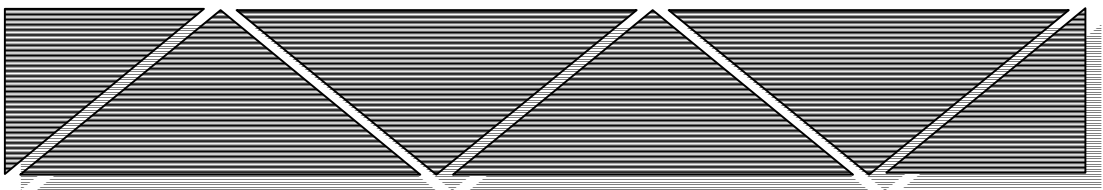
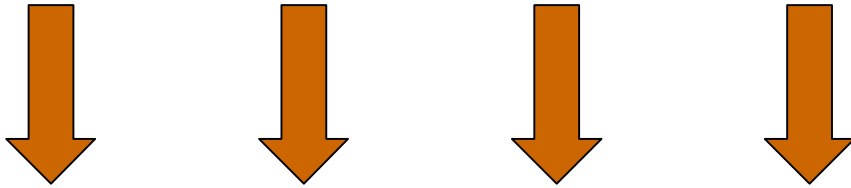
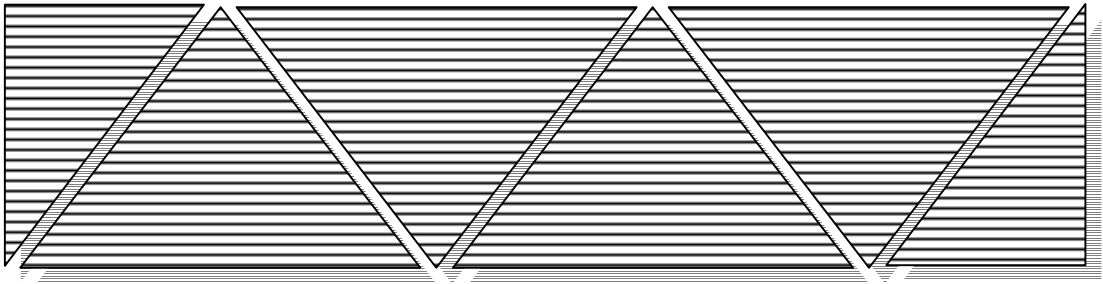


Komprimierung von Weisstannen-Starkholz



Schlussbericht

Projekt Nr.: 2004.17

Eingereicht durch:

Firma Wüthrich, Sägerei u. Holzhandlung, Aeschau
Hermann Blumer, Création Holz, Herisau
Prof. Dr. Peter Niemz, ETH Zürich, Institut für Baustoffe
Walter Koch, Nanosys, Wolfhalden

Inhalt

1	Projekt-Kurzbeschreibung	1
2	Projektteam	2
3	Zusammenstellung der ausgeführten Arbeiten	2
1.	Verdichten der Platten	2
2.	Eigenschaften des verdichteten Holzes	2
3.	Imprägnierung mit Nano-Perl (118FAG).....	2
4.	Schlussfolgerungen	2
4	Anwendungen (Folgerungen aus Erkenntnissen)	3
5	Weiteres Vorgehen	4
6	Publikationen	4

1 Projekt-Kurzbeschreibung

Das Verdichten von zu Platten verleimten Dreiecksbalken hat zum Ziel, einen Holzwerkstoff herzustellen, welcher im Vergleich zu Massivholz und Holzwerkstoffen vorab im Bereich der mechanischen Eigenschaften neue Anwendungsgebiete eröffnet. Die Verwendung der Dreiecksbalken mit konsequent liegenden Jahrringen ist die Grundlage für das Gelingen des Pressvorganges. Mit Wärme und Druck wird das Frühholz in den Platten verdichtet, wobei dank der Homogenität der Jahrringgeometrie die Holzstruktur bestehen bleibt.

Der Prozess des Verdichtens ist durch die Erwärmung und die dabei eintretende Erweichung des Holzes mittels relativ geringem Kraftaufwand zu bewerkstelligen. Die an der ETHZ wissenschaftlich ermittelten Eigenschaften der Versuchskörper bestätigen die bei Projektbeginn gestellten Thesen. Der neue Holzwerkstoff weist ein E-Modul von über $24'200 \text{ N/mm}^2$ aus, was einer Verdoppelung gegenüber unverdichtetem Massivholz entspricht. Eine bemerkenswerte Steigerung kann ebenfalls in der Druckfestigkeit quer zur Faser verzeichnet werden (Faktor 3.5). Ferner wird durch den Verdichtungs Vorgang die Brinellhärte um das 2.5-fache erhöht und liegt somit über den Werten von Hartholz.

Es gilt jedoch auch nicht ausser Betracht zu lassen, dass ein lang andauernder, humider Einfluss zu vermeiden ist. Trotz Hydrophobierung auf Nanobasis tritt infolge Wasseraufnahme des Holzes der „Memory-Effekt“ (Rückinnerungsvermögen) auf und führt zur Volumenzunahme.

Die möglichen Anwendungsgebiete sind mannigfaltig und eröffnen dem Holzwerkstoff neue Verwendungszwecke. Aufgrund der vorliegenden positiven Ergebnisse beabsichtigen die beteiligten Experten, die Thematik des Verdichtens von Dreiecksbalken weiterzuverfolgen und potenzielle Anwendungsgebiete zu konkretisieren.

2 Projektteam

Projektleitung, Dreieckseinschnitt	Firma Wüthrich, Sägerei u. Holzhandlung, Aeschau - Hans-Peter Wüthrich - Simon Wüthrich
Plattenherstellung	Firma Wälti Holzbau AG - Albrecht Wälti - Bernhard Wälti
Verdichtungsprozess	Deutsche Holzveredelung, D-Kirchhundem - M. Schmeing
Hydrophobierung	Nanosys, Wolfhalden - Walter Koch
Grundlagenzuarbeitung	Holzphysik, Institut für Baustoffe, ETH Zürich - Prof. Dr. Peter Niemz - F. J. Beaud, F. Bächle, M. Howald
Prozesscoaching	Création Holz, Herisau - Hermann Blumer

3 Zusammenstellung der ausgeführten Arbeiten

Gemäss Abschlussbericht „Projekt verdichtetes Holz“,
Int. Bericht ETHZ-IfB Nr. 34; Komprimierung Starkholz

- 1. *Verdichten der Platten***
- 2. *Eigenschaften des verdichteten Holzes***
 - a. Gebiete
 - b. Methoden
 - c. Beurteilung der Ergebnisse
- 3. *Imprägnierung mit Nano-Perl (118FAG)***
- 4. *Schlussfolgerungen***

4 Anwendungen (Folgerungen aus Erkenntnissen)

5 Eigenschaft hohe Wärmespeicherkapazität

Beschreibung

Die einströmende Wärme in eine Wand wird um so leichter weitergereicht, je grösser die Wärmeleitfähigkeit λ ist, die einströmende Wärme bleibt aber umso mehr eingelagert je grösser das Speichervermögen $c \cdot \rho$ ist. λ verschlechtert sich beim Verdichten nur ganz wenig, hingegen nimmt die Rohdichte um das Doppelte zu. Aus der Vorlesung von Prof. Bruno Keller

Die Temperaturleitfähigkeit $a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}$ $[a] = \frac{m^2}{s}$

Das Wärmeeindringvermögen $b = \sqrt{\lambda \cdot c \cdot \rho}$ $[b] = \frac{J}{m^2 \cdot K \cdot s^2}$

Material	$c \cdot \rho$ [kJ / m ³ · K]	λ [W / m · K]	a [m ² / s]	b [kJ / m ² · K · s ^{1/2}]
Holz	1008	0,14	$14 \cdot 10^{-6}$	0,380
Stahlbeton	2640	1,80	$68 \cdot 10^{-6}$	2,200
Polystyrol	24	0,04	$167 \cdot 10^{-6}$	0,032

Einsatzmöglichkeiten



Absorber und Speicher in lichtaktiven Fassaden



Schutzhüllenteile wie Läden und Wände mit Wirkung gegen Überhitzung mit Anstrich

4 Eigenschaft höhere Brinellhärte radial und tangential

Beschreibung

Ein Werkstoff, der hart ist und sich trotzdem warm anfühlt ist im Bauwesen kaum bekannt. Deshalb ist die stark gesteigerte Brinellhärte sehr wertvoll

Anwendungen



Ummantelungen von Stützen, Wandoberflächen als Anprallschutz



Bodenbeläge aller Art wie Landhausdielen, Parkette etc.



Designermöbel

Treppenstufen

1 Eigenschaft höhere Steifigkeit in Faserrichtung

Beschreibung

Das nach dem Prinzip des Keileinschnittes verdichtete Fichten- und Tannenholz erreicht bei der Reduktion auf den halben Querschnitt eine doppelte Steifigkeit mit einem Biege-Elastizitätsmodul von 24'000 N/mm². Damit werden Biegesysteme und auf Knicken bemessene Drucksysteme schlanker und erreichen Abmessungen wie Betonkonstruktionen.

Leistungssteigerung der Systeme

- Stützen mit doppelter Knicklast
- Biegebalken, Bohlendecken und Kastenträger mit halber Durchbiegung
- Einsatz als Deckschicht bei Dreischichtplatten, Mehrschichtplatten und Brettspertholz
- Sägefurniere für Sperrholz
- Posten-Riegel für Glasfassaden und Wintergarten

2 Eigenschaft höhere Biege-, Zug- und Druckfestigkeit in Faserrichtung

Beschreibung

Das nach dem Prinzip des Keileinschnittes verdichtete Fichten- und Tannenholz kann auf Biegung, Zug und Druck höher beansprucht werden. Grundsätzlich können bei der Halbierung des Querschnittes nach der Verdichtung die Spannungen um mind. 75% höher angesetzt werden.

Produkte

- Stützbogen für Brücken
- Stützen in Untergeschossen für Hochhäuser
- Stützen unter Betondecken



- Fachwerkstäbe mit reduziertem Querschnitt
- Verstärkungen innerhalb von Fachwerkgurten
- Hohlkastenträger, Rohrstützen etc.
- Verstärkte Zug- und Druck-Zonen in BSH-Biegebalken
- Unterzüge mit hohen Lasten und grossen Spannweiten
- Auswehlungen in Balkenlagen oder Sparrendächern
- Zugbänder bei unterspannten Konstruktionen
- Verstärkung der Lochleibung für Bolzen



- Holzbetonverbund über Kontaktflächen
- Leitplanken
- Achterbahnen

3 Eigenschaft höhere Drucksteifigkeit radial und tangential

Beschreibung

Die mehrfache Verbesserung der Querdrukfestigkeit vermindert einen erheblichen Nachteil von Fichten- und Tannenholz. Auflager quer zur Faserrichtung können mit weniger Auflagerflächen ausgeführt werden.

Einsatzarten

- Auflagerverstärkungen besonders für den mehrgeschossigen Wohnungsbau
- Schwellen im Riegelbau
- Rollbahnen für Skater, Radfahrer, Bowling
- Brückenbeläge (überdacht)
- Auflagerflächen für Punktlasten
- Kugelnknoten analog Mero
- Knotenverstärkungen für Schraubverbindungen und eingeleimte Gewindestangen

5 Weiteres Vorgehen

Aufgrund der vorliegenden, überraschenden Erkenntnisse hat das Projektteam beschlossen, in einem weiteren Schritt eine Arbeitsgruppe einzusetzen. In dieser werden qualifizierte Vertreter von Holzbauunternehmungen, Leimwerken, Möbelfabrikanten und Holzwerkstoffproduzenten mögliche Umsetzungsvorschläge in klar definierten Bereichen ausarbeiten. Neben Fragen der technischen Machbarkeit wird es in erster Linie darum gehen, die wirtschaftlichen Aspekte der Produktpalette zu untersuchen. Wir setzen den Zeithorizont für verbindliche Aussagen auf Mitte 2007 und schliessen gegebenenfalls weitere Grundlagenforschungen nicht aus.

6 Publikationen

- Baud F. J., Vortrag „*Komprimierung von Starkholz*“, 30.05.2006, ETHZ