
DAS FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR HOLZFORSCHUNG, WILHELM-KLAUDITZ-INSTITUT WKI

Dr. Dirk Berthold, Dr. Nina Ritter

»Neue Holzwerkstoffe für den Holzbau«
HolzBau-Innovationstage – Aktuelle Herausforderungen für Holzbauunternehmen
12. Oktober 2021



2017



1961

Partner der Industrie

Das **Fraunhofer WKI** ist die **Forschungseinrichtung**, in der die Komplexität **nachwachsender Rohstoffe** systematisch erfasst und in unterschiedlichsten **Facetten** und **Wechselwirkungen** bearbeitet wird.



Standorte des Fraunhofer WKI



WOLFSBURG

Fraunhofer-Projektzentrum

- Leichtbau im Automobil
- Kooperation mit Fraunhofer IFAM und IWU
- Open Hybrid LabFactory



BRAUNSCHWEIG

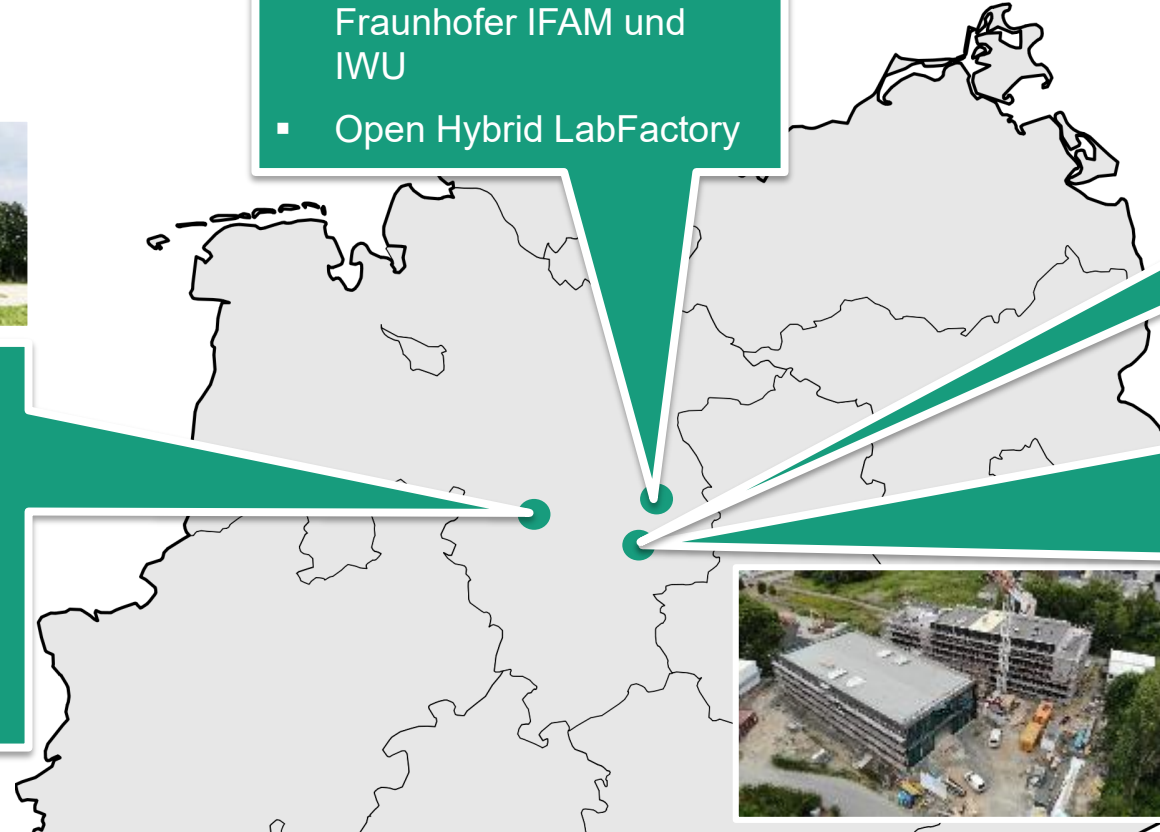
Hauptstandort seit 1946
am Querumer Forst



HANNOVER

Anwendungszentrum für
Holzfaserforschung HOFZET®

- (Bio-) Faserverbundwerkstoffe
- Kooperation mit IfBB der Hochschule Hannover



BRAUNSCHWEIG

Zentrum für leichte und
umweltgerechte Bauten
ZELUBA®

- Mehr Nachhaltigkeit im Bauwesen
- Kooperation mit der TU Braunschweig



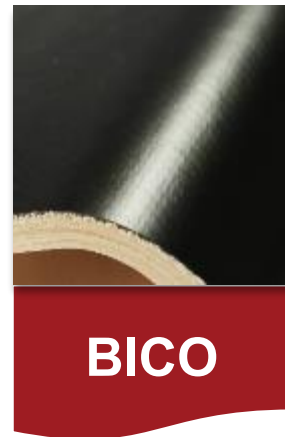
Fachbereiche des Fraunhofer WKI



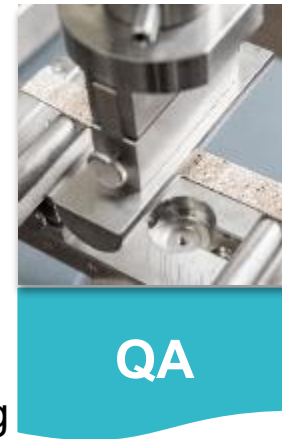
Holzwerkstoff- und Naturfaser-Technologien



Materialanalytik und Innenluftchemie



Bindemittel und Beschichtungen



Qualitätsprüfung und -bewertung



Zentrum für leichte und umweltgerechte Bauten ZELUBA®



Anwendungszentrum für Holzfas erforschung HOFZET®

Holzwerkstoff- und Naturfaser-Technologien

Dr. Dirk Berthold



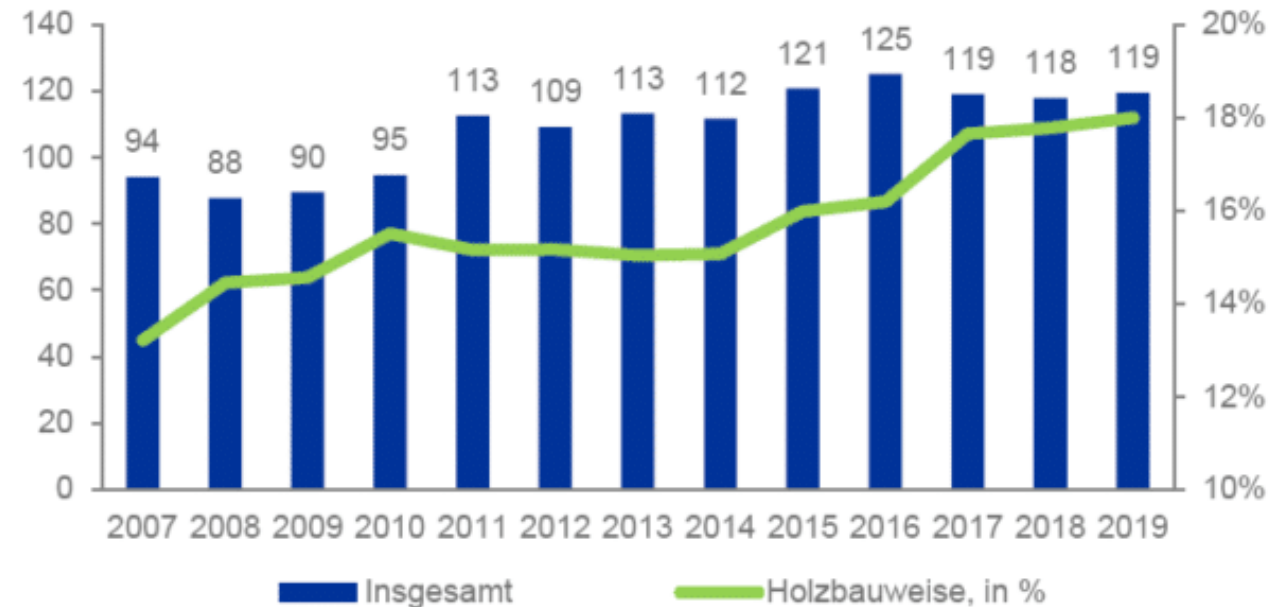
Forschungsschwerpunkte

- Verfahrenstechnik Holzwerkstoffe und alternative Rohstoffe
- Wood-Plastic-Composites (WPC)
- Neue (hybride) Werkstoffe
- Formaldehydfreie Holzwerkstoffverklebung
- Recycling von Altholz und WPC
- Messtechnik

Ausgangssituation

- Positive Entwicklungen im Wohnungsbau mit Holzbauweise (Neubauten, Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden)
- Anstieg v.a. bei Fertigbauteilen und Gebäuden in Holzbauweise
- Tektonik von klassischen Stabkonstruktionen (Holzfachwerk- oder Holzskelettkonstruktionen) hin zu flächigen Elementen verschoben
- Steigende Bedeutung von Nachhaltigkeit
- Kombination von Holzbauelementen mit mineralischen und metallischen Baustoffen → Optimierung der Anforderungen

Baugenehmigungen neuer Wohngebäude



Quelle: Statistisches Bundesamt

Ausgangssituation

Klimawandel

- Dürre, Sturmschäden und Schädlingsbefall
→ hohe Schadholzaufkommen
- Auswirkungen auf Rohstoffverfügbarkeit und -qualität
- Bisher wichtige Fichtenbestände sind besonders betroffen, aber zunehmend weisen auch Laubhölzer gravierende Schäden auf
- Holz: weiterhin Baustoff der Zukunft, daher Anpassung der bestehenden nadelholzbasieren Werkstoffe auf Anwendungen aus Laubholz



Quelle:ntv

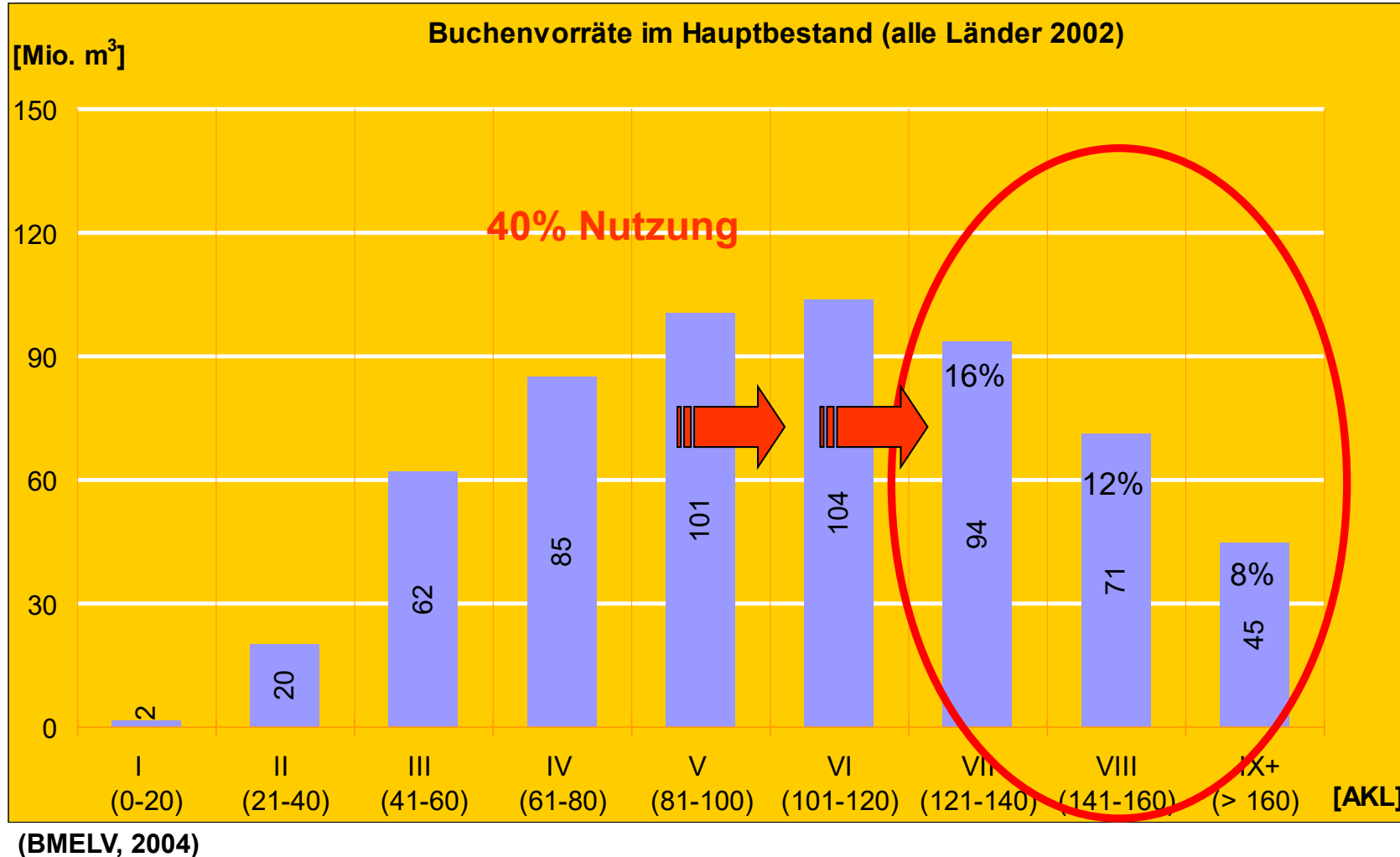
Klassische Holzwerkstoffe für den Baubereich



- Klassische Holzwerkstoffe bestehen vorwiegend aus Nadelholz
- Am Fraunhofer WKI werden in zahlreichen öffentlichen Projekten und auch direkten Industriekooperationen alternative Rohstoffe (Laubholz, Bambus, etc.) für die Herstellung von Holzwerkstoffen eingesetzt

Quelle: Informationsdienst Holz spezial April 2021 Baustoffe für den konstruktiven Holzbau

Ausgangssituation OSB und MDF aus alter bzw. "minderwertiger" Buche



OSB und MDF aus alter bzw. “minderwertiger” Buche

- Entwicklung stofflicher Nutzungsalternativen für qualitativ minderwertiges Buchenstammholz
- Herstellung von OSB aus unterschiedlich stark degradiertem Buchenholz
- rd. 120 Mio. m³ / 20% des Buchenvorrats in Beständen > 140 Jahre



Buche (168 jährig, RFö. Königslutter)



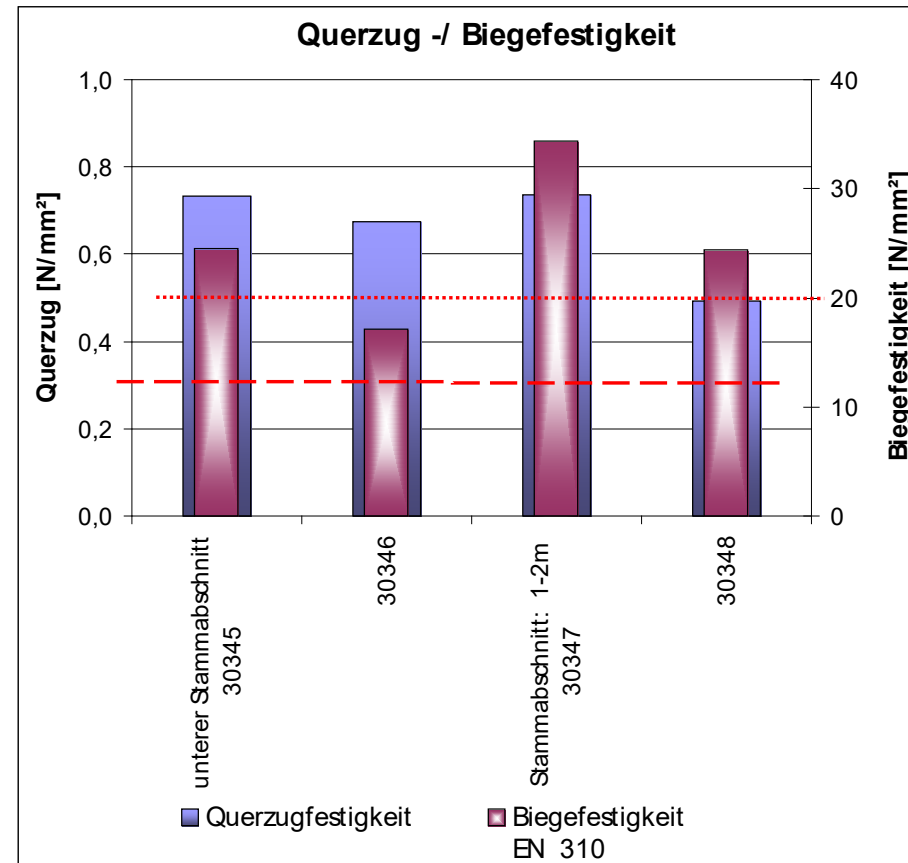
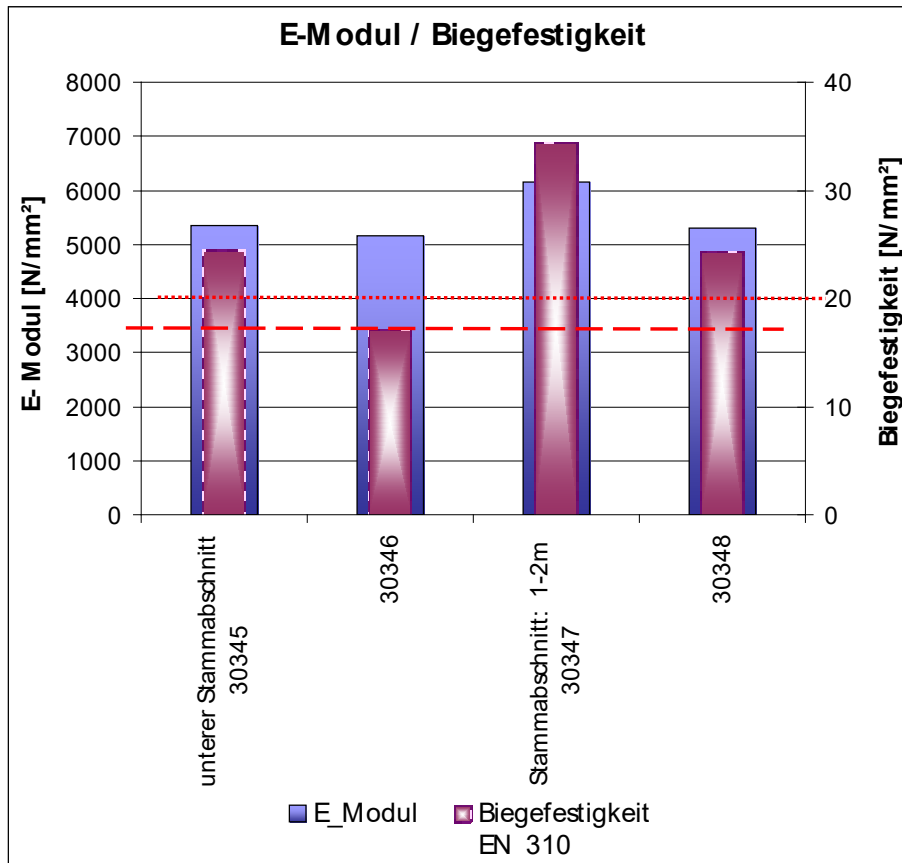
Starre Segmentierung (à 1 m)



Qualitative Sortierung der Segmente

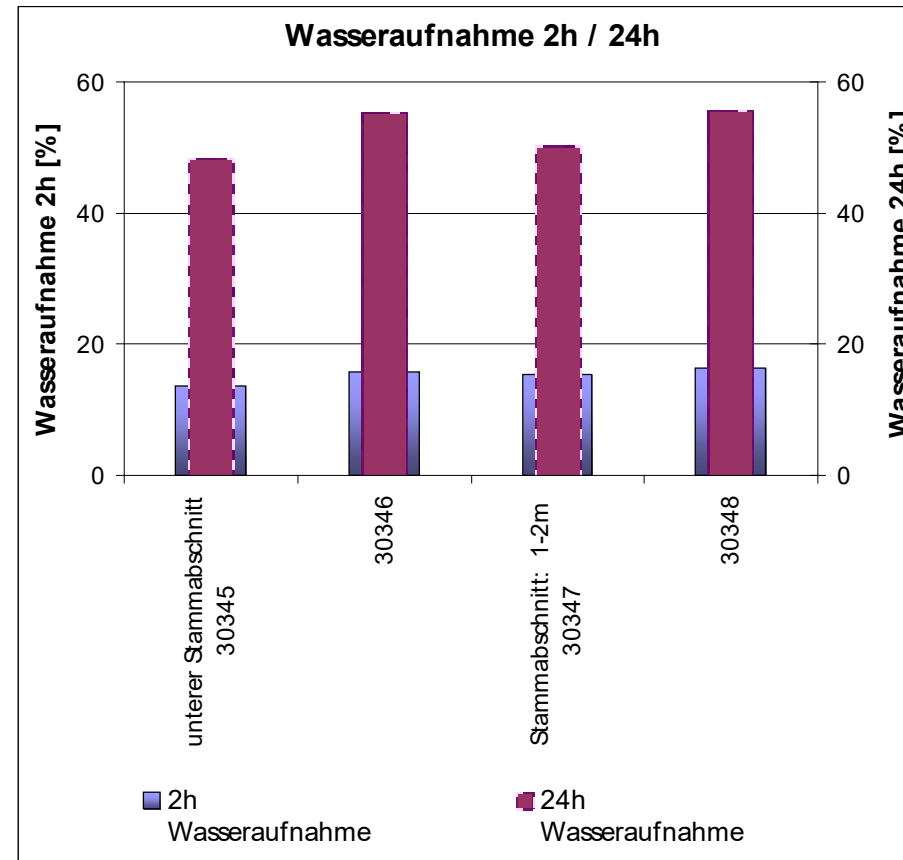
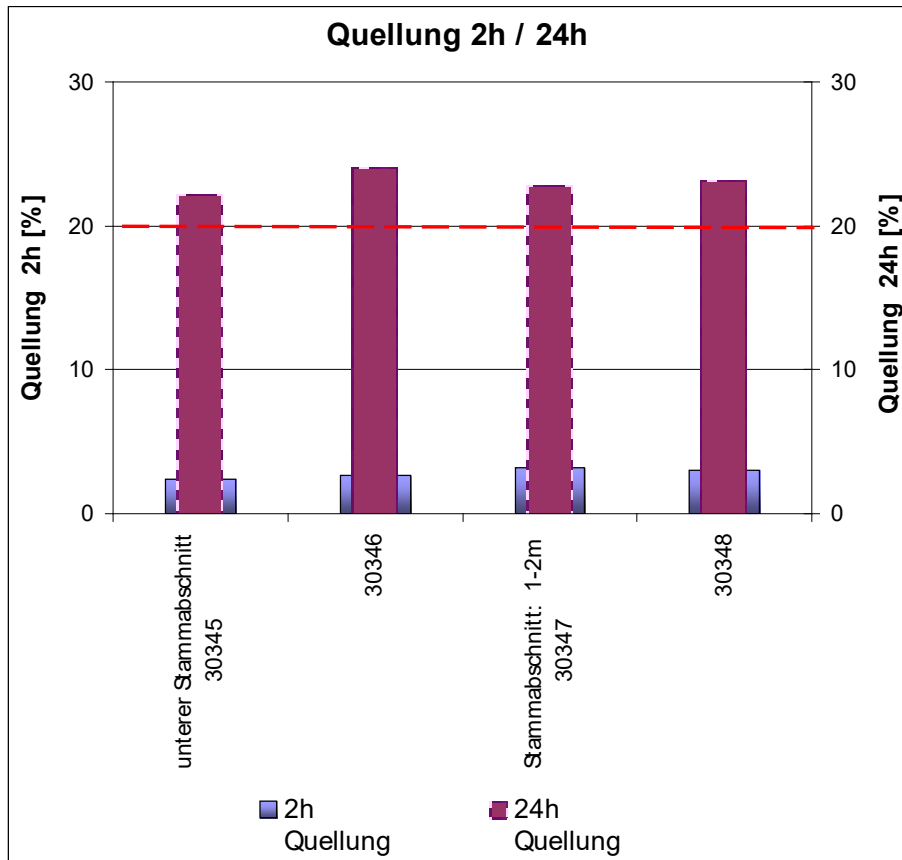
OSB aus alter Buche

Mechanische Eigenschaften (Ref.: DIN EN 300 / OSB 2)



OSB aus alter Buche

Mechanische Eigenschaften (Ref.: DIN EN 300 / OSB 2)



Extradichte Faserplatten aus minderwertiger Buche (EDF aus Buche)

■ EDF-Herstellung unter Variation von:

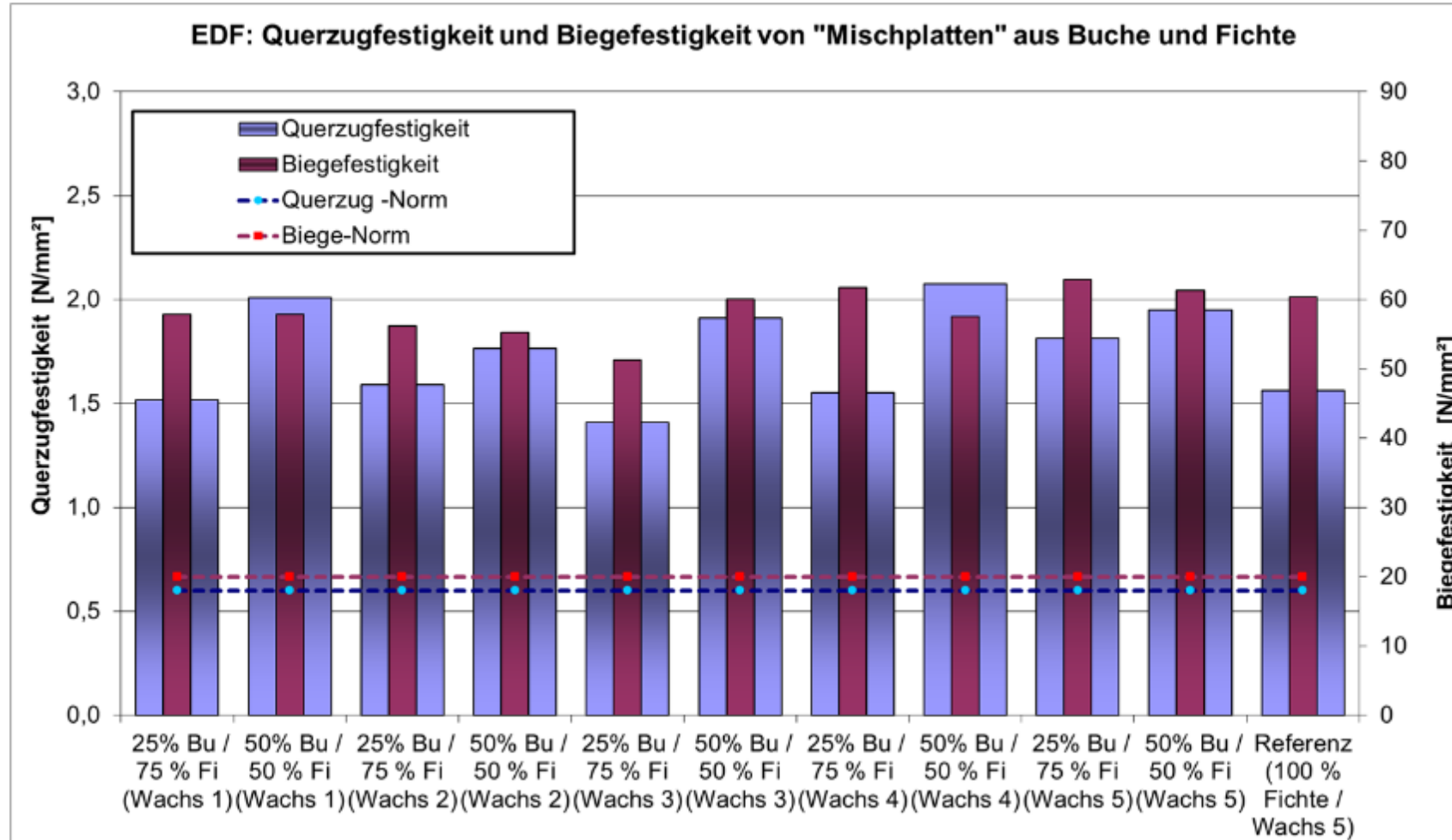
- Rohstofftyp (junge + alte Buche; ohne Rinde)
- Rohstoffmix (25 % Buche + 75 % Fichte bzw. 50 % Buche + 50 % Fichte)
- Zerfaserungsbedingungen (Druck, Temperatur, Verweilzeit)
- 0,5-1,0 % Hydrophobierung (Spezialwachse)
- Acetylierung (10 und 40 %)

■ Ergebnisse:

- Platten mit hoher Dichte (ρ 950 kg/m³) und guten mechanischen Eigenschaften (siehe Abbildungen)
- hygrische Eigenschaften gemäß Anforderungen

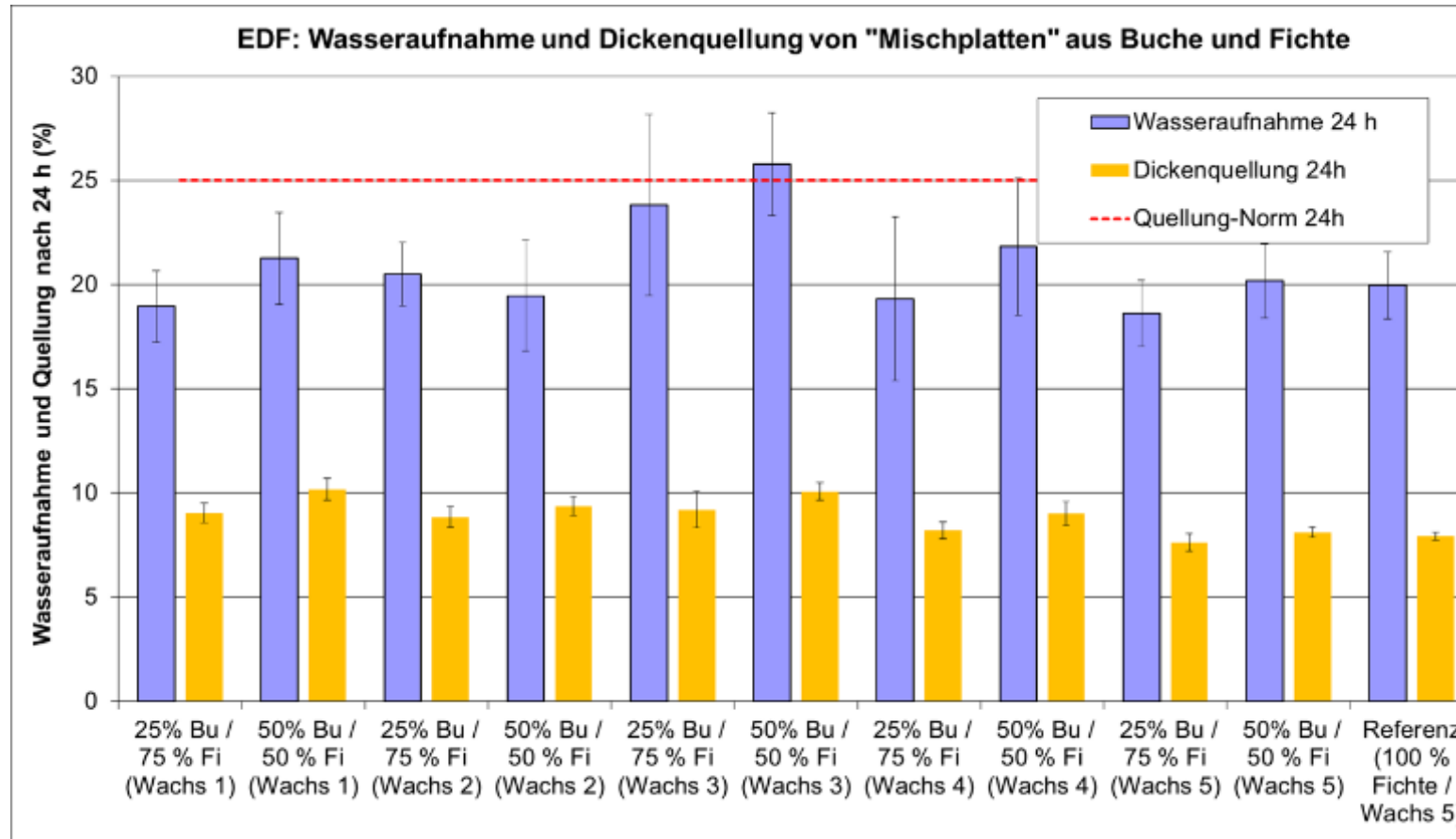
Extradichte Faserplatten aus minderwertiger Buche

Finale EDF-Versuchsreihe (iterative Optimierung)



Extradichte Faserplatten aus minderwertiger Buche

Finale EDF-Versuchsreihe (iterative Optimierung)



Trockenschäden an Rotbuchen: Schadklassen-Einteilung (nach Pollmeier)

- 1. Schadklasse (S1): Belaubungszustand von 0-10 % grüner Krone, Schäden auch an der Rinde (Wölbungen, Risse, Abplatzen, etc.). Kein Austreiben im Folgejahr mehr
- 2. Schadklasse (S2): Belaubungszustand 10-50 % grüner Krone, Stammzustand
- 3. Schadklasse (S3): Anteil an grüner Krone von mehr als 50 % aus. Hier sollte es sich um weitgehend gesunde Buchen handeln, deren Überleben als gesichert erscheint.



Geschädigte Buchen differenziert nach Schadklassen (Foto: Lennart Schotte, 17.09.2019)

Trockenschäden an Buchen und Verwertbarkeit des Kalamitätsholzes

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen unterschiedlichen Ausprägungen von Trockenschäden an Buchen und der Verwertbarkeit von aus diesem Kalamitätsholz gewonnenem Schnittholz und Furnieren. Vorgehen:

- Herstellung und Untersuchung von Kalamitätsholz basierten Holzwerkstoffen im WKI-Technikum
- Vergleich der mechanischen Eigenschaften der aus unterschiedlichen Schadklassen hergestellten Produkte
- Einordnung der Daten in den Kontext üblicher Vergleichswerte und gültiger Industrienormen

Stamm-Eigenschaften des Buchenkalamitätsholzes



Sägeabschnitt auf der Blockbandsäge

■ Feuchtigkeit

Feuchtmessungen zeigen, dass sich die gemessenen Werte innerhalb aller Schadklassen im Normalbereich für die Feuchtwerte von vitalen Buchen liegen. Eine Minderung der Holzverwendbarkeit aufgrund eines zu niedrigen Wassergehaltes bei stark geschädigten Buchen kann nicht abgeleitet werden

■ Rohdichte

Wichtige Kenngröße für Holzarten und Holzwerkstoffe. Die Auswertung der Messergebnisse zeigen, dass in allen Schadklassen die Werte innerhalb des Rahmens für den Regelwert bei der Buche liegen. Eine verminderte technische Verwendbarkeit des Schadholzes aufgrund mangelnder Rohdichte ist nicht feststellbar!

Eigenschaften des Kalamitätsholzes: Vollholz



Proben zur Bestimmung des Feuchtgehaltes im Trockenschrank

■ Darrdichte (Rohdichte bei 0% Feuchtigkeit)

- Durchschnittswerte der einzelnen Schadklassen innerhalb der Norm (490-880 kg/m³)
- Gemessene Darrdichten der einzelnen Schadklassen zwischen 664,10 kg/m³ und 708,81 kg/m³

■ Biegefestigkeit nach DIN 52186

- Durchschnittswerte der einzelnen Schadklassen innerhalb der Norm (>110 N/mm²)
- abnehmend von Schadklasse 3 (Schnitt: 131,51 N/mm²) über die Schadklasse 2 (Schnitt: 126,65 N/mm²) bis hin zur Schadklasse 1 (Schnitt: 120,40 N/mm²)
- Signifikanter Unterschied bei der Biegefestigkeit des Vollholzes nur zwischen S3 und S1

Eigenschaften des Kalamitätsholzes: Vollholz

■ Blockscherfestigkeit nach DIN 52187

- Durchschnittswerte für alle Schadklassen oberhalb der Norm (Standardwert liegt bei 8,00 N/mm²)
- Durchschnittswerte: S1= 22,35 N/mm² S2= 20,26 N/mm², S3= 21,18 N/mm²

■ Druckfestigkeit nach DIN 52185

- Druckfestigkeit in Faserrichtung im Schnitt mehr als doppelt so hoch wie quer zur Faser (Standardwert liegt bei 50,00 N/mm²)
- Durchschnittswerte in Faserrichtung: S 1 = 47,94 N/mm², S 2 = 54,60 N/mm², S 3 = 56,51 N/mm²
- Durchschnittswerte quer zur Faserrichtung: S 1 = 16,0 N/mm², S 2 = 27,50 N/mm², S 3 = 21,36 N/mm²

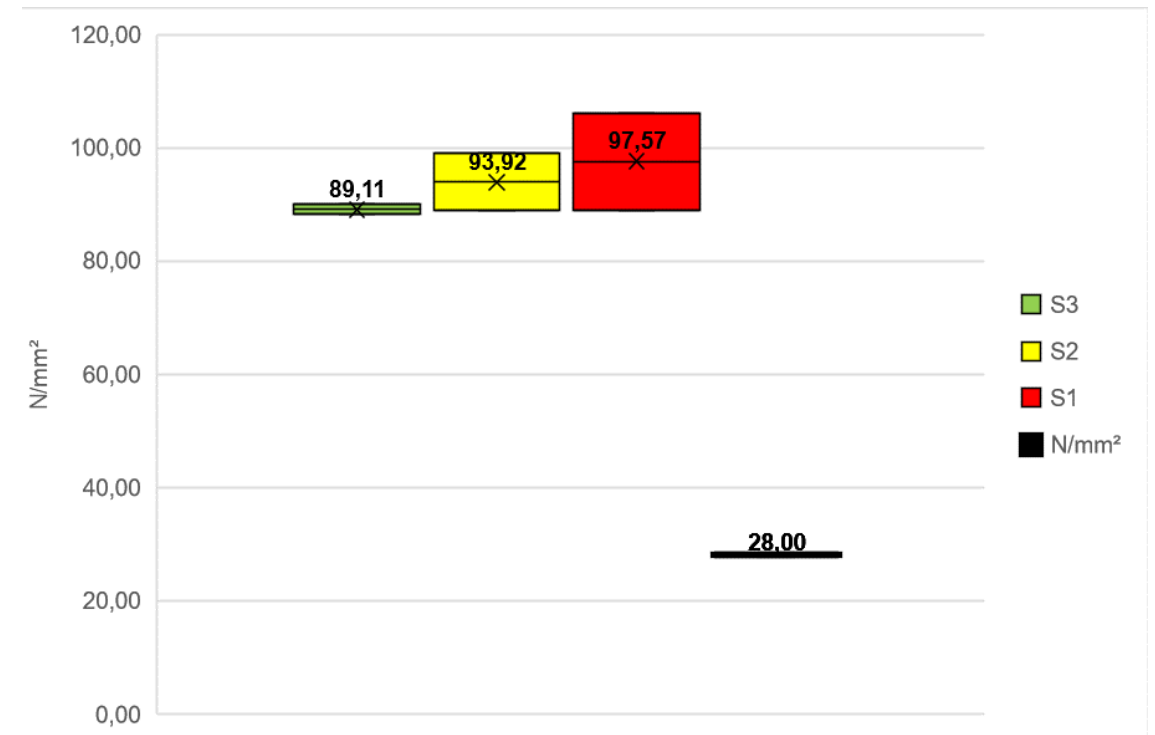
Eigenschaften des Kalamitätsholzes: Brettschichtholz

■ Biegefestigkeit nach DIN EN 14080

- Durchschnittswerte aller Schadklassen oberhalb der Norm (28,0 N/mm²)
- Durchschnittswerte
S1= 97,57 N/mm², S2= 93,92 N/mm²,
S3= 89,11 N/mm²
- Auffällig: Größere Differenzen innerhalb der Messungen in Schadklasse 2 und 1



Proben für die Festigkeitsprüfungen (BSH), 1 = Biegeprobe; 2 = Druckprobe quer zur Faser; 3 Druckprobe in Faserrichtung und 4 = Blockscherprobe

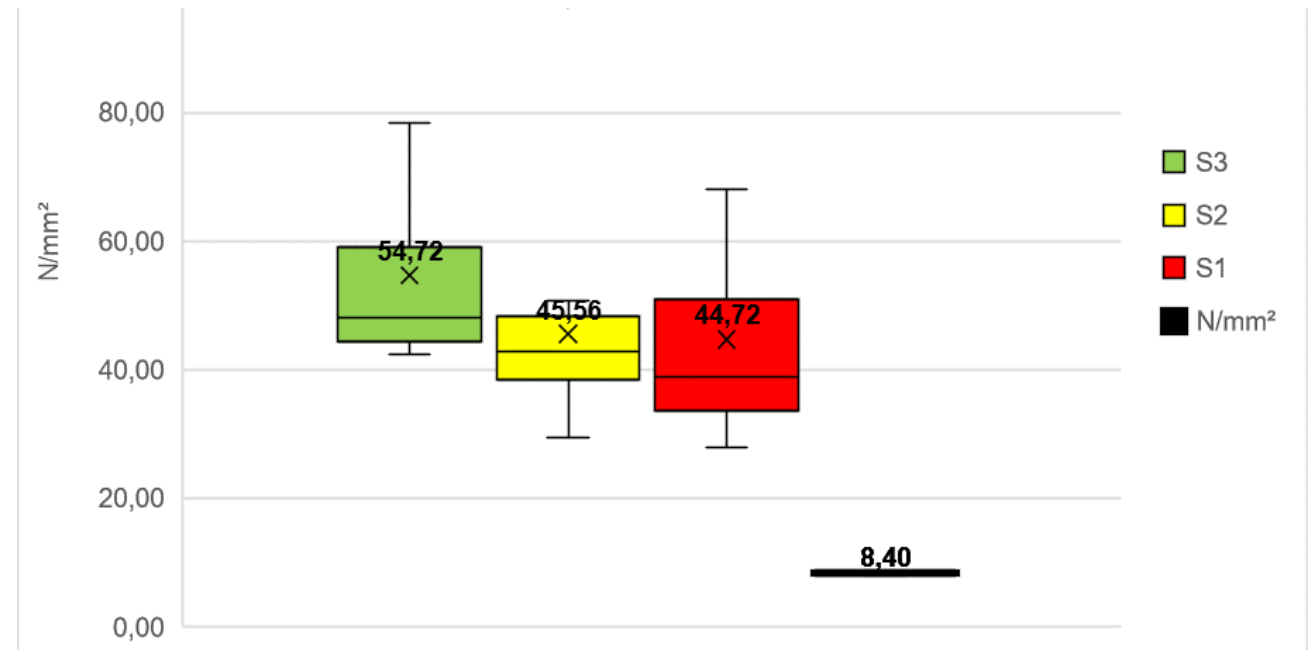


Ergebnisse der Biegefestigkeit beim BSH (dargestellt über Boxplots);
n = 2 pro SK, schwarze Linie Normalwert nach DIBT (2014)

Eigenschaften des Kalamitätsholzes: Brettschichtholz

■ Druckfestigkeit nach DIN EN 408 quer zur Faser

- Durchschnittswerte aller Schadklassen quer zur Faser liegen oberhalb des vom DIBT ermittelten Normalwertes (8,40 N/mm²)
- Durchschnittswerte
S1= 44,72 N/mm²
S2= 45,56 N/mm²,
S3= 54,72 N/mm²

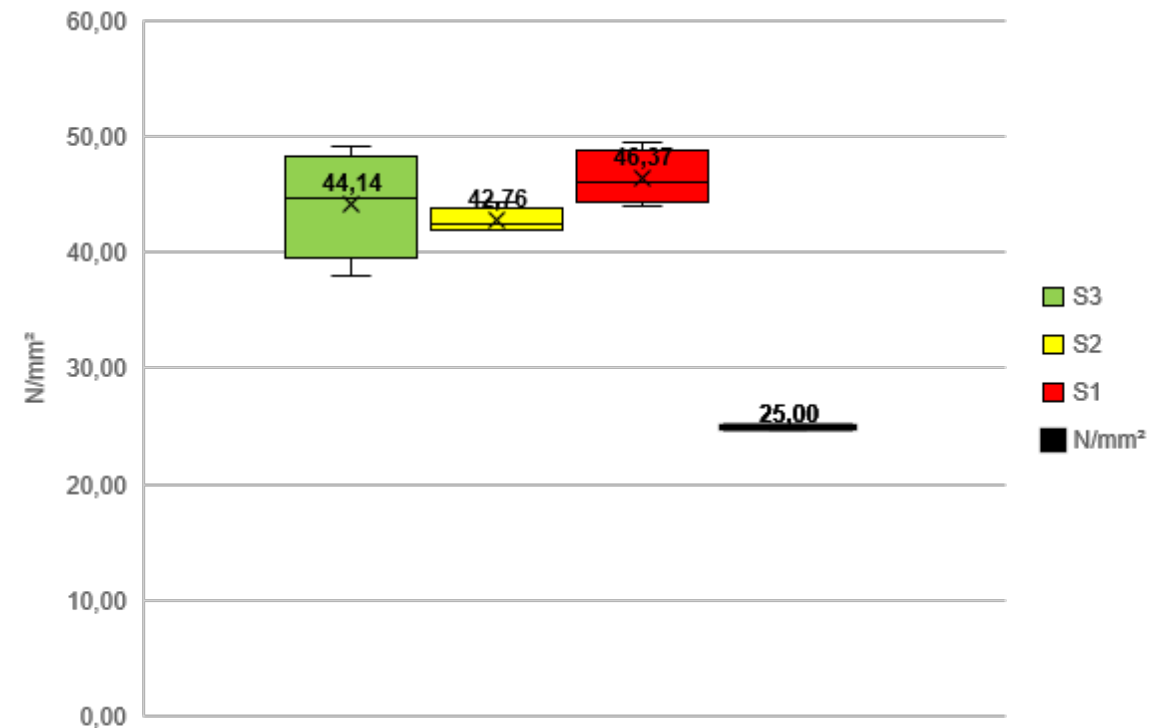


Ergebnisse der Druckfestigkeit quer zur Faser beim BSH

Eigenschaften des Kalamitätsholzes: Brettschichtholz

■ Druckfestigkeit nach DIN EN 408 in Faserrichtung

- Durchschnittswerte aller Schadklassen in Faserrichtung liegen oberhalb des vom DIBT ermittelten Normalwertes (25,0 N/mm²)
- Durchschnittswerte
S1= 46,37 N/mm²
S2= 42,76 N/mm²,
S3= 44,14 N/mm²

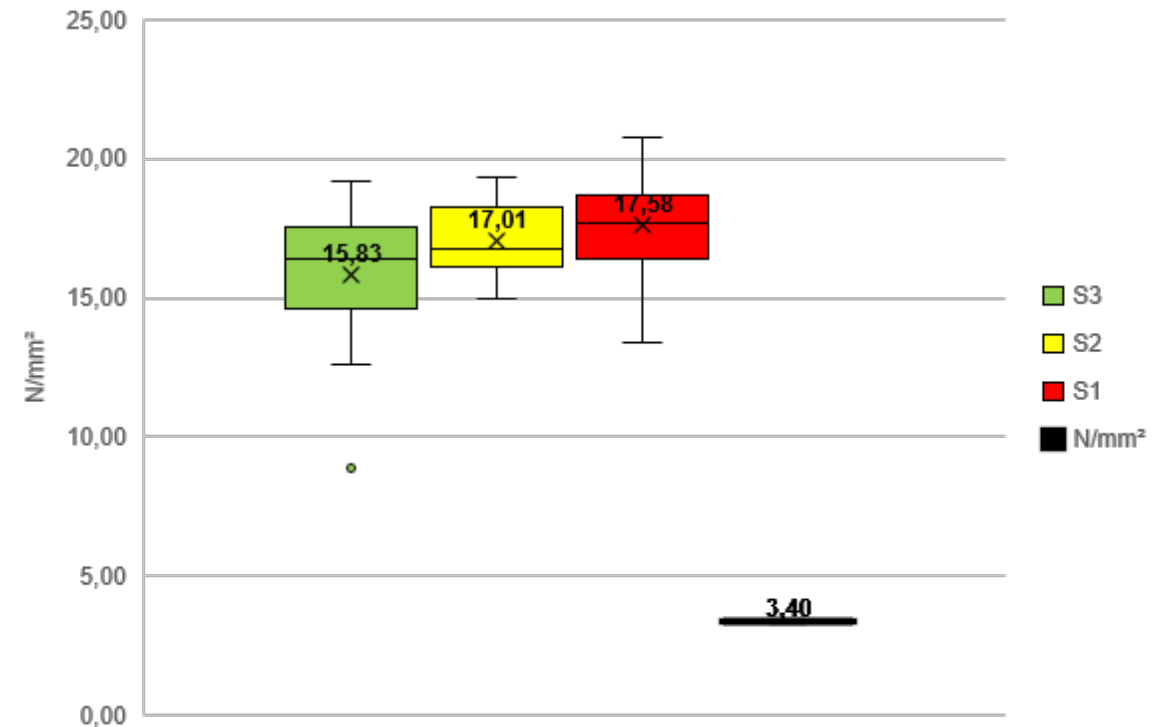


Ergebnisse der Druckfestigkeit in Faserrichtung

Eigenschaften des Kalamitätsholzes: Brettschichtholz

■ Blockscherfestigkeit nach DIN EN 14080

- Durchschnittswerte aller Schadklassen in Faserrichtung liegen oberhalb des vom DIBT ermittelten Normalwertes (3,4 N/mm²)
- Durchschnittswerte
S1= 17,58 N/mm²
S2= 17,01 N/mm²,
S3= 15,83 N/mm²

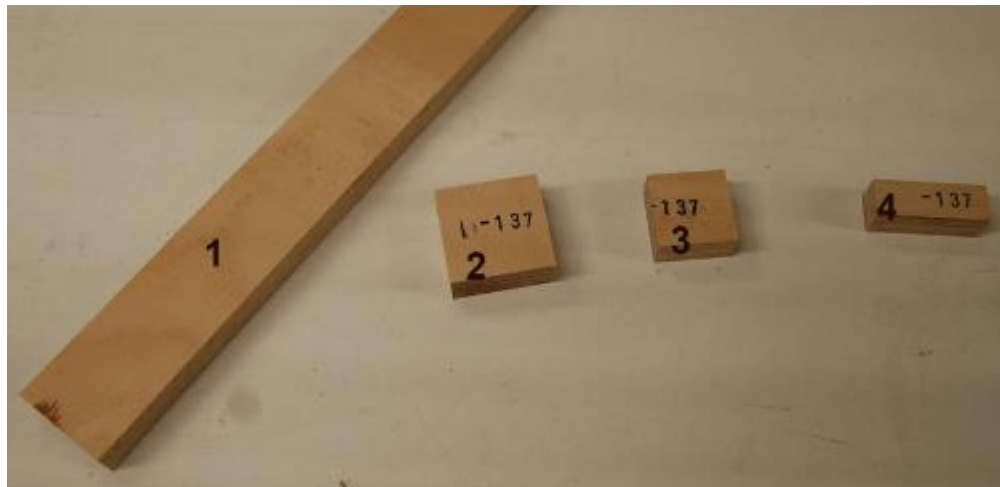


Ergebnisse der Blockscherfestigkeit der ersten Fuge beim BSH (dargestellt über Boxplots), schwarze Linie Normalwert nach DIBT

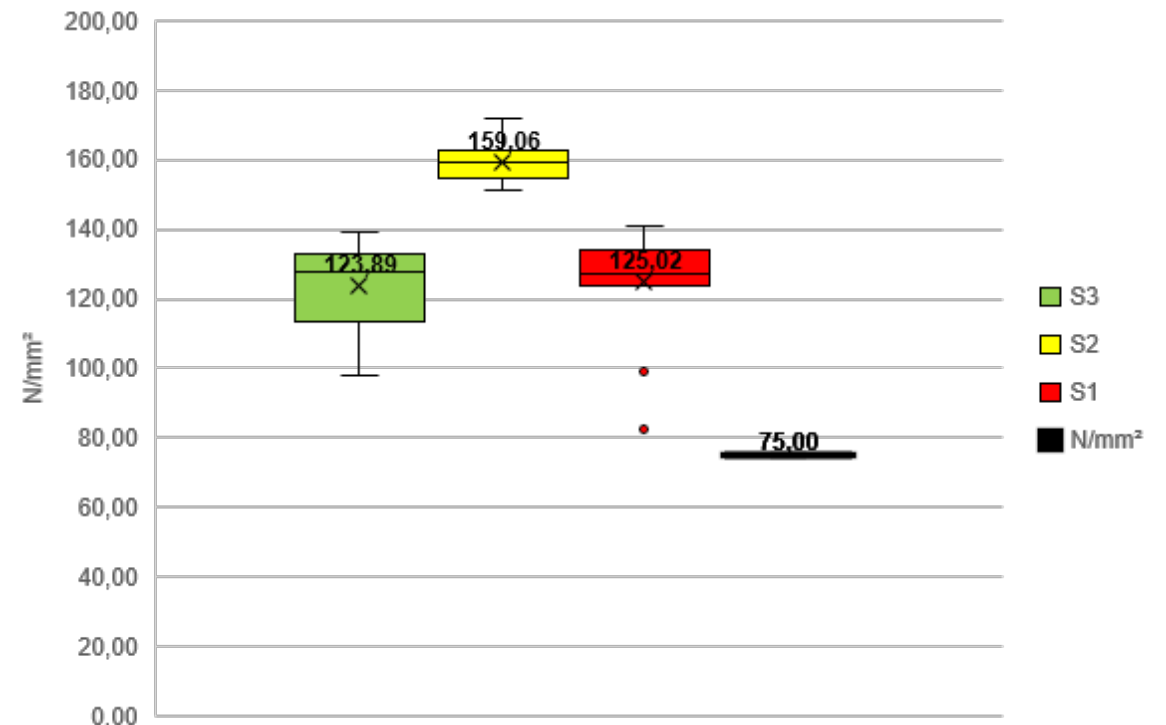
Eigenschaften des Kalamitätsholzes: Furnierschichtholz (LVL)

■ Biegefestigkeit nach DIN EN 408

- Durchschnittswerte aller Schadklassen oberhalb der Norm (75,0 N/mm²) nach Pollmeier
- Durchschnittswerte
S1= 125,02 N/mm²
S2= 159,06 N/mm²,
S3= 123,89 N/mm²



Proben für die Festigkeitsprüfungen (LVL), 1 = Biegeprobe; 2 = Blockscherprobe (wurde nochmal abgeändert s. Abb. 26); 3 = Druckprobe quer zur Faser; 4 = Druckprobe in Faserrichtung



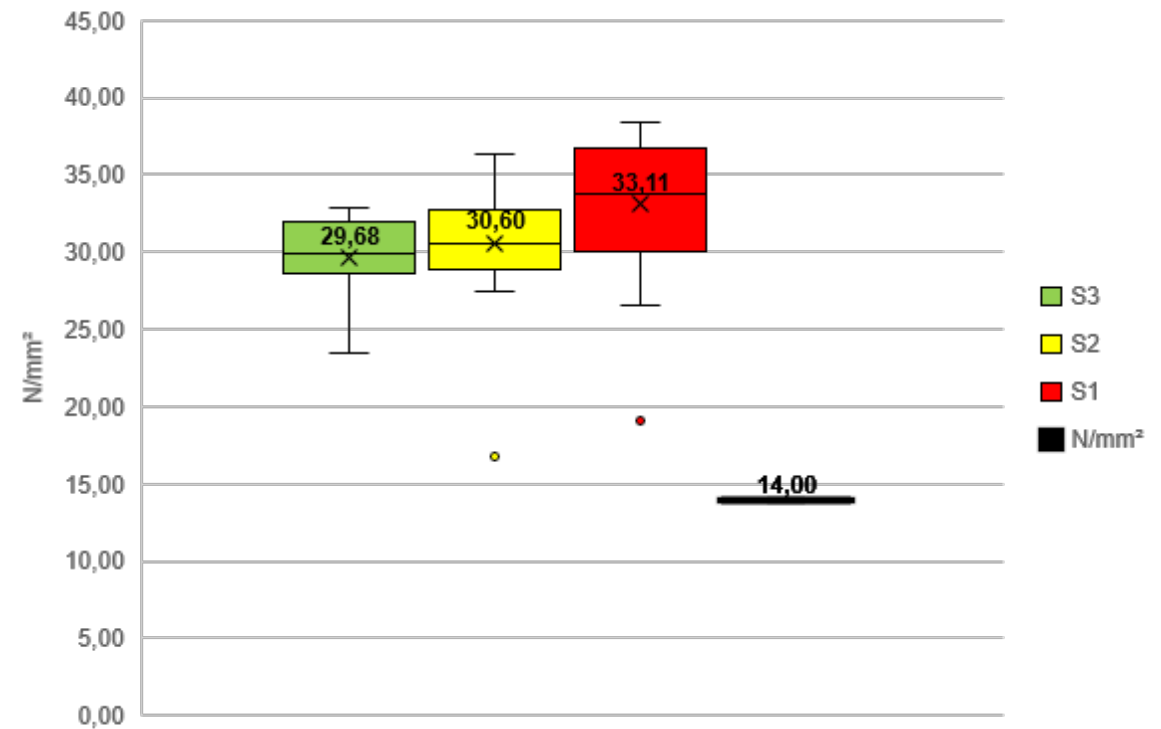
Ergebnisse der Biegefestigkeit beim LVL (dargestellt über Boxplots), schwarze Linie Normalwert nach POLLMEIER MASSIVHOLZ GMBH & CO. KG (2018)

Eigenschaften des Kalamitätsholzes: Furnierschichtholz (LVL)

■ Druckfestigkeit nach DIN EN 14374 quer zur Faser

■ Durchschnittswerte aller Schadklassen quer zur Faser liegen ca. doppelt so hoch wie der nach Pollmeier angegebene Normwert (14,00 N/mm²)

■ Durchschnittswerte
S1= 33,11 N/mm²
S2= 30,60 N/mm²,
S3= 29,68 N/mm²



Ergebnisse der Druckfestigkeit quer zur Faser beim LVL

Eigenschaften des Kalamitätsholzes: Furnierschichtholz (LVL)

■ Druckfestigkeit nach DIN EN 14374 in Faserrichtung

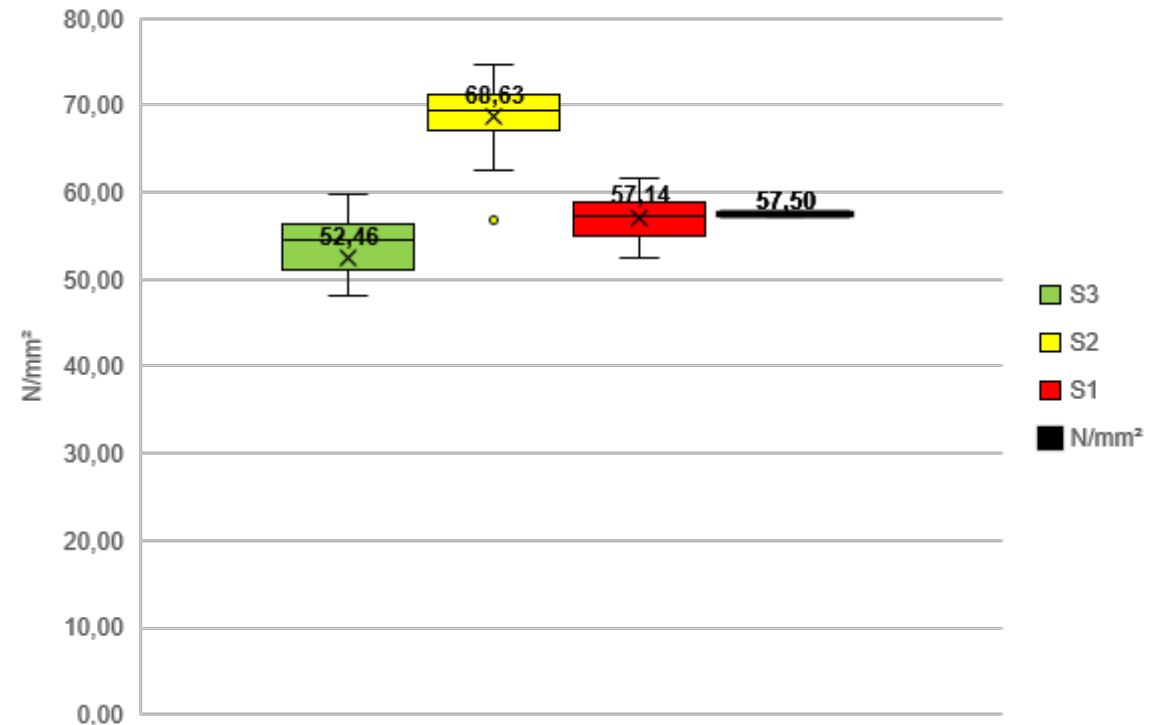
■ Normwert = 57,50 N/mm² nach Pollmeier

■ Durchschnittswerte

S1= 57,14 N/mm²

S2= 68,63 N/mm²,

S3= 52,46 N/mm²

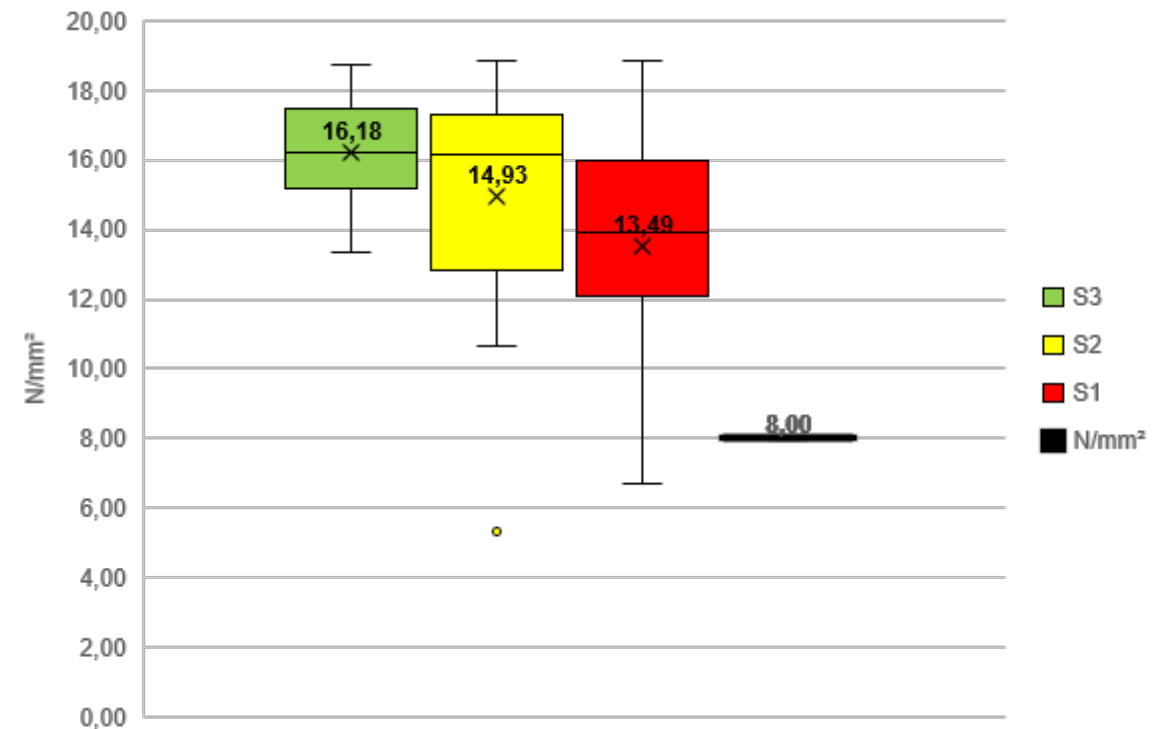


Ergebnisse der Druckfestigkeit in Faserrichtung beim LVL

Eigenschaften des Kalamitätsholzes: Furnierschichtholz (LVL)

■ Blockscherfestigkeit nach DIN EN 13354

- Durchschnittswerte aller Schadklassen in Faserrichtung liegen bis zu doppelt so hoch wie der von Pollmeier angegebene Normalwert (8,0 N/mm²)
- Durchschnittswerte
S1= 13,49 N/mm²
S2= 14,93 N/mm²,
S3= 16,18 N/mm²



Ergebnisse der Blockscherfestigkeit beim LVL

Buchenholz – Verwendung und Ansprüche an Holzeigenschaften

■ 1. Innenausbauten (Türen, Wände, Fußböden, etc.)

- Sowohl Vollhölzer, Brettschichthölzer als auch Furnierschichthölzer eignen sich für den Innenausbau
- Besonderer Fokus: Druckfestigkeit quer zur Faser und mit der Faser
- Hauskonstruktionen wie Wände/Decken drücken auf das verwendete Buchenmaterial

■ Ergebnisse der Untersuchung

- Druckfestigkeit in Faserrichtung bei
 - a) Vollholz: Signifikante Unterschiede in den Schadklassen, Proben der S1 erfüllten ca. 50 % der Anforderungen an einen Normalwert nach WAGENFÜHR (2006) nicht
 - b) Brett- und Furnierschichtholz: Einhaltung der Normwerte bei allen Schadklassen
- Druckfestigkeit quer zur Faser bei
 - a) Vollholz und Brettschichtholz erfüllen die Norm, keine signifikanten Unterschiede
 - b) Furnierschichtholz: Proben werden mit zunehmender Schadklasse schlechter

Buchenholz – Verwendung und Ansprüche an Holzeigenschaften

■ 2. Anwendung der Ergebnisse für Konstruktionen

- Verwendung von Brettschichthölzern und Furnierschichthölzern
- Fokus 1: druckfest in Bezug auf quer zur Faser und in Faserrichtung sein
 - Enorme Gewichtsbelastung durch tragende Funktionen
- Fokus 2: Scherfestigkeit und Biegefestigkeit
 - Konstruktionshölzer werden häufig entsprechend der Funktion geformt

■ Ergebnisse der Untersuchung

- Brettschichtholz: Brettschichthölzern aller Schadklassen liegen in den Normwerten
- Furnierschichtholz:
 - Alle Schadklassen erfüllen die Norm zur Biegefestigkeit und Druckfestigkeit quer zur Faser, bei Druckfestigkeit in Faserrichtung sowie Blockscherfestigkeit herrschen uneindeutige Ergebnisse, größere Stichproben wären erforderlich

Bewertung der Ergebnisse zur Untersuchung an Buchenkalamitätsholz

- Insgesamt lässt sich bei Betrachtung der Gesamtheit der Messergebnisse feststellen, dass sich die ermittelten **Festigkeitswerte nahezu vollständig oberhalb der gültigen Normen** bewegten und sich insofern eine eingeschränkte technische Verwendbarkeit von Buchen-Kalamitätsholz bei den getesteten Produkten nicht nachweisen ließ.
- Eine Weiterverarbeitung zu **verklebten Holzwerkstoffen** ist möglicherweise ein Lösungsansatz, wenn es darum geht, **höhere Festigkeitswerte speziell für eine Verwendung im konstruktiven Bereich** zu erreichen. Aus den durchgeführten Untersuchungen lässt sich ableiten, dass eine gute Mischung von Einzelkomponenten aus Buchenschadholz mit unterschiedlichem Schädigungsgrad brauchbare Festigkeitswerte liefern könnte.

Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

Anwendungsgebiete

- **Wärmedämmung / Innen**
- Gefachdämmung
- Fußbodendämmung
- Fugendämmung
- **Wärmedämmung / Außen**
- WDVS-Dämmung
- Aufdachdämmung
- Zwischensparrendämmung
- **Schalldämmung**
- Luftschalldämmung
- Trittschalldämmung



Lieferformen

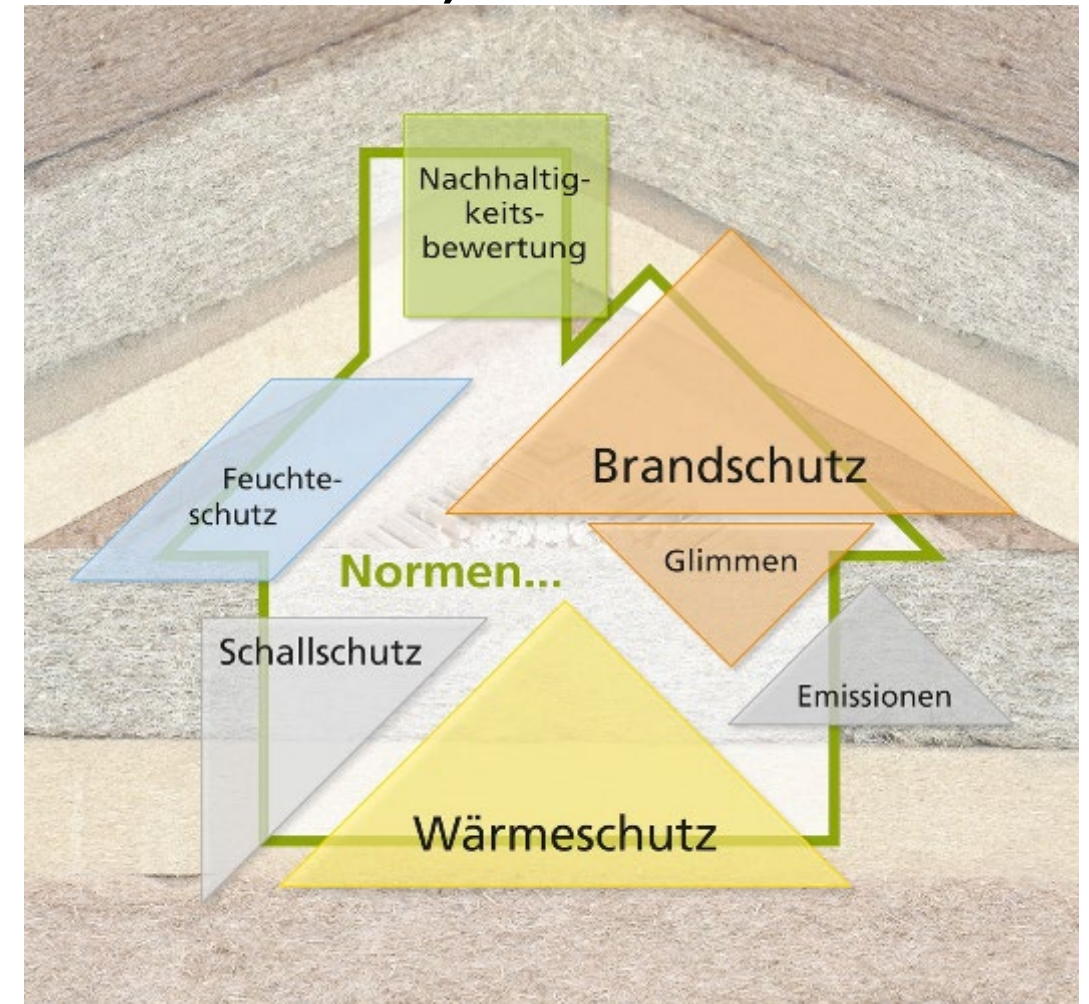
- Schüttdämmung
- Einblasdämmung
- Stopfdämmung
- Flexible Dämmmatten
- Druckfeste Dämmplatten
- Flexibles Rollenmaterial
- Dämmfilze

Verbundprojekt: Mehr als nur Dämmung – Zusatznutzen von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo-Dämmstoffe)

- Kooperation von Forschungseinrichtungen (12), Industriepartnern (21) und Verbänden (4)

Ergebnisse:

- Mit Naturdämmstoffen kann kalkulierbar sicher und nachhaltig gebaut werden
- Ermittlung von Materialkennwerten, die zukünftig aufwendige Bauteilprüfungen (z.B. Schall- und Brandschutz) deutlich reduzieren können
- Auf Grundlage der Vermessung von Naturdämmstoffen können Normen und baurechtliche Vorschriften angepasst und diese Dämmstoffe in Zukunft leichter eingesetzt werden

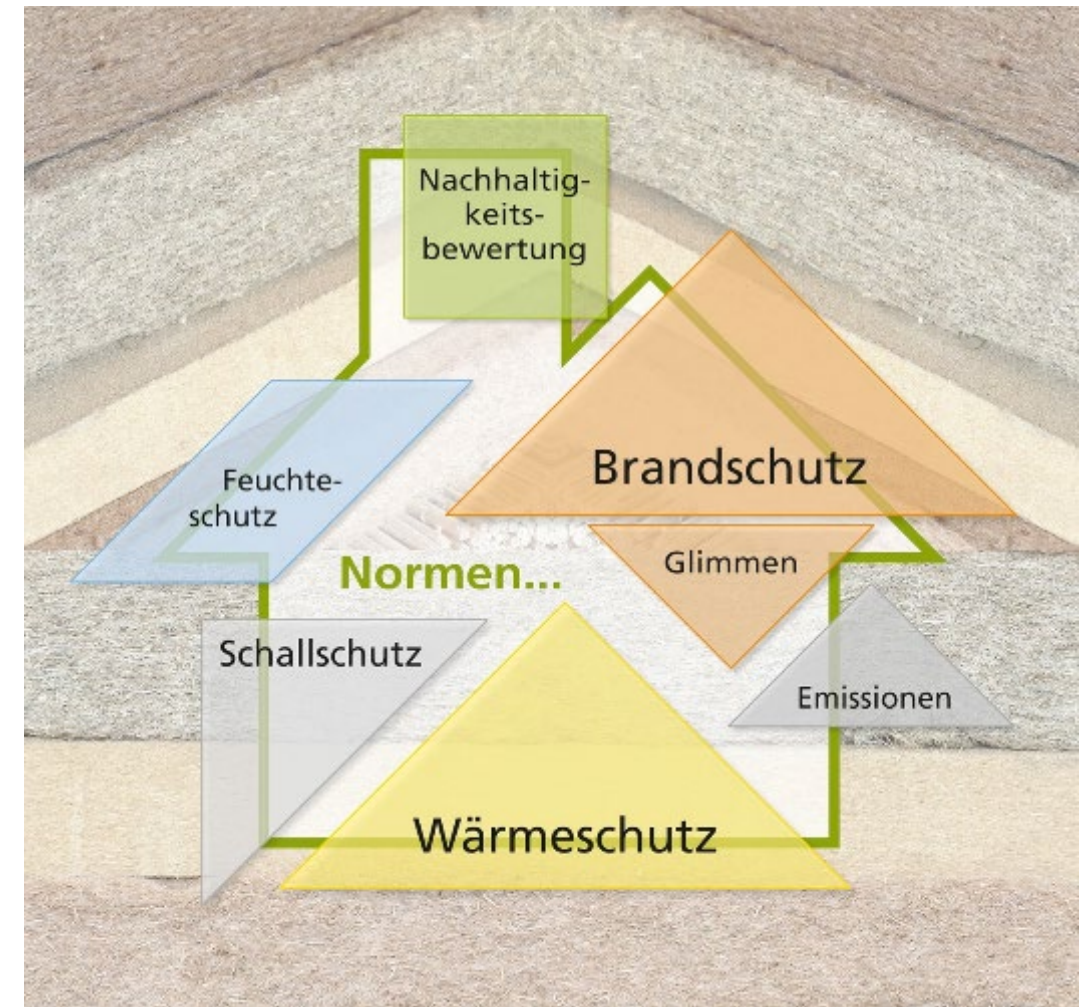


FNR: Laufzeit 12/2016 bis 11/2019)

Verbundprojekt: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

Ergebnisse NawaRo-Dämmstoffe

- Vorteilhafteres Brandverhalten von Naturdämmstoffen im Vergleich zu erdölbasierten Hartschäumen
- Einbringung der Ergebnisse im Bereich Schallschutz in DIN 4109-33
- Keine Einschränkungen bei Wärmeleitfähigkeit, Wärmespeicherkapazität und Rohdichte
- Positive Auswirkung der hohen Speicherfähigkeit von Naturdämmstoffen auf Wärme- und Feuchteschutz
- Untersuchung potenzieller Emissionen → keine Auffälligkeiten
- Datensätze zur Ökobilanz → Datenbank ÖKOBAUDAT (BMI)



FNR: Laufzeit 12/2016 bis 11/2019)

Holzschäumproduktion durch Schäumen von Lignocellulosen

Lignocellulosen

- Nadelholz
- Laubholz
- Einjahrespflanzen
- Sägenebenprodukte
- Durchforstungsholz

Desintegration

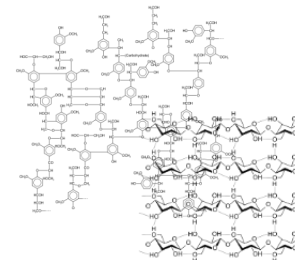
- Hacken
- Zerspanen
- Zerfasern



Produktion

Schäumen

- Natürliche Additive
- Physikalisches Schäumen



Bindung

- Aktivierung holzeigener Bindungskräfte



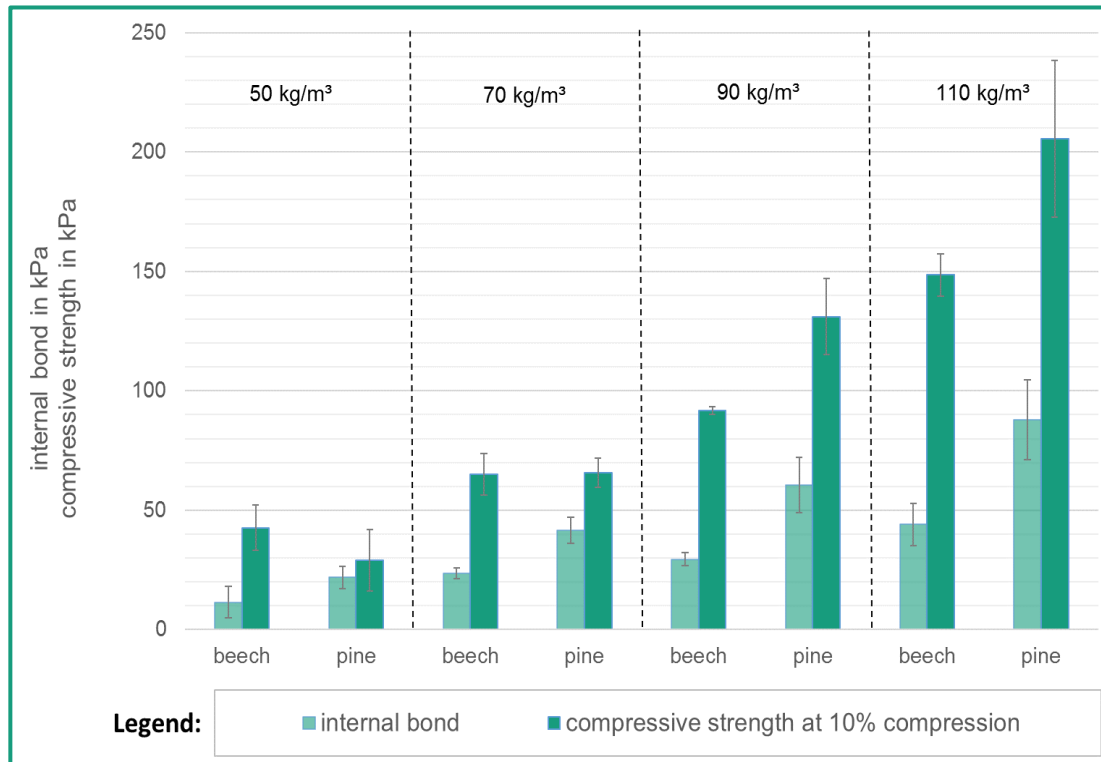
Holzschaum

- 100 % Holz
- Keine gesundheitsschädlichen Emissionen
- Geringe Dichte
- Druckfest
- Offenzellig



Abhängigkeit der mechanischen Eigenschaften des Holzschaums von der Dichte und dem Holztyp

Mechanische Eigenschaften

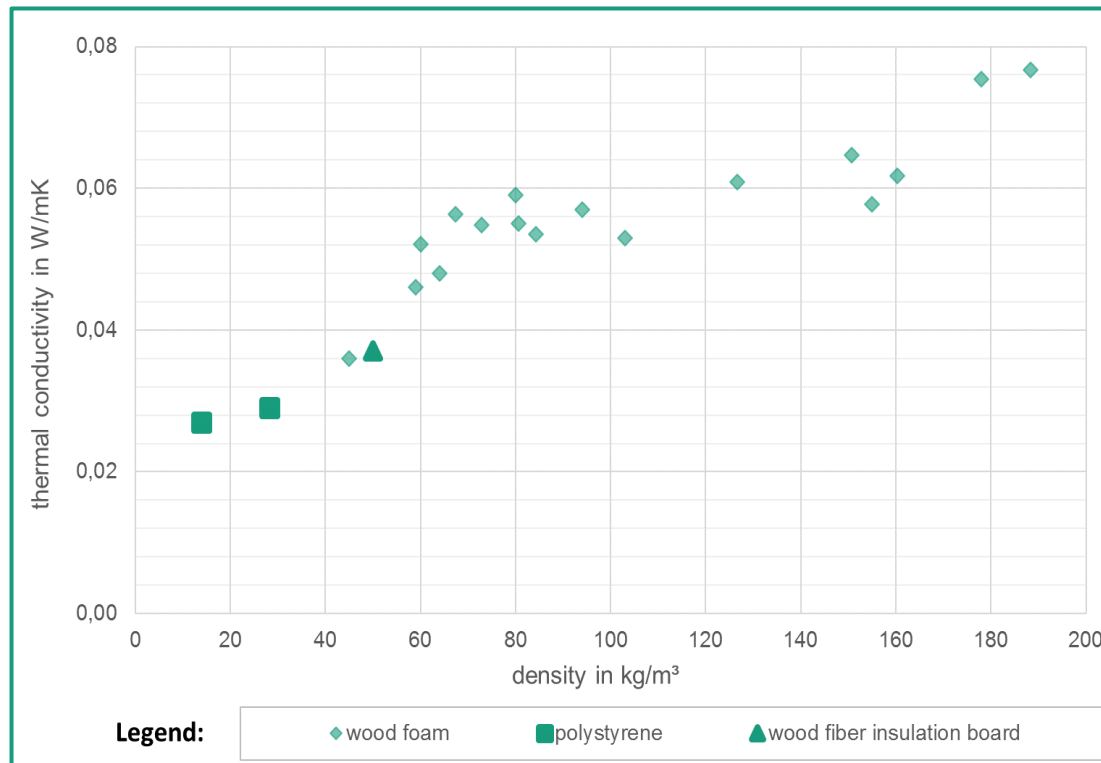


Ergebnisse

- Je höher die Dichte, desto höher die mechanischen Eigenschaften
- Holzschäume aus Kiefernfasern haben im Vergleich zu Schäumen aus Buchenfasern höhere Festigkeiten

Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit von der Dichte des Holzschäumens

Wärmeleitfähigkeit

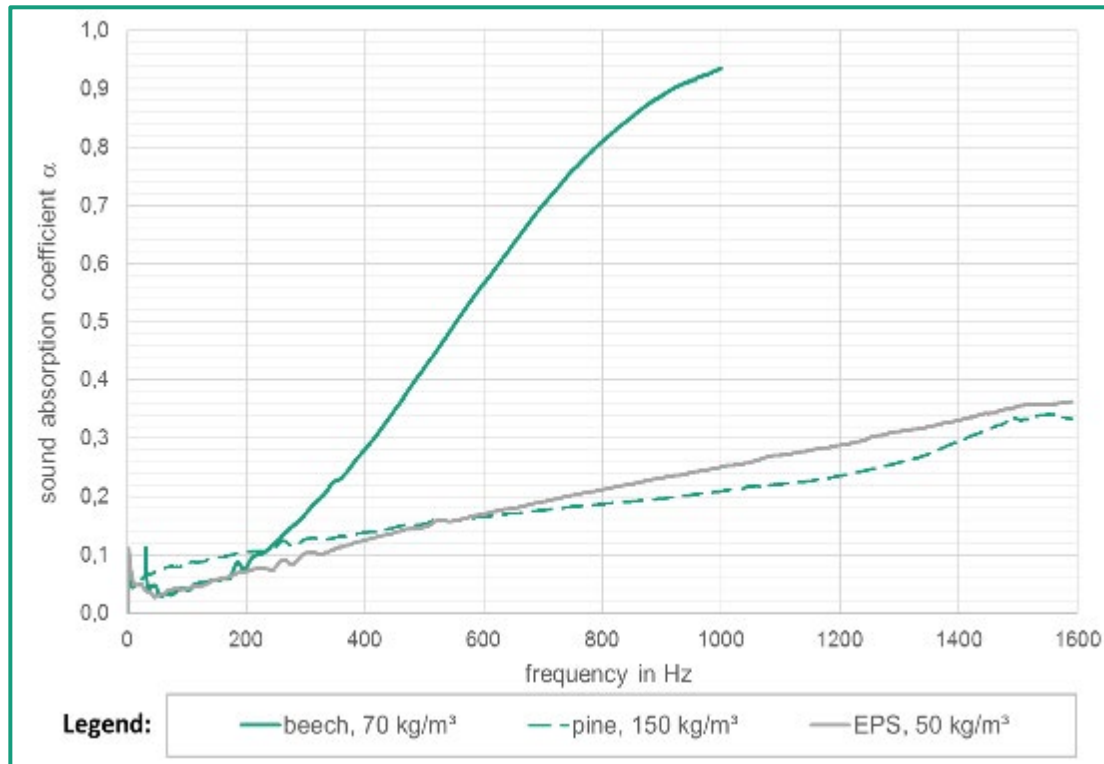


Ergebnisse

- Wärmeleitfähigkeit ist nur von der Dichte abhängig
- Bei geringen Dichten sind die Werte vergleichbar mit Polystyren und Holzfaserdämmplatten

Abhängigkeit der Schallabsorption von der Dichte des Holzschaums

Schallabsorptionskoeffizient

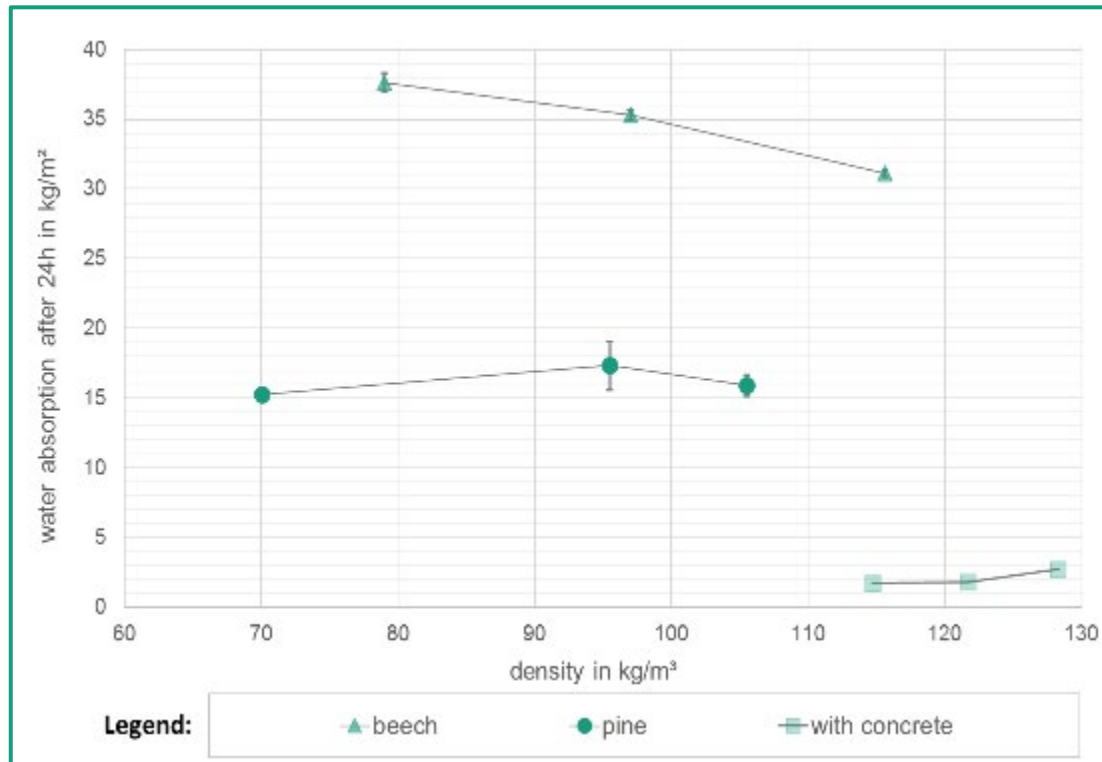


Ergebnisse

- Holzschäume mit geringen Dichten haben eine hohe Schallabsorption
- Holzschäume mit hohen Dichten haben eine geringe Schallabsorption
- EPS und Holzschaum haben vergleichbare Schallabsorptionen

Holzschäume absorbieren das Wasser wie ein Schwamm

Wasseraufnahme



Ergebnisse

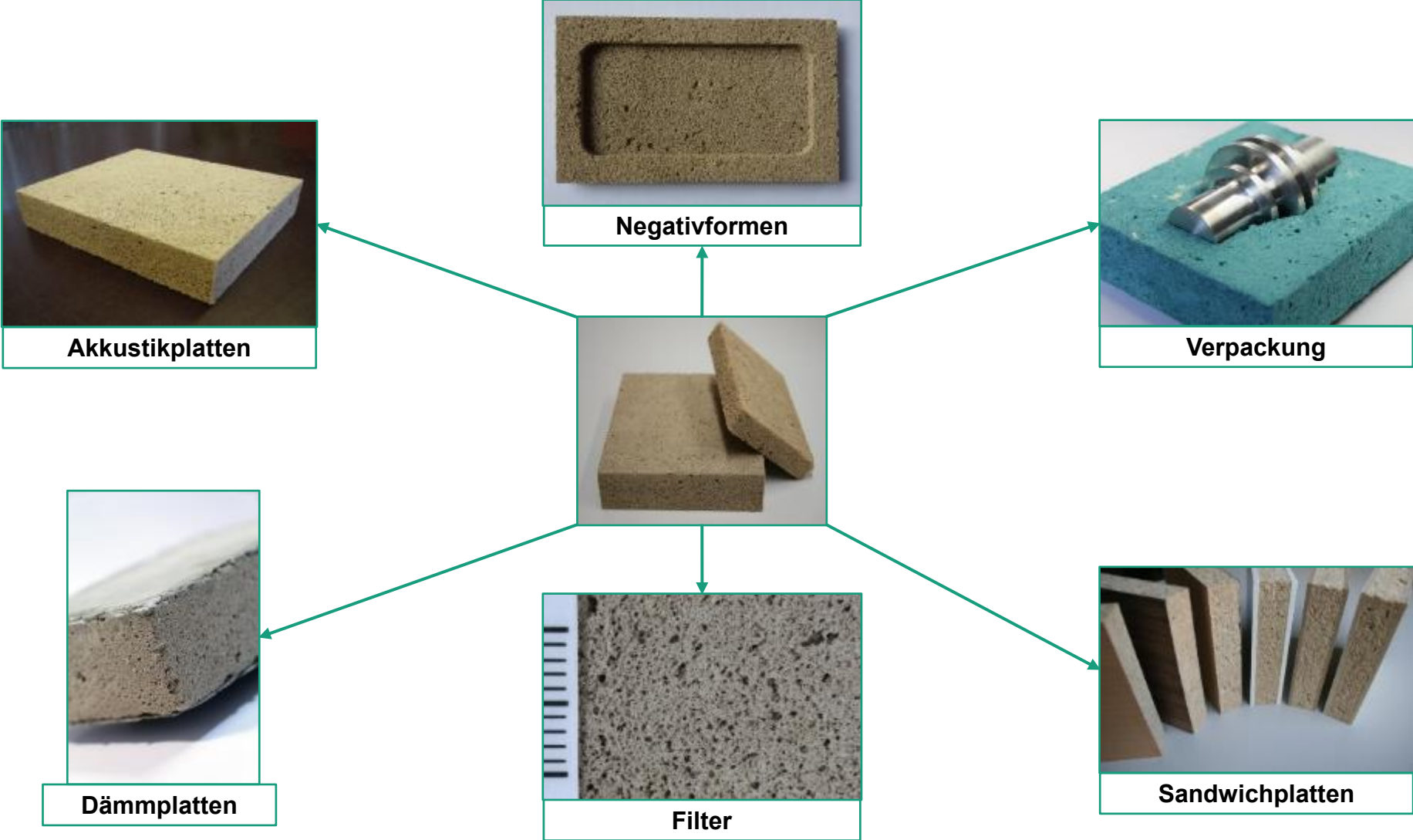
- Buchenholzschaum: Hohe Wasseraufnahmen
- Kieferholzschaum: geringere Wasseraufnahme
- Holzschäum mit Beton/Zement: sehr geringe Wasseraufnahme
- Alle Holzschäume sind wasser- und dimensionsstabil

Eigenschaften des Holzschäumens



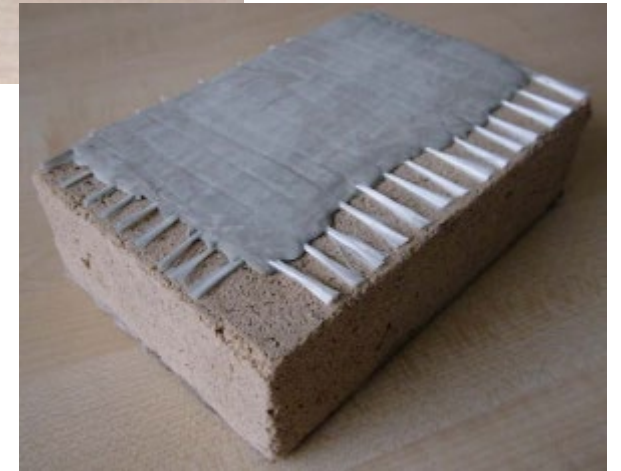
- 100 % Holz
- Keine synthetischen Klebstoffe
- Keine gesundheitsgefährdenden Emissionen
- Geringe Dichte
- Offenporige Struktur
- Hohe Druckfestigkeit
- Geringe Wärmeleitfähigkeit
- Hohe Schallabsorption
- Wasserstabilität – hohe Wasseraufnahme, aber keine Quellung
- Brandklasse B2
- Recyclbar
- Gute CO₂-Bilanz und hohe Ressourceneffizienz

Anwendungsmöglichkeiten



Entwicklung von nachhaltigen Sandwichelementen aus Holzschaum und Textilbeton

- Entwicklung eines Sandwichelements mit Holzschaum als Kernmaterial und Textilbeton als verstärkende Außenschicht
 - Holzschaum als Alternative zu PUR-Schäumen
 - Textilbeton zur Reduzierung der Bauteilstärke
- Zwei Prozessrouten zur Herstellung des Sandwiches:
 - Getrennte Herstellung von Kern und Betondeckschichten, anschließend kleben zum Sandwich
 - Direktes Aufgießen des Betons und Einbetten der textilen Verstärkung



Das Forschungsprojekt wird mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundes-institutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert (AktENZEICHEN: SWD – 10.08.18.7-16.40); Laufzeit: 01.10.2016 – 30.09.2018

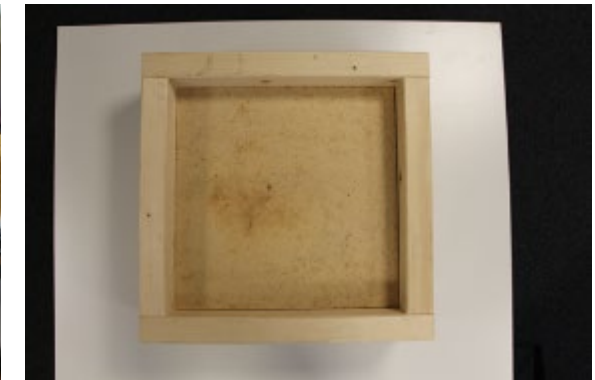
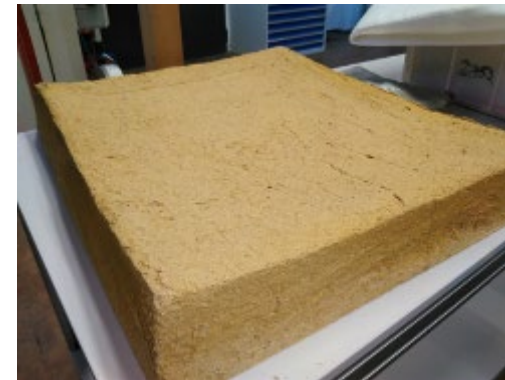
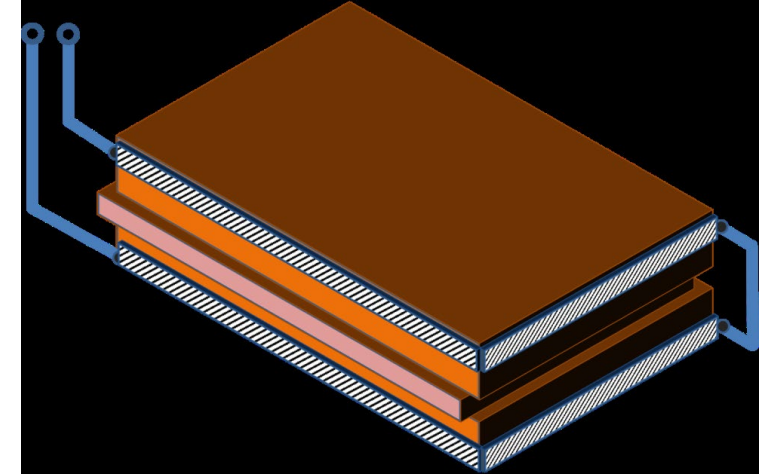
Zwischendeckensanierung in Altbauten durch mosaikartig geklebte, modulare Holz- oder Holz-Beton-Verbünde

■ Ausgangssituation

- Altbauten: gering tragfähige/ hellhörige Zwischendecken
- Aufwendige Sanierung mit zusätzlichen Trägern
- Begrenzte Bauteilformate durch schlechte Zugänglichkeit
- Nutzungsänderung von Industriegebäuden → Einziehen von Zwischendecken ohne zusätzliche Stützen

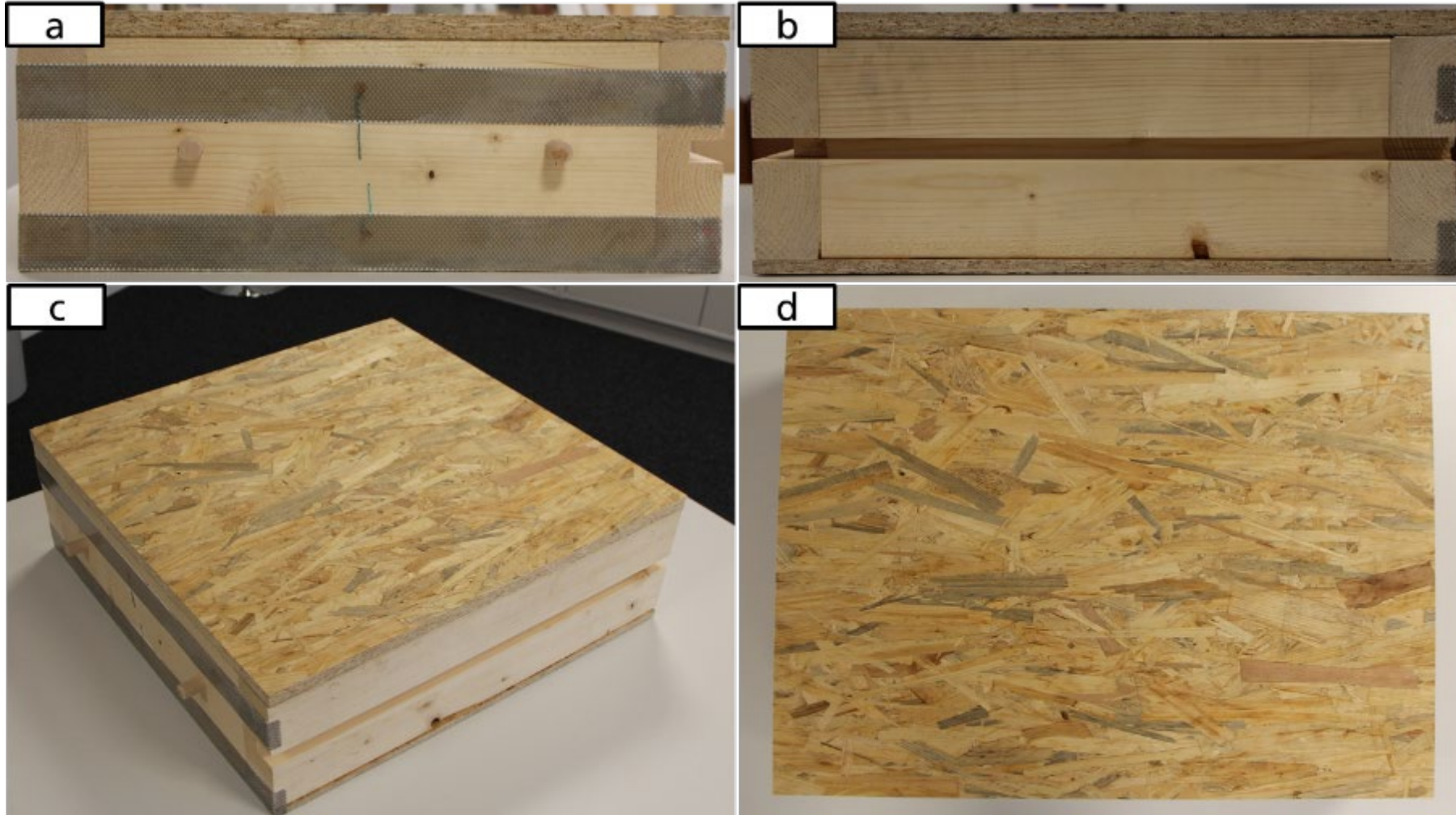
■ Ziel

- Modulare Bauweise (mosaikartig/vollflächig) mit vorgefertigten Kleintafeln → Kassettendecken
- Eigenschaften: hohe Eigensteifigkeit und freitragend (Kassettenaufbau/Steckverbindung), verringerte Masse, Schalldämmung/Akustik, Integration von Technik (Heizung)



Fördermittelgeber: BMBF/ FNR; Laufzeit: 15.02.2019-14.02.2022

Zwischendeckensanierung in Altbauten durch mosaikartig geklebte, modulare Holz- oder Holz-Beton-Verbünde



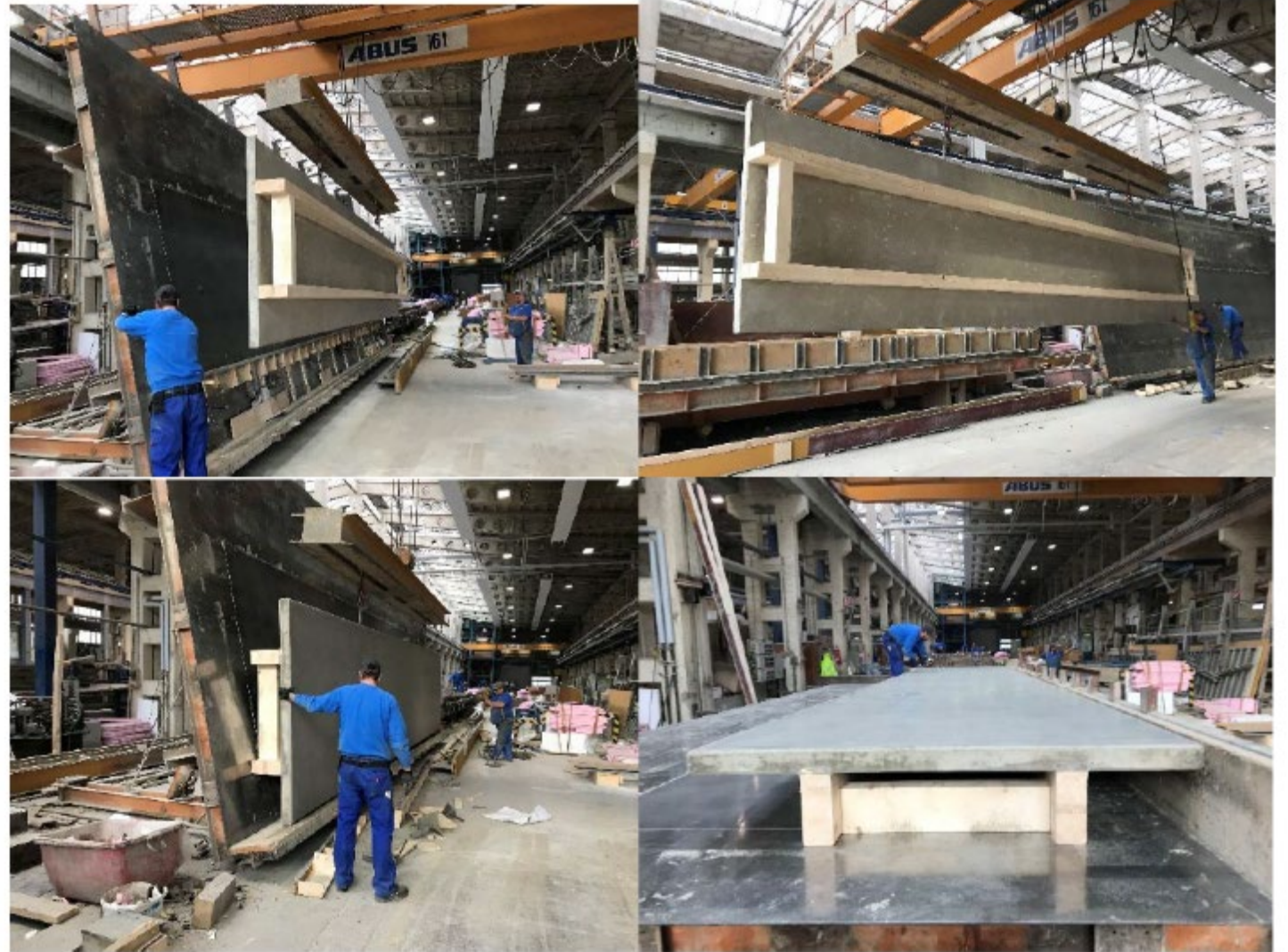
Kassettenmodul in Originalgröße (62,5x62,5 cm).
Oben: Seitenansicht Dübel (a) u. Seitenansicht Nut (b).
Unten: Draufsicht (c) und Bodenplatte (d).

Buchenhybridelement für den modernen Holzbau

■ Ziel

- Entwicklung eines hochleistungsfähigen Buchenhybridelements für den moderne Holzbau
- Einsatz als Deckenelement; Überbrückung von einer Spannweite von 10 m bei üblichen Belastungen aus dem Wohn- und Gewerbebau möglich
- Erfüllung sämtlicher Anforderungen aus dem mehrgeschossigen Bau hinsichtlich Schall- und Brandschutz

Fördermittelgeber: BMBF Spitzencluster BioEconomy;
Forschungszentrum Jülich; Laufzeit: 01.03.2015-30.09.2017





**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit!**