

Zeitschrift:	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber:	Schweizerischer Forstverein
Band:	123 (1972)
Heft:	4
Artikel:	Wetterbeständigkeit von Anstrichen für Holzfassaden
Autor:	Leukens, U. / Sell, J.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-765043

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 07.02.2026

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

Wetterbeständigkeit von Anstrichen für Holzfassaden

Von *U. Leukens* und *J. Sell*, EMPA, Dübendorf *

Oxf.: 842

Die Untersuchung direkt bewitterter, nicht durch bauliche Massnahmen geschützter Holzoberflächenbehandlungen im Hinblick auf die ästhetische Erhaltung und technische Dauerhaftigkeit von Holzfassaden hat sich die EMPA seit langem zur Aufgabe gemacht. Besonders umfangreiche Bewitterungsversuche an Holz und Aussenanstrichen für Holz wurden seit 1962 durchgeführt, um Kenntnis der Verwitterungsvorgänge zu gewinnen sowie Leistung und Verbesserungsmöglichkeiten verschiedener Anstrichtypen aufzuzeigen.

Witterungsverhalten von ungeschützten Holzoberflächen

Zur Untersuchung des Holzarteneinflusses auf Verwitterungerscheinungen wurden 19 einheimische und aussereuropäische Hölzer frei bewittert. Dabei wurden besonders der Einfluss einiger Strukturmerkmale und der Holzeigenschaften (biologische Resistenz, Raumgewicht) auf die Verwitterungsvorgänge beim ungeschützten Holz beurteilt. Trotz der Verschiedenartigkeit der Hölzer zeigten die Ergebnisse im Verlaufe eines Jahres nach anfänglicher Vergilbung eine verhältnismässig einheitliche Vergrauung der Holzoberflächen (Bild 1).

Unter Einwirkung der ultravioletten Sonnenstrahlung wird zunächst das Lignin (polyphenolische Kittsubstanz des Holzes) in Gegenwart von Sauerstoff im Bereich der oberflächennahen Holzzellen photooxidativ abgebaut. Infolgedessen vergilbt bzw. bräunt das Holz, was naturgemäß bei hellfarbigen Hölzern besonders ins Auge fällt. Die dunkelfarbigen Abbauprodukte des Lignins (wie auch die der anderen farbgebenden Holzbestandteile) sind auslaugbar. Dies führt im weiteren Verlauf der Bewitterung unter der Einwirkung von Regenwasser und anderer Feuchtigkeit zu einer Ausbleichung des Holzes, weil die weissliche, langsamer verwitternde Cellulose (faserige Gerüstsubstanz) an der Oberfläche zurückbleibt.

Der Ausbleichung des Holzes überlagert sich im Verlaufe der Bewitterung meist eine Vergrauung, die überwiegend oder ausschliesslich von einer oft dichten, gewissermassen pigmentierenden Besiedlung durch dunkelfarbige Schimmelpilze hervorgerufen wird (Bild 2). Voraussetzung für das Pilzwachstum ist eine ausreichende Befeuchtung der Holzoberfläche, zum Beispiel durch Tau, Regen, Schneeschmelzwasser. Intensiv besonntes,

* Gekürzte Fassung eines Vortrages von Dr. U. Leukens, gehalten im Rahmen des holzwirtschaftlichen Kolloquiums der ETH am 31. Januar 1972.

jedoch wenig beregenes Holz wird im Verlaufe der Bewitterung meist nicht grau, sondern braun bis braunschwarz, da die dunkelfarbigen Lignin-Abbauprodukte nicht — wie oben beschrieben — ausgewaschen werden.

Neben solchen Verfärbungen entstehen verwitterungsbedingte Veränderungen der Holzstruktur unter der mechanischen Einwirkung von Schlagregen, ablaufendem Wasser, Hagel und Luftbewegungen, wobei die photochemisch bereits angegriffene, folglich festigkeitsmässig geschwächte Zellwandsubstanz erodiert wird. Die Intensität der Erosion wird durch die chemischen, physikalischen und mechanischen Eigenschaften der Zellgewebearten beeinflusst: zum Beispiel verwittert das Nadelfrühholz rascher als das Spätholz.

Aus den Erscheinungsformen und den Ursachen der Holzverwitterung können die hauptsächlichen Funktionen des Oberflächenschutzes von im Außenbau verwendetem Holz abgeleitet werden, dessen Aussehen ästhetisch befriedigend erhalten werden soll:

- Schutz vor photochemischem Angriff
- Beschränkung der Feuchtigkeitseinwirkungen
- Verhinderung des verfärbenden Schimmelpilzwachstums

Oberflächenbehandlungen als Wetterschutz für Holz

Deckend *pigmentierte*, verhältnismässig dicht abschliessende *Farbanstriche* (heute weitaus überwiegend pigmentierte Kunstharzlackierungen, und zwar zumeist auf Alkydharz-Basis) üben den wirkungsvollsten Wetterschutz aus und sind — unter Voraussetzung der geeigneten Qualität — am dauerhaftesten. Unter nicht zu extremen Bedingungen kann mit einer bis zehnjährigen Haltbarkeit solcher Anstriche gerechnet werden. Die Ursache der guten Haltbarkeit liegt

- in der Schutzwirkung der Pigmente gegen photochemischen Angriff des Sonnenlichts, die eine Verwitterung des Anstrichbindemittels selbst wie des Holzuntergrunds erheblich verzögert und
- in der Feuchtigkeitsschutzwirkung, wodurch die Intensität der Holzfeuchtigkeitsänderungen, folglich die Schwind- und Quellbewegungen des Anstrichträgers und die mechanische Beanspruchung des Anstriches vermindert werden.

Demgegenüber müssen *transparente*, filmbildende *Anstriche* (Klarlackierungen) überwiegend als ungeeignet für die Oberflächenbehandlung («Naturholzbehandlung») von direkt bewittertem Holz beurteilt werden. Die Gründe hierfür liegen bei der im Hinblick auf den Renovationsaufwand zu geringen Wetterbeständigkeit der Klarlacke. Werden solche Anstriche nämlich nicht rechtzeitig (das heisst bevor deutliche oder gar störende Mängel auftreten) renoviert, lässt sich ohne vorheriges Abschleifen der Holzoberfläche das ursprüngliche Aussehen nicht wiederherstellen (Bild 3).

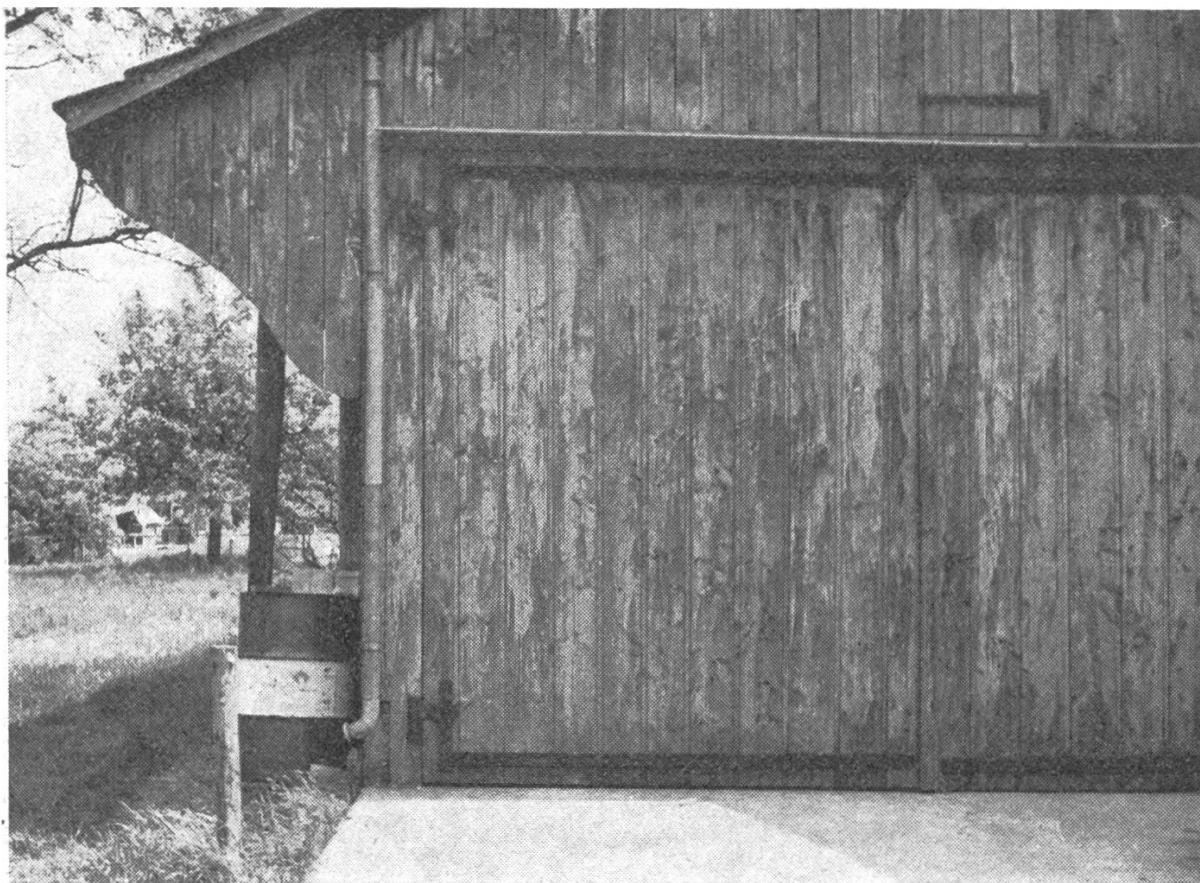


Abbildung 3

Schadensbild von einer mit einem Klarlack behandelten Nadelholzfassade. Das unter den intakten Lackzonen noch hellgelbe Holz ist an den Stellen, wo der Lack schadhaft wurde, unregelmässig grau bis schwarz verfärbt.

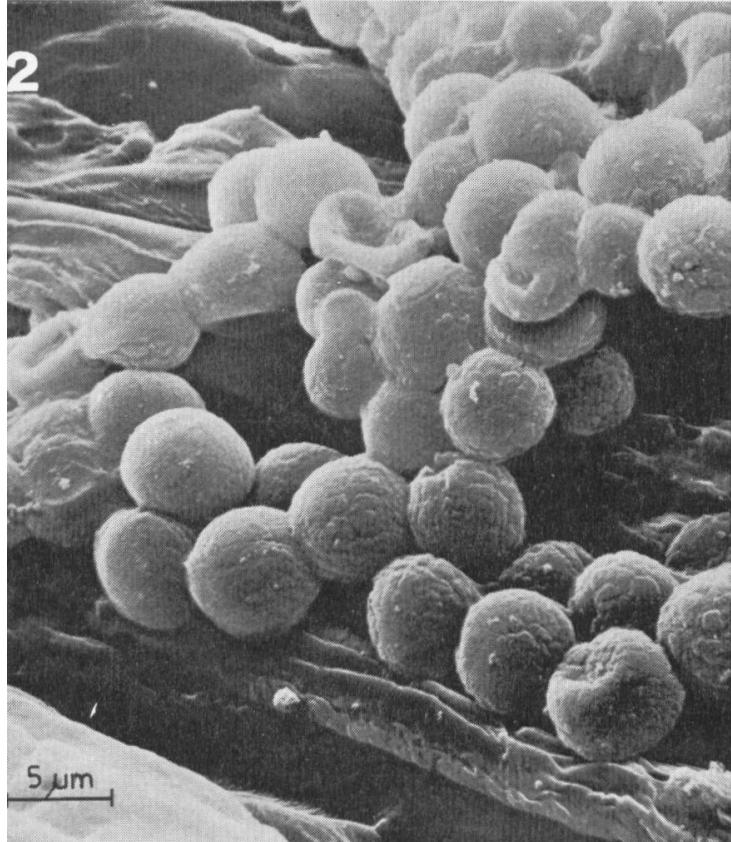
Die Erfahrungen mit den Klarlackierungen haben die Entwicklung von solchen *Imprägnieranstrichen* begünstigt, deren befriedigende Wetterbeständigkeit in verhältnismässig günstiger Relation zum Aufwand für Unterhaltsarbeiten steht und die ferner die Holzstruktur noch erkennen lassen. Die Imprägnieranstriche stellen allerdings hinsichtlich ihrer materialmässigen Zusammensetzung, ihrer Funktionen, ihres Verhaltens und nicht zuletzt ihres Aussehens eine sehr heterogene Präparatgruppe dar (Bild 4).

Bei den EMPA-Freilandversuchen haben sich bis Ende 1971 von den handelsüblichen Imprägnieranstrichen nur solche mit verhältnismässig kräftiger Pigmentierung, mit relativ grosser Feuchtigkeitsschutzwirkung und mit pilzwidriger Wirkung gegen Schimmelpilze soweit bewährt, dass ihnen

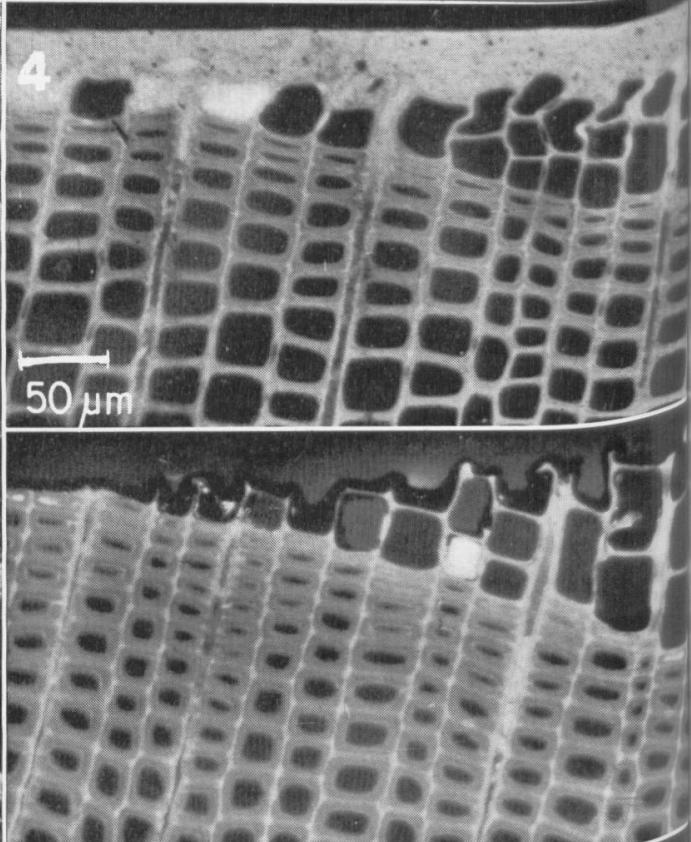
Abbildung 1

Ein Jahr lang unter 45° Neigung in Südrichtung bewitterte Brettchen einheimischer und aussereuropäischer Hölzer. Alle natürlich bewitterten Hölzer sind verhältnismässig einheitlich vergraut; zu erkennen ist jedoch, dass die künstlich bewitterten beiden Brettchen — insbesondere die Weisstanne — keine solche Vergrauung aufweisen.

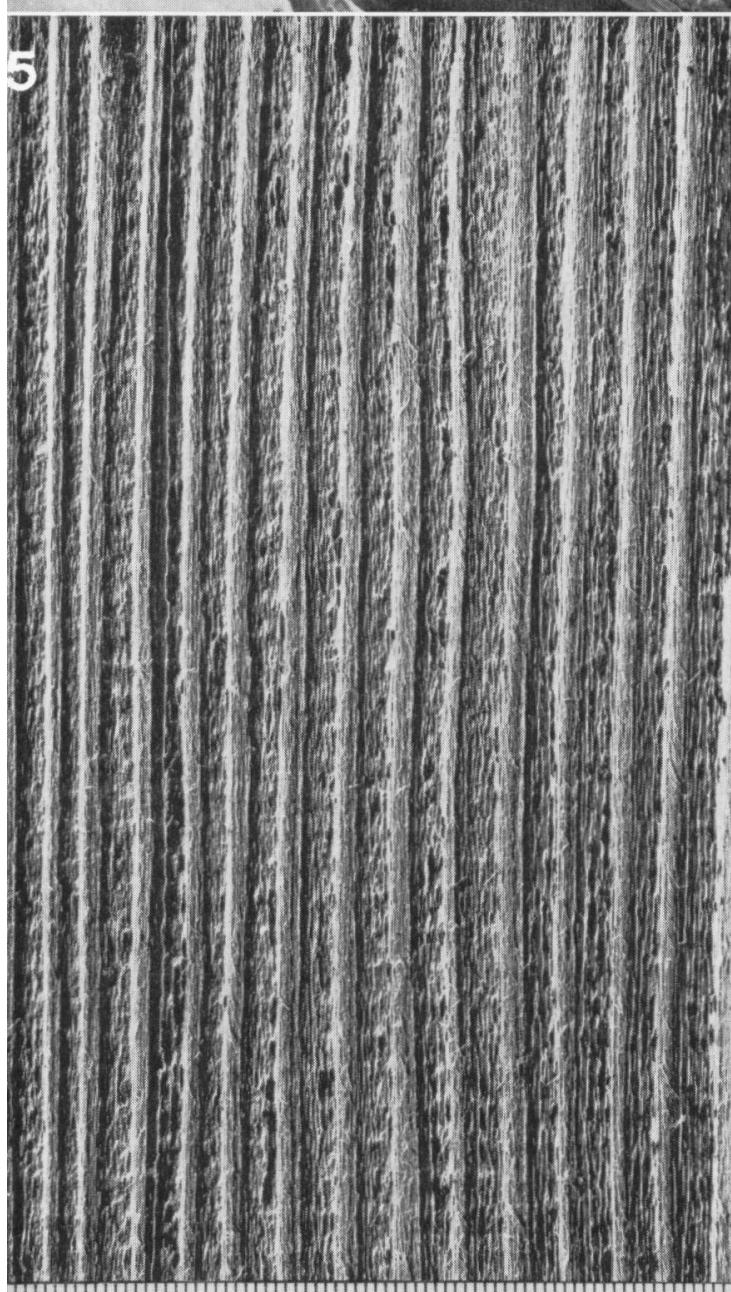
2



4



5



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

eine Haltbarkeit an senkrechten, stark dem Wetter ausgesetzten Nadelholzfassaden von über 5 Jahren zugesprochen werden kann (Bild 5).

Ein von der EMPA selbst herstellter Imprägnieranstrich nach einer vom Holzforschungsinstitut in Madison (USA) veröffentlichten Rezeptur (sogenannte Madison-Formel) kann als haltbarste Naturholzbehandlung beurteilt werden. Eine besonders gute Haltbarkeit ergab sich bei diesem wachs-haltigen und relativ stark pigmentierten Produkt mit einem Fungizid-Zusatz, der statt des bei der Original-Rezeptur verwendeten Pentachlorphenols aus einem organischen Kupfersalz bestand.

Zusätzliche Versuche mit einem handelsüblichen anorganischen, wässrigen Imprägniermittel auf Chrom-Kupfer-Bor-Basis (CKB) führten insbesondere bei Fichten- und Tannenholz zu recht positiven Ergebnissen; ähnliche Beobachtungen wurden schon bei Holzschutzuntersuchungen von Leitungsmasten und Lawinenverbauungen mit diesem Imprägniermittel gemacht, das naturgemäß nur eine geringe Feuchtigkeitsschutzwirkung aufweist.

Imprägnieranstrich-Versuche auf Rotbuchenholz konnten als die Versuchszeit verkürzender Bewitterungstest angesehen werden. Die Anstriche auf 45° geneigt exponierten Nadelholzproben hielten im Vergleich zur Buche etwa 1,5fach bis 2fach länger der Bewitterung stand. (Zwischen Fichte und Linde bestanden keine wesentlichen Unterschiede.) Die Haltbarkeit der Anstriche auf senkrecht exponierten Nadelholzproben war im Vergleich zu den geneigten Nadelholzproben noch einmal um den gleichen Zeitfaktor grösser, so dass bei senkrechten Nadelholzfassaden gegenüber geneigten bewitterten Buchenbrettern mit einer 2- bis 3fach längeren Haltbarkeit gerechnet werden kann.

Weitere Einflüsse scheinen nach Abschluss der Untersuchungen eher untergeordnet für die Haltbarkeit der Anstriche zu sein: zum Beispiel waren

Abbildung 2

Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von Vergrauungspilzen (Mycel von *Pullularia pullulans*) auf Rotbuchenholz.

Abbildung 4

Dünnquerschnitte von zwei verschiedenartigen Imprägnieranstrichen (jeweils dunkel pigmentiert) auf Weisstannenholz (Frühholz/Spätholzgrenze).

Die Fluoreszenz-Aufnahmen zeigen jeweils deutlich die Menge und das Eindringen des Bindemittels in die oberflächennahen Holzzellen.

Abbildung 5

Drei Jahre lang schräg bewitterte Imprägnieranstriche auf Weisstannenbrettchen. Während am deckend pigmentierten Imprägnieranstrich in der rechten Bildhälfte kaum Oberflächenveränderungen zu erkennen sind, zeigt das mit einem wenig licht- und feuchtigkeitsschützenden Imprägnieranstrich versehene Brettchen in der linken Bildhälfte eine tiefe Erosion des weniger dichten Frühholzes und eine fast vollständige Abwitterung der Pigmente.

viele Anstriche auf Spätholz schlecht verankert, sie witterten deshalb rascher ab als auf Frühholz. Äste belebten im grossen und ganzen den Gesamtein- druck insbesondere bei den deckend pigmentierten Anstrichen vorteilhaft; sie beeinflussten die Anstrichhaltbarkeit nicht sehr stark. — Ausser bei zu- fälligen Hagelschlägen hatten auch die Bewitterungs-Standorte im Bereich des Voralpen-Klimas einen im ganzen gesehen geringfügigen Einfluss.

Bei der *Renovation* der untersuchten Anstriche liessen sich Imprägnier- anstriche auch im Falle ausgeprägter Verwitterung rascher und einfacher er- neuern als filmbildende Lackierungen, wobei ausserdem der ursprüngliche Farbton bei den stärker pigmentierten Varianten der Imprägnieranstriche leichter wiederhergestellt werden konnte.

Tabelle 1
Haltbarkeit von Holzoberflächenbehandlungen auf senkrecht exponierten
Aussenverkleidungen

<i>Anstrichart</i>	<i>Haltbarkeit bei voller Bewitterung¹</i>	<i>Renovierung</i>
<i>Imprägnieranstriche</i>		
nicht oder nur schwach pigmentiert, ölig	etwa 2 Jahre	wenig aufwendig
anorganische, wässrige Salzlösungen auf Chrombasis ²	bis etwa 5 Jahre	wenig aufwendig
kräftig pigmentiert, mit Bindemittel und Feuchtigkeitsschutz (zum Beispiel «Madison-Formula») ³	mindestens 5 Jahre	wenig bis mässig aufwendig
<i>Filmbildende Anstriche</i>		
Klarlack	bis etwa 4 Jahre	sehr aufwendig
Ölfarbanstrich	etwa 5 Jahre	aufwendig
Kunstharzfarbanstrich	bis etwa 10 Jahre	aufwendig
Dispersionsfarbanstrich	etwa 5 Jahre	aufwendig

¹ Diese Klassierungen können nur der überschlägigen Orientierung dienen. Sie gelten für die einheimischen Nadelhölzer Fichte/Tanne und für ein durchschnittliches Voralpenklima, das allerdings als stark beanspruchend anzusehen ist. Auf verwitterungsempfindlichen Hölzern, wie zum Beispiel Buche, ist die Anstrichhaltbarkeit wesentlich geringer. Anderseits können mit allen Anstrichtypen auch wesentlich grössere Haltbarkeiten dort erzielt werden, wo die Wetterbeanspruchung reduziert ist.

² Solche Schutzsalzlösungen haben eine ausgeprägte Eigenfärbung und besitzen keine Feuchtigkeitsschutzwirkung.

³ Neuerdings sind derartige Produkte auch im Handel erhältlich. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass auf paraffinbehandelten Oberflächen einige Kitt- und Dichtungsmaterialien schlecht haften. Auch lassen sich so behandelte Oberflächen später kaum mit andersartigen Anstrichen versehen.

Tabelle 2
Holzoberflächenbehandlungen für bewitterte Bauteile

<i>Bauteile</i>	<i>Anstrichtypen</i>
<i>Fassadenverkleidung</i>	
Hinterlüftet ¹ mit weitem Vordach und/oder Fassadenvorsprüngen	Alle imprägnierenden und filmbildenden, transparenten bis deckend pigmentierten Holzaussenanstriche, zweckmässigerweise möglichst wasserdampfdicht (aber auch durchlässig möglich)
Hinterlüftet, ohne wirk-sames Vordach o. ä.	Zweckmässigerweise dicht abschliessende (aber auch durchlässige) Imprägnier- und filmbildende Anstriche mit kräftiger bis deckender Pigmentierung
Nicht hinterlüftet, mit weitem Vordach und/oder Fassadenvorsprüngen	Gut bis mässig dampfdurchlässige, transparente bis deckend pigmentierte Imprägnier-, eventuell Dispersionsfarbanstriche
Nicht hinterlüftet, ohne wirksames Vordach o. ä.	Gut bis mässig dampfdurchlässige, kräftig bis deckend pigmentierte Imprägnier-, eventuell auch Dispersionsfarbanstriche
<i>Fenster, Aussentüren</i>	Möglichst feuchtigkeitsschützender und mechanisch widerstandsfähiger, nicht klebrig bleibender Anstrich, am besten Kunstharzfarbanstrich; doch muss in diesem Fall ein Eindringen von tropfbarer Feuchtigkeit vermieden und/oder das Holz chemisch gegen holzerstörende Pilze geschützt werden, sofern nicht pilzresistenter Holzarten zur Anwendung gelangen
<i>Fensterläden, Balkon-geländer, Pergolen usw.</i>	Entweder wie bei Fenstern oder mit mässig dicht abschliessendem, kräftig pigmentiertem Imprägnieranstrich. Auch anorganische, wässrige Chromsalzmischungen als Wetterschutzbehandlung

¹ Bauphysikalisch ist der Hinterlüftung der Aussenverkleidung eine wirksame Dampf-bremse im Bereich der warmen Wandinnenseite etwa gleichzusetzen.

Praktische Schlussfolgerungen

Beurteilt man die Haltbarkeit der verschiedenen Typen der Holzaussenanstriche — unter der Voraussetzung einer fachgerechten Anwendung — eher summarisch und setzt sie in Beziehung zu ihrer Renovierbarkeit, lässt sich ihre Eignung für die Holzoberflächenbehandlung im *ungeschützten* Aussenbau (senkrechte Exposition, Wetterseite) etwa wie in Tabelle 1 zusammengestellt abschätzen.

Auf Grund der eigenen Feststellung können unter Berücksichtigung der Beanspruchungen, der Renovierbarkeit und der technischen und ästhetischen Anforderungen für einzelne Anwendungsgebiete die in Tabelle 2 genannten, mehr allgemeinen Anstrich-Empfehlungen gegeben werden, wobei

jeweils auf stärker bewitterte Bauteile abgehalten wurde. An nicht direkt oder nur mässig bewitterten Bauteilen kann allerdings mit merklich längerer Haltbarkeit gerechnet werden.

Die grossenteils abgeschlossenen EMPA-Untersuchungen* haben Klarheit darüber verschafft — oft in internationaler Zusammenarbeit — welche äusseren Einflüsse einerseits und welche Eigenschaften der Behandlungsmittel anderseits für deren Verhalten und Bewährung massgebend sind. Die angemessen dauerhafte Erfüllung der Anstrichfunktionen liegt im Interesse aller Beteiligten, das heisst insbesondere der Bauherren, der Holzwirtschaft und auch des Malergewerbes. Sie ist eine wesentliche Voraussetzung einer gesicherten Holzverwendung bei äusseren Bauelementen.

* Ausführliche Darstellung und umfassende Literaturangaben sind in den EMPA-Berichten 182 und 198 zusammengefasst worden:

EMPA-Bericht Nr. 182: H. Kühne, M. Hochweber und J. Sell: Freiland-Bewitterungsversuche an Aussenanstrichen für Holz — Versuchszeitraum 1962—1967. Dübendorf 1968, 78 S.

EMPA-Bericht Nr. 198: H. Kühne, U. Leukens, J. Sell und O. Wälchli: Freiland-Bewitterungsversuche an Holz und Aussenanstrichen für Holz — 2. Versuchperiode 1968—1971 und zusammenfassende Schlussfolgerungen. Dübendorf 1972, im Druck.

Résumé

La résistance aux intempéries d'enduits de protection de façades en bois

Des essais du LFEM avaient pour but l'étude du comportement de 19 essences européennes et tropicales non-traitées et exposées aux intempéries. Pour toutes les essences, les résultats ont montré que les surfaces exposées devenaient grises sous l'action de moisissures dans le délai d'un an, après des processus de jaunissement et de blanchissement successifs. Ces phénomènes se produisaient également chez des essences prétendument résistantes aux intempéries.

Les essais dans le terrain avec des enduits et des traitements du bois exécutés de 1962 à 1967 avaient démontré qu'une durabilité raisonnable pouvait être obtenue en utilisant des produits bien pigmentés et formant pellicule avec un nombre réduit de traitements. Les vernis transparents n'avaient pratiquement pas résisté à l'épreuve.

De 1968 à 1971, une autre série d'essais a été effectuée avec de nouveaux produits d'imprégnation (dont deux basés sur la formule de Madison) sur du bois d'épicéa (*Picea abies* Karst.), de sapin (*Abies alba* Mill.) et de hêtre (*Fagus silvatica* L.). Il a été possible de réduire considérablement la durée des essais en utilisant du bois de hêtre au lieu de sapin et d'épicéa pour les recherches.

Un composé basé sur «Madison» avec une pigmentation relativement forte s'est révélé être le meilleur des produits présentant une certaine transparence. Contenant de la paraffine et un fongicide organique de cuivre, ce produit assurait une durabilité d'au moins 5 ans sur épicéa et sapin exposés aux intempéries en position verticale. Les autres produits n'étaient pas satisfaisants. Des essais avec un produit de protection à base de cuivre, de chrome et de bore (CKB) ont donné des résultats particulièrement satisfaisants.

Trad.: J. P. Sorg