

1. Fenstersysteme

Autor: Dittmar Siebert, Martin Koch

In der EnEV 2009 wurde ein U_w -Wert von $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ gefordert - da\ mit war die Leistungsgrenze des Holzfenstersystems IV 68 mit 2-fach-Verglasung erreicht. Der Fensterbauer muss sich jetzt auf Fenster mit neuen Profilgeometrien und auf 3-fach-Verglasungen einstellen. Deshalb werden im Eingangskapitel Fenstersysteme und die notwendigen Veränderung vorgestellt. Dabei sind zum Teil widersprüchliche Aspekte, wie eine kostengünstige und rationelle Fertigung, Einsatz von wärmedämmenden Materialien sowie die Erhöhung der Langlebigkeit und die Verbesserung der Gebrauchseigenschaften des Fensters miteinander in Einklang zu bringen.

1.1 Marktübersicht

1.1.1 Fenster mit klassischen Konstruktionsmerkmalen (DIN 68121)

1.1.2 Fenster mit modernen Konstruktionsmerkmalen

1.2 Anwendung moderner Konstruktionsmerkmale

1.2.1 Verglasungssystem

1.2.2 Glasfalzhöhe und Glaseinstand

1.2.3 Glashalteleiste

1.2.4 Dampfdruckausgleichsöffnungen

1.2.5 Dichtungsprofile

1.2.6 Beschläge

1.2.7 Blendrahmenunterstück

1.2.8 Blendrahmenüberschlag außen

1.2.9 Trennung von Wind- und Regendichtung

1.2.10 Flügelüberschlag innen

1.2.11 Trennebene zwischen Innen- und Außenprofil

1.2.12 Eckverbindung

1.3 Schnittstellen

1.3.1 Schnittstellen zu Kapitel 4 - Maschinen und Fertigungskonzept

1.3.2 Schnittstellen zu Kapitel 5 - Werkzeuge

1.3.3 Schnittstellen zu Kapitel 7 - Beschläge

1.3.4 Schnittstellen zu Kapitel 8 - Wetterschutzschiene

1.3.5 Schnittstellen zu Kapitel 9 - Dichtungsprofile

1.3.6 Schnittstellen zu Kapitel 10 - Glas und Verglasung

1.4 Auswahlkriterien

1.5 Beispiele

1.5.1 KORA FT 11 - Fenstersystem IV 78/IV 90

1.5.2 Climatrend Fenstersystem

1.5.3 Passivhausfenster

1.5.4 Holz-Aluminium-Fenster

1.5.5 Verbundfenster

1.5.6 Blendrahmenfenster mit verdecktem Flügel

1.5.7 Nach außen öffnende Fenster (Skandinavische Fenster)

1.5.8 Baukastenfenster Schweikart Venstersysteme

1.5.9 System Freisinger - Optiwin

1.6 Anhang

1.1 Marktübersicht

1.1.1 Fenster mit klassischen Konstruktionsmerkmalen (DIN 68121)

Die wesentlichen Konstruktionskriterien für Holzfenster wurden ursprünglich in der DIN 68121 festgelegt. Diese ist nach wie vor gültig, obwohl Weiterentwicklungen in der Profilierung durch aktuellere Erkenntnisse in der Fensterforschung angeregt wurden. In der Norm werden folgende Fenstersysteme beschrieben:

- Das Einfachfenster mit nur einem Flügel mit Einscheibenglas (EV) bzw. Mehrscheibenglas (IV).
- Das Verbundfenster (DV) unterscheidet sich zum Einfachfenster in der Hinsicht, dass der Flügel aus zwei fest miteinander verbundenen hintereinander liegenden Einzelflügeln mit gemeinsamer Drehachse zusammengesetzt ist.
- Das Kastenfenster besteht aus zwei Einzelfenstern mit Innen- und Außenflügeln mit jeweils eigener Drehachse. Die Fenster sind in der Regel durch ein ringsumlaufendes Futter miteinander verbunden.

Verbund- und Kastenfenster erreichen ohne zusätzliche Dämmstoffeinlagen in den Rahmenprofilen und ohne 3-fach-Verglasung hervorragende Wärme- und Schalldämmwerte, wie der ift Forschungsbericht Holzfenster 2012 bestätigte. Der Bedienkomfort und der Aufwand in der Fertigung sprechen allerdings bislang gegen eine Renaissance dieser Fenstertypen. Der handwerkliche Fensterbauer könnte aber damit trotzdem eine Marktnische besetzen - eine technische Weiterentwicklung der Beschlagtechnik, diverse Zusatzfunktionen (z. B. Sonnen- oder Insektenschutz im Zwischenraum) und eine entsprechende Marketingstrategie vorausgesetzt.

Allgemeine Konstruktionsgrundsätze nach DIN 68121

Die DIN 68121 beschreibt im Teil 2 einige Konstruktionsdetails, die bislang durch die üblichen Fensterwerkzeugsätze - automatisch und vom Fensterbauer fast unbemerkt - berücksichtigt wurden:

- Die Ablaufneigung des unteren Querstückes von Flügel und Blendrahmen außen muss ≥ 15 Grad betragen.
- Bei erhöhter raumseitiger Tauwasserbildung müssen die Glasleisten innen ebenfalls ≥ 15 Grad Ablaufneigung haben.
- Alle Rundungen im Witterungsbereich müssen einen Radius von mindestens 2 mm aufweisen.
- Das untere Flügelholz muss eine Wasserabreißnut aufweisen. Die Mindestbreite ist 7 mm, wobei die äußere Wange eine Mindestdicke und eine Mindesthöhe von jeweils 5 mm haben muss.
- Die räumliche Trennung zwischen Regen- und Windsperre muss mindestens 17 mm betragen.
- Befestigung der witterungsbeständigen Wetterschutzschiene (in der Regel aus Aluminium) mit Wasserkammer und Entwässerungsschlitzen mittels Schrauben oder alternativ mittels Klemmung.

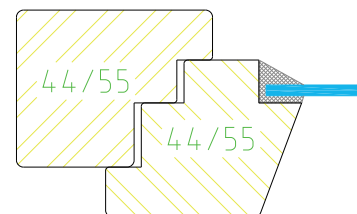


Bild 1.1:
Einfachfenster (1 Scheibe) EV 44
(Quelle: Holzfachschule Bad Wildungen)

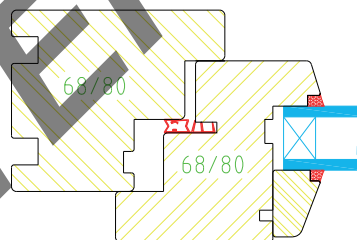


Bild 1.2:
Einfachfenster (2 Scheiben) IV 68
(Quelle: Holzfachschule Bad Wildungen)

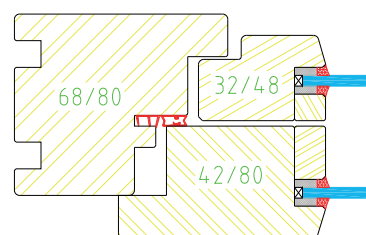


Bild 1.3:
Verbundfenster DV 42/78 - 32
(Quelle Holzfachschule Bad Wildungen)

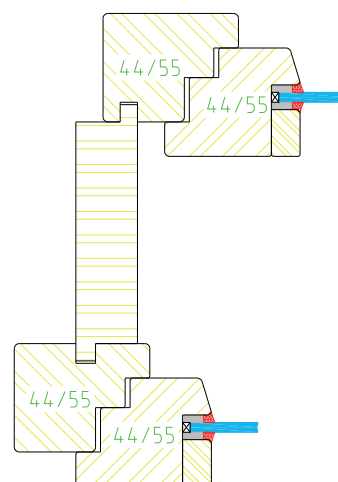


Bild 1.4:
Kastenfenster 2 x EV 44 - 55
(Quelle Holzfachschule Bad Wildungen)

1.2 Anwendung moderner Konstruktionsmerkmale

Eine moderne Fensterprofilgebung wird nicht nur bestimmt von Regelwerken und Erkenntnissen der Forschung, sondern auch von der Weiterentwicklung bei den Dichtungsmaterialien, Verglasungssystemen und Beschlägen. Neue Eckverbindungen, andersartige Fertigungsabläufe, die Möglichkeiten des Werkzeugsplittings und des Wechselfalzes stehen zur Verfügung. Nachfolgend wird im Einzelnen jeder Bereich innerhalb der Profilgebung dargestellt.

1.2.1 Verglasungssystem

Die Art des Verglasungssystems hat unmittelbaren Einfluss auf die Art des dafür notwendigen Fertigungsverfahrens. Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten die Abdichtung zwischen Füllung und Flügelrahmen herzustellen:

- Nassverglasung mit dauerelastischem Dichtstoff (Silikon)
 - mit (Bild 1.10) oder
 - ohne Vorlegeband (Bild 1.09)
- Trockenverglasung mit Verglasungsdichtungen (Bild 1.11)

Die Nassverglasung ist die typische Art der Abdichtung beim Holzfenster. Die Trockenverglasung wird in der Regel beim Kunststoff- oder Alu-Fenster durch die höhere thermische Längenausdehnung des Rahmens notwendig und kann dort wegen der einfacheren Entwässerungsmöglichkeiten durch die Hohlkammerprofile vorteilhaft eingesetzt werden.

Es gibt die Möglichkeit der Verglasung mit Vorlegeband (Bild 1.10). Dies ist insbesondere bei Sonderverglasungen evtl. noch sinnvoll. In rationell arbeitenden Holzfensterbetrieben erfolgt die Verglasung in der Regel ohne Vorlegebänder (Bild 1.09), mit einer dauerelastischen Abdichtung innen und außen. Maßgebend ist hierfür die Schrift 9/83 "Richtlinie zur Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband" des Instituts für Fenstertechnik, Rosenheim.

1.2.2 Glasfalzhöhe und Glaseinstand

In der U_w -Wert Berechnung fließt maßgebend der Wärmebrückenfaktor der Glasanbindung zum Flügel ein. Eine Verbesserung dieses Faktors erreicht man durch eine Erhöhung des Glasfalzes bzw. Glaseinstands.

In der DIN 68121 war eine Glasfalzhöhe von 18 mm (Bild 1.12) vorgegeben. Mittlerweile kommen Glasfalzhöhen bis zu 25 mm zum Einsatz. Bei der Planung der Profilgebung sollte man sich darüber im Klaren sein, dass mit der Erhöhung des Glasfalzes, ausgehend von der Standard Rohholzbreite, eine Schwächung des Flügelquerschnitts einhergeht. Sinnvoll ist es, einen Kompromiss zwischen verbessertem Wärmebrückenfaktor und noch ausreichender Flügelstatik anzustreben. Unter diesem Gesichtspunkt liegt die Glasfalzhöhe in einem Bereich von 20 bis 23 mm (Bild 1.13).

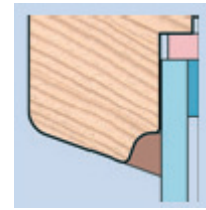


Bild 1.09:
Nassverglasung ohne Vorlegeband
(Quelle: Leitz GmbH & Co. KG, Oberkochen)



Bild 1.10:
Nassverglasung mit Vorlegeband
(Quelle: Leitz GmbH & Co. KG, Oberkochen)

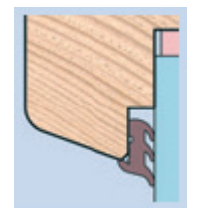


Bild 1.11:
Trockenverglasung
(Quelle: Leitz GmbH & Co. KG, Oberkochen)

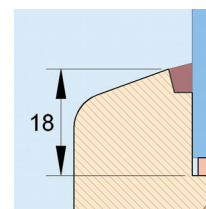


Bild 1.12:
Normaler Glaseinstand bis 18mm
(Quelle: Holzfachschule Bad Wildungen)

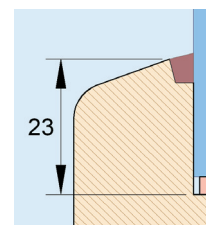


Bild 1.13:
Tolerierbarer, höherer Glaseinstand bis zu 25 mm
(Quelle: Holzfachschule Bad Wildungen)

1.3 Schnittstellen

Veränderungen im Fenstersystem bzw. in den Konstruktionsdetails haben zum Teil große Auswirkungen auf alle anderen Kapitel und Aspekte des Vademecums. Besonders stark ist der Einfluss zum Kapitel 4 Maschinen und Fertigungskonzept und zum Kapitel 5 - Werkzeuge. In diesem Abschnitt werden nun die Schnittstellen zu den einzelnen Kapiteln des Vademecums erläutert.

1.3.1 Schnittstellen zu Kapitel 4 - Maschinen- und Fertigungskonzept

Bei der Auswahl des Fenstersystems ist besonders auf die vorhandenen bzw. auf die geplanten Maschinen und Anlagen zu achten. Bei rahmenweiser Fertigung bleibt der traditionelle Ablauf bestehen. Will der Fensterbauer sich mit dem Thema der Einzelteilerfertigung befassen, muss er den gesamten Ablauf seiner Fertigung ändern.

Hier gibt es insbesondere auch Wechselwirkungen bezüglich der gewählten Eckverbindung. Wird z. B. als Eckverbindung Schlitz und Zapfen gewählt, so ist eine Rahmenpresse zum Verleimen und der Umfräsvorgang am fertigen Rahmen zwingend erforderlich (in der Regel vorhanden). Wird hingegen eine Konter-Dübel-Schraub-Verbindung gewählt, so ist diese nur sinnvoll in Zusammenhang mit einer Einzelteilerfertigung umzusetzen, was z. B. bedeutet, dass die Einzelteile vorab lackiert werden und dass der Flügel am Ende der Fertigung um die Verglasung herum montiert und verschraubt wird.

Deshalb ist bei der Entwicklung und Auswahl eines neuen Fenstersystems in Verbindung mit dem Kapitel 4 genau zu prüfen, welches Fertigungskonzept verwirklicht werden soll bzw. kann.

1.3.2 Schnittstellen zu Kapitel 5 - Werkzeuge

In der Regel wird das Fenstersystem mit allen Konstruktionsdetails gemeinsam mit dem Werkzeughersteller auf die eigenen Wünsche abgestimmt. Dazu muss der Werkzeughersteller genau wissen, wie die Konstruktionsdetails ausgeführt werden sollen. Dazu zählen:

- Eckverbindung
- Glashalteleiste
- Fertigungsweise (z. B. Einzelteilerfertigung)
- Beschlagsfalzgeometrie, Beschlagsachslage
- Profilgeometrie für die Wetterschutzschiene, Holzwetterschenkel
- Lage und Querschnitt der Dichtungsnut(-en)
- Profilgeometrie des Glasfalzes (Verglasungssystem)
- Profilgeometrie für Koppelnut bzw. Schaumnut

Weiterhin sind die Fertigungsweise und die Anzahl der unterschiedlichen Fenstersysteme, die mit dem Werkzeugsatz gefertigt werden sollen, festzulegen.

1.4 Auswahlkriterien für ein neues Fenstersystem

Ihre Notizen

- Strategie, Marketing, Finanzierung
 - Ist-Zustand analysieren
 - Kunden, Aufträge, Stückzahlen
 - Fenster, Fenstertüren, Haustüren usw.
 - Maschinen, Anlagen, Werkzeuge
 - Stärken, Schwächen, Wettbewerber
 - ...
 - Soll-Zustand entwickeln
 - Zielgruppen und Stückzahlen
 - Fensterbauarten
 - Eigenschaften
 - Wärme- und Schalldämmung, Sonnenschutz, Einbruchhemmung, Lüftung
 - ...
 - Budget für Investitionen und Marketing im Hinblick auf Umsatz und Gewinn limitieren
 - ...
 - Grundsatzentscheidung
 - selber fertigen, teilweise selber fertigen oder (teilweise) zukaufen
 - ...
 - Umbau vorhandener Anlagen und Werkzeuge oder komplette Neuinvestition
 - ...
 - Maschinen- und Fertigungskonzept
 - Einzelteil oder Rahmen
 - Stationärbearbeitung oder im Durchlauf
 - ...
- Fenstersysteme
 - Öffnungsarten (D, DK, HS, FS usw.)
 - Einfach-, Verbund- oder Kastenfenster
 - Holz, Holz-Alu, Holz-Dämmstoff usw.
 - ...
- Konstruktionsmerkmale (siehe 1.2)
 - Verglasungssystem
 - Glasfalzhöhe und Glaseinstand
 - Glashalteleiste
 - Dampfdruckausgleichsöffnungen
 - Dichtungsprofile
 - Beschläge
 - Blendrahmenunterstück
 - Blendrahmenüberschlag außen
 - Trennung von Wind- und Regendichtung
 - Flügelüberschlag innen
 - Trennebene zwischen Innen- und Außenprofil
 - Eckverbindung
 - ...
- Prüfzeugnisse
 - Gebrauchstauglichkeit und CE-Konformität
 - U-Wert
 - Einbruchhemmung
 - ...

MUSTERSEITEN

1.5 Beispiele

Bei der Auswahl der Beispiele stand im Vordergrund, dass die im Folgenden gezeigten Fenstersysteme auch vom handwerklichen Fensterbauer nachgebaut werden können, weil sie bspw. von einem "Systemhaus" angeboten und die notwendigen Halbzeuge bzw. die Werkzeuge und das "Know How" dort zugekauft werden können.

1.5.1 Das KORA FT11 - Fenstersystem IV 78/IV 90

Es handelt sich um ein von der Technologie Transfer Stelle der Holzfachschule Bad Wildungen völlig neu entwickeltes, optimiertes Holzfenstersystem, in dem einige wegweisende Weiterentwicklungen vereint sind. Die Anforderungen aus der Kombination von vorteilhaften Wechselwirkungen und ineinander greifenden Neuerungen haben einen hochflexiblen leistungsfähigen Universalwerkzeugsatz geschaffen, der insbesondere für den handwerklichen Fensterbauer gut geeignet ist.

1.5.1.1 Systembeschreibung

Mit ca. 20 CNC-Werkzeugen können 8 Fenstersysteme hergestellt werden, die wiederum von IV 78 bis IV 90 verstellbar sind. Es gibt Varianten nur mit Mitteldichtung oder mit zusätzlicher Überschlagsdichtung, mit ausgetrennter, überfälzter (in unterschiedlichen Tiefen) oder angefräster Glashalteleiste.

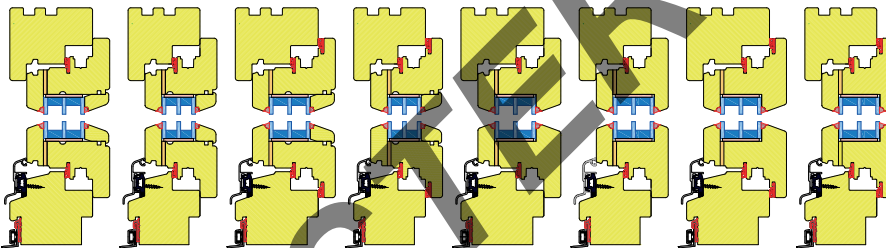


Bild 1.62:
KORA FT11 Fenstersystem mit 8 Varianten, IV 78 bis IV 90,
mit einer oder zwei Dichtungen, mit ausgetrennter oder angefräster Glashalteleiste
(Quelle: Holzfachschule Bad Wildungen)

Die Eckverbindung ist als Konter-Dübel- oder Konter-Dübel-Schraub-Verbindung ausgeführt, könnte aber auch mit Schlitz-Zapfen oder mit anderen Sonderverbindungsformen hergestellt werden.

Dieses System zeigt sehr deutlich die unmittelbaren Wechselwirkungen zwischen dem Fenstersystem, den Möglichkeiten der Maschinenteknologie und der Werkzeugtechnik sowie der Wahl des Fertigungsverfahrens. Die spanende Bearbeitung erfolgt komplett in zwei Schritten:

- Vorprofilierung auf einem programmgesteuerten 5-welligen Profilfräsautomaten und
- Endbearbeitung auf einem CNC-Bearbeitungszentrum mit automatischen Tisch.

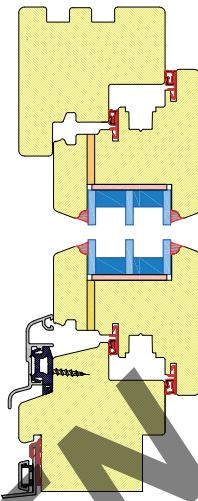


Bild 1.58:
KORA FT11 IV 90 Fenster
(Quelle: Holzfachschule Bad Wildungen)

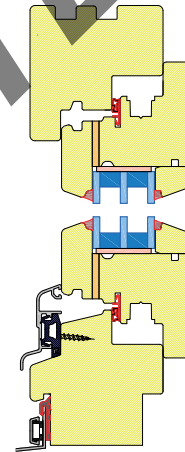


Bild 1.59:
KORA FT11 IV 78 Fenster
(Quelle: Holzfachschule Bad Wildungen)



Bild 1.60:
Vorprofilierung auf programm-
gesteuerten Profilfräsautomaten
(Quelle: Holzfachschule Bad Wildungen)

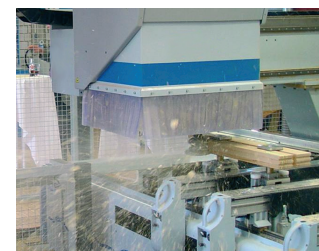


Bild 1.61:
Endbearbeitung auf CNC
Bearbeitungszentrum
(Quelle: Holzfachschule Bad Wildungen)

1.6 Anhang

Normen

- DIN 68 121-1
- DIN 68 121-2
- DIN 4108
- DIN 4109
- DIN 18055
- DIN 18008
- DIN 18056
- DIN 18355
- DIN 18545
- DIN EN 350-2
- DIN EN 410
- DIN EN 912
- DIN EN 942
- DIN EN 1279
- DIN EN 1627
- DIN EN ISO 10077
- DIN EN 12354
- DIN EN 12758
- DIN EN 13271
- DIN EN 13141-1
- DIN EN 13420
- DIN EN 14351
- DIN V 18054

Sonstige Quellen

- Leitz Lexikon 5
- Forschungsprojekt: Holzbau der Zukunft, Teilprojekt 19 Prof. Schmid
- ift Forschungsbericht Holzfenster 2012 - Nachhaltige Optimierung von Holzfensterprofilen zur Erreichung der Anforderungen der EnEV 2012
- Fensterhersteller bzw. Systemgeber:
 - Hermann Gutmann Werke AG
 - Freisinger / Optiwin
 - Schweikart Venstersysteme

Autoren

- Dipl.-Ing. (FH) Dittmar Siebert
Holzfachschule Bad Wildungen, Fachbereich Technologietransfer
Gifflitzer Straße 3, 34537 Bad Wildungen
Tel.: 05621/ 7919-52, Fax: 05621 / 7919-55
Mail: siebert@holzfachschule.de, Web: www.holzfachschule.de
- Martin Koch, Student BA Melle

Mit freundlicher Unterstützung

- Leitz GmbH & Co. KG
Ansprechpartner: Martin Kenntner
Leitzstraße 2, 73447 Oberkochen
Tel.: 07364 / 950 425
Mail: mkenntner@leitz.org, Web: www.leitz.org



www.holzfachschule.de



www.ba-melle.de



www.leitz.org