

Klebung bei der Produktion von Holzfenstern

Stand: Mai 2009

Erstellt von der Technischen Kommission Holzklebstoffe (TKH) im
Industrieverband Klebstoffe e.V., Düsseldorf

Inhaltsverzeichnis

1	Holzfenster und ihre Herstellung.....
2	Lamellierte Profile (Fensterkanteln).....
2.1	Anforderungen an die Klebung
2.2	Anforderungen an die eingesetzten Klebstoffe
2.3	Verarbeitung von Holz und Klebstoff
3	Rahmenverbindungen.....
3.1	Anforderungsprofile für Rahmenverbindungen.....
3.2	Anforderungen an die Klebung
3.2.1	Klebstoff
3.2.2	Verarbeitung von Holz und Klebstoff
4	Holz-Verbundfenster
5	Umwelt- und Sicherheitsaspekte

1 Holzfenster und ihre Herstellung

In diesem Merkblatt soll auf die speziellen Anforderungen der Klebungen an Holz- und Holzverbundfenstern eingegangen werden. Da im deutschen Sprachraum fast ausschließlich Fenster zum Einsatz kommen, die keine statische Funktion im Sinne der DIN 1052 haben, sind die speziellen Anforderungen für tragende Elemente in den Ausführungen nicht berücksichtigt.

1998 erschien eine ift-Richtlinie „Verklebung an Holzfenstern, Teil I und Teil II“, welche in Zusammenarbeit mit der Technischen Kommission Holzklebstoffe (TKH) im Industrieverband Klebstoffe e.V. erarbeitet wurde. In ihr sind die Bedingungen an den Klebstoff, die sich aus der Kombination von Temperatur- und Feuchtebeständigkeit der Klebungen ergeben, beschrieben.

Teil I dieser Richtlinie beschreibt die Anforderungen an die Lamellierung und Keilzinkenverbindung von Holzfenster-Profilen. Hier wird ein Klebstoff vorgeschrieben, der die Beanspruchungsgruppe D4 nach DIN EN 204 erfüllt und der zusätzlich eine Wärmebeständigkeit von mehr als 7 N/mm² bei 80 °C nach DIN EN 14257 erreicht. Die Holzauswahl wird in dieser Richtlinie ebenso beschrieben wie Verarbeitungsvorgaben z.B. Klebstoffauftragsmenge und Pressdruck.

Im November 2002 trat die ift-Richtlinie HO-10/1 „Massive, keilgezinkte und lamellierte Profile für Holzfenster – Anforderungen und Prüfung“ in Kraft. Diese Richtlinie kann als Grundlage für die Eigen- und Fremdüberwachung zur Qualitätssicherung der Holzfenster-Profile eingesetzt werden.

Teil II regelt die Klebung von Rahmenverbindungen. Für die Fenster- und Rahmeneckverbindung können alternativ ein D3- oder ein D4-Klebstoff nach DIN EN 204 verwendet werden, sofern das Klebstoffsystem gleichzeitig eine hohe Wärmebeständigkeit von mehr als 7 N/mm² bei 80 °C nach DIN EN 14257

hat. Die Konstruktion der Schlitz-Zapfen-Verbindung sowie die Arbeitsschritte bei der Klebung sind weitere wichtige Bestandteile der ift-Richtlinie.

Um die Leistung von Rahmeneckverbindungen beurteilen zu können, wurde die ift-Richtlinie FE-08/1 „Rahmeneckverbindungen für Holzfenster – Anforderungen, Prüfung und Bewertung“ veröffentlicht. Diese Richtlinie gilt für die im Holzfenster derzeit allgemein anerkannten Standard-Rahmeneckverbindungen, z. B. Schlitz-Zapfen- und/oder Dübelverbindungen sowie für andere Verbindungssysteme wie z.B. lösbare Rahmeneckverbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln.

Die Richtlinie gibt vor, wie die Anwendbarkeit und die Dauerhaftigkeit der Rahmeneckverbindungen im Laborversuch ermittelt werden können. Dabei ist zu beurteilen, inwieweit die bestehenden Anforderungen an Festigkeit, dauerhafte Dichtheit und Formstabilität unter simulierten Alterungsprozessen erfüllt werden. Die Ergebnisse der Untersuchungen betreffen folgende Aspekte:

- Feuchteaufnahme,
- Fugendichtheit im Eckbereich,
- Verbundfestigkeit der Fensterecke vor und nach dem Alterungsprozess.

In den hier zitierten Richtlinien und Regelwerken ist der anerkannte Stand der Technik zusammengefasst. Diese Regeln werden von der Mehrzahl der Hersteller zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit der Holzfenster angewandt.

Ausschlaggebend für die Qualität der Klebung und damit auch des Fensters sind in erster Linie die richtige Auswahl und Vorbereitung aller Materialien, insbesondere des Holzes.

2 Lamellierte Profile (Fensterkanteln)

Für Holzfenster werden in zunehmendem Maße Profile hergestellt,

- die lamellierte Querschnitte aufweisen,
- die in der Länge durch Keilzinkenlängsverbindungen verbunden sind. Dies gilt für Verbindungen, sowohl in den einzelnen Lamellen, als auch im gesamten Querschnitt.

Mit den ift-Richtlinien soll darauf hingewiesen werden, dass die Gebrauchstauglichkeit der Holzfensterprofile nur dann ausreichend ist, wenn die richtigen Klebstoffe verwendet und die notwendigen Fertigungsschritte eingehalten werden. Diesen Richtlinien liegen Erfahrungen bei den häufig für die Fensterherstellung verwendeten Holzarten wie Fichte, Kiefer und Meranti zugrunde. Bei anderen Holzarten, modifizierten Hölzern oder Verbundmate-

rialien; sind die Konstruktionen auf ihre Gebrauchstauglichkeit zu testen.

2.1 Anforderungen an die Klebung

Die Anforderungen an die Klebfestigkeit werden bestimmt durch die Dauerbeständigkeit und die Witterungsbeständigkeit der Profile. Eine auf Dauer ausreichende Klebfestigkeit ist die Voraussetzung für eine angemessene Nutzungsdauer des Fensters.

Durch die Lamellierung und die Keilzinkenlängsverbindungen kann sowohl eine bessere Holzausnutzung als auch eine Optimierung der Holzqualität bei den Profilen erreicht werden.

Um dem gerecht zu werden, müssen an die Konstruktion, an die Verarbeitung und an die Klebstoffe folgende Anforderungen gestellt werden:

- Die Einzellamellen müssen auf Dauer sicher miteinander verbunden werden. Dies wird erreicht, wenn z.B. die Klebfugen bei der Lamellierung nicht der direkten Witterung ausgesetzt sind.
- Die entstehenden Klebfugen müssen auf Dauer dicht sein, damit keine Feuchtigkeit in die Fugen eindringen kann.
- Die Leimfugen der Keilzinkenlängsverbindungen müssen dicht sein und unter Witterungseinflüssen eine ausreichende Festigkeit aufweisen, auch dann, wenn diese nicht der direkten Witterung ausgesetzt sind, z.B. bei Mittellamellen.

Holzfensterprofile, ob massiv, lamelliert und/oder keilgezinkt, sind wesentliche Bestandteile des Fensters. Eventuelle Schäden aus fehlerhaft durchgeführten Klebungen stellen die Gebrauchstauglichkeit des Holzfensters in Frage.

2.2 Anforderungen an den eingesetzten Klebstoff

Die Anforderungen an den Klebstoff für lamellierte Profile und für Keilzinkenverbindungen sind:

- Einordnung in die Beanspruchungsgruppe D4 nach DIN EN 204,
- Wärmebeständigkeit der Klebung $\geq 7 \text{ N/mm}^2$, Prüfung nach DIN EN 14257

2.3 Verarbeitung von Holz und Klebstoff

- Das verwendete Holz muss für den Fensterbau geeignet sein. Weitere Angaben hierzu sind dem VFF-Merkblatt HO.06 Teil 1 „Holzartenliste“ „Holzarten für den Fensterbau“ zu entnehmen.
- Mindestrohichte:
Laubhölzer $\geq 0,45 \text{ g/cm}^3$ bei 15 % Holzfeuchte,
Nadelhölzer $\geq 0,35 \text{ g/cm}^3$ bei 15 % Holzfeuchte

- Die zulässige Holzfeuchte vor der Verarbeitung beträgt $13 \pm 2 \%$. Innerhalb eines Profils ist der Feuchteunterschied im Querschnitt auf 3 % (gemäß HO.10/1) zu begrenzen. Bei Keilzinkenlängsverbindungen ist beidseitig der Verbindungsfuge die gleiche Holzstruktur einzusetzen (Lage und Größe der Zuwachszonen).
- Die Profile müssen symmetrisch aufgebaut sein. Gegenüberliegende Lamellen sollen in der Dicke, der Holzart und der Holzstruktur (Lage und Größe der Zuwachszonen) gleich sein.

Für die Verarbeitung von Holz und Klebstoff in keilgezinkten Profilen relevante Regelwerke

- DIN EN 942 Holz in Tischlerarbeiten; Allgemeine Sortierung nach der Holzqualität (06/2007)
- DIN EN 204 Klassifizierung von Holzklebstoffen für nichttragende Bauteile
- DIN EN 205 Klebstoffe; Holzklebstoffe für nichttragende Anwendungen; Bestimmung der Klebfestigkeit von Längsklebungen im Zugversuch
- DIN 18355 Tischlerarbeiten; VOB Teil C
- EN 14257 Klebstoffe – Holzklebstoffe - Bestimmung der Klebfestigkeit von Längsklebungen im Zugversuch in der Wärme (WATT'91)
- ift-Richtlinie HO.10/1; „Massive, keilgezinkte und lamellierte Profile für Holzfenster – Anforderungen und Prüfung“
- VFF-Merkblatt HO.06-1; „Holzarten für den Fensterbau – Teil 1: Eigenschaften, Holzarten-tabelle“
- VFF-Merkblatt HO.06-4; „Holzarten für den Fensterbau – Teil 4: Modifizierte Hölzer“
- Verarbeitungsrichtlinien der Klebstoffhersteller

- Da die Anwendungseigenschaften der Klebstoffe unterschiedlich sind, müssen die Klebstoffauswahl, die offene Zeit und die Presszeit mit dem Klebstoffhersteller abgestimmt werden.
- Die zu klebenden Flächen müssen glatt, ohne Riefen, ohne gequetschte Zellwände, ohne Ausrisse und ohne wellige Oberfläche sein. Der Hobelschritt soll $< 3 \text{ mm}$ sein.
- Der Dickenunterschied der Lamellen über den gesamten Querschnitt darf $0,1 \text{ mm}$ nicht überschreiten.
- Die gehobelten Lamellen müssen innerhalb von 24 Stunden geklebt werden. Bei harzreichen Holzarten kann bei längerer Lagerzeit eine Verharzung der Oberfläche eintreten, die zur Benetzungshemmung führen kann.

- Nach der Herstellung von Keilzinkenverbindungen müssen die keilgezinkten Lamellen vor dem Hobeln ca. 1 Tag lagern, damit die Quellung im Bereich der Keilzinkung zurückgehen kann.
- Beim Mischen der Klebstoffkomponenten von Zweikomponentensystemen darf die Zugabe des Härterers erst dann erfolgen, wenn die Klebstoffflotte bereits gerührt wird. Die Mischzeit und das Mischungsverhältnis müssen mit dem Klebstoffhersteller abgestimmt werden und sind genau einzuhalten. Beim Mischen von Klebstoff und Härter ist unter Umständen zu beachten, dass die (meist in den Datenblättern angegeben) Gewichtsteile je nach Dosierart in Volumenteile umgerechnet werden müssen.
- Nach dem Mischen von Klebstoff und Härter sind die (temperaturabhängigen) Topfzeiten der Klebstoffflotte zu beachten
- Der Klebstoff muss gleichmäßig aufgebracht werden. Die Menge ist abhängig von den Klebstoffen und Holzarten und mit dem Klebstoffhersteller abzustimmen.
Bei Keilzinkenlängsverbindungen muss der Klebstoff an beiden Zinkenflanken gleichmäßig angegeben werden. Die Tiefe des Leimauftrages muss mindestens auf $\frac{4}{5}$ der Zinken vorhanden sein.
Sowohl bei den Lamellierungsfugen als auch bei den Keilzinkenlängsverbindungen muss nach dem Verpressen eine durchgehende Klebstofffuge vorhanden sein. Die Fuge muss dicht sein.
- Beim Beschicken der Presse dürfen die Maximalwerte für die offene und die geschlossene Wartezeit des Klebstoffs nicht überschritten werden (Angaben der Klebstoffhersteller). Bereits geschlossene Pressen dürfen nicht nochmals geöffnet werden.
Die Presszeit ist durch Versuche zu ermitteln und mit dem Klebstoffhersteller für den Klebstoff abzustimmen.
Bei der Klebung von schwieriger zu klebenden Holzarten, modifizierten Hölzern oder Verbundmaterialien sind die Presszeiten zu verlängern und unter Berücksichtigung der Klimate mit dem Klebstoffhersteller abzustimmen.
- Die notwendige Dauer der Nachlagerzeit ist durch Versuche zu ermitteln oder mit dem Klebstoffhersteller abzuklären.

Keilzinkung – Holzvorbereitung

- Die Klebung soll möglichst unmittelbar nach dem Schneiden der Keilzinken erfolgen, da bei längeren Wartezeiten unter nicht klimatisierten Bedingungen die Passgenauigkeit nicht erhalten bleibt.
- Die Zinken müssen passgenau sein, so dass beim Fügen die Klebstoff-Fuge geschlossen bleibt.

- Das Holz muss unbehandelt sein. Eine Klebung von vorbeschichteten Hölzern ist z.Zt. nur mit geringerer Güte möglich.

3 Rahmenverbindungen

3.1 Anforderungsprofile für Rahmenverbindungen

Rahmenverbindungen beim Holzfenster müssen eine ausreichende Festigkeit aufweisen und müssen dicht sein, damit keine Feuchtigkeit eindringen kann. Die Konstruktion der Eckverbindungen hat einen großen Einfluss auf die dauerhafte Dichtheit der Klebungen.

3.2 Anforderungen an die Klebung

Nicht vollflächig geklebte Verbindungen ergeben Kapillarfugen, durch die es zu Feuchteintritt in die Rahmenverbindung kommen kann. Eine auf Dauer vorhandene dichte Klebung ist die Voraussetzung für eine angemessene Nutzungsdauer des Fensters.

Die für die Klebung verwendeten Klebstoffe haben die Aufgaben,

- die Rahmenteile miteinander zu verbinden und auf Dauer abzudichten, so dass keine Feuchtigkeit in die Verbindung eintritt und das Holz geschützt wird.
- die Festigkeit der Verbindung herzustellen, damit der Rahmen auf Dauer seine Funktionsfähigkeit erhält.

Rahmenverbindungen am Fenster sind bei sorgfältiger Herstellung und fachgerechter Konstruktion in der Lage, die Flügel- und Blendrahmen auf Dauer zusammenzuhalten. Durch eine vollflächige Klebung wird verhindert, dass Feuchtigkeit über die Verbindung in das Fenster eintritt. Die Gebrauchstauglichkeit des Fensters ist damit gesichert.

3.2.1 Klebstoff

Die Anforderungen an den Klebstoff für Rahmenverbindungen sind:

- Einordnung in die Beanspruchungsgruppe D3 oder D4 nach DIN EN 204,
- Wärmebeständigkeit der Klebung $\geq 7 \text{ N/mm}^2$, Prüfung nach DIN EN 14257.

3.2.2 Verarbeitung von Holz und Klebstoff

- Das verwendete Holz muss für den Fensterbau geeignet sein. Weitere Angaben hierzu sind Dem VFF-Merkblatt HO.06 Teil 1 „Holzartenliste“ „Holzarten für den Fensterbau“ zu entnehmen.

- Mindestrohichte:
Laubhölzer $\geq 0,45 \text{ g/cm}^3$ bei 15 % Holzfeuchte,
Nadelhölzer $\geq 0,35 \text{ g/cm}^3$ bei 15 % Holzfeuchte
- Die zulässige Holzfeuchte vor der Verarbeitung beträgt $13 \pm 2 \%$.
- Zur Herstellung von Rahmenverbindungen wird im allgemeinen die Schlitz-Zapfen-Verbindung gewählt.
- Die Schlitz-Zapfen-Verbindung muss passgenau hergestellt werden. Die Klebfugen dürfen nach der Klebung nicht dicker als 0,1 mm sein.
- Die Klebungen der Verbindungen müssen kurz nach der Herstellung der Schlitz- und der Zapfen erfolgen.
- Der Klebstoff muss an allen zu klebenden Flächen (auch in den Brüstungsbereichen) angegeben werden. Der Klebstoff muss beim Verpressen an allen Fugen austreten.
- Es ist darauf zu achten, dass die maximale offene und geschlossene Wartezeit zwischen Klebstoffangabe und Verpressen nicht überschritten wird. Zu beachten ist hierbei, dass die entsprechenden Angaben des Klebstoffherstellers auf den technischen Datenblättern bei idealisierten Laborbedingungen ermittelt wurden. Die maximalen offenen und geschlossenen Zeiten sind abhängig von den Verarbeitungsbedingungen und können je nach Holzfeuchte, Raumtemperatur und Luftfeuchte stark von den Angaben im Datenblatt abweichen. Sie sind daher von den Verarbeitern für die tatsächlichen Verarbeitungsbedingungen zu ermitteln.
- Die erforderliche Presszeit ist abhängig von der Holzart, dem Raumklima, der Holztemperatur und den Klebstoffeigenschaften. Sie ist mit dem Klebstoffhersteller abzustimmen.
- Belastungen der geklebten Rahmen (z.B. eine Veränderung im Winkel) gleich nach der Klebung sind absolut zu vermeiden, um den Klebstoff in der kritischen Zeit der Aushärtung nicht zu schädigen. Die einzuhaltende Konditionierungszeit (Ruhezeit) zwischen Verpressung und Weiterbearbeitung der geklebten Rahmen hängt von der Konstruktion ab und kann unter Umständen durch zusätzliche Stabilisierung verkürzt werden.
- Es wird davon ausgegangen, dass aus den Fugen Klebstoff herausquillt. Dieser Klebstoff darf keine Fleckenbildung auf dem Holz nach sich ziehen. Der austretende Klebstoff ist möglichst umgehend vollständig zu entfernen.

Für die Verarbeitung von Holz und Klebstoff in keilgezinkten Profilen relevante Regelwerke

- DIN EN 942 Holz in Tischlerarbeiten; Allgemeine Sortierung nach der Holzqualität (06/2007)
- DIN EN 204 Klassifizierung von Holzklebstoffen für nichttragende Bauteile
- DIN EN 205 Klebstoffe; Holzklebstoffe für nichttragende Anwendungen; Bestimmung der Klebfestigkeit von Längsklebungen im Zugversuch
- DIN 18355 Tischlerarbeiten; VOB Teil C
- EN 14257 Klebstoffe – Holzklebstoffe - Bestimmung der Klebfestigkeit von Längsklebungen im Zugversuch in der Wärme (WATT'91)
- ift-Richtlinie FE-08/1; „Rahmeneckverbindungen für Holzfenster – Anforderungen, Prüfung und Bewertung“
- VFF-Merkblatt HO.06-1; „Holzarten für den Fensterbau – Teil 1: Eigenschaften, Holzartentabelle“
- VFF-Merkblatt HO.06-4; „Holzarten für den Fensterbau – Teil 4: Modifizierte Hölzer“
- Verarbeitungsrichtlinien der Klebstoffhersteller

4 Holz-Verbundfenster

In der modernen Holzfensterfertigung werden zunehmend verschiedene Materialien mit Holz im Verbund verarbeitet. Als Beispiele seien verschiedene Schäume, Kork, Aluminium und modifizierte Hölzer genannt. Zur Klebung dieser Materialien sind neben den bereits genannten Anforderungen die speziellen materialbezogenen Eigenschaften zu beachten. Häufig sind hierfür spezielle Klebstoffsysteme mit anderer Adhäsionsfähigkeit und anderen Verarbeitungsparametern, z.B. einem anderen Abbindeverhalten notwendig.

Um die vielfältigen Substrate mit ihren unterschiedlichen Eigenschaften optimal miteinander kleben zu können, empfehlen wir, die anwendungstechnische Abteilung Ihres Klebstoffherstellers zu kontaktieren.

5 Umwelt und Sicherheitsaspekte

Die Sicherheits-, Verarbeitungs- und Entsorgungshinweise der Klebstoffhersteller sind zu beachten. Sie können je nach eingesetzter Klebstoffart variieren.