Untersuchungen zu lamellierten Kanteln unter Verwendung von thermisch modifiziertem Holz

Projektleiter: Dipl.-Ing. Kerstin Schweitzer
Bearbeiter: Dipl.-Ing. Joachim Beständig, Lutz Neugebauer
Förderinstititution: BMWi / EuroNorm

Problemstellung

Die Eignung des Einsatzes von thermisch modifizierten Holz (TMT) im Fensterbau wurde bereits in [1] nachgewiesen. Veränderte Eigenschaften des TMT tragen dazu bei, massive feuchtebedingte Schäden zu verhindern bzw. sie zeitlich hinauszuzögern. Lamellierte Kanteln aus drei gleichen thermisch behandelten Lamellen erfordern jedoch geeignete Maßnahmen gegen verminderte Festigkeitseigenschaften. Außerdem führen komplett aus TMT bestehende Kanteln zu hohen Preisen, die am Markt schwer durchsetzbar sind.

Im Projekt wurde deshalb die Kombination von TMT und nativem Holz in einem 3-fach lamellierten Kantelaufbau am Beispiel der Holzart Fichte untersucht (Abb.). In einem asymmetrischen Kantelaufbau werden zum einen unterschiedliche Werkstoffeigenschaften direkt miteinander kombiniert, zum anderen sind diese unregelmäßig über den profilierten Querschnitt verteilt. Durch die unterschiedlichen Ausgleichsfeuchten von TMT und nativem Holz bei einem bestimmten Umgebungsklima ergeben sich Feuchteunterschiede > 2 % zwischen den Lamellen. Dies könnte zu erhöhten Spannungen in der Klebstofffuge und zu deren Versagen führen. Zusätzlich provozieren unterschiedliche feuchtebedingte Längenänderungen Verformungen. Zudem ergeben sich zusätzliche Anforderung aus der für Fensterkanteln typischen Differenzklimabelastung.

[1] Schweitzer, K.: Markteinführung von Holzfenstern aus thermisch modifiziertem Holz; Abschlussbericht 2007, BMWi-Projekt

Untersuchungen

Neben Untersuchungen zur Verklebung der Lamellen wurde das Verformungsverhalten der Kanteln mit asymmetrischem Aufbau für folgende Fälle analysiert:

Neuzustand: Dies entspricht den Bedingungen im Zeitraum von der Kantelherstellung und Fensterfertigung bis zum Einbau des Fensters im Baukörper. Bei der Prüfung im Wechselklima werden die Kanteln beidseitig gleichen Klimabedingungen ausgesetzt. Eine möglichst geringe Neigung zur Verformung ist für Kanteln mit asymmetrischen Aufbau von besonderer Bedeutung, da die Festlegung raumseitig/außenseitig bereits vom Kantelaufbau her definiert ist und eine freie Wahl der Auflagefläche bei der Profilierung nicht mehr möglich ist.

Einsatzbedingungen: Die Differenzklimalagerung der Kanteln entspricht einer weitgehenden Simulation der Umgebungsbedingungen im Nutzungszeitraum.

Analog wurden auch Fenster mit asymmetrischem Kantelaufbau (Beschichtung: Lasur) einer Prüfung im Differenzklima unterzogen.

Bezüglich der mechanischen Festigkeitseigenschaften von Fenstern unter Nutzung von TMT besteht die Anforderung, dass veränderte mechanische Eigenschaften keine bzw. nur vertretbare Auswirkungen auf die Fenstereigenschaften zeigen. Entsprechende Aussagen wurden aus Prüfungen der Widerstandsfähigkeit gegen Windbeanspruchung, gegen Vertikallasten und statische Verwindung sowie zur Stoßfestigkeit und Einbruchhemmung abgeleitet.

Ergebnisse

Eine Verklebung von TMT (Thermofichte) untereinander bzw. von TMT (Thermofichte) mit nativem Holz (Fichte) in einem Kantelaufbau ist sowohl mit PUR- als auch mit EPI-Klebstoffsystemen in der für den Fensterbau erforderlichen Qualität realisierbar. Die Leistungsfähigkeit der Verklebung zwischen nativem und vergütetem Holz ist dabei etwas höher als bei der Verklebung von TMT untereinander.

Im Ergebnis der Wechselklimaprüfung wurden an keiner Kantelvariante Verformungen, Delaminierungen oder andere Schäden nachgewiesen. Insgesamt führten die spezifischen Ausgleichsfeuchten bei der Wechselklimalagerung zwar zu relevanten maximalen Feuchteunterschieden zwischen 4 bis 6 % zwischen den Einzellamellen; die relative Änderung zwischen den Lamellen blieb jedoch konstant. Unter der Voraussetzung, dass sowohl das TMT als auch das native Holz zum Zeitpunkt der Kantelverklebung den jeweiligen Ausgleichsfeuchten entsprechen und keine „nachträglichen" Feuchteanpassungen mehr stattfinden, führen Änderungen des Umgebungsklimas zu keinen zusätzlichen Spannungen in der Klebstofffuge.

Im Differenzklima verformten sich die asymmetrischen Kanteln geringfügig nach der Außenseite. Erwartungsgemäß zeigten die komplett aus TMT bestehenden Kanteln die geringsten Verformungen. Kanteln mit 2 TMT-Lamellen (außen und mitte) führten im Vergleich zu Kanteln mit nur einer TMT-Lamelle (außen) zur stärksten Verformung. Insgesamt wurden jedoch keine kritischen Endverformungen erreicht. Dies bestätigten auch Untersuchungen an kompletten Fenstern, die sowohl vor als auch nach erfolgter Differenzklimabelastung alle Anforderungen an die Gebrauchseigenschaften erfüllten.

Bei Prüfung der Festigkeitseigenschaften erreichten die Fenster gute bis sehr gute Klassifizierungen. Das entscheidende Kriterium für die Gebrauchstauglichkeit von Fenstern mit Kanteln unter Einsatz von TMT stellt die dynamische Belastung dar (insbesondere im Bereich des Flügelrahmens). Fenster aus kombinierten Kanteln erreichten Stoßfestigkeiten der Klassen 2 und 3. Die Kombination von TMT mit nativem Holz innerhalb des Kantelaufbaus führt damit zu einer relevanten Verbesserung der Festigkeit im Gegensatz zu komplett aus TMT bestehenden, 3-fach lamellierten Kanteln. Untersuchungen zur Einbruchhemmung bestätigten dies.

Fazit

Durch sorgsame Abstimmung zwischen TMT und nativem Holz bezüglich der Eigenschaften Rohdichte und Ausgleichsfeuchte ist das Verformungsverhalten von Fenstern aus asymmetrischen Kanteln beherrschbar (keine Beeinträchtigungen der Funktionstüchtigkeit).

Im Vergleich zu einer 3-fach lamellierten Kantel aus TMT können die Festigkeitseigenschaften durch einen kombinierten Kantelaufbau verbessert werden. Vertikallast und statische Verwindung stellten keine kritischen Belastungen dar. Hinsichtlich dynamischer Belastung treten Einflüsse wie die Holzqualität und der Behandlungsgrad des TMT, die Lage des TMT innerhalb des Kantelaufbaus, die Konstruktion des Fensters, fertigungstechnische Ausführung von Verschraubungen, Profil- und Fenstermaße usw. stark in den Vordergrund.

An im Projekt betrachteten Fenstern konnte nachgewiesen werden, dass bei optimaler Abstimmung zwischen Fensterkonstruktion und Rahmenmaterial gebrauchstaugliche Fenster mit Eigenschaften auf hohem Niveau herstellbar sind.

Flügelrahmenprofil mit asymmetrischem Kantelaufbau (TMT-TMT-nativ)