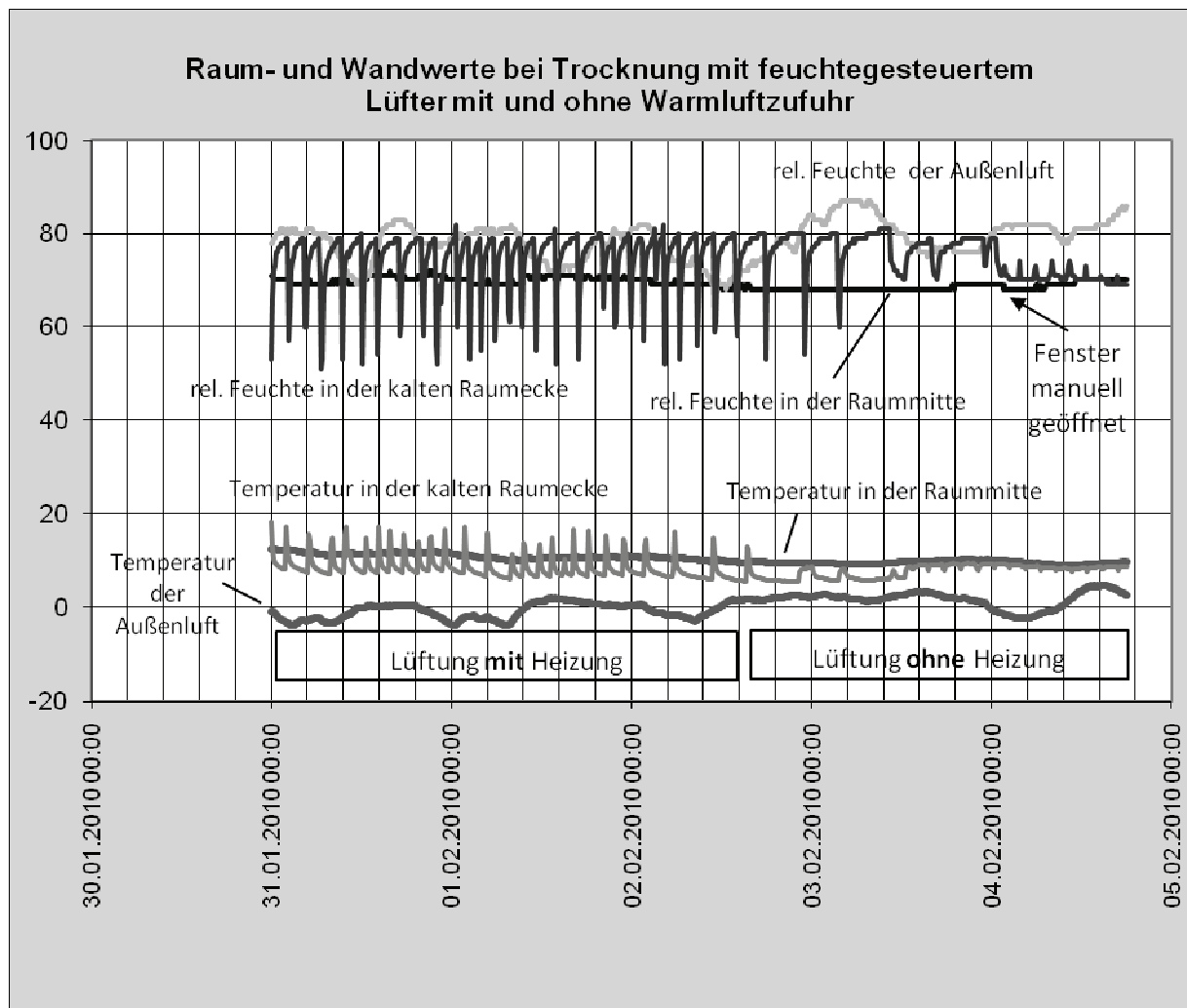


Diagramm 4.3: Raum- und Wandwerte bei Trocknung mit feuchtgesteuertem Lüfter mit und ohne Warmluftzufuhr

Die Bilder 4.6 und 4.7 zeigen den Zustand der trockenen aber malermäßig noch nicht wieder instand gesetzten kalten Zimmerecke.

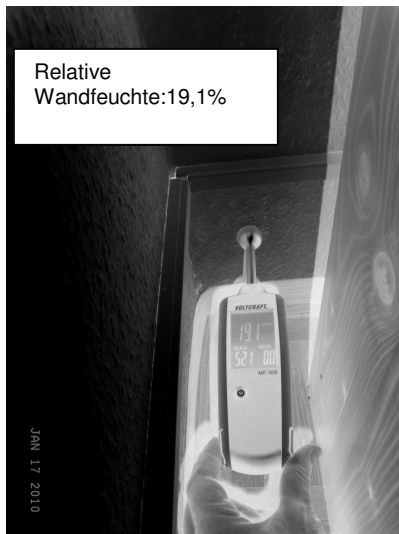


Bild 4.6: Trockene Wandecke mit Wandfeuchte-messung (Als Ausgangswert am 02.01.2010 wurden 100% ermittelt- Die Wand war völlig nass. Vergl. Bilder 4.2 und 4.3)

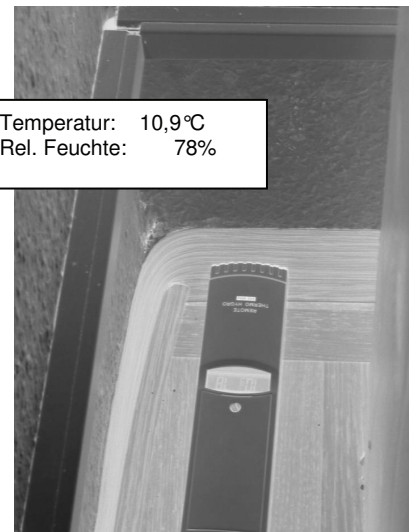


Bild 4.7: Trockene Wandecke mit Luftfeuchte-messung (Der Ausgangswert am 02.01.2010 betrug 95% - Die Wand und die Fußbodenleiste waren völlig nass. Vgl. Bilder 4.2 und 4.3)

5. Beispiel: Wirtschaftsraum [3]

An Hand eines weiteren Beispiels sollen Problematik, Funktion und Ergebnisse der Schimmelprävention mittels eines „Hygro Guard“ ® ebenfalls in Kurzform dargestellt werden.

Es handelt sich um einen kleinen Wirtschaftsraum mit einer Fläche von etwa 3qm, der für die Aufbewahrung von Reinigungsmitteln und Toilettenartikeln benutzt wird. Diesen Raum nutzt das Reinigungspersonal und verwahrt in ihm auch ihr Reinigungsgerät und stellt es nach getaner Arbeit dort wieder ab. Der Raum befindet sich im Erdgeschoss. Im Februar dieses Jahres wurde Schimmel bemerkt und die Fenster und Wände waren stark betaut. Es hatten sich an vielen Stellen dicke Schimmelschichten und Kondenswasser gebildet (siehe Bild 5.1 und 5.2).



Bild 5.1: Schimmelbildung im Wirtschaftsraum



Bild 5.2: Schimmelbildung und Betauung am Fenster

Sofort entstand die Frage, „Wer ist schuld?“. Liegt die Ursache der Schimmelbildung in Bau- oder Nutzungsmängeln. In diesem Fall sind offensichtlich ebenfalls Nutzungs- und Baumängel für die Schimmelbildung verantwortlich. Die Reinigungskraft lässt die nassen Scheuer- und Putzlappen in diesem Raum trocknen. Die Heizung durch vorhandene Heizungsrohre ist genauso unzureichend wie

die Wärmedämmung der Wände und die Fenster müssen abends aus Versicherungsgründen verschlossen bleiben.

Für Mieter und Vermieter wäre dies ein klassischer Streitfall. Es stünden die Fragen, „Ist der Bau zu sanieren?“, „Wie soll gelüftet, zusätzlich geheizt oder getrocknet oder soll die Nutzung verändert werden?“.

Aufgrund der bereits vorhandenen Erfahrungen, Messungen und den vorhandenen Möglichkeiten wurde das Nutzungsverhalten beibehalten und die Raumfeuchte zunächst gemessen und aufgezeichnet. Die Verläufe von Temperatur und relativer Feuchte sind im Diagramm 5.1 dargestellt.

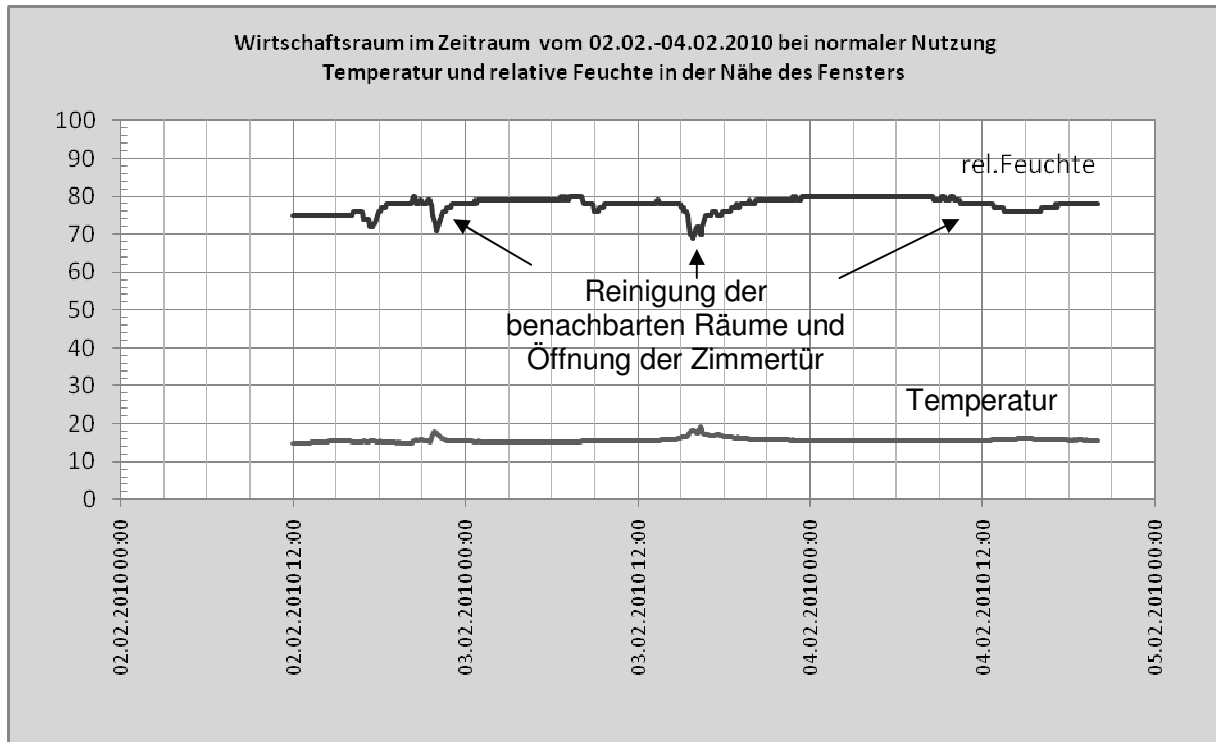


Diagramm 5.1: Temperatur und relative Feuchte bei normaler Nutzung des Wirtschaftsraumes

Gut zu erkennen sind die Temperatur- und Feuchteschwankungen bei Benutzung des Raumes. Die im Raum gemessenen Feuchtwerte liegen mit noch 80% unter der sogenannten „Schimmelkurve“. Jedoch die Unterschreitung der Taupunkttemperatur an Fensterwandungen und Außenwänden führt zur Kondenswasserbildung und damit zur Schimmelbildung im gezeigten Ausmaß.

Es wurde zunächst provisorisch ein „Hygro Guard 21“ (Bild 5.3) und eine provisorische automatische Lüftung installiert (Bild 5.4.).



Bild 5.3: Hygro Guard 21

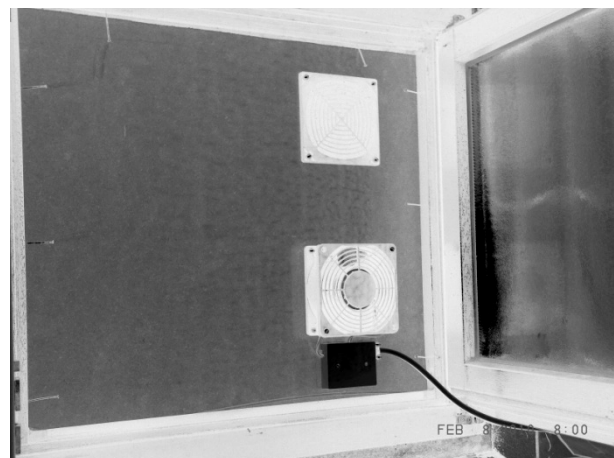


Bild 5.4: Provisorische Lüftungseinrichtung

Die gute Wirkung auf das Raumklima durch den Einbau des Hygro Guard 21 und des Lüfters wird durch das Diagramm 5.2 belegt. Hervorzuheben ist dabei, dass das Nutzungsverhalten (Trocknung nasser Lappen und Eimer) durch die Reinigungskraft nicht verändert wurde.

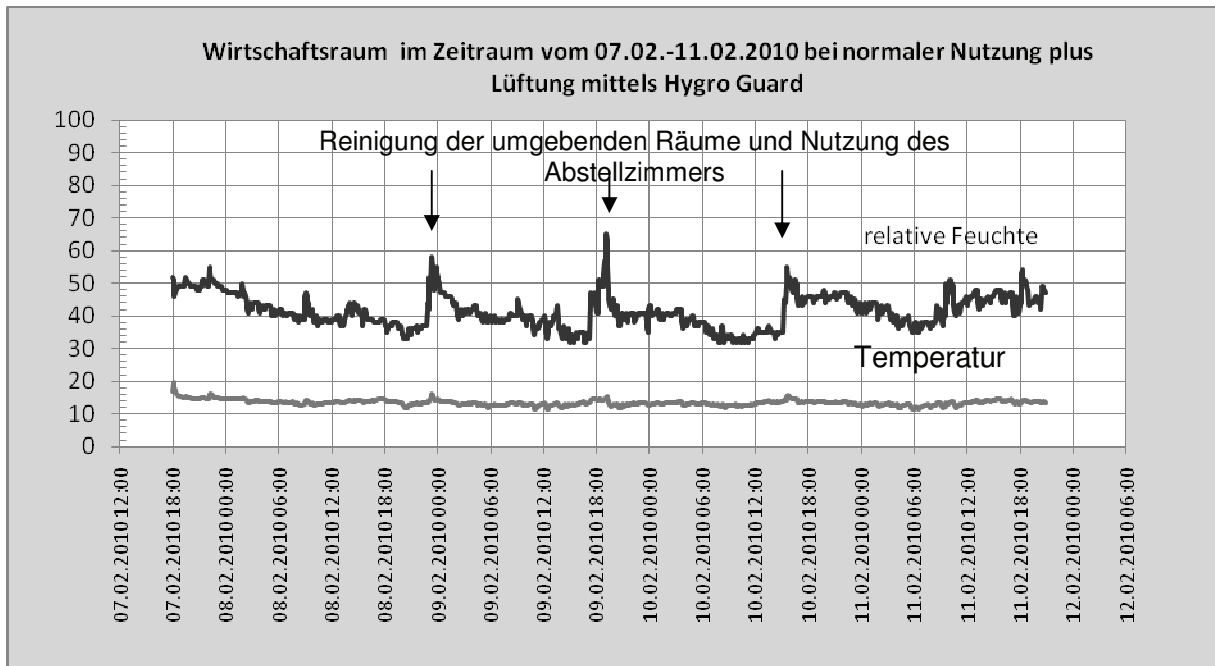


Diagramm 5.2: Temperatur und relative Feuchte bei normaler Nutzung des Wirtschaftsraumes plus Lüftung mittels Hygro Guard

Der Wirtschaftsraum ist nunmehr bedeutend trockener als die übrigen Räume, so dass sich beim Öffnen der Tür die Raumfeuchte für kurze Zeit geringfügig erhöht. Bereits nach einigen Tagen waren die Schimmelpilze vertrocknet und lösten sich vom Untergrund, so dass sie mühelos entfernt werden konnten (Bild 5.4 und 5.5).



Bild 5.4: Vertrockneter sich ablösender Schimmel



Bild 5.5: Schimmellentfernung

Nach einer anschließenden Sanierung und malermäßigen Instandsetzung, sowie Beibehaltung der durch den Hygro Guard 21 gesteuerten Lüftung, ist das Schimmelproblem bis zum jetzigen Zeitpunkt beseitigt.

Anschließend erfolgten eine gründliche Reinigung des Raumes mit schimmelabtötenden Reinigungsmitteln und eine vorläufige malermäßige Instandsetzung (Bilder 5.6 und 5.7).



Bild 5.6: Fenstergewände und Raumdecke nach Sanierung



Bild 5.7: Fenstergewände und Fensterbank nach Sanierung

Neben der Raumfeuchte wurden auch noch die Außenfeuchte, Außentemperatur und der Energieverbrauch aufgezeichnet. Vom 07.02. bis zum 18.02.2010, exakt in 11 Tagen und 12 Stunden, entstand für die Lüftung ein Energiebedarf von nur 1,028 kWh. Dies entspricht einer gemittelten elektrischen Leistung von 3,73 Watt bzw. 32,6 kWh pro Jahr. Bei einem angenommenen Energiepreis von 0,25 €/kWh entstehen jährliche Kosten von rund 8,-€, die ökologisch und wirtschaftlich vertretbar erscheinen.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Schimmelprävention stellt eine wichtige Voraussetzung für gesundes Wohnen dar. Noch immer sind zu viele Wohnungen mit Schimmel belastet. Die im Handel erhältlichen, meist elektronischen Geräte des unteren bis mittleren Preissegmentes zur Feuchtemessung sind zur Schimmelprävention nur bedingt geeignet. Aus der Analyse der vorhandenen Technik und den sich ergebenden Problemen und Anforderungen wurde ein neues Gerät zur Schimmelprävention mit verbesserten Eigenschaften entwickelt. Das als „Hygro Guard“® bezeichnete Gerät misst Temperatur und Befeuchtung an einer vor Schimmel zu schützenden Oberfläche, z.B. einer Wand. Es ist klein und handlich und kann in den Bereichen, in den gewöhnlich mit Schimmel zu rechnen ist, angebracht werden. Es verfügt über optische und akustische Signalgeber sowie über eine Funksteuerung für Anzeige, Lüftung, Heizung oder Entfeuchtung. Dieses Gerät wurde in verschiedenen Bereichen über einen längeren Zeitraum getestet. Die Ergebnisse werden anhand von ermittelten Messreihen vorgestellt. Noch nicht präsentiert wurden die Eigenschaften des Gerätes zur Kellertrocknung. Tests in mehreren Kellerräumen lieferten ebenfalls sehr gute Ergebnisse, die ebenfalls dokumentiert werden können. Es zeigt sich, dass mit dem „Hygro Guard“® eine praktikable Lösung gefunden wurde, die Schimmelprävention zu verbessern und Gesundheitsrisiken zu minimieren.

Literatur:

- [1] N.N. : „WHO Guidelines for Indoor Air Quality“; Zeitschrift für Wohnmedizin und Bauhygiene Bd.48 (2010) Nr.1, S.10-14 u. Nr.2 S.32-39
- [2] Grohmann, R.: „Entwicklungsunterlagen Hygro Guard“; unveröffentlicht
- [3] Grohmann, R., Heym, K.: „Dokumentation und Erfahrungsbericht zum Hygro Guard“; unveröffentlicht