

Was Holz alles kann! Aktuelle Entwicklungen im Ingenieurholzbau.

17. Burgenländischer Forsttag

Kulturzentrum Güssing | 17. Oktober 2018

Reinhard Brandner

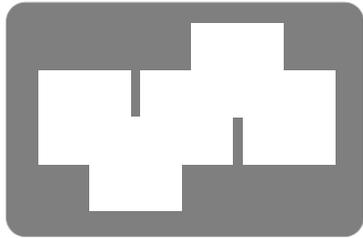
Technische Universität Graz, Institut für Holzbau und Holztechnologie

Inhaltsüberblick

- TU Graz | Institut für Holzbau & Holztechnologie
- **Holzbau – Renaissance in der Stadt**
Brettsperrholz als die Fläche im Holzbau
- **Laubholz im Baubereich**
Herausforderungen, Potentiale & Lösungen

TU Graz

Institut für Holzbau & Holztechnologie



Technische Universität Graz

7 Fakultäten | 13.800 Studierende | 3.300 MitarbeiterInnen (2017)
Budget: € 236 Mio. (1/3 Drittmittelbudget)

Fakultät für Bauingenieurwissenschaften

15 Institute | rd. 1.500 Studierende (2017)

Institut für Holzbau und Holztechnologie

1991 Lehrstuhl für Holzbau

10 | 2004 Institut für Holzbau und Holztechnologie

wiss. MA **8,5 VZÄ** | Drittmittel: € 275.000 (2017)



Kompetenzzentrum holz.bau forschungs gmbh

12 | 2002 Gründung

01 | 2013 Start 3. Langzeit-Forschungsprogramm: 4 Jahre
COMET-Projekt "**focus_sts**"

wiss. MA **7,3 VZÄ** | Budget: € 480.000 (2017)

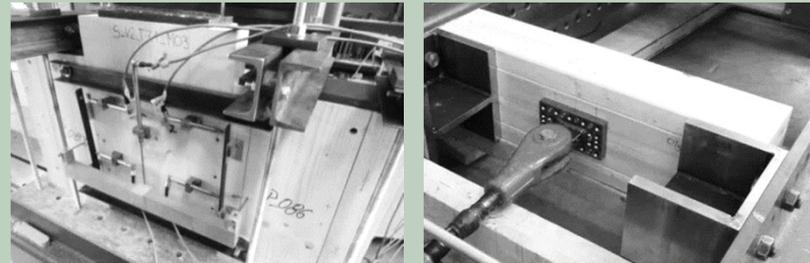


F&E Themenfelder im Bereich Holzbau und Holztechnologie | TU Graz

Stab- und flächige Holzbaukonstruktionen



Innovative und intelligente Anschlusslösungen / -systeme



Leichtbau und hybride Hartholzanwendungen



Analyse und Instandsetzung historischer Holzbauwerke



Holzbau – Renaissance in der Stadt

Brettsperrholz als die Fläche im Holzbau

Holzbauentwicklungen der letzten 20-30 Jahre

Holzbauprodukte

- verstärkter Einsatz **geklebter Produkte** (KVH, BSH, BSP, LVL, ...)
- Entwicklung & Etablierung **Brettsperrholz (BSP)** als, großformatiges, flächiges Bauprodukt

Verbindungstechnik

- selbstbohrende **Schrauben** für primär axiale Beanspruchung
- **Systemverbinder** (Sherpa, HVP, X-RAD, ...)
- **geklebte Anschlüsse** (Gewindestangen, Muffen, Bleche, ...)

Holzindustrie

- **Produktdiversifizierung** & auftragsbezogener Abbund
- Aufbau **F&E-Abteilungen** u. Ingenieurbüros

Holzbau – Renaissance in der Stadt: WARUM?

- kurze Bauzeiten durch hohe Vorfertigung
- gute Planbarkeit & hohe Präzision
- trocken, leise & allg. geringe Emissionen
- geringe Eigenmasse
VT: Hebewerkzeug, Aufstockung, Fundamentierung, ...
- einfacher Ausbau für nachrangige Gewerke (z.B. Befestigungen, ...)
- hohe Wohnqualität
- nachhaltig & CO₂ speichernd
- ...

→ wesentlich beeinflusst durch Brettsperrholz (BSP)

Brettsper Holz (BSP) – kurze Einführung

- **flächiges Holzbauprodukt** mit orthogonalem, sym. Aufbau
→ Länge bis 20 m | Breite bis 3,5 m | Stärke bis 500 mm
- **2D & 1D Produkt**, verwendbar als Platte, Scheibe & Stab
→ üblich: **großformatige Wand- & Deckenelemente**
→ zudem: BSP als Träger



Woodtek HQ | Taichung_Taiwan | KLH



Mine Room | Leoben_Austria | KLH

Brettsper Holz (BSP) ...

- **Produkt des Holzmassivbaus ...**

- lastabtragend & aussteifend
- dimensionsstabil in der Ebene
- Aufbau auf Einsatz optimierbar, auch BSP-Verbundbauteile

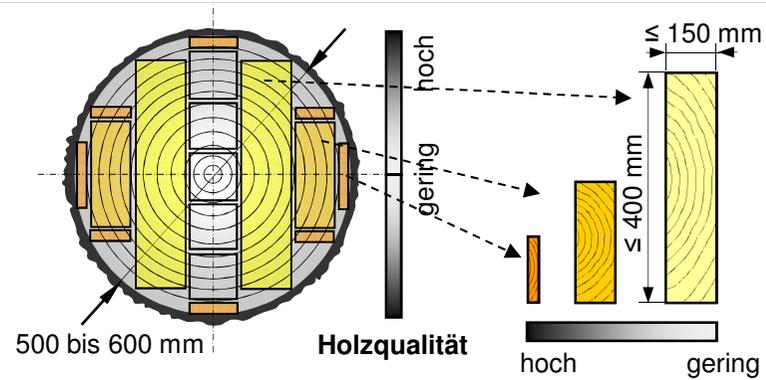
- **im Vergleich zum Holzleichtbau ...**

- klare Trennung zwischen lastabtragender, isolierender Ebene & Installationsebene
- Bauphysik: Luftdurchlässigkeit, Speichermasse (Feuchte, Temp.)
- unabhängig von Rastermaßen (z.B. Fenster, Türen, Schrankaufhängung)

→ **Konkurrent mineralischer Baustoffe**

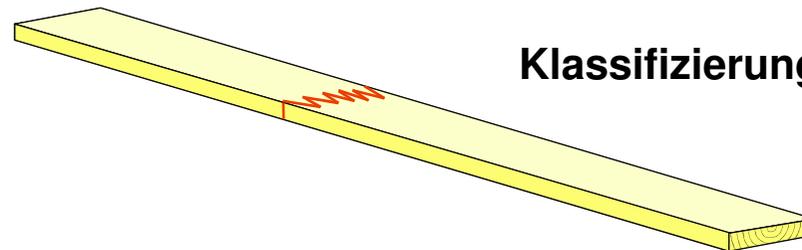
BSP Produktion: Arbeitsschritte

STEP I
Bloch



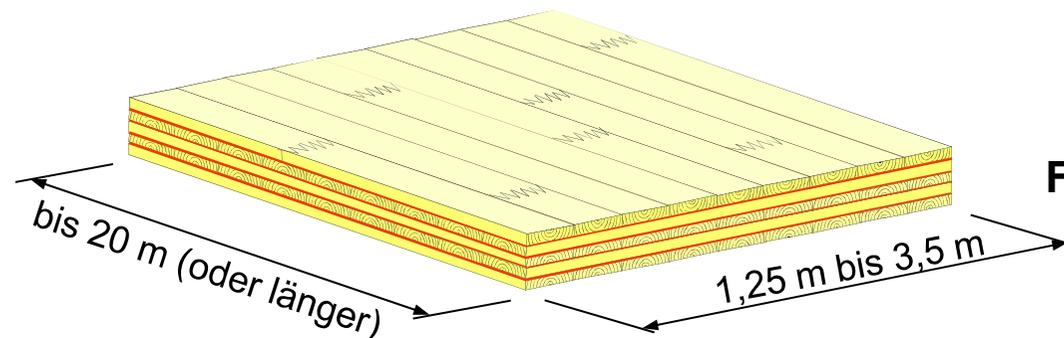
Einschnitt

STEP II+III
Brett / Lamelle



**Klassifizierung / Sortierung / Kappung /
Keilzinkung**

STEP IV
Brettsperrholz
(BSP)



Flächenverklebung

BSP – neue Möglichkeiten im Holzbau

Wohnbühne am Hang

- Punkt- & Linienstützungen
- 2D Tragwirkung



BSP – neue Möglichkeiten im Holzbau

Studentenheim Hamburg – WOODIE

- Modulbauweise
- 371 Wohneinheiten
- Bauzeit 11 Monate
- Montage von bis zu 74 Modulen / Woche



BSP – neue Möglichkeiten im Holzbau

Hochhäuser aus Holz

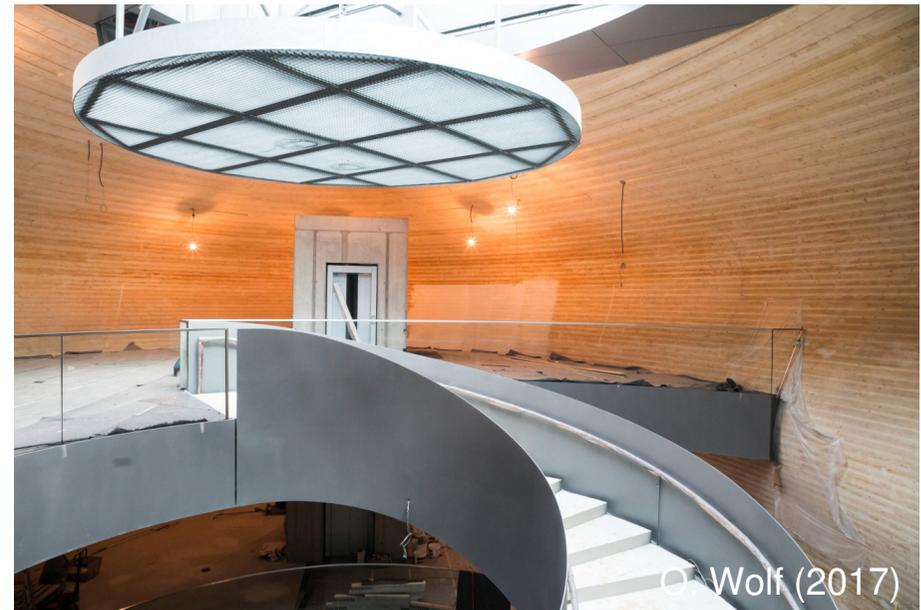
weltweit bereits mehr als 20 Holzgebäude mit ≥ 8 Geschoße



BSP – neue Möglichkeiten im Holzbau

Museum „Haus des Brotes“

Freiformflächen in BSP



Conclusio

Brettsperrholz (BSP) : die FLÄCHE im Holzbau !

- vielseitig einsetzbares Bauprodukt
- neue Zugänge & Konstruktionsmöglichkeiten im Holzbau
- Konkurrenz für mineralische Baustoffe

ABER ...

- BSP ist ein Bauprodukt, KEIN Bausystem !
- etablierte Prozesse, Produkte & Details im mehrgeschossigen Hochbau sind auf das Bauen mit Holz anzupassen ! (FEUCHTE !)

Laubholz im Baubereich

Herausforderungen, Potentiale & Lösungen

Laubholz im Baubereich – WARUM ?

- 97% der weltweit rd. 25-30 Tsd. Holzarten sind Laubhölzer (Wagenführ 2000)
- weltweit rd. 80% des nicht energetisch verwendeten Holzes für Baubereich (Konstruktion & Innenausbau) (Ramage et al. 2017)
- Laubholzvorrat in heimischen Wäldern steigt; Nutzung gering; Einsatz im Bauwesen praktisch nicht wahrnehmbar

Verwendung LH: Herausforderungen

RH-Qualität

- gute Qualitäten zumeist für Möbel- & Innenausbau
- Produktion von Lamellen für BU-BSH unwirtschaftlich (Torno 2012)
- ➔ ZIEL: Maximierung der Ausbeute in Menge & Qualität

Festigkeitssortierung

- hohe Artenvielfalt → differente Eigenschaftsprofile
→ andere indikative Parameter als bei NH (FI)
- ➔ ZIELE: Festigkeitsklassen für Holzartengruppen;
verwendungsorientierte & erfordernisoptimierte Sortierung

Verwendung LH: Herausforderungen

Be- & Verarbeitung

- Prozesse (Einschnitt, Trocknung, Verklebung, Überwachung, etc.) optimiert für NH → fehlende Erfahrung, Methoden, Produkte
- ➔ ZIELE: Fokussierung auf wenige LH-Arten mit hohem mech. Potential & Verfügbarkeit; Adaptierung bestehender und Entwicklung neuer Produkte & Prozesse

Verbindungstechnik

- hohe Kapazität von LH am Anschluss nicht umsetzbar
- ➔ ZIEL: Adaptierung bestehender & Entwicklung neuer Anslussttechnologie

übergeordnete ZIELE

Rohstoffnutzung bedingt Betrachtung & Adaptierung der gesamten Wertschöpfungskette !

hohe Zuverlässigkeit in Bauprodukt-Kenngrößen ist zu gewährleisten, ein hoher Nutzungsgrad der mech. Kenngrößen anzustreben !

Grundmaterial – Einfluss ZERLEGUNGSGRAD



Zerlegungsgrad



(+) Homogenisierung

(-) Aufwand

(+) Ausbeute

(-) Reduktion mech. Kenngrößen

(+) Flexibilität

Zerlegungsgrad SCHNITTHOLZ



- geringer Zerlegungsgrad
- industriell herstellbar | mittlere Ausbeute
- Anordnung unidirektional (→ Stab) o. orthogonal (→ Fläche)

BSH aus Laubholz – Benchmark mit BSH-Fichte

→ Kenngrößen LH-BSH um rd. **1,5 bis 2,0 höher** als in NH-BSH !

1	2 ¹	3 ²	4 ³	5 ⁴	6	7	8
	GL24k	BU, ES, EI, ROB	Buche	Birke	3 / 2	4 / 2	5 / 2
f_{m,k} [MPa]	24	40; 48	28 – 48 (32)	32	1,7; 2,0	1,2 – 2,0 (1,3)	1,3
f_{t,0,k} [MPa]	17	30; 33	21	26	1,8; 1,9	1,2	1,5
f_{c,0,k} [MPa]	21,5	33; 38	25	32	1,5; 1,8	1,2	1,5
f_{c,90,k} [MPa]	2,5	6,8; 7,5	8,4	4,5	2,7; 3,0	3,4	1,8
E_{0,mean} [GPa]	11	14; 15	13,5 – 15,1 (13,5)	15	1,3; 1,4	1,2 – 1,4	1,4
ρ_k [kg/m³]	385	(720*)	650	600	1,9	1,7	1,6

¹ EN14080 (2013) | ² n'H Lungern | ³ Z-9.1-679 | ⁴ Hasslacher | * Hübner (2013)

LH-BSH: Beispiel für gezielten Einsatz

Parkgarage Innerarosa | n'H Lungern / CH

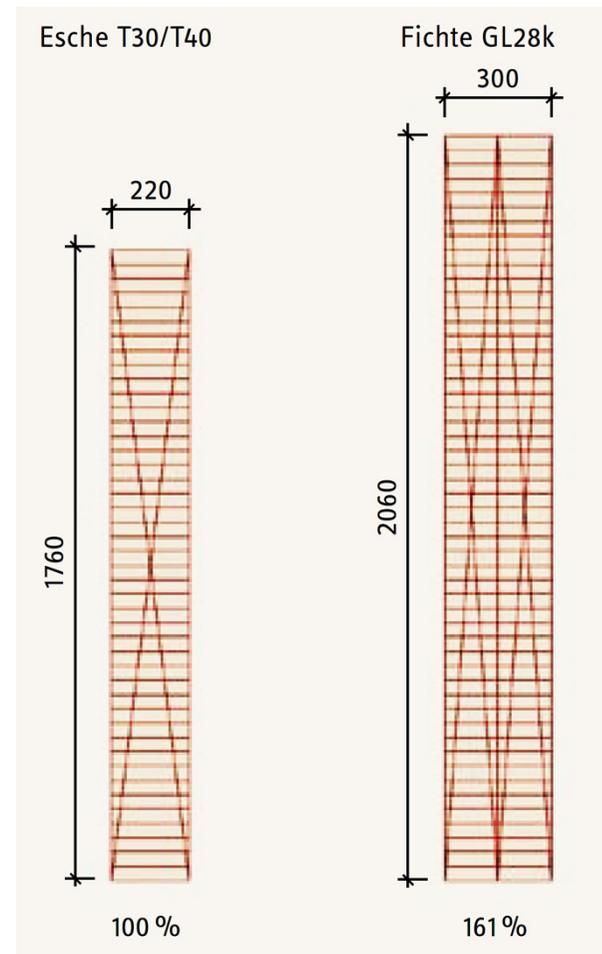
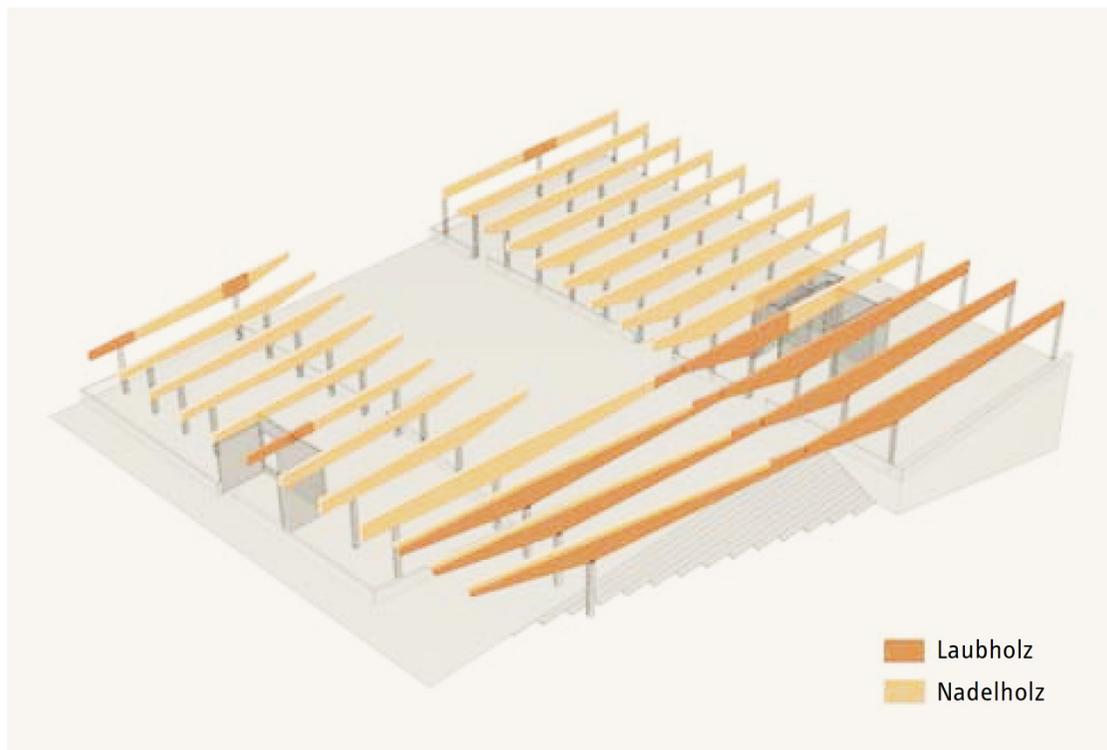


LH-BSH: Beispiel für gezielten Einsatz

Parkgarage Innerarosa | n'H Lungern / CH

GL48 in hochbeanspruchten Bereichen

- große Spannweiten & Anschlussbereiche
- Einsparung an Volumen & Produktionsaufwand



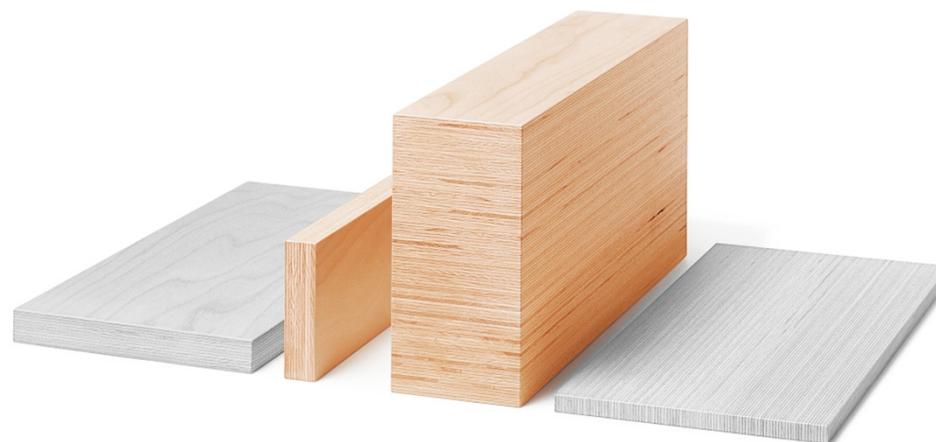
Zerlegungsgrad FURNIER



- etwas geringere Kenngrößen als beim Brett
- industriell herstellbar | hohe Ausbeute | red. innere Spannungen
- schichtweiser Produktaufbau
 - hohe Flexibilität (hohe Anzahl an Schichten) & 3D Formbarkeit

LVL aus Laubholz – BauBuche GL70 (Fa. Pollmeier)

- Furnierschichtholz
- BU-Starkfurnier; verdichtet
- einsetzbar als Stab & Fläche



	BSH GL24h	BauBuche GL70	Zugewinn
$f_{m,k}$ [MPa]	24	70	+191%
$f_{t,0,k}$ [MPa]	19,2	55	+186%
$f_{c,0,k}$ [MPa]	24	58,4	+143%
$f_{c,90,k}$ [MPa]	2,5	10	+300%
$E_{0,mean}$ [GPa]	11,5	16,7	+45%
ρ_k [kg/m ³]	385	680	+77%

BauBuche GL70 – Produktionshalle

Vergleich mit GL24h

→ 40% Materialersparnis & 10% geringere Materialkosten



www.pollmeier.com

UHPP – Ultra High Performance Plywood

→ neue Leichtbauprofile aus FURNIER-Formprofilen

Konzeptstudien (Diss. Grabner)

I-Profil

- Holzart **Birke**



- Einsatz
Dach- & Deckenelemente,
Verbund-QS

Trapez-Profil

- Holzart **Buche**

- Einsatz
Dach- & Deckenelemente, Verbund-QS



Conclusio

(Hart)Laubholz : ROHSTOFF mit hohem Potential !

- Fokus auf wenige LH-Arten mit hohem mech. Potential & ausreichender Verfügbarkeit
- Substitution von bzw. Kombination mit brettbasierten NH-Produkten z.T. wirtschaftlich herausfordernd
- **Einbindung LH bedingt Adaptierung ges. Wertschöpfungskette**

Zerlegungsgrad FURNIER

- industrieller Prozess; hohe Ausbeute
- hoher Homogenisierungsgrad & hohes mech. Potential
- breite Anwendungsmöglichkeiten (Formbarkeit)
- **UHPP : neue Möglichkeiten aus Furnieren für Holz-Leichtbau**

FFG BRIDGE 1 Projekt **hardwood_SCREWS**

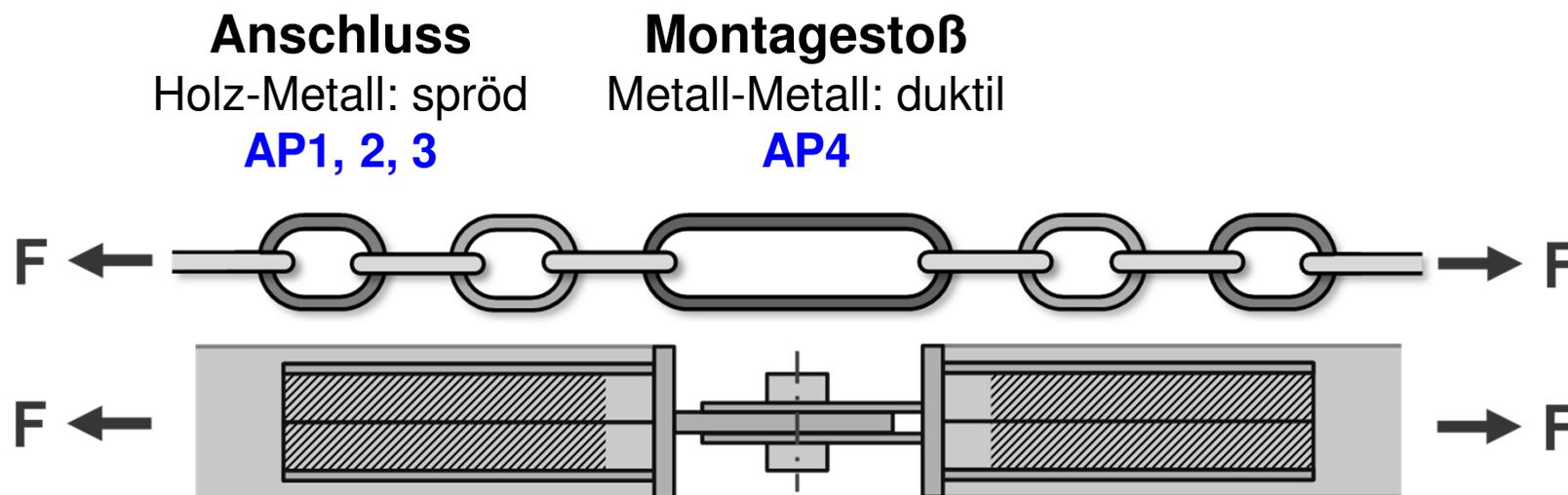
Geschraubte Anbindungen für hochleistungsfähige Bauprodukte aus Hartlaubhölzern (10/2015 – 06/2018)

Arbeitspakete

- AP1 Entwicklung Hartlaubholzschraube
- AP2 Schraubengruppe Hirnholz
- AP3 Entwicklung Rohrverbinder
- AP4 Analyse Montagestoßlösungen

Konsortium

- TU Graz, Inst. f. Holzbau & -techn.
- Schmid Schrauben Hainfeld GmbH
- Pollmeier Furnierwerkstoffe GmbH
- LK Land- u. Forstwirtschaft Stmk.



hardwood_SCREWS – Einzelschraube

Entwicklung einer Hartlaubholzschraube: RAPID® hardwood

(Fa. Schmid Schrauben Hainfeld GmbH)

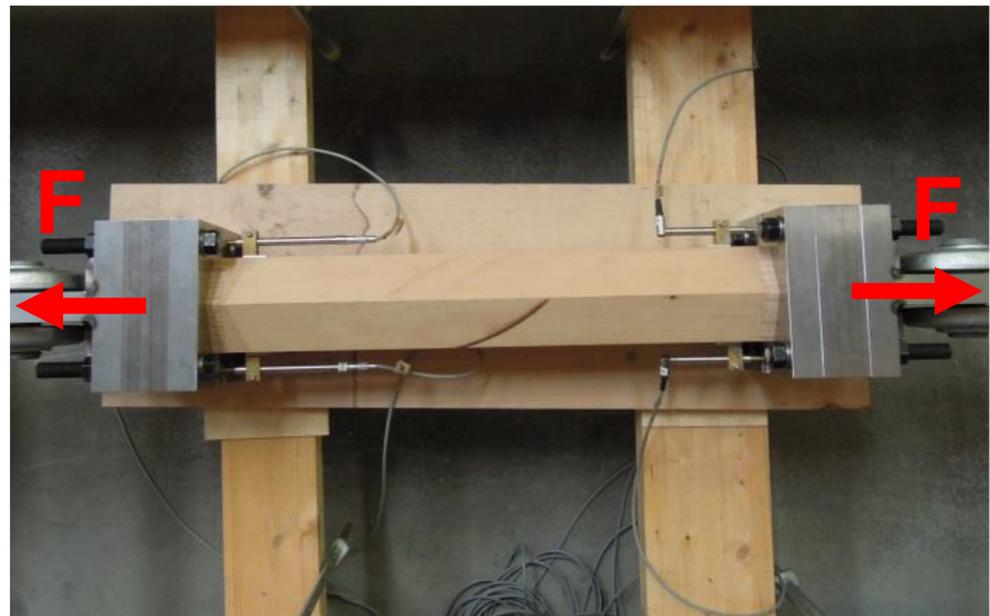
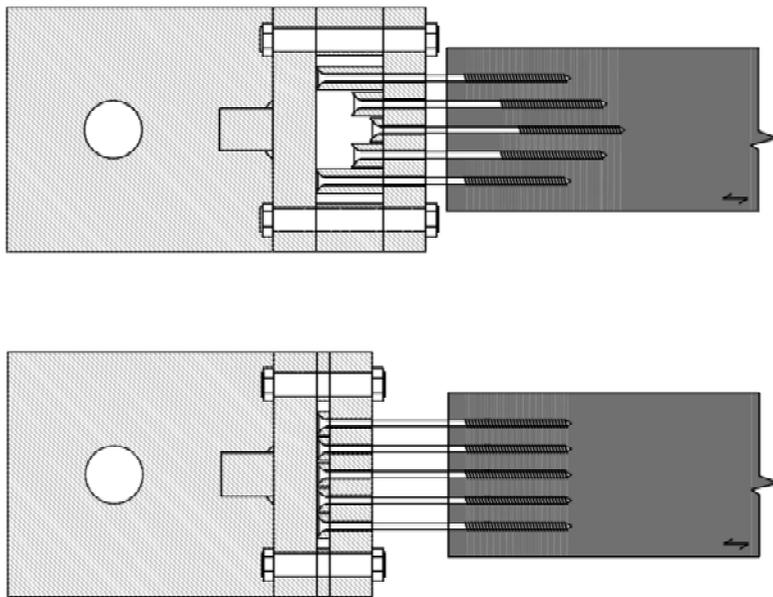
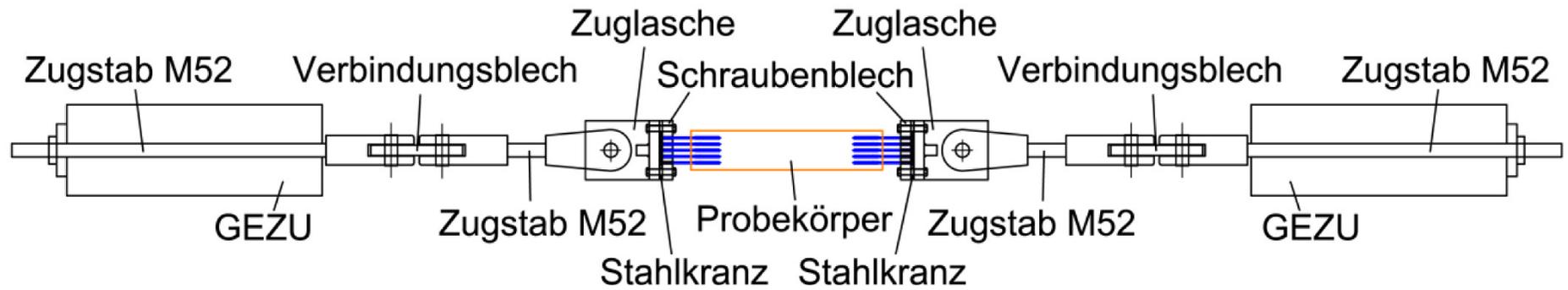
- Applikation ohne Vorbohren in Hartlaubholz(produkten)
- +52% höherer Eindrehwiderstand
- +36% Stahlzugfestigkeit
- Einsatz in Hart- & Weichholz



neues generisches Bemessungsmodell für Ausziehfestigkeit

- für harmonisierte Bewertung von Nadel- & Laubholz(produkten)

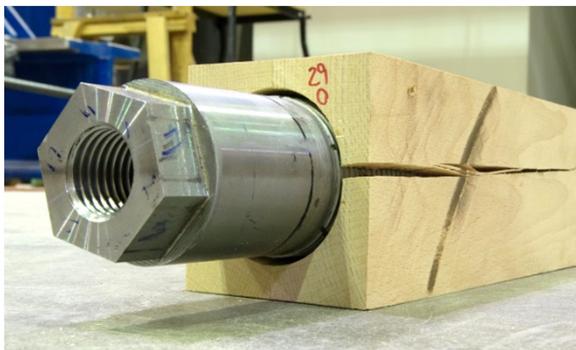
hardwood_SCREWS – Schraubengruppe



hardwood_SCREWS – Rohrverbinder

Entwicklung eines innovativen, geschraubten Rohrverbinders

- Leistungsbereich in Hartlaubholz mehrere 100 kN
- Einsatz: Hirnholzanschluss
- Fokus: aufgelöste Tragwerke (z.B. Fachwerke)



Conclusio

neue Lösungen für leistungsfähige Verschraubungen in LH

- **Hartlaubholzschraube**: +36% Leistungssteigerung axial
- **Schraubengruppe – Hirnholz**: erste Versuche getätigt; Potential noch nicht ausgeschöpft (Aufspalten !)
- **Rohrverbinder** für Hirnholzanschluss: hohe Leistungsfähigkeit; weitere Optimierung & Potentialermittlung (+ Gruppe) erforderlich

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Ass.Prof. Dipl.-Ing.(FH) Dr.techn. Reinhard Brandner

Graz University of Technology | Institute of Timber Engineering and Wood Technology

Inffeldgasse 24/I | 8010 Graz

p: +43 316 873 4605 | f: +43 316 873 104605

reinhard.brandner@tugraz.at