

Sehr geehrte Leser:innen,
den vollständigen Beitrag (28 Seiten) können Sie nach der Anmeldung auf unserer Webseite
www.holzbauphysik.de herunterladen.

Untersuchungsbericht zur Erstellung dreier Materialdatensätze für die hygrothermi- sche Simulation von Brettsperrholz (CLT) mittels der Soft- ware WUFI®

Autoren:

Dipl.-Ing. (FH) Daniel Kehl, Büro für Holzbau und Bauphysik (HBP), Leipzig
M.Sc. Eri Tanaka, Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP), Holzkirchen
Dipl.-Ing. (FH) Kristin Lengsfeld, Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP), Holzkirchen
Dipl.-Ing. (FH) Nikolai Krawczyk, Büro für Holzbau und Bauphysik (HBP), Leipzig
Dr.-Ing. Daniel Zirkelbach, Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP), Holzkirchen

Zitiervorschlag:

Kehl, D.; Tanaka, E.; Lengsfeld, K.; Krawczyk, N.; Zirkelbach, D.: Untersuchungsbericht
zur Erstellung dreier Materialdatensätze für die hygrothermische Simulation von Brettsperrholz (CLT)
mittels der Software WUFI®, Eigenverlag, Leipzig und Holzkirchen, 2026

Der Untersuchungsbericht gehört zum Verbund-Forschungsvorhaben „Qualitätssicherung im modernen mehrgeschossigen Holz- und Holz-Hybridbau (HolzQS) - Entwicklung von Schutzkonzepten und Monitoringsystemen zum Schutz der Holzkonstruktion vor unzuträglicher Feuchte während der Fertigungs-, Bau- und Nutzungsphase“ Förderkennzeichen: 2221HV072 A-E

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Materialeigenschaften – Messungen und Literatur	4
2.1	Rohdichte, darrtrocken ρ_0 [kg/m ³]	4
2.2	Reindichte ρ_m [kg/m ³].....	4
2.3	Porosität Φ_0 [m ³ /m ³ , bzw. Vol.-%]	4
2.4	max. Wassersättigung $w_{\max}$ [kg/m ³].....	5
2.5	Freie Wassersättigung $w_{f,28d}$ [kg/m ³]	5
2.6	Wärmeleitfähigkeit λ [W/m·K].....	6
2.7	Spez. Wärmekapazität c_0 [J/kg·K].....	7
2.8	Sorptionsisotherme / Feuchtespeicherfunktion w (T, RH)	8
2.8.1	Sorption im hygroskopischen Bereich	8
2.8.2	Feuchtespeicherfunktion im überhygroskopischen Bereich	9
3	Feuchtetransport	9
3.1	Feuchtetransportmodell	9
3.2	Wasserdampfdiffusion (μ -Wert und s_d -Wert).....	10
3.2.1	Messwerte und Literaturwerte Fichte	10
3.2.2	Messwerte Kleberschicht.....	12
3.3	Flüssigtransportkoeffizienten	13
3.3.1	Wasseraufnahmekoeffizient w [kg/m ² /h] bzw. A [kg/m ² /s].....	13
3.3.2	Flüssigtransportkoeffizienten D_{ws} and D_{ww}	14
3.3.3	NMR – Scanner	15
3.3.4	Wasseraufnahmeversuch und Feuchteprofil (D_{ws})	16
3.3.5	Weiterverteilungsversuch – Feuchteprofil (D_{ww}).....	18
3.3.6	Trocknungsversuch – Feuchteverlauf (D_{ww}).....	18
3.3.7	Klebeschicht radial/tangential.....	19
4	Zusammenfassung Materialdaten	21
5	Anhang (detaillierte Messwerte)	24
5.1	Rohdichte trocken ρ_0 Fichte.....	24
5.2	Sorptionsfeuchten.....	24
5.3	Wasserdampfdiffusions-Widerstandszahl μ bzw. s_d -Wert	25
6	Literatur	28

1 Einleitung

Die folgenden Untersuchungen wurden vom Fraunhofer Institut für Bauphysik in Kooperation mit dem Büro für Holzbau und Bauphysik, Dipl.-Ing. (FH) Daniel Kehl, Leipzig durchgeführt. Der Auftrag dazu wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens „*Qualitätssicherung im modernen mehrgeschossigen Holz- und Holz-Hybridbau (HolzQS) - Entwicklung von Schutzkonzepten und Monitoringsystemen zum Schutz der Holzkonstruktion vor unzuträglicher Feuchte während der Fertigungs-, Bau- und Nutzungsphase*“ erteilt. Das Forschungsvorhaben wird gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Projektträger: Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR).

Ziel der Untersuchung ist die vollständige bauphysikalische Materialbeschreibung von Brettsperrholz (Cross Laminated Timber (CLT)) für die hygrothermische Bauteilsimulation mit der Software WUFI® (Wärme und Feuchte instationär) des Fraunhofer Instituts für Bauphysik. Zu der vollständigen Materialbeschreibung gehören drei Materialdatensätze:

- Fichte radial, tangential (2026),
- Fichte longitudinal (2026) und
- Kleberschicht CLT

Mit Hilfe verschiedener Messverfahren und aus der Literatur bekannter Werte werden die hygrothermischen Materialparameter von Fichte und der Klebefuge ermittelt, die für die modernen, instationären hygrothermischen Rechenverfahren notwendig sind.

Für einen vollständigen Materialdatensatz für WUFI®, werden folgende Daten benötigt:

- Rohdichte darrtrocken ρ_0
- Reindichte ρ_m
- Porosität Φ / max. Wassergehalt $w_{\max}$
- Wärmeleitfähigkeit trocken λ_0 , feuchte- und temperaturabhängig $\lambda(w;T)$
- Sorptionsisotherme (Feuchtespeicherfunktion) $w(T; RH)$
- Freie Wassersättigung (w_f)
- Diffusionswiderstandszahl μ [-]
- Wasseraufnahmekoeffizient (w bzw. A)

Um aus den Messwerten einen Materialdatensatz zu erstellen, sind insbesondere für die Bestimmung der Feuchtetransportkoeffizienten zusätzliche Versuche mit Nuklear Magnet Resonanz Messungen (NMR) erforderlich.

- Wasseraufnahme inkl. NMR-Messung
- Weiterverteilungsversuch inkl. NMR-Messung
- Trocknungsversuch inkl. NMR-Messung

Während der Erstellung des Materialdatensatzes können auf Grund der Streuung des Materials einzelne Parameter angepasst werden. Die fertigen Materialdatensätze werden am Ende des Berichts in einer Übersicht zusammengestellt.