

Mikrobielles Wachstum auf Fassaden – Ergebnisse einer mehrjährigen kontrollierten Feilandexposition

**C. Fitz, W. Hofbauer, M. Krus
Holzkirchen**

Zusammenfassung

Im Rahmen eines dreijährigen Forschungsprojektes wurden an verschiedenen Standorten in Deutschland Prüfkörper exponiert und hinsichtlich ihres biologischen Bewuchses untersucht. Ein Vergleich unter den Standorten ergab hinsichtlich der Bewuchsentwicklung ähnlich Verläufe, jedoch bedingt durch die vorherrschenden klimatischen Randbedingungen unterschiedlich schnell einsetzender Bewuchs. Aus dem Vergleich der Prüfkörperbeobachtung mit den durchgeführten bauphysikalischen und biologischen Untersuchungen können einige erste Aussagen für die wesentlichen das Bewuchsrisko bestimmenden Einflußgrößen gemacht werden. Es zeigte sich, dass Anstriche tendenziell bewuchsverzögernd wirken ebenso wie eine gewisse Kreidung des Putzes bzw. Anstrichs. Wesentlich ist die Verfügbarkeit von Wasser auf der Außenoberfläche, weshalb eine extreme Hydrophobie aufgrund der damit verbundenen längeren Abtrocknungsdauer des anfallenden Tauwassers Bewuchs fördern kann. Wesentlich ist auch das Trocknungsverhalten des Putzes, das mit den derzeitigen bauphysikalischen Standardkennwerten nicht immer korrekt beschrieben werden kann, sowie eine eventuell vorhandene Nährstoffverfügbarkeit des Untergrundes. Für eine Absicherung dieser Erkenntnisse sowie die Klärung weiterer Zusammenhänge sollten die Prüfkörper unbedingt weiter untersucht und beobachtet werden.

1 Einleitung

Bisher kamen Algen hauptsächlich in der „unverbauten Natur“, wie z.B. an der Schattenseite von Felsen, an feuchten Steinen und auf feuchter Erde oder an der Wetterseite von Stämmen bei Waldbäumen, vor. Aber in den letzten Jahren ist vermehrt zu beobachten, dass sich Algen auf Außenfassaden von Gebäuden verbreiten. Durch die neue Energieeinsparverordnung (ENEV 2002), steigende Energiepreise und letztlich durch das zunehmende Umweltbewusstsein in der Bevölkerung werden die Häuser immer besser gedämmt. Die Folge ist, dass der Energieverbrauch wie gewünscht sinkt, weil der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) der Bauteile verbessert wird. Aus bauphysikalischer Sicht betrachtet steigt durch diese Maßnahmen die Wahrscheinlichkeit und Häufigkeit, dass sich auf der Außenoberfläche der Fassade Tauwasser bilden kann. Die Folge davon ist, dass die wichtigste Grundlage für Algenwachstum, eine hohe Feuchte, auf der Wand immer häufiger gegeben ist.

2 Prüfkörperexposition

Im Rahmen eines 3-jährigen Forschungsprojektes, das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) [1] und zahlreichen Industriepartnern gefördert wurde, sind an drei Standorten in Deutschland spezielle Prüfkörper exponiert worden. Der Aufbau der Prüfkörper ist in Bild 1 schematisch dargestellt. Die Abschrägung oben und die Putzleiste unten sollen einen Wasserstau verhindern, damit der biologische Bewuchs nicht konstruktionsbedingt früher einsetzt. Beim Anbringen der Prüfkörper wurde außerdem darauf geachtet, dass sie exakt senkrecht aufgehängt sind, da bereits geringfügige Abweichungen zu Verfälschungen der Ergebnisse führen können.

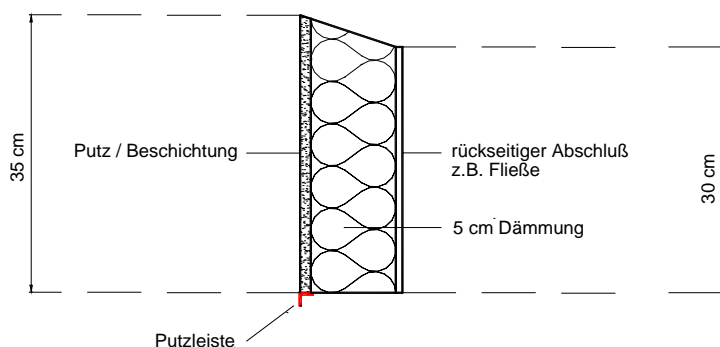


Bild 1: Schematischer Aufbau eines Prüfkörpers.

Die Dämmschicht soll verhindern, dass sich die Prüfkörper, anders wie die Wandflächen, erwärmen, wenn sie von hinten von der Sonne beschienen werden und durch diese Erwärmung schneller abtrocknen. Ein Vergleich der

Oberflächentemperaturverläufe an den Prüfkörpern und an Wandflächen in Bild 2 zeigt, dass der Prüfkörper tagsüber deutlich geringere Temperaturmaxima erreicht. Dies ist mit der größeren Kühlfläche (vorne und hinten) und mit den unterschiedlichen Strömungsbedingungen an der Oberfläche zu erklären. In der dargestellten Nacht sinkt die Oberflächentemperatur des Prüfkörpers unter die Taupunkttemperatur, während die Wandtemperatur knapp darüber liegt. Das bedeutet, dass sich in diesem Fall auf dem Prüfkörper Tauwasser bildet, an der Wand dagegen nicht. Diese Messwerte belegen, dass an den Prüfkörpern in Bezug auf die Dauer der Betauung ungünstigere Verhältnisse als an einer ausgeführten Wand vorliegen. Somit kann davon ausgegangen werden, dass auf den Prüfkörpern getestete bewuchsfreie Systeme auch auf Fassadenoberflächen nicht bewachsen werden.

3 Ergebnisse

Die feuchtetechnischen Eigenschaften (Tabelle 1) der vier untersuchten Putzsysteme ohne Anstrich und ohne Filmkonservierung zeigen, dass der Kunstharzputz und der Silikonharzputz eine geringere Wasserdampfdurchlässigkeit (s_d -Wert) haben als der mineralische Putz und der Silikatputz. Dagegen ist die Wasseraufnahme (w -Wert) bei dem mineralischen und dem Silikatputz höher als bei dem Kunstharzputz und dem Silikonharzputz. Die freie Wassersättigung liegt zwischen 13 und 20 M.-% und ist beim Silikatputz am höchsten. Der Bezugsfeuchtegehalt ist beim Silikonharzputz am geringsten und beim mineralischen Putz am höchsten.

Tabelle 1: Feuchtetechnische Kennwerte der untersuchten Putzsysteme

| Putzsystem | s_d -Wert (Feuchtbereich) [m] | w -Wert (1h und 24h) [kg/m ² √h] | fr. Wasser- sättigung [M.-%] | Bezugsfeuchte- gehalt bei 23 °C, 80 / 93 %r.F. [M.-%] |
|-------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|---|
| Kunstharz | 0,77 | 0,06 / 0,04 | 17,6 | 0,59 / 1,3 |
| Silikonharz | 1,2 | 0,02 / 0,02 | 16,0 | 0,29 / 0,48 |
| Silikat | 0,25 | 0,21 / 0,16 | 20,6 | 0,55 / 0,98 |
| mineralisch | 0,24 | 0,05 / 0,08 | 13,6 | 0,89 / 2,0 |
| M1 | 0,33 | 0,23 / 0,14 | 21,5 | |
| M2 | 0,28 | 0,20 / 0,12 | 23,0 | |

Betrachtet man die Prüfkörper an den Standorten, so ist bisher nur am Silikonharzputz ein deutlicher bis starker biologischer Bewuchs aufgetreten. Eine durchgeführte chemische Analyse auf Stickstoffquellen ergab für den untersuchten Silikonharzputz im Vergleich zu den anderen relativ hohe Konzentrationen an löslichem Stickstoff, so dass die Verfügbarkeit von Nährstoffen eine Ursache für den aufgetretenen Bewuchs sein könnte. Die anderen Systeme zeigen zwar auch erste Verunreinigungen, geben aber noch keinen Grund zu Beanstandungen. Im Vergleich zu den übrigen Putzsystemen sind die Proben mit Kunstharzputz am stärksten vergraut.

Als mineralischer Putz kam eine Musterrezeptur (M0) zum Einsatz, dessen Zusammensetzung variiert wurde. Unterschiede im Aufwuchs konnten vor allem bei zwei mineralischen Putzen, die sich im Kalk-Zement-Verhältnis unterscheiden, festgestellt werden. Beide Putze zeigen praktisch identische Standardmaterialkennwerte wie Wasserdampfdurchlässigkeit, Wasseraufnahme und Wassersättigung (siehe in Tabelle 1). Die aufgetretenen Unterschiede hinsichtlich des biologischen Bewuchses (Bild 5) lassen sich auf das unterschiedliche Austrocknungsverhalten zurückführen, das in Bild 6 dargestellt ist. Während das Putzsystem M1 nach 100 Stunden bereits die Hälfte des aufgenommenen Wassers abgegeben hat, liegt beim System M2 erst nach ca. 200 Stunden ein vergleichbarer Wassergehalt vor. Dies ist auch visuell an den Prüfkörpern nach Regenereignissen zu beobachten, da die Variante M2 auch Tage nach Regenereignissen dunkler und nasser aussieht (Bild 7).

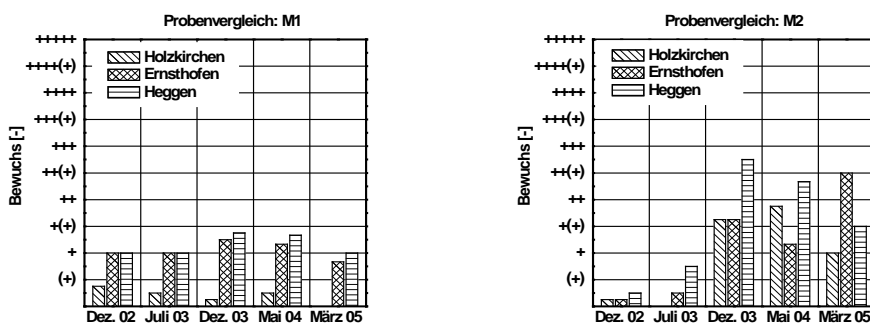


Bild 5: Beobachtete Bewuchsentwicklung an den mineralischen Putzen M1 und M2.

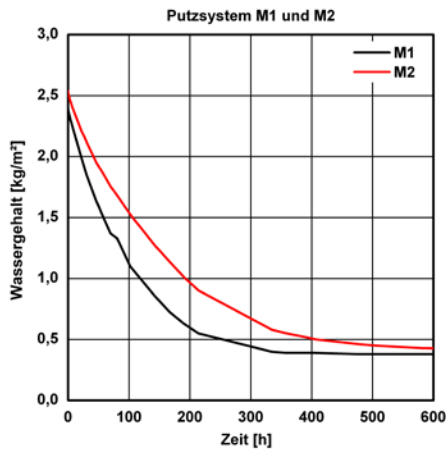


Bild 6: Austrocknungsverhalten der mineralischen Putze M1 und M2.



Bild 7: Fotografische Ansicht der Prüfkörperserie nach Regen.

Die bewuchshemmende Wirkung von Bioziden zeigt sich deutlich bei der Silikonharzvariante. Im Gegensatz zur nicht ausgerüsteten Variante konnte an den biozid ausgerüsteten Proben an allen Standorten kein Bewuchs festgestellt werden (Bild 8). Weniger ausgeprägt ist die Wirkung beim Kunstharzputz, da hier auch bei der nicht ausgerüsteten Variante kaum Bewuchs vorliegt. Beim Silikatputz konnte keine biozide Wirkung beobachtet werden. Es ergeben sich keine Unterschiede hinsichtlich Bewuchs auf der ausgerüsteten und nicht ausgerüsteten Variante. Die Ursache ist vermutlich in der hohen Alkalität des Bindemittels zu finden, die einen chemischen Abbau des Biozids bewirkt. Der mineralische Putz wurde nicht biozid ausgerüstet, so dass hier kein Vergleich gezogen werden kann.

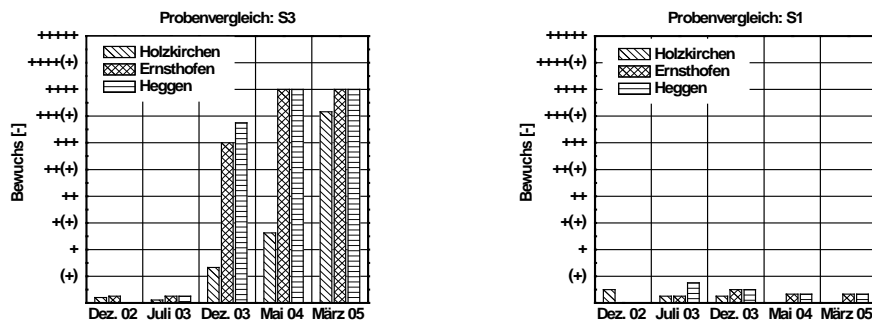


Bild 8: Beobachtete Bewuchsentwicklung am Silikonharzputz mit (rechts) und ohne Biozid (links).

Ebenfalls untersucht wurde in der Versuchsreihe der Einfluss von Anstrichen auf den verschiedenen Putzsystemen. Generell konnte festgestellt werden, dass sich das Bewuchsrisiko durch einen geeigneten Anstrich reduzieren lässt. Besonders deutlich wird dies am Beispiel des Silikonharzputzes, der mit einer Silikonharzfarbe versehen wurde. Während der Silikonharzputz ohne Anstrich deutlichen Bewuchs zeigt (Bild 9 links), ist auf den Prüfkörpern mit Silikonharzfarbe kaum biologischer Bewuchs erkennbar (Bild 9 rechts). Dieselbe Silikonharzfarbe wurde auch auf das mineralische Putzsystem aufgebracht. Die Aufwuchsentwicklung unterscheidet sich kaum von der auf dem Silikonharzputz beobachteten und ist damit weitestgehend vom Untergrund des Anstrichs unabhängig (nicht dargestellt).

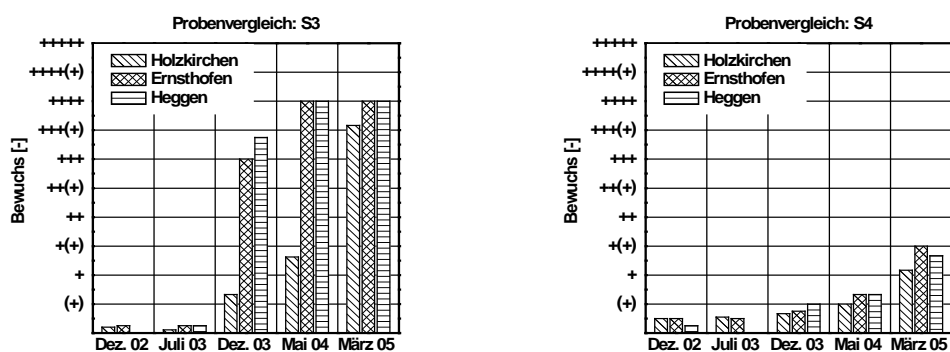


Bild 9: Beobachtete Bewuchsentwicklung am Silikonharzputz ohne Anstrich (links) und am Silikonharzputz mit Silikonharzfarbe (rechts).

Neben einer normalen Silikonharzfarbe wurde eine Silikonharzfarbe mit einem Kontaktwinkel größer 130° und mit Abperleffekt in die Untersuchungen einbezogen. Während sich bei der Silikonharzfarbe an allen drei Standorten vergleichbare

Bewuchsbilder ergeben, unterschieden sich diese bei der Farbe mit Abperleffekt je nach Standort (Bild 10). In Holzkirchen tritt kein Bewuchs auf, an den anderen beiden Standorten wird dagegen ein deutlicher Bewuchs festgestellt. Eine Erklärung hierfür ist im unterschiedlichen Abtrocknungsverhalten zu suchen, wie anhand von Oberflächenfeuchtemessungen an Wandflächen nachgewiesen werden konnte. Bild 11 zeigt das Abtrocknungsverhalten von Wandflächen mit verschiedenen Anstrichen nach Regen. Auf der untersuchten Silikonharzfarbe bleiben die Regentropfen auf der Fassadenoberfläche und trocknen über einen Zeitraum von 3 Stunden langsam ab. Bei der Farbe mit Abperleffekt rollen die Regentropfen ab und die Oberfläche ist bereits kurz nach Regenende trocken. Nach nächtlicher Betauung liegen umgekehrte Verhältnisse vor. Da Tautropfen wesentlich kleiner als Regentropfen sind, kommt der Abperleffekt nicht zum Tragen und das Tauwasser bleibt auf der Fassade. Da sich auf der Farbe mit Abperleffekt aufgrund ihrer extremen Hydrophobie auf der Oberfläche höhere Tauwassermengen verbleiben als auf der normalen Silikonharzfarbe, dauert es auch länger bis die Flächen abtrocknen (Bild 12).

Mit dargestellt in den Bildern 11 und 12 ist die Oberflächenfeuchte zweier Fassadenflächen mit den Dispersionssilikatfarben E1 und E2, die eine geringere Hydrophobie haben im Vergleich zu den Silikonharzfarben. Aufgrund dieser Tatsache kann ein Teil des Oberflächenwassers vom Untergrund aufgenommen werden und somit findet auch eine schnellere Abtrocknung der Oberfläche statt. Eine extreme Hydrophobie ist also im Hinblick auf Tauwasserbildung als eher negativ zu bewerten.

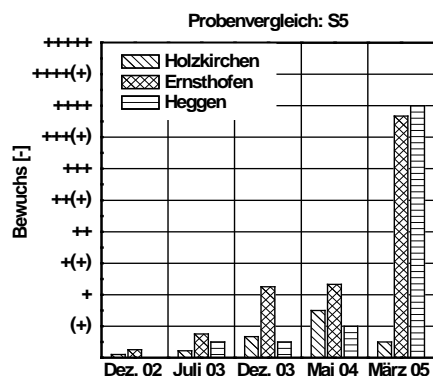


Bild 10: Beobachtete Bewuchsentwicklung am Silikonharzputz mit Abperleffekt.

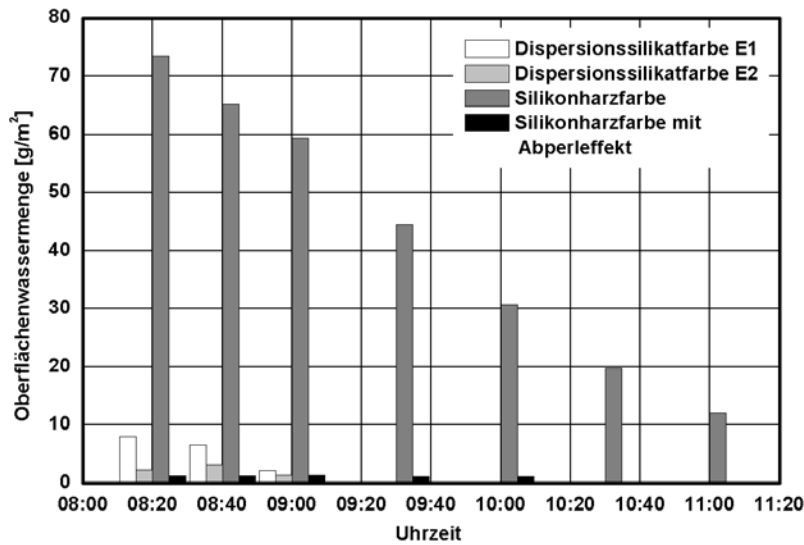


Bild 11: Oberflächenfeuchte und Abtrocknungsverhalten von Wandflächen mit verschiedenen Beschichtungen nach Regen.

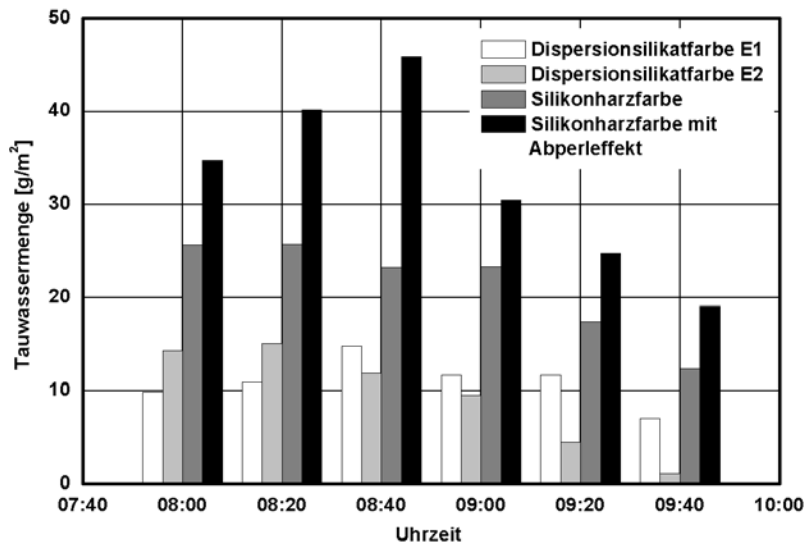


Bild 12: Oberflächenfeuchte und Abtrocknungsverhalten Wandflächen mit verschiedenen Beschichtungen nach Tauwasserbildung.

4 Literatur

[1] IBP-Bericht HTB-03/2005: Prognoseverfahren zum biologischen Befall durch Algen, Pilze und Flechten an Bauteiloberflächen auf Basis bauphysikalischer und mikrobieller Untersuchungen

[2] DIN 4108, Teil 3: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung (Juli 2001).

[3] Hofbauer, W.; Breuer, K.; Sedlbauer, K.: Algen, Flechten, Moose und Farne auf Fassaden. Bauphysik 6/2003, S. 383-396.