

## Prof. Dipl.-Ing. Jens Uwe Zipelius

- Kunststudium an der Werkkunstschule Hamburg, Architekturstudium an der HfbK in Hamburg und der NTH in Trondheim
- ö.b.u.v. SV für Feuchteschäden, Abdichtungen, Wärmeschutz und Drainagen
- Leiter des Sachverständigenbüros für Feuchteschäden und Abdichtungen
- Lehrbeauftragter Professor an der HafenCity Universität Hamburg für Baustoffe II, Bauzustandsanalyse und Instandsetzung
- ERASMUS-Dozent an der TU Graz, Instandsetzung in der Denkmalpflege, Institut für Stadt- und Baugeschichte
- Vielfältige Fachpublikationen und Seminare bundesweit



Arbeitsschwerpunkte: Fachplanungsbüro für Feuchteschädenanalysen, Bauwerksabdichtungen und Wärmeschutz, Beweissicherungen, Detailplanung in der Bauinstandsetzung

Adresse: Diekskamp 7B, 22949 Ammersbek;  
Alte Lüneburger Str. 72, 21435 Stelle, +49 40 224249; jens.zipelius@t-online.de

# Planen und Bauen mit bewährten anorganischen Baustoffen. Qualitätssicherung in der Planungsphase zur Schimmelvermeidung

## 1. Einteilung von Natursteinen als hauptsächliche Vertreter anorganischer (Bau-) Stoffe

### Einführung

Anorganische Baustoffe sind Baustoffe, die weder pflanzliche noch tierische Bestandteile enthalten bzw. in denen diese Bestandteile nur als geringste Verunreinigungen vorhanden sind. Anorganische Baustoffe sind seit Anfang der Erdgeschichte hauptsächlich als Natursteine vorhanden. Des Weiteren zählen dazu die Metalle, hier insbesondere Eisenerze (Stahl) und Leichtmetalle. Natursteine werden unterschieden in drei Hauptgruppen: a) Magmagesteine, b) Sedimentgesteine, c) Metamorphe Gesteine.

**Magmagesteine oder Magmatite** (Gesteinsschmelze) bilden sich im Bereich der untersten Zone der Erdkruste und werden als *Tiefengesteine* (langsame Abkühlung, gleichmäßige bis grobkörnige Struktur, richtungslos) bezeichnet. Hauptsächliche Tiefengesteine sind Granit (ca. bis 95% Anteil in der Erdkruste), Syenit, Gabbro und Diorit (dagegen bedecken nur 25% der Erdoberfläche Magmagesteine und metamorphe Gesteine). Durch die vulkanische Tätigkeit (Schmelzvorgang) entstehen auf der Erdoberfläche nach der Erkalting Eruptiv-/ Erguss- und Erstarrungsgesteine (schnelle Abkühlung, feinkörnige oder glasige Erstarrung).

Hauptsächliche Ergussgesteine sind Basalt, Basaltlava, Trachyt, Diabas und Quarzporphyr. Dringt die heiße Magma in abgekühlte Gesteinsspalten, so bilden sich sogenannte Ganggesteine. Selbst bei gleicher Zusammensetzung unterscheiden sie sich

durch ihr Gefüge und ihre Ausbildungsform. Hauptsächliche Ganggesteine sind Granitporphyr, Pegnatit, Syentitporphyr, Doirit- und Gabbroporphyr.

**Sedimentgesteine** sind Schichten/ Absatzgesteine (ca. 5% aller Gesteine in der Erdkruste). Etwa 75% der Erdoberfläche sind von Sedimenten bedeckt. Sie entstehen auf der Erdoberfläche aus der Zerstörung anderer Gesteine infolge Einwirkungen von Wasser, Frost, Sonne, Wind und Organismen in Form von Ablagerung als „Verwitterungs“-Gestein. Hauptsächliche Gesteinsarten in Reihenfolge ihres Widerstandes gegen Verwitterung sind z. B. Olivin, Na-haltige Kalkfeldspate, Kalifeldspate, Quarz.

**Metamorphe Gesteine** sind Umwandlungsgesteine. Sie entstehen durch andere sich umwandelnde Gesteine infolge einwirkendem Druck und Temperatureinwirkungen in der Erdkruste (ca. bis 16 km Tiefe) als Verwitterungsprodukte. Die Zerstörbarkeit beispielsweise unter Druck verfestigter Tiefseeschlämme (Schiefer), durch Verkittung verfestigter Sand (Sandstein) oder durch tierische Tätigkeit entstandener Kalkstein (Muschelschalen).

Des Weiteren sind Bindemittel vorhanden, welche auf chemischem Wege aus bestimmten Natursteinen wie Kalkstein, Gipsstein, Tonmergel usw. künstlich hergestellt werden. Kunststeine, die aus dem Bindemittel oder unter Verwendung anderer Bindemittel hergestellt sind, sind Ziegel- oder Backsteine, die aus gebranntem Ton in der üblichen Weise aufbereitet werden sowie die gegossenen Steine unter Verwendung von Schlacke (Mansfelder Schlacke) oder aus Naturstein (Basalt).

Ziegel, Kalkstein, Werkstein und Beton sind jedoch die hauptsächlichen Baustoffe die wir kennen. Da sie basisch sind, ist ihre Planung und ihr Einbau unproblematisch. Alle organischen Naturstoffe enthalten Kohlenstoff. Er stellt in der organischen Chemie das Hauptmerkmal dar und ist in allen Pflanzen und organischen Verbindungen zu finden.

## 2. Voraussetzungen / Einflussfaktoren für die Bildung von Schimmelpilzen

Bei Untersuchungen von Räumen in Gebäuden mit Schimmelbelastung sind folgende wesentlichen Faktoren zu beachten:

- Das Heiz- und Lüftungsverhalten der Bewohner (z. B. Prüfung per Datenlogger)
- Die Funktionsfähigkeit der Heizungsanlage (durch den Heizungsbauer zu prüfen)
- hier: 2.1. Die vorhandene (oder geplante) Baukonstruktion
- hier: 2.2. Der winterliche Wärmeschutz und „Wärmebrücken“, die Bauphysik
- Die Luftdichtigkeit der Gebäudehülle (durch einen „blower-door-Test“ zu prüfen)
- hier: 2.3. Das erhöhte Risikopotential z. B. bei mangelhaft ausgeführten Passivhäusern
- hier: 2.4. Raumklimatische Veränderungen in Folge von „Wohnungssanierungen“

### **Mikroorganismen benötigen folgende Lebensbedingungen:**

Hohe relative Luftfeuchte: Die Entwicklung der Sporen findet in der Regel bei einer hohen relativen Feuchte von 90 % statt, d. h. es wird zumindest kurzfristig eine Feuchtigkeitsanreicherung an der Bauteiloberfläche benötigt. Bei xerophilen (= trockenheitsliebenden) Schimmelpilzarten reichen aber niedrigere Feuchtwerte aus. Wenn die Sporenkeimung stattgefunden hat, sind Schimmelpilze auch bei einer relativen Luftfeuchte von ca. 70% entwicklungsfähig. Periodischer Kondenswasserniederschlag ist somit in der Lage, den Schimmelbewuchs zu fördern – und dies auch bevor Tauwasser an der Oberfläche sichtbar wird.

Fehlende Frischluftzufuhr (mit möglichst trockener Luft): Sofern ein ausreichendes Frischluftangebot besteht, kann kein Kondenswasserfilm an der Oberfläche entstehen, Schimmelpilzen fehlt das notwendige feuchte Milieu.

Auch wenn ausreichende Belüftung mit Frischluft/ Lüften praktiziert wird, ist bei ungünstiger Möblierung vor Außenwänden dann doch das Risiko der Schimmelbildung gegeben. Grundsätzlich stellen volle Regale mit Büchern, Schränke mit Kleidern, nicht unterlüftete Bettgestelle, („Kastenbetten“) davorgestellte voluminöse Polstermöbel und z.B. Pappkästen mit Stoffbezug, direkt vor wenig oder gar nicht wärmegeprägten Außenwänden platziert ein hohes Schimmelpilzrisiko dar. D.h., wenn eine durchgehende Unterlüftung/ Hinterlüftung von Möbeln vor Außenwänden mit etwa 8-10 cm Spaltbreite vorhanden ist (wie bei alten Möbeln üblich), wird die Pilzbildung drastisch reduziert.

Ausreichende Nährstoff-Ressourcen: Als Nährstoff benötigen Schimmelpilze Kohlenstoffvorräte, wie z. B. Stärke, Cellulose und Lignin. Raufasertapeten enthalten diese Nährstoffe in Form von Zucker, Eiweiß und Lignin. Im durchfeuchteten Zustand in der Kombination dieser Bestandteile mit Wasser ist dies eine nahezu perfekte Nährlösung für den Schimmelpilz. Aber auch auf älteren bereits fungizid behandelten Oberflächen kann Schimmelpilz gedeihen, wenn eine oberflächige Ablagerung von organischen Verunreinigungen zuvor entstanden ist und/ oder das Fungizid ausgewaschen/ abgebaut wurde.

Temperatur: Die Mindesttemperatur für das Myzelwachstum beträgt 0° Celsius. Die Idealtemperatur beträgt jedoch zwischen 20° Celsius und 45° Celsius.

pH - Wert: Die Schimmelpilze gedeihen vorzugsweise in einem leicht sauren Milieu bei pH- Werten zwischen 4,5 und 6,5. Einzelne Arten entwickeln sich jedoch auch bei einem pH-Wert um 2 oder um 8 (Abb. 1).

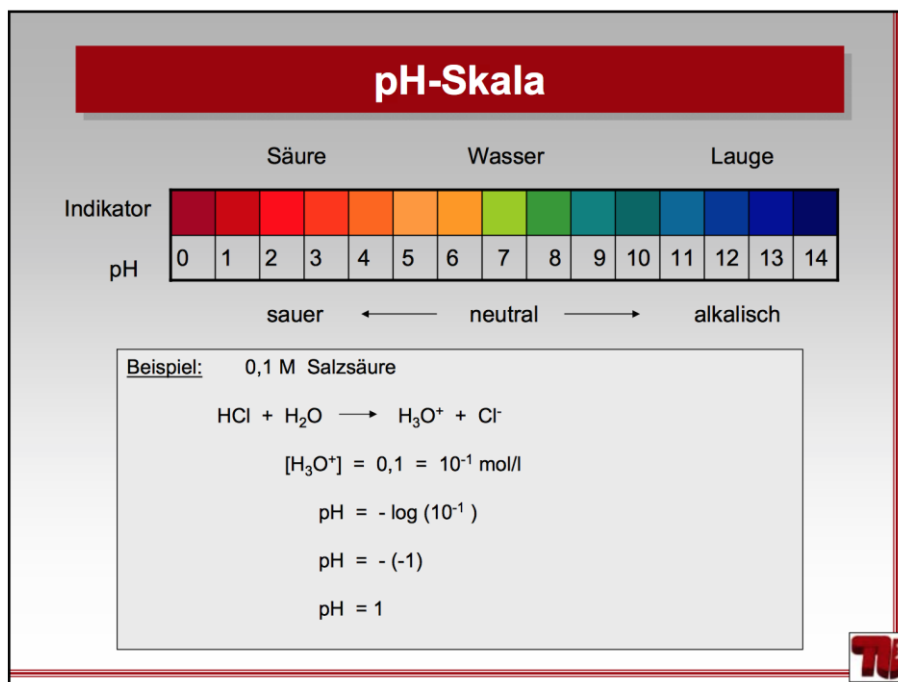


Abb. 1: Quelle: Internet, Dr. rer. nat. Dipl.-chem. Karsten Schubert, Bauchemie, Fachgruppe Baustoffe + Baustoffprüfung, TU Berlin

Zusammenfassend haben alle Schimmelpilzarten eines gemeinsam: Sie entstehen vorzugsweise dort, wo konzentrierte Feuchtigkeit auf den innenseitigen Bauteiloberflächen vorhanden ist. Als kritisch sind in der Regel die Innenoberflächen von Gebäudeaußenwandoberflächen zu betrachten, insbesondere wenn es um einen baufeuchten Neubau oder einen durchfeuchteten Altbau geht.

Der pH-Wert des Bauteiluntergrundes ist wesentlich für die Entstehung/ Bildung von Schimmelpilzen in Gebäuden. Auf hochbasischen Betonwandoberflächen moderner Gebäude/ Architektur - ohne organische Schalölrückstände - kommt es bei feuchten Wandoberflächen nicht zu Schimmelbildungen. Es sei denn, die Betonoberfläche ist nicht gesäubert oder mit einem organischen Spachtel oder einem betonfarbenen organischen Spachtel oder einer betonfarbenen dispersionshaltigen Farbe gestrichen worden. Nicht zu vergessen ist der meistens als organisch durchsetzt zu bezeichnende Hausstaub, der „dick“ vorliegend ein Schimmelpilzrisiko begünstigt.

Alle (organischen) Dispersionsfarben, auch die allseits bekannte und überwiegend angebrachte Raufasertapete mit in der Regel organischem Tapetenkleister sind bei vorhandenem Tauwasserausfall ideale Nährböden für Schimmelpilzbildungen, auch bei nur leicht feuchten Wandoberflächen. Ebenso zeigen sich in der Praxis organisch basierte „Vinyltapeten“ als schimmelanfällig, z. B. in kühlen Außenwandecken. Die Ursachen der Feuchtigkeitsbildungen können sehr unterschiedlich sein. Werden jedoch ausschließlich anorganisch basierende unverschnittene Mineral- oder Silikatfarben verwendet, zudem noch direkt auf mineralischem Wandputz aufgetragen, ist kaum mit Schimmelpilzwachstum zu rechnen.

Grundsätzlich stellen besonders Küchen und Badezimmer einen Risikobereich für Schimmelwachstum dar, da z.B. allein in Küchen durch das Zubereiten von Speisen und dem Kontakt von Wand-/ Bodenflächen mit organischer Masse (Lebensmittel) das Risiko der Schimmelbildung bei nicht ausreichender Sauberkeit und raumklimatischen Einflüssen permanent gegeben erscheint. Ein pH-Werte-Vergleich findet sich in Abb. 2.

Welchen pH Wert hat Cola ?			
pH = -1	Salzsäure 35 %	pH = 5	Bier
pH = 0	Salzsäure 3,5 %	pH = 5,5	Hautoberfläche
pH = 1	Salzsäure 0,35 %	pH = 6	Mineralwasser
pH = 1	Magensäure	pH = 7	reines Wasser
pH = 2	Zitronensaft	pH = 7,4	Blut
pH = 2	Essigessenz	pH = 8,3	sauberes Seewasser
pH = 3	Essig	pH = 8,5	Ponal Lackleim
pH = 3	Coca Cola	pH = 10	Waschmittellösung
pH = 4	Wein	pH = 14	Natronlauge 3 %
pH = 4,5	saure Milch	pH = 15	Natronlauge 30 %

Abb. 2: Quelle: Internet, Dr. rer. nat. Dipl.-chem. Karsten Schubert, Bauchemie, Fachgruppe Baustoffe + Baustoffprüfung, TU Berlin

Beispiel: Schwachpunkte im Badezimmer stellen die allseits verwendeten Dichtstoffungen an den keramischen Wand- und Bodenmaterialien dar (z.B. „Silikonfugen“; hier sind die billigen, meistens nicht langlebigen Produkte mit nicht hoch konzentrierten Fungiziden gemeint). Entscheidend ist bei dem Einsatz von Dichtstoffungen (z. B. in der Planung und Ausführung von Großküchen in Hotels), dass die Dichtstoffe eine hohe Wassertemperaturresistenz aufweisen, also z. B. auch bei einer Temperatur über 70° C funktionstauglich bleiben. Grundsätzlich sind hoch-pH-wertige zementäre Fugen vor zu ziehen, da es alleine bei nicht ständiger Reinigung von Badewannen-Dichtstoffverfugungen bei der Mehrzahl von Badezimmern früher oder später zu Schimmelbildungen kommt.

Die billigen organisch basierenden Silikondichtstoffe sind zudem nachteilig, da die die Elastizität ausmachenden enthaltenen Silikonöle nach wenigen Jahren unter dem meistens einwirkende Einfluss von UV-Strahlung in den Untergrund/ die Umgebung ausdiffundieren und das Fugenmaterial versprödet. Damit verliert es seine originäre Funktionstauglichkeit. Hochwertige organische Dichtstoffe sind in der Regel teurer/ besser, egal ob es sich um Silikonfugen handelt oder um gute PU-basierte Dichtstoffungen oder die seltener anzutreffenden hochwertigen Polysulfidfugen. Die Entscheidung für den Einsatz von Fugen, ob unproblematisch zementär oder zumindest als eher kritisch einzustufende billige Dichtstoffungen, gilt genauso für die Planung/ Ausführung in der Küche.

## **2.1. Die vorhandene (oder geplante) Baukonstruktion**

Neu zu planende einschalige oder mehrschalige Außenwandkonstruktionen sind gemäß den aktuellen Vorgaben der EnEV und der DIN 4108 hinsichtlich des Wärmeschutzes zu planen und auszuführen. Werden die Außenwände, die Kellersohlen und Dachkonstruktionen konsequent und dichtschießend (luftdicht) ausgeführt und nach der DIN 18195 bzw. der bereits eingeführten DIN 18531 - 35 neu abgedichtet, das zudem noch in Teilabnahmen bzw. per „blower-door-Test“/ einer abschließenden Thermografie überprüft und gesichert (bei guter Ausführung zahlt der Bauherr, bei Mängeln der Bauunternehmer), dann kann ein Gebäude mangel- und schimmelfrei erstellt werden.

In der Praxis treten dennoch sowohl Planungs- und hauptsächlich Ausführungs-/ Überwachungsfehler auf. In den meisten Fällen sind die erforderlichen Baudetails entweder nicht erstellt worden, z.B. Abdichtungsdetails im erdberührten Bereich (z.B. gemäß KMB-Richtlinie oder der Flachdachrichtlinie etc.), was eine hohe Anforderung an den Ausführenden und den Bauleiter in punkto Erfahrung stellt. Oder die Details sind mangelhaft, zu wenig und funktionsuntauglich geplant worden. Oft zeigt sich bei der Sichtung planerischer Detailzeichnungen, dass z.B. ein verkanteter Bauteilanschluss oder eine Bauwerksdurchdringung dreidimensional nicht ausreichend erkannt und dargestellt wurde. Das Vertrauen auf „bewährte“ doch oft auch überholte tradierte Abdichtungsmethoden stellt sich oft als Fehleinschätzung dar, da für bestimmte Abdichtungsausführungen, die bei unsachgemäßer Ausführung zu Feuchtigkeitseinwirkungen führen, sich sehr oft Schimmelpilzbildung als Folge einstellt. Die perfekte Abdichtung eines Gebäudes ist bereits eine hohe Sicherheit das hier besprochene Thema zu vermeiden. Die bauphysikalische Berechnung und Überprüfung aller Details in der Planung, von der Sohle bis zum Dach, z.B. auch mit der Überprüfung des Isothermenachweises bei kritischen Details der Wärmedämmung und Abdichtung zahlt sich für den Planer immer aus.

## 2.2. Das erhöhte Risikopotential z.B. bei mangelhaft ausgeführten Passivhäusern

Immer wieder weisen neuerrichtete Holzkonstruktionen in Passivhäusern eine zu hohe Stofffeuchte auf (über 20 Masse-%), meistens verursacht durch unsachgemäße Bauteilabdeckung und mangelndem Schutz vor Schlagregen. Infolgedessen fangen Werkstoffe z.B. in Flachdachkonstruktionen nach dem Einbau der Dampfsperre oder der Dachbegrünung innenseitig an zu verschimmeln oder es stellt sich sogar der echte Hausschwamm ein.

Eine konsequente Messung der Holzfeuchte bei Anlieferung, nach dem Einbau und die periodische Überprüfung der gesamten Bauwerksfeuchte und relativer Luftfeuchte im Bauwerk ist als unerlässlich anzusehen. Dabei sollten nur professionelle Messgeräte eingesetzt werden. Der Ausbau der verschimmelten Holzkonstruktion oder sogar einer „durchgeschimmelten“ mineralischen Wärmedämmung (da diese mit organischen Harnstoffklebern versetzt ist), oder auch mit echtem Hausschwamm durchgesetzter OSB-Platten oder Holzverschalungen unter der oberen Abdichtungslage kann oft den Totalabriss eines Gebäudes bedeuten – oder zumindest eines Stockwerkes. In der Praxis haben sich höhere unterlüftete Flachdachkonstruktionen im Holzbau als überlegen gegenüber kompakten, nicht belüfteten Flachdachaufbauten erwiesen.

## 2.3. Raumklimatische Veränderungen in der Folge von „Wohnungs-Sanierungen“

Nirgendwo werden so viele vermeidbare Fehler gemacht wie bei gutgemeinten aber nicht ausreichend durchgeplanten „Altbau-Sanierungen“. Leider tragen technisch unkundige oder nicht ausreichend personell ausgestattete Hausverwaltungen wie auch Eigentümerentscheidungen nach dem Prinzip des „billigster Anbieter = bester Anbieter“ zu einer Problementstehung bei: Bald nach der Fertigstellung der Umbau-/ Modernisierungsmaßnahme stellen sich Schimmelpilzbildungen infolge mangelhafter Abdichtung oder nicht sachgemäßer Bautrocknung ein, bzw. nach Jahren hat sich Hausschwammbefall mit verheerenden Folgen gebildet.

Sehr oft wird auch kein Architekt beauftragt, so dass die Ausführung planlos vonstatten geht. Grundsätzlich ist auf Grund der Erfahrung zu berichten, dass sich beispielsweise der nachträgliche Badumbau mit Duschen und neuer Installation nur dann bewährt, wenn vorab die geöffnete Konstruktion auf Schimmelpilze und/ oder holzerstörende Pilze stichprobenartig untersucht wird, und eine Prüfung der Tragfähigkeit der tragenden Holzbalken vorgenommen wird.

Die anschließende Abdichtung sollte m. E. nicht durchgehend mit bituminösen Bahnen mal kreuz und quer erfolgen, da es in den Eckanschlüssen fast immer zu handwerklichen Defiziten kommt, durch die dann im Ernstfall das Wasser aus der Dusche oder der Wanne die Konstruktion unterwandert und zu den altbekannten Schadensbildern führt. Eine wannenförmige Abdichtung in Form einer thermisch verschweißten Polymer-Kunststoffabdichtungsbahn oder einer Flüssigabdichtung (lösemittelfrei) wird ausdrücklich empfohlen.

Des Weiteren sollten eben keine OSB Platten oder andere Holzwerkstoffe im Ausbau des Bades verwendet werden. Sie gehören da im Zweifelsfall nicht hin, da sie bei dem nicht gewünschten Durchfeuchtungsfall eine Nahrungsgrundlage für Schimmel und Schwamm bilden. Stattdessen sollte mit Zementfaserplatten oder solide gelöteten Blechen gearbeitet werden.

### 3. Zusammenfassende Auswahl von Hinweisen, insbesondere für den Bestandsbau

- Die Auswahl der eingesetzten Baustoffe sollte bereits in der Planungsphase vorgenommen werden, da die Schimmelbildung – außer z. B. im innen liegenden Badbereich – in der Regel an Außenwänden, an Gebäude-/ Wohnungsdecken und auch in Kellerräumen an Wänden wie im Übergangsbereich zur Gebäudesohle auftritt.
- Der Innenausbau hat am besten mittels eines hochwertigen Baufeuchtemessgerätes kontrollierend statt zu finden. Werden trockene organische Baumaterialien geliefert und eingebaut, besteht keine Gefahr von Pilzbildungen oder gar späterem Schwammbefall.
- Die Außenwände sollten insbesondere bei wenig oder nicht wärmegeprägten Außenwänden (Altbau) möglichst nicht tapeziert werden, sondern mit mineralischem Putz und mit Mineralfarbe gestrichen werden. Das reicht auch unter optischen Gesichtspunkten vollkommen aus, ist sauber herzustellen und gut überstreichbar.
- Kritisch sind bodengleiche Türöffnungen nach außen und Abdichtungen von Balkonen, die vor den Wohnräumen liegen. Wird dort nicht exakt dicht schließend gearbeitet, dringt irgendwann doch Wasser nach innen durch. Das Thema der beherrschten Abdichtungstechnik ist unmittelbar mit dem Funktionieren bzw. mit einer schimmelfreien Außenwand verbunden.
- An bereits klammfeuchten Außenwänden im Altbau z. B. infolge einer geometrischen Wärmebrücke, sollten keine Fußleisten aus Holzwerkstoffen sondern keramische Fliesen verlegt werden (Achtung bezüglich der Fußbodenkonstruktion!).
- Sturz- und Leibungsbereiche, die in Altbauten immer wieder mal feucht werden, sollten nicht zum wiederholten Male vom Maler gestrichen werden - erforderlich ist die Ursachenfeststellung und -behebung.
- Es bestehen oft hohe Wasseraufnahmekapazitäten in Verblendschalen oder Massivmauerwerk, die auf den ersten Blick nicht erkennbar sind. Ein sogenannter „Wassereindringtest nach Prof. Karsten“ mit einem Prüfröhrchen oder einer „Frank`schen Platte“ nach Prof. Dr. Franke sollten außen erfolgen. Insbesondere bei Bauten aus den 50er bis 70er Jahren treten diese hohen Wasseraufnahmen inzwischen auf Grund der hohen Porosität des Fugennetzes (Verlust der Zementleimhaut durch die Einwirkung des sauren Regens) auf, werden aber oft nicht als schimmelpilzauslösende Ursachen erkannt.
- Durchfeuchtete Wände haben geringere oder keine Wärmedämmung mehr und begünstigen zunehmend die Tauwasserbildung mit Folge der Schimmelbildung. Eine Erneuerung der Fassade mit verbesserter Wärmedämmung (am besten hinterlüftet) ist eine sinnvolle Alternative/ Maßnahme.
- Grundsätzlich ist ein schimmelfreies Haus nur durch die regelmäßige Kontrolle insbesondere der Fassadenbauteile, der funktionstauglichen Terrassen- und Flachdachbereiche sowie der kritischen Verfolgung des Zustandes der erdberührten Bauteile im Keller zu erreichen. Die Verwendung von anorganischen Werkstoffen vermeidet im Instandsetzungsfalle oft die „Sanierung der Sanierung“.