

/ Einzelteilerfertigung in der Praxis: Flügelteil kurz vor der Verschraubung (l.), Oberflächenbehandlung mit „Hohlraumkonservierung“

BM-Serie: Fenstereckverbindung unter der Lupe, Teil 2

Einzelteilerfertigung – Optimieren mit System

Soll eine traditionelle Holzfensterproduktion auf moderne Fenstersysteme umgestellt werden, diskutiert man in Fachkreisen über Einzelteilerfertigung. Dazu gibt es unterschiedliche Definitionen und Ausbaustufen. Wir erklären diese und geben Tipps für Ein- und Umsteiger. DITTMAR SIEBERT

Einzelteilerfertigung in der optimierten Endausbaustufe ist ein sorgfältig und umfassend aufeinander abgestimmtes Verfahren. Einsparungen bei den Fertigungskosten von 20 bis 40 % sind bei diesem Fertigungskonzept möglich. Voraussetzungen dafür sind eine flexible CNC-Technik und eine mechanische Eckverbindung. Die komplette Umstellung des Fertigungsprozesses und aller Abläufe ist die größte Herausforderung. Mittlerweile gibt es aber Möglichkeiten, stufenweise von der traditionellen Fertigung auf die Einzelteilerfertigung umzustellen.

Komplettbearbeitung am losen Stück

Die Sinnhaftigkeit der Einzelteilerfertigung bezüglich Effizienz und Kosteneinsparung

erreicht man dadurch, dass so lange wie möglich am losen Stück, also am Einzelteil, im Fertigungsprozess gearbeitet wird. Die Fertigung beginnt mit dem Zuschnitt bzw. der Sortierung längenbezogener Kanteln aus einem Lager. Anschließend werden alle Fensterteile mittels flexibler CNC-Technik sechsstufig komplett maschinell bearbeitet, einschließlich aller Bohrungen. Man verwendet die verschraubte Konter-Dübel- oder die ausschließlich verschraubte Konter-Rahmen-Eckverbindung. Die Flexibilität der CNC-Technik ist bei der Einzelteilerfertigung sehr wichtig. Statt ausgetrennter Glasleisten sollte man wahlweise auch angefräste Glasleisten herstellen können. Aus bestimmten Gründen, wie z. B. der

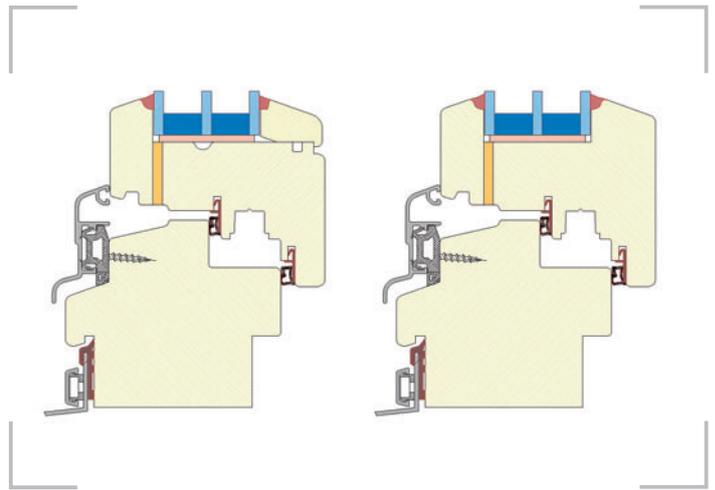
Notwendigkeit einer Festverglasung, sollte die Möglichkeit des flexiblen Wechsels bestehen. Durch geschickte Werkzeug- und Ablaufsystemplanung und entsprechende Softwareansteuerung ist dies am CNC-Bearbeitungszentrum auf Knopfdruck möglich. Die Nutbreite am Flügelinnenprofil bei angefräster Glasleiste kann – softwaregesteuert und exakt auf die Glasdicke abgestimmt – mittels Werkzeugsplitting hergestellt werden.

Angefräste Glasleiste bietet Vorteile

Die angefräste Glasleiste ist fertigungstechnisch wesentlich kostengünstiger, denn die Anzahl der Teile pro Fenster wird von zwölf auf nur noch acht reduziert. Mehrere



/ Auf einem speziellen Montagetisch werden die Einzelteile des Flügels mit angefräster Glasleiste um die Scheibe herum zusammengesteckt und verschraubt.



/ Bei der Einzelteilmontage kann wahlweise mit ausgetrennter (l.) oder auch angefräster Glasleiste gearbeitet werden.

sich anschließende Arbeitsgänge entfallen komplett. Zudem hat man einen luft- bzw. sogar dampfdichten Abschluss des Glasfalzes nach innen.

Der Kunde fokussiert sich bei der Gesamtbeurteilung des Fensters sehr stark auf die Glasleiste. Diese wird erfahrungsgemäß optisch kritisch beurteilt und dadurch leichter bemängelt. Dieses Risiko wird bei der angefrästen Glasleiste stark reduziert. Die statische Festigkeit der Eckverbindung ist bei der angefrästen Glasleiste durch den vergrößerten Querschnitt höher.

Die Herstellung der angefrästen Glasleiste im Rahmen einer gut eingerichteten CNC-Technik bzw. der nachfolgenden Fertigung ist einfach, unproblematisch und kostengünstig. Es ist sogar möglich, überfällte, ausgetrennte Glasleisten am CNC-Bearbeitungszentrum herzustellen und auf genaue Länge mit Gehrung zu sägen. Der nachgelagerte Arbeitsgang „Glasleisten auf Länge und Gehrung schneiden“ kann dadurch entfallen.

Rationelle Rundumbeschichtung

Nach der maschinellen Fertigung kommen die Einzelteile ohne weitere Bearbeitungsvorgänge direkt in die Oberfläche. Deutliche Kosteneinsparungen erreicht man durch eine gut geplante Oberflächenbehandlung der

Einzelteile am losen Stück. Die Imprägnierung bzw. Grundierung im Durchlauf kann mit einfachen und preisgünstigen Anlagen direkt im Anschluss an die maschinelle Herstellung erfolgen. Mit geeigneten Spritzhaken kann man bei der Zwischen- wie auch bei der Endbehandlung mehrere Einzelteile übereinander aufhängen und von Hand spritzlackieren.

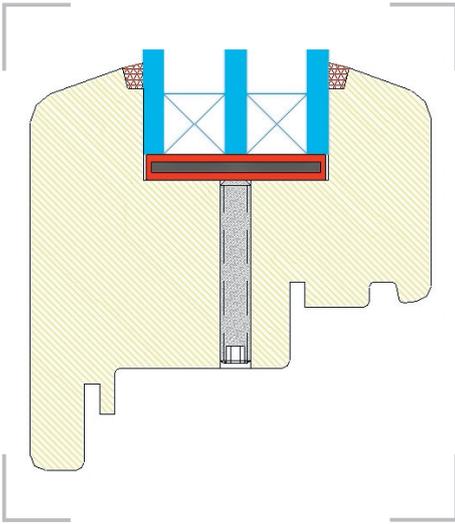
Ideal ist die Oberflächenbehandlung im Durchlauf mit liegenden Flächenspritzautomaten, wobei sechsseitig mit nahezu hundertprozentiger Lackrückgewinnung mit gleichbleibender Qualität oberflächenbehandelt wird. Diese Anlagen sind hinsichtlich ihres Investitions-Nutzen-Verhältnisses akzeptabel und haben eine relativ hohe Kapazität. Da alle Teile sechsseitig oberflächenbehandelt werden, erhält man quasi eine „Hohlraumkonservierung“ nach Montage der Einzelteile zum Rahmen. Alle verdeckt liegenden Hirnholzflächen sind optimal geschützt. Oberflächenmängel infolge von Kapillarfugen sind deshalb nahezu ausgeschlossen.

Die Fensterwerkzeuge müssen von der Profilierungsgeometrie so ausgelegt sein, dass die zusätzlich aufgebrachte Beschichtungsdicke berücksichtigt und dadurch dann das Zusammenfügen einwandfrei möglich ist.

Beschlagmontage am Einzelteil

Mit speziell auf Einzelteilmontage ausgelegten Beschlägen kann man nach der Oberflächenbehandlung, Beschlagteile bereits am losen Stück montieren. Die Rahmeneinzelteile werden zum Blendrahmen verschraubt, Schließstücke und Wetterschutzschiene montiert. Auf einem speziellen Montagetisch werden die Einzelteile des Flügels schließlich um die Scheibe herum zusammengesteckt und verschraubt. Wichtig bei der Montage der Einzelteile ist, dass im Fugenzwischenraum der gekonterten Ecken ein abdichtendes Füllmittel eingebracht wird, um die geforderte Schlagregendichtheit in der Fuge sicher und dauerhaft zu gewährleisten. Vorher sollten Klötze im Bereich des Ecklagers im Nutgrund zur Montage geklebt werden. Verstellbare Klötze werden diagonal gegenüberliegend eingelegt. Mittels einer Stellschraube von außen kann man diese Klötze in Richtung der Scheibe verstellen und somit bei montierten Rahmen die statische Funktion der Verklotzung herstellen. Eine nachträgliche Verstellung von außen ist dabei jederzeit möglich. Darüber hinaus gibt es auch die Möglichkeit, den Flügel mit der Glasscheibe zu verkleben.

Die Gummidichtungen werden eingezogen und die restlichen Beschlagteile montiert. Der



/ Funktionsprinzip der von außen verstellbaren Verklötzung: Mittels einer Stellschraube von außen kann man die Klötze verstellen und somit bei montierten Rahmen die statische Funktion der Verklötzung herstellen. Nachträgliches Verstellen ist jederzeit möglich.

Flügel wird zum Schluss in den Blendrahmen gehängt und dann auf einwandfreie Schließfunktion eingestellt.

Stufenweiser Umstieg möglich

Eine interessante Frage ist, wie man eine traditionelle Fertigung auf das Verfahren der Einzelteilmontage umstellen kann. Insbesondere: Muss sich der Fensterbauer ganz und gar für dieses neue Verfahren entscheiden? Viele Fensterhersteller möchten erst eigene Erfahrungen sammeln bzw. in einzelnen überschaubaren Investitionsabschnitten allmählich und risikoarm umstellen. Die gute Nachricht: Man kann stufenweise umstellen, sollte aber von vornherein einen Masterplan haben, wie die Produktion in der Endausbaustufe aussehen soll. Dazu ist es gut, einen fachkompetenten Berater zurate zu ziehen. Es müssen gewisse Voraussetzungen bedacht werden, beispielsweise die Wahl der Eckverbindung, wie bereits beschrieben. Eine weitere wichtige Voraussetzung ist eine sehr flexible maschinelle Fertigung. Dies ist optimiert nur mit CNC-Technik und eventuell einer programmgesteuerten Vorprofilierung möglich. Mittels eines Profilfräsautomaten, bei dem alle Wellen motorisch programmgesteuert

verstellbar sind, ist es möglich, verschiedene Vorprofilierungen herzustellen. Dies ist ein Bestandteil einer systemtechnischen Planung, die insgesamt umfangreich und komplex ist und im Vorfeld durchgeführt werden sollte. Ein ausgewogenes Verhältnis von Flexibilität und Leistungsfähigkeit – bei möglichst niedrigen Investitionskosten – ist anzustreben. Wichtige Parameter dabei sind Werkzeugsplitting, Vorprofilierung, geringer Werkzeugwechsel, optimierte Ablaufreihenfolge und optimierte Vorschubgeschwindigkeiten. Hat man die softwaretechnischen, maschinellen und werkzeugtechnischen Planungen und Einrichtungen aufeinander abgestimmt, kann man nach und nach von rahmenweiser auf Einzelteilmontage umstellen. Einzelne Bauvorhaben können dann mit angefräster Glasleiste und mechanischer, verschraubter Eckverbindung nun CNC-gestützt hergestellt werden. Als Übergangslösung können Einzelteile in der Oberfläche senkrecht gehängt und gespritzt werden. Wenn man einige eigene Erfahrungen gesammelt hat, kann man in einem nächsten Investitionsschritt die Oberflächenabteilung mit mehr oder weniger hohem Investitionsaufwand umstellen. Wichtig ist ein Montagetisch, der

ergonomisch und arbeitstechnisch auf die Endmontage des Flügels mit den Einzelteilen um das Glas herum konstruiert ist. Die alten Verglasungsböcke bleiben vorhanden, sodass man immer noch alternativ mit ausgetrennter Glasleiste verglast werden kann. So ist ein stufenweiser Umstieg möglich. ■

Im dritten Teil der Serie in BM 3/2014 geht es um die Einzelteilmontage in der betrieblichen Praxis.

Der Autor

Dipl.-Ing. Dittmar Siebert ist freier Fachjournalist und Inhaber des Ingenieurbüros Siebert Engineering. www.siebertengineering.de

