



**Abb. 1:** Farbveränderung bei unbehandelter Fichte im Verlauf von 0–52 Wochen Bewitterung Richtung Süd unter 45° Neigung (oberer Bereich); der untere Bereich wurde mittels Dampfdruck gereinigt; bei den beiden rechten Proben erfolgte eine anschließende künstliche Wiederbewitterung.  
Fotos: zVg

**Der Trend zu mehrgeschossigen Holzhausbauten erhöht die Anforderungen an das eingesetzte Fassadenmaterial. Bei unbehandelten Holzfassaden kann mit der Warmwasserhochdruckreinigung ein wirtschaftlicher Unterhalt und eine damit verbundene Werterhaltung dieser Fassaden gewährleistet werden.**

## Werterhaltung von unbehandelten Holzfassaden

Zahlreiche innovative Bauten in den letzten Jahren zeugen von der Leistungsfähigkeit und Innovationskraft der Holzbaubranche. Der Einsatz von Holz beim mehrgeschos-

chen Unterhaltskosten er rechnen muss. Insbesondere bei institutionellen Anlegern sind die Unterhaltskosten von Gebäuden ein entscheidendes Kriterium für die Materialauswahl. Hinzu kommt, dass in der modernen Architektur Holzfassaden als wesentliches Gestaltungs-

Bernhard Letsch, Dr. Thomas Volkmer, Dr. Christelle Ganne-Chédeville, BFH-Architektur, Holz und Bau, Biel

sigen Bauen stellt in vielen Bereichen neue Anforderungen an den Werkstoff und dessen Verarbeitung. Wird Holz auch in der Fassade von mehrgeschossigen Holzbauten eingesetzt, so rücken im Besonderen Fragen zur Dauerhaftigkeit und zu Renovationszyklen der Fassade in den Fokus. Schon seit Jahrhunderten wird Holz als Fassadenmaterial eingesetzt. Holz steht aber mittlerweile im Wettbewerb mit vielen anderen Materialien. Soll sich der Investor für eine Holzfassade entscheiden, müssen ihm Lösungen aufgezeigt werden, wie sein Objekt in den kommenden Jahren unterhalten werden kann und mit wel-

element eingesetzt werden und dem konstruktiven Holzschutz in der Regel bei der Fassadengestaltung eine untergeordnete Rolle spielt. Diese Fassaden sind somit häufig einer direkten Bewitterung ausgesetzt.

Ist die Fassade nach den Regeln der Holzbaukunde konstruiert und verbaut, so hat dies in der Regel keinen funktionalen Nachteil, sondern erhöht einzig die Anforderungen an die Oberflächenbehandlung bei beschichteten Fassaden bzw. führt zu Verwitterungserscheinungen bei unbehandelten Fassaden.

### Behandelte Holzfassaden vs. unbehandelte Holzfassaden

Um den erhöhten Anforderungen an die Beschichtungsmaterialien gerecht zu werden, wurden in den letzten Jahren verstärkt Anstrengungen unternommen, beständigere Farben für die Aussenbeschichtung zu entwickeln oder – bei farblosen Systemen – sie mit Zusätzen zu versehen, wie z. B. Nanopartikel oder anderen funktionalen Verbindungen, die das Holz vor Verwitterung schützen. Es wird aber weiterhin notwendig sein, die Oberflächen von behandelten Holzfassaden in bestimmten Zyklen zu erneuern bzw. zu behandeln. Dies kann gerade bei mehrgeschossigen Häusern mit erheblichem Aufwand verbunden sein.

**Abb. 2:** Die Südfassade der BFH-AHB (Eiche) nach der Reinigung (l. unbehandelt, r. behandelt).



Werden unbehandelte Fassaden eingesetzt, so werden diese in der Regel dem Verwitterungsprozess überlassen und es wird angenommen, dass mit der Zeit ein gleichmässiges Erscheinungsbild entsteht. Dies ist allerdings abhängig von der Exposition und Konstruktion und nur in seltenen Fällen gewährleistet. In breiten Teilen der Bevölkerung führt dies aber zu einem schlechten Image von Holzfassaden, was ihren verstärkten Einsatz einschränkt.

So weist eine Holzfassade aus unbehandeltem Holz vor allem in den ersten Betriebsjahren, je nach Exposition, Konstruktion und Holzart, Verwitterungserscheinungen auf, die zu einem fleckigen Erscheinungsbild führen.

### Ursachen der Verwitterung

Die Ursachen für das heterogene Erscheinungsbild von unbehandelten Holzfassaden sind bekannt und sehr vielfältig. Holzbauteile im Außenbereich, wie Fenster, Türen und Fassaden, sind einer Reihe physikalischer und biologischer Einflüsse ausgesetzt, die zu einem Abbau und einer Zerstörung der jeweiligen Bauteile führen können. An diesem Holzabbau bzw. an den Farbveränderungen sind folgende Faktoren beteiligt:

- Sonnenlicht (Globalstrahlung, photochemischer Abbau)
- Niederschlag mit und ohne Wind, Feuchtigkeit allgemein (hydrolytischer Abbau)
- Holzzerstörende und holzverfärbende Mikroorganismen

- Temperatur (Luft-/Oberflächentemperatur, thermischer Abbau oder Zersetzung)
- Wind (Abrasion)
- chemische Verunreinigungen in der Luft (Korrosion)
- holzabbauende Insekten.

Aufgrund der photochemischen Reaktion an der Oberfläche des Holzes kommt es zu Umwandlungs- und Modifikationsprozessen. Dabei bilden sich wasserlösliche Reaktionsprodukte des Lignins, die im Bewitterungsverlauf unterschiedlich stark abgebaut werden. Im weiteren Verlauf kommt es an der Oberfläche zu Ablagerung von Schmutzpartikeln und zur Besiedlung durch Bläue- und Schimmelpilze. Die genannten Prozesse führen zu der bekannten Vergrauung der Holzoberfläche, die in Abhängigkeit der Konstruktion sehr unterschiedlich sein kann. Für die häufig genutzten mitteleuropäischen Bauhölzer ist sie aber meist ähnlich.

### Werterhalt und Homogenisierung unbehandelter Holzfassaden

In einem vom Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung (BAFU) unterstützten Forschungsprojekt untersuchte die Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau (BFH-AHB) zusammen mit der Kärcher AG Schweiz und Schilliger AG die Reinigung von unbehandelten Holzfassaden mittels Hochdruckreiniger. Das Ziel des Projekts bestand darin, eine auf unbehandelten Holzfassaden angepasste Unterhaltsmethode mittels Wasserhochdruckreiniger zu entwickeln,

damit eine Homogenisierung der Holzfarbe erreicht wird.

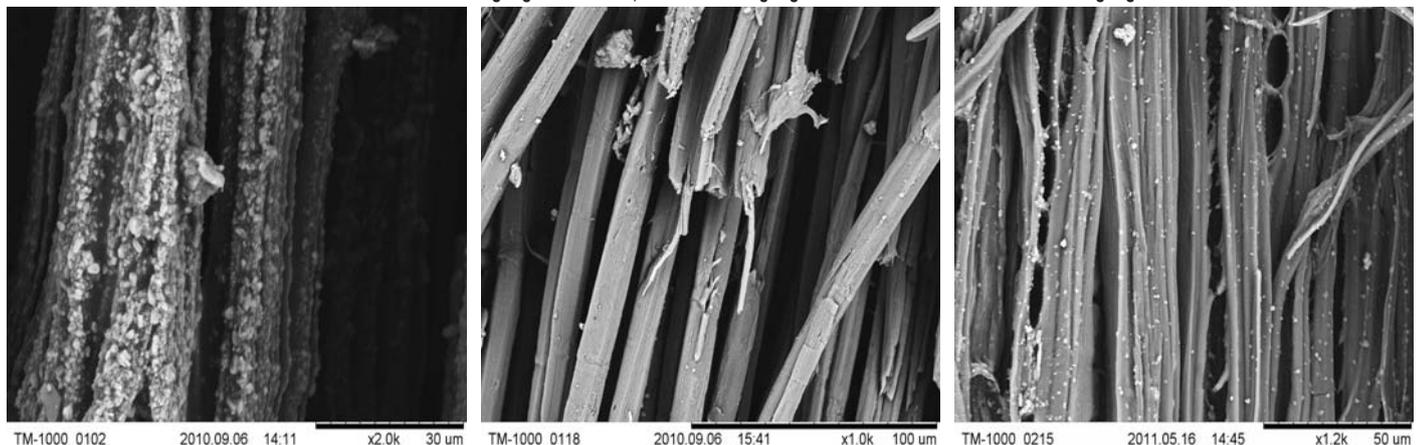
In einem ersten Schritt wurden die Einflüsse der Maschinenparameter (Druck, Temperatur, Düsentyp usw.) auf verschiedenen Substrateigenschaften (Holzart, Ausrichtung der Lamellen, Exposition, Typ von Verschmutzungen usw.) untersucht. Die wesentlichen Evaluationskriterien waren der Farbunterschied vor und nach der Behandlung, der Farbunterschied zur Originalfarbe, die Homogenität der Behandlung und die Oberflächenqualität. Ebenso wurde darauf geachtet, dass die Handhabung des Hochdruckreinigers mit möglichst praxisnahen und reproduzierbaren Parametern erfolgte.

In einem zweiten Schritt wurden mit den erhaltenen Parametern Reinigungen an verschiedenen Fassaden durchgeführt, um die Ergebnisse zu validieren. Deutlich war zu erkennen (vgl. Abb. 1), dass eine Reinigung unabhängig vom Verschmutzungsgrad zu einer relativ homogenen Oberfläche führt und dass die Verfärbung bei einer Wiederbewitterung weniger ist als in einer ersten Bewitterungsphase. Alle Versuche wurden mit einem Warmwasserhochdruckreiniger durchgeführt. Gereinigt wurden Fassaden aus unbehandeltem Laub- und Nadelholz.

### Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass es möglich ist, Fassaden die durch natürliche Bewitterung verfärbt sind (z. B. Vergrauen, Verschmutzungen durch

**Abb. 3:** REM-Aufnahme der Eichen-Südfassade vor der Reinigung (linkes Bild), nach der Reinigung (Mitte) und 9 Monate nach der Reinigung.



Umwelteinflüsse, Verfärbung durch Mikroorganismen) ohne Zugabe von Chemikalien zu reinigen und eine Homogenisierung der Farbe zu erreichen. Abbildung 2 zeigt die Südfassade des Lehrgebäudes der BFH-AHB in Biel. Es handelt sich hier um eine 11 Jahre alte, südexponierte Eichenfassade. Durch die Sonneneinstrahlung hat sich das Holz sehr stark verfärbt. Zusätzlich waren einige Felder durch aufsteigende Feuchtigkeit an den Rändern schwarz verfärbt (vgl. auch Abb. 4). Der linke Teil der Fassade ist die Originalfassade, der rechte Teil der Fassade wurde gereinigt mittels Warmwasserhochdruckreiniger. Innerhalb von 9 Monaten nach der Reinigung ergab sich kaum eine erneute Verfärbung und es zeigt sich auch hier ein sehr homogenes Erscheinungsbild. Wie sich die Fassade längerfristig verhält ist Gegenstand weiterer Untersuchungen. Es besteht die Hypothese, dass sich langfristig ein homogenes Erscheinungsbild einstellt, da die löslichen und verfärbenden Substanzen an der Oberfläche entfernt sind.

Die Versuche wurden auch mit Nadelholzfassaden (Fichte) durchgeführt. Auch hier ergaben sich sehr positive Ergebnisse. Auch hier wurde, bei etwas veränderten Parametern, durch die Warmwasserhochdruckreinigung ein sehr homogenes Erscheinungsbild erreicht.

Auch 16 Monate nach der Reinigung erschien die Farbe noch sehr homogen. Es ist davon auszugehen, dass ein zweiter Reinigungszyklus zu einer Angleichung der Farbunterschiede führen wird.

Analysen mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM) zeigen, dass die Verschmutzungen, in Form von Staub und Mikroorganismen von der Oberfläche entfernt wurden (vgl. Abb. 3). Im Weiteren wurde festgestellt, dass auch die starken Verkrustungen (Abb. 3 links) durch die Heisswasserbehandlung gelöst werden konnten. Dabei handelt es sich um Reaktionsprodukte des Lignins und ggf. modifizierte Holzinhaltstoffe, die zu einer deutlichen Abdunkelung der Oberfläche führen. Die erfolgreiche Entfernung dieser Stoffe bildet die Grundlage für eine optisch gleichmässige Oberfläche, was dazu führt, dass die gereinigten Fassaden annähernd den Farbton des ursprünglichen Zustands erreichen. Generell zeigte sich auf den Oberflächen ein leicht «wolliger» Effekt, der aber keine optische oder funktionale Beeinträchtigung darstellt. Abbildung 3 (rechtes Bild) zeigt, das während einer 9-monatigen Wiederbewitterung nach der Reinigung eine leichte Verschmutzung eingesetzt hat, jedoch ist gut zu erkennen, dass es nicht wieder zu einer Verkrustung an der Oberfläche gekommen ist

**Abb. 4:** Die Reinigung am Gebäude erfolgte mittels einer Hubbühne.



## Oberflächenbehandlung von Holzfassaden

Neben den hier beschriebenen unbehandelten Holzfassaden gibt es eine breite Palette von Möglichkeiten der Oberflächenbehandlung. Die Anstriche, auch sehr dünne Imprägnierungsmittel, wirken wasserabweisend. Je stärker die Beanspruchung durch das Wetter ist, umso pigmentierter und filmbildender sollte das Beschichtungssystem sein. Transparente Beschichtungen bieten bis heute keinen ausreichenden UV-Schutz und deren Einsatz muss mit im Vorfeld genau abgeklärt werden:

- Nichtfilmbildende Oberflächenbehandlungen (Imprägnier- und Dünnschichtlasuren) bzw. Imprägnierungen bilden eine wasserabweisende Barriere und können sehr einfach aufgetragen und unterhalten werden. Ihre Schutzdauer ist aber entsprechend kurz. Die Filmdicke beträgt zwischen 10 und 20 µm. Die Haltbarkeit bei direkter Wetterbeanspruchung beträgt etwa 2 bis 4 Jahre.
- Mittelschichtlasuren und deckende Beschichtungen sind kräftiger pigmentiert und weisen eine gut definierte Dampfdurchlässigkeit auf. Die Filmdicke beträgt 20 bis 60 µm. Die Renovationszyklen betragen etwa 3 bis 6 Jahre mit einigermaßen moderatem Aufwand.
- Dickschichtlasuren und deckende Beschichtungen erreichen Filmdicken zwischen 60 bis 120 µm. Sie bilden dicke Filme und erreichen eine gute Dauerhaftigkeit (6–12 Jahre). Entsprechend aufwendig ist aber der Renovationsaufwand. Bei solchen Beschichtungen ist darauf zu achten, dass Fehlstellen frühzeitig erkannt und ausgebessert werden.
- Der Einsatz von vorvergrautem Holz ist eine weitere Möglichkeit. Mit einer speziellen Behandlung wird das Holz vorpatiniert. Damit erhält das Holz den Farbton, der dem einer etwa sechsjährigen natürlichen Bewitterung entspricht.

und der Farbton und die Homogenität stabil geblieben sind. Es ist davon auszugehen, dass die Heisswasserreinigung zu einem langfristigen Homogenisierungseffekt der Holzoberfläche beiträgt.

## Konstruktive Aspekte

Bei allen Holzfassaden ist ein besonderes Augenmerk auf die Konstruktion und die Holzqualität zu richten. Die Detailaufnahme in Abbildung 5 zeigt, wie ein hervorste-

hender Wetterschenkel das untere Fassadenteil durch zurückspritzen des Wasser durchfeuchtet und sich stark abzeichnende Wasserränder bilden. Nach der Reinigung ist die Farbe homogen. 9 Monate nach der Reinigung ergab sich durch zurückspritzendes Wasser wieder die gleiche Problematik.

Bei der Konstruktion von Holzfassaden ist darauf zu achten, dass ein genügender Abstand von angrenzenden Bauteilen eingehalten wird, bzw. dass die Winkel so gewählt werden, dass Wasser nicht zurückspringen kann. Ideal wäre ein leichter Rücksprung des darunter liegenden Fassadenfeldes. Selbstverständlich müssen dabei auch die brandschutztechnischen Anforderungen berücksichtigt werden.

### Vorsichtsmassnahmen bei der Reinigung

Bei der Behandlung mit dem Hochdruckreiniger muss beachtet werden, dass durch die Reinigung entweder kein Wasser in darunter liegende Bauteile dringen oder dass eindringendes Wasser keine Schäden in den darunterliegenden Schichten verursachen kann. Es muss sichergestellt werden, dass hinter der Fassade liegende Bauteile (Dämmungen, Folien usw.) nicht durchnässt oder beschädigt werden. Bei nicht vollständig geschlossenen Fassaden ist die Hochdruckreinigung nicht geeignet bzw. nur wenn sichergestellt ist, dass dahinter liegende Bauteile nicht durch das eindringende Wasser bzw. durch den hohen Druck des Wasserstrahls geschädigt werden. Es sollten auch alle wasserempfindlichen und offenen Stellen der Fas-



**Abb. 5:** Detail: Ungleichmässige Verwitterung an der Eichenfassade und Wasserränder (links) und die gereinigte, homogene Fassade (rechts).

sade (Fenstern, Rahmen, Beschläge) vor dem Wasserstrahl mit einer geeigneten Folie geschützt werden. Es empfiehlt sich ein sehr behutsames Vorgehen. Auch empfiehlt es sich, Versuche an einer Probefläche durchzuführen.

Die Reinigung der in Abbildung 4 dargestellten Fassade wurde innerhalb weniger Stunden durchgeführt. Voraussetzung ist eine gute Zugänglichkeit des Gebäudes von allen Seiten. So entfällt für die Unterhaltsarbeiten ein aufwendiges und teures Gerüst. Gut zu erkennen auf dem Bild ist die vollständige Reinigung auch von sehr stark durch Pilzsporen und Schmutzpartikeln verschmutzten Bereichen.

Die Behandlung mit dem Hochdruckreiniger sollte nur an frostsicheren Tagen erfolgen, damit die Fassade nach der Reinigung ausreichend trocknen kann. Wichtig ist auch, dass bei der Reinigung die kantonalen Vorschriften zum Gewässerschutz beachtet werden.

Ein Druck von 100 bar und eine Wassertemperatur von 60° bis 80°C haben sich für Laubholzfasaden (Eiche, Robinie) als gut geeignet erwiesen. Bei Lärche und Fichte verhindert ein niedrigerer Druck (50 bar) eine Schädigung an der Oberfläche (vgl. Tabelle). Rotierende Düsen sollten nicht verwendet werden, da sie Schäden an der Holzoberfläche verursachen können. Mit rotierenden Bürsten und Dampf Düsen war hingegen das Reinigungsergebnis unbefriedigend.

### Fazit und Ausblick

In weiterführenden Studien wird nun untersucht, wie sich langfristig der Farbton von gereinigten unbehandelten Holzfassaden entwickeln wird. Auch sollen konkrete Aussagen zu den Reinigungsintervallen gemacht werden können. So wird es möglich sein, dass die Investoren konkrete Unterhaltskosten ihres Gebäudes ermitteln können. Schon jetzt lässt sich sagen, dass die Reinigung mittels Warmwasserhochdruckreiniger eine sehr gute Möglichkeit ist, ungleichmässig verwitterte, unbehandelte Holzfassaden zu reinigen und optisch zu erneuern. Unbehandelte Holzfassaden stellen somit eine sehr interessante Alternative zu allen anderen Fassaden dar, da diese Unterhaltsmethode sehr wirtschaftlich ist und keinen grossen Zeitaufwand erfordert.

Empfohlene Parameter für die Reinigung von unbehandelten Holzfassaden. Tabelle: zVg

Parameter des Gerätes	Laubhölzer (Robinie, Eiche, ...)	Nadelhölzer (Fichte, Lärche, ...)
Wasserdruck	100 bar	50 bar
Temperatur	80°C	80°C
Anzahl Durchgänge	2 bis 4 mit einer kurzen Pause nach den 2 ersten Durchgängen	
Abstand Düse-Fassade	ca. 20 cm	
Winkel des Wasserstrahls	ca. 25°	