

Die optimale Rahmeneckverbindung

Peter Eugster

Im Rahmen eines von der Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (KWF), Bern, unterstützten Forschungs- und Entwicklungsprojektes sollte ein ganz neues Fertigungskonzept für Holzfenster realisiert werden. Durchgeführt wurde das Projekt von der Abteilung F+E der Schweizerischen Ingenieur- und Technikerschule für die Holzwirtschaft in Biel (SISH) in enger Zusammenarbeit mit der Fensterfabrik Albisrieden AG, Zürich. Im Zuge dieser neuen Fertigung wurden auch verschiedene Konstruktionen im Bereich der Fenstereckverbindung untersucht.

Problemstellung

Die Rahmeneckverbindung bei Fenstern und Fensterelementen aus Holz ist bekanntlich ein kritischer Bereich der Konstruktion. Eine Vielzahl von Schäden hat ihren Ursprung in der Rahmeneckverbindung. Trotz technologisch einwandfreier Fertigung bleibt die Verbindung gegenüber Wassereintritt unter den zu erwartenden Klimaeinflüssen oft nicht dicht. Anstrichschäden und Schäden durch holzerstörende Pilze resultieren aus undichten Rahmeneckverbindungen, da über die offenen Fugen eindringendes Wasser nicht im gleichen Umfang über die Fläche an die Umgebung abgegeben wird.

Dies trifft insbesondere für die zur Zeit übliche Rahmeneckverbindung mit Schlitz-Zapfen zu. Auch Bestre-

bungen, die anstehenden Probleme über Dübelverbindungen o. ä. zu lösen, führten bisher nicht zum gewünschten Erfolg.

Grundsätzliche Überlegungen sind deshalb notwendig, wobei parallel zu den technischen Problemen auch die fertigungstechnischen Aspekte gebührend beachtet werden sollten. Das Ziel ist es, dauerhaft dichte Rahmeneckverbindungen (Vermeidung von Feuchteindringung) gepaart mit einer ausreichenden mechanischen Festigkeit herzustellen. Zur Sicherstellung des Holzfenstermarktes ist dies eine Grundvoraussetzung. Der Problematik wird deshalb entsprechende Priorität beigemessen.

Schäden

Im Rahmen einer Schadensanalyse bei Holzfenstern wurden etwa 100 Gutachten ausgewertet, die durch das Institut für Fenstertechnik, Rosenheim, im Zeitraum von 1980 bis 1989 erstellt wurden. Dabei wurde folgendes festgestellt:

- 82 % offene Brüstungsfugen,
- 52 % Anstrichschäden mit Ribbildung, großflächiges Abblättern und Vergrauen im Bereich der Rahmeneckverbindungen,
- 15 % Holzerstörung vorwiegend im Bereich der unteren Rahmeneckverbindungen

Die Schadensentwicklung geht von den geöffneten Brüstungsfugen der Rahmeneckverbindungen aus. Dort kann Niederschlagswasser kapillar in die Rahmeneckverbindung eintreten und zu einer Durchfeuchtung der Holzsubstanz führen.

Meistens entsteht ein Ungleichgewicht zwischen Feuchteabgabe und -aufnahmen, so daß anhaltende Durchfeuchtungen entstehen. Die ersten Folgen sind Anstrichschäden durch Rissbildungen im Anstrichfilm. Es folgen partielle Abblättern bzw. Enthaltungen von Beschichtungen und danach ein Vergrauen des

Holzes. Die eindringende Feuchte schafft Voraussetzungen für den Befall durch holzerstörende Pilze. Ist dieser Zustand erreicht, ist auch mit sorgfältiger Instandsetzung in der Regel eine Sanierung nicht mehr möglich. Daraus folgt, daß der Wassereintritt in das Holz über Kapillarfugen an den Rahmeneckverbindungen vermieden werden muß.

Rahmeneckverbindungen

Schlitz-Zapfen-Verbindung:

Als übliche Verbindungsart für Flügel- und Blendrahmen wird die Schlitz-Zapfen-Verbindung eingesetzt. Aufgetretene Schadensbilder sind insbesondere bei dieser Variante der Eckverbindung aufgetreten, allein schon aus Gründen der verbreiteten Anwendung.

Auf diese Problematik wird im Anschluß noch detailliert eingegangen.

Wesentliche Merkmale der Schlitz-Zapfen-Verbindung sind:

- Werkzeugtechnisch und herstellungstechnisch problemlos (weitverbreitet)
- große Leimfläche
- großer Stirnholzanteil
- sehr hohe Eckfestigkeit
- starkes Schwind-/Quellverhalten

Kleinzinken:

Die Eignung der Rahmeneckverbindung aus Kleinzinken zur Herstellung von Holzfenstern kann grundsätzlich bejaht werden. Zu beachten ist insbesondere:

- Die beim Zusammenfügen an der Innenecke verbleibenden Ausfräsungen müssen mit geeignetem Material dauerhaft verschlossen werden.

		abgekröpfte Zinken- verbindung	Schlitz- Zapfen- verbindung
Kantelbreite	[mm]	72	72
Verbindungseindringtiefe	[mm]	15	54
$\frac{1}{3}$ Verbindungseindringtiefe (ausschlaggebendes Maß zur Bestimmung der Schwind- und Quellungsbewegung)	[mm]	5	18
maximale Holzfeuchteänderung (U. Meierhofer/J. Sell (EMPA): „Physikalische Vorgänge in wetterbeanspruchten Holzbauteilen“)	[%]	10	10
durchschnittliches radial-tangentiales Schwindmaß, Fichte/Tanne/Lärche (J. Sell: Eigenschaften und Kenngrößen von Holzarten)	[%/%]	0.25	0.25
Rechnerische Spaltbreite der Fugenöffnung durch Schwind- und Quellungsbewegung	[mm]	0.13	0.45

Erläuterung: Die rechnerische Spaltbreite der Fugenöffnung ergibt sich durch Multiplikation des durchschnittlichen Schwindmaßes mit der maximalen Holzfeuchteänderung sowie dem ausschlaggebenden Maß ($\frac{1}{3}$ Verbindungseindringtiefe)

- Aufgrund des radialen Schwindmaßes entsteht eine erhebliche Winkeländerung in der Eckgehrung, welche ihrerseits zu einer starken konkaven Verformung des Rahmens führt.

Abgekröpfte Zinkenverbindung mit Zapfen im Überschlagsbereich:
Hierbei handelt es sich um eine kombinierte Verbindung, welche die Vorteile der Schlitz-Zapfen-Konstruktion mit denen einer Zinkenverbindung unter Beachtung einer verformungstechnisch günstigen Formgebung vereinigt (siehe auch KWF-Projekt Nr. 2350.1).

Dübelverbindung:
Bezüglich Verformung schneidet die Dübelverbindung am besten ab. Ihre Nachteile sind insbesondere fertigungstechnischer Natur:

- Dübel als zusätzliches Teil
- zur Herstellung der Verbindung werden relativ viele Bearbeitungsschritte benötigt
- Die Dichtheit der Konstruktion durch ein zu geringes Ineinandergreifen ist nicht optimal

Gestemmte Rahmeneckverbindungen:
Die gestemmte Rahmeneckverbindung mit Nut-Zapfen wird häufig bei Haustüren und Fenstertüren für das Unterstück angewendet. Sie spielt in der großtechnischen Anwendung eine untergeordnete Rolle. Zudem zeigt die Verbindung mit großer Häufigkeit offene Brüstungsfugen, da die äußere Wange in der Regel nicht unterteilt ist.

Sonderverbindungen:
Nebst den genannten Hauptgruppen existiert noch eine Fülle weiterer Verbindungen, welche aber für die Rahmenverbindung eine Nebenrolle spielen (Spezialanwendung, geringe Verbreitung); es wird im Rahmen dieser Abhandlung darauf verzichtet, detailliert darauf einzugehen.

Anforderungen

Grundsätzlich werden an eine Rahmeneckverbindung zwei Forderungen gestellt:

- **Eckfestigkeit:** keine Anforderungen an die Eckfestigkeit, sondern an die Klebfestigkeit
- **Dichtheit:** Rahmenverbindungen müssen gegen Klimaeinwirkung dicht sein

Eckfestigkeit:

Aus Versuchen ist bekannt, daß die Eckfestigkeit sämtlicher Verbindungstypen den Anforderungen in der Regel genügt. Bei Vergleichen kann die Aussage gemacht werden, daß Schlitz-Zapfen-Verbindungen die höchsten Festigkeitswerte erreichen, während Dübelverbindungen niedrigere Werte erzielen.

Für die Verleimung der Rahmeneckverbindungen von Holzfenstern ist zur Sicherstellung einer ausreichenden mechanischen Festigkeit und Feuchtebeständigkeit ein Klebstoff nach DIN 68 602-B3 für solche Fenster zu

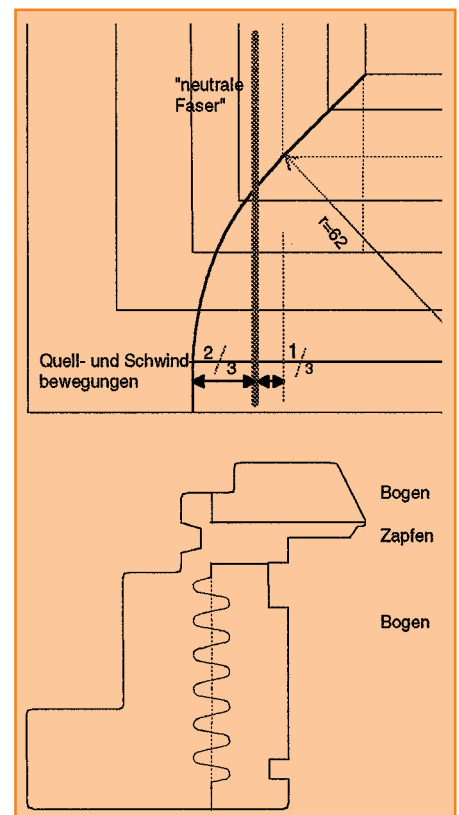


Bild 1: abgekröpfte Verbindung, keilgezinkt mit Zapfen im Überschlagsbereich

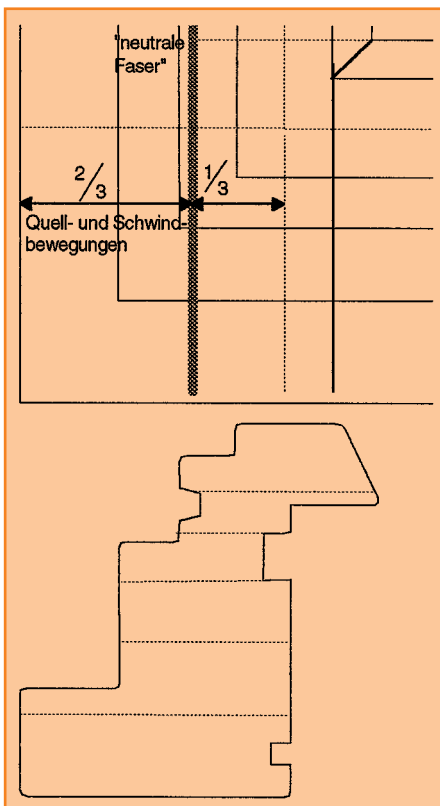


Bild 2: Schlitz-Zapfenverbindung

wählen, die mit einem deckend weißen Anstrich beschichtet sind, und ein Klebstoff nach DIN 68 602-B4 für Fenster mit Lasuren oder deckend dunklem Anstrich. In der Praxis wird fast ausschließlich ein Klebstoff der Beanspruchungsgruppe B4 verwendet.

Grundsätzlich muß die Eckfestigkeit groß genug sein, um eine geschlossene Brüstungsfuge zu gewährleisten.

Dichtheit:

Die Fuge zwischen senkrechten und waagrechten Holzteilen im Bereich von Rahmeneckverbindungen nennt man Brüstungsfuge. Man unterscheidet zwischen der geschlossenen und der gerundeten Brüstungsfuge, die auch V-Fuge genannt wird.

Das Runden von Profilkanten, die der Witterungsseite zugewandt sind,

ist zur Sicherstellung einer gleichmäßigen Oberflächenbeschichtung notwendig. Diese Rundung wird aus fertigungstechnischen Gründen in der Regel über die Rahmeneckverbindung hinausgezogen, so daß der Dichtheit wegen diesem Detail besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muß.

Der für die Rahmenherstellung benötigte Klebstoff wird mit Leimauftragsautomaten oder von Hand angegeben. Hier muß sichergestellt werden, daß die Klebstoffmenge richtig dosiert wird. Weder soll ein übermäßiger Klebstoffaustritt im Bereich der Brüstungsfuge stattfinden, noch darf die Dichtheit der Fuge durch zuwenig Leimangabe gefährdet sein.

Lösung

Rahmeneckverbindung:

Die unter Punkt 3.3 erwähnte Rahmeneckverbindung, die abgekröpfte Zinkenverbindung mit Zapfen im Überschlagsbereich, vereinigt in sich die Vorteile einer Schlitz-Zapfen- als auch einer Zinkenverbindung, ohne zugleich dessen bekannte Nachteile in Kauf nehmen zu müssen. Es sei an dieser Stelle auf die beiden Berichte „Untersuchungen der Formstabilität von verschiedenen Fensterflügel Eckverbindungen“ und „Eigenschaften der neuen Eckverbindungs-konstruktion“ von Dipl.-Ing. Richard Mohn, abgefaßt im Rahmen des KWF-Projektes Nr. 2350.1, verwiesen (s. GLASWELT 3/98, S. 80–84 und GLASWELT 5/98, S. 70–75).

Als besonders herausragende Eigenschaft dieser in mehrjähriger Forschungsarbeit entwickelten Verbindung darf das Verhalten des Fugenöffnens unter Wechselklimabeanspruchung bezeichnet werden. Ein praktischer Vergleich dieser Verbindung mit der konventionellen Schlitz-Zapfen-Konstruktion vermag diesen Vorteil veranschaulichen: Die neutrale Faser eines Holzteils ist diejenige Zone, um welche sich Quell- und Schwindbewegungen des Holzes bei Holzfeuchtigkeitsänderungen abspielen. Sie liegt ungefähr in dem ersten Drittel der Verbindungseindringtiefe.

Betrachtet man diesen Zusammenhang am Beispiel der abgekröpften Zinkenverbindung sowie an der kon-

ventionellen Schlitz-Zapfen-Konstruktion, so ergibt sich die in den Bildern 1 und 2 dargestellte Situation.

Beurteilung

Wichtiger als die absoluten Werte erscheint bei der Beurteilung die Relation der beiden rechnerischen Spaltbreiten:

Die abgekröpfte Zinkenverbindung weist eine rund dreimal kleinere Schwind- und Quellschwundbewegung im Verbindungsbereich auf. Dies läßt direkt auf die zu erwartende Spaltbreite der Fugenöffnung schließen. Wird der

*Glaswelt-
Sonderdruck-Service*

Von den in der Glaswelt veröffentlichten Beiträgen können auf Wunsch und mit Zustimmung des Autors Sonderdrucke angefertigt werden.
 Mindestauflage 1000 Exemplare.
 Ausführliche Informationen erteilt Ihnen auf Anfrage:
 Gentner Verlag Stuttgart
 Renate Kracmar
 Postfach 10 17 42
 D-70015 Stuttgart
 Tel. (07 11) 6 36 72 31
 Fax (07 11) 6 36 72 32

$\frac{2}{3}$ -Wert der Verbindungseindringtiefe zusätzlich gewichtet (bei der abgekröpften Zinkenverbindung wirkt er sich zugunsten einer dichten Brüstungsfuge aus; bei der Schlitz-Zapfen-Konstruktion verhält er sich diesbezüglich neutral), so schneidet erstere noch besser ab. □

Literatur

- [1] R. Goswin, K. Lieb, J. Schmid, W. Stiell: Rahmenverbindungen an Holzfenstern und Holztüren, Institut für Fenstertechnik e.V., Rosenheim, 1989
- [2] J. Sell: Physikalische Vorgänge in wetterbeanspruchten Holzbauteilen: Bericht Nr. 214 EMPA, 1984
- [3] J. Sell: Eigenschaften und Kenngrößen von Holzarten, Baufachverlag Lignum, 1989