


DENKMAI ZETTEL

 <p>Gesundes Ökologisches Bauen & Wohnen</p>	<p>Verein „Gesundes Wohnhaus“ e. V. Limbacher Straße 56 09113 Chemnitz Internet: www.wohnhaus-kompetenzzentrum.de E-Mail: info@wohnhaus-kompetenzzentrum.de</p>	<p>Bernd Lehmann Baubiologe - IBN</p>	12/07
			1

Vermeidung von Schimmelpilzen nach Sanierung von Altbau

Nach Nutzungsänderung, Sanierung und Modernisierung von Gebäuden schwerer Bauart und als Wohnung genutzter Altbauten bildet sich Feuchte an den Wänden, vorwiegend auf der Nordseite des Gebäudes.

Der untere Bereich der Wände des Erdgeschosses und der obere Bereich von Wohnräumen zum unbeheizten Dachboden sind am stärksten betroffen.

In jeder dritten Wohnung ist dadurch Wohnungsschimmel zu finden.

Das Wärme-Feuchte-Gleichgewicht der Gebäudehülle stimmt nicht mehr.

Alle Sanierungsleistungen wurden nach DIN-Normen ausgeführt!

Besitzer und Bewohner von Altbauten sind ratlos.

Vermieter übergeben Mietern Merkblätter zum "richtigen Heizen und Lüften", Anordnung der Möbel, Entfernung von Zimmerpflanzen und Aquarien.

Diese bauphysikalisch aus dem Zusammenhang gerissenen, laienhaften Ratschläge sind objektiv unzutreffend. In der Zeitschrift „WOHNUNG + GESUNDHEIT“ Nr.103/02 wird durch Messreihen von Baubiologen der Zusammenhang von Luftfeuchte und Bauwerksfeuchte nachgewiesen.

Üblich empfohlene Stoßlüftung ist zur Vermeidung von Kondensatfeuchte für eine vertragsgemäße Nutzung einer Wohnung nicht ausreichend. Durch fehlende Möglichkeit der Pufferung von Feuchte und zu niedriger Oberflächentemperatur von Bauteilen ist entstehende Luftfeuchte sofort abzuführen.

Weiterhin besteht ein Widerspruch zu den Zielen der angestrebten Energieeinsparung.

Der Nutzen von Wärmedämmung und Luftdichtung der Gebäude wird durch Lüftungsverluste zur Abführung von Luftfeuchte und höherer Oberflächen- und Mauerwerksfeuchte fraglich.

Gesundheitliche Schäden der Bewohner werden üblich und selbstverständlich.

Besonders zutreffend ist dies in der Denkmalpflege und der Modernisierung von Altbausubstanz.

Selbst bei Einhaltung der genormten Vorgaben kommt es in immer größerem Umfang zu Baumängeln und Schädigungen der Gesundheit der Bewohner.

Welche Veränderungen in der Wohnung sind daran schuld?

- Zur Einsparung von Heizenergie (Wärmeträger Warmluft) werden absolut dichte Fenster eingebaut.
- Die Außenwände werden mit Dämmplatten aus Styropor beklebt.
- Mit Kunststoff gebundener Außenputz und Kunststoffdispersionsfarben dichten die Wände dann völlig ab.
- Direkt auf den Kalkputz gestrichene, diffusionsoffene geleimte Wandfarbe wird abgewaschen und Raufasertapete aufgeklebt. Diese wird mit Kunststoffdispersion gestrichen. Oberflächenfeuchte entsteht.
- Decken und Wände werden mit Spanplatten-Paneele oder Styroporplatten "verschönt".
- Fußböden sind mit Folien und Spanplatten-Laminat oder PVC- Belag abgedichtet.
- Bäder werden raumhoch gefliest.
- Großflächige dünne Plattenheizkörper werden durch kleinflächige dicke Kompaktheizkörper ersetzt.
- Bei Ofenheizung wird der Kachelofen entfernt und die Esse verschlossen.

Warum kommt das bisherige, ausgewogene Verhältnis von Wärme und Feuchte aus dem Gleichgewicht?

Neben Baustofffeuchte durch bauliche Schäden oder eingebrachte Baustoffe sind die Veränderungen der Raumlufffeuchte die Hauptursache.

Der Grund für über 90 % der Fälle von Wohnungsschimmel ist derzeit der vom Bewohner verursachte Wasserdampf der mit warmer Heizungsluft sofort auf kalte Oberflächen transportiert wird und sich dort als Kondenswasser absetzt.

Dieses Oberflächenwasser, Schimmelsporen aus der Raumluff und ein aus organischem Material (z.B. Hausstaub, Tapete usw.) bestehender Untergrund sind die Grundlagen für den Wohnungsschimmel.

Empfehlungen zur Vermeidung von Schimmelpilzen bei Sanierung und Modernisierung

Die Gebäudehülle sollte in der Lage sein, kurzzeitige Schwankungen der Luftfeuchte auszugleichen. Überhöhte (über 75% rel.) Raumlufffeuchte wird in der Regel in einer Wohnung vom Bewohner nicht ständig durch Waschen, Kochen, Duschen usw. an die Raumluff abgegeben. Eine natürliche, vom Nutzer unabhängige, bauphysikalisch bedingte Grundlüftung (DIN 1946-6) sichert den Wasserdampfdruck-Ausgleich.

Welche Ursachen führen zu Schimmelpilzen:

1. Raumlufffeuchte

- ◆ Das in der Raumluff als Wasserdampf gelöste Wasser ist die häufigste Grundlage für Wohnungsschimmel.
 - ➔ Die günstigste **relative** Raumlufffeuchte für den Bewohner ist im Bereich von 40 % bis 60 %.
- Relative Luftfeuchte ist der % - Anteil der vorhandenen zu maximal 100 % möglichen Wasserdampfmenge bei der herrschenden Raumlufftemperatur.
- Bei staubarmer und kühler Raumluff kann die Feuchte auch unter 30 % absinken.
 - Zur Vermeidung von Kondensfeuchte an Oberflächen sollten 75 % rel. Feuchte nicht überschritten werden.

Dabei beträgt die **absolute** Luftfeuchte in Wassergehalt g Wasser pro m³ Luft (Mollier h-x-Diagramm)

-
- bei 50 % rel. Feuchte und + 20° C Lufttemperatur = 7 g/m³ Luft
 - maximaler Wassergehalt (100 %) bei einer Lufttemperatur von + 20° C = 14 g/m³ Luft
 - maximaler Wassergehalt (100 %) bei einer Lufttemperatur von + 40° C = 51 g/m³ Luft
 - Lufttemperatur bei einem Plattenheizkörper ca. + 60° C = bis 130 g/m³ Luft
- Bei Fernwärmeversorgung kann die Lufttemperatur über dem Heizkörper bis über + 85° C betragen!

2. Raumlufftemperatur

- ◆ Bindung von Wasser in der Luft als Wasserdampf ist von der Lufttemperatur abhängig.
 - ➔ Je höher die Temperatur der Luft umso höher die Aufnahme von Feuchte.
 - ➔ Die maximale Raumlufftemperatur sollte nicht über +18° C liegen.
 - Warme Luft wird über die Lunge aufgenommen. Die Atemwege werden belastet. Höhere Temperaturen führen zu Abführung von Wärme aus dem Körper durch Körperschweiß. Die Haut trocknet aus. Der Mensch fühlt sich unbehaglich.
 - ➔ Hohe Temperaturen der Raumluff erhöhen deren möglichen absoluten Wassergehalt und die Energieverluste durch Lüftung.
 - Lebensnotwendige negative Kleinionen der Luft werden zerstört.
 - ➔ Den größten Einfluss auf das Wärme- Feuchte- Gleichgewicht der Gebäudehülle hat die Art der Wärmeverteilung durch die Heizung.
 - Schimmelprobleme und Staubumwälzung gibt es nur bei Konvektionsheizung (Wärmeströmung der Luft). Eine ausgeglichene flächige Erwärmung von Wandoberflächen ist nicht möglich. Diese Luftströmung kommt nicht in Raumecken oder hinter Möbel.
 - Eine Strömungsgeschwindigkeit von über 0,2 m/s wird vom Menschen als Zugluff negativ empfunden.
- Den Missbrauch des Lebensmittels Luft als Energieträger für die Heizung möchte die Industrie noch verbessern. In jedem Haus eine technische Be- und Entlüftungsanlage, möglichst mit Abluftwärmetauscher!*

Wärmeabgabe üblicher Heizkörper (angenommene Durchschnittswerte)

Stahlgliederheizkörper	62 %	Konvektion	+	38 %	Strahlungswärme
Gussgliederheizkörper	64 %	"	+	36 %	"
Schmalsäulen- Gliederheizkörper	63 %	"	+	37 %	"
Stahlröhren- Gliederheizkörper					
2säulig	62 %	"	+	38 %	"
4säulig	73 %	"	+	27 %	"
6säulig	78 %	"	+	22 %	"
Lamellenradiatoren (z.B. Randleisten)	74 %	"	+	26 %	"
Plattenheizkörper					
1 Platte ohne Konvektorblech	43 %	"	+	57 %	"
1 " mit "	64 %	"	+	36 %	"
2 Platten ohne "	77 %	"	+	23 %	"
2 " mit "	72 %	"	+	28 %	"

2	"	mit 2 Konvektorblechen	77 %	"	+	23 %	"
3	"	mit 3 "	82 %	"	+	18 %	"

Bis auf den einfachen Plattenheizkörper ohne Konvektorblech ist bei allen Heizkörpern der Konvektionsanteil höher als der Anteil an Wärmestrahlung.

Der 3-fache Kompaktheizkörper mit 82 % Konvektionsanteil erzeugt Luftmengen mit hoher Strömungsgeschwindigkeit und Temperatur. Dementsprechend sind auch die Staubumwälzungen.

3. Temperaturen der Raumbooberflächen

- ◆ Raumluffteuchte kondensiert zu Wasser bei Unterschreitung des Taupunktes an kalten Oberflächen. Vor allem an örtlich begrenzten Wärmebrücken.
- In der Regel folgt die Feuchte der Temperatur von Warm nach Kalt.
- ↳ Zielstellung ist die Erreichung von Temperaturen von über + 22°C auf allen Oberflächen im Raum.
- Grundlage ist eine ausreichende Außenwandstärke (> 36 cm Mauerwerk) mit mineralischen Baustoffen.
- Verbesserung des winterlichen Wärmeschutzes mit diffusionsoffenen und kapillar leitfähigen Dämmstoffen (z.B. Schaumbeton- Minerale Dämmplatte, Holzweichfaser, usw.).
- ↳ Vermeidung von Wärmebrücken durch Temperaturlausgleich im Baustoff.
- Direkte Erwärmung der Wandoberfläche mit Wandheizung.
- Temperierung kalter Wände und Wärmebrücken durch Warmwasser führende in die Wand eingeputzte Rohrschleifen in der Höhe der üblichen Scheuerleiste.
- Wärmeverteilung mit Strahlungswärme durch großflächige Wärmestrahlplatten. (auch Plattenheizkörper ohne Konvektorbleche)
- Strahlungswärme erwärmt nur feste und flüssige Materie und wird in Wänden und Einrichtungsgegenständen gespeichert.
- ↳ Die Wandtemperatur liegt immer über der Lufttemperatur. Die Luft wird nicht erwärmt.
- ↳ Direkte Erwärmung (Wärmeleitung) des Wandbaustoffes oder Erwärmung durch Strahlungswärme führt zu höheren Oberflächentemperaturen, Vermeidung von Kondensatfeuchte, Transport von Baustofffeuchte und damit zur Austrocknung der Wände.
- Senkung von Staubumwälzung sowie Erhöhung der Behaglichkeit der Bewohner sind die weitere Folge.
- ↳ Die Regelung der zugeführten Heizenergie zur Erreichung der thermischen Behaglichkeit der Bewohner erfolgt nicht über Menge und Temperatur der Raumluff sondern über die Oberflächentemperatur der senkrechten Raumflächen (nach Behaglichkeitsdiagramm).
- ↳ Mit einer Fußbodenheizung ist keine Erwärmung der Wände zu erreichen.
- Durch die waagerechte Abgabe von Wärme mit großen Temperaturunterschieden von Fußboden zur Decke entsteht im gesamten Raum aufsteigende Konvektionswärme mit entsprechender Luft- und Staubumwälzung.
- ↳ Eine Beheizung von Hallenbädern, Sport- oder Ausstellungshallen sowie Gebäuden schwerer Bauart mit starkem Publikumsverkehr, durch Warmluftumwälzung ist daher kostenaufwendiger bauphysikalischer Unfug.
- Lüftungsanlagen sind keine Heizanlagen!

4. Fähigkeit der Oberflächenmaterialien zur Wasserdampfaufnahme und Feuchteabgabe sowie der Speicher- und Transportfähigkeit (Diffusion, Kapillarität) der Feuchte (Wasser) in Wandbaustoffen

- ◆ Die Gebäudehülle kann den ständig wechselnden Wassergehalt der unterschiedlichen Raumluffteuchte nur ausgleichen wenn aufnahmefähige (hygroskopische, sorptionsfähige) Oberflächen vorhanden sind sowie der Transport von Feuchte als Wasserdampf (Diffusion) oder als Flüssigkeit (Kapillarporosität) möglich ist.
- ↳ Abdichtung (Dampfbremsen und Dampfsperren) und damit mangelhafte oder fehlende Aufnahme (Sorptions) und Abgabe (Desorption) führt zu Oberflächenwasser und zum Stau von Feuchte im Wandbaustoff. Hinter oder unter Abdichtungen kann sich Feuchte und Schimmel ungehindert ausbreiten.
- ↳ Diffusion ist ein physikalischer Ausgleichsprozess, in dessen Verlauf Wasserdampf infolge seiner Wärmebewegung von Orten höherer zu solcher niederen Konzentration gelangen kann, so dass Dichte- bzw. Konzentrationsausgleich erfolgt.
- ↳ Wasserdampf- Diffusionswiderstandsfaktor μ gibt an wie viel mal größer der Diffusionswiderstand einer Stoffschicht als der einer gleich dicken, ruhenden Luftschicht bei gleicher Temperatur ist.
- Die Wasserdampfdiffusion folgt den Dampfdruckunterschieden und in der Regel der Temperatur von Warm nach Kalt. Im Sommer von Außen nach Innen. Im Winter von Innen nach Außen.
- Bauphysikalisch sollte der μ - Wert (und damit die Wasserdampfdiffusion) in einer Außenwand prinzipiell von innen nach außen besser werden.

μ - Wert	Diffusionsfähigkeit
< 10	günstig
10 bis 50	befriedigend
50 bis 500	schlecht
500 bis 15.000	sehr schlecht
> 15.000	praktisch unterbunden

> 100.000 Dampfsperre
 µ- Wert üblicher Baumaterialien bei Lufttemperatur + 23°C, 50% rel. Feuchte (unterschiedliche Quellen)

Glas- und Mineralwolle	1	(→ keine kapillare Leitfähigkeit von Wasser)
Schaumbeton(Mineraldämmplatte)	3	
Holzweichfaserplatte	5	
Hochlochziegel	8	
Lehmputz	8	
Kalkputz	8	
Weichholz	20 - 40	
Polystyrol	30 – 250	(→ keine kapillare Leitfähigkeit von Wasser)
Stahlbeton	70 -150	
OSB- Holzspanplatte	230	
Linoleum 2mm	6.000	
PVC- Belag	30.000	(dicht)
Zementestrich	35	
Putz (Kunststoff gebunden)	1.200	
Gußasphaltestrich	∞	(dicht)
PE- Schaumtapete (6mm)	∞	(dicht)
Lehmfarbe	8	
Kalkfarbe	180	
Silikatfarbe	200	
Kunststoffdispersionsfarbe	1.800	(nach zweimaligem Streichen – dicht)
Kunstharzlack	10.000	(dicht)
Mit PUR- bzw. Epoxydharz beschichtete Materialien sind Dampfsperren, z.B.:		
Spanplattenpaneele	∞	(dicht)
Spanplattenlaminat	∞	(dicht)
Korkbelege	∞	(dicht) (außer "Natur" sowie geölt und gewachst)

→ Als Kapillarporosität werden Hohlräume in Stoffen bezeichnet, die in kapillaren Netzen verbunden sind. Infolge kapillarer Saugwirkung kann flüssiges Wasser auch gegen die Schwerkraft aufgenommen und transportiert werden. Die Wirkung entsteht durch die Oberflächenspannung in Flüssigkeiten.

- Kurzzeitig erhöhte Feuchte wird durch die Wandbaustoffe aufgesaugt, weitergeleitet und eingespeichert.

In darauf folgender Zeit geringerer Luftfeuchte wird diese Feuchte wieder an die Raumluft abgelüftet.

- Der Wandbaustoff hat also auch die Funktion eines Feuchte- Speichers mit Regulierung des Feuchteklimas.

Wasserdampfaufnahme von Baustoffen in g/m² (nach Minke)

(in 16 Tagen, bei Erhöhung rel. Luftfeuchte von 50 auf 80 %, Wandstärke 11,5 cm, 1m² Fläche)

Lehm	870 g → noch stark zunehmend
Kiefernholz	370 g → noch zunehmend
Kalksandstein (2200 kg/m ³)	360 g → noch zunehmend
Porenbeton	220 g → gesättigt
Leichtziegel	60 g → nach 2 Tagen keine weitere Zunahme
Beton (2200 kg/m ³)	70 g → nach 2 Tagen keine weitere Zunahme

→ Baustofffeuchte führt zur Verschlechterung der Wärmedämmung.

- Nur trockene Wände vermindern Energieverluste.

Wärmedämmung von Mauerwerk in %- Anteilen (nach S. Cammerer)

100 % Wärmedämmung bei	1 % Feuchtegehalt
50 % Wärmedämmung bei	4 % "
10 % Wärmedämmung bei	18 % "

Ergebnis:

"Richtiges Heizen und Lüften" hat nach tiefgründigerer baubiologischer und bauphysikalischer Betrachtung eine etwas andere Bedeutung.

Konsequenzen:

- Sicherung der vorgeschriebenen, der vom Bewohner unabhängigen bauphysikalisch bedingten Grundlüftung (DIN 1946-6) und dem natürlichen Ausgleich von Dampfdruckunterschieden durch geeignete Öffnungen am Fenster.

- warme und trockene Wände durch direkte Wandheizung oder Wärmestrahlung der Heizkörper.

- Eine konsequente Umstellung der Oberflächen- und Wandmaterialien mit besserer Aufnahme, Speicherung und Abgabe und von Feuchte. Für Innenräume ist Lehmputz und Lehmfarbe am besten geeignet.

Weitere Informationen unter www.wohnhaus-kompetenzzentrum.de/Fachthemen