Zeitschrift: Tec21

Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein

Band: 129 (2003)

Heft: 33-34: Brücken in Holz

Artikel: Dauerhaftigkeit von offenen Holzbrücken: der Schlüssel für ein langes Brückenleben liegt weniger in der Chemie als in der konstruktiven Detailarbeit

Autor: Finger, Andreas / Meili, Markus

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-108801

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

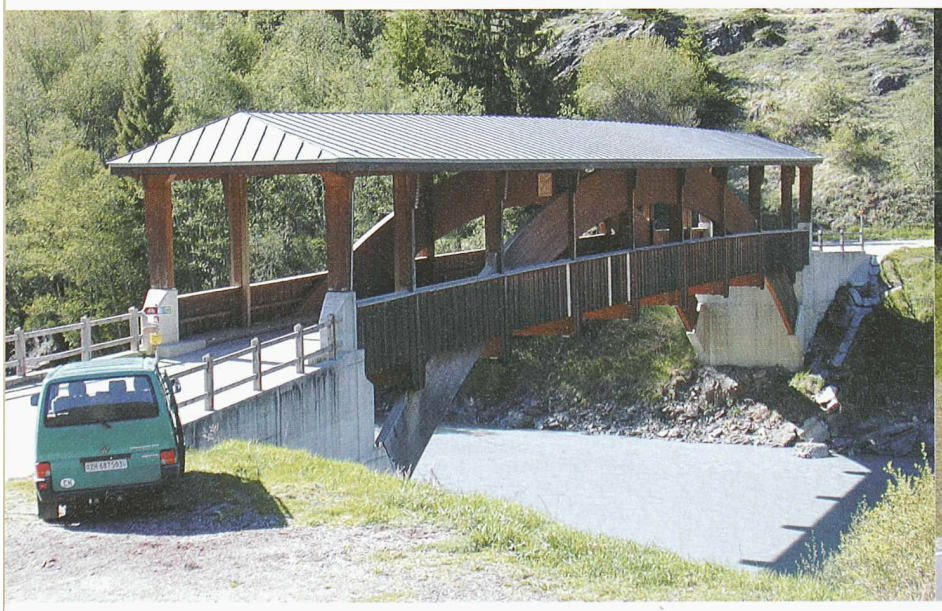
Andreas Finger, Markus Meili

Dauerhaftigkeit von offenen Holzbrücken

Der Schlüssel für ein langes Brückenleben liegt weniger in der Chemie als in der konstruktiven Detailarbeit

Auch moderne Holzbrücken halten nicht ewig, besonders wenn sie kein Dach haben. Diese teure Erfahrung musste in einzelnen Fällen schon nach 15- bis 20-jähriger Nutzung gemacht werden. Eine breit abgestützte Untersuchung an neueren Holzbrücken hat gezeigt, dass gravierende Schäden mit einfachen Mitteln vemeidbar gewesen wären. Die Beachtung grundlegender konstruktiver Regeln und ein angemessener Unterhalt gewährleisten die Dauerhaftigkeit offener Holzbrücken während langer Nutzungszeiten.

Die Empa, Abteilung Holz, führt seit gut 20 Jahren periodische Kontrollen an insgesamt 130 Holzbrücken durch mit dem Ziel, das Langzeitverhalten von frei bewitterten Bauteilen genauer beurteilen zu können. Viele der Objekte sind heute zwischen 15 und 20 Jahre alt, also in einem Alter, in dem es sich zeigt, ob sich die Holzschutzkonzepte, welche konstruktiven und chemischen Holzschutz, aber auch Überwachung und Unterhalt beinhalten, bewähren. Da gedeckte Holzbrücken wegen der schützenden Wirkung des Daches bezüglich ihrer Dauerhaftigkeit weniger problematisch sind, beschränkt sich dieser Beitrag hauptsächlich auf offene Brücken (ohne Dach) mit Schwergewicht auf dem konstruktiven Holzschutz. Die Erkenntnisse bezüglich Dauerhaftigkeit lassen sich aber vom Prinzip her auf jegliche der Witterung ausgesetzte Holzkonstruktionen übertragen.



1
Das Dach bietet einen guten konstruktiven Holzschutz, Ramosch (GR) (Bilder: Empa)

2
Die dichte Fahrbahn schützt die darunter liegende Tragkonstruktion,

Organismen	Holzfeuchte		Temperatur
	mindestens	optimal	optimal
Insekten	11 %	18–35 %	18–30 °C
Holzverfärbende Pilze	18 %	25–70 %	24–28 °C
Holzzerstörende Pilze	20 %	30–70 %	18–31 °C

Tabelle 1
Lebensbedingungen für die Entwicklung von Organismen auf Holz

Verwitterung / Abbau von Holz

Ist Holz längere Zeit ungeschützt der Einwirkung von Sonnenstrahlung und Niederschlag ausgesetzt, tritt eine Verwitterung ein. Auch Feuchte- und Temperaturschwankungen, die zu Spannungsrissen im Holz führen, sowie Pilzbefall (Schimmel und Bläue) und mechanischer Abrieb können zur Verwitterung beitragen. Die Vergrauung hat in Bezug auf den Holzschutz keinen negativen Einfluss, ist aber oft aus ästhetischen Überlegungen nicht erwünscht. Frühholz unterliegt im Allgemeinen einer schnelleren Verwitterung als Spätholz.

Algen, Moose und Flechten sind Pflanzen, die sich auf feuchten Holzoberflächen ansiedeln. Sie sind keine Holzzerstörer im eigentlichen Sinne. Sie weisen aber darauf hin, dass das Holz über lange Zeit sehr feucht war. Die Feuchtigkeit bleibt unter den Moosen und Flechten länger erhalten, und dadurch ergibt sich wiederum ein günstiges Mikroklima für holzzerstörende Organismen.

Die Zerstörung von Holz durch Pilze und Insekten setzt fünf elementare Bedingungen voraus: Wasser in Form einer Mindestholzfeuchte, Temperaturen über 0 °C, Anwesenheit lebender Organismen, Holz als Nahrungsgrundlage und Sauerstoff (Tabelle 1).

Holzschutzkonzept

Holzschutzüberlegungen müssen von Beginn weg in den Brückenplanungs-Prozess integriert werden. Schon erste Grundsatzentscheide beeinflussen die Komplexität der Holzschutzmassnahmen, denn je weniger die Konstruktion sich selbst schützt, desto mehr Anstrengungen müssen zum Schutz der gefährdeten Teile unternommen werden. Das Holzschutzkonzept bein-

3

Tiefencastel (GR) **Die Tragkonstruktion ist der Witterung ausgesetzt, Sihlwald (ZH)**

4
Pflanzen verzögern nach einer Schlechtwetterperiode die Austrocknung des Holzes

5
Genügender Abstand zwischen Holz und Boden verhindert die Befeuchtung durch Erde und Pflanzen

6
Die zu kleinen Spalten sind mit Erde verstopft – das Holz vermorscht

haltet eine Kombination von konstruktiven und chemischen Holzschutzmassnahmen. Es definiert, welche Teile als Verschleissteile konzipiert sind und welche Teile dauerhaft geschützt werden müssen.

Richtige Holzwahl

In der Schweiz wird hauptsächlich Fichte als Bauholz verwendet. Durch den gezielten Einsatz von anderen Holzarten kann die Dauerhaftigkeit exponierter Teile verbessert werden. Die Wahl einer Holzart muss immer unter Einbezug des konstruktiven und des chemischen Holzschutzes erfolgen. In Tabelle 2 sind die wichtigsten Bauhölzer mit ihren Eigenschaften des Kernholzes aufgelistet. Demgegenüber ist Splintholz generell als nicht dauerhaft einzustufen, lässt sich aber besser imprägnieren als das Kernholz.

Wahl der richtigen Oberflächenbehandlung

Das Angebot an Oberflächenbehandlungen für Holz im Aussenbau ist äusserst vielfältig und für Planer schwer zu überschauen. Welche Oberflächenbehandlung aus dem Produktspektrum für ein Bauteil gewählt wird, hängt nicht nur von den technischen Anforderungen ab, sondern auch von der gestalterischen Wirkung. In Tabelle 3 sind die wichtigsten Oberflächenbehandlungen mit den jeweiligen Eigenschaften und möglichen Einsatzgebieten in ihren Grundsätzen dargestellt.

Eigenschaft / Holzart	Fichte	Tanne	Föhre	Lärche	Dougl.	Buche	Eiche
Resistenz gegen Pilze	4	4	3–4	3–4	3–4	5	2
Abriebfestigkeit, Härte	schlecht	schlecht	mittel	mittel	mittel	gut	gut
Imprägnierbarkeit	mittel	gut	mittel	schlecht	schlecht	gut	schlecht
Verklebbarkeit	gut	gut	gut	gut	gut	mittel	mittel
Dimensionsstabilität	gut	gut	gut	gut	gut	schlecht	mittel

Tabelle 2
Eigenschaften der wichtigsten Bauhölzer.
Bewertung: 1 sehr dauerhaft 2 dauerhaft 3 mässig dauerhaft 4 wenig dauerhaft 5 nicht dauerhaft

Konstruktiver Holzschutz

Unter dem konstruktiven Holzschutz wird das Schützen der Konstruktion vor Wasser und Sonnenstrahlung durch bauliche Massnahmen verstanden. Den einfachsten Schutz bietet ein über der ganzen Konstruktion liegendes Dach und eine seitliche Schalung (Bild 1). Aus ästhetischen, funktionalen und finanziellen Gründen wird aber bei Brücken oft auf solche Massnahmen verzichtet. Eine über der Tragkonstruktion liegende Fahrbahn mit wasserdichtem Belag kann bei Brücken die Holzschutzfunktion ebenfalls hervorragend übernehmen (Bild 2). Diese an sich anzustrebende Lösung ist jedoch aufgrund ungenügender lichter Höhe zwischen Fahrbahnniveau und Hochwasserlinie, respektive Durchgangshöhe, nicht immer möglich. So kommt die Tragstruktur oft zumindest teilweise über das Niveau der Fahrbahn zu liegen und ist damit der Witterung ausgesetzt (Bild 3).
Bei Inspektionen von offenen Holzbrücken zeigen sich oft ähnliche Schadensbilder. Die drei kritischsten Bereiche sind die Auflagerzone, die Fahrbahn und die Abdeckung.

Auflager

Die Auflagerbereiche sind oft mit Pflanzen und Büschen bewachsen (Bild 4) oder die Hauptträgerenden sogar mit Erde zugeschüttet. Dies bewirkt, dass das Holz nach einer Feuchtwetterperiode nicht oder nur noch schlecht austrocknen kann und schliesslich eine Vermorschung einsetzt. Eine gute konstruktive Ausbildung des Auflagerbereiches ist besonders wichtig, da es sich um das nicht auswechselbare Haupttragwerk handelt. Zwischen Holz und Boden muss genügend Abstand vorgesehen werden, sodass Erdansammlungen und Pflanzen das Holz nicht befeuchten können (Bild 5). Dies ist auch nach der Erstellung durch einen angemessenen Unterhalt (Entfernen der Pflanzen und Schneiden der Bäume) sicherzustellen. Auch die Reichweite des Spritzwassers soll berücksichtigt werden. Eine gute Luftzirkulation ist für eine ausreichende Austrocknung unabdingbar.

Eigenschaften	Art der Oberflächenbehandlung				
	unbehandelt	Imprägnierung	Dünnschichtlasur	Dickschichtlasur	Lack (pigmentiert)
Schichtdicke (2 Anstriche)	–	kein Film	10–20 µm	30–50 µm	80–120 µm
Eindringung (ins Holz)	–	teilweise	gering	sehr gering	sehr gering
Sichtbarkeit der Holzstruktur	–	nicht reduziert	gut	wenig	abgedeckt
Wasserdampf-durchlässigkeit	–	durchlässig	mässig	gering	sehr gering
Haltbarkeit (direkt bewittert)	–	1–3 Jahre	2–4 Jahre	3–6 Jahre	6–12 Jahre
Erneuerungsaufwand	–	gering	mässig bis gross		gross
Eigenschaften	Vergrauung, oft ungleichmässige Verfärbungen	etwas verlangsamte Verwitterung, fungizide und insektizide Wirkstoffe	Lichtschutz und Farbbeständigkeit besser, je stärker pigmentiert und je dicker; mittlere Wetterbeständigkeit		Grosse Farb- und Wetterbeständigkeit sowie guter Feuchteschutz
Einsatzgebiet	– Holzverfärbungen werden akzeptiert – geringe Anforderungen an die Masshaltigkeit – Verschleissteile – gut vor Wasser und Sonnenstrahlung geschützte Bauteile	In Kombination mit filmbildenden Anstrichen als Grundierung, sonst analog «unbehandeltes Holz», Witterungsschutz bei Transport und Montage	– ästhetische Wünsche / Farbgebung – mittlere bis hohe Anforderungen an die Masshaltigkeit (je nach Schichtdicke und Pigmentierung)		

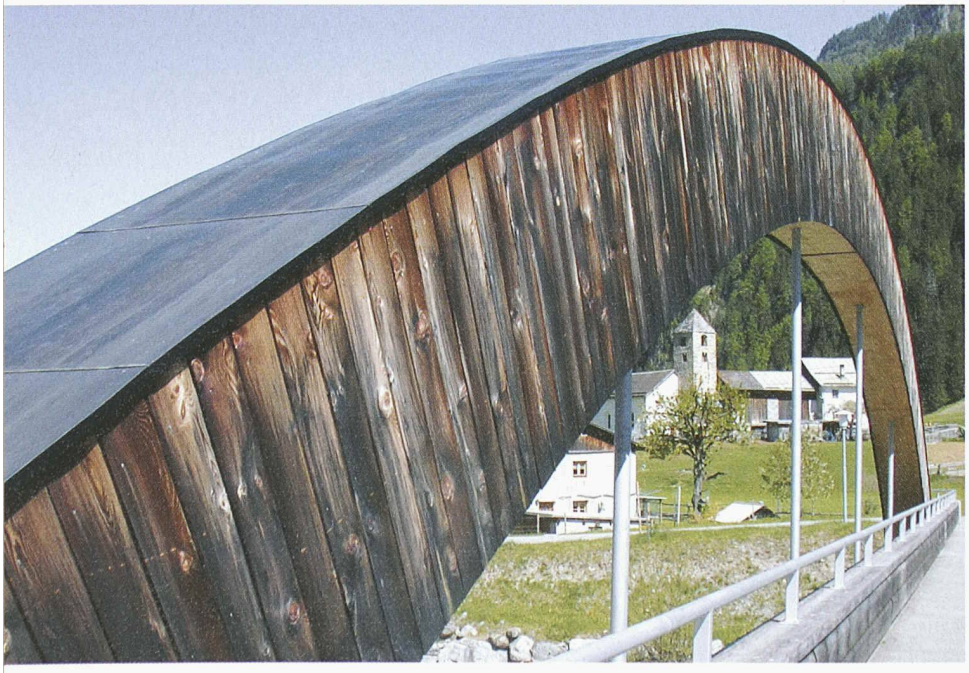
Tabelle 3
Eigenschaften und Einsatzgebiete von verschiedenen Oberflächenbehandlungen

Fahrbahn

In bituminösen Belägen können Risse insbesondere über Plattenstössen und bei den Fahrbahnrändern auftreten, da der Belag die grossen Dehnungen der Holzelemente nicht ausgleichen kann. Bei fugenlosen Fahrbahnübergängen sind Kriech-, Schwind- und Quellerscheinungen sowie Spannungen und Dehnungen infolge Temperaturveränderungen nur schwer zu kontrollieren. Der Belag kann dadurch seine wasserabhaltende Funktion verlieren. An diesen Stellen eindringendes Wasser kann das darunter liegende Holztragwerk ernsthaft gefährden und teure Erneuerungen erfordern. Die Wasserabführung muss genau durchdacht werden. Bei Bohlenbelägen tritt oft Vermorschung infolge zu geringer Luftspalten (optimal: 10 bis 15 mm) zwischen den Bohlen und ungenügendem Abstand zum Randträger auf. Der festsitzende Schmutz führt zu einer ständigen Befeuchtung des Holzes (Bild 6). Wenn immer möglich sollen Bohlen von unten befestigt werden, um ein Eindringen der Feuchtigkeit bei den Verbindungsmitteln zu verhindern. Eine regelmässige Reinigung der Fahrbahn ist besonders wichtig.

Abdeckungen

Die Nutzungsdauer eines Holzbauteils sinkt mit zunehmender Witterungsexposition. Direkt bewitterte Konstruktionselemente sollen deshalb abgedeckt werden (Bild 7). Das ungehinderte Abfliessen des Wassers auf Abdeckungen ist durch eine minimale Neigung und durch Tropfnasen zu gewährleisten. Ungeschützte Stirnholzflächen sind besonders feuchtegefährdet, da sie durch Kapillarkräfte Wasser aufsaugen. Horizontale, aber auch vertikale Stirnflächen müssen vor Sonne und Wasser mittels Abdeckungen geschützt werden (Bild 8).



7
Die Hauptträger sind durch Bleche und Abdeckbretter geschützt

8
Schutz der Stirnflächen durch Abdeckbretter; Verkleinerung der Kontaktfläche durch Distanzscheiben

9
Trennschichten, um Feuchteschäden zu verhindern

10
Verletzung der Holzoberfläche durch zu starkes Anziehen der Schrauben

Kontaktflächen und Trennschichten
Holzflächen sollen nicht dicht aneinander liegen, da sonst kapillar eindringendes Wasser zu Feuchteschäden führen kann. Kontaktflächen sollen durch die Einlage von Unterlagsscheiben oder sonstigen Distanzhaltern möglichst klein gehalten werden (Bild 8). Grössere Kontaktflächen gilt es durch Trennschichten wie Bitumen- oder Kunststofffolien oder durch rostfreie Bleche zu verhindern (Bild 9).

Berücksichtigung von Schwind- und Quellmassen
Feuchteschwankungen im Holz, wie sie im Freien stets auftreten, bringen im hygroskopischen Bereich, d. h. bei Feuchtigkeiten unter ca. 27 %, Dimensionsänderungen mit sich. Im Brückenbau werden Holzwerkstoffe und Brettschichtholz meistens mit geringerer Feuchtigkeit eingebaut, als diese während der Nutzungszeit aufweisen. Das heisst, das Holz wird sich nachträglich etwas ausdehnen. Bei der Montage sollte dies berücksichtigt werden, indem Schrauben nicht zu fest angezogen werden (Bild 10).

Chemischer Holzschutz
Generell lässt sich der konstruktive Holzschutz nicht durch den chemischen Holzschutz ersetzen. Vielmehr bilden Holzschutzmittel an gefährdeten Details eine sinnvolle Ergänzung zum konstruktiven Holzschutz. Der Einsatz von Imprägniersalzen (Druckimprägnierung) verzögert den Holzabbau signifikant, kann jedoch bei ungenügend geschützten Bauteilen die Holzzerstörung langfristig nicht verhindern.

Bauwerkserhaltung
Der Unterhalt stellt einen sehr wichtigen Beitrag zur Verlängerung der Nutzungsdauer einer Brücke dar. Wie bei jedem Bauwerk werden durch regelmässige Kontroll- und Reinigungsarbeiten kostspielige Erneuerungsmassnahmen überflüssig. Ein richtiger Unterhalt kostet nicht viel, stellt aber einen wichtigen Faktor für die Dauerhaftigkeit eines Bauwerkes dar. Die Erhaltungskosten für Holzbrücken liegen nicht höher als für Brücken aus anderen Baustoffen.

Andreas Finger, dipl. Bauing. FH
Markus Meili, dipl. Holzbauing. HTL
Empa, Abteilung Holz (115)
Überlandstrasse 129, 8600 Dübendorf
markus.meili@empa.ch

Literatur
Finger A., Meili M.: Dauerhaftigkeit von offenen Holzbrücken. Forschungs- und Arbeitsbericht 115/49, Empa Abt. Holz, Dübendorf 2002.
Lignatec Nr. 1, 1995: Holzschutz im Bauwesen. Empa-Lignum-Richtlinie, Lignum, Zürich.
Lignatec Nr. 13, 2001: Oberflächenschutz von Holzfassaden. Empa-Lignum-Richtlinie, Lignum, Zürich.
Lignatec Nr. 14, 2001: Holzzerstörende Pilze und Insekten, Analyse – Prognose – Bekämpfung. Empa-Lignum-Richtlinie, Lignum, Zürich

Bezugsquelle
Der vorliegende Beitrag basiert auf dem Bericht «Dauerhaftigkeit von offenen Holzbrücken», der bei folgender Adresse bezogen werden kann:
Empa, Abt. Holz, Überlandstrasse 129,
8600 Dübendorf,
Tel. Sekretariat: 01 823 43 15; Fax 01 823 40 07