

Materialeigenschaften von Belmadur Kiefer

Thema	Geprüft nach	Geprüft von	Ergebnis & Hinweise
Allgemeines zur Kiefer			
Holzarten			
Für die Beschreibung der Materialeigenschaften beschränken wir uns auf die Holzart Kiefer (<i>Pinus sylvestris</i> L.). Für den Fensterbau ebenso geeignet und von uns untersucht wurden unter anderem auch die Holzarten <i>Pinus radiata</i> , <i>Pinus ponderosa</i> und <i>Pinus strobus</i> .			
Holzqualität			
Die für unbehandelte Kiefer im VFF Merkblatt HO.02 veröffentlichten Empfehlungen gelten uneingeschränkt auch für Kiefernholz, welches mit dem Belmadur Prozess veredelt werden soll.			
Herstellungsverfahren für Belmadur Kiefer			
Modifizierung			
<p>In Analogie zur Textilindustrie, die zur Bügelfrei-Ausrüstung Cellulosemoleküle der Baumwolle vernetzt und stabilisiert, kommt es bei der Belmadur Modifizierung zu einer Vernetzung (cross-linking) der Hauptkomponenten Cellulose, Hemicellulose und Lignin im Holz.</p> <p>Die Belmadur Technologie basiert auf zwei einfachen, in der Holzindustrie etablierten Prozessschritten. Im ersten Schritt werden mit Hilfe einer wässrigen Lösung (der Belmadur Lösung) die Belmadur Vernetzermoleküle in das Holz eingebracht. Im zweiten Schritt wird das mit Belmadur Lösung getränkte Holz bei Temperaturen von über 100°C getrocknet. Gleichzeitig erfolgt die Vernetzung Belmadur Moleküle mit den Zellwandbestandteilen.</p>			
Wirkmechanismus			
Die Belmadur Modifizierung beruht nicht auf einer bioziden Wirkweise, d.h. Belmadur Holz ist gesundheitlich unbedenklich. Die Belmadur Modifizierung ist eine permanente, irreversible Vernetzung von Holzbestandteilen. Durch die veränderte Struktur wird holzerstörenden Pilzen und anderen Mikroorganismen die Nahrungsgrundlage entzogen, weil deren natürliche enzymatische Abbauprozesse auf Belmadur Holz nicht mehr funktionieren.			
Struktur und Farbveränderung			
<p>Die Belmadur Modifizierung führt durch Einlagerung des Vernetzers in die Zellwand zu einer permanenten Quellung, dem so genannten Bulking. Bulking bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das Volumen im darrtrockenen Zustand nach der Behandlung größer ist als vor der Modifizierung. Ein messbares Bulking ist ein klarer Indikator, dass der Vernetzer in der Zellwand lokalisiert ist. Die Zellhohlräume bleiben frei. Schädigung der Holzstruktur und weitere aus der klassischen Holz Trocknung bekannte Schädigungen treten bei korrekter Prozessführung der Belmadur Modifizierung nicht auf. Das Holz ist nach dem Prozess leicht dunkler, es erhält die Anmutung von Lärchenholz. Ursache für die leichte Farbänderung sind so genannte hygrothermische Verfärbungen, wie sie auch aus der Holz Trocknung bei hohen Temperaturen oder Dämpfung bekannt sind. Möglicherweise auftretende Schattierungen auf der Oberfläche rühren vom Austreten des Harzes beim Prozess her und sind nach dem Bearbeiten beim Fensterbauer nicht mehr sichtbar. Fachgerecht beschichtetes Belmadur Kiefer Fenster sind farblich nach wenigen Wochen nicht mehr von unmodifizierten zu unterscheiden.</p> <p>Das unmodifizierte Kiefernholz dunkelt deutlich schneller nach. Harz führt bei weißen Beschichtungen nicht mehr zu Verfärbungen und dringt bei dunklen Beschichtungen in Verbindung mit hohen Temperaturen nicht mehr durch den Anstrich.</p>			
Physikalische Eigenschaften von Belmadur Kiefer			
Natürliche Dauerhaftigkeit			
	CEN/TS 15083-1	Dr. Wolman GmbH, IfHH Göttingen	Dauerhaftigkeitsklasse 1
	ENV 807	IfHH Göttingen	Dauerhaftigkeitsklasse 1
Alle Prüfungen wurden nach vorausgegangener Auswaschbeanspruchung gemäß DIN EN 84 durchgeführt.			
Belmadur Kiefer erzielt mit der Dauerhaftigkeitsklasse 1 die höchste Resistenz gegen die Zerstörung durch holzerstörende Pilze. Diese Dauerhaftigkeitsklasse wird durch keine in Europa heimische Baumart erreicht und auch weltweit können damit nur extrem wenige Baumarten wie zum Beispiel Teak konkurrieren.			

Materialeigenschaften von Belmadur Kiefer

Thema	Geprüft nach	Geprüft von	Ergebnis & Hinweise
Bläue			
	DIN EN 152-1	Dr. Wolman GmbH, IfHH Göttingen	kein Bläueschutz
<i>Der Befall durch Bläue wird durch die Belmadur Modifizierung deutlich reduziert. Ein vollständiger Schutz ist jedoch nicht gegeben, so dass eine bläuewidrige Behandlung dringend empfohlen wird.</i>			
Emissionen			
	Formaldehyd: DIN EN 717-1	BASF AG IfHH Göttingen	< 0,1ppm
	VOC: ENV 13419 -Teile 1-3	BASF AG	TVOC nach 72h: 440µg/m ³
<i>Die Emission von Formaldehyd aus roher, unbeschichteter Belmadur Kiefer liegt deutlich unter dem für die Emissionsklasse E1 für Holzwerkstoffe geforderten Grenzwert von 0,1ppm. Die Emission leicht flüchtiger organischer Bestandteile, sogenannter VOC's, wird durch die Modifizierung mit Belmadur im Vergleich zur natürlichen Kiefer um mehr als 90% von 7120 auf 440µg/m³ reduziert.</i>			
Rohdichte			
	DIN 52182	IfHH Göttingen	Darrdichte: 0,54g/cm ³ Rohdichte 20°/65%: 0,57g/cm ³
<i>Die Belmadur Modifizierung führt sowohl zu einer Gewichtszunahme als auch einer Volumenzunahme sowie einer Abnahme der Ausgleichsfeuchte. Insgesamt bedeutet das eine geringfügige Zunahme der Rohdichte um 5-8%.</i>			
Quellungs- und Schwindungseigenschaften			
	DIN 52184	IfHH Göttingen	max. lineares Quellmaß: radial 2,45 % tangential 4,42% longitudinal 0,131% Quellungskoeffizient: radial 0,019 tangential 0,034 longitudinal 0,0009
<i>Die Quellung und Schwindung von Belmadur Kiefer ist im Vergleich zu unmodifizierter Kiefer um 50-60% reduziert. Außerdem sind die Unterschiede im Quellungsverhalten in den verschiedenen Wuchsrichtungen, die sogenannte Anisotropie, deutlich geringer.</i>			
Kapillare Wasseraufnahme			
	DIN EN ISO 15148	IfHH Göttingen	Wasseraufnahmekoeffizient: WW radial 0,033 kg/(m ² x h ^{0,5}) WW tan 0,051 kg/(m ² x h ^{0,5}) WW long 1,90 kg/(m ² x h ^{0,5})
<i>Die Modifizierung von Kieferholz nach dem Belmadur Verfahren bewirkt eine Reduzierung der kapillaren Wasseraufnahme.</i>			
Brandverhalten			
	DIN 4102	BASF AG	Baustoffklasse B2
<i>Belmadur Kiefer wird wie unbehandelte Kiefer der Baustoffklasse B2 zugeordnet.</i>			
Ausgleichsfeuchte			
	DIN 52183	IfHH Göttingen	Ugl(20°/65%) 7,8%
<i>Die Modifizierung von Kieferholz nach dem Belmadur Verfahren bewirkt eine Reduzierung der Ausgleichsfeuchtigkeit um etwa 30-40%. Die Bestimmung der Holzfeuchtigkeit kann nur nach Darrtrocknung oder kapazitiv erfolgen. Eine Ermittlung nach dem Widerstandsmessverfahren ist nicht möglich.</i>			
Wärmeleitfähigkeit (λ Wert)			
	DIN EN 12667	MPA Stuttgart	0,104 W/mK*
<i>Der λ- Wert für Belmadur Kiefer ist aufgrund der geringeren Ausgleichsfeuchte niedriger als der entsprechende Kennwert für unbehandelte Kiefer. * Rohdichte 518kg/m³</i>			

Materialeigenschaften von Belmadur Kiefer

Thema	Geprüft nach	Geprüft von	Ergebnis & Hinweise
Mechanische Eigenschaften von Belmadur Kiefer			
Biegefestigkeit			
	DIN 52186	IfHH Göttingen	109,7 N/mm ²
<i>Die Biegefestigkeit von Belmadur Kiefer ist im Vergleich zur natürlichen Kiefer unverändert. Das Material zeichnet sich jedoch durch eine erhöhte Steifigkeit aus. Die maximale Durchbiegung bis zum Bruch ist um etwa 50% geringer als bei unmodifizierter Kiefer.</i>			
Elastizitätsmodul			
	DIN 52186	IfHH Göttingen	13.375 /mm ²
<i>Auch der statische Elastizitätsmodul wird durch die Belmadur Modifizierung nicht oder nur geringfügig beeinflusst.</i>			
Druckfestigkeit parallel zur Faserrichtung			
	DIN 52185	IfHH Göttingen	76,5 N/mm ²
<i>Durch die Modifizierung mit Belmadur kommt es im Vergleich zur unmodifizierten Kiefer zu einer Erhöhung der Druckfestigkeit parallel zur Faserrichtung um etwa 50%.</i>			
Schlagbiegefestigkeit (Bruch-Schlagarbeit)			
	DIN 52189	IfHH Göttingen	16 N/mm ²
<i>Bedingt durch die Vernetzung kommt es zu einer Versprödung des Materials, die zu einer Reduzierung der Schlagbiegefestigkeit von Beladur Kiefer im Vergleich zu unmodifizierter Kiefer führt.</i>			
Oberflächenhärte			
	Brinellhärte	IfHH Göttingen	26 N/mm ²
<i>Die Oberflächenhärte von Belmadur Kiefer wird im Vergleich zur unmodifizierten Kiefer um 30-40% erhöht.</i>			
Allgemeines zum Gebrauch von Belmadur Kiefer			
Korrosion			
		BASF AG	pH Wert des Holzes bleibt unverändert
<i>Handelsübliche Beschläge mit unterschiedlichen Oberflächenvergütungen verhalten sich auf Belmadur Kiefer ebenso wie auf unbehandelter Kiefer.</i>			
Haftfestigkeit von Klebstoffen			
	DIN 301/302 EN 391 B und C ASTM D 905	IfHH Göttingen Dynea Dynea	PVAc EPI PUR
<i>Grundsätzlich sind alle handelsüblichen Klebstoffe einsetzbar. Leim- und holzartenspezifische Anpassungen sind gegebenenfalls nach Vorgabe des Systemgebers (Kantelhersteller) vorzunehmen.</i>			
Hinweise zur Be- und Verarbeitung			
<i>Bei gleichem Vorschub und gleicher Drehzahl ist der Schneidenverschleiß bei der Verarbeitung von Belmadur Kiefer im Vergleich zu unbehandelter Kiefer um 50% reduziert und die notwendige Vorschubkraft nahezu halbiert. Der entstehende Staub ist bei der Einhaltung vorgeschriebener Sicherheitsmaßnahmen mit Hartholzstäuben gleichzusetzen.</i>			
Recycling/ Entsorgung			
<i>Aus Belmadur Kiefer hergestellte Fenster können analog zu Fenstern aus nicht modifiziertem Kiefernholz recycelt werden. Bei der Verbrennung wird Belmadur Kiefer gleichgestellt mit verleimtem Holz, gemäß Altholzverordnung gehört es in die Kategorie A II. Der Einsatz von Spänen, die zu 100% aus Belmadur Kiefer bestehen, als Einstreu für Tiere jedweder Art muss im Einzelfall vom Verarbeiter geprüft werden.</i>			
Qualität der Modifizierung			
<i>Die Qualitätssicherung des nach dem Belmadur Verfahren modifizierten Holzes beinhaltet grundsätzlich eine Prüfung der zugesicherten Eigenschaften für jede produzierte Charge. Für die im Fensterbau relevanten Produkteigenschaften Dauerhaftigkeit und Dimensionsstabilität wurde mit der Bestimmung des Stickstoffgehalts des modifizierten Holzes eine geeignete und leicht bestimmbare Messgröße mit eindeutiger Korrelation zu den Zieleigenschaften etabliert.</i>			