



/ Von traditionell bis innovativ: Es gibt viele unterschiedliche Fenstereckverbindungen. BM nimmt die Varianten unter die Lupe.

BM-Serie: Fenstereckverbindung unter der Lupe, Teil 1

Konkurrenz für Schlitz und Zapfen

Die Schlitz-und-Zapfenverbindung hat Konkurrenz bekommen. Heute gibt es eine Vielzahl von Eckverbindungsmöglichkeiten beim Holz- bzw. Holz-Aluminium-Fenster. Bei der Umstellung auf moderne Fenstersysteme und CNC-Anlagentechnik stellt sich die Frage: Soll man bei Bewährtem bleiben oder eine neue Verbindungsform wählen? DITTMAR SIEBERT

„Schlitz und Zapfen ist doch das Bewährte, das Stabilste, das Beste. Warum nur soll solch eine Eckverbindung, die schon seit mehr als 100 Jahren im Einsatz ist, nicht mehr gut genug sein? So oder so ähnlich hört man es immer wieder von Fensterbauern und erfahrenen Fachpraktikern als Reaktion auf neue Eckverbindungsmöglichkeiten. Die EnEV führte zu einer Umstellung auf neue, stärkere und wärmebrückenreduzierte Fenstersysteme mit Dreifachglas. Im Zuge der Anschaffung eines neuen Werkzeugsatzes stellt sich für den Fensterbauer die Frage, ob man nicht gleich auch auf flexible CNC-Technik umstellen sollte. Fertigungstechnisch

geeignet hierfür ist die Konter-Dübelverbindung. Mittlerweile ist es zwar möglich, auf CNC Bearbeitungszentren die Schlitz- und Zapfenverbindung zu fertigen. Doch man braucht eine größere Anzahl an Werkzeugen, man hat keine stufenlose Glasfalzhöhe bei Holz-Alu und der durchgehende Zapfen schließlich muss ein Außenprofil erhalten.

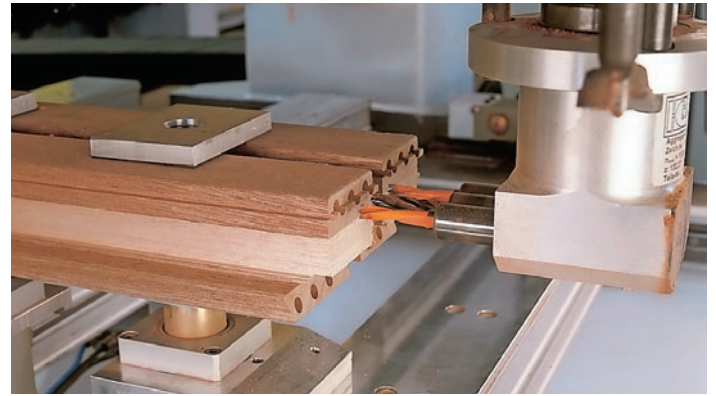
Durch die großen Werkzeuge können Vibrationen entstehen. Ausgelöst durch einen Schwingungssensor kann dann eine CNC-Frässpindel schon mal zum Stillstand kommen. Kleinere Profilier- und Konterwerkzeuge funktionieren problemloser.

CNC-Technik punktet mit Flexibilität

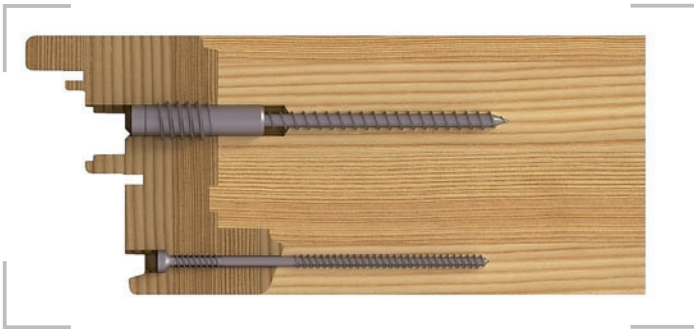
Ein Vorteil von CNC-Technik besteht beispielsweise in flexiblen und schnellen Dübelbohrungen. Bei einer Konter-Dübelverbindung braucht man allerdings in der Regel pro Eckverbindung vier Dübel. Zählt man Flügel und Blendrahmen zusammen, hat man acht Ecken mit je vier Dübeln. Das sind insgesamt dann 32 Dübel. Die CNC-Maschine muss pro Fenster demnach 64 Bohrungen herstellen. Die Dübel müssen dann auch verleimt werden. Summa summarum ist das ein ziemlicher Aufwand und hat schon manchen Fensterbauer im Nachhinein die Zornesröte ins Gesicht getrieben. Dies hatte man vor



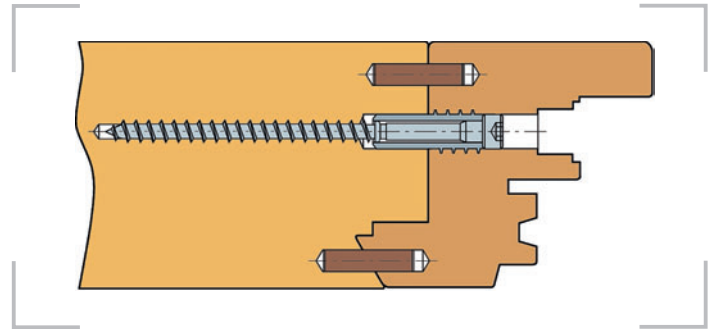
/ Möglich, aber z. B. im Hinblick auf hohe Systemvielfalt eingeschränkt: Schlitz- und Zapfenfertigung auf dem CNC-Bearbeitungszentrum (Foto: Homag)



/ CNC-Bearbeitung bietet Holzfensterherstellern jede Menge Flexibilität beim Bohren, Fräsen und Sägen. (Foto: Homag)



/ Sehr innovativ: Die ausschließlich verschraubte Konterverbindung ist prädestiniert für die rationelle Einzelteilfertigung. (Abb: SFS Intec)



/ Beispiel für eine verleimte Konter-Dübelverbindung, die wahlweise auch verschraubt werden kann (Abb: SFS Intec)

der Investitionsentscheidung so schlicht und einfach nicht bedacht. Soll man nun deshalb wieder die traditionelle Schlitz- und Zapfenverbindung propagieren oder gibt es Alternativen?

Rationalisierungspotenzial unter der Lupe

Eine Weiterentwicklung der Konter-Dübelverbindung ist die geschraubte Konter-Dübelverbindung, die sogenannte „mechanische Eckverbindung“. Hier gibt es mittlerweile geprüfte Systeme z. B. von SFS Intec. Bei diesen Systemen reduziert sich die Anzahl der Dübel um 50 % auf zwei Dübel pro Ecke. Zusätzlich werden eine Schraube und eine Hülse eingebracht. Statt acht hat man nun noch sechs Bohrungen pro Ecke. Relativ neu und sehr innovativ ist die ausschließlich verschraubte Konter-Eckverbindung, die auf Dübel komplett verzichtet. Stattdessen wird neben Schraube und Hülse eine zweite kleinere Schraube eingebracht. Die Anzahl der Bohrungen pro Ecke reduziert

sich auf vier und das Einleimen der Dübel entfällt natürlich ebenso komplett.

Einzelteilfertigung bietet Chancen

Wenn man auf das moderne Fertigungsverfahren der Einzelteilfertigung umstellen möchte, ist die mechanische Eckverbindung fast schon zwingend notwendig. Bei der Einzelteilfertigung werden die einzelnen Rahmen- und Flügelteile auf einer CNC-Maschine allseitig komplett bearbeitet und man hat nicht mehr eine lose Glasleiste, sondern eine fest verbundene angefräste Glasleiste. Diese Einzelteile werden nicht etwa zum Rahmen verleimt, sondern kommen anschließend direkt in die Oberflächenabteilung. Dort werden sie am losen Stück allseitig oberflächenbehandelt. Es gibt flexible Flut- und Spritzanlagen, bei denen man mit geringem Kostenaufwand im Durchlauf eine hervorragende Oberflächenqualität bei gleichzeitig geringem Lackverbrauch erzielen kann. Nach der Oberfläche werden zum Teil

am losen Stück Beschlagteile montiert. Am Ende der Fertigung werden die Flügelteile auf einem waagrecht Montagetisch um das Glas herum zusammengesteckt und verschraubt. Das Glas kann dabei entweder mit einer verstellbaren Verklotzung oder Verklebung fixiert werden.

Bei dieser Art der Fertigung kann man 20 bis 40 % Fertigungskosten einsparen. Mittlerweile gibt es die Möglichkeit, sich Schritt für Schritt dieser Fertigungsart anzunähern. Dabei ist die Entscheidung für die Konter-Dübelverbindung und die CNC-Technik eine wichtige Voraussetzung.

Die Frage, welche nun immer wieder gestellt wird: Ist diese nur geschraubte mechanische Eckverbindung denn überhaupt ausreichend stabil? Antwort: Die Eckverbindung ist systemgeprüft für Fenster bis 130 kg. Zudem wird im Verlauf der Prüfung mit einer max. Zusatzlast von 800 N aufgelastet. Bei größeren Gewichten, Formaten und Anforderungen kann man zusätzliche Schrauben und/oder



In diesem Fall handelt es sich um einen Verarbeitungsfehler (Foto: Holz-Bau-Technik Knaus)



Wenn das Wasser sich einen Weg sucht: Hauptursache für Schäden ist die sogenannte Kapillarfuge.



Die Haltbarkeit der Fenstereckverbindung ist von mehreren Faktoren abhängig. (Foto: Leitz)

Dübel wählen und wenn auch dies nicht reicht, zusätzlich verleimen. Für jeden Anwendungsfall gibt es im System eine Eckverbindungs-lösung.

Die Fuge bei einer reinen verschraubten Konter-Eckverbindung sollte auf jeden Fall auch mit einem geeigneten Fugendichtmittel gefüllt sein. Da bei einer Einzelteilerfertigung auch die empfindlichen Hirnholzflächen oberflächenbehandelt sind, wird das altbekannte Problem der Kapillar-fuge, was bei einer verleimten Schlitz-und-Zapfenverbindung, bei der die Leimfuge nicht gefüllt oder aufgegangen ist, stark entschärft. Die Kapillar-fuge in der Eckverbindung ist laut ift Rosenheim eine der Hauptschadensursachen für Mängel bei Holzfenstern. Bei der Einzelteilerfertigung hat man – ähnlich wie beim Automobil – durch eine allseitige Oberflächenbehandlung quasi so etwas wie eine Hohlraumkonservierung. Ein weiterer Vorteil ist der konstruktiv vorgegebene, dampfdichte Anschluss im Glasfalzbereich bei der angefrästen Glasleiste.

Stumpfe Gehrung: Die Holzphysik sagt nein

Aktuell wird auch über Fensterrahmen mit stumpfen Gehrungsecken diskutiert. Doch aus welchem Grund hat sich eigentlich diese einfache Eckverbindung in der Vergangenheit im Fensterbau nicht durchgesetzt? Das Problem ist das ungleichmäßige Quellen und Schwinden von Massivholz längs und quer zur Faser. Vereinfacht gesagt arbeitet Holz in Tangentialrichtung ca. 10 %, radial sind es ca. 5 % und längs zur Faser ca. 0,1 bis 0,3 %. Bei einer fest verbundenen Gehrungsecke verbiegen

sich die Einzelteile bei Feuchteaufnahme und -abgabe jeweils in der Mitte erheblich nach innen oder außen.

Die dauerelastische Glasabdichtung einer Nassverglasung könnte diese Bewegungen auf Dauer nicht aufnehmen und würde versagen, im Glasfalz würde sich Regenwasser sammeln, was zu Holz- und Glasschäden führt. Zudem hat diese Bewegung nachteiligen Einfluss auf die dauerhafte Schließfunktion des Beschlages. Verwendet man einen homogen schwindenden und quellenden Werkstoff, würde diese Gehrungseckverbindung funktionieren.

Flexible Perspektiven

Unterm Strich kann man feststellen: Jede der dargestellten Verbindungsformen (bis auf die Gehrungsverbindung bei Massivholz) ist mit der richtigen Verarbeitung, Profilierung und Dimensionierung geeignet, um Fenstereckverbindungen fachgerecht herzustellen. Die verleimte Schlitz-und-Zapfenverbindung ist relativ stabil, birgt in sich aber Verarbeitungsrisiken, wie z. B. die Kapillar-fuge. Sie ist nicht optimal geeignet für die CNC-Fertigung und ungeeignet für die Einzelteilerfertigung. Die verleimte Konter-Dübelverbindung ist von der Festigkeit in der Regel fast so gut wie eine Schlitz-und-Zapfenverbindung. Sie ist für die CNC-Fertigung gut geeignet. Die Verarbeitungsrisiken bei Verleimung bzgl. Kapillar-fuge sind niedriger als bei Schlitz und Zapfen, da der Fugenteil geringer ist und es keine durchlaufenden Zapfen oder Schlitzte gibt. Grundsätzlich ist es relativ einfach möglich,

von der verleimten auf eine nur verschraubte Konter-Dübelverbindung umzustellen, sodass die nachträgliche Umstellung auf Einzelteilerfertigung jederzeit möglich ist.

Die verschraubte Konter-Eckverbindung hat den Vorteil, dass die Dübel wegfallen und sich so der Fertigungsaufwand reduziert. Insofern ist sie kostengünstiger als die klassische Konter-Dübelverbindung. Wendet man diese Eckverbindung konsequent nach dem Verfahren der Einzelteilerfertigung an, erhält man den höchsten Kapillarschutz in der Eckverbindung und erhebliche Kosteneinsparungen im Fertigungsprozess. Diese Eckverbindung hat in der Regel eine ausreichende Stabilität. Für sehr große und schwere Elemente kann man auf zusätzliche Dübel oder Schrauben zurückgreifen. In Extremfällen kann die Eckverbindung zusätzlich verleimt werden. ■

Im zweiten Teil der Serie in BM 2/2014 beleuchten wir die unterschiedlichen Aspekte der Einzelteilerfertigung.

Der Autor

Dittmar Siebert ist freier Fachjournalist und Inhaber des Ingenieurbüros Siebert Engineering.

