

# Schimmelpilze in Wohngebäuden

## - Leseprobe -

Schimmelpilze sind ein Bestandteil unserer natürlichen Umgebung (Biologie der Pilze, Nahrung und Lebensbedingung, als Erreger von Krankheiten, Materialzerstörer u.a.)

Es werden die bauphysikalischen und materialspezifischen Zusammenhänge in kurzen Beschreibungen, Übersichten, Checklisten sowie in vielen Zeichnungen und Bildern aus der Praxis dargestellt.

Die komplexen Zusammenhänge zwischen Feuchte, Substrat und Temperatur, eine wichtige Lebensgrundlage nicht nur für die Schimmelpilze, Bakterien und Algen, werden an unterschiedlichen Bauteilen erläutert. Daraus lassen sich geeignete Sanierungslösungen, Bekämpfungsmaßnahmen oder eine Änderung der Nutzung abgeleitet. Spezifische Zuordnungen von Krankheitsbildern bis hin zur Sanierung befallener Haushaltgegenstände (Möbel, Leder und so weiter) runden das Themenfeld ab. Es dient auch zur Anregungen zum gesunden Wohnen.

Autor/Herausgeber: Dipl.-Ing.oec. Dipl.-Betw.(FH), Ing. Peter Rauch  
Ingenieurbüro Peter Rauch, Bucksdorffstr.28,  
04159 Leipzig, Tel./Fax. 0341/9015382  
© [www.ib-rauch.de](http://www.ib-rauch.de) , Email: [ib-rauch@gmx.de](mailto:ib-rauch@gmx.de)

### Lieferform

**CD-ROM** ISBN 978-3-00-012946-9 (alt 3-00-012946-4) (letzte Ergänzung 27.11.2006) 15,00 Euro (Brutto)

175 Bilder/Zeichnungen, 6 Tabellen, 10 Anlagen (doc- und pdf-Datei)

**Druckausgabe** 2007 ISBN 978-3-00-020727-3 24,00 Euro

Ausdruck des Beitrages von der CD. Lieferform A4-Format mit 149 Seiten, 175

Bilder/Zeichnungen Farb-Laserdruck mit 80 g/qm Papier in Thermobindemappe (transparent).

### Download 9,00 Euro

Es beinhaltet alle Beiträge und Tools des eBooks auf der CD. Alle Abschnitte können wahlweise auf Ihrem Drucker ausgedruckt werden. Das Verzeichnis ist als zip-Datei abgelegt. Nach dem Entpacken haben Sie das komplette Verzeichnis, wie auf der CD-ROM. Lediglich die doc-Datei wurde weggelassen.

Im Auftrag von : Leipziger Institut für Bildung und Forschung e.V.  
Bucksdorffstr.28, 04159 Leipzig,  
Amtsgericht: Leipzig VR 1081  
[www.leipzigerinstitut.de](http://www.leipzigerinstitut.de)

### Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	5
2. Charakteristik und Vorkommen von Schimmelpilze	6
2.1. Charakteristik der Schimmelpilze und ihre Stoffwechselprodukte	
2.2. Die Nahrung und die Lebensbedingungen der Schimmelpilze	8
2.3. Vorkommen der Schimmelpilze in der natürlichen Umgebung	12
2.4. Vorkommen der Schimmelpilze in der Innenluft	
3. Schimmelpilze im Gebäude	
3.1. Wichtige Ursachen der Entstehung	
3.2. Schimmelpilze in der Wohnungen	14
3.3. Beispiele für das Vorkommen der Schimmelpilze in Innenräume	16
4. Pilze als Erreger von Krankheiten bei Menschen und Tieren	18
4.1. Gesundheitliche Auswirkungen	
4.2. Vorkommen auf der menschlichen Haut	20
4.3. Mykosen	21
4.4. Mykogene Allergien	22
4.5. Mykotoxikosen	23

4.6.	Myzetismus	
4.7.	Allergose	24
4.8.	Toxine	
4.9.	Besonders gefährdete Personengruppen	
4.10.	Problematische Schimmelpilze	25
5.	Bauphysikalische Zusammenhänge, die eine Schimmelpilzbildung begünstigen	
5.1.	Luftfeuchtigkeit in der Wohnung - Ursache für die Schimmelpilzbildung	
5.1.1.	Luftfeuchtigkeit	
5.1.2.	Feuchtigkeit in der Wohnung	26
5.1.3.	Gas-Dampf-Gemisch (Feuchtigkeit in der Luft)	28
5.1.4.	Wärmeenergiebedarf - Gas-Gemisch und Erwärmung (Lüftungsaustausch)	29
5.1.5.	Der Zusammenhang zwischen Feuchteproduktion und dem Lüften	31
5.2.	Der Lüftungsaustausch im Gebäude	32
5.3.	Wärmebrücken und Wärmedämmung	35
5.3.1.	Die Wärmebrücke und die Luftwalze	
5.3.2.	Die Funktion einer Außendämmung	40
5.3.3.	Funktion und Aufbau einer Innendämmung	46
5.3.4.	Die Innendämmung beim Dachgeschossausbau	50
5.3.5.	Die Problembereiche am Fenster	58
5.4.	Die Kondensation und die Mauerfeuchtigkeit	60
5.4.1.	Allgemeines	
5.4.2.	Der Feuchtigkeitsaustausch und das Feuchteverhalten der Baustoffe	61
5.4.3.	Die Feuchtigkeit im Mauerwerk	64
5.4.4.	Die Rolle der Mauersalze für eine Durchfeuchtung	65
5.4.5.	Tauwasserbildung und die Durchfeuchtung der Bauteile	66
5.4.6.	Tauwasserbildung im Erdgeschoss und Keller	70
5.4.7.	Tauwasserbildung an einer Wandoberfläche nach der Sanierung	76
5.4.8.	Feuchtigkeit durch Havarien und Überschwemmungen	79
5.4.9.	Durchfeuchtung bei der Verwendung verschiedener Baustoffe	82
6.	Schimmelpilze als Materialzerstörer	84
6.1.	Schimmelpilze im Ökosystem	
6.2.	Die Veränderung der Materialien	
6.3.	Holz - Moderfäule und holzverfärbende Pilze	85
6.4.	Papier	87
6.5.	Mineralische Baustoffe	88
6.6.	Kunststoffe, Natur- und Synthesegummi	89
6.7.	Farben und Anstriche	90
6.8.	Glas	91
6.9.	Metalle	
6.10.	Textilien	
6.11.	Wolle	92
6.12.	Leder	
6.13.	Kohlenwasserstoffe	
6.14.	Andere Nahrungsgrundlagen	93
7.	Ausgewählte Baustoffeigenschaften	94
7.1.	Wandbaustoffe	
7.1.1.	Keramische Baustoffe	
7.1.2.	Lehm	
7.1.3.	Kalksandstein	95
7.1.4.	Porenbeton (Gasbetonsteine)	
7.1.5.	Beton	
7.1.6.	Holz	
7.2.	Putze, Bindemittel und Mörtel	96
7.2.1.	Gipsmörtel (CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O)	
7.2.2.	Frische Kalk- und Zementmörtel	97
7.2.3.	Lehm und Lehmputze	
7.2.4.	Sanierputzsysteme-WTA	98
7.2.5.	Gipskartonbauplatten	
7.3.	Beschichtung der Innenwand	
7.3.1.	Einleitung	99
7.3.2.	Anstriche/Beschichtungen	
7.3.3.	Tapeten	102
7.3.4.	Innendämmung und Innenverkleidung	

7.4.	Fußboden	104
8.	Sanierung des Schimmelpilzbefalls	105
8.1.	Allgemeine Grundlagen	
8.2.	Bestimmung von Schimmelpilzbelastung	108
8.3.	Chemische Bekämpfung	
8.3.1.	Was ist eine chemische Bekämpfung?	
8.3.2.	Bekämpfungsvarianten	109
8.3.3.	Anwendung und Umgang mit chemischen Mitteln	110
8.4.	Bekämpfung durch Hitze	
8.5.	Sanierungsmaßnahmen	111
8.5.1.	Kurzfristige Maßnahmen	
8.5.2.	Langfristige Maßnahmen	
8.6.	Sanierung von schimmelpilzbefallene Materialien	112
8.6.1.	Einleitung	
8.6.2.	Glatte Oberflächen	
8.6.3.	Poröse Materialien	
8.6.4.	Holz	113
8.6.5.	Möbel	
8.6.6.	Haushaltkeramik	
8.6.7.	Textilien	
8.6.8.	Stockflecken	114
8.6.9.	Leder	
8.6.10.	Außenfassade	115
8.7.	Schutzmaßnahmen bei der Sanierung	
8.8.	Vorsichtsmaßnahmen zur Verringerung der Schimmelpilzgefährdung	116
8.9.	Kurze Zusammenfassung zum schadstoffarmen Haus	
Anlage 1	Checkliste um die Schimmelpilzentstehung zu vermeiden	117
Anlage 2	Toxine	118
Anlage 3	Innen- und Außendämmung bei einer Außenwand	122
Anlage 4	Luftfeuchte und Taupunkttemperatur	123
Anlage 5	Teilauszug Mollier-Diagramm	124
Anlage 6	Klinisch relevante Schimmelpilze und die verursachten Erkrankungen	125
Anlage 7	Bestimmung der relativen Luftfeuchte an der Wandoberfläche	126
Anlage 8	Chemikalien für die Schimmelbekämpfung	127
Anlage 9	Ausgewählte bauphysikalische Begriffe	129
Anlage 10	Betrachtung der Oberflächenfeuchte an einer Außenwand	133
	Quellenverzeichnis	135
	Inhaltsverzeichnis	141

## 1. Einleitung

Schimmel ist die Trivialbezeichnung für makroskopisch erkennbare meist watteartige Myzelien und/oder Conidienträger. Pilze, die Schimmel bilden, lassen sich nicht systematisch eingrenzen. Sie gehören verschiedenen Gruppen an. Mit dem Schimmelbegriff werden verschiedene Strukturen und Erscheinungen in Verbindung gebracht, z.B. Schwarz- u. Grünschimmel, Roter Brotschimmel, Edel-, Gießkannen-, Pinsel-, Köpfchenschimmel u.a. Darüber hinaus werden auch viele als Schimmel bezeichnet (Blau-, Grau-, Schneeschimmel usw.) [1]

Mit der Energieeinsparung und der damit im Zusammenhang stehender Verringerung des hygienischen Lüftungsaustausches im Gebäude, bauphysikalische Veränderungen sowie Verwendung von unzweckmäßigen Bau- bzw. Beschichtungsstoffen u.a. werden die schon immer vorhandenen Schimmelpilze und auch Bakterien durch lokale Konzentrationserhöhungen, z.B. durch Schimmelflecken an der Tapete oder Stockflecken an Gegenständen, sichtbar.

Es gibt in Deutschland noch keine verbindlichen Bewertungskriterien für eine Schimmelpilzbelastung im Innenraum. Der Nachweis einer Schimmelpilzbelastung durch einen qualifizierten Fachmann (Mikrobiologisches Labor) dient dabei unterschiedlichen Zielen, dazu gehören

- dem Nachweis einer Außenluftquelle,
- dem Nachweis einer Innenraumluftquelle oder eine
- gesundheitliche Bewertung der Schimmelpilzbelastung.

Von den ca. 100.000 Schimmelpilz-Arten weisen ca. 30 Allergene auf. Pilze haben in der Natur die Aufgabe, organische Substanz, besonders pflanzliche Stoffe, in die mineralischen Bestandteile (Mineralisation) abzubauen und in Form von Erdboden den Pflanzen als Nährstoffquelle zugänglich zu machen. [2] Dieser Abbauprozess erfolgt vorwiegend im Atmungsstoffwechsel mit Sauerstoff. Einige Formen, wie viele Hefen vergären z.B. Zucker, dabei findet kein oder nur ein geringer Wachstum statt. Bisher wurde nur eine Kultur gefunden, die keine Atmung besitzt. [3] Nur so wird der Stoffkreislauf (Kohlenstoffkreislauf, Stickstoffkreislauf usw.) geschlossen. Ohne diese wichtige Aufgabe der Mikroorganismen könnte es keine (neuen) Pflanzen und Tiere geben. Die Mehrheit der uns umgebenden Schimmelpilze und auch Bakterien ist daher nützlich. Der Mensch ist deshalb an dem Vorhandensein von Mikroorganismen und so auch an Schimmelpilze in seiner Umgebung angepasst und weist eine hohe Resistenz auf. Er reagiert folglich nur selten mit Krankheitssymptomen auf eine Schimmelpilzexposition. Bakterien leben in Pflanzen, Tieren und Menschen als Symbionten, d.h. der Wirt bietet ihnen Vorteile, aber auch sie selbst sind dem Wirt nützlich. Natürlich gibt es auch gefährliche Parasiten und Krankheitserreger. [4]

Entscheidend für die Wirkung von inhalativ aufgenommenen Schimmelpilzen sind die Konstitution, die Pathogenität, die Gesamtanzahl der einwirkenden Pilze und die Häufigkeit. Die Belastung und Beanspruchung von Menschen sind aber bei Außen- und Innenraumquellen im Wesentlichen gleich. [5] Allgemein stellen kleine Befallsbereiche kein gesundheitliches Problem dar. Allerdings muss eine hohe Schimmelpilzbelastung im Gebäude nicht in jedem Fall optisch durch einen Befall an einer Bauteilfläche erkennbar sein. Eine Schimmelpilzbestimmung im Labor ist vordergründig zur Klärung von spezifischen Sachverhalten sinnvoll,

- wenn eine ernsthafte Erkrankung der Bewohner vorliegt und die Ursachen für die Krankheiten wie Allergie oder Atemwegkrankungen ungeklärt sind,
- wertvolle Kulturgüter geschädigt sind/werden oder
- wenn die Quelle (Ursache) nicht zweifelsfrei bestimmt werden kann.<sup>1</sup>

Die richtige dauerhafte Beseitigung des Schimmelschadens kann nur durch das Erkennen der Ursachen erfolgen. Hierzu gehören bauphysikalische und oder baustoffspezifische Zusammenhänge, das Nutzungsverhalten der Bewohner, die Wechselwirkung zu anderen Alltagsgiften uvm. Auf den beiden Bildern 1 und 2 werden typische Schimmelpilzbilder gezeigt.

Bild 1.1.: Wärmebrücke, ungenügende Beheizung und hohe Luftfeuchtigkeit in der Wohnung über 70 % relative Luftfeuchte



Bild 1.2.: Wasserleitungsschaden wurde nicht getrocknet



Schimmelpilze sind allgegenwärtig (ubiquitär) vorkommende Pilzarten, die bei erhöhtem Vorkommen deutliche gesundheitliche Beeinträchtigung auslösen können. Viele Bewohner von mit Schimmelpilz belasteten Räumen leiden häufig unter Kopfschmerzen, Augenbrennen und Erkältungssymptomen. Bei entsprechender Neigung kann es bei längerem Einatmen von Schimmelpilzsporen zur Allergie kommen. Diese körperliche Abwehrreaktion kann zu einem Bronchialasthma führen und andere gesundheitliche Probleme an den Atmungsorganen verursachen. [6]

Die Schimmelpilze gehören zu den Mikroorganismen. In diesen Sammelbegriff „Mikroorganismen“ werden viele verschiedene Gruppen von Kleinstlebewesen, wie Bakterien, Hefen, Aktinomyzeten, Algen,

<sup>1</sup> Es gibt z.B. Hohlräume hinter einer Trockenbauwand, Fehlböden usw. Durch eine kleine Öffnung können quantitative Vergleichsmessungen vorgenommen werden. Erst wenn der Verdacht bestätigt wird, erfolgt ein Rückbau des Bauteils.

Pilze und Protozoen zusammengefasst. Eine Zuordnung in die Flora oder Fauna ist möglich. Algen, Bakterien, Aktinomyzeten und Pilze werden dem Reich der Pflanzen, insbesondere der Mikroflora zugeordnet; lediglich die Algen sind eindeutig Pflanzen. Dies macht sich u.a. durch die zelluloseartige Zellwand und das Chlorophyll zur Energiegewinnung mit Photosynthese bemerkbar.

Die tierischen Eigenschaften der Bakterien, Aktinomyzeten und Pilze sind unter anderem die überwiegend chemoheterotrophe Lebensweise und die Bildung von Glykogen, einem stärkeähnlichen Polysaccharid, das auch als tierische Stärke bezeichnet wird. Dennoch lässt die Zellstruktur die Zuordnung zur Fauna nicht zu. Eine Ausnahme sind die Protozoen, die eindeutig zum Tierreich gehören. [7]

Bakterien sind über alle auf der Erde in ungeheurer Individuenzahl verbreitet. Sie nehmen wie die anderen Mikroorganismen eine wichtige Rolle im Stoffwechselgleichgewicht der Natur ein. Sie finden bei vielen industriellen Verfahren Anwendung. Die Bedeutung der Bakterien für die Nahrungs- und Futtermittel wird in zwei Aspekte eingeteilt. Einmal, die zur Herstellung, Verarbeitung und Veredlung dienen und die an der Verderbung dieser beteiligt und darüber hinaus für Vergiftungen und Infektionen verantwortlich sind. In diesem Buch werden Bakterien nicht vordergründig behandelt. Auf diese wird nur dann eingegangen, wenn bestimmte Sachverhalte erläutert oder ergänzt werden.

In diesem Buch werden wichtige Lebensgrundlagen ausgewählter Schimmelpilze, ihre möglichen gesundheitlichen Auswirkungen, die Ursachen entstehen im Gebäude aus der Sicht der Bauphysik, Baustofflehre und Konstruktion sowie Vorschläge für die Vermeidung und für eine sinnvolle Bekämpfung dargestellt.

## 2.2. Nahrung und Lebensbedingung

Pilze sind chlorophyllfreie Organismen. Die Pilze ernähren sich vorwiegend heterotroph - von organischen Substanzen lebender und toter Organismen. [17]

Die wesentlichen Wachstumsvoraussetzungen sind eng an das Vorhanden von Wasser gekoppelt, welches zur Synthese von Zellmaterial und zur Energiegewinnung der im Wasser gelösten Nährstoffe benötigt wird. [16] In unserer natürlichen Umgebung erfolgt ein Wachstum, wenn bei einer bestimmten Temperatur, einer genügend hohen relativen Feuchte und dem Vorhandensein der erforderlichen Nahrungssubstrate über eine bestimmte Zeitperiode vorliegen.

Ändern sich diese Bedingungen, so wird das Wachstum eingeschränkt, verbessern sich diese wieder, so kann selbst scheinbar abgestorbenes Myzel auch nach Monaten neu auskeimen. [18] Gute Lebensbedingungen liegen bei einem pH-Wert ab 2 vorwiegend zwischen 4,5 bis 6,5 auch bis 8 und einer Temperatur von 0°C bis +40°C vor. Pilze bevorzugen allgemein Nährmedien mit geringen pH-Werten (3,5 bis 6,5 wie z.B. in sauren Waldböden und Äckern) [3], dagegen bevorzugen Bakterien einen neutralen bis alkalischen Bereich. Die meisten Organismen wachsen in einem pH-Bereich zwischen 6-8 und werden neutrophil genannt. Die Wachstumsgeschwindigkeit einer Zelle hängt vom pH-Wert des umgebenden Mediums ab. Daneben kann auch der Stoffwechselprozess, die Zellmorphologie, die Zusammensetzung der Zellwand und der Zellumhüllung u.a. beeinflussen. [19] Das Wachstum vieler Schimmelpilze bewegt sich in einem breiten pH-Bereich, wo hingegen die Synthese von Mykotoxinen stark pH-Wert abhängig ist. Aber auch bei den Stoffwechselprozessen können die Ausscheidungen den pH-Wert des Substrates verändern. [20] Die Toxinproduktion ist auch von der Jahreszeit abhängig. Im Frühjahr (April-Mai) produzieren die Pilze unter gleichen klimatischen Bedingungen mehr als im Herbst. [21]

## 4. Pilze als Erreger von Krankheiten bei Menschen und Tiere

### 4.1. Gesundheitliche Auswirkungen

Krankheiten die durch Pilze entstehen sind bei den Pflanzen gänzlich anders als bei den Menschen und höheren tierischen Organismus. Aber auch hierbei ergeben sich dennoch manche Übereinstimmungen, welcher durch die parasitäre heterotrophe Ernährungsweise hervorgerufen wird.

Auf der gesunden Haut und den Schleimhäuten des Menschen leben Schimmelpilze, ohne pathogen zu sein. Hierzu gehören Vertreter der Gattung *Aspergillus*, *Penicillium* oder *Mucor*. Allerdings treten dann Gefahren auf, wenn das Immunsystem durch Krankheiten geschwächt ist. Das können z.B. vorübergehende Abwehrschwächen sein, die durch Stress, Krankheit, ungewohntes Klima oder bei der Einnahme bestimmter Medikamente auftreten. Diese Infektion erfolgt dadurch, dass die Pilzhyphen in tiefere

Körperteile eindringen, sie besiedeln und innere Organe angreifen. Besonders gefährdet sind Krebspatienten nach einer Chemotherapie, da neben einer Schwächung der Immunabwehr auch die Schleimhäute von Mund und Darm geschädigt werden und so die Pilze leicht in den Körper eindringen können. In sehr schweren Fällen können sich die Pilze im Atemtrakt ausbreiten und tödliche Erkrankungen hervorrufen. [34]

### 5.4.3. Die Feuchtigkeit im Mauerwerk

Mauerfeuchtigkeit oder auch praktischen und rechnerischen Feuchtegehalt bezeichnet den Feuchteanteil, der sich allmählich in allen kapillarporösen Bauwerksteilen als Durchschnittswert einstellt. Maßgebend sind die klimatischen Gegebenheiten und die Zellstruktur des Stoffes.

Bei der gespeicherten Feuchtigkeit in einer Außenwand handelt es sich um einen ständig veränderlichen Prozess. Es ist daher schwierig den durchschnittlichen Feuchtegehalt anzugeben. Die außenklimatischen Bedingungen, wie Standort an der Küste oder im Binnenland, die Beanspruchung durch Schlagregen sowie die Jahreszeit wirken hier entscheidend ein, sodass bei gleichem Mauerwerk eines Gebäudes je Ausrichtung vollkommen unterschiedliche Feuchteverteilungen vorliegen können. Dies wirkt sich auf das Wärmeverhalten des Gebäudes aus. [89]

Die Richtung der Diffusion wird von dem absoluten Feuchtegehalt der Luft bestimmt. Sie ist nicht abhängig von der Richtung des Wärmestroms, sie kann dieser entgegengesetzt gerichtet sein. Der Wärmestrom folgt dem Temperaturgefälle und der Dampfdruck dem Dampfdruckgefälle. Diese wird durch die niedrigere absolute Feuchte bestimmt. Z.B. im Winter ist diese bei der kalten Außenluft geringer, daher ist der Wärme- und der Dampfstrom nach außen gerichtet. [85] [90]

### 5.4.6. Tauwasserbildung im Erdgeschoss und Keller

In diesem Abschnitt wird das Problem der Wandfeuchtigkeit im Keller und im unteren Wandabschnitt des Erdgeschosses behandelt. In der nachfolgenden Betrachtung wird davon ausgegangen, dass die horizontalen und vertikalen Sperrschichten funktionsgerecht vorhanden sind, so dass die von außen eindringende Feuchtigkeit vernachlässigt wird.

Gerade in diesen Gebäudeteilen tritt häufig eine Schimmelpilzbildung durch eine höhere Feuchte auf. In vielen Fällen erfolgt eine unzureichende Ursacheneinschätzung und die gewählten Sanierungsvarianten beseitigen daher nicht immer das Problem. In folgenden Schemata, Bild 5.4.6.1. und 5.4.6.2., werden stark vereinfacht die Feuchtigkeitsquellen am unteren Bauwerk dargestellt. Von außen wirken einmal der Niederschlag mit seinem Oberflächenwasser und die Bodenfeuchtigkeit ein. Wie weit diese zur Durchfeuchtung des Mauerwerkes beitragen, hängt einmal vom Vorhandensein und der Ausführung der vertikalen und horizontalen Feuchtigkeitssperre ab.

Die Bedeutung der Kondenswasserbildung gerade an den weniger warmen Bauteilen im Keller und im unteren Bereich der Erdgeschoßwohnung wird oft nicht richtig erkannt. Es soll hier noch einmal kurz darauf eingegangen werden, damit die folgenden Ausführungen verständlich werden. Die üblich verwendeten Baustoffe oder Einrichtungsgegenstände stehen mit der relativen Feuchte der angrenzenden Raumluft in einem Feuchtegleichgewicht. Die relative Feuchte ist ein Verhältnis des Wasserdampfgehaltes in Abhängigkeit von der Temperatur (vergleiche Anlage 4). Beträgt die relative Luftfeuchte z.B. im Keller 90 % bei 5°C, so beinhaltet ein m<sup>3</sup> Luft 6 g Wasser. Haben wir an einer anderen Stelle im Gebäude eine relative Luftfeuchte von 60 % bei 15°C, so beinhaltet ein m<sup>3</sup> Luft 7,5 g Wasser. Obwohl die Luft im Keller „trockner“ ist, fühlt man eine höhere Feuchte. Für die Schimmelpilzbildung ist die relative Luftfeuchte von Bedeutung. Hingegen ist für die Diffusion die absolute Luftfeuchte wichtig.

## 6.4. Papier

Bei einer hohen Feuchtigkeit können Schimmelpilzschäden an verschiedenen Papierarten auftreten. Dies wird durch auffällige Verfärbung und ein modrig muffiger Geruch gekennzeichnet. Die grauschwarze Verfärbung auf Tapeten (Beispiel Bild 6.4.1.) stammen von *Alternaria* und *Cladosporium*-Arten. Die erforderliche Luftfeuchtigkeit liegt bei über 65%. Begünstigt wird dies durch fehlerhafte Lüftung, zu dichte Papierstapel oder wenn diese in Folien gelagert werden. Ebenso abhängig ist dies von der Zusammensetzung des Papiers durch Zusätze von eiweiß- und stärkehaltigen Leimsstoffen.

Bild 6.4.2.: Zersetzung der Raufasertapete über den Fußboden an der Außenwand



Im Bild 6.4.2. ist die Zerstörung der Tapete an der Außenwand über dem Fußboden erkennbar. Hier bildete sich Kondenswasser, was auch noch durch Baufeuchte nach der Sanierung begünstigt wurde. In dem Fall wurde der Raum im Winter durch die wärmere Raumluft eines anderen Zimmers beheizt. In der Anlage 4 ist sehr deutlich zu erkennen, wenn die Temperatur der Luft sinkt, so steigt die relative Luftfeuchte. Grundsätzlich ist jeder Raum eigenständig zu beheizen und wenn es nur zur Temperierung der

Raumtemperatur dient.

Im Bild 6.4.3. wird ein Stück einer Raufasertapete gezeigt. Bei dem bräunlichen Fleck handelt es sich nicht um Schimmelpilze, sondern um einen kleinen Notfruchtkörper vom Echten Hausschwamm. Auf der Rückseite bzw. auf dem Putz ist ein Punkt, von diesem verzweigt sich deutlich sichtbar helles Myzel gleichmäßig in alle Richtung und bildet so etwa einen Kreis. Erst bei größeren Myzelflächen können die Merkmale deutlicher erkannt werden. Schimmelpilze dagegen haben nicht so ein ausgeprägtes Myzel.

## 7.2. Putze, Bindemittel und Mörtel

### 7.2.1. Gipsmörtel ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

Frische, aber auch wieder durchfeuchtete, erhärtete Gipsmörtel enthalten gelöstes Sulfat, das Stahl zum Rosten bringt. Der pH-Wert einer Gipslösung liegt bei etwa 7. Das Wasser ist chemischen Gebunden. Gips hat eine gute feuchteregulierende Wirkung, dass heißt, Feuchtespitzen werden schnell abgebaut. Die „gespeicherte“ Feuchtigkeit wird anschließend wieder an die Raumluft abgegeben. Allerdings funktioniert dies nur in normal genutzten Räumen. Liegt die Luftfeuchtigkeit in dem Raum über eine längere Zeit hoch, so kann keine ausreichende Abtrocknung erfolgen. Es kommt so an der Oberfläche zur verstärkten Schimmelpilzbildung. Das gleiche gilt auch, wenn ein neuer Gipskalkputz zu stark aufgetragen wurde. Bei sehr ungleichmäßigem Steingefüge können hier schnell Schichtdicken von 3 bis 5 cm auftreten. Diese Putzabschnitte sind besonders gefährdet. Gut erkennbar ist die Schimmelpilzbildung an den Rändern zum alten Putz, wenn bei der Verlegung von neuem Elektrokabel unter Putz Gips Haftputze verwendet werden. Hier können sich grüne als auch leicht rote Schimmelstreifen bilden. Hier hilft nur eine schnelle Abtrocknung, abkehren bzw. abkratzen und eventuell die kleinen Flächen mit einem Fungizid abwaschen. Im Bild 7.2.1. wurden die Kellerwände mit Gipskalkputz verputzt. Die neuen Wände waren noch nicht ausgetrocknet (1,5 Jahre alt). Im Rohbaukeller hatte sich das Regenwasser gesammelt, bevor das Dach gedeckt werden konnte. Im Keller ist eine höhere Feuchtigkeit nie vollständig auszuschließen. Daher sind solche Baustoffe grundsätzlich nicht in feuchtegefährdeten Bereichen einzusetzen. Feuchtigkeit löst Gips. Bei eintretender trockener Witterung verdunstet aus der Gipslösung das Wasser, welches sich in den Poren des Gipsputzes befindet. Dabei kristallisiert der gelöste Gips aus. Durch den Kristallisationsdruck wird die Festigkeit des Putzes gelockert. Diese Auflockerung begünstigt den Befall durch Schimmelpilze, besonders wenn dazu noch Leimfarbenstriche, Tapetenkleber oder andere organische Stoffe vorhanden sind. Die Feuchtigkeitsempfindlichkeit kann durch den Zusatz von Weißkalk (Gips-Kalkmörtel) oder von hydrophobierenden Zusätzen verringert werden. [136]

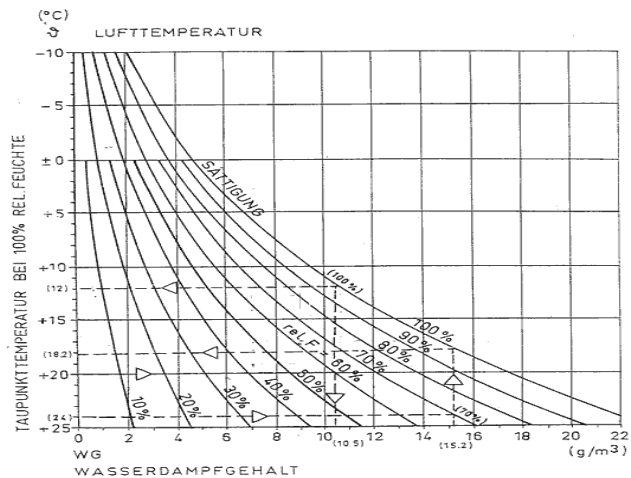


Bild 7.2.1. : Gipskalkputz im Kellerraum eines 1,5 Jahren Einfamilienhauses

Den gleichen Kriterien unterliegen die Gipskartonbauplatten. Die GKI bzw. die grünen „Feuchtraumplatten“ sind nicht für Feuchträume gedacht, sondern für Räume wie Küchen oder Bäder in der Wohnung, wo nur kurzzeitig die Luftfeuchtigkeit ansteigt und vorwiegend normale Luftfeuchtigkeiten vorliegen. Sie sind auf keinem Fall für die Verkleidung von feuchten Kellerräumen oder Wänden geeignet. In der Praxis findet man sehr oft solche Schimmelpilz überzogene Konstruktionen, wie im Keller Bild 5.4.6.3.

#### Anlage 4: Luftfeuchte und Taupunkttemperatur

Hier wird ein Beispiel benannt. Bei einer Wandoberflächentemperatur von 12°C (linke Seite) beträgt die absolute Luftfeuchte 100% und es kommt zur Tauwasserbildung. Geht man von diesem Punkt nach unten, so kann man auf den Kurven die relative Luftfeuchte im Raum ablesen. So liegt z.B. bei 20°C (siehe linke Seite) die relative Luftfeuchte bei 60%. Um keine Tauwasserbildung an der kalten Wandoberfläche zu erhalten, muss die absolute Luftfeuchte (siehe unten) von 10,5 g/m<sup>3</sup> auf 8,5 g/m<sup>3</sup> verringert werden. Das entspricht dann bei 20°C einer relativen Luftfeuchte von 50%. An der Wand beträgt dann die relative Luftfeuchte ca. 80%. Um die Wandoberfläche schimmelfrei zu halten, müsste die absolute Luftfeuchte weiter abgesenkt werden, oder man erhöht die Oberflächentemperatur.



Preis CD- ROM ISBN 978-3-00-012946-9 (alt 3-00-012946-4) 15 Euro (Brutto) inkl. Versand u. MwSt.

Druckausgabe (Thermobindemappe) A4-Format 149 Seiten, 2007 ISBN 978-3-00-020727-3 24 Euro (Brutto) inkl. Versand u. MwSt.

Download 8,50 Euro

**Bestellung** über Autor/Herausgeber per Fax. 0341/9015382 oder Bestellformular unter [www.ib-rauch.de/email5.php](http://www.ib-rauch.de/email5.php), über Ihren Buchhandel oder Download (Zugangscode bestellen) [www.ib-rauch.de/email6.php](http://www.ib-rauch.de/email6.php)