

Zeitschrift: IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte

Band: 57/1/57/2 (1989)

Artikel: Dauerhaftigkeit von hydrophobierten Sichtmauerwerksfassaden

Autor: Franke, Lutz / Bentrup, Hermann

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-44322>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 09.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Dauerhaftigkeit von hydrophobierten Sichtmauerwerksfassaden

Durability of Hydrophobed Facades of Brickwork

Durabilité de façades de maçonnerie hydrophobée

Lutz FRANKE

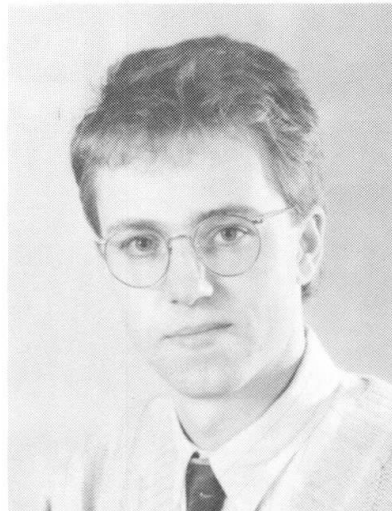
Prof. Dr. -Eng.
TU Hamburg-H.,
Hamburg, BR Deutschland



Lutz Franke, geboren 1941, Promotion an der TU Stuttgart, seit 1981 Lehrstuhl für Bauphysik und Werkstoffe im Bauwesen, TU Hamburg-H., Mitinhaber eines Ingenieurbüros in Hamburg.

Hermann BENTRUP

Dipl. -Ing..
TU Hamburg-H.,
Hamburg, BR Deutschland



Hermann Bentrup, geboren 1962, Diplom an der RWTH Aachen, Wiss. Mitarbeiter, Lehrstuhl für Bauphysik und Werkstoffe im Bauwesen, TU Hamburg-H.

ZUSAMMENFASSUNG

Die in letzter Zeit an Mauerwerksfassaden in zunehmendem Umfang festgestellten Schäden in Form von Abwitterungen, Abblätterungen und Absprengungen infolge Frosteinwirkung sind häufig auf nicht fachgerecht ausgeführte Hydrophobierungen zurückzuführen. Es werden vier derart geschädigte Gebäude beschrieben und die Schadensursachen und -mechanismen diskutiert. Vor einer Hydrophobierung kann jedoch in einfacher Weise mit Hilfe einer speziellen Prüfplatte zuverlässig festgestellt werden, ob diese Behandlung sinnvoll ist und welche baulichen Massnahmen gegebenenfalls getroffen werden müssen.

SUMMARY

Damage to the facades of brickwork like weathering, scaling and spalling, which could be detected recently to an increasing extent due to the influence of frost, are often traced back to a non-professional treatment with hydrophobing agents. Four buildings with such defects are described and the causes and mechanisms of damage are discussed. Before treating a facade, one can determine easily with the help of a special test plate, whether the handling with hydrophobing agents is suitable and what kind of constructional measure must be carried out, if any.

RÉSUMÉ

Les dommages causés aux façades peuvent être liés à l'action des intempéries, à l'écaillage ou à l'exfoliation, suite au gel. Toutefois, ces dégâts sont souvent dus à un traitement inadapté, par l'utilisation abusive de produits hydrofuges. On décrit le cas de quatre bâtiments ayant subi de tels dommages et où les causes et les mécanismes sont étudiés. Avant un traitement de façade, on peut constater simplement, avec une plaque d'essai, si des mesures préventives sont raisonnables et lesquelles devront être prises, le cas échéant.



1. GEBÄUDEBESCHREIBUNGEN, SCHADENSBILDER UND UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Beispielhaft werden vier Sichtmauerwerksfassaden, drei Ziegel- und eine Kalksandsteinfassade mit Schäden in Form von Abplatzungen, Abblätterungen und Abwitterungen, die infolge einer nicht fachgerechten Hydrophobierung hervorgerufen wurden, gezeigt.

1.1 Kalksandsteinfassade (Bild 1 und 2)

Die Außenwände sind eine zweischalige Mauerwerkskonstruktion ohne Luftschicht. Die äußere Schale besteht aus KS-Struktur-Vormauersteinen mit einer bruchrauen Steinoberfläche. Aus architektonischen Gründen wurden die Fugen zum Bauzeitpunkt bis auf eine Tiefe von ca. 10 mm ausgekratzt. Wahrscheinlich nach dem Auftreten von Durchfeuchtungen wurde die Fassade mit einem Zementmörtel nachträglich verfügt, ohne auf eine Mindestdiefe von 15 mm, wie es die DIN 1053 fordert, ausgekratzt zu werden. Da auch diese Maßnahme die Durchfeuchtungen nicht aufzuheben vermochte, wurde eine Hydrophobierung einige Jahre später durchgeführt. Im folgenden Winter stellten sich dann die in Bild 1 gezeigten Abplatzungen (die verwendeten Vormauersteine haben nach DIN 106 in der Prüfung auf Frostwiderstandsfähigkeit nur 25 Frost-Tau-Wechsel, im Gegensatz zu Verblendern mit 50 Frost-Tau-Wechseln, zu überstehen) ein. Bild 2 zeigt die Fugen im Detail. Sie sind zum großen Teil locker, teilweise herausgefallen und zum Zeitpunkt der Begutachtung vereinzelt sogar mit Moos bewachsen, was auf eine ständige starke Durchfeuchtung hinweist. Weiterhin sind Fugenablösungen von den Steinen festzustellen mit Rißbreiten größer als 0,5 mm.

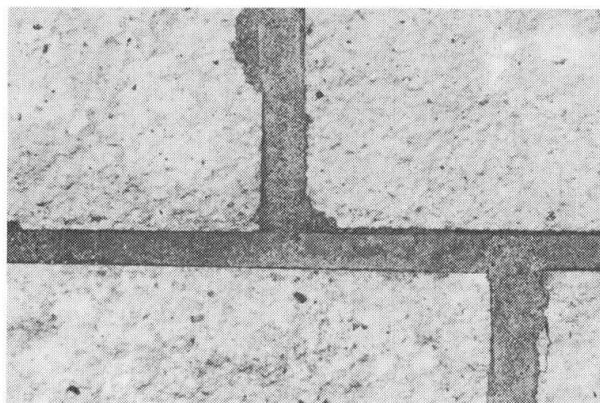
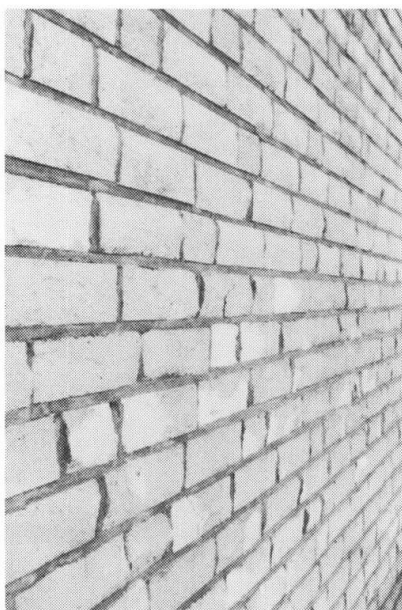
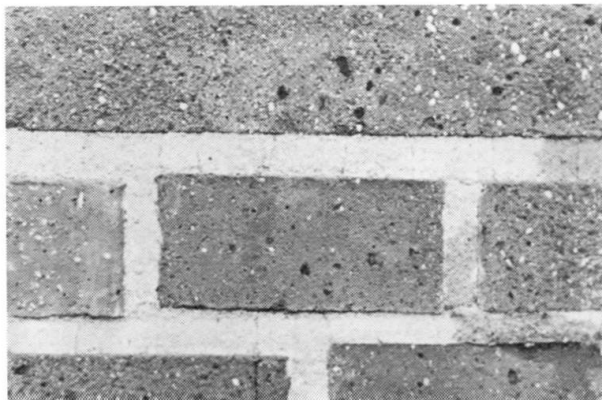
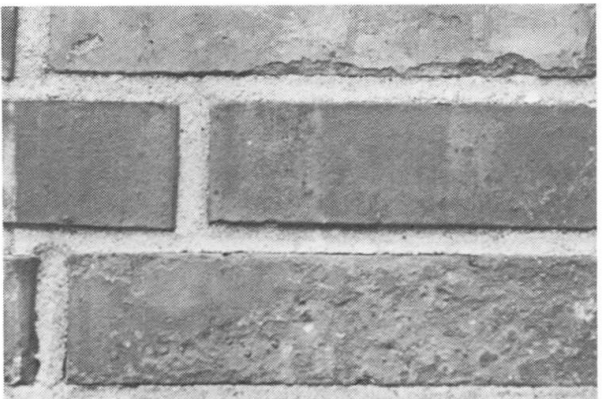


Bild 1: Fassade A mit Frostabplatzungen
Bild 2: Fassade A in Nahaufnahme mit
 Flankenablösungen

1.2. Ziegelfassaden

Bei den Fassaden der in Bild 3 und 4 dargestellten Gebäude handelt es sich um einschaliges Verblendmauerwerk. Die Steine wurden bei einer Prüfung nach DIN 52 252 Teil 1 (Tauchversuch) als nicht ausreichend frostbeständig eingestuft. Vor etwa 15 Jahren wurde die Fassade B aus Bild 3 mit einem Hydrophobierungsmittel, laut Datenblatt ein Polysiloxan, behandelt, und die



Fassade C, dargestellt in Bild 4, ebenfalls vor etwa 15 Jahren hydrophobiert. Bild 5 und 6 zeigen ausgewählte Bereiche der Fassaden B und C in Nahaufnahme. Neben Abplatzungen mit 5 bis 10 mm Scherbendicke sind deutliche Abblätterungen des Steinmaterials und starke Fugenschäden zu erkennen.

Eine weitere stark geschädigte Ziegelfassade ist in Bild 7 dargestellt. Hier wurde im Labor ebenfalls eine ausgeführte Hydrophobierung nachgewiesen. Es ist gut zu erkennen, daß die Ziegeloberfläche feine Risse aufweist. Ferner zeigten sich nach dem Abplatzen von Schalen dunkle Kerne im Inneren der Steine. Dieses läßt auf Brennfehler, verbunden mit verminderter Frostbeständigkeit, schließen.

Bild 3: Fassade B mit großflächigen Abwitterungen und Abblätterungen

Bild 4: Fassade C mit Frostabplatzungen und Abblätterungen

Bild 5: Fassade B in Nahaufnahme mit Flankenablösungen und Abwitterungen der Ziegeloberfläche

Bild 6: Fassade C nach der Reinigung mit Hochdruckwasserstrahlen; Risse in den Mörtelfugen

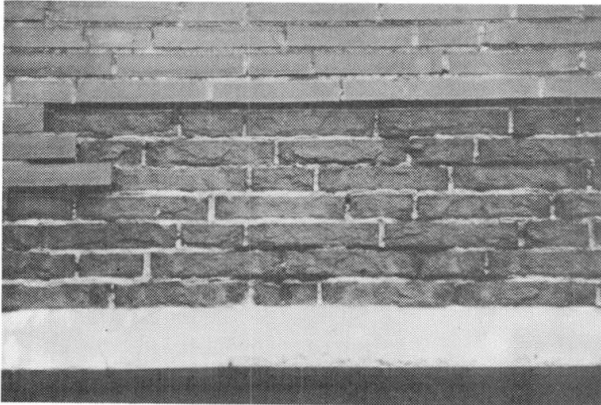
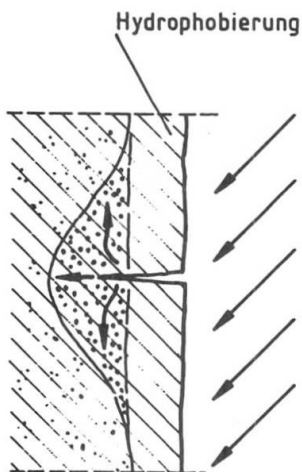


Bild 7: Fassade D mit starken Frostschäden

2. SCHADENSURSACHEN UND -MECHANISMUS

Aus Abschnitt 1 geht hervor, daß die Steine der geschädigten Fassaden entweder als nicht frostwiderstandsfähig eingestuft wurden oder zumindest für eine exponierte Lage, wie sie bei dem Gebäude mit Kalksandsteinfassade vorliegt, nicht geeignet sind. Die Schäden sind jedoch in erster Linie nicht auf die mangelnde Frostbeständigkeit, als auf eine unfachmännische Hydrophobierung zurückzuführen. Zum einen weisen die hydrophobierten Bereiche besonders starke Schäden auf. Dieses läßt sich aus der Gegenüberstellung von hydrophobierten und nicht hydrophobierten "Referenzflächen gleicher Orientierung und Ausführung eindeutig folgern. Zum anderen wirkt sich erfahrungsgemäß eine mangelhafte Frostbeständigkeit nur an besonders exponierten Stellen, undichten Fallrohranschlüssen oder bei hohem Spritzwasseranfall aus. Bei den vier beschriebenen Mauerwerksfassaden waren die Fugen in einem sehr unbefriedigendem Zustand. Es konnte Wasser durch Risse in den Fugen oder sogar Risse in den Steinen und Flankenablösungen oder durch Kapillarwirkung in die saugfähigen oder bereits wieder saugfähigen Fugen in das Mauerwerk oder infolge ungleichförmiger Imprägnierung, hinter die behandelte Oberfläche der Steine gelangen. Dieser Mechanismus wird schematisch in Bild 8 gezeigt. Die Trocknung hydrophobierter Fassaden kann nur noch durch Dampfdiffusion stattfinden, die um Größenordnungen kleiner ist als die Wasserabgabe infolge Verdunstung und Kapillarwirkung /1/. Somit kann es insbesondere bei hydrophobierten Fassaden mit Rissen, die durch die Hydrophobierung nicht abgedichtet werden können oder bei undichten Fugen zu einem Ansteigen des Wassergehaltes kommen, und unweigerlich stellen sich bei frostempfindlichen Steinen nach Überschreiten eines kritischen Wassergehaltes Frostschäden ein. Häufig treten die ersten Frostschäden bei Fassaden, die zum Zeitpunkt der Maßnahme in oben beschriebener Weise ungeeignet sind, bereits beim nächsten intensiven Frost nach starken vorhergegangenen Regenfällen auf (Fassade A). Falls ungeeignete Hydrophobierungsmittel verwendet werden oder resistenter Ziegel vorliegen, können die Schäden auch mit mehrjähriger Verzögerung sichtbar werden (Fassaden B und C).



Feuchtigkeitsanreicherungen und Frostgefahr bei Wasserdurchtritt durch Fehlstellen.

Bild 8: Mechanismus der Wasseraufnahme durch Fehlstellen in der Fassade

3. UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Für die Beurteilung von hydrophobierten Mauerwerksfassaden durch Wasseraufnahmemessungen wurde eine spezielle Prüfplatte entwickelt (Bild 9) /2/. Sie überdeckt die Fläche, die sich ergibt aus der Länge eines Normalformatziegels und der dazugehörigen Stoßfugendicke (also 250 mm) multipliziert mit der Ziegeldicke und der dazugehörigen Lagerfugendicke (also 81 mm). Die Platte wird lediglich mit einem Kittband an das Mauerwerk angeklebt. Es können verschiedene Stärken von Schlagregen simuliert werden, indem die Druckhöhe variiert wird. Mit dieser Prüfplatte kann recht zuverlässig die Durchlässigkeit des Mauerwerks bei Schlagregen abgeschätzt werden. Umfangreiche Untersuchungen und Berechnungen, wie die Ermittlung des Wasseraufnahme- und Abgabeverhaltens von hydrophobierten Mauerwerksfassaden und die Betrachtung des statistischen Wettergeschehens, ergaben Anhaltswerte für die Wassermengen, die maximal von einer hydrophobierten Sichtmauerwerksfassade über die Fugen aufgenommen werden dürfen.

Die Wasseraufnahme einer Mauerwerksfassade bei Schlagregen bzw. im Plattenversuch wird charakterisiert durch die Beziehung:

$$W_{\text{Ges}} = W_{\text{St}} + W_{\text{F}} \quad \text{mit} \quad W_{\text{St}} = \bar{w}_{\text{St}} \cdot A_{\text{St}} \cdot \sqrt{t}$$
$$W_{\text{F}} \approx \bar{w}_{\text{M}} \cdot A_{\text{F}} \cdot \sqrt{t} + \bar{w}_{\text{F}} \cdot p \cdot A_{\text{F}} \cdot t$$

Nach einer Hydrophobierung nehmen die Steine und der Fugenmörtel kein Wasser mehr auf, lediglich durch Haarrisse und Flankenablösungen kann bei Schlagregen weiter Wasser durch die Fugen eintreten.

Eine Wasseraufnahme der Fassade läuft dann nach Nullsetzen der Wasseraufnahmekoeffizienten w_{St} und w_{M} ab nach der Beziehung:

$$W = \bar{w}_{\text{F}} \cdot p \cdot A_{\text{F}} \cdot t$$

d. h. sie ist proportional dem Wasseraufnahmekoeffizienten der Fugen \bar{w}_{F} [kg/(m²·h·Pa)], dem Staudruck p [Pa], der Fugenfläche A_{F} und der Einwirkungsdauer t .

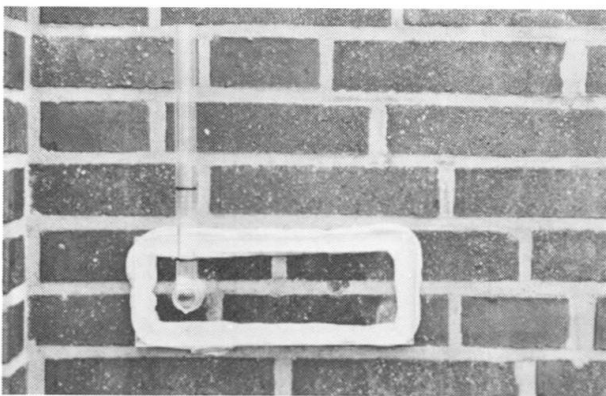


Bild 9: Spezielle Prüfplatte zur Messung der Wasseraufnahme von Fassaden

Die in vielen Messungen nachgewiesene lineare Abhängigkeit der Wasseraufnahme von hydrophobierten Mauerwerksfassaden mit undichten Fugen wurde wiederum bei Fassaden A und B bestätigt, vgl. Bild 10. Entsprechend den Ausführungen in /2/ können kritische Wasseraufnahmen für die Fugen von hydrophobierten Fassaden angegeben werden, bei deren Über-

schreiten die Gefahr einer zunehmenden Durchfeuchtung exponierter Fassadenbereiche besteht.

Unter Voraussetzung einer mittleren Schlagregendauer von 1 h je Tag in den Monaten November bis Februar kann man mit den Wetterdaten im norddeutschen Raum (Schlagregengruppe III) die kritische Wasseraufnahme über die Fugen hydrophobierter Fassaden zu 0,2 kg/(m²·h) abschätzen, gemessen bei einer Druckhöhe von 50 mm Wassersäule. Bei einer 15 min Messung mit der dargestellten Prüfplatte sollte daher die Wasseraufnahme nicht höher als 1,0 g sein.

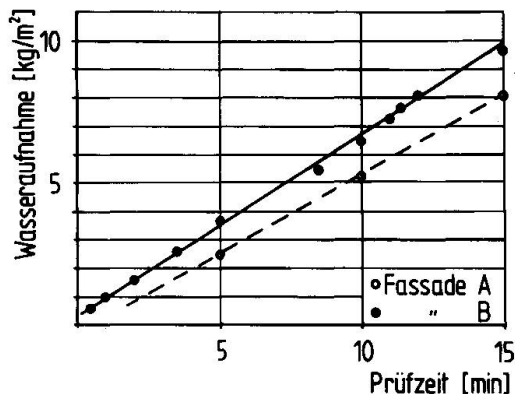


Bild 10: Wasseraufnahmen mit der Prüfplatte an hydrophobierten Sichtmauerwerksfassaden mit Haarrissen in den Fugen, Druckhöhe 100 mm

4. BEMERKUNGEN ZUR INSTANDSETZUNG VON SICHTMAUERWERK

Für die Entscheidung, ob bei durchfeuchteten bzw. geschädigten Fassaden Hydrophobierungen durchgeführt werden sollten, ist es von Bedeutung die Hydrophobierbarkeit an Testflächen grundsätzlich zu überprüfen. Hierfür kann mit Hilfe der Prüfplatte getestet werden, wie sich die Fassaden bei Schlagregenbeanspruchung bezüglich der Wasseraufnahme verhalten. Ein Grenzwert ist im Abschnitt 3 angegeben.

Weiterhin hat der Grad der Schädigung einen entscheidenden Einfluß auf die Instandsetzungsmaßnahmen. Bei Fassade C und D konnte die Instandsetzungslösung schon aus optischen Gründen nur in einer großflächigen Auswechslung der hydrophobierten geschädigten Bereiche bestehen. Die Steine von Fassade A konnten nach einer Reinigung mit Hochdruckwasserstrahl wegen der ohnehin bruchrauen Oberfläche nahezu ganz erhalten werden. Ebenso konnte mit Fassade B verfahren werden, da hier Abblätterungen und Absprengungen nur geringer Dicke vorlagen.

Die primäre Ursache der Frostschäden an den hydrophobierten Fassaden ist in dem unbefriedigenden Fugenzustand zu suchen, welcher in einigen Fällen erst nach der Reinigung der Fassade gut sichtbar wird (Fassade C). Wegen der Bedeutung von intakten und dauerhaften Fugen für die Dauerhaftigkeit der gesamten Fassade müssen unter Umständen die gesamten Mörtelfugen der geschädigten Bereiche mindestens bis zu der erforderlichen Tiefe von 15 mm freigelegt werden und sollten anschließend mit einem geeigneten Fugenmörtel (in der Regel Werk trockenmörtel) neuverfugt werden. Erst nach einer Mindesthärtungszeit von vier Wochen kann sich eine erneute Hydrophobierung der gesamten Fläche mit einem geeigneten, d.h. in der Regel alkalibeständigen und auf Ziegeluntergrund dauerhaftem Hydrophobierungsmittel anschließen. Die erforderliche Hydrophobierungsmittelmenge sollte, wie die Hydrophobierbarkeit und die geeignete Reinigungsart, auf Testflächen am Bauwerk ermittelt werden. Schließlich kommt der Güte der Ausführung aller Schritte eine entscheidende Rolle für die Wirksamkeit und Dauerhaftigkeit der Instandsetzungsmaßnahmen zu.

LITERATURVERZEICHNIS

1. KRISCHER O., KAST W., Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik. Springer Verlag 3.Aufl. 1978.
2. FRANKE L. u.a., Hydrophobierung von Fassaden - eine sinnvolle Maßnahme? Bauphysik 5/1987 S.181.
3. DIN 1053 Blatt 1, Mauerwerk - Berechnung und Ausführung. 11/1974.
4. DIN 106 Teil 2, Kalksandsteine - Vormauersteine und Verblender. 11/1980.
5. DIN 52 252 Teil 1, Prüfung der Frostwiderstandsfähigkeit von Vormauerziegeln und Klinkern - Allseitige Befrostung von Einzelziegeln. 12/1986.