

Bernhard Riedl

- Seit 1991 selbständig tätig als *Diplomingenieur* und *Architekt*
- Ö.b.u.v. SV für *Schäden an Gebäuden*
- *Brandschutzplaner* nach Artikel 62 Abs. 2 Satz 3 Nr. 1 BayBO
- *Zertifizierter Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator*
- *Bauherrenberater im Verband privater Bauherren e.V.*
- *Veröffentlichung zahlreicher (Bau-)Ratgeber*

Arbeitsschwerpunkt:

Wie baue ich richtig, also mit möglichst schadenstoleranten und deshalb dauerhaften (Bau-)Konstruktionen ?

Adresse:

Anzinger Straße 4, D-81671 München, 089 17 86 58 0,
info@riedl-architekten.de, www.riedl-architekten.de



Erkennen und Sanieren von Schimmel im Dach

»Der Teufel steckt im Detail«
sagt ein altes Sprichwort.

...

**Kleine Dinge können Verursacher großer Übel sein.
Daher achtet der Krieger des Lichts auf sie.**

...

aus Paulo Coelho, Handbuch des Kriegers des Lichts (1)

1. Einleitung

(Bau-)Schäden und ihre Ursachen (sollten oder) müssen immer dann beseitigt werden, wenn weitere (Folge-)Schäden entstehen (können). Auf Feuchte- und Schimmelschäden trifft dies in der Regel nicht zuletzt auch schon zu wegen der von ihnen eventuell ausgehenden Gefahren für die Gesundheit der (Gebäude-)Nutzer.

In diesem Fall sollte es (schon aus wirtschaftlichem Interesse und zum Werterhalt der dafür notwendigen Investitionen) selbstverständlich sein, die (Bau-)Maßnahme(n) zur Beseitigung der (Bau-)Schäden so zu konzipieren, dass es nicht gleich wieder zum (Bau-)Schaden und dann zur „Sanierung der Sanierung“ kommt.

Noch besser wäre es allerdings, von vorn herein so zu bauen, dass gar keine wesentlichen (Bau-)Schäden eintreten (können) oder (wenigstens) ihr Umfang möglichst gering bleibt. Denn:

Billig ist teurer als richtig!

Dies erfordert aber konsequente und interdisziplinäre Analyse bereits begutachteter (Bau-)Schäden sowie phantasievollen und von Vorurteilen freien aber trotzdem vorausschauenden Umgang mit neuen und bewährten alten (Konstruktions-)Ideen.

Aus Schaden wird man klug!

2. Bauen gestern und heute

Für den Einzelnen am Bau Beteiligten können derartige Prozesse der Erkenntnis jedoch unter Umständen mit (sehr) hohen und möglicherweise Existenz gefährdenden finanziellen Verlusten verbunden und deshalb (sehr) schmerzlich sein. Trotzdem verstecken sich viele von ihnen immer wieder hinter (Schein-)Argumenten wie: „*Das haben wir schon immer so gemacht!*“

Schließlich kann man die Welt nicht jeden Tag neu erfinden und neu erklären. Deshalb halten Menschen (und Tiere) im Allgemeinen an einmal gefundenen Lösungen fest. Dies kann aber fatale Wirkungen haben. Wenn sie dies nämlich auch dann tun, wenn die (Rahmen-)Bedingungen sich schon so weit geändert haben, dass die (früher) einmal gefundenen, damals vielleicht besten oder gar einzig möglichen Lösungen nicht mehr zutreffen, werden sie zum Problem.

Also: Heute so bauen wie gestern?

Auch ohne (Bau-)Schäden kann dies keine passende Antwort auf die im steten Wandel begriffenen und deshalb immer wieder stark veränderten Rahmenbedingungen beim Bauen sein. Schließlich bestimmt heute kaum mehr über Generationen hinweg gewachsene und überlieferte Handwerkstradition das (Bau-)Geschehen, sondern (fast) nur noch (vermeintlicher) Zeit- und Kostendruck.

3. Feuchtigkeit ist die Grundlage für jede mikrobielle Aktivität

Die immer schnellere Errichtung immer dichter Gebäudehüllen macht jedenfalls einen bewussten Umgang mit Wasser beziehungsweise Feuchtigkeit als Ursache mikrobiellen Wachstums notwendig. Es bedarf also auch der (vorausschauenden) Planung, wann wodurch wieviel Feuchtigkeit in ein Bauwerk eingebracht wird und wie dies gegebenenfalls vermieden oder zumindest so gesteuert werden kann, dass es dadurch nicht zu mikrobiellen (Bau-)Schäden kommt (2).

Ein derart konsequentes (Bau-)Feuchtemanagement setzt zum einen auf Vermeidungsstrategien sowie auf Maßnahmen zur Reduzierung von Feuchte zum Beispiel durch (Bau-)Trocknung, zum anderen auf wenig Feuchte empfindliche und deshalb schadenstolerante (Bau-)Konstruktionen und -Materialien.

Die meisten der von uns durch systematische Untersuchungen in den letzten Jahren (schon) in Neubauten festgestellten (zunächst) verdeckten, nicht sichtbaren mikrobiellen (Bau-)Schäden betreffen einerseits die Fußbodenkonstruktionen (3) und andererseits die Dachkonstruktionen.

Für (Dach-)Konstruktionen bedeutet dies im Allgemeinen, dass gegebenenfalls die dort eingebauten Wärmedämmschichten sowie auch tragende und nicht tragende Holzbauteile erheblich mikrobiell belastet sind. Da diese über handwerklich auch bei sehr sorgfältiger Art der (Bau-)Ausführung nicht vollständig zu vermeidende Undichten mit der Raumluft des Gebäudes unmittelbar in Verbindung stehen, werden beim steten Wechsel zwischen Winddruck- und -sog insbesondere gasförmige Bestandteile dieser Schimmelpilz- und Bakterienbelastungen wie zum Beispiel *MVOC (microbial volatile organic compounds)* und / oder andere geruchsaktive Verbindungen (wie sie zum Beispiel bei der Zersetzung des *Coatings* von Mineralfasern in Wärmedämmschichten unter Einwirkung von Feuchte entstehen) in die Raumluft (ein-)geblasen beziehungsweise eingetragen. Auf die Raumlufthygiene wirkt sich dies alles (eher) ungünstig aus.

4. Wirtschaftliche Gesichtspunkte

Zur Beseitigung solcher (Bau-)Schäden müssen diese (Dach-)Konstruktionen beziehungsweise einzelne ihrer (Bau-)Teile und ihrer Schichten deshalb wieder ausgebaut und durch mikrobiell unbelastete ersetzt werden. Auch bei kleineren Gebäuden wird für die in diesem Zusammenhang notwendigen (Bau-)Maßnahmen in der Regel mindestens ein höherer fünfstelliger (Euro-)Betrag aufzuwenden sein.

Schon aus wirtschaftlicher Sicht wäre es also vernünftig, derartige (Bau-)Schäden möglichst zu vermeiden, wenn dies mit verhältnismäßig geringem (finanziellen) Aufwand machbar ist. Dazu muss man aber zunächst die möglichen (Bau-) Schadensursachen kennen. Diese sind, was derartige (Bau-)Schäden in Dachkonstruktionen angeht, in der Regel zu finden

- bei der Auswahl von zu feuchter und / oder ungeeigneter und / oder bereits mikrobiell belasteter (Bau-)Materialien und / oder
- in (Bau-)Fehlern bei Planung und / oder Organisation und / oder Überwachung des (Bau-)Ablaufs und / oder
- in (Bau-)Fehlern bei Planung und / oder Überwachung der (Bau-)Ausführung beziehungsweise (Bau-)Konstruktion und / oder
- in (bau-)fehlerhafter (Bau-)Ausführung.

Zur Vermeidung derartiger (Bau-)Schäden ist es deshalb erforderlich, zum einen handwerklich machbare und möglichst (bau-)schadenstolerante (Bau-)Konstruktionen mit möglichst geringem (Bau-)Schadensrisiko zu wählen sowie diese zum anderen zur richtigen Zeit und aus geeigneten (Bau-)Materialien herzustellen.

5. Belüftete (und nicht belüftete) Dachkonstruktionen

Die (Grund-)Voraussetzungen dafür werden bei der (Bau-)Planung (und den damit einhergehenden Beratungsleistungen beziehungsweise –pflichten) geschaffen und bei der handwerklichen Herstellung der (Bau-)Konstruktion[en] sowie deren Überwachung umgesetzt.

Dabei sind nicht belüftete (Dach-)Konstruktionen – im Vergleich zu belüfteten – wesentlich anfälliger für (Bau-)Schäden:

- Dass die für die *Regensicherheit* der Dachdeckung einzubauenden so genannten *Zusatzmaßnahmen* tatsächlich dauerhaft *ausreichend wasserundurchlässig* oder gar *wasserdicht* sind, ist nicht sicher gestellt.
Zum Beispiel durch Einwirkung von Mikroorganismen und/ oder UV-Strahlung und/ oder stetige (Ver-)Änderungen von Materialfeuchte(n) und/ oder -temperatur(en) und damit einhergehende Länge- und Volumenänderungen können sich die (zunächst im Labor festgestellten) Materialeigenschaften nämlich (in der Praxis nach und nach) ungünstig verändern.
- Dass die als *Zusatzmaßnahme zur Regensicherheit* eingebauten Unterdächer zum Beispiel aus Unterdeckbahnen oder Unterdeckplatten tatsächlich dauerhaft genügend *diffusionsoffen* sind, ist nicht sicher gestellt.
Zum Beispiel durch Umwelteinflüsse und dadurch verursachte Verschmutzungen, Einwirkung von Mikroorganismen und / oder UV-Strahlung und / oder stetige (Ver-)Änderungen von Materialfeuchte[n] und / oder -temperatur[en] und damit einhergehende Länge- und Volumenänderungen können sich die (zunächst im Labor festgestellten) Materialeigenschaften nämlich (in der Praxis nach und nach) ungünstig verändern.
- Nach den Ergebnissen von Forschungen am Lehrstuhl für Strömungsmechanik an der Technischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, bei denen Berechnungsverfahren angewandt wurden, die in weiten Bereichen der Industrie Anwendung finden, um verlässliche Aussagen über strömungsbedingte Wärme- und Stofftransportprozesse zu erhalten, kann es in nicht hinterlüfteten geneigten Dachkonstruktionen insbesondere in der Nähe der so genannten *Zusatzmaßnahmen* zu relativen Luftfeuchten knapp unter 100 % kommen (4, 5).
- Gerade deshalb (oder trotzdem) müssen (auch) belüftete (Dach-)Konstruktionen so konzipiert werden, dass die raumseitigen (Bauteil-)Schichten möglichst luft- und (verhältnismäßig) dampfdicht hergestellt werden.
Anmerkung: Nicht belüftete und deshalb verhältnismäßig dampfdichte (Blech-) Dachdeckungen und/ oder Dachschalungen aus Holzwerkstoffplatten oder Brettern ohne nennenswerte(n) Fugenanteil(e) sind deshalb – wie übrigens auch in eventuellen nicht belüfteten (Dach-)Konstruktionen – grundsätzlich zu vermeiden (siehe Abb. 1 – 3).



Abb. 1: Außen mit Blech bekleidete Dachgauben



Abb. 2: Blick (von innen) auf Wärmedämmschicht und Holzwerkstoffplatte in der außen mit Blech bekleideten Seitenfläche der Dachgaube



Abb. 3: Nasse und (schimmelpilzartig) verfärbte Dachschalung ohne nennenswerte(n) Fugenanteil(e) (in einer nicht belüfteten Dachkonstruktion)

- Dass die als Luftdichtschichten in der Regel eingebauten Kunststofffolien sowie die an den Anschlüssen dieser Luftdichtschicht oft eingebauten Klebmassen und/ oder -bänder tatsächlich dauerhaft genügend luftdicht sind, ist nicht sicher gestellt. Zum Beispiel durch Ausgasen von Weichmachern können sich die (zunächst im Labor festgestellten) Materialeigenschaften nämlich (in der Praxis nach und nach) ungünstig verändern.

Dazu kommt, dass die Luftdichtschicht sowieso selbst bei handwerklich sehr sorgfältiger Art der (Bau-)Ausführung nicht vollständig (luft-)dicht hergestellt werden kann.

Anmerkung: Und so genannte „*Feuchteadaptive Dampfbremse*“ als Luftdichtschicht lassen gegebenenfalls nicht nur eine im jeweiligen Bauteil vorhandene (Bauteil-)Feuchte durch, sondern auch eine im Raum eventuell vorhandene verhältnismäßig hohe relative (Raum-)Luftfeuchte (siehe Abb. 4 – 6).



Abb. 4: „*Feuchteadaptive Dampfbremse*“ als Luftdichtschicht



Abb. 5: Eis und (mit Zeitungspapier sichtbar gemachte) Nässe auf (und in) der Wärmedämmschicht über einer (luft-)undichten „*Feuchteadaptiven Dampfbremse*“ in einer nicht belüfteten (Dach-)Konstruktion.

- Nichts ist 100 %ig. Auch deshalb muss selbst bei in jeder Hinsicht sorgfältiger (Bau-) Planung und -Ausführung – so oder so – damit gerechnet werden, dass sowohl durch die *Zusatzmaßnahme zur Regensicherheit* als auch durch die *Luftdichtschicht* mehr oder weniger Feuchte in die (Dach-)Konstruktion eindringt. Dabei kann durch konvektive Luftströmung(en) durch Undichten in der Luftdichtschicht eine um den Faktor $n \cdot 10^2$ ($= n \cdot 100$) größere Feuchtemenge eingetragen werden (6).
- Auf der anderen Seite kann durch konvektive Luftströmung(en) aber auch wesentlich mehr Feuchte aus der (Dach-)Konstruktion abtransportiert werden. Vor allem gilt dies auch deshalb, weil insbesondere bei sehr niedrigen Außentemperaturen zwischen innen und außen – bezogen auf die angeblich verhältnismäßig diffusionsoffene Unterdeckung – das Dampfdruckgefälle nur sehr gering ist und dem Feuchte-transportmechanismus *Diffusion* der Motor beziehungsweise Antriebskraft fehlt. Stattdessen fällt an den (besonderes bei sehr dicken [Wärme-]Dämmschichten) verhältnismäßig kalten äußeren (Bauteil-)Schichten und deren Oberflächen Tauwasser aus und tropft nach unten (wieder in die Dachkonstruktion) ab.



Abb. 6: Nasse und (schimmelpilzartig) verfärbte Unterdeckplatte

- Deshalb kann es dort – auch wenn ein (Dach-)Bauteil in einem rechnerischen (Feuchteschutz-)Nachweis übers Jahr gesehen bilanziert vielleicht scheinbar trocken bleibt beziehungsweise (zumindest) nicht nach und nach immer weiter aufgefuchtet – während kalten Jahreszeiten über längere Zeiträume von mehreren Wochen und Monaten zu kritischen Feuchtezuständen kommen (Abb. 7), die das Wachstum von Schimmelpilzen und / oder Holz zerstörenden Pilzen begünstigen beziehungsweise ermöglichen.

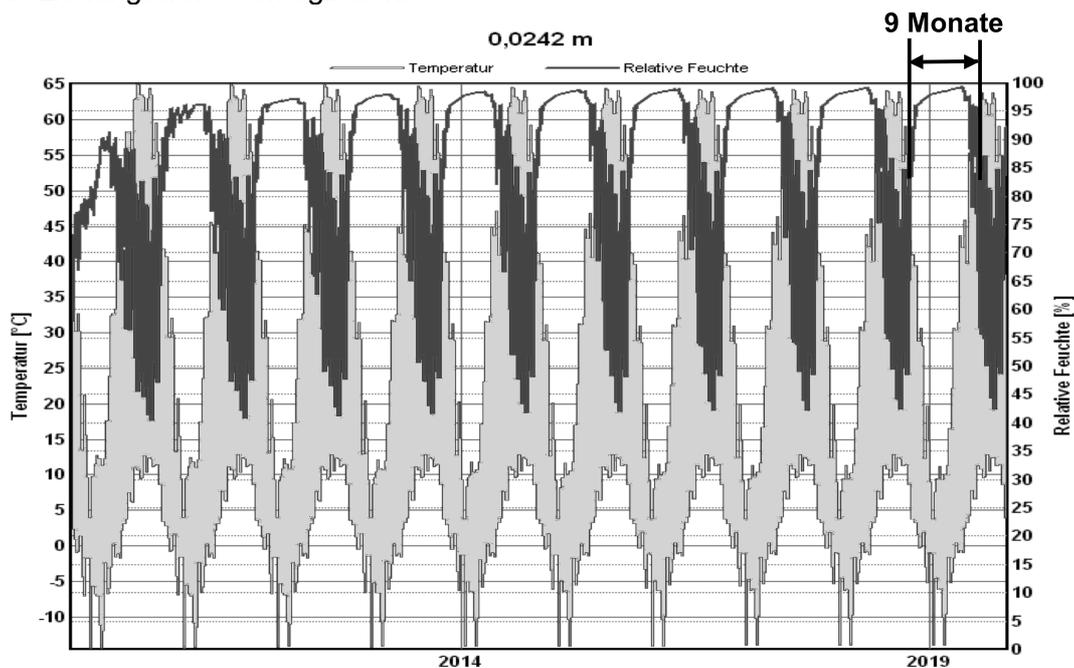


Abb. 7: Hygrothermische Simulation: Relative Porenfeuchtigkeit (dunkelgrau) an der Unterseite der Dachschalung in einer nicht belüfteten Dachkonstruktion mit Blechdachdeckung (aus 7).

Die Dachflächen sollten deshalb jedenfalls als so genannte belüftete (Dach-) Konstruktionen konzipiert werden. Dabei müssen die tragenden Holzbauteile des Dachstuhls unter Verzicht auf Holzschutz mit Holzschutzmitteln aus genügend widerstandsfähigen beziehungsweise resistenten Hölzern hergestellt werden. Dach- und Konterlatten sowie Traufbohlen, ferner Dachschalungen können der *Gebrauchsklasse 0* (im Sinne der *DIN 68800*) zugeordnet werden.

6. Feuchtigkeit von „außen“ und von „innen“ berücksichtigen

Alle Holzbauteile müssen (schon bei Lieferung und eventueller [Zwischen-]Lagerung sowie beim und nach dem Einbau) am besten der im Hinblick auf die jeweils konkrete Einbausituation zu erwartenden Ausgleichsfeuchte entsprechend genügend trocken sein. Und ungünstige Einflüsse aus äußeren (Rahmen-)Bedingungen sind möglichst zu vermeiden (siehe Abb. 8).



Abb. 8: Schutz gegen ungünstige (Witterungs-)Einflüsse (von außen)

(Innen-)Putze und/ oder Estriche (im Gebäude) dürfen nur eingebaut werden, wenn einerseits die Luftdichtschicht(en) vollständig fertig gestellt und (zum Beispiel durch Differenzdruckprüfung mit Leckageortung) auf (ihre) Dichtheit überprüft wurden und andererseits sicher gestellt ist, dass über einen genügend langen Zeitraum ausreichend hohe Außen(-luft-)temperaturen herrschen, damit an den Umfassungsbauteilen des Gebäudes kein Tauwasser anfallen kann. Und auch wenn dies in der (Bau-)Praxis nicht immer einfach umsetzbar scheint und einer dementsprechenden Zeit- und Organisationsplanung bedarf, ist andernfalls vermeintlicher Zeitgewinn schnell wieder verloren, wenn dann umfangreiche (Feuchte- und Bau-)Schäden beseitigt werden müssen.

Schneller ist langsamer!

Sparren und Sparrenzwischenräume können mit korrosionsbeständigem Drahtgewebe oder -gitter abgedeckt werden, das mit Kanthölzern auf den Sparren befestigt wird (Abb. 9). Zwischen diesen Kanthölzern sind die Belüftungsebenen, darüber die Dachschalung, eine überdeckte und verdeckt genagelte Unterdeckung (zum Beispiel aus Bitumenbahnen), Konterlattung, Lattung und Dachdeckung angeordnet.

Die unteren Abschlüsse der als Zusatzmaßnahme eingebauten Unterdeckung entlang der Traufkanten der Dachflächen sollen jeweils etwa einen Zentimeter über den unteren Abschluss der (Dach-)Schalung hinaus stehen [oder mit entsprechenden Traufblechen ausgestattet werden. (Anmerkung: Der Einbau gegen im üblichen Baubetrieb unvermeidbare Beschädigungen nur wenig widerstandsfähiger anderer Unterdeckbahnen ist (bau-)schadensträchtig.)

Damit die Belüftung der Dachflächen auch bei Dachflächenfenstern und anderen Durchdringungen konsequent durchläuft, müssen diese deutlich schmaler als zwei Sparrenfelder sein und mittig auf Achse dort gewechselter Sparren angeordnet werden. Ein Teil der notwendigen Wärmedämmschicht kann dann zum Beispiel aus mine-

ralischem Dämmstoff hergestellt und zwischen den Sparren angeordnet werden. Ein weiterer Teil der Dämmschicht wird zur Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes aus verhältnismäßig schwerem Holzfaserdämmstoff hergestellt und unter den Sparren angeordnet.



Abb. 9: Korrosionsbeständiges Drahtgewebe über den Sparren und Sparrenzwischenräumen.

Die Luft- und Dampfdichtschicht (mit Metallbandeinlage) wird von unten auf diese Untersparrendämmung appliziert und an den Stößen in der Fläche sowie an den Anschlüssen an angrenzende Bauteile mit vorkomprimierten Dichtbändern unterlegt und mit Anpressleisten mechanisch gesichert. Zwischen Luft- und Dampfdichtschicht und innerer Dachhaut ist eine Installationsebene aus Konterlattung und Lattung angeordnet. Und Durchdringungen sind auf ein unvermeidbares Minimum zu reduzieren. Anschlüsse der inneren Dachhaut an angrenzende Bauteile können mit geeigneten Schattenfugen(-Profilen) ausgerüstet werden.

Die (zusätzlichen) Kosten für diese (Bau-)Schäden vermeidenden (Bau-)Maßnahmen betragen nur einen (kleinen) (Bruch-)Teil der zur Beseitigung eines mikrobiellen (Bau-)Schadens in beziehungsweise an den (Dach-)Konstruktionen aufzuwendenden finanziellen Mittel.

Zur Vermeidung großer (Bau-)Schäden ist es deshalb sowohl aus (bau-)technischer – als auch aus (bau-)rechtlicher – Sicht dringend erforderlich, die mit bisher häufig verwendeten (Dach-)Konstruktionen anscheinend systematisch verbundenen (Bauschadens-)Risiken kritisch zu hinterfragen und zu bewerten und dann gegebenenfalls in (konstruktiven) Einzelheiten korrigierend einzugreifen.

Literatur

- (1) **Coelho P, 2001:** Handbuch des Kriegers des Lichts, Diogenes Verlag, Zürich
- (2) **Buchner M, 2013:** Vermeidung von Schimmel am Bau im Widerstreit von Technik, Wirtschaft und Justiz, Tagungsband 3. Würzburger Schimmelpilz-Forum „Schimmel im Neubau und im Bestand“
- (3) **Riedl B, 2013:** Ausgewählte Sanierungs- und Vermeidungsbeispiele mit Detaillösungen, Tagungsband 3. Würzburger Schimmelpilz-Forum „Schimmel im Neubau und im Bestand“
- (4) **Durst F, 1996:** Wärme- und Feuchtetransport; LSTM Bericht 510/NT/08.10.1996< Lehrstuhl für Strömungsmechanik an der Technischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
- (5) **Durst F, 1994:** Ein Plädoyer für die Dachentlüftung; LSTM Bericht 408/T/94< Lehrstuhl für Strömungsmechanik an der Technischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
- (6) **Bolender T, 2012:** Gründe für eine Luftdichtheit der Gebäudehülle, FLIB buch / band 1 – Gebäude-Luftdichtheit, Berlin
- (7) **Winter S, 2011:** Gutachterliche Stellungnahme zur hygrothermischen Funktionstüchtigkeit einer Dachkonstruktion ..., Lauterbach