

Runderneuerung von Kastenfenstern aus Holz

Diplom-Holzwirt Eike Gehrts
Beethovenstr. 22 a
35440 Linden-Leihgestern

Kurzer Überblick

Kastenfenster aus Holz gehören in ganz Europa und darüber hinaus seit über 200 Jahren zu den prägenden Elementen verschiedener Baustile und -epochen. Ihre guten Gebrauchs- und Funktionseigenschaften sowie ihre hohe, ästhetische Wertigkeit sprechen insbesondere im Baudenkmal für ihren Erhalt. Die Runderneuerung von Kastenfenstern ist ein wissenschaftlich abgesichertes, seit 1999 praktiziertes und ganzheitliches Maßnahmenpaket. Dieses sollte nicht in Einzelleistungen aufgeteilt werden, da diese zu keinem nachhaltigen Erfolg führen. Durch eine fach- und sachgemäße Runderneuerung der Kastenfenster lassen sich erhebliche Energieeinsparungen erzielen. Außerdem können renovierte Kastenfenster günstige Schallschutzeigenschaften aufweisen und tragen somit zum verbesserten Schutz der Bewohner vor Lärmbelastigungen bei. Durch zusätzliche Maßnahmen kann auch der Widerstand gegen Einbruchsversuche verbessert werden.

Schlagwörter: Holzkastenfenster, Runderneuerung, Denkmalschutz, Energieeinsparung

1 Einführung

Kastenfenster aus Holz, auch als Kastendoppelfenster (KDF) bezeichnet, sind im europäischen Raum und darüber hinaus weit verbreitet und gelten seit mehr als 200 Jahren als bewährte Fensterkonstruktion. Als wesentliche Gestaltungsmerkmale haben sie während des 19. und zu Anfang des 20. Jahrhunderts die verschiedensten Baustile und -epochen geprägt (vgl. Abbildung 1).



Abbildung 1: Gebäude verschiedener Baustile mit Kastenfenstern, links: „Gründerzeitliches“ Gebäude (Ende 19. Jh.), Mitte: „Jugendstil“-Gebäude (Anfang 20. Jh), rechts: „Bauhausstil“-Gebäude (1920er-Jahre), Bildquellen: links: Eike Gehrts, Linden, Mitte & rechts: Dirk Sommer, Berlin

In Deutschland ist derzeit noch ein Bestand von ca. 50 Mio. Kastenfenstern vorhanden, davon allein 1 Mio. in Berlin (Schrage-Aden [1]). Aufgrund verschiedenster Einflüsse (Nutzerverhalten, durchgeführte oder unterlassene Wartungsmaßnahmen, Witterungseinflüsse, Kriegsschäden) können sie sich in den unterschiedlichsten Unterhaltungszuständen befinden (vgl. Abbildungen 2 und 3)



Abbildung 2: Völlig abgewittertes Kastenfenster, Dichtheit nicht mehr gegeben, Kitt ausgetrocknet und brüchig oder nicht mehr vorhanden (Bildquelle: Dirk Sommer, Berlin)



Abbildung 3: Kastenfenster in gutem Erhaltungszustand (Bildquelle Eike Gehrts, Linden)

Trotzdem sprechen die guten Gebrauchs- und Funktionseigenschaften von Kastenfenstern sowie ihre hohe, ästhetische Wertigkeit insbesondere im Baudenkmal für ihren Erhalt (vgl. Abbildung 4).



Abbildung 4: Kastenfenster im Bestand, mit typischen Instandhaltungsmängeln links vor, rechts nach einer fachgerechten Runderneuerung (Bildquelle: Hans Timm Fenstrbau, Berlin)

In den 1990er Jahren wurde daher im Land Berlin ein Forschungsprojekt zur „Runderneuerung von Kastenfenstern“ durchgeführt (Timm [2]). Daraus ergab sich ein wissenschaftlich abgesichertes, seit 1999 praktiziertes und ganzheitliches

Maßnahmenpaket, das den Stand der Technik und weitgehend auch die allgemein anerkannten Regeln der Technik wiedergibt. Das Maßnahmenpaket ist im VFF Leitfaden HO.09 [3] niedergelegt.

Für die Erhaltung des Kastenfensterbestandes spricht auch die Tatsache, dass ein Austausch der Kastenfenster gegen Isolierglasfenster nur mit massiven Eingriffen in den Baukörper und die bestehende Architektur möglich ist. Aufgrund der Konstruktion und der Geometrie (Bautiefe) der Kastenfenster ergibt sich ein günstiger Isothermenverlauf und eine positive innere Oberflächentemperatur am Übergang von Fenster zur Wand. Sie liegt im Normalfall über der schimmelpilzkritischen Temperatur von 12,6 °C, und geometrische Wärmebrücken mit zusätzlichen Wärmeverlusten sind weitgehend auszuschließen (Beispiel siehe Abbildung 5). Diese günstige Ausgangsbasis verändert sich, wenn historische Kastenfenster durch isolierverglaste Einfachfenster mit wesentlich geringerer Bautiefe ersetzt werden. Bei dem Beispiel in Abbildung 5 steigt der Wärmeverlust beim Baukörperanschluss um 15 bis 25 %, die schimmelpilzkritische Temperatur wird an der inneren Oberfläche unterschritten, und Schimmelbefall in Teilbereichen der Leibung ist nicht auszuschließen. Bei der Runderneuerung von Kastenfenstern verändert sich die günstige Einbausituation nicht und stellt daher auch aus dieser Perspektive eine ökonomisch sinnvolle Variante dar.

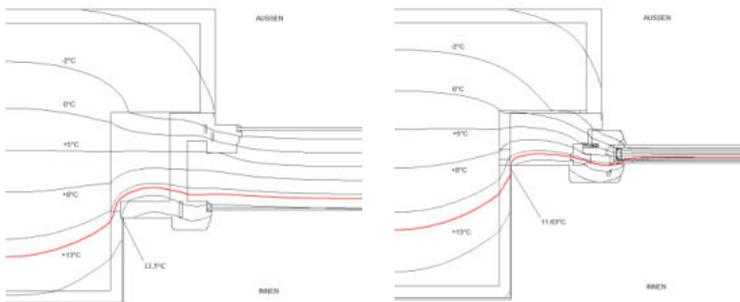


Abbildung 5: Wärmebrücken am isolierverglasten Einfachfenster (rechts), im Vergleich zum Kasten-Doppelfenster (links), Bildquelle: VFF Leitfaden HO.09

2 Definitionen

2.1 Kastendoppelfenster

Das Kastendoppelfenster besteht aus zwei hintereinander angeordneten Einfachfenstern, die über ein Futter verbunden sind. Der äußere Flügel ist an einem Blendrahmen angeschlagen, während der innere Flügel an das Futter anschlägt. Beide Flügel sind voneinander unabhängig und besitzen getrennte Verschlussmöglichkeiten (siehe Abbildung 6). Sie unterscheiden sich regional durch unterschiedliche Holzdicken und Profilierungen.

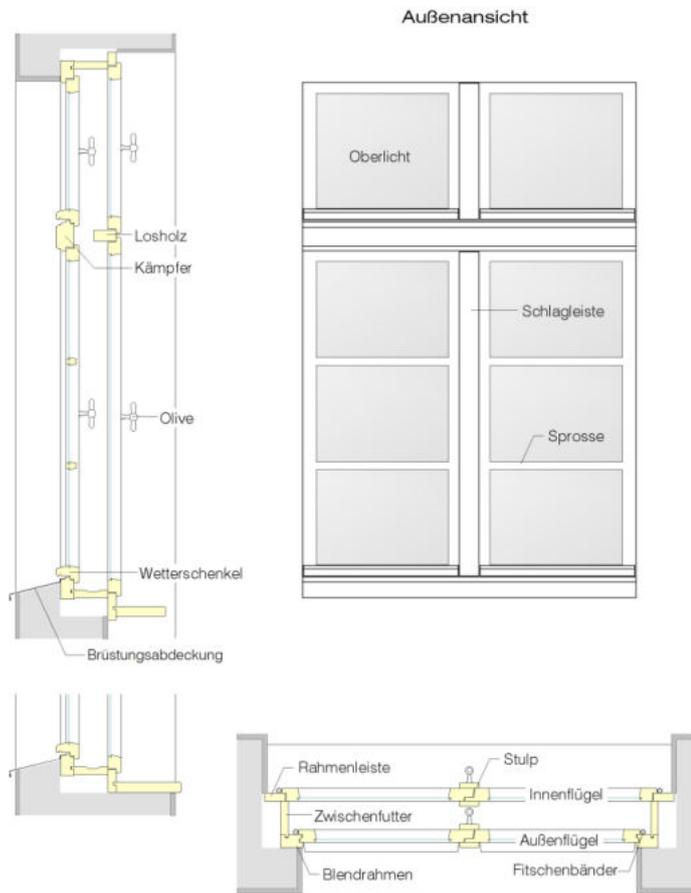


Abbildung 6: Bauteile von Kastenfenstern (Bildquelle: VFF Leitfaden HO.09)

2.2 Runderneuerung

Unter einer Runderneuerung versteht man eine ganzheitliche Überarbeitung eines Kastenfensters, d. h.:

- Holztechnische Überarbeitung der Blend- und Flügelrahmen.
- Entlackung und Farbneubeschichtung aller Holzteile;
- Entglasung, Neuverglasung – Glasabdichtung;
- Herstellen der Gang- und Schließbarkeit;
- Überarbeitung der Beschläge;
- Überarbeitung ggf. Erneuern von äußeren Brüstungsabdeckungen;
- Verbesserung der Dichtheit;
- Verbesserung des Wärmeschutzes;
- Verbesserung des Schallschutzes;
- Ggf. Verbesserung des Baukörperanschlusses.

3 Ablauf einer Runderneuerung

3.1 Allgemeines

Eine Runderneuerung von Kastenfenstern kann in zwei unterschiedlichen Bearbeitungsabläufen durchgeführt werden. I.d.R. erfolgen die komplette Überarbeitung der Flügel im Werk und die Überarbeitung der Blendrahmen vor Ort. Eine Runderneuerung kann optional durch einen Komplettausbau der Bauelemente mit einer vollständigen werksseitigen Überarbeitung erfolgen. Die Runderneuerung ist ein komplexer Vorgang, der mehrere Gewerke betrifft (Tischler/Schreiner, Maler, Glaser, Klempner). Sie muss ganzheitlich angegangen werden. Bei einer anstehenden Kastenfenster-Runderneuerung sollte daher ein darauf spezialisierter Fensterfachbetrieb eingeschaltet werden, der alle notwendigen Arbeiten gewerkeübergreifend anbieten kann und über die geeigneten Produktionsmittel und Werkstattausrüstungen verfügt. Eine Aufteilung des Maßnahmenpakets in Einzelleistungen bzw. Weglassung einzelner Maßnahmen (z.B. Entlackung/Neubeschichtung, Entglasung/Neuverglasung) führt nicht zu einem nachhaltigen Erfolg.

3.2 Bestandsaufnahme

Als Erstes muss eine Bestandsaufnahme am Objekt erfolgen, bei der der Umfang der notwendigen Arbeiten ermittelt wird. Dabei wird der Zustand der zu überarbeitenden Fenster festgestellt und die Anforderungen (z. B. des Denkmalschutzes) sowie die gewünschten Verbesserungen ermittelt (z. B. Dichtheit, Wärmeschutz, Schallschutz). Aus ökonomischen Überlegungen kann eine Totalerneuerung der Fensterkonstruktionen sinnvoll sein. Die Instandsetzung/Verbesserung vorhandener Fenster kann daher in zwei Gruppen eingeteilt werden:

- Gruppe 1: Instandsetzung durch Teilerneuerung (Runderneuerung)
- Gruppe 2: Instandsetzung durch Totalerneuerung (Austausch).

3.3 Planung

Eine sorgfältige Planung ist mitentscheidend für den Erfolg der Sanierung. Bei der Bearbeitungsplanung muss ein entsprechendes Anforderungsprofil für die Fenster des jeweiligen Bauvorhabens vorgegeben werden. Anforderungen an Fenster bestehen üblicherweise:

- zum Wärmeschutz;
- zur Luftdichtheit;
- zur Schlagregendichtheit;
- zum Schallschutz;
- zur Standsicherheit.

Darüber hinaus können weitere Anforderungen z. B. hinsichtlich Einbruchhemmung, Sonnenschutz, Brandschutz, Lüftung usw. formuliert und vereinbart werden. Sämtliche

Planungsvorgaben sowie die während der Planung identifizierten Anforderungen sind in der Ausschreibung der Leistungen für die Runderneuerung der Kastenfenster entsprechend zu berücksichtigen. Bei unklaren Vorgaben sind die Maßnahmen ggf. mit der zuständigen Denkmalschutzbehörde abzustimmen. Weiterhin ist bei der Planung festzulegen, welche Arbeiten am Objekt und welche im Werk durchgeführt werden.

3.4 Logistische Abwicklung

In der Regel werden die Flügelrahmen vor Ort gang- und schließbar gemacht, ausgehängt und zur Überarbeitung ins Werk gebracht. Dabei wird z.B. so vorgegangen, dass jeweils eine Verglasungsebene (außen/innen) zur Überarbeitung ins Werk gebracht wird und die am Objekt verbleibende Verglasungsebene den Raumabschluss sicherstellt. Zur eindeutigen Zuordnung von Flügeln zu Blendrahmen bzw. Fenstern werden alle Teile mit einer Identifikationsnummer gekennzeichnet. Diese Nummern sind unauslöschlich am Flügel anzubringen, und müssen nach Überarbeitung und beim Wiedereinbau der Flügel sichtbar sein.

Die Herstellung der Gang- und Schließbarkeit ist ein komplexer Vorgang. Dabei werden am Objekt entsprechende Anpassungen an Flügeln, Blendrahmen und Korrekturen der Lageabweichung am Beschlag, wie z.B. Kröpfen und Richten von Bändern und Versetzen von Beschlägen vorgenommen (vgl. Abbildung 7).

Korrektur der Lageabweichung...

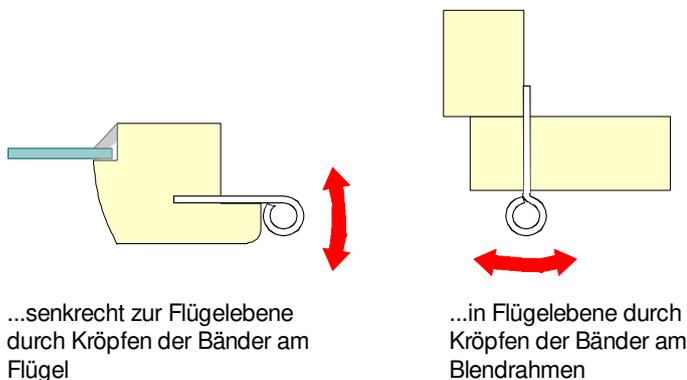


Abbildung 7: Korrektur der Lageabweichung (Bildquelle: VFF Leitfaden HO.09)

Durch die vorgenannten Maßnahmen können Fenster gang- und schließbar gemacht werden. Deswegen sind abrasive Korrekturen, die die Abmessung der Rahmenprofile verändern, wie Hobeln oder starkes Schleifen, nicht zulässig. Unter der Voraussetzung, dass die Flügel und Blendrahmen ursprünglich passgenau hergestellt wurden, erscheinen solche Korrekturen am Holz nicht fachgerecht. Beim Einhängen des überarbeiteten Fensterflügels in den Rahmen dürfen nur noch Kleinstkorrekturen ohne Beschädigung der Beschichtung vorgenommen werden.

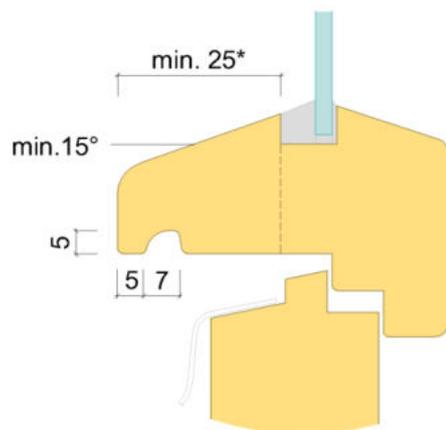
3.5 Holztechnische Überarbeitung

Die holztechnische Überarbeitung umfasst im Wesentlichen alle Maßnahmen, die zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Flügel- und Blendrahmenfunktion erforderlich sind:

- Nachverkleben defekter Eckverbindungen;
- Erneuern von Fensterecken;
- Verschließen offener Brüstungsfugen;
- Verschließen von Rissen;
- Überarbeitung der Blendrahmenunterstücke;
- Erneuern der Wassernasen und Wetterschenkel;
- Erneuern von stark geschädigten Rahmenteilen.

Dabei sollte die Holzfeuchte (13 ± 2) % betragen, da es sonst durch Quellen und Schwinden zu erneuten Beschädigungen (z.B. Rissbildung) kommt. Bei Innenfensterkonstruktionen ist häufig eine geringere Holzfeuchte gegeben, die nicht gegen eine weitere Bearbeitung spricht. Sie sollte jedoch nicht weniger als 7 % betragen.

Durch holzerstörende Pilze befallene Rahmenteile, z.B. hochbelastete Profile wie Wetterschenkel und Wassernasen (vgl. Abbildung 8) sind generell komplett auszutauschen. Kleine Einpassstücke auf der bewitterten Fläche erbringen keine Gebrauchstauglichkeit.



* Breite abhängig von Einbausituation
z.B. Rollläden

Abbildung 8: Bemaßung von Wetterschenkel und Wassernase an einem Holzkastenfenster (Bildquelle: VFF Leitfaden HO.09)

Bei der Erneuerung von Rahmenteilen ist i.d.R. die gleiche Holzart wie beim verbleibenden Rahmen zu verwenden. Bei der Holzart Kiefer sollte jedoch Splintholz vermieden werden. Es empfiehlt sich nach Maßgabe des Auftraggebers ggf. geeignete Holzarten, z.B. mit

höherer Dauerhaftigkeit einzusetzen. Bezüglich der Holzqualität ist das VFF Merkblatt HO.02 [4] zu beachten.

Müssen neue Holzteile mit dem bestehenden Rahmen verklebt werden, ist ein geeigneter Klebstoff zu verwenden und die Verklebung hat vollflächig zu erfolgen. Bei bewitterten Fugen ist ein Klebstoff der Beanspruchungsgruppe D 4 nach EN 204 [5] einzusetzen.

3.6 Entlackung und Neubeschichtung

3.6.1 Entlackung

Bestehende Altanstriche auf Holzkastenfenstern weisen häufig mehrere Lagen mit Staub- und Schmutzablagerungen, unregelmäßige oder hohe Schichtdicken ($> 400 \mu\text{m}$), poröse Beschichtungen oder Risse und Abplatzungen auf (vgl. Abbildung 9).



Abbildung 9: Risse und Abplatzungen in der Beschichtung des äußeren Flügelrahmenunterstücks an einem Kastenfenster (Bildquelle: Eike Gehrts, Linden)

Bei der Runderneuerung von Kastenfenstern ist eine vollständige Entlackung vor der Neubeschichtung notwendig. Weiße Altbeschichtungen enthalten häufig Schwermetalle (Blei, Zink). Daher sind bei der Entlackung im Werk die entsprechenden Sicherheitsvorschriften zu beachten, z.B. die TRGS 505 [6].

Zur Entlackung hat sich in der Praxis insbesondere das Warmluftverfahren als geeignet erwiesen. Andere Verfahren, welche die Holzstruktur oder Beschläge angreifen bzw. zerstören, wie z.B. maschinelle Entlackung mit rotierenden Maschinen, z.B. Hobeln oder Schleifen (Welligkeit, Riefen), Hochdruckstrahlen (Zerstörung der Ligninstruktur), Ablaugen (Schwächung der Holzstruktur und Zerstörung von Metallen), sind nicht geeignet. Das Warmluftverfahren kann sowohl am Objekt als auch im Werk eingesetzt werden. Das Abbeizverfahren ist nur in begrenztem Maße anwendbar, insbesondere bei kleinflächigen Teilen wie z.B. Zierstücken oder profilierten Zierleisten.

3.6.2 Neubeschichtung

Der Neuaufbau der Farbbeschichtung hat bei der Runderneuerung eine besondere Bedeutung. Mit der Neubeschichtung ist ein ausreichender Schutz der Holzteile

herzustellen. Eine wässrige Grundierung der Hölzer ist nicht möglich. Nur durch eine lösemittelhaltige Grundierung kann das an der Holzoberfläche vorhandene Harz/Leinölfirnis angelöst und dadurch eine Penetration der Grundierung in das Holz erreicht werden. Zur Erreichung einer gesicherten Haftungsbrücke zwischen dem Holz und der nachfolgenden Beschichtung wird eine zweimalige Grundierung mit lösemittelhaltigen Produkten empfohlen. Nach den Grundierungen und dem Zwischenschliff sind alle Hirnholzteile mit einem ausreichenden Hirnholzschutz zu versehen. Die Zwischen- und Endbeschichtung erfolgt dann mit wasserlöslichen Produkten (vgl. Abbildung 10).



Abbildung 10: Runderneuerte Kastenfenster mit zweifarbiger Beschichtung (Bildquellen: Hans Timm Fensterbau, Berlin, links, Eike Gehrts, Linden, rechts)

3.7 Entglasung und Neuverglasung

3.7.1 Entglasung

Im Rahmen der Runderneuerung werden die Fenster grundsätzlich entglast. Nur so kann sichergestellt werden, dass Neuanstrich und Verglasung nach den anerkannten Regeln der Technik erfolgen können. Sollen die Scheiben wiederverwendet werden, sind sie zerstörungsfrei aus dem Glasfalz zu lösen. Ansonsten werden die die Scheiben mit einem Glasschneider zweimal gekreuzt angeritzt und nahe der Lichtfase vorsichtig gegen das Kittbett ausgeschlagen.

Die im Glasfalz verbliebenen Kittreste sind auszufräsen. Beim Ausfräsen wird der Glasfalz geringfügig vergrößert, wodurch Kittreste und eventuell am Glasfalz durch das Ausglasen entstandene kleine Kantenschäden vollständig entfernt und die Falzprofilierung wieder scharfkantig hergestellt wird. Werden bei der Neuverglasung Scheiben mit einer größeren Dicke als im Bestand verwendet, sind entsprechende Glasfalzmaße herzustellen, wobei die Tragfähigkeit der Rahmen nicht beeinträchtigt werden darf. Reicht für den gewählten, neuen Scheibenaufbau der vorhandene Glasfalz nicht aus, muss insbesondere bei Innenflügeln eine Aufdoppelung durch eine Aufleistung an der Kittfalzseite erfolgen.

3.7.2 Neuverglasung

Die Neuverglasung ist gemäß den einschlägigen Regelwerken des Glaserhandwerks auszuführen. Der Glasaufbau des Kastenfensters im Innen- und Außenflügel ist gemäß den Nutzungsanforderungen, insbesondere Wärme- und Schallschutz auszuwählen. Bei der Neuverglasung sind die Anforderungen der jeweils gültigen EnEV [7] für die Umverglasung von Kastenfenstern zu berücksichtigen. Eine Ausnahme hiervon stellen Objekte dar, die unter § 24 Abs. 1 der EnEV fallen.

Die Verglasung erfolgt mit freier Dichtstofffasse, Vorlegeband, Verklotzungen und Dichtstoffen (DIN 18545-2 [8]). Bevor die Neuverglasung erfolgt, müssen die Glasfalze endbeschichtet sein. Leinölkitt sind von der Verwendung ausgeschlossen, da sie auf endlackierten Oberflächen nicht haften.

Die Versiegelung der neuen Scheiben darf nur mit Kittersatzmassen durchgeführt werden, die den Anforderungen nach DIN 18545, Teil 2 [8] Gruppe E, und der ift-Richtlinie "Prüfung und Beurteilung von Schlierenbildung und Abrieb von Verglasungsdichtstoffen" [9] entsprechen. Vorzuziehen ist ein elastischer Einkomponenten-Dichtkitt auf Basis modifizierter Siloxanharze, wetterbeständig, wartungsfrei und überstreichbar. Um unerwünschte Wechselwirkungen zwischen dem zu verwendenden Dichtstoff und dem Beschichtungssystem zu vermeiden, sollte in jedem Fall die Verträglichkeit zwischen dem verwendeten Dichtstoff und dem eingesetzten Beschichtungssystem gegeben sein.

Bei der Ausführung muss die innere und die äußere Kittersatzmasse die Scheibe in gleicher Höhe abdecken. Die Scheibenflächen, vor allem, wenn beschichtete Einfachscheiben zum Einsatz kommen, dürfen nicht durch den Dichtstoff/ das Glättmittel verunreinigt werden (vgl. Abbildung 11).

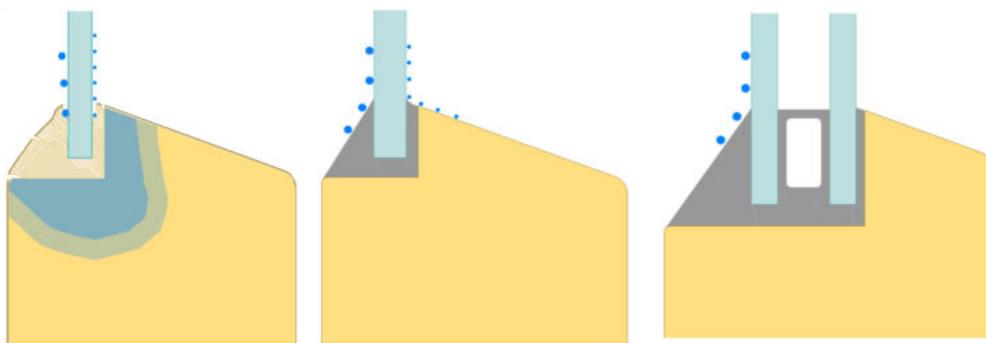


Abbildung 11: Kittfalz vor und nach der Runderneuerung (Bildquelle: VFF Leitfaden HO.09)

3.8 Überarbeitung der Beschläge

Beschläge weisen eine große Vielfalt auf. Auch „historische“ Beschläge müssen durch eine regelmäßige Wartung in einem gebrauchstauglichen Zustand erhalten werden.

Überbeanspruchte, beschädigte oder lose Beschläge setzen die Funktion eines Flügels außer Kraft und stellen auch ein Sicherheitsproblem für den Bediener dar.

Die Gängigkeit von Beschlägen ist zu verbessern, indem die beweglichen Teile allseitig geölt werden, die Verschlusssteile gefettet werden und lose Beschlagteile befestigt werden. Es sind ausschließlich säure- und harzfreie Öle und Fette zu verwenden. Ist die Funktionsfähigkeit damit nicht wieder herzustellen oder sind besondere Anforderungen an den Beschlag gestellt, muss der gesamte Beschlag erneuert werden. Dabei ist das historische Erscheinungsbild im Rahmen der technischen Möglichkeiten zu wahren.

Historische Fensterkonstruktionen und ihre Beschläge haben als wesentlicher Bestandteil der Baugestaltung und als Zeugnis der Handwerksgeschichte eine Wertigkeit und sind weitestgehend zu belassen. Durch Reparaturarbeiten ist die Gebrauchstauglichkeit sicher zu stellen. Bei einer notwendigen Erneuerung sind historisch wertvolle Beschläge nach Möglichkeit material- und formgerecht nachzubauen.

Basküle- und historische Stangenverschlüsse sind in ihren Holzführungen so herzustellen, dass nach dem Einriegeln ein ausreichender Andruck des Flügels gegeben und ein „Klappern“ ausgeschlossen ist. Ebenso sind Verriegelungskloben, Schließbleche und Zungenschließbleche als Beschlagteil für Einreiberverschlüsse auf ihren ordnungsgemäßen Sitz zu überprüfen und ggf. nachzurichten. Ein ordnungsgemäßer Sitz ist dann gegeben, wenn Griffoliven in Verschlussstellung ohne Abweichungen waagrecht bzw. senkrecht stehen (vgl. Abbildung 12).



Abbildung 12: Griffolive an einem Baskülverschluss (Bildquelle Eike Gehrts, Linden)

Der erforderliche feste Sitz von Fitschenbändern ist zu überprüfen, ggf. herzustellen. Der Fitschenband-Sitz ist so auszurichten, dass „hängende“ Flügel wieder in ihre ursprüngliche Anschlag-Position gebracht werden (vgl. Abschnitt 3.4, Abbildung 7).

3.9 Verbesserung der Dichtigkeit

Bei der Runderneuerung von Kastenfenstern sind durch den Einbau entsprechenden Dichtungen die Schlagregendichtheit und die Luftdurchlässigkeit zu verbessern. Aus bauphysikalischen Gründen sind die Verbesserung der Luftdurchlässigkeit und der Schlagregendichtheit räumlich zu trennen. Zur Verbesserung der Schlagregendichtheit wird daher das Blendrahmenunterstück des Außenfensters mit einer entsprechenden Dichtung ausgerüstet und die Blechabdeckung auf ihre Dichtigkeit geprüft und ggf. erneuert (siehe Abbildung 13).

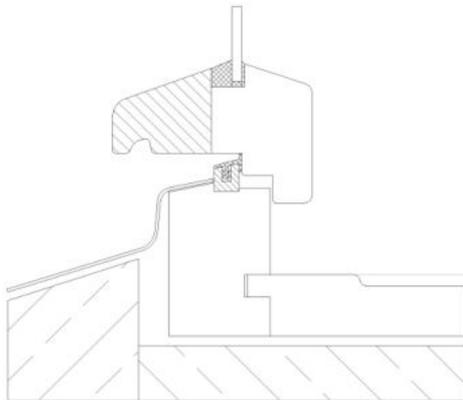


Abbildung 13: Verbesserung der Schlagregendichtheit am Außenflügel (Bildquelle: VFF Leitfaden HO.09)

Um einer möglichen Tauwasserbildung im Kastenzwischenraum entgegen zu wirken, sind entsprechend dem Prinzip „Innen dichter als Außen“ Maßnahmen zur Verringerung der Luftdurchlässigkeit an den Innenflügeln des Kastenfensters erforderlich. Hierzu sind die Innenflügel mit einer umlaufenden Lippendichtung zu versehen. Wo dies aufgrund konstruktiver Gegebenheiten nicht möglich ist, sind individuelle Lösungsmöglichkeiten zu suchen (vgl. Abbildung 14).

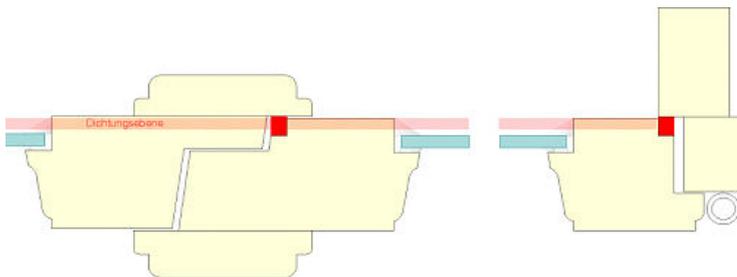


Abbildung 14: Innere Abdichtung bei Stulpausbildung (Bildquelle: VFF Leitfaden HO.09)

3.10 Verbesserung des Wärmeschutzes

Der Wärmedurchgangskoeffizient (U_w -Wert) eines Bestands-Kastenfensters beträgt etwa $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Die Fenster müssen daher im Regelfall an die aktuellen Anforderungen des

Wärmeschutz nach jeweils gültiger Energieeinsparverordnung (EnEV, [7]) angepasst werden. Zumindest muss eine Glastafel mit einer Infrarot-reflektierenden Beschichtung mit einer Emissivität $\epsilon_n \leq 0,20$, im Regelfall am raumseitigen Flügel, eingebaut werden. Durch den Einbau von Isolierverglasungen im Innenflügel, ggf. auch in Kombination mit pyrolitisch beschichteten Scheiben (K-Glas) im Außenflügel, lassen sich die U-Werte von Kastenfensterkonstruktionen auf Neubauniveau ertüchtigen. Wegen der geringen Bautiefe der Bestandsflügel werden i.d.R. Isolierverglasungen mit geringen Scheibenzwischenräumen von 4 bis 8 mm eingesetzt. Der U-Wert der Isolierglaseinheit kann durch die Wahl der Gasfüllung (z.B. Argon/Krypton) optimiert werden. Tabelle 1 zeigt verschiedene Kombinationsmöglichkeiten und die damit erreichten U_w -Werte.

Tabelle 1: Verbesserter Wärmeschutz durch verschiedene Verglasungen

Verglasung	U_g (W/m ² K)	g (%)	U_w (W/m ² K)
3 FL-100-3 FL (Bestand)	2,9	77	2,8 ... 3,0
4 FL-100-4 K ⁺	1,9	71	1,5
4 FL-100-4 FL/6 Ar/4 ^{S3}	1,4	56	1,3
4 FL-100-4 FL/8 Ar/4 ^{S3}	1,3	56	1,2
4 K ⁺ -100-4 FL/6 Ar/4 ^{S3}	1,1	52	1,1
4 K ⁺ -100-4 FL/8 Ar/4 ^{S3}	1,0	52	1,0
4 K ⁺ -100-4 FL/6 Kr/4 ^{S3}	0,90	52	0,97
4 K ⁺ -100-4 FL/8 Kr/4 ^{S3}	0,80	52	0,91

- U_g : Wärmedurchgangskoeffizient des Glases
 g: Gesamtenergiedurchlassgrad
 U_w : Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters
 3/4: Dicke der Glastafel in mm
 FL: Floatglas
 100: Breite des Kastenzwischenraums (mm)
 K⁺: pyrolitisch beschichtete Glastafel („K-Glas“)
 6/8: Breite des Scheibenzwischenraums (SZR) in mm
 Ar: Füllgas Argon
 4^{S3}: beschichtete Glastafel, Dicke 4 mm
 Kr: Füllgas Krypton

Durch den Einbau der Dichtung am Innenflügel und den Einsatz von beschichtetem Glas kommt es zu entscheidenden Veränderungen der Oberflächentemperaturen an beiden Verglasungen. Bei einem Kastenfenster aus dem Bestand liegt, entsprechend dem Beispiel in Abbildung 14 die innere Oberflächentemperatur der Innenscheiben (bei -15 °C Außentemperatur und 20 °C Innenraumtemperatur) bei etwa 7,9 °C. Die innere Oberflächentemperatur der Außenscheibe liegt bei etwa -10,4 C. Beim Einsatz von beschichtetem Glas erhöht sich die Oberflächentemperatur der Innenscheiben auf etwa 11,9

°C und die der Außenscheiben liegt jetzt bei etwa -12,0 °C. Bei Einbau einer Isolierglasscheibe im Innenflügel ändern sich diese Werte auf etwa 15,5 °C an der Innen- und -12,9 °C an der Außenscheibe (vgl. Abbildung 15).

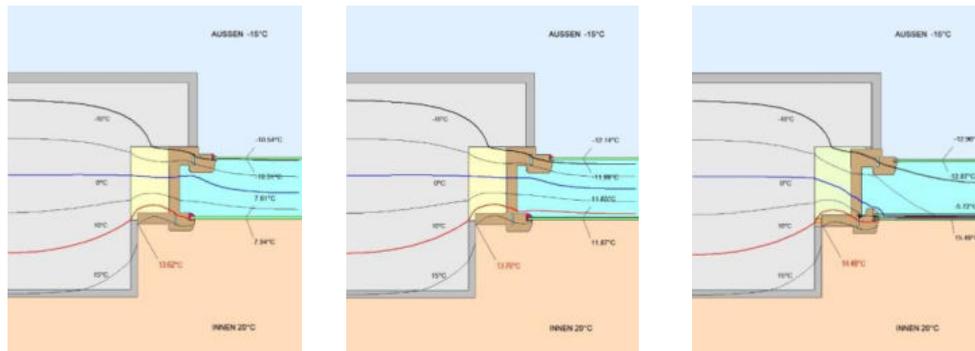


Abbildung 15: Isothermenverlauf am Kastenfenster, Links: Bestand, Mitte: mit beschichteter Glastafel, rechts: mit Zweischeibenisoliertglas (Bildquelle: VFF Leitfaden HO.09)

Durch die Verbesserung des U_w -Werts kommt es also zu einer Erhöhung der Temperaturdifferenz. Damit steigt die Gefahr der Tauwasserbildung an der Innenseite der Außenscheibe (vgl. Abbildung 16) beträchtlich und zusätzliche Maßnahmen sind unumgänglich.



Abbildung 16: Erhebliche Tauwasserbildung auf der Innenseite der Außenscheiben eines Kastenfensters (Bildquelle: Dirk Sommer, Berlin)

Grundlage für einen fachgerechten, tauwasserfreien inneren Baukörperanschluss eines neuen Fensters sind dabei Isothermenberechnungen (vgl. Abbildung 15) und der Nachweis des Temperaturfaktors f_{Rsi} . Dieser wird nach folgender Formel berechnet:

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} \quad (1)$$

Dabei ist:

θ_{si} = die raumseitige Oberflächentemperatur

θ_i = die Innenlufttemperatur

θ_e = die Außenlufttemperatur

Gemäß Anforderung soll der Temperaturfaktor $f_{Rsi} \geq 0,7$ sein.

Der Kastenzwischenraum muss zur Außenseite hin zum Druckausgleich und Luftaustausch geöffnet sein. Bei der Runderneuerung von Kastenfenstern werden daher Schlitze von 80 mm Länge und 5 mm Tiefe in den Falzüberschlag der Flügelrahmen eingefräst (siehe Abbildung 17 links). Durch den Unterdruck im Bereich der unteren Schlitze und Überdruck bei den oben angeordneten Schlitzen entsteht ein wirksamer Luftaustausch. Er wird intensiver, je größer der Abstand zwischen den unteren und oberen Öffnungen ist (vgl. Abbildung 17 rechts). Selbst dann ist jedoch ein Tauwasserausfall nicht grundsätzlich zu vermeiden.

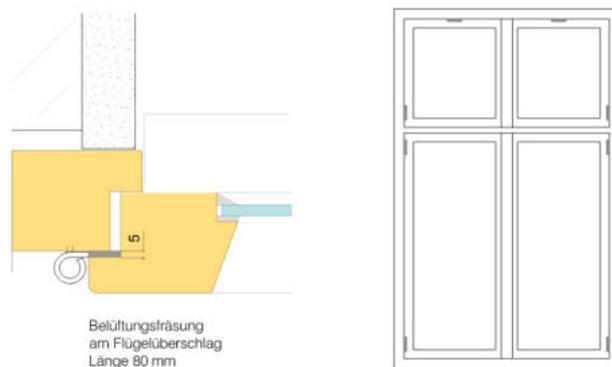


Abbildung 17: Belüftungsfräsung am Flügelüberschlag (Beispiel)

3.11 Verbesserung des Schallschutzes

Historische Kastenfensterkonstruktionen vor der Runderneuerung weisen Schalldämmwerte $R'_w = 27$ bis 31 dB auf. Nach dem Einbau wirksamer innerer Flügelfalzdichtungen ergaben sich Verbesserungen von 3 bis 4 dB. Bei Verwendung dickerer Glastafeln beim Innenflügel sind weitere Schalldämmverbesserungen von 3 bis 5 dB zu erreichen. Messungen an runderneuertem Kastenfenstern mit wirksamen Dichtungen und dickeren Gläsern ergaben Werte von 37 bis 40 dB. Schalldämmverbesserungen mit Anforderungen über 40 dB sind nur mit neuen Innenflügeln entsprechend der technischen Anforderungen zu gewährleisten. Die schalltechnische Verbesserung des Hohlraums zwischen Kastenzwischenraum und Fensterleibung ist bei Anforderungen über 40 dB dringend notwendig.

3.12 Verbesserung des Baukörperanschlusses

Bei der Runderneuerung von Kastenfenstern besteht die Möglichkeit der Überarbeitung der äußeren und inneren Anschlüsse auch ohne Demontage der Fenster. Zur Verbesserung des Wetterschutzes können die äußeren Anschlüsse ggf. mit einem Kompriband abgedichtet

werden. Innenseitig kann die Anschlussfuge geöffnet werden, so dass die Fuge mit wärmedämmendem Material ausgestopft und eine Dampfsperre eingebracht werden kann. Können die Kastenfenster zur Runderneuerung komplett ausgebaut werden, hat der Wiedereinbau nach den anerkannten Regeln der Technik zu erfolgen. Hinweise dazu gibt z.B. der „Leitfaden zur Montage“ [10] der Gütegemeinschaften Fenster und Haustüren.

3.13 Neuanfertigung von Kastenfenstern oder Teilen davon

Nach Schrage-Aden [1] sind bis zu 90 % der Kastenfenster im Bestand für eine Runderneuerung geeignet. Wird bei der Bestandsaufnahme (Abschnitt 3.2) entschieden, dass die gesamte Kastenfensterkonstruktion oder Teile davon, z.B. das Außenfenster, durch eine Neukonstruktion zu ersetzen sind, hat diese, insbesondere im Baudenkmal, streng nach dem historischen Vorbild zu erfolgen. Besonderes Augenmerk ist dabei auf die Auswahl einer geeigneten Holzart zu legen. Sie sollte eine ausreichende natürliche Dauerhaftigkeit aufweisen, um auf zusätzlichen chemischen Holzschutz verzichten zu können. Neben den „klassischen“ Holzarten Eiche und Lärche hat sich mittlerweile auch Globulus (*Eucalyptus globulus*), eine Eukalyptusart aus Nordwestspanien (Provinz Galizien) als geeignete Holzart für die Neuanfertigung von Kastenfenstern im Baudenkmal etabliert. So wurden z.B. bei der Sanierung des Rathauses in Remscheid im Jahr 2012 zu erneuernde Teile von Kastenfenstern aus Globulus angefertigt (vgl. Abbildung 18).



Abbildung 18: Rathaus Remscheid, Sanierung teilweise mit Fenstern aus *Eucalyptus globulus* (Bildquelle: PaXClassic GmbH, Bad Lausick)

4 Literatur

- [1] Schrage-Aden, P.: *Sanierung von alten Kastendoppelfenstern auf Neubaustandard*. Berlin, Umweltamt Steglitz-Zehlendorf, 2012
- [2] Timm, H.: *Forschungsbericht Runderneuerung von Kastenfenstern*, Berlin: Hans Timm Fensterbau GmbH, 2001
- [3] VFF-Leitfaden HO.09: *Runderneuerung von Kastenfenstern*. Frankfurt a.M., Verband Fenster + Fassade, 2014
- [4] VFF Merkblatt HO.02: *Auswahl der Holzqualität für Holzfenster und -haustüren*, Frankfurt a.M., Verband Fenster + Fassade, 2015
- [5] EN 204: *Klassifizierung von thermoplastischen Holzklebstoffen für nicht tragende Anwendungen*, Berlin: Beuth, 2001
- [6] TRGS 505: *Technische Regeln für Gefahrstoffe 505 (Blei)*, Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), 2007
- [7] EnEV: *Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung)*, Berlin: Bundesgesetzblatt, 21.11.2013
- [8] DIN 18545-2: *Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen – Teil 2: Dichtstoffe – Bezeichnung, Anforderungen, Prüfungen*, Berlin: Beuth, 2008
- [9] ift-Richtlinie: *Prüfung und Beurteilung von Schlierenbildung und Abrieb von Verglasungsdichtstoffen*, Rosenheim: Institut für Fenstertechnik e.V. (ift), 1998
- [10] Leitfaden zur Montage: *Der Einbau von Fenstern, Fassaden und Haustüren mit Qualitätskontrolle durch das RAL-Gütezeichen*, Frankfurt a.M., RAL-Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e.V., 2014, ISBN 3-00-003832-X