

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 156 (2005)
Heft: 3-4

Artikel: Untersuchungen zum Diffusionswiderstand von Holzwerkstoffen
Autor: Popper, Rudolf / Niemz, Peter / Eberle, Gerhild
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098035>

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: 01.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Untersuchungen zum Diffusionswiderstand von Holzwerkstoffen

RUDOLF POPPER, PETER NIEMZ UND GERHILD EBERLE

Keywords: Water vapour diffusion resistance; wood; wood based composites. FDK 81 : 83

1. Einleitung

Über Diffusionsvorgänge in Holzwerkstoffen findet man in der Literatur nur wenige Arbeiten. Eine Übersicht ist in HORN (1969), KISSELOFF (1969), CAMMERER (1970), FRÜHWALD (1973), HILBERT (1988), VANEK & TEISCHINGER (1989), JENSEN & EMLER (1996) sowie POPPER *et al.* (2004) vorhanden. Bekannt ist der Einfluss der Rohdichte und der Holzfeuchte. Zu modernen Holzwerkstoffen liegen meist nur Angaben aus Prospekten der Plattenhersteller vor. Diese variieren teilweise sehr stark. POPPER *et al.* (2004) untersuchten an Massivholzplatten den Einfluss der Verleimungsart und des Schichtenaufbaus auf die Wasserdampfdiffusion. In der vorliegenden Arbeit wird an industriell gefertigten dreischichtigen Massivholzplatten der Einfluss des Plattenaufbaus, der Materialfeuchtigkeit, der Plattendicke und des Druckgefälles auf den Wasserdampf-Diffusionswiderstand untersucht. Ferner werden vergleichende Untersuchungen zum Diffusionswiderstand von industriell gefertigten Spanplatten, Sperrholz-, OSB-Platten (Oriented Strand Boards), Dämmplatten auf Holzfaserbasis und von MDF-Platten (Medium Density Fibreboards) durchgeführt. Im Vergleich zu den Massivholzplatten war die Variabilität in den strukturellen Parametern der übrigen Holzwerkstoffe verhältnismässig gering. Dadurch konnte der Einfluss der Struktur nicht untersucht werden. Für diese Materialien erfolgte lediglich eine exemplarische Untersuchung ausgewählter Parameter.

2. Versuchsmaterial und Methode

2.1 Versuchsmaterial

Die Versuche wurden an industriell gefertigten Holzwerkstoffen und an Vollholz durchgeführt. Geprüft wurden:

- dreischichtige Massivholzplatten aus Fichtenholz mit Schichtenaufbau 10/10/10 mm und 20/20/20 mm,
- 19 mm dicke MDF-Platten, 16 mm dicke und diffusionsoffene MDF mit reduzierter Dichte (Dichte 370 kg/m³; Dachplatten),
- Holzfaserdämmplatten mit 20 mm Dicken (im Nassverfahren hergestellt),
- 18 mm und 25 mm dicke OSB-Platten,
- Spanplatten mit 18 mm, 19 mm und 30 mm Dicke,
- Sperrholzplatten mit 15 mm, 19 mm, 21 mm, 22 mm und 24 mm Dicke und variablem Plattenaufbau und variabler Holzart (siehe *Tabelle 1*),
- Fichtenvollholz mit 30 mm Dicke (Prüfung senkrecht zur Faserrichtung).

2.2 Versuchsmethode

Die Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ wurde in Anlehnung an die DIN 52 615 und die EN ISO 12 572 bestimmt. Die Prüfeinrichtung und die Messanordnung sind in der Arbeit POPPER *et al.* (2004) beschrieben. Für den Nassbereich wurde das Partialdruckgefälle zwischen relativer Luftfeuchtigkeit (RH) 100% und 20 °C (Wasser) und Normalklima (65%, 20 °C)

Tabelle 1: Diffusionswiderstand ausgewählter Holzwerkstoffe als Funktion von Dampfdruckgefälle, Normal-Rohdichte, Plattendicke und Wassergehalt (Mittelwert aus 4 bis 10 Einzelwerten).

Material	Dampfdruckgefälle RH %	Normal-Rohdichte ρ_N g/cm ³	Plattendicke s mm	Wassergehalt MC (%)	Diffusionswiderstand μ	
Massivholzplatten	100-65	0,45	60	20,1	11	
	0-35	0,44	60	8,5	18	
	0-65	0,44	60	11,2	24	
	100-65	0,47	30	20,2	20	
	0-35	0,42	30	7,4	39	
	0-65	0,45	30	11,1	43	
MDF	100-65	0,77	19	15,9	32	
	0-35	0,77	19	6,7	42	
MDF, Dachplatte	100-65	0,37	16	11,9	6	
	0-35	0,37	16	7,2	6	
Faserdämmplatte, Nassverfahren	0-65	0,21	20	6,6	8	
	0-35	0,19	20	7,5	5	
OSB	100-65	0,67	18	19,0	46	
	0-35	0,64	18	6,3	64	
	0-65	0,69	18	8,5	91	
	0-65	0,65	25	8,6	72	
	100-65	0,61	30	17,6	19	
Spanplatten	0-35	0,59	30	6,2	23	
	0-65	0,60	30	9,0	27	
	100-65	0,67	19	17,1	29	
	0-35	0,67	19	6,2	38	
	0-65	0,67	19	7,9	62	
	100-65	0,65	18	14,8	38	
	0-35	0,64	18	5,8	43	
0-65	0,65	18	7,8	18		
Sperrholz	100-65	0,53	15	16,7	45	
	Douglasie, 5-schichtig	0-35	0,55	15	5,5	88
	0-65	0,57	15	7,9	91	
Buche, 9-schichtig	100-65	0,73	19	17,0	34	
	0-35	0,71	19	6,0	51	
	0-65	0,72	19	7,9	68	
Waldföhre, 9-schichtig	100-65	0,50	21	23,2	21	
	0-35	0,49	21	6,8	46	
	0-65	0,50	21	9,0	65	
Lärche, 9-schichtig	100-65	0,63	22	16,7	33	
	0-35	0,63	22	6,4	51	
	0-65	0,62	22	8,4	80	
Buche, 11-schichtig	0-35	0,75	24	6,1	44	
	0-65	0,74	24	8,7	49	
Fichtenholz (senkrecht zur Faser)	100-65	0,45	30	19,6	17	
	0-35	0,45	30	7,4	30	
	0-65	0,43	30	10,0	43	

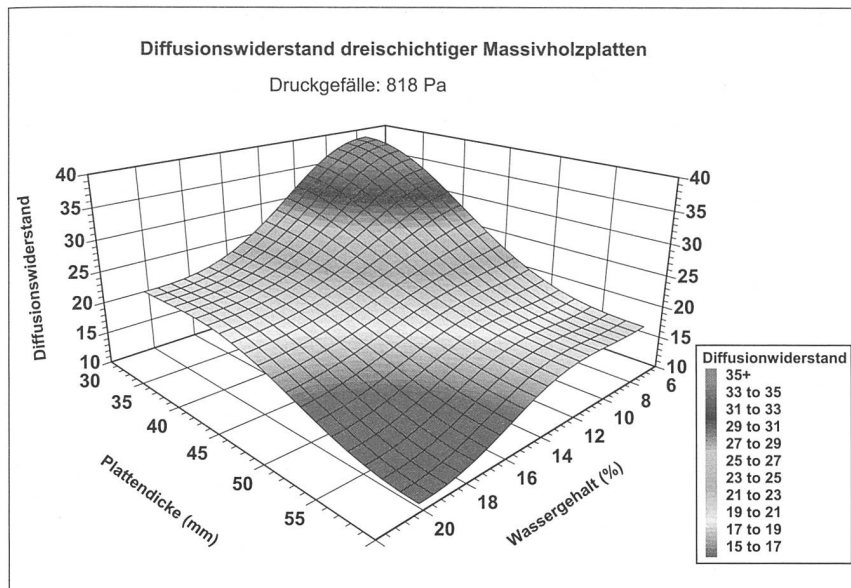


Abbildung 1: Einfluss der Plattendicke und der Materialfeuchte auf den Diffusionswiderstand beim Druckgefälle von 818 Pa.

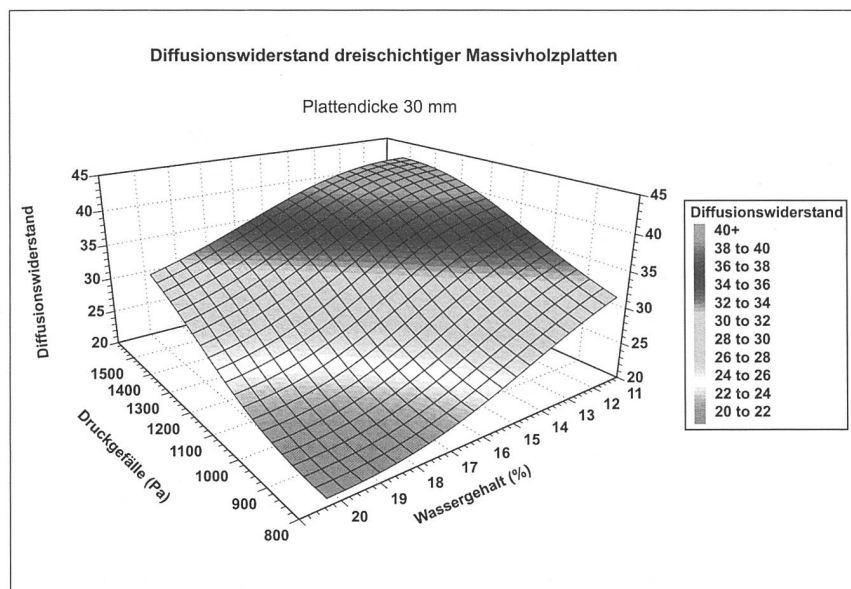


Abbildung 2: Einfluss des Druckgefälles und der Materialfeuchtigkeit auf den Diffusionswiderstand von 30 mm dicken Massivholzplatten (10/10/10).

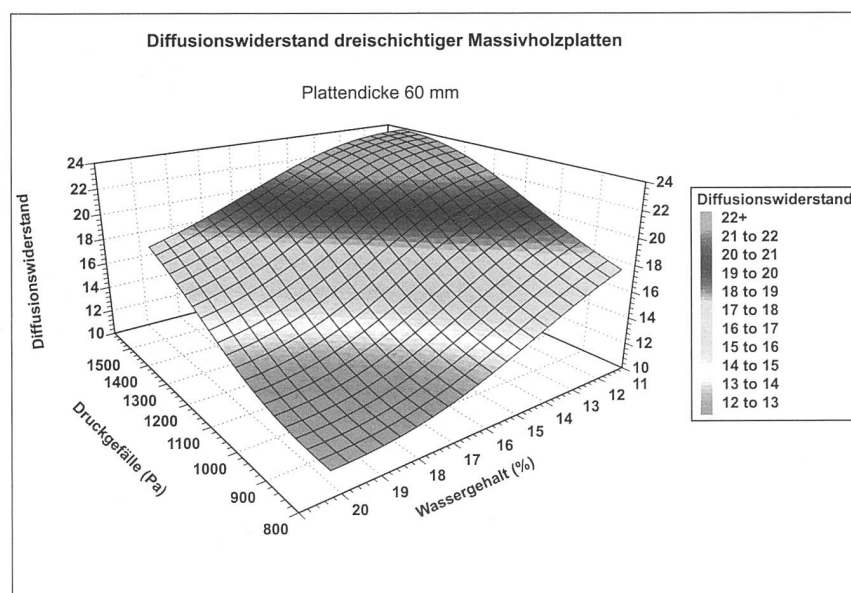


Abbildung 3: Einfluss des Druckgefälles und der Materialfeuchtigkeit auf den Diffusionswiderstand von 60 mm dicken Massivholzplatten (20/20/20).

und für den Trockenbereich das Druckgefälle zwischen RH 0% und 20 °C (Silikagel) und RH 65% und 20 °C (Klimaraum gemäss DIN 50014) sowie zwischen RH 0% und 20 °C (Silikagel) und RH 35% und 20 °C (Klimakammer) gewählt.

Durch die Differenzen in der relativen Luftfeuchte wurden folgende Dampfdruckdifferenzen in Pascal (Pa) erreicht (jeweils bei 20 °C):

- 35% / 0% und 100% / 65%: 818 Pa
- 65% / 0%: 1520 Pa

Die Normal-Rohdichte ρ_N des Versuchsmaterials wurde nach DIN 52 182 ermittelt. Die Holzfeuchtigkeit MC der Versuchsproben wurde nach DIN 52 183 bestimmt.

3. Versuchsergebnisse und Diskussion

Tabelle 1 zeigt die Versuchsergebnisse. Bei den Massivholzplatten wurden der Einfluss der Plattendicke, der Materialfeuchtigkeit und des Druckgefälles auf den Wasserdampf-Diffusionswiderstand untersucht. Bei den anderen Holzwerkstoffen war die Variabilität in den Plattenparametern begrenzt, so dass weniger Aussagen zum Einfluss des Aufbaus gemacht werden konnten.

Abbildung 1 zeigt bei den dreischichtigen, industriell gefertigten Massivholzplatten aus Fichtenholz beim Dampfdruckgefälle von 818 Pa den Einfluss von Plattendicke und Holzfeuchte auf den Wasserdampf-Diffusionswiderstand. Mit abnehmender Holzfeuchte und Plattendicke steigt der Diffusionswiderstand. Dabei ist natürlich zu berücksichtigen, dass eine geringe Spreizung der untersuchten Parameter bestand und eine gewisse Überlagerung mit anderen strukturellen Parametern vorliegt. Hier müssten zusätzliche Laborversuche mit variabler Plattenstruktur und noch stärkerer Spreizung der Holzfeuchte durchgeführt werden.

Abbildung 2 zeigt für 30 mm dicke, dreischichtige (10/10/10) Massivholzplatten den Einfluss des Druckgefälles und der Materialfeuchte auf den Wasserdampf-Diffusionswiderstand. Es ist erkennbar, dass der Diffusionswiderstand auch mit steigendem Dampfdruckgefälle steigt. Auch hier ist wiederum der Einfluss der Holzfeuchte gut erkennbar.

Abbildung 3 zeigt bei den 60 mm dicken, dreischichtigen (20/20/20) Massivholzplatten den Einfluss des Druckgefälles und der Materialfeuchte auf den Wasserdampf-Diffusionswiderstand. Aus dieser Darstellung geht hervor, dass gleich wie bei den 30 mm dicken Platten mit steigendem Druckgefälle und sinkender Materialfeuchte der Diffusionswiderstand steigt.

Aus dem Vergleich der Abbildungen 2 und 3 kann man folgern, dass mit der Ver-

Tabelle 2: Ergebnisse der Regressionsanalyse für den Einfluss der Plattendicke auf den Diffusionswiderstand von Spanplatten bei einem Druckgradienten von 818 Pa.

Abhängige Variable	Unabhängige Variable	Abschnitt auf der Y-Achse a_0	Steigung der Geraden a_1	Korr. Koeffizient	Bestimmtheitsmass %
Diffusionswiderstand μ	Plattendicke s (mm)	63,4450	1,42293	-0,89193	79,6

Tabelle 3: Ergebnisse der Regressionsanalyse für den Einfluss der Rohdichte auf den Diffusionswiderstand von Spanplatten bei einem Druckgradienten von 818 Pa.

Abhängige Variable	Unabhängige Variable	Abschnitt auf der Y-Achse a_0	Steigung der Geraden a_1	Korr. Koeffizient	Bestimmtheitsmass %
Diffusionswiderstand μ	Normal-Rohdichte ρ_N (g/cm ³)	-87,5426	186,7510	0,638951	40,8

Tabelle 4: Ergebnisse der Regressionsanalyse für den Einfluss der Holzfeuchte auf den Diffusionswiderstand von Sperrholz bei einem Druckgradienten von 818 Pa.

Abhängige Variable	Unabhängige Variable	Abschnitt auf der Y-Achse a_0	Steigung der Geraden a_1	Korr. Koeffizient	Bestimmtheitsmass %
Diffusionswiderstand μ	Wassergehalt RH (%)	68,9655	-1,98963	-0,723495	52,3

minderung der Plattendicke der Massivholzplatten von 60 mm auf 30 mm sich der Einfluss des Wasserdampfdruckgefälles und der Materialfeuchte auf den Diffusionswiderstand verdoppelt. Zwischen den einzelnen Holzwerkstoffen bestehen deutliche Differenzen im Wasserdampf-Diffusionswiderstand.

Abbildung 4 zeigt exemplarisch für die in Tabelle 1 zusammengestellten Werkstoffe die Diffusionswiderstandszahl μ für verschiedene Materialien im Differenzklima 100% und 65% relativer Luftfeuchte. Dabei sind deutliche Unterschiede zwischen den Materialien erkennbar. Bei Partikelwerkstoffen ist er deutlich dichteabhängig. OSB haben infolge der flächigen Partikel einen größeren Widerstand als Spanplatten. Er

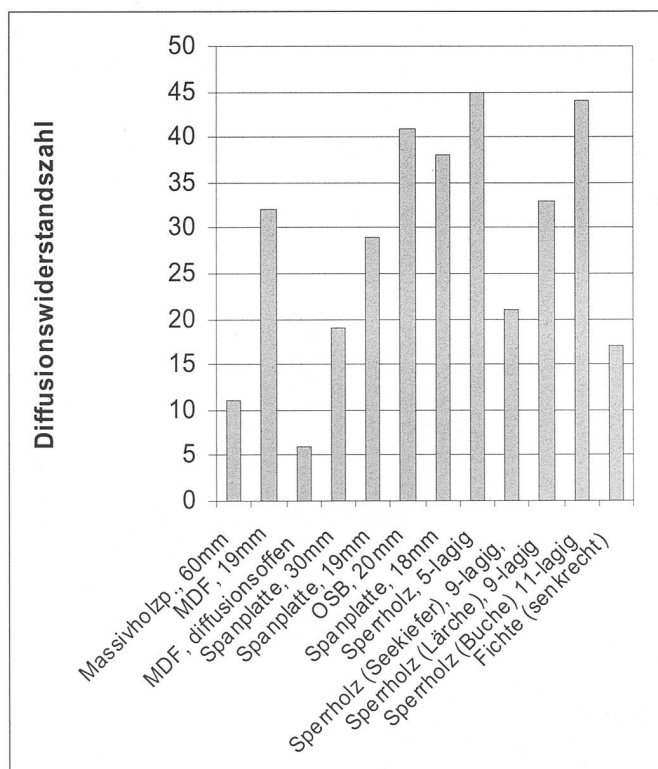


Abbildung 4: Diffusionswiderstandszahl, geprüft bei 20 °C und 100% / 65% relativer Luftfeuchte.

liegt bei diesen im Bereich von Sperrholz. Dies ist vermutlich auf die vollflächigere Verklebung im Vergleich zu Spanplatten oder MDF zurückzuführen. Der Diffusionswiderstand von Massivholzplatten liegt im Bereich des Vollholzes (Fichte) und sogar leicht darunter. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass die Mittellagen der verwendeten Massivholzplatten vom Hersteller lediglich lose eingelegt werden, also nicht breitenverleimt sind. Dadurch entstehen an den Stößen Fugen.

Die Messwerte der Spanplatten und des Sperrholzes wurden einer Regressionsanalyse unterworfen. Es wurde der Ansatz

$$Y = a_0 + a_1 \cdot x \quad (\text{Gleichung (1)})$$

verwendet. Dabei wurde der Wasserdampf-Diffusions-

widerstand μ als Funktion der Plattendicke s (mm) und der Normal-Rohdichte ρ_N (g/cm³) berechnet. Bei der Berechnung des Einflusses der Plattendicke wurden die Dichtedifferenzen der verschiedenen Plattendicken vernachlässigt. Die Ergebnisse der linearen Modelle sind in Tabelle 2 und 3 zusammengestellt. Der Diffusionswiderstand korreliert sehr stark mit der Plattendicke und moderat mit der Rohdichte. Das Bestimmtheitsmass beträgt für den Dickeneinfluss 79,6% und für die Dichte 40,8%. Mit zunehmender Dichte steigt der Diffusionswiderstand linear an. Mit zunehmender Plattendicke sinkt der Diffusionswiderstand. Es ist zu erwarten, dass auch Partikelgröße, Dichteprofil, Leimanteil in das Messergebnis eingehen. Diese Parameter konnten bei den industriell gefertigten Platten nicht kontrolliert werden. Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse einer linearen Regression für den Einfluss der Holzfeuchte auf den Diffusionswiderstand am Beispiel von Sperrholz bei einem Dampfdruckgradienten von 818 Pa. Mit zunehmender Feuchte sinkt der Diffusionswiderstand. Das Bestimmtheitsmass beträgt 52,3%.

Insgesamt wurden deutlich Unterschiede von Materialart, Dampfdruckgefälle, Plattendicke und Holzfeuchte festgestellt. Der Einfluss der Strukturparameter und der Feuchte wurde lediglich exemplarisch geprüft. Aus Tabelle 2 geht hervor, dass angesichts des Bestimmtheitsmasses von 79,6% das lineare Modell sehr gut die Variabilität des Wasserdampf-Diffusionswiderstands beschreibt. Der Korrelationskoeffizient von -0,89193 dokumentiert eine relativ starke Abhängigkeit der beiden Variablen μ und s . Das Bestimmtheitsmass von 40,8% in Tabelle 3 deutet darauf hin, dass der Wasserdampf-Diffusionswiderstand von Spanplatten als Funktion der Normal-Rohdichte mit dem linearen Regressionsmodell relativ gut beschrieben werden kann. Der Korrelationskoeffizient von 0,638951 deutet auf eine relativ starke Abhängigkeit der beiden Variablen μ und ρ_N .

Das in Tabelle 4 aufgeführte lineare Regressionsmodell beschreibt die Abhängigkeit des Diffusionswiderstandes vom Wassergehalt der Sperrholzplatten bei einem Dampfdruckgradienten von 818 Pa relativ gut. Bei Sperrholzplatten verursacht ein höherer Dampfdruckgradient tendenziell auch einen höheren Wasserdampf-Diffusionswiderstand.

Weitere statistisch gesicherte Abhängigkeiten für die untersuchten Sperrholz-, MDF- und Holzdämmplatten haben sich wegen der niedrigen Variabilität der Parameter nicht ergeben.

Zusammenfassung

An Holzwerkstoffen wurde der Diffusionswiderstand im Nass- und Trockenbereich bei Variation von Feuchte und Dampfdruckdifferenzen gemessen. Der Diffusionswiderstand von Massivholzplatten liegt im Bereich des Vollholzes (Fichte), tendenziell sogar leicht darunter. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass die Mittellagen der verwendeten Massivholzplatten vom Hersteller lediglich lose eingelegt werden, also nicht breitenverleimt wurden. Bei Massivholzplatten steigt der Diffusionswiderstand mit abnehmender Holzfeuchte und Plattendicke ebenso wie bei Erhöhung des Dampfdruckgefälles von 818 auf 1520 Pa. Zwischen den einzelnen Holzwerkstoffen gab es deutliche Unterschiede. Bei Partikelwerkstoffen ist der Diffusionswiderstand stark dichteabhängig. OSB (Oriented Strand Boards) haben infolge der flächigen Partikel einen grösseren Diffusionswiderstand als Spanplatten. Er liegt bei OSB im Bereich von Sperrholz.

Résumé

Etude de la résistance à la diffusion de dérivés du bois

La résistance à la diffusion de dérivés du bois a été mesurée à l'état sec et humide lorsque l'humidité et la pression de la vapeur varient. La résistance de panneaux massifs correspond approximativement à celle du bois massif (épicéa) et s'avère même un peu inférieure. Ce résultat peut provenir du fait que la couche intérieure utilisée dans la fabrication des panneaux massifs n'est pas collée sur toute sa largeur. La résistance à la diffusion augmente lorsque l'humidité du bois et l'épaisseur du panneau diminuent. Il en va de même lorsque la pression de la vapeur passe de 818 à 1520 Pa. On a observé de nettes différences entre les dérivés du bois. La résistance à la diffusion est étroitement liée à la densité dans le cas des dérivés à base de particules. La largeur des particules composant les panneaux OSB (Oriented Strand Boards) procure à ce produit une plus grande résistance que les panneaux agglomérés. Cette valeur est en outre comparable à celle du contre-plaqué.

Traduction: CLAUDE GASSMANN

Summary

Diffusion resistance of timber materials

The water vapour diffusion resistance of timber materials were tested in a wet climate (relative humidity ranging from 100% to 65% at 20 °C) and in a dry climate (relative humidity ranging from 0% to 65% and from 0% to 35% at 20 °C) with variation by relative humidity and vapour pressure gradient. The diffusion resistance of multilayer solid wood panels lies under or within the range of the solid wood (spruce), tending even to a lower range. This can be attributed to the loosely inserted middle lamella of the used solid wood panels, which were not correctly glued by the manufacturer. The diffusion resistance of the solid wood panels increases with decreasing moisture content and decreasing panel thickness, as well as with increasing water vapour gradient from 818 to 1520 Pa. There were clear differences between the tested timber materials. The diffusion resistance of particle composites is strongly dependent on the specific gravity. Due to laminar particles OSBs (Oriented Strand Boards) have a larger diffusion resistance than chipboards. The water vapour diffusion resistance of OSBs lies within the range of plywood.

Literatur

- CAMMERER, W.F. 1970: Wärmeleitfähigkeit und Diffusionswiderstand von Holzwerkstoffen. Holz Roh- und Werkst. 28: 420–423.
- DIN 52 615. Nov. 1987: Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit von Bau- und Dämmstoffen. 1–5.
- DIN 52 183. Nov. 1977: Prüfung von Holz. Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes: 1–2.
- DIN 52 182. Sep. 1976: Prüfung von Holz. Bestimmung der Rohdichte: 1–2.
- DIN 50014. Jul. 1985: Klimate und ihre technische Anwendung. Normalklimate: 1–2.
- EN ISO 12572 1999: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten. Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit. Europäisches Komitee für Normung, rue de Stassart 36, B 1050 Brüssel: 1–27.
- FRÜHWALD, A. 1973: Ein Beitrag zur Kenntnis des diffusionstechnischen Verhaltens von Furnierplatten und kunstharzbeschichtetem Holz. Diss. Universität Hamburg, 173 S.
- HILBERT, T. 1988: Beitrag zum Diffusionswiderstand gipsgebundener Spanplatten in Abhängigkeit von der Plattendichte und dem Holz/Gips-Verhältnis. Holz als Roh- und Werkstoff, Berlin 46: 401.
- HORN, J. 1969: Untersuchungen über Wasserdampfdiffusion durch Holzspanplatten in Abhängigkeit von einigen technologischen und klimatischen Einflussfaktoren. Diss. Universität Hamburg, 146 S.
- JENSEN, U.; EMLER, R. 1996: Diffusion resistance of MDF and particleboard. In Proceedings of the 1996 International conference on wood mechanics : 14–16 May, Stuttgart, Germany / FMFA-Otto-Graf-Institut-, Stuttgart, Department of building materials, University Stuttgart ; ed. by S. Aicher. Stuttgart : FMFA, 1996, S. 345–352.
- KISSELOFF, P. 1969: Feuchtebewegung und Wärmeleitung in Holz. Holz Roh- Werkst. 27: 245–253.
- POPPER, R.; NIEMZ, P.; EBERLE, G. 2004: Untersuchungen zu Diffusionsvorgängen in mehrschichtigen Massivholzplatten. Holz Roh- Werkst. 62: 253–260.
- VANEK, M.; TEISCHINGER, A. 1989: Diffusionskoeffizienten und Diffusionswiderstandszahlen von verschiedenen Holzarten. Holzforsch. Holzverwert. 41: 3–6.

Autoren

RUDOLF POPPER, dipl. Ing., Institut für Baustoffe, Schafmattstr. 6, ETH Hönnggerberg, 8093 Zürich, E-Mail: popper@ifb.baug.ethz.ch.
 Prof. Dr.-Ing. habil. PETER NIEMZ, Institut für Baustoffe, Schafmattstr. 6, ETH Hönnggerberg, 8093 Zürich, E-Mail: niemz@ifb.baug.ethz.ch.
 GERHILD EBERLE, Institut für Baustoffe, Schafmattstr. 6, ETH Hönnggerberg, 8093 Zürich, E-Mail: eberle@ifb.baug.ethz.ch.