Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 84 (1966)
Heft: 5

Artikel: Holzschutz als Aufgabe des projektierenden Baufachmannes
Autor: Kühne, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-68828

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: 13.07.2025

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

Zur Vermeidung von Fleckenbildungen gibt es zurzeit noch keine andere Lösung als der Verzicht auf die Verwendung von Gesteinsmaterialien, die wesentliche Mengen an Eisensulfidmineralien enthalten. Hierzu ist eine vorgängige, sorgfältige petrographische Untersuchung und die anschliessende Beurteilung der Farbbeständigkeit der Gesteine durch den Fachmann notwendig. Sind sulfidhaltige Gesteine bereits eingebaut worden, so kann die Verfärbung nur selten mit wirtschaftlich vertretbaren Mitteln aufgehalten werden. Die Bedeckung der Plattenoberflächen mit hartem Siegellack oder mit Kunstharz ist teuer und beeinträchtigt im allgemeinen das natürliche Aussehen der Gesteinsmaterialien. Ausserdem führt die Abschliessung der Oberflächenporen und die dadurch bedingte Verhinderung der Wasserverdunstung erfahrungsgemäss zu einer unter Umständen verhängnisvollen Steigerung der Frostempfindlichkeit der Gesteine.

Die aus der vorerwähnten oxidationshemmenden Wirkung der Alkali- und Calciumhydroxide sich ergebende Folgerung, dass eine Imprägnierung mit solchen Lösungen Gesteine gegen die Eisensulfidzersetzung schützen könnte, erweist sich bei näherer Betrachtung als sinnlos. Alkalihydroxide können Ausblühungen verursachen, während das Calciumhydroxid durch Karbonatisierung an der Luft unwirksam wird.

Dekorationssteine, welche im Inneren von Gebäuden oder sonst an feuchtigkeitsgeschützten Stellen Verwendung finden und stets trocken bleiben, verwittern nicht und können deshalb auch bei merklichem Pyritgehalt zugelassen werden.

7. Schlussbetrachtungen

Eisensulfidmineralien, allen voran der Pyrit, sind derart weit verbreitete akzessorische Bestandteile natürlicher Gesteine, dass sie dem Baufachmann sehr oft unliebsame Überraschungen bereiten können. Die gelben bis rostbraunen Verfärbungen, die aus deren Zersetzung und der anschliessenden Oxidation des Eisens entstehen, sind umso auffallender, je heller das Gestein ist. Daraus schliessen zu wollen, dass alle sulfidhaltigen Gesteine für Bauzwecke ungeeignet wären, müsste jedoch vom wirtschaftlichen Standpunkt aus als unvernünftig gelten. Leichte bis deutliche bräunliche Verfärbungen werden, vor allem wenn sie gleichmässig verteilt sind, meistens nicht als störend empfunden. Sie gehören zur natürlichen Alterung der Steine und dürfen ohne weiteres als *Gesteinspatina* bewertet werden. Beanstandungen solcher natürlicher Patinabildung müssen insbesondere in Grosstadt- und Industriegebieten als überspitzt taxiert werden, weil dort die beträchtlichen Staub-, Rauch- und Gasimmissionen das Aussehen der Bauobjekte weit intensiver schädigen.

Der Gesteinslieferant wäre gut beraten, in jenen Fällen, da er weiss, dass ein Gestein kleine Mengen von Pyrit enthält, den Verbraucher auf die natürliche Eigenschaft des Gesteins, bräunlich zu werden, aufmerksam zu machen. Viele Missverständnisse würden damit vermieden. Andererseits müssen grössere Pyritanreicherungen, vor allem in hellen Natursteinen und die von ihnen verursachten intensiven, unregelmässig verteilten Fleckenbildungen, nicht hingenommen werden. Da die Behebung solcher Verfärbungen sehr schwierig und kostspielig, in vielen Fällen überhaupt nicht möglich ist, sollte stets eine vorsorgliche Untersuchung der Gesteine vor dem Einbau vorgenommen werden, um dem Lieferant und dem Unternehmer viel Ärger und Kosten zu ersparen.

Adresse des Verfassers: Dr. *Jacques Weber*, Petrograph, EMPA, Überlandstrasse 129, 8600 Dübendorf.

Literaturnachweis

[1] *de Quervain, F.* und *Gschwind M.:* Die nutzbaren Gesteine der Schweiz. Kümmerly & Frey, Bern 1949.
[2] *de Quervain, F.:* Verhalten der Bausteine gegen Witterungseinflüsse in der Schweiz, Teil I. Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie, 23. Lieferung, Bern 1945.
[3] *Niggli, P.:* Gesteine und Minerallagerstätten, Band II. Birkhäuser, Basel 1952.
[4] *Karsten, R.:* Bauchemie. Technik Verlagsgesellschaft, Heidelberg 1960.

Holzschutz als Aufgabe des projektierenden Baufachmannes

DK 691.11.004.4

Von Prof. **H. Kühne**, Abteilungsvorsteher an der EMPA, Dübendorf [1])

Einleitung

Jedes Baumaterial ist unter der Vielfalt der äusseren Einflüsse und Beanspruchungen mehr oder weniger starken Veränderungen ausgesetzt. Dies gilt auch für das Holz und die Holzwerkstoffe. Diese Veränderungen können in unscheinbarer Langsamkeit und harmlos verlaufen. Sie können aber auch innert sehr kurzer Frist die technische Funktionstüchtigkeit des Materials oder seine ästhetische Wirkung in Frage stellen, wenn nicht durch besondere Massnahmen, nämlich den Holzschutz im allgemeinsten Sinne des Wortes, das Auftreten solcher vitaler Mängel verhindert wird.

Im nachfolgenden sollen ganz allgemein jene *vorbeugenden Massnahmen* erörtert werden, welche dazu geeignet sind, eine Abnahme der technischen Funktionstüchtigkeit, aber auch unliebsame Veränderungen des Aussehens im Rahmen des Möglichen und Vernünftigen hintan zu halten.

Grundsätzliches zum Holzschutz

Im Hinblick auf die organischen Werkstoffe Holz, Sperrholz, Holzfaser- und Holzspanplatten geht es in erster Linie um die weitgehende Unterbindung schädlicher Materialveränderungen, die unter folgenden Einwirkungen entstehen können: Befall durch holzverfärbende oder holzzerstörende Pilze, Befall durch holzzerstörende Insekten, Regen, hohe Luftfeuchtigkeit und Hagel, direkte Sonnenstrahlung, Wärme und Kälte, Schmutz, Staub und chemische Verunreinigungen der Luft.

Grundsätzlich sind immer drei Möglichkeiten in Erwägung zu ziehen, um solche Einflüsse praktisch unschädlich zu machen, nämlich durch:

baulich-konstruktiven Holzschutz, d. h. Fernhaltung der schädlichen Einflüsse durch sinnvolle bauliche Disposition und Konstruktion;

Holzschutz durch Materialwahl, d. h. Einsatz widerstandsfähigerer oder weniger heikler Materialvarietäten (z. B. durch Wahl der Holz- oder Verleimungsart usw.) und ferner den

«künstlichen» Holzschutz, d. h. ganz allgemein durch Behandlung mit in oder auf das zu schützende Material gebrachte, chemische Schutzstoffe, Farben oder Lacke.

Bis ins 19. Jahrhundert hinein ist man im wesentlichen mit den ersten beiden Massnahmen ausgekommen. Zahlreiche erhaltene Holzbauten, die z. T. noch bis ins späte Mittelalter zurückgehen, zeugen von der beachtlichen Wirksamkeit dieser Vorkehren.

Leider haben häufig übersetzte Versprechen des «künstlichen» Holzschutzes von den Möglichkeiten und Notwendigkeiten des baulich-konstruktiven Holzschutzes und des Holzschutzes durch Materialwahl abgelenkt. Der «künstliche» Holzschutz ist daher für das Holz im Hochbau in einem gewissen Grade zur Gefahr geworden. Ausserdem kommt es leider häufig vor, dass der künstliche Holzschutz unsachgemäss angewandt wird. Die ausserordentlichen Verdienste, welche dem künstlichen Holzschutz u. a. besonders für im Freien und im Erdreich verbautes Holz, wie auch für die Massnahmen gegen den Hausbock zukommen, mögen damit in keiner Weise geschmälert werden.

Der tiefere Sinn der weiteren Ausführungen soll daher darin liegen, besonders das Verständnis für den baulich-konstruktiven Holzschutz wieder zu wecken, neben der Klärung der Grenzen und Voraussetzungen, welche einem beschränkten Holzschutz durch Materialwahl und Anwendung chemischer Hilfsstoffe zum Erfolg verhelfen können.

Vorbeugende Massnahmen gegen das Auftreten holzverfärbender oder holzzerstörender Pilze

Die auf dem Holz und seinen Abkömmlingen vorkommenden Pilze lassen zwei Hauptgruppen erkennen:

[1]) Der Beitrag «Massnahmen des Holzschutzes» ist für das im Verlag Julius Hoffmann, Stuttgart, in Vorbereitung befindliche Gesamtwerk «Bauen mit Holz» verfasst worden. Dem Verleger danken wir für die freundliche Gewährung des Rechtes zum Vorabdruck. Nicht minder fühlen wir uns Prof. *H. Kühne* zu Dank verpflichtet dafür, dass er seinen Text noch mit instruktiven Illustrationen versehen hat. *Die Redaktion*

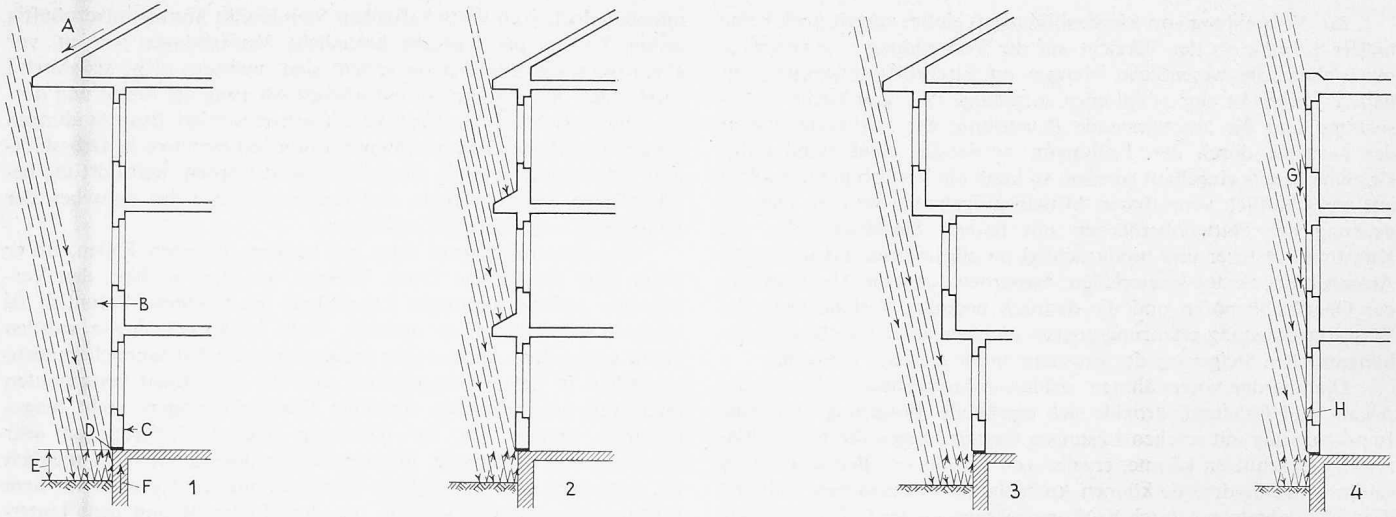


Bild 1 Verschiedene kritische Stellen der umhüllenden Konstruktion einer Baute, die in erster Linie durch bauphysikalische Massnahmen gegen die Einwirkungen von Feuchtigkeit geschützt werden müssen. Die Querschnittsfiguren 1—3 zeigen ausgeprägte Formen des handwerklich-konstruktiven Holzschutzes, wie sie auch den regional unterschiedlichen Ausführungen des traditionellen Bauens entsprechen. Figur 4 stellt eine «moderne» Lösung dar ohne Vordach, das heisst mit wetterexponierter Fassade

Kritische Stellen:
A Reibungslose Wasserabführung; **B** Feuchtigkeits-Diffusion durch die Wand im Temperaturgefälle; **C** Kondensat bei schwacher thermischer Isolation; **D** Kritische Uebergangsstelle: Isolation gegen von unten aufsteigende Feuchtigkeit, Verhinderung des Eindringens von Regenwasser; **E** 40 cm = minimale Sockelhöhe, gleichzeitig maximale Höhe für Rückprallwasser; **F** Aufsteigende Mauer- bzw. Bodenfeuchtigkeit; **G** Vertikaler Wasserabfluss; **H** Rückprall des Regens vom Gesims gegen Fenster

Pilze, welche das Holz selbst nicht technisch beschädigen. Sie leben nicht vom Holz selbst, sondern zur Hauptsache von Substanzen, die sich als Reste des Zellenlebens und der Saftzirkulation in den Hohlräumen der Holzstruktur finden. Viele von ihnen rufen Verfärbungen des Holzes hervor oder neigen dazu, filmbildende Anstriche anzugreifen, zu perforieren oder abzustossen. Als Beispiel die Bläuepilze, besonders häufig auf Kiefernsplint.

Pilze, welche das Holz selbst angreifen. Im Anfangsstadium rufen auch diese Pilze meist Verfärbungen hervor. Sukzessive kann dann aber ein namhafter Holzabbau eintreten, der in der Regel als «Zersetzung», «Vermorschung» oder «Fäulnis» bezeichnet wird. Einige wichtige Pilze aus dieser Gruppe sind z. B. in Mitteleuropa der echte Hausschwamm (Merulius lacrymans), der Kellerschwamm (Coniophora cerebella), der Porenhausschwamm (Poria-Arten), die Blättlinge (Lenzites-Arten) usw.

Alle diese Pilze wachsen auf dem Holz nur bei verhältnismässig hoher Feuchtigkeit (Wassergehalt im Holz höher als etwa 18–20 %), wobei ganz kurzfristige, oberflächliche Befeuchtungen in der Regel ohne ernsthafte Folgen bleiben. Gegen Pilze ist also ein wirksamer Schutz schon dadurch möglich, dass man verhindert, dass das Holz feucht wird. Dagegen muss man sich bewusst sein, dass bei längerem Auftreten von Feuchtigkeit oberhalb der genannten Grenze ein Pilzwachstum in der Regel zu erwarten ist, da Pilzsporen praktisch überall vorkommen und durch Ausscheidung bereits von Pilzen aktiv angegangenen Holzes keine Sicherung vor Pilzsporen möglich ist.

Bei gedeckten Bauten ist diese Forderung des Trockenhaltens mit Mitteln der baulichen Disposition und Konstruktion meist leicht zu erfüllen, wenn man ihr schon von Beginn der Projektierung an konsequent Rechnung trägt. Primäre Voraussetzung ist natürlich, dass lufttrockenes Holz zur Verwendung gelangt, oder, wenn dies nicht der Fall sein sollte, dass ein unverzügliches Trocknen am Einbauort gewährleistet ist (das im letzteren Fall zu erwartende starke Schwinden muss selbstverständlich bei der Wahl der Konstruktionsart gebührend berücksichtigt werden). Im weiteren wird man besorgt sein müssen, dass nicht Feuchtigkeit in schädlichen Mengen aus anderen Bauteilen (z. B. Beton) ins Holz übertritt.

Zu den wichtigsten Massnahmen des vorbeugenden Schutzes vor Pilzbefall bei gedeckten Bauten gehört daher die konsequente Verhinderung des Eindringens und Stagnierens von Wasser, z. B. durch:

— Dachausbildung, die ein rasches Ableiten des Regenwassers aus dem Bereich des Holzes garantiert;
— weit ausladendes Vordach, welches das Regenwasser von der Aussenwand fernhält oder, wenn die Aussenwand beregnet wird, Gewährleistung eines raschen Ablaufens oder Wegtrocknens des Wassers durch sinnvolle Ausbildung der Wand-Aussenhaut, einschliesslich der Tür- und Fensteranschlüsse;
— Ablenkung des Rückprallwassers beim Erdboden, bei Fenstersimsen und Dachkehlen bzw. Distanzieren des Holzes aus dem Spritzbereich;
— Abisolieren des Holzes gegenüber feuchten Bauteilen (z. B. feuchtem Grundmauerwerk);
— Distanzierung des Holzes vom Erdboden;
— Verhütung übermässiger Kondenswasserbildung bei Aussenwänden und Dächern durch ausreichende thermische Isolation, unter Berücksichtigung der Feuchtigkeitsdurchlässigkeit der Materialien;
— Vermeidung von Stauungen des Feuchte-Diffusionsvorganges in Aussenwänden und Dächern, sowie in Bauteilen zwischen Räumen mit unterschiedlichem Klima (Temperatur, rel. Luftfeuchtigkeit);
— Unterlassung des Einschliessens von feuchten Baustoffen in Holz oder von feuchtem Holz in Materialien, welche den Feuchtigkeitsdurchgang hemmen;
— Treffen von Dispositionen gegen das Eindringen von abtropfendem Kondenswasser bei Kaltwasserleitungen, von Wasser aus undichten Leitungen (Wasser, Dampf, Heizung) und von Reinigungswasser in Holzkonstruktionsteile usw.

Ferner sind Dünger und Fäkalien vom Holze fernzuhalten, da sie die Pilztätigkeit erheblich anregen und beschleunigen können.

Bei im Freien, in unmittelbarer Berührung mit dem Erdboden oder sonst unter längerer Feuchtigkeitsbeanspruchung stehendem Holz (ausgenommen Holz ständig unter Wasser) ist entweder die Verwendung gegen Pilze widerstandsfähigerer Holzarten oder dann eine wirksame Imprägnierung des Holzes gegen Pilze anzustreben. Wo das Holz in ausreichender Entfernung vom Boden verbaut wird (Distanz > 40 cm), lässt sich die Dauerhaftigkeit gegen Pilze auch durch Wahl nicht zu grosser Querschnittsabmessungen, sowie durch vertikale oder wenigstens geneigte Stellung des Holzes nicht unwesentlich steigern. Bei kleineren Holzquerschnitten ist der Pilz viel stärkeren thermischen Wechseln ausgesetzt, und die Gefahr einer längeren Feuchtigkeitsstagnation ist geringer. Dies setzt der zerstörerischen Tätigkeit der Pilze – je nach Spezies und Holzart – zeitlich engere Grenzen als bei grösseren Querschnitten. Fichtenhölzer z.B. mit Querschnitten unter etwa 8 cm ⌀ zeigen im Freien ein eher günstiges Verhalten (siehe auch unter «Holz im Freien», Seite 106).

Bei Behandlung mit chemischen Holzschutzmitteln muss man sich indessen bewusst bleiben, dass solche Massnahmen gegen Pilze nur von beschränktem Erfolg begleitet sein können, wenn nicht ein genügendes Eindringen des Schutzstoffes in ausreichender Konzen-

tration gewährleistet ist. Leider bereitet in dieser Hinsicht das in Mitteleuropa doch sehr wichtige Fichtenholz selbst bei Kesseldruckimprägnierung Schwierigkeiten, die zur Zeit noch nicht als zuverlässig behoben gelten dürfen. Ausserdem ist die Anwendung von grossen Schutzmittelmengen nicht überall erwünscht, z. B. im Wohnhausbau.

Man wird also bei gedeckten Bauten bis auf weiteres und wahrscheinlich auch auf lange Sicht dem Holzschutz gegen Pilze durch baulich-konstruktive Massnahmen bei gelegentlicher Anwendung resistenterer Holzarten gegenüber dem künstlichen Holzschutz mit fungiziden Holzschutzmitteln den Vorrang geben. Nur bei ungeschützt im Freien verbautem Holz oder im Erdreich kommen dem künstlichen Holzschutz gegen Pilze zwingendere Aufgaben zu.

Vorbeugende Massnahmen gegen das Auftreten holzzerstörender Insekten

Unter den in Mitteleuropa lebenden holzzerstörenden Insekten spielen im Holzhausbau (d. h. am lufttrockenen Holz) hauptsächlich der Hausbock (Hylotrupes bajulus), der «kleine Wurm» (Anobien-Arten) und der Parkettkäfer (Lyctus-Arten) eine Rolle. Die Nassholz-Insekten, deren Spuren sich gelegentlich am verbauten Material finden, z. B. Borkenkäfer, Holzwespen, werden an dieser Stelle nicht behandelt, da sie lufttrockenes Holz nicht befallen. Der Schadensgefahr infolge späteren Ausfliegens solcher Insekten sollte durch sorgfältige Holzauslese, Wärmebehandlung des Holzes und andere geeignete Massnahmen gesteuert werden dort, wo solche Nachteile zu befürchten sind.

Im Gegensatz zu den Pilzen sind die oben genannten Trockenholz-Insekten Schädlinge, die auch oder sogar ausschliesslich am trockenen Holze leben. Durch baulich-konstruktive Massnahmen wird man ihnen daher nicht ohne weiteres zu Leibe rücken können. Vorbeugender Schutz gegen diese Insekten kann durch Verwendung resistenter Holzarten (meist verhältnismässig aufwendige Lösung) und durch Behandlung mit vorbeugenden Insektenschutzmitteln erreicht werden. Die Befallsgefahr an sich wird durch sorgfältige Entbastung und Entrindung, ferner durch die Verwendung splintfreier Hölzer erheblich verringert.

Wenn auch im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit der Schutzwirkung ein beschränktes Eindringen der Schutzmittel ins Holz nicht unerwünscht ist, so bietet hier ein konsequent durchgeführter Oberflächenschutz (im Gegensatz zum vorbeugenden Pilzschutz mit Holzschutzmitteln) eine sehr beachtliche Schutzwirkung, da die anfliegenden Insekten und die nahe der Oberfläche ausschlüpfenden Eilarven den Giften der Schutzmittel direkt ausgesetzt sind. Die Wirksamkeit einer solchen Behandlung ist aber nicht nur vom geeigneten Schutzmittel, sondern auch in hohem Masse von einer fachgerechten und sorgfältigen Ausführung der Schutzarbeiten abhängig. Besondere Probleme ergeben sich auch, wenn noch nicht lufttrockenes (d. h. bei markhaltigen Querschnitten noch nicht gerissenes Holz) zu behandeln ist.

Die Schwierigkeiten, welche einer nachträglichen sachlichen Kontrolle einer solchen Schutzarbeit entgegenstehen, sowie die sehr oft lückenhaften Kenntnisse und falschen Vorstellungen sowohl der «Fachleute» als der durch «Holzschutz-Propaganda» eingeschüchterten Baulustigen und Hausbesitzer, haben leider eine Art skrupelloser Holzschutzunternehmer auf den Plan gerufen, welche den Ruf auch des sachgemässen künstlichen Holzschutzes in Gefahr bringt. Wo man sich zu einer Behandlung gegen holzzerstörende Insekten entschliesst, wird man daher gut tun, sich an erfahrene und zuverlässige Firmen zu wenden, welche auch Gewähr für eventuell später auszuführende Garantiearbeiten bieten.

In jedem Falle ist zu empfehlen, den Bau so zu gestalten, dass die gefährdeten Holzteile für eine Kontrolle und eventuelle spätere Behandlung zugänglich bleiben, auch wenn Schutzbehandlungen gegen Hausbock vorgesehen sind. Abnehmbare Verkleidungen können dazu beitragen, auch versteckte Holzteile zu kontrollieren.

Am Rande sei hier erwähnt, dass man ausserhalb Mitteleuropas u. U. mit der Gefahr eines Termitenbefalles rechnen muss. Viele Termitenarten lassen sich durch konstruktive Massnahmen am Unterbau der Häuser (überstehende Blecheinlagen zwischen Fundamenten und Holzoberbau) weitgehend fernhalten. Es gibt auch gegen Termiten resistente Hölzer und wirksame Holzschutzmittel. Allerdings dürften hier reine Oberflächenbehandlungen nicht ausreichen.

Über die Massnahmen gegen tierische Schädlinge im Meer- und Brackwasser siehe «Erörterung besonderer Anwendungsbeispiele».

Massnahmen zur Herabsetzung der Brandgefahr

Holz ist brennbar, d. h. es zersetzt sich bei hohen Temperaturen unter Abgabe brennbarer Gase. Es ist aber auch ein guter Wärmeisolator und behindert so das rasche Eindringen der Wärme ins Materialinnere. Einige Richtlinien über mögliche Massnahmen zur Verminderung der Brandgefahr sind angezeigt. Auch hier bestehen grundsätzlich sehr verschiedenartige Möglichkeiten.

Als materialtechnische Massnahmen seien erwähnt: die Wahl weniger leicht entzündlicher Holzarten (z. B. Eichen-Kernholz), möglichst glatte Oberflächenbearbeitung und Wahl grossflächiger, nicht zu dünner Holzwerkstoffe.

In der baulichen Disposition und der konstruktiven Ausbildung können u. a. wirksam eingesetzt werden: Unterteilung grösserer Bauten und Baukomplexe durch Brandmauern, grösserer Dächer durch Brandschürzen, sowie feuerhemmende Verkleidungen. Distanzierung von Holzbauteilen von Feuerungsanlagen und Kaminen. Vermeidung von allzu kleinen Querschnitten und Dickenabmessungen, sowie von vorspringenden dünnen Einzelteilen. Bevorzugung grossflächiger Verkleidungen und Trennglieder gegenüber fugen- und kantenreichen.

Als künstliche Schutzmassnahmen stehen entflammungshemmende und brandverzögernde «Flammschutz-» oder «Feuerschutzmittel» zur Verfügung. Sie wirken meist dadurch, dass sie in der Hitze eine wärmeisolierende und den Luftzutritt hindernde Schaumschicht an der Holzoberfläche bilden. Sie vermögen den Brandvorgang zeitlich ein wenig zu verzögern. Die unter Laien verbreitete Vorstellung, dass man das Holz damit unbrennbar machen könne, ist nicht zutreffend. Flammschutzanstriche verdecken die Holzstruktur wie ein pigmentierter Anstrich. Sie sind in der Regel nicht wetter- und nässebeständig. Bei der Wahl sollte darauf geachtet werden, dass sie nicht stark hygroskopisch, korrosiv oder pilzfördernd sind. Die Frage der Dauerhaftigkeit und eventueller Erneuerung muss von Fall zu Fall geprüft werden. Es gibt auch Flammschutzmittel, welche durch Druckimprägnierung eingebracht werden können. Ihre Anwendung beschränkt sich auf imprägnierbare Hölzer.

Es darf erwähnt werden, dass nicht zu kleingliedrig erstellte Holzbauten, sich im Brandfalle durch gute Stabilität und Festigkeit auszeichnen können. Dies hängt damit zusammen, dass die Zersetzung des Holzes in grösseren Querschnitten nur langsam fortschreitet, dank der geringen Wärmeleitung des Holzes und der sich an der Holzoberfläche bildenden Holzkohle. Zudem wandert die Holzfeuchtigkeit in Konstruktionselementen bei äusserer Erhitzung ins Holzinnere, so dass ein trockenerer Randquerschnitt entsteht, der mechanisch höher beanspruchbar, die querschnittsvermindernde Zersetzung bei nicht zu lange dauernden Bränden mehr oder weniger aufhebt.

Oft wird man auch die Frage geeigneter Löschmöglichkeiten im Auge behalten müssen (Feuerwehr, Wasserzufuhr usw.). Es empfiehlt sich, vor der Projektierung von Holzbauten die einschlägigen, allgemeinen und örtlichen Bau- und Feuerpolizeivorschriften zu konsultieren, welche vielfach eingehende Bestimmungen über brandverhütende Massnahmen enthalten.

Schutz gegen die direkten Einwirkungen der Atmosphäre und ihrer Nebenbestandteile, sowie gegen die Sonneneinstrahlung

Die direkt dem Wetter und der Sonne ausgesetzten Holzteile werden in wenigen Jahren je nach Holzart grau bis bräunlichgrau und neigen auf die Dauer unter dem Einfluss ständiger, extremer Feuchtigkeitswechsel zu Rissbildungen. Das Entstehen von Rissen hängt u. a. von vier grundsätzlich verschiedenen Phänomenen ab:

a) Von bei Trocknung und Feuchtigkeitswechseln aus dem *Feuchtigkeitsgefälle im Holz* entstehenden Schwindspannungen, welche u. U. die Querzugfestigkeit des Holzes überwinden;

b) Vom *Unterschied zwischen den Quer-Schwindmassen* in Richtung der Jahrringe und senkrecht dazu.
Wenn das Mark im Holzstück enthalten ist, dann entsteht bei den einheimischen Holzarten in der Regel eine Rissbildung, wenn der Wassergehalt unter etwa 20 — 25 % fällt;

c) Von *inneren Spannungen am stehenden Baum*, deren Ursachen nicht restlos geklärt sind;

d) Von *inneren Spannungen infolge Längsschwindens von Reaktionsholz* gegenüber normalem Holz beim Trocknen.

Die *Auswirkung* dieser Phänomene auf das Entstehen von Rissen ist u. a. abhängig: Vom Wassergehalt und Wassergehaltsgefälle; von der Querschwindanisotropie (bei unseren Hölzern $\lambda_{tang} : \lambda_{rad.} \cong 2$, bei exotischen Holzarten gelegentlich angenähert $\cong 1$); vom Querdruck-E-Modul; von der Querzugfestigkeit; von der Temperatur usw.

Die oft geringere Rissgefahr gewisser Tropenhölzer hängt teilweise mit dem «verschränktfasrigen» Wachstum vieler solcher Hölzer zusammen, welches im grossen gesehen die Querzugfestigkeit erhöht und die Querschwindanisotropie verringert. Die Beurteilung einer

Holzart auf Rissgefahr ist reichlich schwierig, und man wird sich davor hüten müssen, zufällige Einzelbeobachtungen zu verallgemeinern.

Wo der Prozess des Grauwerdens sich einigermassen gleichmässig abspielt, d. h. zum Beispiel an vordach- und vorsprungsfreien Fassaden auf der Wetterseite, kann diese Farbänderung etwa bei ländlichen Bauten ästhetisch durchaus annehmbar sein. Die Gefahr der Rissbildungen mahnt aber besonders bei horizontalen Holzteilen zur Vorsicht. Die Schindelung ist eigentlich in diesem Falle die ideale Lösung.

Sind die Holzteile dagegen dem Wetter unregelmässig ausgesetzt, z. B. bei unzureichenden Vordächern, so ist der Bauherr nicht immer vom Ergebnis entzückt, weil sich die Fassade in verschieden stark verwetterte Zonen differenziert, die nicht in jedem Fall architektonisch überzeugen. Wo das Holz durch vorspringende Bauteile vor direktem Regen geschützt ist, gewinnt es mit der Zeit unter Einwirkung des Sonnenlichtes eine dunklere, bei gewissen Holzarten eine hellere Farbe. Dieser Prozess ist aber in vielen Gegenden durch Veränderungen überlagert, welche von Verunreinigungen der Luft herrühren. Zu beachten ist auch, dass Oberflächenbehandlungen diese Effekte verändern können.

Aus all diesen Erwägungen heraus ist es verständlich, dass ein gewisses Bedürfnis nach Fassadenanstrichen für Holz entstand. Solche Anstriche sollten meist gleichzeitig folgende Funktionen erfüllen: Das Grauwerden wie die Rissbildungen hintan zu halten; Fassadenunregelmässigkeiten auszugleichen und eventuell periodische Reinigungen der Fassade zu erleichtern.

Da, wie weiter unten noch erläutert wird, diese Aufgabe in idealer, allgemeingültiger Weise bisher nicht gelöst wurde, sollte man das Augenmerk in der baulichen Gestaltung von vorneherein darauf richten, entweder durch bauliche Vorsprünge die Fassaden vor direkter Bewitterung zu schützen, oder dann eine gleichmässige Bewitterung anzustreben. Dass die letztere Lösung, wenn man nicht schindelt und die Fensteranschlüsse besonders schützt, immer die wesentlich heiklere sein wird, ist selbstverständlich.

Fassadenanstriche auf Holzbauten sind leider in sehr vielen Fällen zum Sorgenkind des Bauherrn geworden, weil man sich selten über die Grenzen und Probleme solcher Behandlungen beizeiten Rechenschaft gibt. Es ist daher am Platze, hier einige kritische Bemerkungen zu diesem Problem folgen zu lassen, wobei die Anstriche in vier Gruppen unterteilt werden:

Transparente, mehr oder weniger farblose Lacke, wie sie für Holzfassaden oft empfohlen wurden, erleiden zumeist unter direkter Einwirkung von Sonne und Regen innert etwa zwei Jahren lokale Risse und Ablösungsschäden, durch welche Regenwasser eindringt und Flecken im Holz erzeugt werden. Wenn nicht sofort beim Auftreten erster Schäden eine Erneuerung des Anstriches erfolgt, sind die Flekken nicht mehr zu beseitigen, und eine erneute, transparente Behandlung schliesst sich dann aus. Abgesehen davon, ist die Erneuerung eines solchen Lackes relativ aufwendig. Oft wird behauptet, die Möglichkeit der Bootslackierung beweise, dass dauerhafte Lackierungen auf Holzhäusern möglich seien. Diese Argumentierung hält aber aus dem Grunde nicht stand, weil die Bootslackierung einen Unterhalt erfordert, der bei einer Baute kaum allgemein tragbar wäre.

«Gute» Lacke haben ferner den Nachteil, dass sie der Wasserdampfdiffusion erheblichen Widerstand entgegensetzen und daher bei nicht hinterlüfteten Aussenverkleidungen unter Einwirkung der Wasserdampfkondensation oft von innen her beschädigt werden. Wenn sie nicht beschädigt werden, leidet in der Regel das Holz (Flekkenbildungen oder sogar Pilzbefall unter dem Lack). Eine einigermassen haltbare Lackierung scheint daher nur bei wettergeschützten, hinterlüfteten Aussenverkleidungen aus Holz möglich. Die Probleme transparenter Lackierung können u. U. etwas gemildert werden, wenn man das Holz vor der Lackierung lichtecht anfärbt. Jedoch muss sich diese Anfärbung mit dem Lack vertragen.

Transparente Lasuren und Oberflächenimprägnierungen ohne Pigmente, jedoch eventuell lichtecht angefärbt, vermögen einen gewissen Ausgleich der Gefahr von Unregelmässigkeiten herbeizuführen. Die Dauerhaftigkeit ist aber recht beschränkt (bei direkter Bewitterung meist nicht mehr als höchstens 2–3 Jahre). Die Erneuerung ist einfacher als bei Lacken. Auch ist die Hemmung der Wasserdampfdiffusion eher gering. Auf längere Sicht hindern solche Behandlungen Rissbildungen im Holze nicht. Bei etwas dunkleren Färbungen treten aber Rissbildungen optisch nicht sehr in Erscheinung. Viele gelegentlich für Fassadenanstriche empfohlene Produkte dieser Art, u. a. auch gewisse Holzschutzmittel, weisen nicht die erforderliche Lichtechtheit auf. Bei der Bewertung von Holzschutzmitteln im engeren Sinne wird die Lichtechtheit der Farbe kaum überprüft.

Transparente Lasuren und Oberflächenimprägnierungen mit beschränkter Pigmentbeigabe verdecken mehr oder weniger die Holzstruktur. Sie sind dafür in der Regel etwas dauerhafter als die pigmentlosen. Auch hier ist die Erneuerung und die Wasserdampfhemmung in der Regel kein Problem. Bei Auftrag auf sägerauhes Holz bleibt der Holzcharakter etwas besser gewahrt, und die Dauerhaftigkeit ist wegen der grösseren Auftragsmengen eher besser. In diesem Rahmen sei auch die schwedische Rotfarbe[2]) erwähnt, welche auf sägerauhem Holz recht dauerhafte Anstriche ergibt, nicht dagegen auf gehobeltem. Bei dieser Gruppe gibt es Typen, bei welchen (wie bei «röd färg» auf gehobeltem Holz) das Pigment allmählich die Fassade hinunterrinnt und untenliegende Bauteile verfärbt. Bei der Wahl des Produktes ist daher auf diesen Punkt besonders zu achten.

Pigmentierte, filmbildende Anstriche verdecken das Holz vollständig, wenn man sie nicht auf sägerauhes Material aufträgt. Es gibt hier verschiedene Typen, so etwa die altbekannten Ölfarben, die wässrigen Kunstharz-Dispersionen und ölige Kunstharzfarben. Die Dauerhaftigkeit hängt stark von der Type und vom Aufbau des Anstriches ab. Bei direkt bewetterten Flächen kann man im besten Falle mit etwa 3–4 Jahren Schadenfreiheit rechnen. Es ist aber lange nicht so heikel wie bei den Lacken, wenn man mit der Erneuerung noch etwas über diesen Zeitpunkt zuwartet. Im grossen ganzen sind unter den drei Typen die wässrigen Dispersionen am wenigsten dauerhaft. Die Beständigkeit der andern Typen kann u. U. durch Bläueschutz-Grundierung verbessert werden. Leider sind aber bei weitem nicht alle derartigen Grundierungen einwandfrei, weil sie vielfach die Haftung der pigmentierten Anstriche ungünstig beeinflussen. Bei allen diesen Anstrichen ist auf die Diffusionshemmung zu achten. Eine Hinterlüftung von Aussenverkleidungen ist zu empfehlen, wenn sie mit derartigen Anstrichen versehen werden sollen.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass das Aussenanstrichproblem für Holzbauten nach wie vor heikel und auch stark vom individuellen Anstrichprodukt und der Ausführung abhängig ist. Die Kurzlebigkeit in der Zusammensetzung der Produkte der chemischen Industrie macht es auch schwer, wirklich zuverlässige Erfahrungen über längere Zeit auszuwerten. Der Markenname eines bewährten Produktes bietet auch bei einwandfreier Anwendung häufig nicht mehr Schutz vor Misserfolg.

Auch hier steht daher nach wie vor die bauliche Gestaltung als dominierendes Mittel des «Fassadenschutzes» gegen die Klimaeinflüsse im Vordergrund. Gar nicht selten ist dann der Verzicht auf einen Fassadenanstrich eine durchaus vernünftige und sorgenfreiere Lösung.

Es fehlt nicht an neuen Lösungen für die Holzhausanstrichfrage. So wurden in den letzten Jahren z. B. neue Typen wasserabweisender Anstriche auf vorgefärbtem Holz, Deckanstriche auf kraftpapierüberzogenem Holz und das Überkleben von Holz mit Kunstharzfilmen vorgeschlagen. Auch auf dem Holzwerkstoffgebiet sind Entwicklungen im Gange, wetterbeständigere, holzhaltige Verkleidungen zu schaffen. Umfassendere Erfahrungen stehen aber noch aus, und eine gesunde, kritische Skepsis ist unbedingt am Platze.

Erörterung besonderer Anwendungsgebiete

Dach:

Bei den tragenden Teilen einer Dachkonstruktion stellt sich in der Regel die Frage einer vorbeugenden chemischen Schutzbehandlung gegen den Hausbock. Es sind dabei zwei grundsätzlich verschiedene Konzeptionen möglich, nämlich die Behandlung des Holzes

— vor Aufstellen der Konstruktion, sei es auf dem Abbundplatz der Zimmerei, sei es auf dem Bauplatz,
— oder dann im fertig montierten Dachtragwerk.

Im ersteren Fall ergeben sich folgende Probleme: Ist das Holz noch nicht lufttrocken, so ist einerseits eine Behandlung mit öligen Mitteln ungünstig. Anderseits können sich am Holz (besonders bei markhaltigen Querschnitten) später Risse bilden, welche mehr oder weniger ungeschützt bleiben. Eigentlich sollte man dann nochmals eine Nachbehandlung am aufgestellten Dachstuhl vornehmen, wenn die Risse entstanden und offen sind. Ist das Holz jedoch bereits lufttrocken, so ist eine Behandlung *vor* der Montage die wirksamste Methode, weil man die gesamte Holzoberfläche gründlich erfassen kann. Am aufgestellten Dach ist eine konsequente, gleichmässige

[2]) «röd färg» ist ein Pigment aus Eisenoxyden (Verhüttungsresten), das mit Roggenmehl unter Beigabe von Eisensulfat und Wasser aufgekocht und warm aufgetragen wird.

Behandlung auch bei sorgfältigster Arbeit wesentlich schwieriger und daher das Resultat weniger zuverlässig.

Fällt die Entscheidung aus anderen Gründen auf eine Behandlung *nach* Montage, so sollten die Konstruktionsteile noch ausreichend zugänglich sein, wenn dieselbe vorgenommen wird. Man beobachtet leider häufig, das z. B. Dachgebälke nicht behandelt werden, da der Dachboden fälschlicherweise schon aufgebracht ist.

Auf den ersten Blick mag es müssig erscheinen, Holzdächer vor Pilzen schützen zu wollen, da man ja mittels folgerichtiger Durchbildung der Dachhaut ein Eindringen des Regens und des Schneeschmelzwassers verhindert. Pilzschadenfälle an Dächern, besonders Flachdächern, sind aber recht häufig. In der Regel hat dies primär selten mit dem Eindringen äusseren Wassers zu tun. Es handelt sich meist um Folgen unrichtiger Konstruktion in Hinblick auf die Wasserdampfdiffusion von innen, die sich ganz besonders rasch und schädlich auswirken kann, wenn feuchte Baumaterialien in die Konstruktion eingeschlossen werden. Unterlüftung von Dampfsperren auf der Kaltseite nach aussen ist unbedingtes Gebot, wenn man kostspielige Reparaturen mit Sicherheit vermeiden will. Dies gilt nicht nur für Flachdächer, sondern auch bei Steildächern, welche mit diffusionshemmenden Belägen versehen werden, im Sinne einer eigentlichen Dachhaut oder einer Unterdach-Deckung. Nur bei nach aussen belüfteten, unbeheizten Dachräumen stellt sich dieses Problem im allgemeinen nicht. Erfahrungsgemäss ist beim Holzdach nur das sogenannte «Kaltdach»-Prinzip zuverlässig anwendbar, wenn aussen wasserdampfhemmende Schichten und innen beheizbare, nicht immer nach aussen belüftete Räume vorhanden sind:

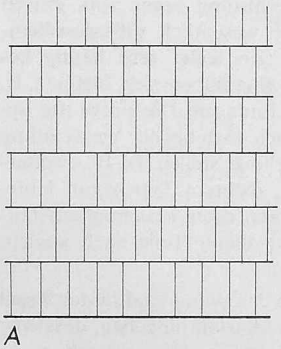
Warmseite: mehr oder weniger diffusionsdurchlässige, besser diffusionssperrende Innenverkleidung
diffusionsdurchlässige, thermische Isolation
diffusionsdurchlässige Winddichtung
nach aussen zureichend belüfteter Hohlraum
Dachhaut-Träger;

Kaltseite: diffusionssperrende Dachhaut.

Das «Warmdach»-Prinzip ist ausgesprochen gefährlich, teils wegen der Unsicherheiten betreffend die Feuchtigkeit der verwendeten Materialien, teils wegen der Folgeerscheinungen, die bei zufälliger Verletzung der Dachhaut eintreten können.

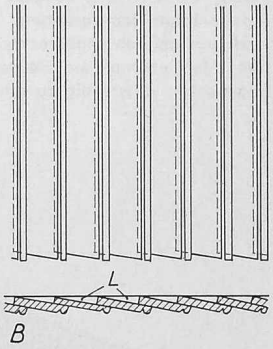
Bei Dachdeckungen aus Schindeln, Stroh, Ästen usw. ist die für jedes Material und jede Klimaregion minimale Dachneigung nicht zu unterschreiten, da sonst das Regenwasser ungebührlich lange in der Dachdeckung hängen bleibt und die Zerstörungsgefahr durch Pilze heraufbeschwört. Durch chemischen Holzschutz lässt sich die Lebensdauer solcher Dachdeckungen etwas verlängern. Es ist aber nicht zu empfehlen, die Dachneigungswinkel deshalb zu verringern.

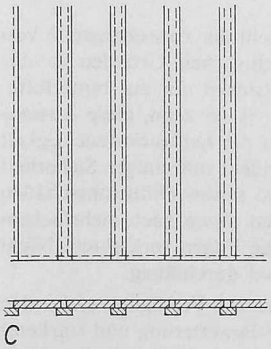
Bild 2. Zusammenhänge zwischen äusserer Verkleidungsart von Holzbauten und den Anforderungen an einen Regenschutz (Vordach usw.), sowie mit den Möglichkeiten einer Behandlung mittels diffusionshemmender Anstriche. Die Bedingungen gelten in erster Linie für stärker bewetterte Seiten von beheizten Bauten. Nach Massgabe der lokalen Verhältnisse können die Forderungen an einen Regenschutz an den nicht bewetterten Seiten etwas freier gehandhabt werden Beispiel A ist die sicherste Lösung bei geringem Vordach, Beispiel F die ungeeignetste



Holz-Schindelschirm (Beispiel A):
Ohne Vordach bewährte Lösung, jedoch in der Regel nach etwa 15 bis 20 Jahren Reparaturen an exponierten Teilen erforderlich. Auch bei diffusionshemmenden Anstrichen keine Schwierigkeiten, solange die Fugen mit dem Anstrichmittel nicht völlig verklebt sind

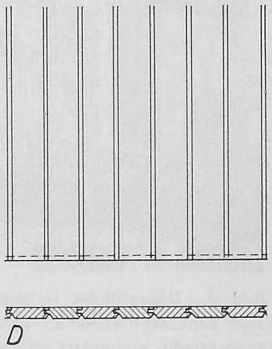
Senkrechte Stülpschalung (Beispiel B):
Wenn unten gutes Abtropfen des Regenwassers durch Formgebung gewährleistet und Deckrichtung dem Windanfall angepasst, auch bei geringem Vordach möglich. Keine Diffusionsschwierigkeiten, wenn Hohlräume hinter Schalung nach aussen belüftet

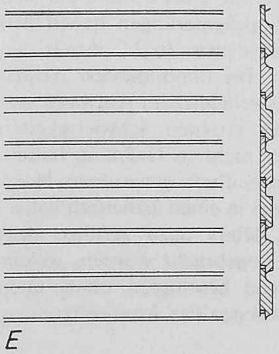




Senkrechte Schalung mit Deckleisten (Beispiel C):
Wie B, wenn nicht mit Passprofilen zusammengesetzt; jedoch besondere Hinterlüftung zu empfehlen, wenn diffusionshemmende Anstriche vorgesehen

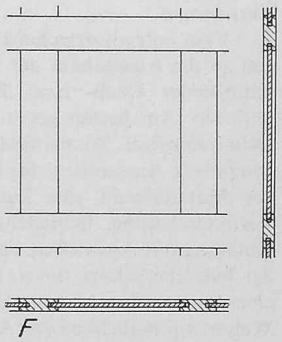
Senkrechte Schalung in Nut und Kamm (Beispiel D):
Wegen kapillaren Einziehens von Regenwasser in die Nut- und Kammverbindung wesentlich heikler als B und C. Hinterlüftung nach aussen unumgänglich, wenn diffussionshemmende Anstriche vorgesehen





Horizontale «Chalet»-Schalung (Beispiel E):
Wegen der Lage eventueller Rissbildungen wesentlich heikler als B, C, D (Stagnation von Regenwasser in solchen Rissen). Hinterlüftung nach aussen unumgänglich, wenn diffusionshemmende Anstriche vorgesehen

Gestemmte Rahmen-Füllungs-Verkleidung (Beispiel F):
Nur unter völligem Schutz vor Regenwasser (weit ausladendes Vordach) tragbar. Difussionshemmende Anstriche erfordern Hinterlüftung nach aussen



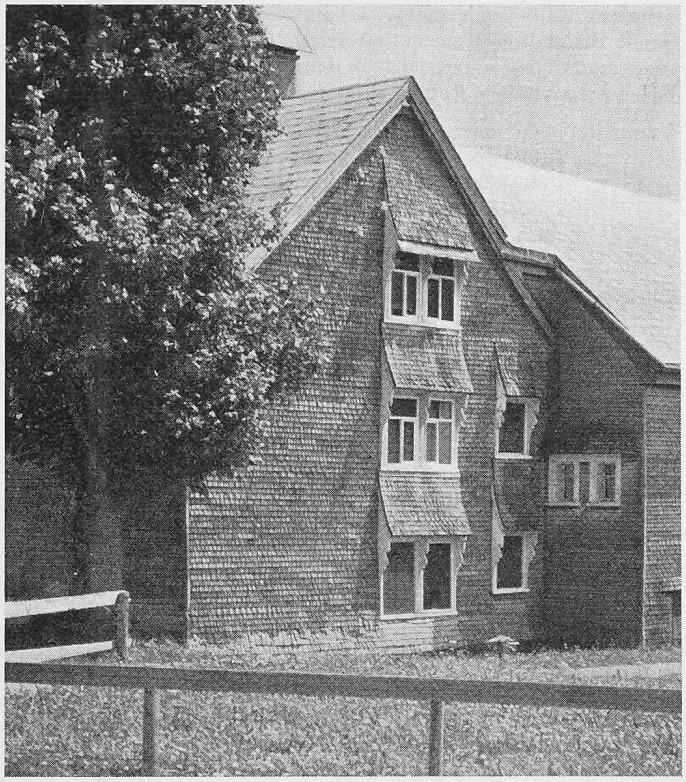


Bild 3. Verschindelte Fassade eines ostschweizerischen Bauernhauses ohne ausgeprägten Dachvorsprung. Eine geschiftete Fensterverdachung (mit Abwurf) und seitlich angebrachte Brettvorstösse schützen die Fensterkonstruktion. Man erkennt die Sorge des Handwerkers, das Fenster gegen den Regenanfall vollständig zu schützen

Bild 4. Neuzeitliche Holzfassade (England). Die Fassaden des Hauses sind senkrecht verschalt ohne Vordach. Die Fenster wurden nahezu fassadenbündig eingesetzt und sind gegenüber den Witterungseinflüssen stark exponiert

Aussenwand

Vom holzschutztechnischen Standpunkt aus sind die Anforderungen an die Aussenhaut der Aussenwand je nach Wetterrichtung und schützender Dach- bzw. Fassadenauskragungen grundlegend verschieden. Am besten geschützt ist die vor direkter Begrenzung und allzu intensiver Sonnenbestrahlung durch bauliche Gestaltung abgeschirmte Aussenhaut. Sie bietet deshalb auch die grösste Freiheit in der Materialwahl, der Zusammensetzung (z. B. Horizontal- oder Vertikalschalung, Schindelung usw.), sowie in der eventuellen Behandlung mit Anstrichen. Je stärker die Bewetterung, d. h. je geringer der bauliche Schutz, um so mehr beschränken sich die Möglichkeiten einer dauerhaften Lösung. Es lässt sich etwa folgende Reihenfolge der Wetterempfindlichkeit von Aussenhautausbildungen in Holz aufstellen:

relativ unempfindlich: Schindelung (wird meist durch Regenerosion schadhaft, kann aber leicht erneuert werden)
Senkrechte Stülpschalung
Senkrechte Schalung mit Deckleisten
Senkrechte Schalung in Nut und Kamm oder Nut und Feder
besonders empfindlich: Horizontalschalungen.

Die Aussenwand sollte ferner durch ausreichendes Abheben über den Erdboden (Regel: mindestens 40 cm) vor Rückprallwasser geschützt werden. Unter Umständen lässt sich durch einen nach aussen geneigten Bodenbelag das Spritzwasser abhalten. Selbstverständlich muss auch ein eventueller Übertritt aufsteigender Mauerfeuchtigkeit in die Holzkonstruktion durch geeignete Feuchtigkeits-Isolationsmassnahmen verhindert werden.

Werden nichtresistente Hölzer verwendet, so ist bei nicht verkleideten Block- und Riegelbauten ein ausreichendes Vordach unbedingtes Erfordernis. Die am meisten gefährdete Stelle, nämlich das Auflager der untersten Schwelle auf dem Grundmauerwerk, kann eventuell durch Wahl einer Eichen-Grundschwelle massgeblich verbessert werden.

Von mindestens gleicher Wichtigkeit wie die Abhaltung der Feuchtigkeit von aussen ist für die Erhaltung der Aussenwand die zweckmässige Steuerung der Diffusionsfeuchtigkeit von innen. Das Prinzip wurde bereits im Abschnitt «Dach» erörtert. Massgebend für die konstruktiven Entscheidungen sind wegen der Nachhaltigkeit des starken Temperaturgefälles von innen nach aussen die Verhältnisse im Winter. Diffusionshemmende Schichten (z. B. dichtere Dachpappen, filmbildende Aussenanstriche, Blechverkleidungen usw.) dürfen auf oder nahe der äusseren Kaltseite nur angebracht werden, wenn sie nach aussen genügend hinterlüftet sind. Da jedoch die Winddichtung nie ausserhalb einer solchen Hinterlüftung liegen soll, dürfen insbesondere für Winddichtungen keine wesentlich diffusionshemmenden Materialien verwendet werden (ein leider sehr häufig begangener und verheerender Fehler). Bewährt haben sich hiefür z. B. gekreppte Kraftpapiere ohne bituminöse Einlagen. Die Frage der Behinderung der Diffusionsvorgänge kann sich auch bei der Verwendung von Holzwerkstoffen als Aussenverkleidung stellen (z. B «wetterfestes» Sperrholz, Holzfaser-Hartplatten, dichtere Typen von Holzspanplatten). Auch hier muss den Gefahren einer Feuchtigkeitsstauung, am besten durch eine Hinterlüftung dieser Teile nach aussen, Einhalt geboten werden.

Diffusionssperren auf der Warmseite der Wand sind in der Regel von Vorteil. Man darf sich aber nicht der Illusion hingeben, dass eine wirklich durchgehende, hermetische Sperre von innen auch praktisch ausgeführt werden kann. Ihre Wirkung wird daher eine relative bleiben. Diffusionshemmende Schichten innerhalb der Wand sind zu vermeiden.

Einen besonderen Problemkomplex stellt der Aussenanstrich von Holzaussenwänden dar. Aus diffusionstechnischen Gründen ist das Aufbringen von filmbildenden Aussenanstrichen nur auf hinterlüfteten Anstrichträgern ohne Gefahr möglich, es sei denn, diese Aussenkonstruktion sei genügend fugenreich, um die Diffusionsfeuchtigkeit durchzulassen. Dies ist aber nur bei Schindeln mit einiger Sicherheit der Fall. Aber sogar bei Schindelung sind schon Diffusionsschäden vor Küchen, Badezimmern usw. entstanden, wenn nach mehrfachem Erneuern filmbildender Aussenanstriche die Fugen verklebten. Nicht filmbildende Anstriche sind meist genügend durchlässig.

Allgemein ist zu sagen, dass die bisher zur Verfügung stehenden Aussenanstrichmittel für Holz bei direkter Bewetterung und stärkerer Besonnung nur eine sehr beschränkte Dauerhaftigkeit haben. Das Auftreten von Mängeln lässt unter diesen Bedingungen bestenfalls nicht länger als 4 Jahre, vielfach aber nur 1 bis 2 Jahre auf sich warten. Nicht filmbildende Oberflächenimprägnierungen haben den Vorteil, dass sie sich meist durch Überstreichen (u. U. durch den Hausbesitzer selbst) instandhalten lassen. Bei filmbildenden Anstrichen dagegen ist die Erneuerung meist mit erheblichem Aufwand verbunden. Transparente Lacke bereiten die grössten Schwierigkeiten und lassen sich oft auf längere Sicht gar nicht in Ordnung halten. Die Schwierigkeit, eine lackierte und schadhaft gewordene Holz-Aussenfassade ohne extreme Aufwendungen in einen ästhetisch befriedigenden Zustand zurückzuführen, hat öfters dazu geführt, dass Verkleidungen (z. B. aus Asbestzement) angebracht wurden, welche den Holzcharakter der Bauten weitgehend beseitigten. (Siehe auch unter «Schutz gegen die direkten Einwirkungen der Atmosphäre...», Seite 101.)

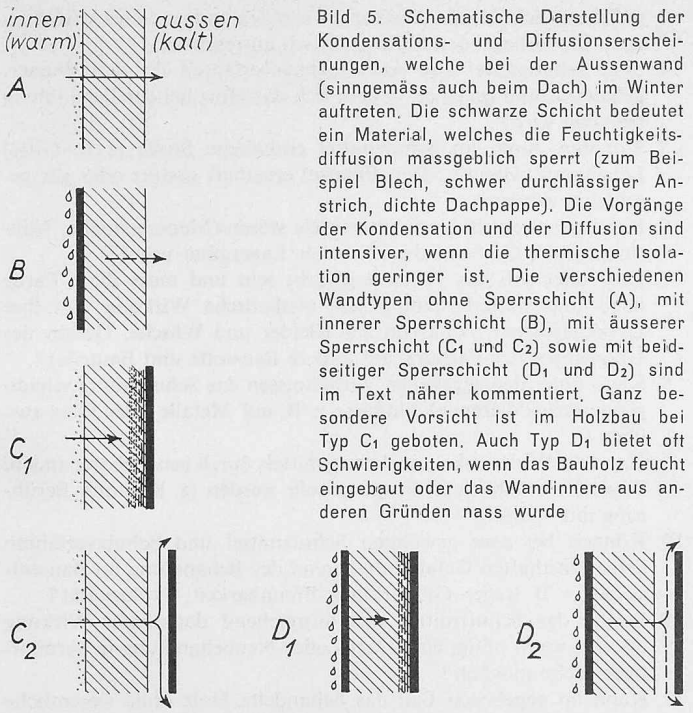


Bild 5. Schematische Darstellung der Kondensations- und Diffusionserscheinungen, welche bei der Aussenwand (sinngemäss auch beim Dach) im Winter auftreten. Die schwarze Schicht bedeutet ein Material, welches die Feuchtigkeitsdiffusion massgeblich sperrt (zum Beispiel Blech, schwer durchlässiger Anstrich, dichte Dachpappe). Die Vorgänge der Kondensation und der Diffusion sind intensiver, wenn die thermische Isolation geringer ist. Die verschiedenen Wandtypen ohne Sperrschicht (A), mit innerer Sperrschicht (B), mit äusserer Sperrschicht (C_1 und C_2) sowie mit beidseitiger Sperrschicht (D_1 und D_2) sind im Text näher kommentiert. Ganz besondere Vorsicht ist im Holzbau bei Typ C_1 geboten. Auch Typ D_1 bietet oft Schwierigkeiten, wenn das Bauholz feucht eingebaut oder das Wandinnere aus anderen Gründen nass wurde

Wo rechtzeitig an den baulich-konstruktiven Holzschutz gedacht wurde, d. h. wo extreme Einwirkungen von Regen und Sonne von vorneherein ferngehalten werden, ist das Aussenanstrichproblem wesentlich leichter zu lösen. Auch die Frage, ob man nicht überhaupt auf einen Anstrich verzichten könnte, mag sich dann um so leichter stellen, wenigstens dort, wo die Umgebung nicht zu einer anderen Lösung zwingt.

Fenster und Türen

Auch die Ausbildung der Anschlüsse und konstruktiven Einzelheiten von Fenstern und Aussentüren stellt viel höhere Ansprüche, wenn keine schützenden Fassadenvorsprünge vorhanden sind oder diese Teile aussen angeschlagen werden. Heute häufiger anzutreffende Pilzschäden (besonders durch Lenzites) gehen massgeblich auf formale Entwicklungen zurück (fehlende Vordächer, fassadenbündiger Anschlag, immer grössere Fensterflächen, immer höhere Fassaden usw.), welche die baulich-konstruktive Schutzfunktion verkennen. Die Holzschutzfrage darf auch hier nicht erst gestellt werden, wenn der Bau fertig ist. Vergessen wird auch oft das Rückprallwasser von Simsen und Schwellen. Genügende Neigung nach aussen trägt wesentlich zu einer Feuchtigkeitsentlastung bei. Die Profilierung der Fenster und Türen trägt ja im wesentlichen nur dem senkrecht herunterlaufenden Wasser Rechnung. Rückprallwasser vom Sims dringt besonders bei gleichzeitigem Windanfall leicht seitlich und unten in die Fensterkonstruktion ein.

Auch hier soll man die Vorgänge der Wasserdampfdiffusion nicht verkennen. Es ist zum Beispiel falsch, Fenster und Aussentüren auf der Aussenseite zuerst mit Anstrichen zu versehen. Man gefährdet den Farbanstrich selbst, fördert die Kondenswasserbildung in Zwischenverglasungen und bringt u. U. das Holz selbst in Gefahr. Grundsätzlich wäre es richtig, Fenster und Aussentüren innen zuerst, und zwar möglichst dicht abschliessend zu behandeln und dann aussen einen nicht allzusehr diffusionshemmenden Anstrich anzubringen. Im Prinzip gilt auch hier, was schon über Aussenanstriche gesagt wurde. Die häufige Verwendung von Kiefernholz mit Splint zwingt auch von Fall zu Fall einen eventuellen Bläueschutz durch bläuehemmende Grundierungen.

Bodenausbildung über Halbkellern (verlorene Räume in Nähe des Erdbodens)

Die häufigsten Schwammschäden in Holzbauteilen findet man in Holzkonstruktionen über Halbkellern. Solche Konstruktionen sind nicht leicht «narrensicher» zu gestalten und wo eine Massivkonstruktion (z. B. mit Beton-Fertigbalken) ohne Nachteile ausführbar ist, sollte man nicht zögern, auf eine Holzkonstruktion zu verzichten. Eine Betondecke auf verlorener Holzschalung, die im Halbkeller verbleibt, ist allerdings mindestens so gefährlich, weil das Schalungsholz fast unvermeidlich einen schweren Schwammherd verursacht, der später nach oben dringen und in seiner Abgeschlossenheit nur mit grossem Aufwand saniert werden kann.

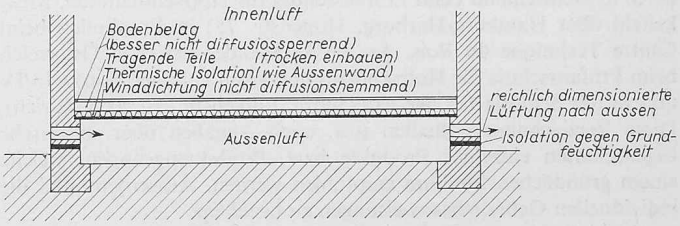
Entscheidet man sich für eine Holzkonstruktion, so muss man sich zunächst klar werden, ob der Hohlraum unter den gegebenen Voraussetzungen besser nach aussen oder gegen den Innenraum hin belüftet wird. Je nach der gewählten Lösung und den klimatischen Verhältnissen über und unter der Bodenkonstruktion, müssen die Massnahmen der thermischen Isolation, der Winddichtung, eventueller Schutzbehandlungen und insbesondere auch die Möglichkeit oder Unmöglichkeit des Anbringens von diffusionshemmenden Materialschichten (z. B. Bodenbelägen) mit äusserster Sorgfalt erwogen werden, damit weder durch Kondensation, noch durch Stauung von Diffusionsfeuchtigkeit Holzteile durchfeuchtet werden können. Um die schwierige Aufgabe nicht noch mehr zu komplizieren, erscheint die Verwendung lufttrockenen Holzes unbedingtes Erfordernis.

Bei Halbkellern, die nach aussen belüftet werden, sind die Luftöffnungen grosszügig zu bemessen und in ihrer Lage den optimalen Zugsmöglichkeiten anzupassen. Kleine Tonrohrdurchführungen mit Gitterabdeckungen sind meist unzureichend. Die Bodenkonstruktion ist in diesem Fall thermisch wie eine Aussenwand zu isolieren und mit einer Winddichtung zu versehen. Die Auflager der Holzkonstruktion müssen gegen aufsteigende Feuchtigkeit geschützt sein. Besteht Gefahr, dass über längere Perioden ein Temperaturgefälle im Boden von unten nach oben eintritt, so dürfen keine diffusionshemmenden Bodenbeläge Verwendung finden, auch keine stark sperrenden Bodenversieglungen.

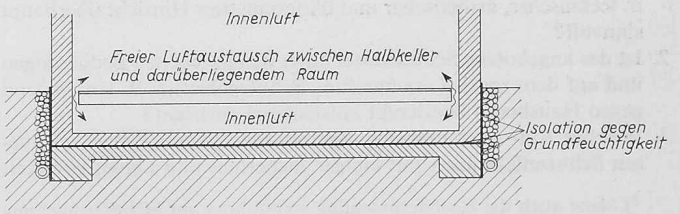
Belüftet man den Hohlraum nach dem über dem Boden liegenden Raum, so ist in der Regel die Ausbildung einer gegen Bodenfeuchtigkeit konsequent gedichteten Wanne erforderlich. Auch hier sind die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse sorgfältig zu studieren, damit nicht Feuchtigkeitsanreicherungen unter dem Boden durch Kondensation von Luftfeuchtigkeit möglich werden. Auch muss Ge-

Bild 6. Verschiedene Typen von Halbkellern und ihre besonderen Erfordernisse. Bei konsequenter Ausbildung sind die Typen a) und b) in Holz ausführbar, jedoch ist, wo möglich die «narrensichere» Type c) vorzuziehen. Letztere ist auch in der Regel einfacher auszuführen

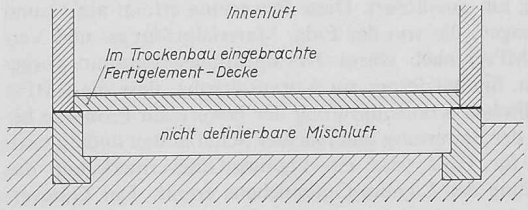
Typ a) **nach aussen belüfteter Halbkeller:**
Thermische Isolation, Diffusionsvorgänge und Winddichtung beachten!



Typ b) **nach innen belüfteter Halbkeller** (zum Beispiel bei Schwingbodenkonstruktionen):
Wenn namhafte Temperaturdifferenzen zwischen Erdreich und Innenluft zu erwarten sind, ist eine zusätzliche thermische Isolation über der Isolation gegen Grundfeuchtigkeit von Nutzen (Verhütung der Kondensation aus Innenluft)



Typ c) **schlecht belüfteter Halbkeller**
Bei dieser Lösung darf die Decke nicht auf verlorener Holzschalung erstellt werden (Schwammgefahr für das nicht mehr kontrollierbare Schalungsholz). Bei Zuführung von Aussenluft in den Halbkeller ist die Decke mit entsprechender thermischer Isolation zu versehen



währ bestehen, dass kein Wasser (z. B. Aufwaschwasser, durch Fenster eingedrungener Regen) durch die notwendige Luftverbindung (z. B. Wandschlitze) in den Bodenhohlraum gelangt.

Aus diesen Kriterien dürfte zur Genüge hervorgehen, dass man nur dort zu Holzkonstruktionen über Halbkellern greifen sollte, wo die Vorteile der Holzkonstruktion den Aufwand rechtfertigen. Nebenbei sei hier noch vermerkt, dass das Verlegen von Holzkonstruktionen direkt auf den Erdboden grundsätzlich unterbleiben sollte, da auch bei der Anwendung von Schutzmitteln bei den meisten üblichen Holzarten ein begrenzter Schutz erzielt werden kann und eine Auswechslung im Gegensatz zu im Freien verbautem Holz unter diesen Umständen schwierig und kostspielig ist.

Holz im Freien:

Nebenaufgaben im Holzbau, wie etwa die Erstellung von Zäunen, Pergolen, Frühbeetkästen usw. bringen auch das Problem des Schutzes solcher, ganz anders beanspruchter Holzteile mit sich. Wenn keine sehr resistenten Holzarten (z. B. Eichen-Kernholz) zur Verfügung stehen, wird man in der Regel an tief mit Schutzmitteln imprägniertes Holz denken, mindestens, wenn das Holz mit dem Erdboden in Berührung steht.

Berindete Hölzer sollte man nicht verwenden, da sie einen starken Anziehungspunkt für Holz- und Forstinsekten bilden und leicht unerwünschte Herdbildungen von Parasiten hervorrufen. Bei einfachen, nicht auf sehr lange Zeitdauer berechneten Holzelementen im Freien (z. B. auch Gartenzäune), lässt sich die Dauerhaftigkeit durch folgende Dispositionen nicht unerheblich steigern: Abheben vom Boden, möglichst > 40 cm; Verwendung von Holz geringer Querschnittsabmessungen ($\varnothing \gtrsim 6$ cm bzw. kleinere Querschnittsabmessung $\gtrsim 3$ cm); Vermeidung von Horizontalhölzern.

Besondere Bemerkungen zum künstlichen (chemischen) Holzschutz[3])

Die bisherigen Ausführungen sollten u. a. klarstellen, unter welchen, beschränkten Voraussetzungen die Anwendung von Holzschutzmitteln im Holzhausbau überhaupt sinnvoll erscheint. Da ein sehr grosses Angebot von Holzschutzmitteln auf dem Markte besteht, seien hier noch einige Gesichtspunkte angeführt, welche die Wahl eines solchen Produktes erleichtern helfen sollen. Vorerst sei darauf hingewiesen, dass in verschiedenen europäischen Ländern Listen neutral geprüfter und beurteilter Holzschutzmittel erhältlich sind (z. B. in Deutschland beim Prüfausschuss für Holzschutzmittel, Mekkelfeld über Hamburg-Harburg, Höpenstr. 75; in Frankreich beim Centre Technique du Bois, Av. de St. Mandé, Paris; in Österreich beim Prüfausschuss für Holzschutzmittel, Wien I, Bauernmarkt 13/IV und in der Schweiz bei der «Lignum», Falkenstr. 26, 8008 Zürich). Diese Verzeichnisse enthalten u. a. auch Angaben über spezifische Eigenschaften einzelner Produkte bzw. Produktengruppen, welche einem gründlichen Studium empfohlen werden. Ausserdem sind die individuellen Gebrauchsanweisungen zu beachten.

Die Erfahrungen zeigen, dass häufig Schutzmittel am falschen Ort, auf in ungeeignetem Zustand befindlichem Holz oder in untauglichen Behandlungsverfahren verwendet werden. Man sollte sich bei der Vergebung von Holzschutzarbeiten und bei Entscheidungen über zu wählende Schutzmittel in der Regel etwa folgende *Fragen* stellen:

1. Ist eine chemische Holzschutzbehandlung im individuellen Fall in technischer, ästhetischer und ökonomischer Hinsicht überhaupt sinnvoll?
2. Ist das angebotene Schutzmittel unter den gegebenen Bedingungen und auf dem speziell erwünschten Schutzgebiet (z. B. vorbeugend gegen Hausbock) überhaupt ausreichend wirksam?
3. Welches Auf- oder Einbringungsverfahren ist am Platze, um diesen Schutzeffekt auch mit einiger Sicherheit und Dauerhaftigkeit auf der zu schützenden Holzart zu erzielen und ist dieses Verfahren auch im vorliegenden Falle praktisch anwendbar?
4. Sind Schutzmittel und Aufbringungsverfahren für den Wassergehaltszustand geeignet, in dem sich das Holz bei der Behandlung befinden wird?
5. Könnten durch im Schutzmittel enthaltene Stoffe (z. B. Gifte) Lebewesen (Mensch, Tier, Pflanze) ernsthaft gestört oder gar geschädigt werden?
6. Kann der Geruch des Schutzmittels stören (Menschennähe, Nahrungsmittel, Gerüche absorbierende Lagergüter usw.)?
7. Darf oder soll das Produkt gefärbt sein und muss diese Farbe licht- und wetterbeständig sein (ästhetische Wirkung und ihre Dauerhaftigkeit, Abfärben auf Kleider und Wäsche, Gefahr des Überganges der Färbung auf andere Baustoffe und Bauteile)?
8. Kann unter den gegebenen Verhältnissen das Schutzmittel schädigende (korrodierende) Einflüsse z. B. auf Metalle oder Glas ausüben?
9. Kann die Wirksamkeit des Schutzmittels durch benachbarte andere Baustoffe erheblich in Frage gestellt werden (z. B. durch Berührung mit Mörtel)?
10. Können bei dem gewählten Schutzmittel und Schutzverfahren keine ernsthaften Gefahren während der Behandlung im Bau entstehen, z. B. wegen Giftwirkung, Brennbarkeit, Explosivität?
11. Besitzt das Schutzmittel eine ausreichend dauerhafte Wirkung und ist, wenn nötig, eine Nach- oder Neubehandlung in vernünftiger Weise möglich?
12. Kann im gegebenen Fall das behandelte Holz ohne wesentliche Nachteile mit anderen Anstrichen versehen werden?

Über Imprägnierungen und Anstriche, die in erster Linie ästhetischen Zwecken dienen, wurden in den Abschnitten «Schutz gegen die Einwirkungen der Atmosphäre...» und «Aussenwand» einige Hinweise gegeben. Von den Schutzmittelverzeichnissen schliesst nur das schweizerische solche Produkte grundsätzlich mit ein, ohne aber bisher bewertete Produkte nennen zu können.

Zusammenfassung

Der Holzschutz erschöpft sich nicht in der Anwendung von Holzschutzmitteln. Das Holz erfordert eine materialgerechte Anwendung. Ohne diese Voraussetzung bleibt auch der chemische Holzschutz auf halbem Wege stecken. Man sollte die entwickelte Holzbautechnik unserer Vorfahren nicht einfach nur als überholte, zeitbedingte Stilerscheinung werten. Wohl haben sich die äusseren Verhältnisse geändert und fordern in vieler Hinsicht andere Baulösungen. Die Holzverwendung im Bau hat sich aber auch unter Berücksichtigung verbesserter Holzschutztechnik und durch die Entwicklungen auf dem Gebiete der Holzwerkstoffe nicht in einem derartigen Ausmass verändert, das es zuliesse, den baulich-konstruktiven Schutz einfach vernachlässigen zu können. Das Holz bautechnisch zu beherrschen erfordert eine vielseitige, geistige Auseinandersetzung mit diesem Stoff. Ist man sich jedoch einmal über die zwingenden und praktisch möglichen Massnahmen des Holzschutzes klar geworden, wird man mit Erfolg und Überzeugung manche der früher geläufigen (und bewährten) Vorkehren in der Disposition und Konstruktion wieder aufgreifen und im Rahmen der neuzeitlichen Aufgaben verwerten. Anderseits wird man die Errungenschaften des künstlichen Holzschutzes an dem Ort einsetzen, wo sie unentbehrlich sind und auch wirklich einen sinnvollen Schutz gewährleisten. Wer sich ohne klare Vorstellungen über das Holz einfach den propagandistischen Schwarzmalereien des chemischen Holzschutzfaches angstvoll beugt oder allen Anpreisungen kritiklos glaubt, wird nie souverän mit Holz bauen.

[3]) Siehe auch die Buchbesprechung «Verfahren zur Sichtbarmachung von Schutzmitteln im Holz», Seite 111.

Adresse des Verfassers: Prof. *H. Kühne*, Dipl. Architekt, Abteilungsvorsteher an der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Versuchsanstalt, 8600 Dübendorf

Bekanntgabe untersuchter und bewerteter Holzschutzmittel und Spezialschutzanstriche für Holz

Seit 1953 werden Holzschutzmittel und Spezialschutzanstriche für Holz von der Bewertungskommission der Lignum auf ihre Eignung und Anwendung hin qualifiziert. Diese Bewertung erfolgt auf Grund von Untersuchungen, die von der Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt (EMPA) nach einem Normprüfungsprogramm vorgenommen werden. Sie hat ferner zur Voraussetzung, dass die EMPA mit einer periodischen Kontrollprüfung der bewerteten Produkte beauftragt ist. Mit der Bewertung untersuchter Schutzmittel und Spezial-Schutzanstriche für Holz wird ein Lignum-Gütevermerk und das Recht zur Führung des Lignum-Gütezeichens erteilt. Der Gütevermerk gibt in knapper Form über den Anwendungsbereich des betreffenden Produktes Aufschluss und muss auf den Behältern fest angebracht sein.

Bis 1. Januar 1965 wurden 17 Produkte bewertet und nach Anwendungsgebieten geordnet sowie alphabetisch bekanntgegeben. Die entsprechenden Angaben erfolgen periodisch im *Orientierungsblatt* der Lignum, das auch im Schweizer Baukatalog publiziert wird. Es ist unentgeltlich bei der Geschäftsstelle der Lignum, Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für das Holz, 8008 Zürich (Tel. 051/47 50 57), zu beziehen.