

# Konstruktionsmerkmale für Fenster

**F 2019**

F 2019

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen -BMVBW- geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

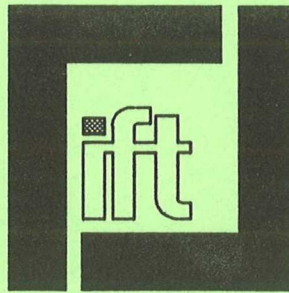
Postfach 80 04 69  
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00  
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)



Institut für Fenstertechnik e.V.  
Leiter: Dipl.-Ing. Josef Schmid

Theodor-Gietl-Straße 9  
D-8200 Rosenheim  
Telefon 0 80 31/65 01-0  
Telex 5 25 746

## Konstruktionsmerkmale für Fenster

Forschungsbericht im Auftrag des  
Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und  
Städtebau Bonn

Der Bundesminister für Wohnungsbau

AZ: B 16-800182-106  
Abschnittswissenschaftlicher Bericht  
zum Forschungs-Auftrag

Az.:

Eing.: 3.11.86

Spezialung der  
Forschungsberichte  
des Referats

Nr. F 2019

## **ABSCHLUSSBERICHT**

**Thema :** Zusammenstellung der konstruktiven Merkmale  
unter Beachtung der Entscheidungskriterien zur  
Auswahl von Fenstern

**Az.:** B I 6 - 800182 - 106

**Kurztitel :** Konstruktionsmerkmale für Fenster

**Auftraggeber :** Bundesministerium für Raumordnung,  
Bauwesen und Städtebau  
5300 Bonn - Bad Godesberg

**Forschungsstelle :** Institut für Fenstertechnik e.V.  
Theodor-Gietl-Straße 9  
8200 Rosenheim

**Sachbearbeiter :** Dipl.-Ing. (FH) Hans Froelich  
Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Hepp  
Glasermeister Gerhard Löffel  
Dipl.-Ing. Josef Schmid

**Institutsleitung :** Dipl.-Ing. Josef Schmid

Rosenheim, Juli 1986



# INHALT

|                                                                     | Seite |
|---------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. Problemstellung                                                  | 1     |
| 2. Anforderungen an Fenster                                         | 2     |
| 2.1 Formale Anforderungen an Fenster                                | 2     |
| 2.2 Technische Anforderungen                                        | 7     |
| 3. Werkstoffe und Zubehörteile für Fenster                          | 8     |
| 3.1 Aluminium                                                       | 8     |
| 3.1.1 Oberflächenbehandlung von Aluminium                           | 8     |
| 3.1.1.1 Natürliche Oxidschicht                                      | 9     |
| 3.1.1.2 Anodische Oxidation (Eloxierung)                            | 9     |
| 3.1.1.3 Kunststoff-Farbbeschichtung von Aluminium                   | 10    |
| 3.1.2 Reinigung von Aluminiumbauteilen                              | 11    |
| 3.2 Holz                                                            | 12    |
| 3.2.1 Merkmale von Holz für den Fensterbau                          | 12    |
| 3.2.2 Lamellierung                                                  | 15    |
| 3.2.3 Holzwerkstoffplatten                                          | 16    |
| 3.2.4 Oberflächenschutz von Holz                                    | 18    |
| 3.2.5 Anforderungen an den Anstrichträger                           | 19    |
| 3.2.6 Auftragsverfahren                                             | 20    |
| 3.2.7 Reinigung von Holzfenstern                                    | 20    |
| 3.3 Kunststoff                                                      | 20    |
| 3.3.1 PVC hart                                                      | 20    |
| 3.3.2 PUR                                                           | 22    |
| 3.3.3 Reinigung von Kunststoffenstern                               | 22    |
| 3.4 Glas                                                            | 22    |
| 3.4.1 Zusammensetzung und Glasarten                                 | 22    |
| 3.4.2 Physikalische Daten von Glas                                  | 23    |
| 3.4.3 Produkte der Weiterverarbeitung                               | 24    |
| 3.4.4 Nutzungserwartung von Mehrscheiben-Isolierglas                | 26    |
| 3.4.5 Scheibenzwischenraum, Scheibenformate,<br>eingelegte Sprossen | 26    |
| 3.4.6 Glas mit Sicherheitseigenschaften                             | 28    |
| 3.5 Dichtstoffe                                                     | 29    |
| 3.5.1 Allgemeines                                                   | 29    |
| 3.5.2 Verträglichkeit von Dichtstoffen mit Anstrichen               | 29    |
| 3.6 Dichtprofile                                                    | 31    |
| 3.6.1 Allgemeines                                                   | 31    |
| 3.6.2 Verträglichkeit von Dichtprofilen mit Anstrichen              | 32    |

|         |                                                                                      |    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.7     | Beschläge                                                                            | 32 |
| 3.7.1   | Allgemeines                                                                          | 32 |
| 3.7.2   | Werkstoffe für Beschläge                                                             | 32 |
| 3.7.3   | Beschlagsysteme                                                                      | 33 |
| 3.7.4   | Tragfähigkeit von Drehkippschlägen                                                   | 33 |
| 3.7.5   | Einstellmöglichkeiten von Beschlägen                                                 | 34 |
| 3.7.6   | Sicherungseinrichtungen                                                              | 35 |
| 3.7.7   | Instandhaltung von Beschlägen                                                        | 36 |
| 3.8     | Wetterschutzschienen und Fensterbänke                                                | 37 |
| 3.8.1   | Wetterschutzschienen bei Holzfenstern                                                | 37 |
| 3.8.2   | Fensterbänke                                                                         | 38 |
| 4.      | Fensterarten und Fenstersysteme                                                      | 39 |
| 4.1     | Fensterarten                                                                         | 39 |
| 4.2     | Aluminiumfenstersysteme                                                              | 39 |
| 4.2.1   | Allgemeine Beschreibung                                                              | 39 |
| 4.2.2   | Beschlagbefestigung bei Aluminiumfenstern                                            | 41 |
| 4.2.3   | Verglasung von Aluminiumfenstern                                                     | 41 |
| 4.3     | Holzfenstersysteme                                                                   | 42 |
| 4.3.1   | Allgemeine Beschreibung                                                              | 42 |
| 4.3.2   | Beschlagbefestigung bei Holzfenstern                                                 | 45 |
| 4.3.3   | Verglasung von Holzfenstern                                                          | 45 |
| 4.4     | Aluminium-Holzfenstersysteme                                                         | 46 |
| 4.4.1   | Allgemeine Beschreibung                                                              | 46 |
| 4.4.2   | Verglasung von Aluminium-Holzfenstern                                                | 49 |
| 4.5     | Kunststoff-Fenstersysteme                                                            | 49 |
| 4.5.1   | Allgemeine Beschreibung                                                              | 49 |
| 4.5.2   | Verglasung von Kunststofffenstern                                                    | 51 |
| 4.5.3   | Beschlagbefestigung bei Kunststofffenstern                                           | 51 |
| 5.      | Einfluß der formalen und technischen Anforderungen auf die Konstruktion von Fenstern | 52 |
| 5.1     | Grundsätze bei der Profilgestaltung                                                  | 52 |
| 5.2     | Systembedingte Konstruktionsmerkmale                                                 | 52 |
| 5.2.1   | Außenseitige Profilgestaltung                                                        | 52 |
| 5.2.2   | Falzdichtung                                                                         | 53 |
| 5.2.3   | Glasfalzausbildung                                                                   | 53 |
| 5.2.4   | Dampfdruckausgleich                                                                  | 54 |
| 5.2.5   | Glasabdichtung                                                                       | 56 |
| 5.3     | Mechanische Beanspruchung                                                            | 57 |
| 5.3.1   | Standicherheit                                                                       | 57 |
| 5.3.2   | Nachweis der Gebrauchstauglichkeit                                                   | 57 |
| 5.3.2.1 | Allgemeines                                                                          | 57 |
| 5.3.2.2 | Nachweis bei feststehenden Rahmenteilen                                              | 58 |
| 5.3.2.3 | Nachweis bei Flügelrahmen                                                            | 58 |

|         |                                                                                                      |    |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.4     | Fugendurchlässigkeit und Schlagregendichtheit                                                        | 59 |
| 5.4.1   | Allgemeines                                                                                          | 59 |
| 5.4.2   | Fugendurchlässigkeit                                                                                 | 60 |
| 5.4.3   | Schlagregendichtheit                                                                                 | 61 |
| 5.5     | Wärmeschutz                                                                                          | 62 |
| 5.5.1   | Allgemeines                                                                                          | 62 |
| 5.5.2   | Anforderungen an Fenster                                                                             | 63 |
| 5.5.3   | Anforderungen an leichte Bauteile                                                                    | 63 |
| 5.5.4   | Rechenwerte zum Nachweis des Wärmeschutzes                                                           | 63 |
| 5.5.5   | Nachweise bzw. Festlegung geeigneter Fenster                                                         | 66 |
| 5.5.6   | Tauwasserbildung                                                                                     | 69 |
| 5.5.7   | Temporäre Wärmeschutzmaßnahmen                                                                       | 71 |
| 5.5.7.1 | Rolläden und Fensterläden                                                                            | 71 |
| 5.5.7.2 | Sonnenschutz                                                                                         | 73 |
| 5.6     | Schallschutz                                                                                         | 75 |
| 5.6.1   | Grundlagen                                                                                           | 75 |
| 5.6.2   | Aufbau der Verglasung                                                                                | 77 |
| 5.6.3   | Falzdichtung                                                                                         | 78 |
| 5.6.4   | Anschluß von Schallschutzfenstern zum Baukörper                                                      | 78 |
| 5.6.5   | Auswirkung von Einbauteilen wie Rolladenkästen, Rolläden, Brüstungen und Lüfter auf den Schallschutz | 79 |
| 5.6.5.1 | Allgemeines                                                                                          | 79 |
| 5.6.5.2 | Rolladenkästen, Rolläden                                                                             | 80 |
| 5.6.5.3 | Brüstungselemente                                                                                    | 81 |
| 5.6.5.4 | Lüftungseinrichtungen und -elemente                                                                  | 81 |
| 5.7     | Angriffshemmung                                                                                      | 82 |
| 5.7.1   | Einbruchhemmung von Fenstern                                                                         | 82 |
| 5.7.2   | Durchwurfhemmung von Verglasungen                                                                    | 82 |
| 5.7.3   | Durchbruchhemmung von Verglasungen                                                                   | 83 |
| 5.7.4   | Durchschußhemmung                                                                                    | 83 |
| 5.7.5   | Sicherheitsglas in seiner Anwendung bei angriffhemmenden Verglasungen                                | 84 |
| 5.8     | Lüftung                                                                                              | 85 |
| 5.8.1   | Notwendigkeit der Lüftung                                                                            | 85 |
| 5.8.2   | Freie Lüftung                                                                                        | 86 |
| 5.8.3   | Hinweise zur Wohnungslüftung                                                                         | 87 |
| 5.8.3.1 | Lüftung nach Bedarf                                                                                  | 87 |
| 5.8.3.2 | Stoßlüftung; Dauerlüftung                                                                            | 87 |
| 5.8.4   | Lüftungseinrichtungen, Planung und Regulierung                                                       | 87 |
| 5.8.4.1 | Allgemeines                                                                                          | 87 |
| 5.8.4.2 | Kleine Baueinheiten                                                                                  | 88 |
| 5.8.4.3 | Mittlere Baueinheiten                                                                                | 89 |
| 5.8.4.4 | Große Baueinheiten                                                                                   | 89 |

|         |                                             |     |
|---------|---------------------------------------------|-----|
| 5.9     | Anschluß der Fenster zum Baukörper          | 90  |
| 5.9.1   | Allgemeines                                 | 90  |
| 5.9.2   | Wahl der Anschlußausbildung                 | 91  |
| 5.9.3   | Beispiele von Anschlußsystemen              | 93  |
| 5.9.3.1 | Blendrahmen eingeputzt                      | 93  |
| 5.9.3.2 | Abdichtung mit Dichtstoffen                 | 93  |
| 5.9.3.3 | Abdichtung mit komprimierbaren Dichtbändern | 96  |
| 5.9.3.4 | Bewegungsausgleich in der Konstruktion      | 96  |
| 5.9.3.5 | Anschluß mit Zargen                         | 97  |
| 5.9.3.6 | Anschluß mit Bauabdichtungsfolie            | 97  |
| 5.9.4   | Anschluß an Dach- und Terrassenbeläge       | 98  |
| 5.9.5   | Befestigung des Fensters                    | 100 |

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| Begriffserläuterungen                          | 101 |
| Konstruktionsbeispiele                         | 103 |
| Literaturverzeichnis                           | 113 |
| Verwendete und zitierte Normen und Richtlinien | 117 |

## Anhang

### Tabelle

„Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern“ (4.83)

### Tabelle

„Anstrichgruppen für Fenster und Außentüren“ (5.83)

### Richtlinie

„Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband“

### Richtlinie

„Lamellierung von Profilen für Holzfenster“

### Richtlinie

„Verträglichkeit von Dichtprofilen mit Anstrichen auf Holz“

„Prüfung der Verträglichkeit zwischen Dichtstoffen und Anstrichsystemen“

### Tabellen

„Ermittlung der erforderlichen Trägheitsmomente“

## 1. Problemstellung

Neben den klimatischen Bedingungen waren es in der Vergangenheit die technischen Möglichkeiten und die Wünsche an den Wohnkomfort, welche die Entwicklung der Fenster bestimmten. Durch die unterschiedlichen Klimabedingungen ist erklärbar, daß die Entwicklung landschaftlich unterschiedlich war. Da sich diese technische Entwicklung über Jahre hinzog, war einmal Erlerntes oder die gesammelten eigenen Erfahrungen z.B. für den Bauplaner und Bauleiter ausreichend, um in vergleichbaren Fällen eine Entscheidungshilfe zu haben.

Eine Wende erfolgte dann aber durch die Aufbauphase nach dem 2. Weltkrieg, in der Fenster in großen Stückzahlen erforderlich waren. Diese Entwicklung brachte neue Techniken, neue Werkstoffe und es folgten neue Anforderungen an das Bauteil Fenster. Es zeigte sich dann sehr schnell, daß weder Bauherren noch Architekten noch Bauleiter mit ihren Erfahrungen und Kenntnissen den Gebrauchswert dieser neuen Fenstergeneration beurteilen konnten.

Aus heutiger Sicht folgte auf diese Entwicklung ein falscher Schritt mit dem Versuch, alles bis ins Detail in Normen zu regeln. Und wenn wir diese Phase heute als die Zeit der "Wissensenteignung" beschreiben, so sollten wir bedenken, daß der Weg wahrscheinlich der einzig mögliche war, um das notwendige Wissen in der zur Verfügung stehenden Zeit gezielt zu verbreiten.

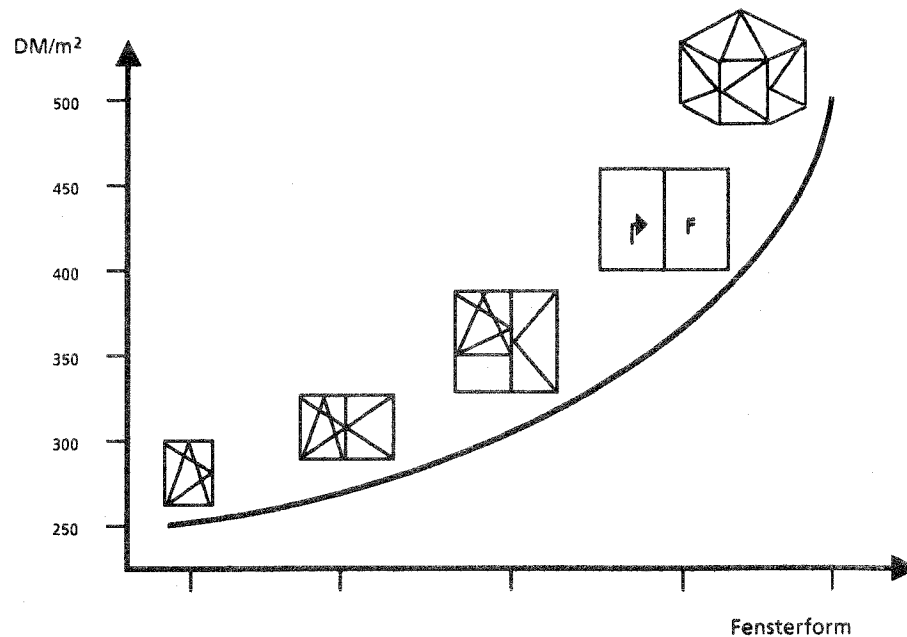
Daß in einer Zeit, in der sich neue Kriterien für die Bewertung von Gebäuden entwickeln, sich auch die technischen Regeln an die neuen Gegebenheiten anpassen müssen, steht außer Zweifel. So kann auch der neu vorgezeichnete Weg für technische Regelwerke nicht als Kritik an der Vergangenheit, sondern als Weg in die Zukunft gesehen werden. Dieser Weg, der nur den Freiraum für technisch richtiges Verhalten abgrenzt, und damit auch nur Grundsätzliches normativ festlegt, fordert aber mehr Fachwissen vom Einzelnen. Dieses Fachwissen muß vermittelt werden. Es muß der Bauherr, der Bauplaner und der Bauleiter über die notwendigen Kenntnisse verfügen, damit er im Normalfall ohne einen Sachverständigen Entscheidungen treffen kann. Da dieses Wissen aber bisher in der Ausbildung nicht im notwendigen Umfang vermittelt wurde, war es notwendig, die wesentlichen Merkmale zur Konstruktion von Fenstern in dem vorliegenden Bericht zusammenzustellen. Dieser Bericht ist damit eine Ergänzung zum Bericht "Entscheidungskriterien für Fenster" (Az.: B/5-800178-106) und soll wie der Bericht "Entscheidungskriterien für Fenster" als Kurzfassung für die tägliche Arbeit aufbereitet werden.

In der Kritik der vergangenen Jahre stand auch die Entwicklung zum "aufwendigeren Fenster", sowohl was den Rahmen, den Beschlag als auch das Aussehen betraf. Die Kritik galt insbesondere der Entwicklung der Kosten. Es ist ohne Zweifel erstrebenswert, die Kostenentwicklung auch bei Fenstern zu bremsen oder die Kosten zu senken. Man sollte diese Forderung nicht ohne genauere Analyse an die Fensterhersteller und die Zubehörindustrie weitergeben. Was das Fenster der achtziger Jahre unnötig verteuert sind nicht die technischen Belange, sondern

- zu hohe Anforderungen an die Oberfläche und das ästhetische Detail,
- die Architektur der gegliederten Fenster,
- überhöhte technische Anforderungen.

Das Fenster ist aus der Sicht des Bauherren zu einem Möbelstück geworden und der Bauherr wird in seinen häufig übertriebenen Anforderungen von seinen Beratern bei der Bauabnahme zum Teil unterstützt.

Das nachstehende Diagramm gibt hierzu einen Überblick. Es zeigt, daß zur Kostensenkung insbesondere auch ein Beitrag vom Bauplaner und Bewohner zu erbringen ist.



**Bild 1** Kosten in Abhängigkeit der Form und Aufteilung der Fenster

## 2. Anforderungen an Fenster

### 2.1 Formale Anforderungen an Fenster

Die Entscheidung für eine Fensterkonstruktion, einen Werkstoff oder für die Oberflächenbehandlung wird sowohl von technischen als auch von formalen Wünschen bestimmt, aus denen sich die Anforderungen an das Bauteil ableiten.

Zu den formalen Anforderungen an die Konstruktion zählen in der Hauptsache

- Größe, Format, Teilung,
- Öffnungsart,
- Rahmenwerkstoff und
- Oberflächenbehandlung.

Diese vier Kriterien sind vielfältig mit den technischen Anforderungen verknüpft und müssen deshalb schon bei der Planung berücksichtigt werden, um spätere Mängel bzw. Schäden zu vermeiden.

Tabelle 1 Zusammenhänge zwischen den formalen und technischen Anforderungen

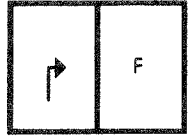
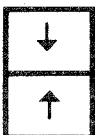
| Anforderungen                                 | Größe,<br>Format,<br>Teilung | Öffnungs-<br>art | Rahmen-<br>werkstoff | Oberflächen-<br>behandlung |
|-----------------------------------------------|------------------------------|------------------|----------------------|----------------------------|
| Größe / Format / Teilung                      |                              | X                | X                    | X                          |
| Öffnungsart                                   | X                            |                  |                      |                            |
| Rahmenwerkstoff                               | X                            |                  |                      | X                          |
| Oberflächenbehandlung                         | X                            |                  | X                    |                            |
| Schlagregendichtheit;<br>Fugendurchlässigkeit | X                            | X                |                      |                            |
| Mechanische<br>Beanspruchung                  | X                            | X                |                      |                            |
| Lüftung                                       | X                            | X                |                      |                            |
| Wärmeschutz                                   | X                            |                  | X                    |                            |
| Schallschutz                                  | X                            | X                |                      |                            |
| Brandschutz                                   | X                            | X                | X                    |                            |
| Allgemeine Sicherheit                         | X                            | X                |                      |                            |
| Angriffhemmende<br>Verglasungen               |                              | X                | X                    |                            |

Häufig ist, wenn die Detailplanung des Fensters beginnt, durch die Architektur der Fassade das Format und die Teilung der Fenster bereits festgelegt. Bestimmte Flügelformate schließen aber die eine oder andere Öffnungsart des Fensters aus, so daß sich der Bauplaner bei der Raumgestaltung und der Fassadenplanung bereits mit den grundsätzlichen Anforderungen an das Fenster auseinandersetzen muß.

Günstige Formate in Abhängigkeit der Öffnungsart zeigt Tabelle 2. Die Maximalabmessungen der Flügel für die verschiedenen Öffnungsarten werden durch den Beschlag sowie den Rahmenwerkstoff, die Farbgebung und die Profilausbildung bestimmt.

Die in Tabelle 2 gezeigten maximalen Flügelbreiten und die Flügelformate bei den verschiedenen Öffnungsarten dürfen nicht überschritten werden, da es sonst zu Bedienungs- und Funktionsstörungen kommen kann.

**Tabelle 2** Flügelformate und Öffnungsart  
(B = Flügelbreite; H = Flügelhöhe; BG = Beanspruchungsgruppe)

| Öffnungsart             | maximale Flügelbreite [cm]                      | maximales Flügelgewicht [kg] | günstige Formate                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Festverglasung          | Begrenzung durch Größe und Transport des Glases | -                            | Breite und Höhe sind gestalterischen und lichttechnischen Forderungen anzupassen                                                                                                                      |
| Dreh-;<br>Drehkipp      | nach BG und Beschlag<br>$B < 150$               | 130                          | $B \leq H$<br>                                                                                                     |
| Kipp;<br>Klapp          | nach BG und Beschlag<br>$B < 200$               | -                            | $B \geq H$<br> Kipp<br> Klapp |
| Schwing                 | nach BG und Beschlag<br>$B < 250$               | 175                          | $B \geq H$<br>                                                                                                   |
| Wende                   | nach BG und Beschlag                            | 175                          | $B \leq H$<br>                                                                                                   |
| Hebe-Schiebe horizontal | nach BG und Beschlag<br>$B < 300$               | 250                          | $B \geq H$<br>                                                                                                   |
| Schiebe vertikal        | nach BG und Beschlag<br>$B < 250$               | 100                          | $B \leq H$<br>                                                                                                   |



Bei den formalen Anforderungen dürfen die Innenraumbeleuchtung mit Tageslicht sowie die Belüftung der Räume (Kapitel 5.9) nicht vergessen werden. Einen Anhalt für die Ermittlung von Mindestfenstergrößen zur Innenraumbeleuchtung mit Tageslicht gibt E DIN 5034 Teil 4. Darüberhinaus sind in den Bauordnungen der Länder Angaben über die notwendigen Fenstergrößen enthalten.

Für die Werkstoffauswahl und die Konstruktion eines Fensterelementes hat die vorgesehene Farbgebung eine besondere Bedeutung. Dunkle Anstriche bzw. Beschichtungen verursachen durch Sonneneinstrahlung in unserem Klimabereich Oberflächentemperaturen bis zu 80°C. Aus dieser Erwärmung folgen starke Beanspruchungen der Konstruktion und bei verschiedenen Werkstoffen starke Veränderungen ihrer Eigenschaften [1].

**Tabelle 3** Maximale Oberflächentemperatur in Abhängigkeit der Farbgebung

| RAL -<br>Farbton-<br>Nr. | Farbton     | max<br>Oberflächen-<br>temperatur [°C] |
|--------------------------|-------------|----------------------------------------|
| 1007                     | chromgelb   | 51 - 55                                |
| 3000                     | feuerrot    | 55 - 63                                |
| 5003                     | saphirblau  | 50 - 72                                |
| 7001                     | silbergrau  | 61 - 70                                |
| 8011                     | nußbraun    | 55 - 71                                |
| 9001                     | weiß        | 40                                     |
| 9005                     | tiefschwarz | 77 - 80                                |

**Tabelle 4** Maximale Oberflächentemperatur für Lasuranstrich auf Kiefer

| Farbton     | max Oberflächen-<br>temperatur [°C] |
|-------------|-------------------------------------|
| natur       | 49                                  |
| eiche       | 61 - 70                             |
| teak        | 68 - 71                             |
| olivgrün    | 71                                  |
| nußbraun    | 66 - 73                             |
| dunkelbraun | 74                                  |
| anthrazit   | 78                                  |

Zum Beispiel verringert sich bei PVC der E-Modul mit steigender Temperatur. Farbige Kunststoffprofile, bei denen Oberflächentemperaturen bis 75°C gemessen wurden, bergen somit die Gefahr einer starken Verformung und damit der Beeinträchtigung der Funktion des Fensters in sich. Um die Verformung in Grenzen zu halten, besteht die Forderung, farbige PVC-Profile grundsätzlich mit Metallprofilen auszusteifen.

Durch die dunkle Farbgebung und die damit verbundenen hohen Oberflächentemperaturen kommt es bei Aluminium und Kunststoff zu großen Ausdehnungen (Tabelle 40). Diese Ausdehnungen müssen schon bei der Konstruktion des Elementes z.B. durch Dehnungsfugen in der Konstruktion, der Ausbildung des Anschlußsystemes zum Baukörper und des Verglasungssystemes berücksichtigt werden.

Auch die Erwärmung der Holzfenster durch dunkle Anstriche muß kritisch betrachtet werden. Aufgrund hoher Oberflächentemperaturen trocknen die Randzonen des Holzes schneller aus als die innenliegenden Holzschichten. Die Austrocknung des Holzes und auch die Feuchtigkeitsaufnahme wird durch unzureichenden Anstrichschutz, z.B. bei Dünnschichtlasuren, noch verstärkt. Dadurch entstehen Spannungen, die an der Oberfläche zu Rißbildungen führen. Durch diese Rißbildung besteht die Möglichkeit eines vermehrten Eintretens von Feuchtigkeit und der Schädigung des Anstrichsystemes. Bei harzhaltigen Holzarten wie z.B. der Kiefer ist bei dunklem Anstrich der Austritt von Harz unvermeidbar.

## 2.2 Technische Anforderungen

Die im Regelfall an das Fenster gestellten technischen Anforderungen sind in der nachstehenden Übersicht zusammengefaßt und enthalten zugleich Hinweise auf die Auswirkung bei der Werkstoffauswahl und bei der Konstruktion.

Die richtige Festlegung der technischen Anforderungen ist wichtig für die Wirtschaftlichkeit und die Gebrauchstauglichkeit von Fenstern. Insbesondere wenn ein kostenbewußter Wohnungsbau gefordert wird, ist es notwendig, keine überzogenen Forderungen zu stellen, da sich die Erfüllung dieser Forderungen in den Kosten für das Fenster ausdrückt, ohne daß die Gebrauchstauglichkeit verbessert wird.

Tabelle 5 Übersicht technische Anforderungen

| Anforderung                                   | Vorschrift                                                                       | Einstufung                                               | Auswirkung                                                                                        |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Schlagregendichtheit,<br>Fugendurchlässigkeit | DIN 18 055                                                                       | Beanspruchungsgruppen<br>A - D                           | Falzausbildung,<br>Dichtung, evtl.<br>Beschlag                                                    |
| Mechanische Beanspruchung                     | DIN 1055<br>DIN 18 055<br>DIN 18 056                                             |                                                          | Dimensionierung,<br>max. Format,<br>Beschlag                                                      |
| Lüftung                                       | Feuerungsverordnung<br>der Länder                                                |                                                          | Öffnungsart, Beschlag,<br>Lüftungseinrichtung                                                     |
| Wärmeschutz                                   | WVO<br>DIN 4108                                                                  | 3,1 W/m <sup>2</sup> K                                   | Rahmenwerkstoff,<br>Verglasung, Anschluß<br>Baukörper                                             |
| Schallschutz                                  | DIN 4109<br>VDI 2719                                                             | Schallschutzklassen I - V                                | Fensterart, Dichtung,<br>Verglasung, Anschluß<br>Baukörper                                        |
| Brandschutz                                   | DIN 4102<br>Bauaufsichtliche<br>Zulassung                                        | F (T) 30, 60, 90<br>G 30, 60, 90                         | Für F als Festverglasung,<br>Glaseigenschaften                                                    |
| Allgemeine Sicherheit                         | Landesbauordnung,<br>Arbeitsstättenrichtlinien                                   |                                                          | Öffnungsart,<br>Fehlbedienungssperre,<br>Absturzsicherung,<br>Brüstungshöhe,<br>Glaseigenschaften |
| Angriffhemmende Verglasungen                  | DIN 52 290<br><br>- Durchwurf<br>- Durchbruch<br>- Durchschuß<br>- Sprengwirkung | Widerstandsklassen<br>A1 - A3<br>B1 - B3<br>C1 - C5<br>D | Glaseigenschaften                                                                                 |

### 3. Werkstoffe und Zubehörteile für Fenster

#### 3.1 Aluminium

Im Fenster- und Fassadenbau wird für Strangpreßprofile fast ausschließlich die Legierung AlMgSi 0,5 in den Festigkeiten F22-F25 in Eloxalqualität verarbeitet. Die technischen Lieferbedingungen und zulässigen Abweichungen der Profile für den Metallbau sind in DIN 17 615 Teil 1 und Teil 3 festgelegt. Andere Legierungen werden nur selten, z.B. für tragende Bauteile oder zur Erreichung bestimmter Farbtöne bei Farbanodisationsverfahren, angewandt.

Bleche werden im Fenster- und Fassadenbau in unterschiedlichen Legierungen und Festigkeiten eingesetzt. Maßgebende Kriterien für die Auswahl sind:

- Festigkeit (Steifigkeit),
- Verformbarkeit,
- Dekorative Anforderungen an die Oberfläche.

**Tabelle 6** Aluminiumlegierungen und deren Eigenschaften

| Werkstoff  | Festigkeit   | Lieferform       | Eloxalqualität | Eigenschaften und Anwendung                                                                                         |
|------------|--------------|------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AlMgSi 0,5 | F 22<br>F 25 | Profil           | x              | Meistverwendete Legierung für anodisierte Bauprofile                                                                |
| AlMgSi 1   | F 28<br>F 31 | Profil und Blech |                | Konstruktionswerkstoff für erhöhte statische Beanspruchung                                                          |
| AlMg 1     | F 15         | Blech            | x              | Anodisierte Bleche für Wandverkleidungen                                                                            |
| AlMg 3     | F 18         | Profil           | (x)            | Handwerkliche Verarbeitung (Biegen, Schweißen)                                                                      |
| AlMn 1     | F 14         | Blech            |                | Unbehandelte Well- und Formbleche für Dacheindeckungen, Wandverkleidungen, Industriebau, landwirtschaftliche Bauten |
| Al 99,5    | F 11         | Blech            |                |                                                                                                                     |

##### 3.1.1 Oberflächenbehandlung von Aluminium

Als Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Aluminium werden die anodische Oxidation (Eloxierung) und die Beschichtung angewandt. Die anodische Oxidschicht läßt sich auf allen Legierungen erzeugen, wird aber aus dekorativen Gründen nur bei bestimmten Legierungen angewandt. Aus diesem Grund wird bei Aluminiumlegierungen in Normal- und Eloxalqualität unterschieden (siehe auch Tabelle 6) [2].

### 3.1.1.1 Natürliche Oxidschicht

Aluminium hat die Eigenschaft, sich durch Reaktion mit dem Sauerstoff der Luft bzw. dem Wasserdampf mit einer Oxidschicht zu überziehen. Diese graue Deckschicht wird nach zwei Jahren Witterungseinfluß ca. 0,1 µm dick. Sie ist aufgrund ihrer porigen Struktur weniger korrosionsbeständig als eine anodisierte bzw. beschichtete Oberfläche und entspricht in der Regel auch nicht den dekorativen Wünschen der Bauherren.

### 3.1.1.2 Anodische Oxidation (Eloxierung)

Bei der anodischen Oxidation wird in einem Säurebad durch Einwirkung von elektrischem Strom eine Oxidschicht künstlich unter kontrollierten Bedingungen aufgebaut (Eloxierung). Diese Oxidschicht ist sehr hart, abriebfest, licht- und witterungsbeständig. Sie hat eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen organische und anorganische Lösungsmittel und hat eine hervorragende Korrosionsbeständigkeit gegen Verunreinigungen im pH-Bereich 5 bis 8. Die Eloxalschicht zeigt sich empfindlich gegen Säuren und Laugen. Kalk und Zement greifen die Schichten an, so daß Verunreinigungen während der Bauzeit aber auch Auswaschungen von Betonfassaden und von Asbestzementplatten Schäden an den Oxidschichten hinterlassen.

Die erforderliche Schichtdicke für eloxierte Aluminiumteile in der Außenanwendung beträgt nach DIN 17 611 20 µm. Diese anodisch erzeugten Oxidschichten sind mit dem Aluminium fest verbunden und geben die Oberflächenstruktur der ursprünglichen Metalloberfläche unverändert wieder. Dementsprechend ist auch die Vorbehandlung des Aluminiums von entscheidender Bedeutung für das Aussehen der Oberfläche.

Tabelle 7 Oberflächenstruktur anodisch oxidierten Aluminiumteile

| Bezeichnung nach DIN 17 611                                                  | Kurzzeichen | Struktur und Aussehen der anodisierten Oberfläche                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| keine Oberflächenbehandlung                                                  | E0          | Preßoberfläche                                                                                                            |
| unterschiedliche Oberflächenbehandlung durch Schleifen, Bürsten und Polieren | E1          | gleichmäßig, etwas stumpf aussehend, je nach verwendetem Schleifkorn grobe bis feine Schleifriefen einheitlicher Richtung |
|                                                                              | E2          | gleichmäßig, im Gegensatz zu E1 matt glänzend, sichtbare Bürststriche                                                     |
|                                                                              | E3          | gleichmäßig glänzend                                                                                                      |
|                                                                              | E4          | gleichmäßig matt glänzend wie E2                                                                                          |
|                                                                              | E5          | glatt und glänzend                                                                                                        |
| chemische Oberflächenbehandlung durch Beizen                                 | E6          | zahlreiche Variationsmöglichkeiten von stumpf bis mattschimmernd                                                          |

Zur Herstellung einer anodischen Oxidschicht gibt es verschiedene Verfahren:

- GS-Verfahren (bzw. GSX-Verfahren)

Gebräuchliches Verfahren zur Herstellung transparenter Oxidschichten. Eine nachträgliche Tauchfärbung ist möglich; sie ist jedoch nur beschränkt licht- und wetterbeständig. Wegen der derzeit geringen Bedeutung des Verfahrens wird die EV-Skala mit den möglichen Farben nicht mehr vertrieben.

- Elektrolytische Einfärbung (Zweistufen-Verfahren)

Bei diesem Verfahren werden in einer zweiten Stufe farbige Metallsalze im Grund der Pore eingelagert. Die Einfärbung ist licht- und wetterbeständig. Mögliche Farben sind im „Europäischen Farbfächer“ festgelegt.

- Farbanodisationsverfahren (Integralverfahren)

Durch Verwendung besonderer Aluminiumlegierungen und spezieller Elektrolyten bilden sich farbige Anodisationsschichten mit größerer Härte als bei anderen Verfahren.

Eine frisch hergestellte Oxidschicht weist offene Poren aus. Zur Erzielung der erforderlichen Witterungsbeständigkeit müssen diese durch Nachverdichtung in entsalztem kochendem Wasser geschlossen werden.

Die gewünschten Farbtöne der anodisch erzeugten Oxidschichten von naturfarben über Bronze- und Brauntöne bis schwarz sind mittels Muster zu vereinbaren. Die Farbwahl ist begrenzt. Die Farbe ist aus fertigungstechnischen und zum Teil auch aus materialbedingten Gründen nicht absolut gleichmäßig. Es empfiehlt sich daher die Vereinbarung von Grenzmustern. Diese sollten aus Originalmaterial in der vorgesehenen Oberflächenausführung hergestellt werden.

Von Glanzunterschieden und unterschiedlich verlaufenden Strukturen im Aluminium können optisch wirkende Abweichungen herrühren, die sich insbesondere zwischen stranggepreßten Profilen und gewalzten Blechen zeigen. Die Intensität der Farbwirkung ist auch abhängig vom Grad der Reflexion. Dies ist bei geschliffenen Oberflächen und helleren bis mittleren Farbtönen besonders auffällig [3, 4].

Zur Erhaltung einer ansehnlichen Oberfläche über einen längeren Zeitraum muß diese regelmäßig gereinigt werden.

### 3.1.1.3 Kunststoff-Farbbeschichtung von Aluminium

Um farbige Oberflächen zu erzielen, werden Aluminiumbauteile mit Kunststoffen (Lacken) beschichtet. Dazu eignen sich alle im Bauwesen verwendeten Aluminiumlegierungen. Diese Beschichtungen haben eine geringere Oberflächenhärte als anodische Oxidschichten.

Vor einer Beschichtung ist eine chemische Vorbehandlung vorzunehmen (üblicherweise durch Chromatierung). Nur dadurch wird auf Dauer die Haftfestigkeit zwischen Beschichtung und Trägermaterial sichergestellt. Beschichtungen sollten nach den Richtlinien der Gütegemeinschaft Stückbeschichtete Bauelemente e.V., Nürnberg, hergestellt werden.

Für die Aufbringung stehen zur Verfügung:

- Naß-Lack-Beschichtung
- Pulver-Lack-Beschichtung.

Beide Verfahren sind als technisch gleichwertig zu betrachten.

Zu den heute eingesetzten Naß-Lack-Beschichtungen zählt auch das Zweikomponenten Polyurethansystem. Es hat den Vorteil, daß es bei Raumtemperatur aushärtet und somit auch bei hitzeempfindlichen Teilen eingesetzt werden kann. Eine beschleunigte Trocknung bei 80 bis 120°C ist möglich. Die Kantenflucht, d.h. eine zu geringe Schichtdicke im Bereich der Kanten, läßt sich bei einwandfreier Applikation durch eine entsprechende Formulierung des Lackes vermeiden.

Heute wird für die Außenanwendung überwiegend eine Pulverbeschichtung auf der Basis von Polyester oder Polyurethan eingesetzt. Mit elektrostatischen Verfahren wird trockenes Pulver auf das geerdete Werkstück aufgesprüht. Im Trocknenofen wird bei Temperaturen um 180 bis 220°C die Pulverschicht zu einem Film vernetzt. Die Kantenwulstbildung kann bei richtiger Fertigung vermieden werden.

Die Beständigkeit von Aluminiumbeschichtungen kann als gut bezeichnet werden. Organische Beschichtungstoffe unterliegen aber grundsätzlich einer Alterung und je nach Pigmentierung auch einer Veränderung des Farbtones. Deshalb müssen auch kunststoff-farbbeschichtete Aluminiumteile regelmäßig gereinigt werden [5].

### 3.1.2 Reinigung von Aluminiumbauteilen

Aluminiumbauteile müssen, wenn nicht ihr dekoratives Aussehen beeinträchtigt werden soll, gereinigt werden. Die Reinigungsintervalle richten sich nach dem Verschmutzungsgrad, der wiederum vom Standort abhängig ist. Nach dem Einbau von Fenstern und Fassadenbauteilen in Neubauten empfiehlt sich für anodisch oxidierte Oberflächen eine abrasive Reinigung, wenn diese durch Bauschmutz und atmosphärischen Schmutz verunreinigt sind. Ist eine Aluminiumoberfläche über mehrere Jahre hinweg nicht gereinigt worden, so ist ebenfalls eine abrasive Reinigung vorzunehmen. Die regelmäßige Reinigung wird üblicherweise mit nicht abrasiven Reinigungsmitteln vorgenommen.

Der pH-Wert der Reinigungsmittel für Aluminiumoberflächen soll zwischen 5 und 8 liegen, also neutral sein. Deshalb sind Mittel, die Fluoride, Chloride oder Sulfate enthalten, zur Reinigung von Aluminium nicht geeignet.

Kalk- und Zementspritzer sollten sofort mit klarem Wasser abgewaschen werden.

Für die Reinigung kunststoffbeschichteter Bauteile empfiehlt es sich, die Auswahl des Reinigungsmittels mit dem Hersteller der Beschichtung abzustimmen.

Ungeeignet für die Reinigung kunststoffbeschichteter Oberflächen sind stark alkalische oder saure sowie stark abrasiv wirkende Stoffe, die die Beschichtung chemisch oder mechanisch angreifen.

Wegen der immer größer werdenden Bedeutung, die der Fassadenreinigung - sowohl zur Erhaltung des Korrosionsschutzes als auch zur Erhaltung des dekorativen Aussehens - zukommt, wurde die „Gütegemeinschaft für die Reinigung von Metallfassaden e.V.“ gegründet. Die zugehörigen Güte- und Prüfbestimmungen, die detaillierte Anforderungen und Prüfungen nicht nur für die Durchführung der Reinigung, sondern auch Reinigungs- und Pflegemittel beinhalten, befinden sich derzeit in Bearbeitung [6].

**Tabelle 8** Reinigungsmittel für Aluminiumbauteile

Erläuterungen: Typ I : Abrasiver Reiniger eventl. mit Konservierung  
 Typ II : Reiniger, nicht abrasiv, mit Konservierung  
 Typ III : Spezialreiniger mit Lösungsmittel für Öle und Fette

| Grad der Verschmutzung | Anodisch oxidiert | Kunststoffbeschichtet           |
|------------------------|-------------------|---------------------------------|
| leicht                 | Wasser; Typ II    | Neutrales Netzmittel und Wasser |
| mittel                 | Typ I; (Typ II)   | Neutrales Netzmittel und Wasser |
| stark                  | Typ I; (Typ II)   | Typ III                         |
| ölig                   | Typ II; Typ III   | Typ III                         |

### 3.2. Holz

#### 3.2.1 Merkmale von Holz für den Fensterbau

Die Holzartenwahl richtet sich nach den Anforderungen an Bauteile in der Außenanwendung. Anforderungen werden vor allem an die mechanische Festigkeit, das Stehvermögen und die Resistenz gegen Pilze gestellt.

Das verwendete Holz muß dabei den Anforderungen nach DIN 68 360 Teil 1 „Holz für Tischlerarbeiten; Gütebedingungen bei Außenanwendung“ entsprechen. Darüber hinaus sollte auch das Trocknungsverhalten, die Bearbeitbarkeit und die Verträglichkeit von Holz mit anderen Werkstoffen berücksichtigt werden.

Als erster Anhaltspunkt zur Holzartenwahl dient die Rohdichte. Der für den Fensterbau günstige Bereich der Rohdichte liegt zwischen 0,45 und 0,70 kg/dm<sup>3</sup>. Nadelhölzer bilden aufgrund ihrer Struktur eine Ausnahme. Sie erreichen bei einer Rohdichte von 0,35 kg/dm<sup>3</sup> ähnliche Eigenschaften wie Laubhölzer bei 0,45 kg/dm<sup>3</sup>. Mit steigender Rohdichte nimmt jedoch nicht nur die Festigkeit, sondern auch das Quell- und Schwindmaß zu.

Das Stehvermögen charakterisiert das Verhalten des Holzes bei wechselnden klimatischen Bedingungen. Entscheidend dabei sind die Geschwindigkeit der Holzfeuchteänderung, die differenzielle Quellung und das Verhältnis von tangentialem zu radialem Quellmaß. Da der Faserverlauf das Stehvermögen mitbeeinflusst, sind Holzteile mit starken Faserabweichungen für Fenster ungeeignet.

Die Resistenz gegen holzerstörende Schädlinge ist ein weiteres Kriterium für die Holzartenwahl. Sie hängt insbesondere von den Holzinhaltsstoffen ab, die vorwiegend im Kernbereich des Stammes eingelagert sind. Holzerstörende Pilze entwickeln sich nur bei Holzfeuchtigkeiten über 20%. Deshalb muß durch eine geeignete Konstruktion eine länger anhaltende hohe Holzfeuchtigkeit vermieden werden und eine einwandfreie Oberflächenbehandlung erfolgen. Splintholz ist bei Befall durch Pilze oder Insekten gefährdeter als Kernholz.

Holzartspezifische Eigenschaften wie Harzaustritt, Neigung zu Wechseldrehwuchs oder die Neigung zu Fehltrocknung sollten bei der Holzartenwahl berücksichtigt werden.

Die am häufigsten eingesetzten Holzarten im Fensterbau sind heute Fichte, Kiefer, Meranti- und Mahagoniarten. Durch die Verknappung und damit Verteuerung bekannter tropischer Holzarten kommen zwangsläufig neue Holzarten auf den Markt, die in Tabelle 9 jedoch noch nicht berücksichtigt sein können [7, 8, 9, 10].



Tabelle 9 Holzarten für den Fensterbau

| Nadelhölzer (NH)       |             |                                                                  |                                            |                                                                     |                                                                                                                                                           |                                                      |
|------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Holzart                | Kurzzeichen | andere Namen                                                     | Rohdichte<br>(u = 0%)<br>g/cm <sup>3</sup> | Farbe                                                               | Eignung für den<br>Fensterbau                                                                                                                             | Verbreitung                                          |
| Douglasie              | DGA         | Oregon Pine,<br>Douglas fir                                      | 0,50                                       | Splint: weiß<br>Kern: gelb- bis<br>rotbraun                         | gut, harzhaltig, Schutz-<br>bedürfnis gegen<br>Wasseraufnahme<br>Witterung und Pilz-<br>befall, witterungsfester<br>als Kiefer und Fichte                 | Westliches<br>Nordamerika                            |
| Fichte                 | FI          | Europ. Fichte<br>Weißholz                                        | 0,43                                       | gelblich bis<br>rötlich-weiß im<br>Alter gelblich-<br>braun         | gut; Schutzbedürfnis<br>gegen Wasserauf-<br>nahme, Witterung und<br>Pilzbefall                                                                            | Europa                                               |
| Hemlock                | HEM         | Western<br>Hemlock                                               | 0,43                                       | weißlich grau bis<br>hellgrau-braun                                 | mäßig bis gut; astarm;<br>etwas spröde; Schutz-<br>bedürfnis gegen<br>Wasseraufnahme,<br>Witterung und<br>Pilzbefall                                      | Nordwestl.<br>Nordamerika                            |
| Kiefer                 | KI          | Föhre, Forche,<br>Rotholz                                        | 0,48                                       | Splint: hell,<br>gelblich-weiß<br>Kern: rötlich-<br>weiß bis braun  | gut; harzhaltig;<br>Schutzbedürfnis gegen<br>Wasseraufnahme,<br>Witterung und Pilz-<br>befall (insbes. auch<br>Bläuepilz)                                 | Europa,<br>Nordasien                                 |
| Lärche,<br>Europäische | LA          |                                                                  | 0,55                                       | Splint: gelblich<br>Kern: rotbraun<br>stark nach-<br>dunkelnd       | mäßig; harzhaltig;<br>etwas spröde                                                                                                                        | Mitteleuropa                                         |
| Pine, Pitch            | PIP         | Amerikanische<br>Südkiefer<br>(Kernholz)<br>Caroline Pine u.a.   | 0,63                                       | Kern: gelb- bis<br>rotbraun, stark<br>nachdunkelnd                  | gut; stark harzhaltig                                                                                                                                     | Südöstliches<br>Nordamerika<br>und<br>Zentralamerika |
| Pine, Red              | PIR         | Amerikanische<br>Südkiefer<br>(Splintholz)<br>Caroline Pine u.a. | 0,52                                       | Splint: gelblich                                                    | gut bis mäßig; Schutz-<br>bedürfnis gegen<br>Wasseraufnahme,<br>Witterung und<br>Pilzbefall                                                               | Südöstliches<br>Nordamerika<br>und<br>Zentralamerika |
| Tanne                  | TA          | Edeltanne,<br>Weißtanne                                          | 0,43                                       | weiß bis weiß-<br>grau; im Alter<br>rötlich bis rötlich-<br>violett | gut bis mäßig; kein<br>Harz; schwerer zu<br>trocknen als Fichte<br>(Naßkern), Schutzbe-<br>dürfnis gegen Wasser-<br>aufnahme, Witterung<br>und Pilzbefall | Süd- und<br>Mitteleuropa                             |

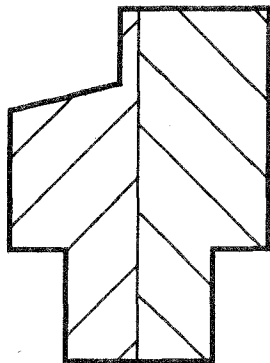
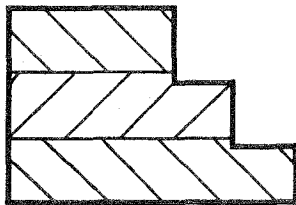
Tabelle 9 Fortsetzung

| Laubhölzer (LH)    |             |                                                                         |                                            |                                                                                    |                                                                                                                                                                                        |                                                        |
|--------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Holzart            | Kurzzeichen | andere Namen                                                            | Rohdichte<br>(u = 0%)<br>g/cm <sup>3</sup> | Farbe                                                                              | Eignung für den<br>Fensterbau                                                                                                                                                          | Verbreitung                                            |
| Afrormosia         | AFR         | Asamela<br>Kokrodua                                                     | 0,65                                       | Splint: weiß ver-<br>gilbend, Kern:<br>grünlich, später<br>gelbbraun bis<br>oliv   | gut bis sehr gut; sehr<br>widerstandsfähig;<br>trocknet langsam; bei<br>Feuchtigkeitszufuhr<br>wird Korrosion von<br>Eisen gefördert; (Ver-<br>färbung inhibierender<br>Inhaltsstoffe) | Elfenbeinküste,<br>Kongo                               |
| Afzelia            | AFZ         | Apa, Chanfuta,<br>Doussie, Lingue                                       | 0,70                                       | Splint: grau<br>Kern: gelblich bis<br>hellbraun, später<br>rötlich-braun           | gut bis sehr gut; sehr<br>widerstandsfähig;<br>trocknet langsam;<br>etwas spröde; inhibie-<br>rende Inhaltsstoffe                                                                      | Tropisches<br>Afrika                                   |
| Eiche              | EI          | Sommereiche                                                             | 0,63                                       | Splint: grau<br>(ungeeignet)<br>Kern: graugelb<br>bis hellbraun und<br>dunkelbraun | Kernholz gut bis sehr<br>gut; witterungsfest;<br>trocknet langsam; ent-<br>hält Gerbsäure, bei<br>Eisen Dunkelverfär-<br>bung                                                          | Europa; andere<br>Arten auch in<br>anderen<br>Erdeilen |
| Framire            | FRA         | Black Afara,<br>Emeri, Idigbo,<br>Treme                                 | 0,49                                       | gün- blaßgelb bis<br>hellbraun, später<br>nachdunkelnd                             | gut; witterungsfest;<br>enthält Gerbsäure, bei<br>Eisen Dunkelverfär-<br>bung                                                                                                          | Elfenbeinküste<br>Ghana, Sierra<br>Leone u.a.          |
| Khaya<br>Mahagoni  | MAA         | Grand Barsam                                                            | 0,46                                       | hellrot-rotbraun<br>nachdunkelnd                                                   | gut; neigt manchmal<br>wegen Drehwuchs zum<br>Verziehen                                                                                                                                | Westafrika                                             |
| Sipo<br>Mahagoni   | MAU         | Utile, Sipo                                                             | 0,58                                       | Splint: rötlich-<br>grau, Kern:<br>rötlich-braun,<br>später braun-<br>violett      | gut bis sehr gut;<br>trocknet langsam;<br>widerstandsfähig;<br>inhibierende<br>Inhaltsstoffe                                                                                           | Westafrika                                             |
| Makore             | MAC         | Baku                                                                    | 0,62                                       | Splint: graurosa<br>Kern: rötlich bis<br>dunkelbraun                               | gut; trocken langsam;<br>unregelmäßiger Faser-<br>verlauf, inhibierende<br>Inhaltsstoffe                                                                                               | Sierra Leone<br>Ghana                                  |
| Meranti,<br>Rotes  | MER         | Red lauan, red<br>seraya,<br>dark red meranti,<br><br>light red meranti | 0,64<br><br>0,48                           | braunrötlich bis<br>dunkelbraun<br>hell-rötlich                                    | gut; witterungsfest<br><br>mäßig                                                                                                                                                       | Südostasien                                            |
| Meranti,<br>Weißes | MEW         |                                                                         | 0,61                                       | Splint: hellgrau<br>Kern: gelb- bis<br>blaßrosa                                    | mäßig                                                                                                                                                                                  | Südostasien                                            |
| Niangon            | NIA         |                                                                         | 0,65                                       | Splint: rötlich-<br>grau, Kern: hell-<br>bis dunkel-<br>rotbraun                   | gut; harzhaltig;<br>inhibierende Inhalts-<br>stoffe                                                                                                                                    | Westafrika                                             |

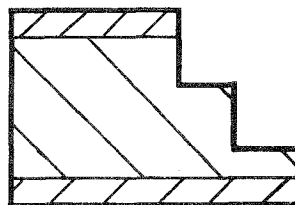
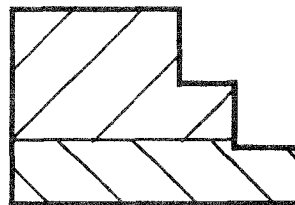
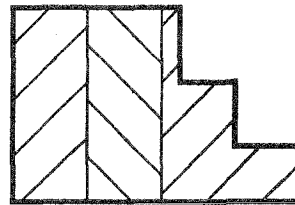
### 3.2.2 Lamellierung

Unter Lamellierung versteht man die Verleimung von Brettlamellen zu einem für Fensterprofile geeigneten Querschnitt. Alle Holzarten, die für Vollholzquerschnitte geeignet sind, können auch für lamellierte Querschnitte eingesetzt werden, die in der Regel mindestens aus drei Einzelteilen zusammengeleimt werden (Bild 2). Eine Ausnahme bildet dabei das untere Querstück des Blendrahmens mit Wetterschutzschiene. Hier muß, damit die Leimfuge nicht der Sonneneinstrahlung ausgesetzt wird, entweder ein zweiteiliger Querschnitt oder ein Vollholzquerschnitt eingesetzt werden. Bei zweiteiligen Querschnitten ist darauf zu achten, daß Holz gleicher Struktur verleimt wird [11].

*Günstiger Aufbau*



*Ungünstiger Aufbau*



**Bild 2** Verschiedene Aufbauten lamellierter Profile für die Fensterherstellung

Um die Nutzungsdauer von Fenstern aus lamellierten Querschnitten zu sichern, müssen bestimmte Grundregeln eingehalten werden:

Keine Leimfuge darf der direkten Bewitterung ausgesetzt sein. Dies bedeutet, daß die Leimfugen in der Fensterebene liegen und die Lamellendicke mindestens 15 mm beträgt.

Der Aufbau des Querschnittes muß symmetrisch sein. Dies bedeutet, daß gegenüberliegende Lamellen in der Dicke, der Holzart und der Holzstruktur (Jahringbreite, Spätholzanteil) gleich sind, bzw. vergleichbare Eigenschaften haben.

Keilgezinkte Decklagen, wie sie bei der Herstellung von Stangen notwendig sind, werden bei lasierender Behandlung vom Kunden nicht immer akzeptiert, obwohl sie aus technischer Sicht nicht zu beanstanden sind.

Die Feuchtigkeit der Brettlamellen muß bei der Verarbeitung im Bereich von  $13 \pm 2\%$  liegen. Innerhalb eines einzelnen Querschnittes darf die Feuchtigkeitsdifferenz zwischen den einzelnen Lamellen nicht größer als 2% sein.

Die richtige Auswahl der Klebstoffe ist wichtig, wobei Klebstoffe nach DIN 68 602 B4 einen guten Anhalt bieten. Forderungen an die Temperaturbeständigkeit sind notwendig.

Eine glatte Leimfläche bringt mehr Sicherheit für eine einwandfreie Verleimung als z.B. eine profilierte Fläche (Bild3).

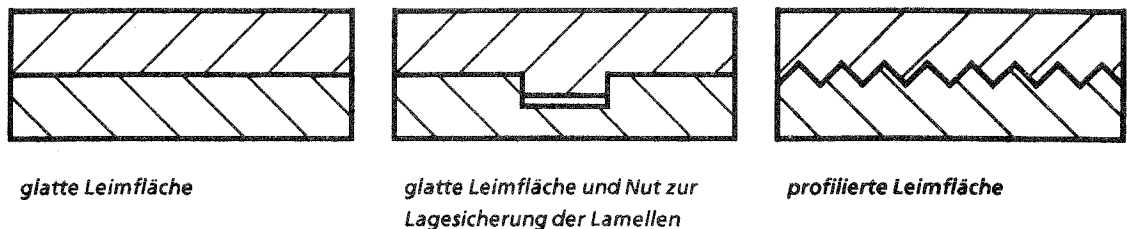


Bild 3 Ausbildung der Leimflächen

Die Forderungen und Hinweise zur Herstellung der Kanteln sind in der Richtlinie „Lamellierung von Profilen für Holzfenster“ beschrieben.

### 3.2.3 Holzwerkstoffplatten

**Spanplatte :** Holzwerkstoff, hergestellt durch Verpressen von im wesentlichen kleinen Teilen aus Holz und/oder anderen holzartigen Faserstoffen mit Bindemittel. Je nach Spanplattentyp können Dicken von 6 bis 70 mm gefertigt werden. Nach Ihrer Feuchtebeständigkeit werden sie in die Holzwerkstoffklassen 20, 100 und 100 G unterteilt.

**Sperrholzplatte :** Platte, die aus mindestens drei miteinander verleimten Lagen besteht, deren Faserrichtung sich im rechten Winkel kreuzt. Im allgemeinen sind die Deck- und Innenlagen auf beiden Seiten der Kern- oder Mittellage symmetrisch angeordnet. Sperrholzplatten werden als Furniersperrholz mit Dicken von 4 bis 50 mm, und Stab- bzw. Stäbchensperrholz mit Dicken von 13 bis 38 mm hergestellt. Nach Ihrer Feuchtebeständigkeit werden sie in die Holzwerkstoffklassen 20, 100 und 100 G unterteilt.

**Holzfaserplatte :** Holzwerkstoff, der aus verholzten Fasern mit oder ohne Füllstoffe und mit oder ohne Bindemittel hergestellt wird. Es wird dabei nach harten Holzfaserplatten mit Dicken von 1,2 bis 6 mm und porösen Holzfaserplatten mit Dicken von 5 bis 30 mm unterschieden. Sie werden in die Holzwerkstoffklasse 20 eingestuft.

Bei der Außenanwendung von Sperrholzplatten müssen drei Punkte berücksichtigt werden:

- Die Decklagen von Sperrholzplatten sind aus Schäl- oder Messerfurnieren hergestellt. Beim Herstellen dieser Furniere entstehen an der Oberfläche Risse. Diese Risse können sich bei direkter Bewitterung trotz Oberflächenbehandlung abzeichnen.
- Bei direkter Sonneneinstrahlung führen die hohen Oberflächentemperaturen zu einer schnellen Austrocknung der Decklage. Die Decklage reißt, und als Folge davon kann Feuchtigkeit in die Sperrholzplatte eindringen.
- Werden bei der Verleimung von Sperrholzplatten Harze mit Alkalien, z.B. Phenolharze, verwendet, so kann es bei direkter Bewitterung zu weißlichen Ausblühungen kommen. Eine Verhinderung dieser Ausblühungen ist nur durch die Verwendung von Klebstoffen ohne Alkalien möglich.

**Tabelle 10** Holzwerkstoffklassen; Definition und Höchstwerte der Feuchte nach DIN 68 800

| Holzwerkstoffklasse | maximal zulässige Feuchte im eingebauten Zustand bezogen auf das Darrgewicht | Definition                                                                                                                                   |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20                  | 15 %<br>für Holzfaserplatten: 12 %                                           | Verleimung beständig bei Verwendung in Räumen mit im allgemeinen niedriger Luftfeuchtigkeit (nicht wetterbeständig)                          |
| 100                 | 18 %                                                                         | Verleimung beständig gegen hohe Luftfeuchtigkeit (begrenzt wetterbeständige Verleimung)                                                      |
| 100 G               | 21 %                                                                         | Verleimung beständig gegen hohe Luftfeuchtigkeit (begrenzt wetterbeständig). Mit einem Holzschutzmittel gegen holzerstörende Pilze geschützt |

Die Beständigkeit der Verleimung von Holzwerkstoffplatten ist nur an den Flächen, nicht an den Kanten gegeben. Es ist deshalb ein ausreichender Kantenschutz notwendig [12].

### 3.2.4 Oberflächenschutz von Holz

Holz in der Außenanwendung benötigt einen Schutz gegen Feuchtigkeit, UV-Einstrahlung, Pilze und gegebenenfalls Insekten.

Schutz des Holzes bedeutet:

- konstruktiver Holzschutz,
- chemischer Holzschutz,
- Schutz durch Anstrich.

Ein chemischer Holzschutz sowie ein Schutz des Holzes durch den Anstrich kann den konstruktiven Holzschutz nicht ersetzen. Deshalb ist der erste und wichtigste Schutz des Holzes die Konstruktion selbst. Ein chemischer Schutz gegen Pilze und Insekten (DIN 68 805) ist für alle Hölzer erforderlich, die nicht in der Resistenzklasse 1 oder 2 nach DIN 68 364 eingeordnet sind. Dieser chemische Schutz ist meist dem Grundanstrich zugesetzt. Ein chemischer Holzschutz nach DIN 68 800 ist für Fenster und Türen im allgemeinen nicht erforderlich. Wird die Anwendung von DIN 68 800 aber gefordert, so ist zu beachten, daß mit den im Fensterbau üblichen Aufbringungsverfahren die geforderte Menge der Schutzmittel nicht eingebracht werden kann.

Ein allseitiger Grund- bzw. Zwischenanstrich vor dem Einbau der Fenster ist notwendig. Vor Aufbringung der folgenden Anstriche dürfen sie höchstens ein halbes Jahr der Bewitterung ausgesetzt sein. Der Schlußanstrich kann entweder beim Hersteller oder am eingebauten Fenster aufgebracht werden. Damit die Vorteile des vor dem Einbau fertig behandelten Fensters zum Tragen kommen, muß für einen ausreichenden Schutz vor Verschmutzung und Beschädigung während der Bauzeit gesorgt werden.

Im Gegensatz zu den deckenden Anstrichen soll bei Lasuren der Charakter des Holzes erhalten bleiben. Die Trockenschichtdicke beim Lasuranstrich muß durchschnittlich 60 µm und bei deckenden Anstrichen mindestens 100 µm aufweisen, um den Schutz des Holzes zu gewährleisten. Farblose Lasuren oder nur gering pigmentierte Lasuren bieten für das Holz zur Zeit noch keinen ausreichenden Schutz gegen UV-Strahlung und sind damit für die Außenanwendung nicht geeignet. Grundsätzlich gilt: Mittlere bis dunkle Farbtöne bei Lasuranstrichen bieten dem Holz mehr Schutz vor UV-Strahlung als helle und farblose Töne (siehe Tabelle „Anstrichgruppen für Fenster und Außentüren“ im Anhang).

Sogenannte „Bio-Farben“ müssen dem Holz den gleichen Schutz bieten, wie andere Anstrichsysteme. Für einen Vergleich empfehlen sich die Prüfverfahren für die übrigen Anstrichmittel.

Die Entwicklung der wasserverdünnbaren Anstriche war bei Abfassung des Berichtes noch nicht abgeschlossen. Neben den Vorteilen der weitgehenden Geruchsfreiheit, der Nichtbrennbarkeit sowie der geringen Umweltbelastung (Lösemittelanteil < 15%) können derzeit noch Probleme hinsichtlich der Verklebung (Blockeffekt) anliegender Teile und der Verträglichkeit mit Dichtstoffen und Dichtprofilen auftreten. Aus Gründen des Umweltschutzes wird die Bedeutung der wasserverdünnbaren Anstriche zunehmen [13, 14, 15].

Tabelle 11 Auswirkungen verschiedener Anstrichbehandlungen bei Holzfenstern

| Anstrich                                    |         | Auswirkungen |             |                                               |
|---------------------------------------------|---------|--------------|-------------|-----------------------------------------------|
|                                             |         | Vergrauung   | Rißbildung  | Harzaustritt<br>(bei harzhaltigen<br>Hölzern) |
| deckender Anstrich<br>(Schichtdicke 100 µm) | weiß    |              |             |                                               |
|                                             | farbig  |              |             |                                               |
|                                             | dunkel  |              | möglich     | zu erwarten                                   |
| Dickschichtlasur<br>(Schichtdicke 60 µm)    | farblos | zu erwarten  |             |                                               |
|                                             | hell    | zu erwarten  |             |                                               |
|                                             | mittel  |              |             |                                               |
|                                             | dunkel  |              | möglich     | zu erwarten                                   |
| Dünnschichtlasur<br>(Schichtdicke 30 µm)    | farblos | zu erwarten  | zu erwarten |                                               |
|                                             | hell    | zu erwarten  | zu erwarten |                                               |
|                                             | mittel  |              | zu erwarten |                                               |
|                                             | dunkel  |              | zu erwarten | zu erwarten                                   |

### 3.2.5 Anforderungen an den Anstrichträger

Holz muß den Gütebedingungen nach DIN 68 360 Teil 1 entsprechen. Nach VOB DIN 18 355 soll der Feuchtegehalt des Holzes  $13 \pm 2 \%$  betragen. Bei der Oberflächenbearbeitung des Holzes sind Schleifen, Feinhobeln sowie Finieren als gleichwertig zu betrachten. Der Zwischenschliff nach der Grundierung und nach jedem weitergehenden Anstrich darf auch bei den Verfahren des Feinhobeln und Finierens nicht entfallen. Kanten, die in der Bewitterungszone liegen, müssen mit einem Radius  $\geq 2\text{ mm}$  gerundet sein. Um anfallendes Wasser direkt abzuleiten, ist eine Ablaufneigung von mindestens  $15^\circ$  erforderlich [16].

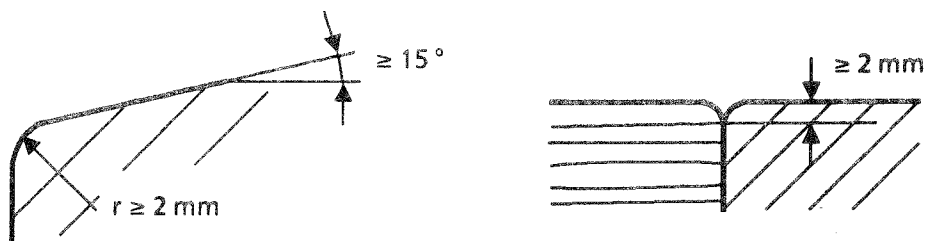


Bild 4 Kantenradius und Ablaufneigung an Rahmenteilen und Rahmenverbindungen

### 3.2.6 Auftragsverfahren

Zum Auftragen des Anstriches werden heute das Tauch-, Flut-, Streich- und Spritzverfahren angewandt. Während die Tauch- und Flutverfahren hauptsächlich zum Aufbringen des Grundanstriches eingesetzt werden, dienen das Streich- und die verschiedenen Spritzverfahren dazu, die Zwischenanstriche und den Schlußanstrich aufzubringen. Bei diesen gängigen Aufbringverfahren können vergleichbare Ergebnisse erzielt werden.

### 3.2.7 Reinigung von Holzfenstern

Eine Reinigung von Holzfenstern ist mit Wasser, eventuell unter Zusatz milder, schonender Haushaltsreinigungsmittel, vorzunehmen. Aggressive oder scheuernde Reinigungsmittel sowie lösemittelhaltige Mittel können zu einer Zerstörung des Anstriches führen. Verschmutzungen durch Putzreste etc. sollten mit Wasser aufgeweicht und mit einem weichen Lappen entfernt werden.

## 3.3 Kunststoff

Für Rahmenprofile im Fensterbau werden heute vorwiegend weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC hart) und Polyurethan (PUR) sowie in geringem Umfang auch andere Kunststoffe eingesetzt.

Für die Kunststoffe wird neben guten Bewitterungseigenschaften und ausreichenden mechanischen Eigenschaften auch eine hohe Zähigkeit gefordert.

### 3.3.1 PVC hart

Für PVC wird neben guten Bewitterungseigenschaften und ausreichendem mechanischem Verhalten eine hohe Zähigkeit gefordert. Deshalb wird PVC mit sogenannten Schlagzähkomponenten modifiziert.

Bedingt durch den im Verhältnis zu anderen Rahmenwerkstoffen relativ niedrigen Elastizitätsmodul (Tabelle 12) sowie durch das thermoelastische Verhalten des Materials wird eine Stabilisierung durch Metallprofile erforderlich [17].

Tabelle 12 E-Modul verschiedener Werkstoffe

| Werkstoff | E-Modul [N/mm <sup>2</sup> ] |
|-----------|------------------------------|
| Stahl     | 210.000                      |
| Aluminium | 70.000                       |
| Holz      | 10.000                       |
| PVC       | 2.500                        |

PVC-Fensterrahmen werden vor allem in weißer Einfärbung hergestellt. Mit solchen Profilen liegen inzwischen umfangreiche, langjährige Erfahrungen vor.

Farbige Profile, vor allem in dunkelbraunen Farbtönen, wurden in den letzten Jahren ebenfalls angeboten. Ihr Anteil am Kunststofffenstermarkt beträgt etwa 10 - 15%. Bei solchen Fenstern sind besondere Maßnahmen erforderlich, um deren Gebrauchstauglichkeit zu sichern.



Die höhere Erwärmung bei Sonneneinstrahlung bedingt eine Veränderung der mechanischen Eigenschaften. Auf der erwärmten Außenseite tritt dadurch eine Verkürzung durch Abbau der fertigungsbedingten Spannungen auf. Deshalb werden farbige Fenster in allen Rahmenteilern mit Profilen aus verzinktem Stahl oder Aluminium ausgesteift. Außerdem kann durch eine Veränderung des Farbtones eine spätere Beschichtung erforderlich werden. Aus diesem Grund werden vermehrt Profile verwendet, die bereits unmittelbar nach deren Herstellung beschichtet werden.

Im Einzelnen gibt es heute farbige PVC-Fensterprofile die nach folgenden Verfahren produziert werden.:

- In der Masse durchgefärbte Profile die aus einem fertig angemischtem, mit Farbpigmenten versehenen Pulver oder Granulat hergestellt werden. Da die Farbbeständigkeit eingefärbter PVC-Profile unter anderem stark von der Qualität der Pigmente abhängt, ist ein Nachweis der Beständigkeit und Lichtechtheit besonders wichtig.
- Coextrudierte Fensterprofile, bei denen das eigentliche Profil in der Regel aus einer weißen Formmasse besteht, das außenseitig mit PVC oder PMMA farbig „beschichtet“ wird. Hierbei werden die Formmassen PVC/PVC oder PVC/PMMA durch zwei Extruder in einer Formdüse homogen miteinander verbunden. Während bei farbigen PVC-Formmassen eine Schichtdicke von ca. 2 mm coextrudiert wird, reichen bei PMMA-Formmassen Schichtdicken von 0,5 - 0,7 mm.
- Mit Lack beschichtete Kunststoffprofile. Fensterprofile in der Regel aus weißen Profilen werden mit Alkyd- oder Acryllack beschichtet. Hierzu sind besondere Vorbehandlungsmaßnahmen notwendig.

Bereits eingebaute Fenster aus weißen Kunststoffprofilen sollten nachträglich nicht dunkel lackiert werden, da solche Fenster die höhere Erwärmung aus Sonneneinstrahlung ohne Beeinträchtigung meist nicht aufnehmen können. Für Anstriche von Kunststoffoberflächen sollten die von den Lackherstellern empfohlenen Anstrichmaterialien eingesetzt werden.

- Mit Folien beschichtete PVC Profile. Auf durchgefärbte PVC-Profile wird entweder direkt nach der Profildüse eine PMMA-Folie aufgebracht, oder die Profile werden nachträglich mit einer PVC-Folie mit Acryldeckschicht beklebt. Solche Deckschichten können mit einer Holzmaserung und einer Prägung versehen sein. Das Verfahren erfordert besondere Sorgfalt, um spätere Ablösungserscheinungen zu vermeiden.

Aufgrund der Kenntnisse über das Verhalten unterschiedlicher Kunststoff-Fensterarten wurden in die überarbeitete Fassung der RAL-Gütesicherung RAL-RG 716/1 Kunststoff-Fenster, neben den PVC-Fensterprofilen in weißer bzw. hellgrauer Farbe und den Fensterprofilen aus hartem PUR-Integralschaumstoff die

- coextrudierten Fensterprofile aus PVC hart und PMMA, in verschiedenen Einfärbungen und
- coextrudierten Fensterprofile aus PVC hart und PMMA, in verschiedenen Einfärbungen, mit vollmassivem duroplastartigem Kernmaterial, verstärkt mit Glasfaserstäben

aufgenommen [18].

Durchgefärbte oder mit Lack beschichtete Fensterprofile aus PVC sowie folienbeschichtete Profile sind durch die RAL-Gütesicherung bisher nicht erfaßt.

### 3.3.2 PUR

Polyurethan-Profile sind als integralgeschäumte Profile auf dem Markt. Integral-schäume besitzen in der Randzone eine höhere Dichte als im Kern. Zur Charakterisierung dieser Schäume dienen Rohdichte, E-Modul und Schlagzähigkeit. Der in Profilen verwendete PUR-Integralschaumstoff muß eine Rohdichte größer als  $0,4 \text{ g/cm}^3$  aufweisen. Polyurethanprofile müssen aus statischen Gründen mit Verstärkungen aus Aluminium bzw. Stahl versehen werden. Bei Polyurethanprofilen muß die unbehandelte bewitterte Oberfläche mit Folien beklebt oder mit Lacken beschichtet werden.

### 3.3.3 Reinigung von Kunststoff-Fenstern

Zur Reinigung von Kunststoff-Fenstern eignen sich Reinigungs- und Spülmittel wie sie im Haushalt üblich sind. Ungeeignet sind dagegen grobe oder aggressive Scheuermittel, sowie vor allem lösemittelhaltige Stoffe. Bei der Verwendung von Reinigungsmitteln dürfen nur ungebleichte Zellstofftücher verwendet werden, in keinem Fall aber Lappen mit synthetischen Fasern.

**Tabelle 13** Reinigungsmöglichkeiten von Kunststoff-Fenstern

| Art der Verschmutzung                          | Reinigungsmöglichkeit                                       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Farben; Lacke; Leinölkitt                      | mit halbhartem Spachtel abschieben und trocken abreiben     |
| Fette; Öle; Rost                               | mit nichtscheuerndem Wasch- oder Reinigungsmittel abwaschen |
| Gips; Kalkmörtel; Zementmörtel; Kugelschreiber | mit Wasser abwaschen                                        |
| Kleber; Ruß; Wachse                            | mit chemischem Reinigungs- oder Poliermittel                |

## 3.4 Glas

### 3.4.1 Zusammensetzung und Glaserzeugnisse

Glas besteht in seinen Hauptbestandteilen aus Quarzsand, Kalk und Soda. Es ist ein anorganisches Schmelzprodukt, das, ohne merklich zu kristallisieren, abgekühlt und erstarrt ist.

Für den baulichen Verwendungszweck werden heute Glasdicken von  $\geq 3 \text{ mm}$  durch maschinelle Ziehverfahren oder durch das mittlerweile übliche Floatverfahren, bei dem flüssiges Glas über ein Zinnbad gezogen wird, hergestellt. Floatglas, auch Spiegelglas genannt, wird in Dicken von 3 bis 19 mm und in maximalen Abmessungen bis  $900 \times 318 \text{ cm}$  geliefert. Bei der Planung von Scheibengrößen und für den Einbau müssen aber neben der Fertigungsmöglichkeit auch der Transport und eine mögliche Reparaturverglasung beachtet werden.

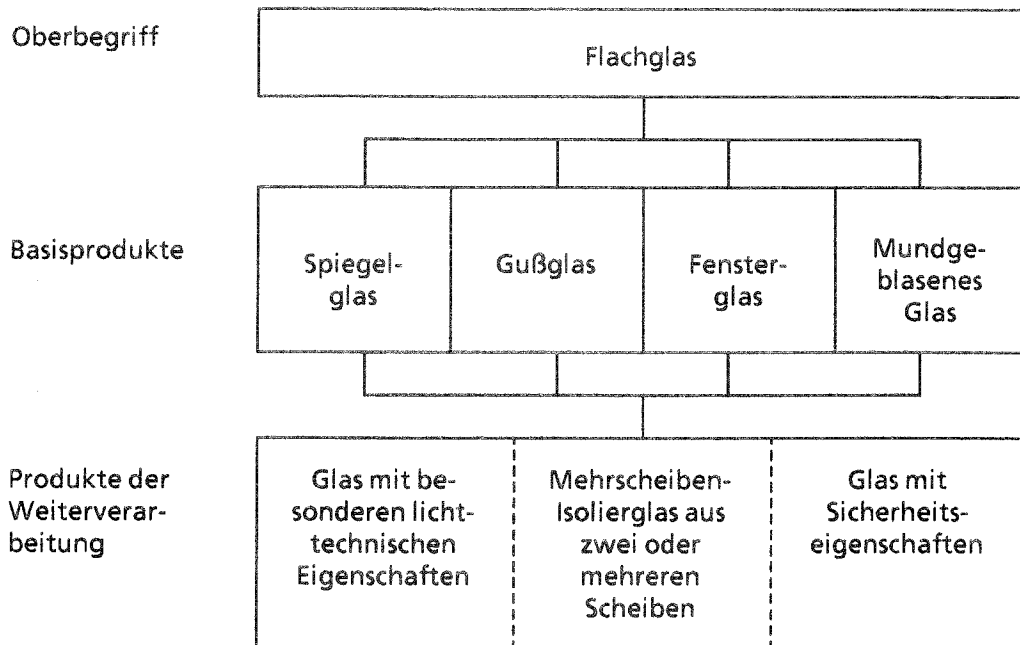
Neben der hohen Lichtdurchlässigkeit zeichnet sich Glas durch seine große Beständigkeit gegenüber fast allen Chemikalien, mit Ausnahme von Flußsäure, aus. Oberflächenschäden am Glas können auch durch Auswaschungen von alkalischen Bestandteilen aus Beton- und Asbestzementplatten auftreten.

Durch die Wahl geeigneter Rohstoffe und den Zusatz bestimmter Oxide besteht die Möglichkeit, Fensterglas für die verschiedensten Anwendungsgebiete herzustellen. Es können dabei die thermische und chemische Beständigkeit, der Ausdehnungskoeffizient sowie die optischen Eigenschaften beeinflusst werden.

Anforderungen an die visuellen Eigenschaften des Glases sind in der „Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Mehrscheiben-Isolierglas aus Spiegelglas“ festgelegt.

Interferenzerscheinungen, die bei planparallelen Scheiben in Mehrscheiben-Isolierglas auftreten können, sind nicht als Mangel zu bewerten.

Flachglas wird in folgende Gruppen nach Basisprodukten und den Produkten der Weiterverarbeitung unterteilt [19].



### 3.4.2 Physikalische Daten von Glas

#### Spiegelglas

|                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| Dichte                         | 2,5 g/cm <sup>3</sup>   |
| E-Modul                        | 70000 N/mm <sup>2</sup> |
| zulässige Biegespannung        | 30 N/mm <sup>2</sup>    |
| Temperaturwechselbeständigkeit | + 40 °C                 |
| Wärmeleitfähigkeitskoeffizient | 0,81 W/mK               |

#### Abweichende Werte zu Spiegelglas

|                                                                           |                      |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| zulässige Biegespannung bei ESG                                           | 50 N/mm <sup>2</sup> |
| Temperaturwechselbeständigkeit ESG                                        | + 100 °C             |
| zulässige Biegespannung bei VSG<br>(Rechenwert bei zweischiebigem Aufbau) | 15 N/mm <sup>2</sup> |
| zulässige Biegespannung bei Gläsern<br>mit Drahtnetzeinlage               | 20 N/mm <sup>2</sup> |

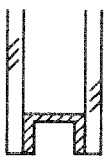
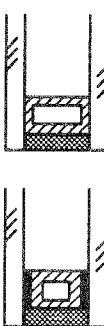
### 3.4.3 Produkte der Weiterverarbeitung

#### Mehrscheiben-Isolierglas (MIG)

Mehrscheiben-Isolierglas, das zur Verbesserung des Wärme-, Sonnen- und Schallschutzes eingesetzt wird, ist eine Verglasungseinheit aus mehreren Glasscheiben, die durch gasgefüllte (Luft oder Spezialgas) Zwischenräume getrennt sind; sie sind an den Rändern luft- und feuchtigkeitsdicht miteinander verbunden. Der Randverbund hat die Aufgabe, die beiden Scheiben mechanisch miteinander zu verbinden und gleichzeitig eine Feuchtigkeitsbremse zum SZR zu bilden. Bezüglich des Randverbundes können drei verschiedene Systeme unterschieden werden:

- glasverschweißter Randverbund
- gelöteter Randverbund
- geklebter Randverbund

Tabelle 14 Randverbundsysteme

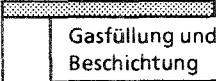
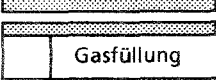
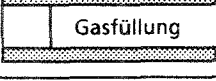
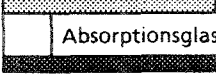
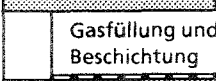
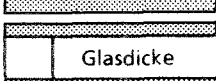
| Systeme der Randabdichtung    | Abbildung                                                                           | Merkmale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| glasverschweißter Randverbund |   | SZR max 9 mm; ausschließlich Rechteckformate; max Breite 125 cm, max Höhe 200 cm; Einsatzgebiete sind Dachflächenfenster und Gewächshausbauten.                                                                                                                                                                                                  |
| gelöteter Randverbund         |  | Die Randabdichtung erfolgt durch einen auf dem Glasrand angelöteten Bleisteg (Dieses System hat auf dem deutschen Markt keine Bedeutung mehr).                                                                                                                                                                                                   |
| geklebter Randverbund         |  | Einstufige Systeme: Die Randabdichtung besteht aus einem Dichtstoff, der sowohl die mechanische Verbindung als auch die Feuchtigkeitssperre bildet.<br><br>Zweistufige Systeme: Die Randabdichtung besteht aus zwei Dichtstoffen. Der äußere Dichtstoff dient vorwiegend der mechanischen Verbindung, der innere primär als Feuchtigkeitssperre. |

Zur Verbesserung der Eigenschaften werden in Verbindung mit Mehrscheiben-Isolierglas sogenannte Sondergläser eingesetzt und zwar für

- den Wärmeschutz → beschichtete Gläser,
- den Sonnenschutz → eingefärbte oder beschichtete Gläser,
- den Schallschutz → Verbundgläser und/oder asymmetrischer Aufbau,
- die Angriffshemmung → Verbundgläser und/oder asymmetrischer Aufbau, Gläser mit Drahteinlagen.

Darüber hinaus werden die Eigenschaften durch die Füllung des Scheibenzwischenraumes mit Spezialgasen zusätzlich verbessert.

**Tabelle 15** Anforderungen, Prüfung, technische Werte und Aufbau von Funktionsgläsern

| Funktion                    | Anforderung                       | Prüfung    | Technische Werte *       |                                  |                |                  |          |                     |                   | Aufbau                                                                                |
|-----------------------------|-----------------------------------|------------|--------------------------|----------------------------------|----------------|------------------|----------|---------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |                                   |            | Lichtdurchlässigkeit [%] | Gesamtenergiedurchlässigkeit [%] | k-Wert [W/m²K] | Gesamtdicke [mm] | SZR [mm] | R <sub>w</sub> [dB] | Widerstandsklasse |                                                                                       |
| Wärmeschutz                 | DIN 4108                          | DIN 52 619 | 82                       | 76                               | 2,7            | -                | 12       | -                   | -                 |    |
|                             |                                   |            | 60 - 74                  | 54 - 71                          | 1,2 - 1,9      | -                | 12 - 15  | -                   | -                 |    |
|                             |                                   |            | 72                       | 66                               | 1,8            | -                | 2 x 8    | -                   | -                 |    |
| Sonnen-schutz               | DIN 4108                          | DIN 67 507 | 38 - 47                  | 28 - 51                          | 1,4 - 2,9      | 24               | 12       | -                   | -                 |    |
|                             |                                   |            | 15 - 66                  | 22 - 48                          | 1,2 - 2,6      | 24               | 12       | -                   | -                 |    |
| Schallschutz                | DIN 4109<br>VDI - Richtlinie 2719 | DIN 52 210 | -                        | -                                | 2,2 - 3,0      | 22 - 45          | 12 - 24  | 37 - 51             | -                 |    |
| Angriff-hemmende Verglasung | DIN 52 290                        | DIN 52 290 | -                        | -                                | -              | 26 - 90          | -        | -                   | A, B, C           |   |
|                             |                                   |            |                          |                                  |                |                  |          |                     |                   |  |

\* Die angegebenen Werte können je nach Produktwahl variieren, Kombinationen aus verschiedenen Funktionen sind möglich.

#### 3.4.4 Nutzungserwartung von Mehrscheiben-Isolierglas

Die Tauwasserfreiheit im Scheibenzwischenraum unter gebietsüblichen Klimabedingungen ist eine vom Hersteller zugesicherte Eigenschaft. Die Nutzungsdauer des Mehrscheiben-Isolierglases ist beendet, wenn Tauwasser im Scheibenzwischenraum auftritt.

Die praktische Nutzungsdauer des Mehrscheiben-Isolierglases kann bei Beachtung des derzeitigen Kenntnisstandes mit 20 bis 30 Jahren realistisch angenommen werden.

Wenn man davon ausgeht, daß die Nutzungserwartung des Mehrscheiben-Isolierglases durch die Enthaftung an den Grenzflächen nicht beeinträchtigt wird, bestimmen die Wasserdampfdiffusion und die eingeschlossene Menge an Trocknungsmittel das Alterungsverhalten des Mehrscheiben-Isolierglases.

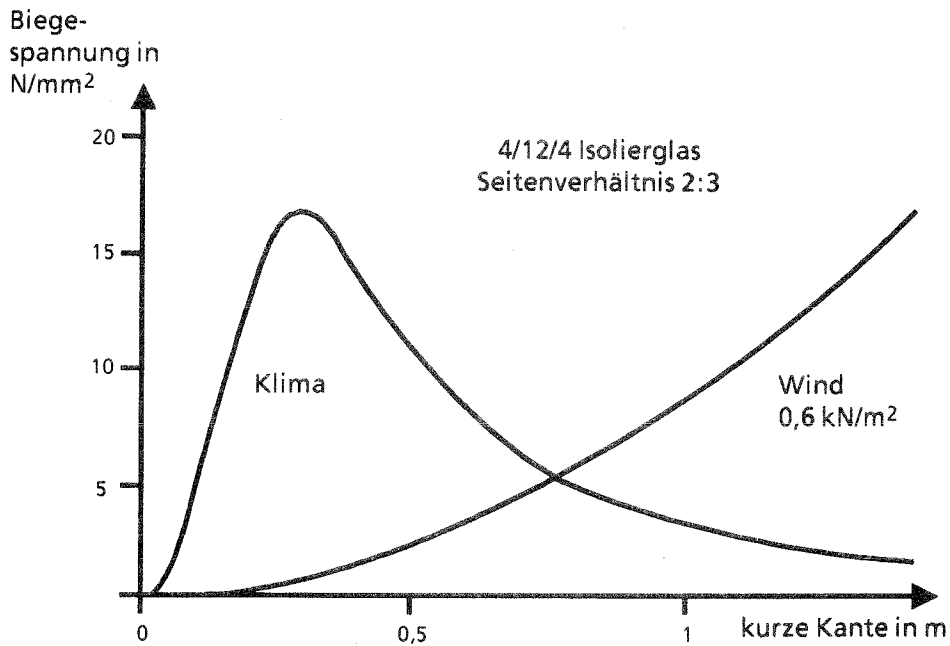
Aus praktischen Erfahrungen ist festzustellen, daß gelöste Grenzflächen (Randverbund zwischen Glas und Dichtstoff) die häufigste Ursache für Schäden an Mehrscheiben-Isolierglassystemen sind. Diese Schäden werden durch die Alterung des Dichtstoffes, die durch Feuchtigkeit und Lichteinwirkung beschleunigt wird, begünstigt. Eine Abschätzung der Nutzungserwartung aus diesen Einflüssen ist daher kaum möglich. Hier kann nur die Empfehlung gegeben werden, durch konstruktive Voraussetzungen und fachgerechte Verarbeitung die Belastung auf ein Minimum zu beschränken und ungünstige Scheibenformate sowie Scheibenzwischenräume zu vermeiden [20, 21].

#### 3.4.5 Scheibenzwischenraum, Scheibenformate, eingelegte Sprossen

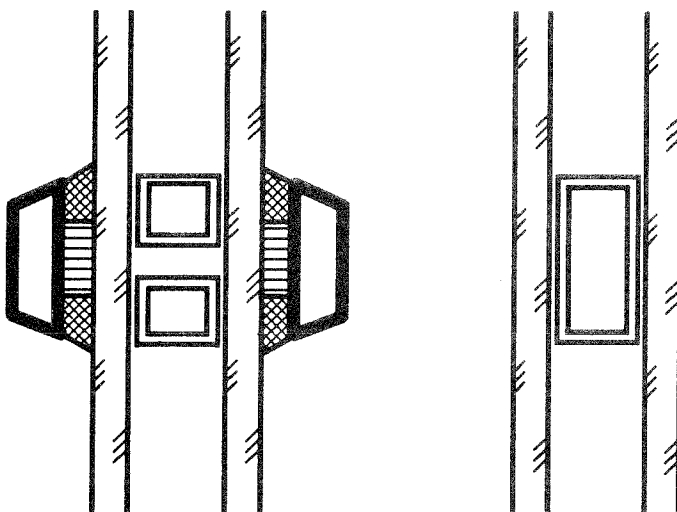
Das System Mehrscheiben-Isolierglas schließt ein Gasvolumen im Scheibenzwischenraum ein und verhindert einen Druckausgleich zwischen dem Scheibenzwischenraum und der Umgebung. Änderungen des Luftdruckes aus der Wetterlage, aus dem Unterschied zwischen Herstellhöhe und Einbauhöhe und Änderungen der Temperatur führen zu einer Zustandsänderung des eingeschlossenen Gases. Sie zeigt sich in einer Änderung der Druckdifferenz zwischen der eingeschlossenen Luft und der Umgebung und wirkt sich in einer Verformung der Glasflächen aus. Diese Einflüsse sind systembedingt und lassen sich teilweise in ihren Auswirkungen mindern, nicht aber vermeiden. Je nach Scheibenzwischenraum, Glasdicke und Aufbau können Verformungen über 2 mm je Scheibe auftreten. Die Klimaänderungen im Scheibenzwischenraum sind ferner abhängig vom Feuchtigkeitsgehalt der eingeschlossenen Luft und der Gasbindung durch das Trockenmittel. Aus den physikalischen Gesetzmäßigkeiten folgt, daß sich je nach Änderung der Umgebungsbedingungen die Planheit der Scheiben ändert und das Spiegelbild verzerrt. Bei kleinen Scheibenformaten ist wegen der relativ hohen Plattensteifigkeit das Absolutmaß der Verformung zwar gering, es tritt aber ein Anstieg der Biegespannung im Glas und eine Erhöhung der mechanischen Belastung des Randverbundes auf. Mit einer Vergrößerung des Scheibenzwischenraumes erhöhen sich diese Belastungen. Kleinformatige Scheiben, wie sie die heutige Architektur zum Teil wünscht, sind damit höher belastet als großformatige Scheiben. In ungünstigen Fällen kann es auch zum Glasbruch kommen. Bild 5 zeigt den Verlauf der Spannung in Glasmitte in Abhängigkeit der Kantenlänge.

Eine Möglichkeit, die durch Sprossenteilungen bedingten kleinen Scheiben zu vermeiden, ist das Aufkleben von Sprossen auf eine durchgehende große Mehrscheiben-Isolierglasscheibe. Um ein einheitliches Aussehen des Randes im Rahmen und im Sprossenbereich zu erhalten, werden häufig im Sprossenbereich zusätzlich Abstandhalter eingelegt (Bild 6). Wenn diese Abstandhalter in gleicher Dicke gewählt werden wie die Abstandhalter des Rahmens, wird die Situation nicht verbessert. Die Gefahr des Glasbruches ist auch dann gegeben.

Bei einer Scheibe von  $700 \times 500$  mm würde z.B. bei einer Unterteilung durch Sprossen erst eine Glasdicke von 6 mm das Bruchrisiko ausreichend mindern. Der Randverbund wird dabei allerdings mehr als doppelt so stark beansprucht. Glasbrüche an diesen Scheiben treten bevorzugt bei kaltem Hochdruckwetter auf. Derartig eingelegte Sprossen entsprechen starr eingespannten Systemen und sollten daher vermieden werden. Weniger Probleme ergeben sich, wenn als Sprossen Abstandhalterprofile ohne Dichtstoffvorlage eingesetzt werden, deren Dicke ca. 3 mm kleiner als der Scheibenzwischenraum (SZR) ist. Der resultierende Luftspalt läßt den Scheiben genügend Spielraum, um wie eine Glasscheibe ohne Sprossen zu wirken.



**Bild 5** Verlauf der Spannung in Glasmitte in Abhängigkeit der Länge der kurzen Kante



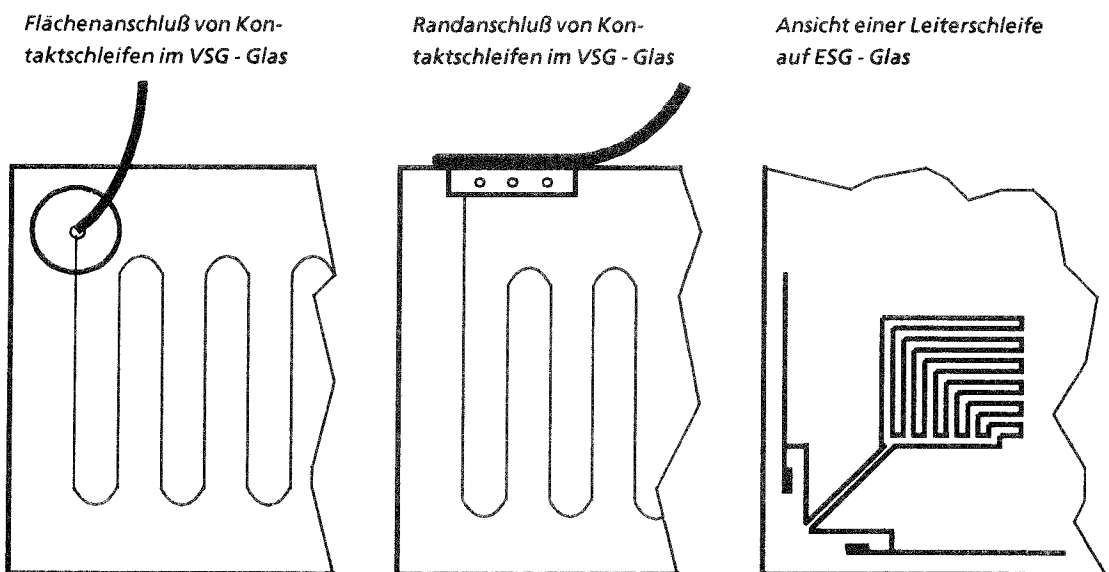
**Bild 6** Eingelegte und aufgeklebte Sprossen

### 3.4.6 Glas mit Sicherheitseigenschaften

Häufig ist es aus bauaufsichtlichen Gründen notwendig, Glas mit Sicherheitseigenschaften auszustatten. Tabelle 16 zeigt die Eigenschaften und Einsatzgebiete von Sicherheitsgläsern.

**Tabelle 16** Eigenschaften und Einsatzbereiche von Sicherheitsgläsern

| Glasart                    | Eigenschaften                          | Einsatzbereiche                                                                                                       |
|----------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ESG                        | Bei Bruch stumpfkantige Krümelbildung, | Brüstungsverglasungen ohne Absturzgefahr, Sportstätten, Brandschutz, Alarmgläser, Ganzglastüranlagen                  |
| VSG                        | Bei Bruch splitterbindend              | Überkopf-Verglasungen, Brüstungsverglasungen, Durchbruch-, Durchwurf- und Durchschußhemmung, Brandschutz, Alarmgläser |
| Glas mit Drahteinlage      | Bei Bruch splitterbindend              | Überkopf-Verglasungen, Brüstungsverglasungen, Durchbruch- und Durchwurfhemmung, Brandschutz                           |
| F- (T-) und G-Verglasungen | feuerhemmend                           | Fluchtwege, Treppenhäuser, Sportstätten                                                                               |



**Bild 7** Alarmgläser mit Kontaktschleife und Leitterschleife



### 3.5 Dichtstoffe

#### 3.5.1 Allgemeines

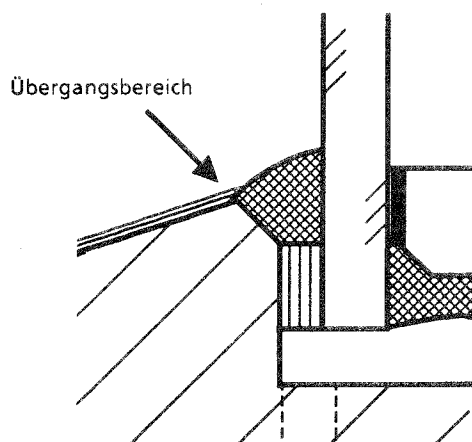
Dichtstoffe finden im Fensterbau Anwendung bei der Abdichtung der Verglasung und bei der Abdichtung des Fensters zum Baukörper. Dabei kommt dem Dichtstoff die Aufgabe zu, die konstruktiv geplanten Fugen am Stoß von Bauteilen und von Einzelteilen abzudichten. Diese Aufgabe kann der Dichtstoff nur übernehmen, wenn neben der Wahl des geeigneten Dichtstoffes auch die Konstruktion der Fugen und die Verarbeitung den Eigenschaften des Dichtstoffes angepaßt sind. Daraus leiten sich bestimmte Forderungen bzgl. Elastizität, Witterungsbeständigkeit, Chemikalienbeständigkeit, Haftvermögen, Mikroorganismenstabilität und Anstrichverträglichkeit ab. Diese Eigenschaften können in der Regel mittels genormter Prüfverfahren ermittelt werden. In der Tabelle 17 sind die im Fensterbau häufig eingesetzten Dichtstoffe in ihren Eigenschaften kurz beschrieben.

#### 3.5.2 Verträglichkeit von Dichtstoffen mit Anstrichen

Für die Lebensdauer des Holzfensters ist sowohl die Funktionstüchtigkeit des Dichtstoffes als auch die des Anstriches von großer Bedeutung. Zwischen beiden Werkstoffen können Wechselwirkungen auftreten, welche die Eigenschaften beeinträchtigen. Darüberhinaus können Verlaufsstörungen und Haftprobleme auftreten.

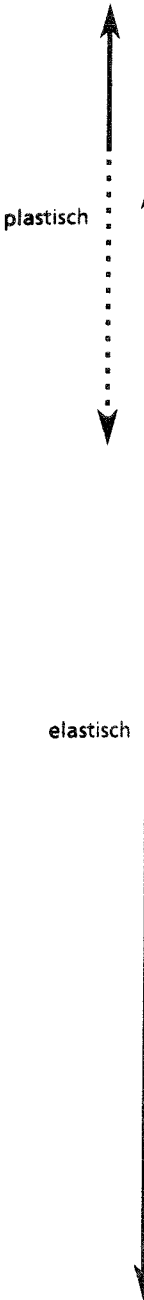
Elastische Dichtstoffe dürfen auch dann, wenn die Anstrichverträglichkeit nachgewiesen ist, nicht überstrichen werden, weil wegen der unterschiedlichen Elastizität von Anstrich und Dichtstoff Rißbildung im Anstrich erfolgt. Die Anstrichverträglichkeit muß aber für den Übergangsbereich Anstrich/Dichtstoff gegeben sein, um einen ausreichenden Schutz der Konstruktion zu gewährleisten (Bild 8).

Die Rohstoffbasis eines Dichtstoffes alleine läßt noch keine Rückschlüsse auf die Verträglichkeit mit Anstrichen zu, so daß eine Differenzierung durch Prüfung notwendig ist. Da die Verträglichkeit jedoch grundsätzlich gewährleistet sein muß, sollen Dichtstoffe und Anstriche einer Verträglichkeitsprüfung (siehe Anhang) unterworfen werden. Die Notwendigkeit der Überprüfung der Verträglichkeit und der Haftung von Dichtstoffen auf dem Anstrich ergibt sich insbesondere bei der Verwendung wasserverdünnbarer Anstrichsysteme [22, 23, 24].



**Bild 8** Übergangsbereich zwischen Anstrich und Dichtstoff

Tabelle 17 Eigenschaften und Anwendungseinschränkungen von Dichtstoffen

| Dichtstoffe und ihre Eigenschaften                                                 |                               |                                                          |                         |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eigenschaft                                                                        | Dichtstoff                    | Reaktion                                                 | Temperaturbeständigkeit | Bewegungsaufnahme in % der Fugenbreite | Anwendungseinschränkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| härtend                                                                            | Leinölkitt                    | Oxidation                                                | -10 bis + 35° C         | 0 bis 1 %                              | nur für Einfachverglasung mit einer längsten Seite von 80 cm                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|  | mod. Kitte auf Alkydharzbasis | Hautbildung durch Oxidation                              | -20 bis + 70° C         | 3 bis 5 %                              | nicht geeignet für die Abdichtung von Polycarbonat und Polyacrylatgläsern;                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                    | Butyle                        | Abdunsten von Lösungsmitteln                             |                         |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                    | Acrylate                      | Abdunsten von Lösungsmitteln;<br>Abdunsten von Wasser    | -20 bis + 80° C         | 8 bis 15 %                             | schlagregenempfindlich bis zur Hautbildung (Auswaschungen); bedingt geeignet für Abdichtung auf Glas oder glasierten Oberflächen sowie ständig wasserbelasteten Fugen; großer Volumenschwund; keine Verarbeitung bei regnerischem Wetter; Verarbeitungstemperatur: -10 bis + 30° C;                                                                |
|                                                                                    | Lösungsmittel-acrylate        |                                                          |                         |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                    | Dispersions-acrylate          |                                                          |                         |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                    | Polyurethane                  | Vernetzen mit Luftfeuchtigkeit oder mit freiem Isocyanat | -30 bis + 70° C         | 15 bis 25 %                            | bedingt geeignet für die Glasabdichtung; dürfen nicht überstrichen werden; Anstrichverträglichkeit muß überprüft werden;                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                    | 1-K Polyurethane              |                                                          |                         |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                    | 2-K Polyurethane              | chemische Reaktion                                       |                         |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                    | Polysulfide                   | Vernetzen mit Luftfeuchtigkeit                           | -30 bis + 80° C         | 15 bis 25 %                            | bedingt geeignet für die Abdichtung von Polycarbonat und Polyacrylatgläsern; dürfen nicht überstrichen werden; Anstrichverträglichkeit muß überprüft werden;                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                    | 1-K Polysulfide               |                                                          |                         |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                    | 2-K Polysulfide               | Reaktion mit Oxidationsmitteln                           |                         |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                    | Silikone                      | Vernetzen mit Luftfeuchtigkeit                           | -50 bis + 150° C        | 15 bis 25 %                            | Verlauf und Haftung eines nachfolgenden Anstriches können gestört werden; Zinkblech, Eisen, Stahl, Blei sowie Kupfer und Messing können unter dem Einfluß von Essigsäure korrodieren; dürfen nicht überstrichen werden; Anstrichverträglichkeit muß überprüft werden; bedingt geeignet für die Abdichtung von Polycarbonat und Polyacrylatgläsern; |
|                                                                                    | sauer                         |                                                          |                         |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                    | basisch                       |                                                          |                         |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                    | neutral                       |                                                          |                         |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### 3.6 Dichtprofile

#### 3.6.1 Allgemeines

Die Gebrauchstauglichkeit von Dichtprofilen wird durch die Form und die Eigenschaften des Materials bestimmt. Dichtprofile müssen deshalb unter Berücksichtigung der Anforderungen, des Profilwerkstoffes und der Profilgeometrie - bezüglich der Profilanordnung in der Konstruktion - konstruiert werden.

Eine Änderung des Materials kann, z.B. auch bei gleichbleibender Form des Profils, die Funktion nachhaltig beeinflussen.

Bedeutung für die Wirkungsweise der Abdichtung hat auch die Ausführung der Eckverbindung. Während Plastomere wie z.B. PVC-weich durch Schweißen zu Rahmen verbunden werden können, müssen Elastomere wie EPDM durch Vulkanisation oder durch Kleben miteinander verbunden werden. Bei allen Verfahren muß auf eine sorgfältige Verbindung geachtet werden, d.h. daß die einzelnen Dichtlippen nicht versetzt und in ihrer Wirkungsweise nicht eingeschränkt sein dürfen.

Bei Verklebungen der Dichtprofile muß der eingesetzte Klebstoff die gleichen elastischen Eigenschaften aufweisen wie der Dichtprofilwerkstoff.

**Tabelle 18** Werkstoffe für Dichtprofile und ihre Eigenschaften

|                          | SI              | CR             | EPDM            | Weich-PVC      |
|--------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Temperaturbeständigkeit  | -60 bis + 200°C | -30 bis + 70°C | -50 bis + 90°C  | -10 bis + 40°C |
| Elastizität *            | sehr gut        | gut            | gut             | gut            |
| Rückstellvermögen *      | sehr gut        | mittel bis gut | gut             | mittel         |
| Alterungsbeständigkeit * | sehr gut        | sehr gut       | gut             | ausreichend    |
| UV-beständig *           | sehr gut        | gut            | sehr gut        | schlecht       |
| schweißbar               | nein            | nein           | nein            | ja             |
| klebbar                  | ja              | ja             | ja              | ja             |
| vulkanisierbar           | ja              | ja             | ja              | nein           |
| einfärbbar               | ja              | nein           | bedingt möglich | ja             |

\* Die Bewertung ist als Grob-Hinweis zu sehen, da die Eigenschaften sehr stark von der Qualität des eingesetzten Werkstoffes abhängen.

SI: Silikonkautschuk  
 CR: Chloroprenkautschuk  
 EPDM: Ethylen-Propylen-Terpolymer-Kautschuk  
 PVC: Polyvinylchlorid

### 3.6.2 Verträglichkeit von Dichtprofilen mit Anstrichen

Dichtprofile dürfen nicht überstrichen werden, da sonst die Gefahr besteht, daß die Profile verkleben und eine Weichmacherwanderung eintritt. Durch Verklebung und Versprödung verlieren die Profile an Elastizität und sind damit in ihrer Funktion gestört. Weiter können folgende Probleme auftreten:

- Verfärbungen,
- Verklebungen der Dichtprofile mit dem Anstrich und
- Wiedererweichung von Anstrichsystemen.

Um Wechselwirkungen zwischen Dichtprofilen und Anstrichen auf Bauteilen zu überprüfen, wurde eine Methode zur Prüfung der Verträglichkeit von Dichtprofilen mit Anstrichen auf Holz entwickelt, die in einer Richtlinie - herausgegeben vom Institut für Fenstertechnik e.V., Rosenheim - zusammengefaßt ist (siehe Anlage).

Nach vorliegenden Versuchsergebnissen ist die Gefahr von ungünstigen Wechselwirkungen bei Anstrichsystemen auf Alkydharz-Basis in Verbindung mit Dichtprofilen aus Silikon, Chloroprenkautschuk und EPDM geringer als bei wasserverdünnbaren Anstrichen und PVC-Profilen [25].

## 3.7 Beschläge

### 3.7.1 Allgemeines

In den letzten zwanzig Jahren ist die Konstruktion des Fensters wesentlich von der Entwicklung der Beschläge mit beeinflußt worden. Die Beschläge wurden dabei teilweise so kompliziert, daß sie nicht mehr benutzerfreundlich waren. Erfreulicherweise ist heute wieder eine Tendenz zum einfacheren Beschlag festzustellen. Dies muß auch bei der Planung und Ausschreibung berücksichtigt werden. Die Erfaßbarkeit des Bedienungsablaufes und die Sicherheit bei der Bedienung sollten Gesichtspunkte bei der Ausschreibung sein.

Allgemeine Hinweise für das Anbringen von Beschlägen zum Öffnen und Schließen von Fenstern sind in der VOB DIN 18 357 „Beschlagarbeiten“ aufgeführt. Darin wird eine leichte und unfallsichere Bedienung gefordert.

Desweiteren müssen die Richtlinien für Schulbauten, die von Land zu Land unterschiedlich sind, die DIN 58 125 „Schulbau; Bautechnische Anforderungen zur Verhütung von Unfällen“ sowie die Einbauvorschriften der Beschlaghersteller beachtet werden.

### 3.7.2 Werkstoffe für Beschläge

Beschlagteile werden in der Regel aus:

- Stahl,
- Zinkdruckguß,
- Aluminium
- Messing und
- Kunststoff

hergestellt. Bei Verwendung verschiedener Metalle ist darauf zu achten, daß keine Kontaktkorrosion auftritt. Bei verzinktem Stahlblech ist Korrosion in Verbindung mit Messing, nicht säurefreien Schmiermitteln und essigvernetzenden Silikonem möglich.

In den RAL - Güte- und Prüfbestimmungen für Drehkippschläge ist für rostende Teile ein Oberflächenschutz nach DIN 50 961 und DIN 50 941 gefordert. Die Schichtdicke bei verzinkten Teilen soll im Mittel 10 µm, mindestens jedoch 6 µm betragen [26].

Für den Einbau in Feuchträumen besteht die Notwendigkeit, Beschläge nach dem jeweiligen Verwendungszweck ausreichend gegen Korrosion zu schützen.

### 3.7.3 Beschlagsysteme

Die für die unterschiedlichen Öffnungsarten angebotenen Beschlagsysteme werden in der Regel aus verschiedenen Baugruppen zusammengestellt. Damit besteht die Möglichkeit, in Abhängigkeit der Beanspruchung z.B. aus dem Gewicht oder dem Flügelformat verstärkte Ecklager oder größere Scheren einzusetzen.

### 3.7.4 Tragfähigkeit von Beschlägen

Neben den Angaben der Beschlaghersteller über die zulässige Belastung der Beschläge sollten für Drehkippschläge die Angaben der Tabelle 19, die den Güte- und Prüfbestimmungen für Drehkippschläge entnommen ist, beachtet werden.

Nach den Vereinbarungen in den RAL-Güte- und Prüfbestimmungen wird die Tragfähigkeit eines Drehkippschlages unter Angabe der größten Flügelabmessung in Abhängigkeit des zulässigen Flügelgewichtes angegeben.

**Tabelle 19** Klasseneinteilung zur Prüfung der Tragfähigkeit von Drehkippschlägen

| Prüfklasse und Bezeichnung der Beschläge | Prüfformat (Flügelfalzmaß) Breite x Höhe | Prüfgewicht [kg] = max Flügelgewicht | Mindestanzahl der Schließstellen* |
|------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| F 1                                      | 1200 x 1000                              | 50                                   | 5                                 |
| F 2                                      | 1400 x 1200                              | 80                                   | 7                                 |
| F 3                                      | 1550 x 1400                              | 100                                  | 7                                 |
| F 4                                      | 1550 x 1400                              | 130                                  | 7                                 |
| T 1                                      | 900 x 2300                               | 100                                  | 7                                 |
| T 2                                      | 900 x 2300                               | 130                                  | 7                                 |

\* Überschreiten die Prüfgewichte der Prüflinge bei gleichem Prüfformat die in Tabelle 1 angegebenen Werte und /oder weicht die Anzahl der Schließstellen ab, so erfolgt eine Einstufung in eine Prüfsonderklasse mit den Bezeichnungen SF 1 bis SF 4 und ST 1 und ST 2 analog den Normalprüfklassen. Ein Abweichen der Prüfgewichte bei den Sonderklassen erfolgt in Stufensprüngen von 10 kg.

Bei den Prüfsonderklassen wird deshalb im Prüfprotokoll das tatsächliche Prüfgewicht sowie die Anzahl der Schließstellen und das Verschlussschema vermerkt.

Die Ausstellschere bei gütegeprüften Drehkippschlägen muß ein Absacken des Fenster- bzw. Fenstertürflügels sicher verhindern. Erfüllt die Ausstellschere diese Anforderung nicht, muß eine Fehlbedienungsicherung eingebaut werden.

Das Ecklager muß den Fenster- bzw. Fenstertürflügel bei jeder Bedienungsstellung sicher führen. Diese Führung muß auch erhalten bleiben, wenn der Flügel fehlbedient wird oder durch eine Windböe plötzlich aufgestoßen wird.

Das Gewicht des Flügels wird im wesentlichen vom Glas bestimmt, das mit  $2,5 \text{ kg/m}^2$  je mm Scheibendicke leicht abzuschätzen ist.

### 3.7.5 Einstellmöglichkeiten von Beschlägen

Die Anforderungen, die an das Fenster gestellt werden, wie z.B. ausreichende Fugendichtigkeit, Wärmeschutz, Schallschutz, leichte Bedienbarkeit, können nur dann erfüllt werden, wenn der Flügel vom Beschlag - auch auf Dauer - sicher geführt wird. Im Rahmen der Instandhaltung muß deshalb für bestimmte Beschlagteile ein Nachstellen möglich sein. Aus diesen Überlegungen wurden Nachstellmöglichkeiten bei Scheren, Ecklagern und Verriegelungszapfen vorgesehen. Diese Möglichkeiten sollten aber nicht durch eine ungenaue Fertigung ausgeschöpft werden.

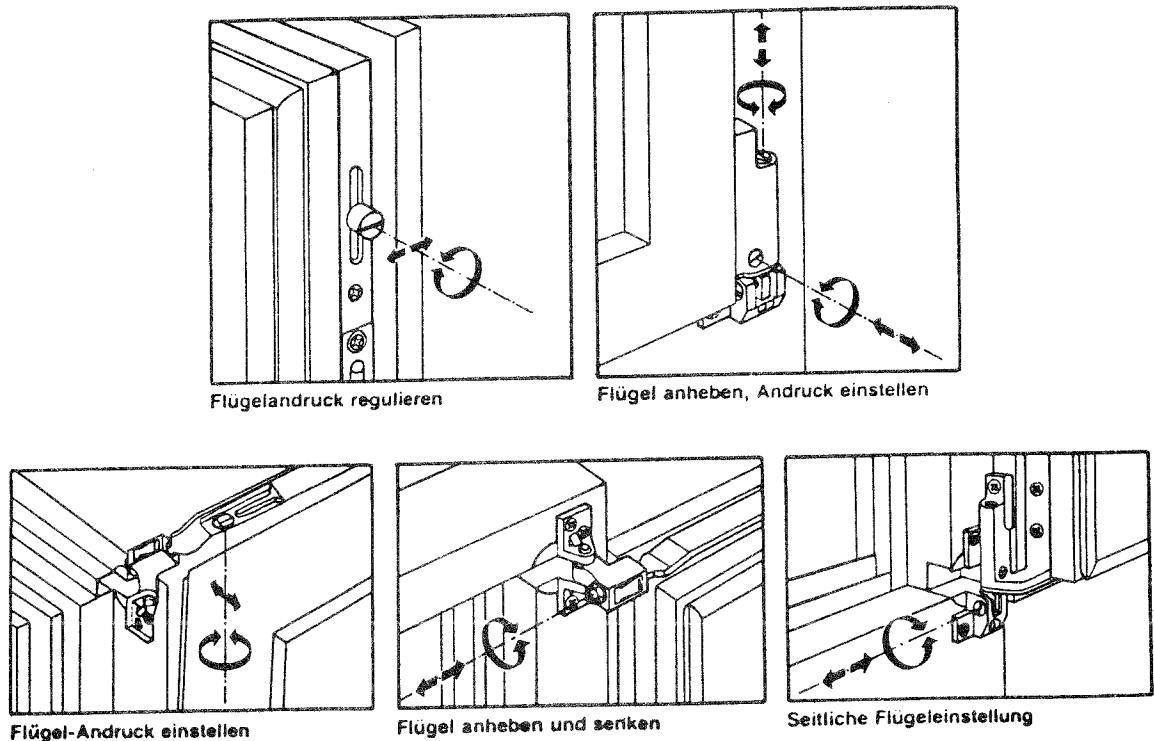


Bild 9 Einstellmöglichkeiten an Beschlägen für Holzfenster

### 3.7.6 Sicherungseinrichtungen

**Tabelle 20** Sicherungseinrichtungen (\* nach Angaben der Beschlaghersteller)

| Öffnungsart           | Sicherungs-<br>einrichtungen *                              | Wirkung                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dreh-;<br>Drehkipp    | Fehlbedienungs-<br>sperre                                   | Bei Aluminium-Fenstern ist eine Fehlbedienungssperre gefordert (VOB DIN 18 360 Metallbauarbeiten).<br>Bei Holz- und Kunststoff-Fenstern wird als Sicherung eine Schere mit Dreipunktlagerung eingebaut.<br><br>Der Flügel sollte gegen Fehlbedienung und gegen Ausheben in Kippstellung gesichert sein. |
|                       | Öffnungs-<br>begrenzung                                     | Dient der Vermeidung von Verletzungen durch Flügel, die in den Raum ragen (z.B. ungünstige Höhe für Kinder). Führt zu hohen Belastungen der Beschläge!                                                                                                                                                  |
|                       | Dreh Sperren und<br>Schlösser                               | Verhinderung von Absturz über Fenster, Einstieghemmung.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Kipp/Klapp            | Zusatzscheren                                               | Zur Entlastung von Beschlägen und zur zusätzlichen Sicherung, insbesondere zur Reinigung                                                                                                                                                                                                                |
| Wende                 | Öffnungs-<br>begrenzung                                     | Zur Vermeidung von Stößen gegen Sonnenschutz oder Vorhänge                                                                                                                                                                                                                                              |
| Schwing               | Öffnungs-<br>begrenzung<br>Öffnungssperren<br>und Schlösser | Zur Verhinderung von in den Raum ragenden Flügeln.<br>Verhinderung von Absturz über Fenster; Einstieghemmung                                                                                                                                                                                            |
| Schiebe<br>vertikal   | Stopvorrichtung                                             | Zur Vermeidung des plötzlichen Herabfallens von Flügeln                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Schiebe<br>horizontal | Stopvorrichtung<br><br>Öffnungssperren<br>und Schlösser     | Zur Vermeidung von plötzlichem Schließen (Stoß- und Quetschverletzungen).<br>Verhinderung von Absturz über Fenster; Einstieghemmung                                                                                                                                                                     |

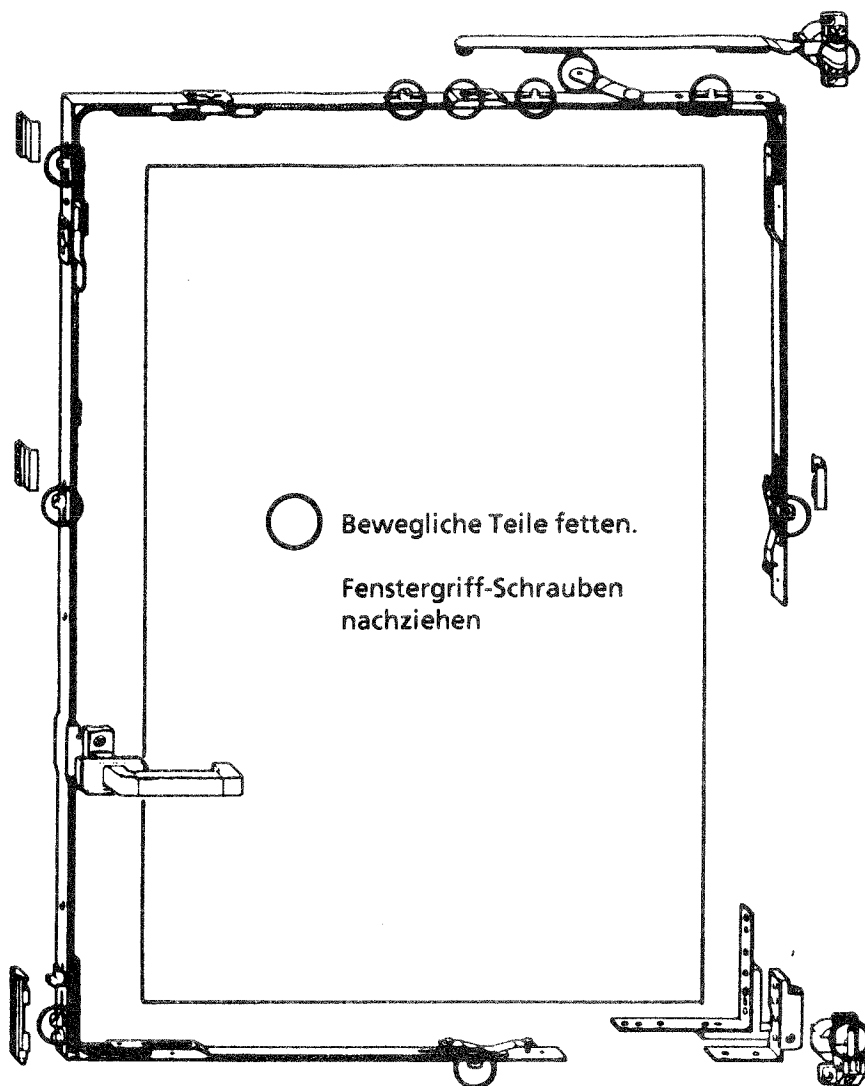
Anforderungs- und Prüfrichtlinien für die Einbruchhemmung sind in Vorbereitung. Bei der Bewertung der Einbruchhemmung muß neben dem Beschlag auch das Glas und der Rahmen beachtet werden.

### 3.7.7 Instandhaltung von Beschlägen

Bei der Bauabnahme sollte auf die richtige Einstellung der Beschläge nach Angaben der Hersteller geachtet werden. Aber auch bei genauer Einstellung der Beschläge im Neuzustand und bei sorgfältiger Bedienung des Fensters durch den Benutzer ist mit der Instandhaltung des Fensters auch eine regelmäßige Wartung der Beschläge unumgänglich. Alle beweglichen Beschlagteile sollten mit nichtharzen- den Fetten leichtgängig gehalten werden. Falls erforderlich sollten Beschläge, wenn es möglich ist, nachgestellt werden, um die Funktionstüchtigkeit des Fensters zu erhalten.

Diese Wartung soll bei normaler Nutzung im allgemeinen Wohnungsbau und Verwaltungsbau einmal und im Schulhausbau zweimal im Jahr durchgeführt werden. Dabei soll auch der allgemeine Zustand der Beschläge überprüft werden.

Bei Renovierungsanstrichen muß darauf geachtet werden, daß die Beschläge nicht überstrichen werden. Ein Überstreichen kann zum Verkleben der beweglichen Beschlagteile und damit zu einer Funktionsminderung und zu einer Beschädigung des Beschlagsystems führen.



**Bild 10** Bewegliche Stellen zur Instandhaltung eines Dreh-Kipp-Beschlages



### 3.8. Wetterschutzschienen und Fensterbänke

#### 3.8.1 Wetterschutzschienen bei Holzfenstern

Wetterschutzschienen haben die Aufgabe, anfallendes Regenwasser zu sammeln und kontrolliert vor der Dichtungsebene abzuführen.

Entwässerungsöffnungen in Wetterschutzschienen sollen einen Mindestquerschnitt von  $5 \times 20$  mm haben, wobei der Abstand der Öffnungen untereinander 30 cm nicht überschreiten darf. Die Breite „a“ der Wassersammelkammer der Wetterschutzschiene wirkt sich auf die Schlagregendichtheit eines Fensters aus (siehe Abschnitt 5.4.3). Die Befestigung der Wetterschutzschienen erfolgt mittels einer Verschraubung oder mittels eines Klemmsteiges, der in eine Nut eingeschlagen wird (Bild 11). Bei der Befestigung mit Schrauben sind entweder Schrauben aus Aluminium oder aus nichtrostendem Stahl zu verwenden. Wenn die Verschraubung in der Wassersammelkammer erfolgt, müssen die Schraubenlöcher abgedichtet werden.

Eine seitliche Abdichtung der Wetterschutzschiene zum Blendrahmen ist erforderlich und kann durch Kunststoff-Endkappen oder mit Dichtstoffen erfolgen. Bei Kunststoff-Endkappen kann je nach Ausbildung und Paßgenauigkeit eine zusätzliche Abdichtung mit Dichtstoff erforderlich sein. Durch die Endkappen darf ablaufendes Wasser nicht an die Falzdichtung geleitet werden.

Die weitere Abdeckung des Blendrahmens ist nur dann gerechtfertigt, wenn mit hohen mechanischen Beanspruchungen zu rechnen ist, z.B. an Fenstertüren. Die Verwendung der Wetterschutzschiene oder sonstiger Metallprofile als äußerer Glasfalzanschlag ist nicht zu empfehlen.

Wetterschutzschienen werden aus Aluminium hergestellt und meist zum Schutz der Oberfläche und aus optischen Gründen eloxiert. Teilweise werden zum farblichen Angleich an den Rahmen auch nachträglich Zusatzprofile angebracht.

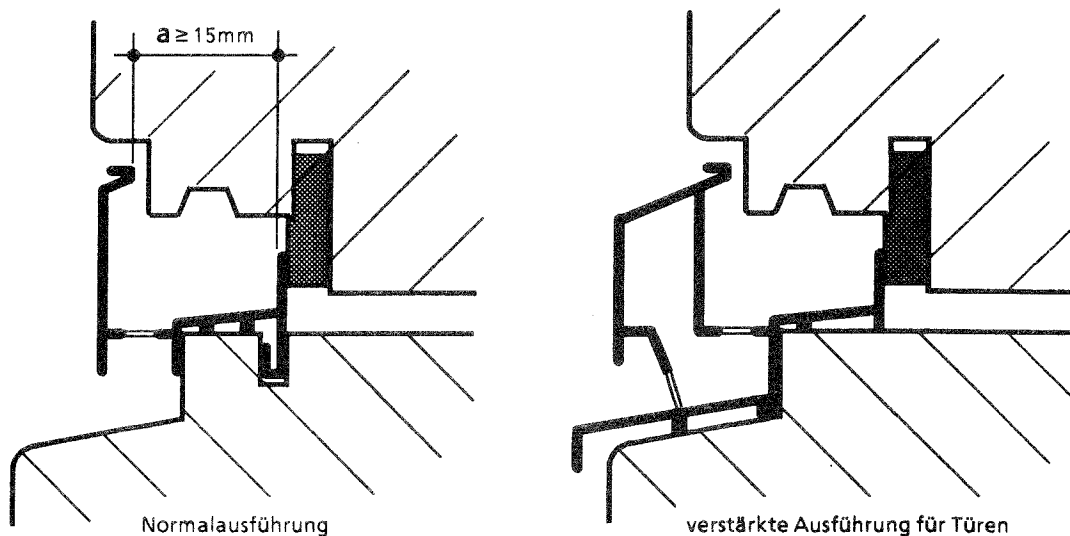


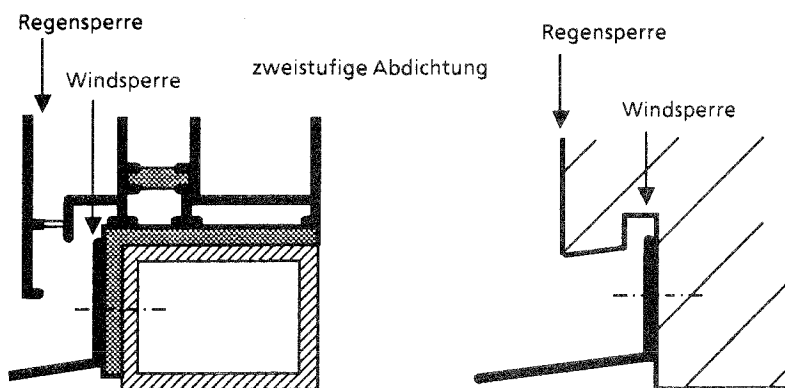
Bild 11 Wetterschutzschienen

### 3.8.2 Fensterbänke

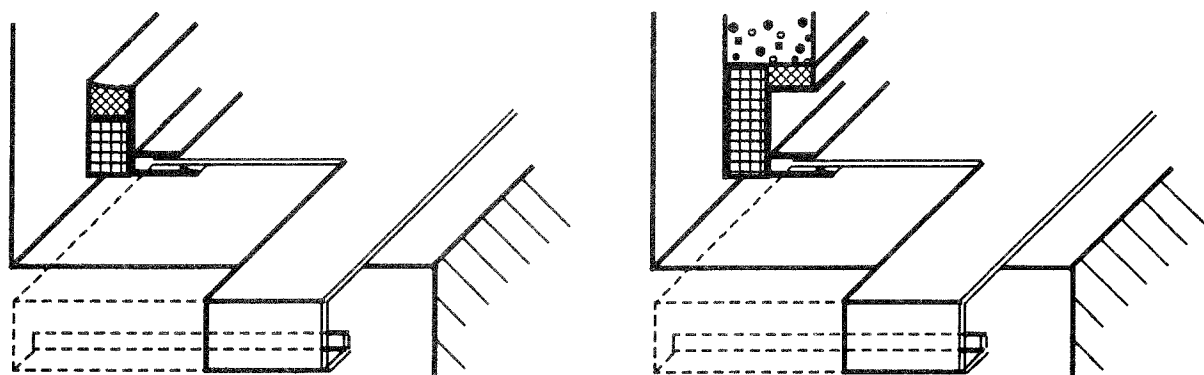
Außere Fensterbänke haben die Aufgabe, anfallendes Wasser vom Fenster über die Fassadenkante hinaus nach unten abzuleiten. Außenfensterbänke können aus Formteilen z.B. Stein, Keramikplatten oder Beton, aus Metallblechen z.B. Zinkblech, Aluminiumblech oder Kupferblech und aus Materialkombinationen wie z.B. Blech-Beton oder Blech-Schaum hergestellt werden. Die häufigsten Ausführungen sind Aluminiumfensterbänke, die entweder farblich beschichtet oder eloxiert sind. Der Überstand der Fensterbänke über die Fassadenfläche muß mindestens 3 cm betragen, damit das Wasser vor der Fassade abtropfen kann. Im Anschluß zum Fenster soll zur Minderung des Wassereintrittes eine zweistufige Abdichtung angestrebt werden. Kritische Punkte sind auch die seitlichen Anschlüsse der Fensterbänke. Sie sollen mit einem Anschlußprofil hergestellt werden, damit eine funktionsfähige Abdichtung zum Ausgleich der temperaturbedingten Längenänderungen möglich ist. Diese Forderung gilt auch für Putzfassaden, wobei die geringere Belastbarkeit des Putzes auf Zug beachtet werden muß (Bild 12).

Dehnstöße in der Fensterbank müssen mindestens alle 2,5 m vorhanden sein. Für die Verschraubung zum Fenster müssen Längsschlitze angebracht sein. Bei Ausladungen von  $\geq 150$  mm sind zusätzliche Halter anzuordnen, um die Lage und Steifigkeit der Fensterbank zu gewährleisten. Bei breiten Metallfensterbänken ist zu empfehlen, die Unterseite mit einem Antidröhnmaterial zu beschichten, um die Geräuschbelästigung bei Regen zu mildern.

Die Oberfläche der Fensterbänke sollte gegen Verunreinigungen und Beschädigungen beim Einbau, z.B. durch Putzreste, mit einer (selbstklebenden) Folie geschützt sein, die nach der Fertigstellung der Außenfassade entfernt wird.



Beispiel für einen Anschluß der Aluminiumfensterbank an ein Aluminiumfenster und ein Holzfenster



Beispiele für seitliche Abschlüsse von Aluminiumfensterbänken

**Bild 12** Fensterbankanschlüsse

## 4. Fensterarten und Fenstersysteme

### 4.1 Fensterarten

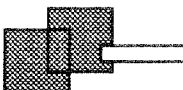
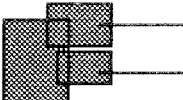
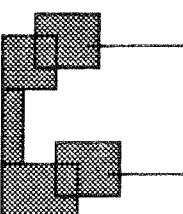
In einer Grobgliederung kann unterschieden werden in:

- Einfachfenster,
- Verbundfenster,
- Kastenfenster.

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine schematische Darstellung dieser Fensterarten mit Angabe der besonderen Eigenschaften und Einsatzgebiete.

Einfach-, Verbund- und Kastenfenster werden aus allen üblichen Rahmenwerkstoffen hergestellt.

**Tabelle 21** Schematische Darstellung der Fensterarten

| Fensterart                                                                                                   | besondere Eigenschaften                    | Einsatzgebiet                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Einfachfenster</b><br>   | Standardausführung                         | ohne Einschränkung möglich    |
| <b>Verbundfenster</b><br> | Sprossen, erhöhter Wärme- und Schallschutz | Dreh-, Drehkipp-, Kippfenster |
| <b>Kastenfenster</b><br>  | erhöhter Schallschutz, Sprossen            | Drehfenster                   |

### 4.2 Aluminiumfenstersysteme

#### 4.2.1 Allgemeine Beschreibung

Aluminiumfenster werden z. Zt. aus ungedämmten Profilen und aus Profilen mit thermischer Trennung angeboten. Die thermisch getrennten Profile werden als Aluminium-Kunststoff-Verbundprofile bezeichnet.

Ungedämmte Profile sind einteilige stranggepreßte Profile, während Verbundprofile aus einer äußeren und einer inneren Aluminiumschale mit einer dazwischenliegenden thermischen Trennung bestehen, die als Steg- bzw. Hartschaumverbindung ausgebildet sein kann. Die Kriterien zur Bewertung dieser Systeme sind der k-Wert und die mechanischen Eigenschaften des Verbundes.

Bei Verwendung ungedämmter Aluminium-Profile für Fenster ist auch bei normalem Raumklima mit verstärkter Tauwasserbildung zu rechnen. Sie kann nur durch entsprechende Luftführung im Bereich der Fenster gemindert werden. Aber auch bei Aluminium-Kunststoff-Verbundprofilen kann Tauwasserfreiheit nicht garantiert werden.

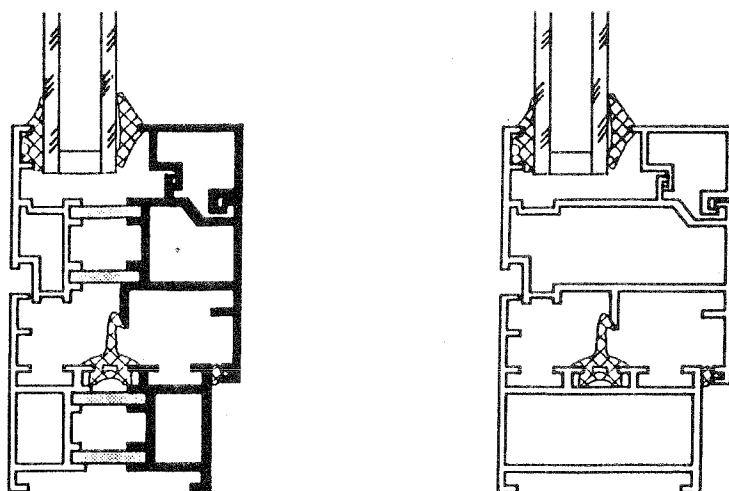


Bild 13 Wärmegedämmtes und ungedämmtes Fensterprofil

Eine weiteres Aluminiumfenstersystem, bei dem die thermischen Eigenschaften verbessert werden, ist das „Integrierte Flügel-Rahmen-Profil“. Dabei ist der Flügelrahmen auf der Außenseite vom Blendrahmen überdeckt. Mit dieser Konstruktion werden schmale Ansichtsbreiten erreicht.

Die Rahmentteile sind entweder mechanisch verbunden oder verschweißt. Beide Verbindungsarten können die Forderung nach ausreichender mechanischer Festigkeit und Dichtheit gegen Wasser erfüllen. Die Eckverbindung wird in der Regel als Gehrungsschnitt, die Pfosten- und Riegelverbindung als stumpfer Stoß ausgeführt.

Die mechanische Festigkeit der Verbindung wird durch

- Eckwinkel bei Gehrungsschnitt bzw.
- T-Verbinder bei stumpfem Stoß

hergestellt. Diese Verbindungselemente werden in die Profile geschraubt, genietet oder gesickt. Eine zusätzliche Verklebung übernimmt vorrangig Aufgaben der Abdichtung. Bereiche der Eckverbindungen, in denen keine Verbinder vorhanden sind, müssen für eine ausreichende Abdichtung hinterlegt werden; hierzu zählt z.B. der Falzbereich.

Wegen unvermeidbarer Toleranzen in den Profilen kann ein Versatz am Stoß der Profile auftreten. Grenzwerte sind in den Güte- und Prüfbestimmungen RAL-RG 636/1 der "Gütegemeinschaft Aluminiumfenster e.V." enthalten [27].

#### 4.2.2 Beschlagbefestigung bei Aluminiumfenstern

Die Befestigung der Beschlagteile in Aluminiumprofilen erfolgt entweder durch Aufklebmen oder Verschrauben. Bei starker Beanspruchung werden Beschlagteile wie Ecklager, Bänder und Scherenlager verschraubt. Bei geringen Wanddicken der Profile und bei großen Belastungen kann z.B. die Verwendung von Blindmuttern notwendig werden.

Die Beschläge für Aluminiumfenster sind nicht frei wählbar, sondern müssen aus den vom Systemhersteller genannten Produkten ausgewählt werden. Die jeweils geeigneten Beschläge sind in der Systembeschreibung aufgeführt.

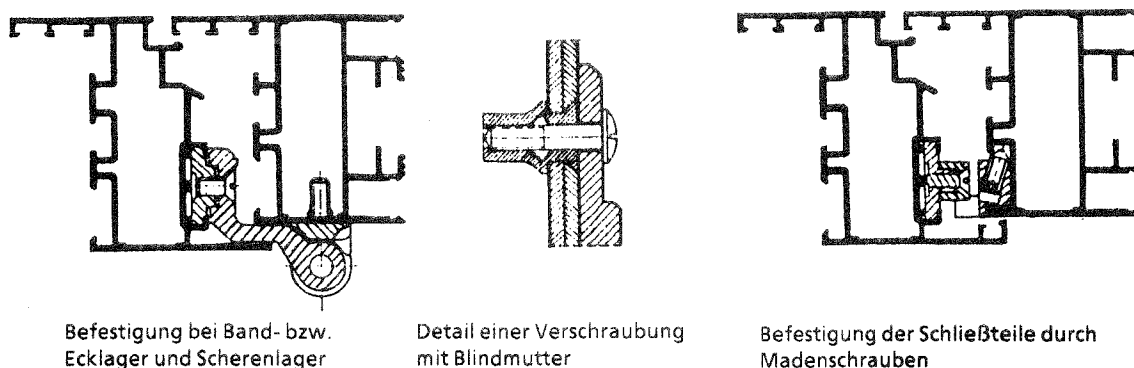


Bild 14 Beschlagbefestigung bei Aluminiumfenstern

#### 4.2.3 Verglasung von Aluminiumfenstern

Die Verglasung von Aluminiumfenstern kann sowohl mit Dichtstoffen als auch mit Dichtprofilen ausgeführt werden. Mehrscheiben-Isolierglas darf nach den Einbau-richtlinien der Hersteller nur mit dichtstofffreiem Falzraum eingebaut werden. Der Einbau mit dichtstofffreiem Falzraum empfiehlt sich auch bei Einfachglas. Bei dichtstofffreiem Falzraum müssen Dampfdruckausgleichsöffnungen vorhanden sein, die einen Luftfeuchtigkeitsausgleich mit dem Außenklima ermöglichen.

Bei der Verglasung mit Dichtprofilen erfolgt der Ausgleich unterschiedlicher Glasdicken über die Glashalteleiste und das raumseitige Dichtprofil, welches zugleich Toleranzen überbrücken muß. Die Systemhersteller bieten deshalb Profile unterschiedlicher Dicke an.

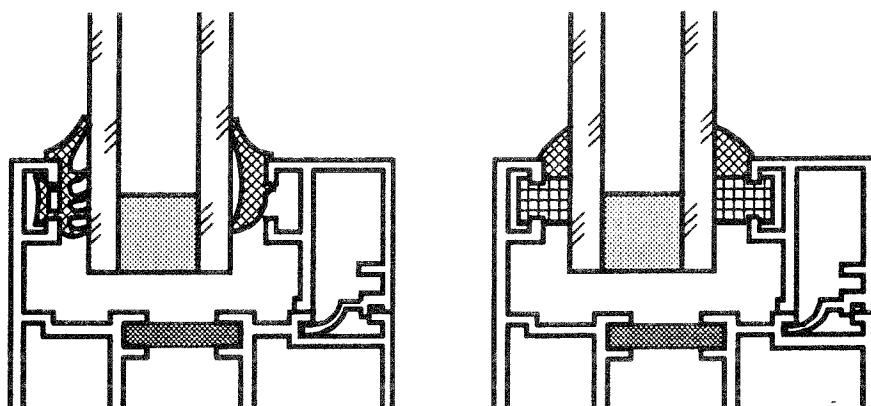


Bild 15 Verglasung von Aluminiumfenstern mit Dichtprofilen bzw. mit Dichtstoffen

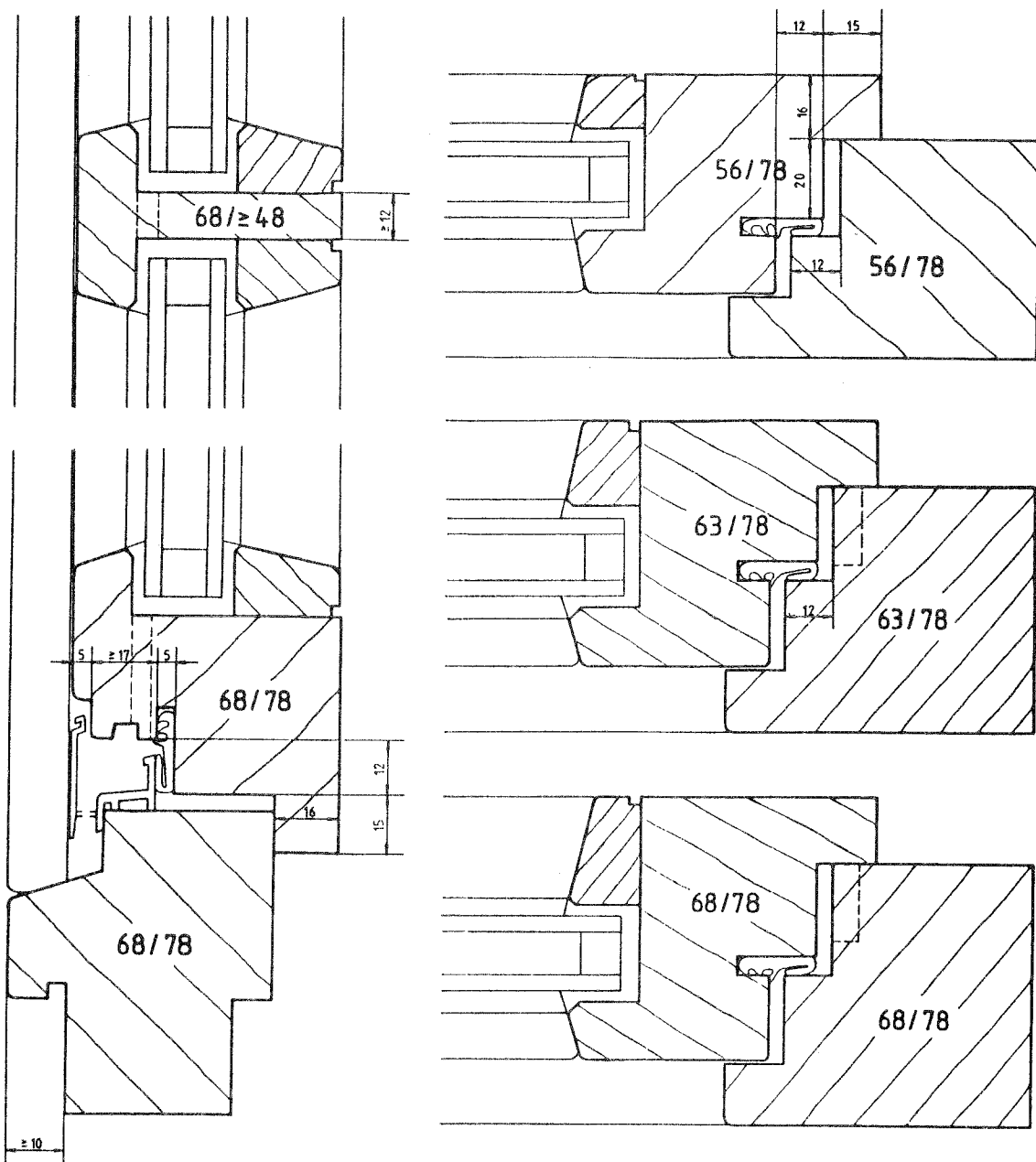
### 4.3 Holzfenstersysteme

#### 4.3.1 Allgemeine Beschreibung

Hinweise für die Profilausbildung bei Holzfenstern befinden sich in DIN 68 121 und DIN 18 361. DIN 68 121 ist in ihrem Anwendungsbereich zwar begrenzt auf nach innen aufgehende Dreh-, Drehkipp- und Kippfenster, sie gibt aber mit den Angaben über Profilneigung, Kantenrundung und dergleichen Hinweise für die Konstruktion anderer Öffnungsarten.

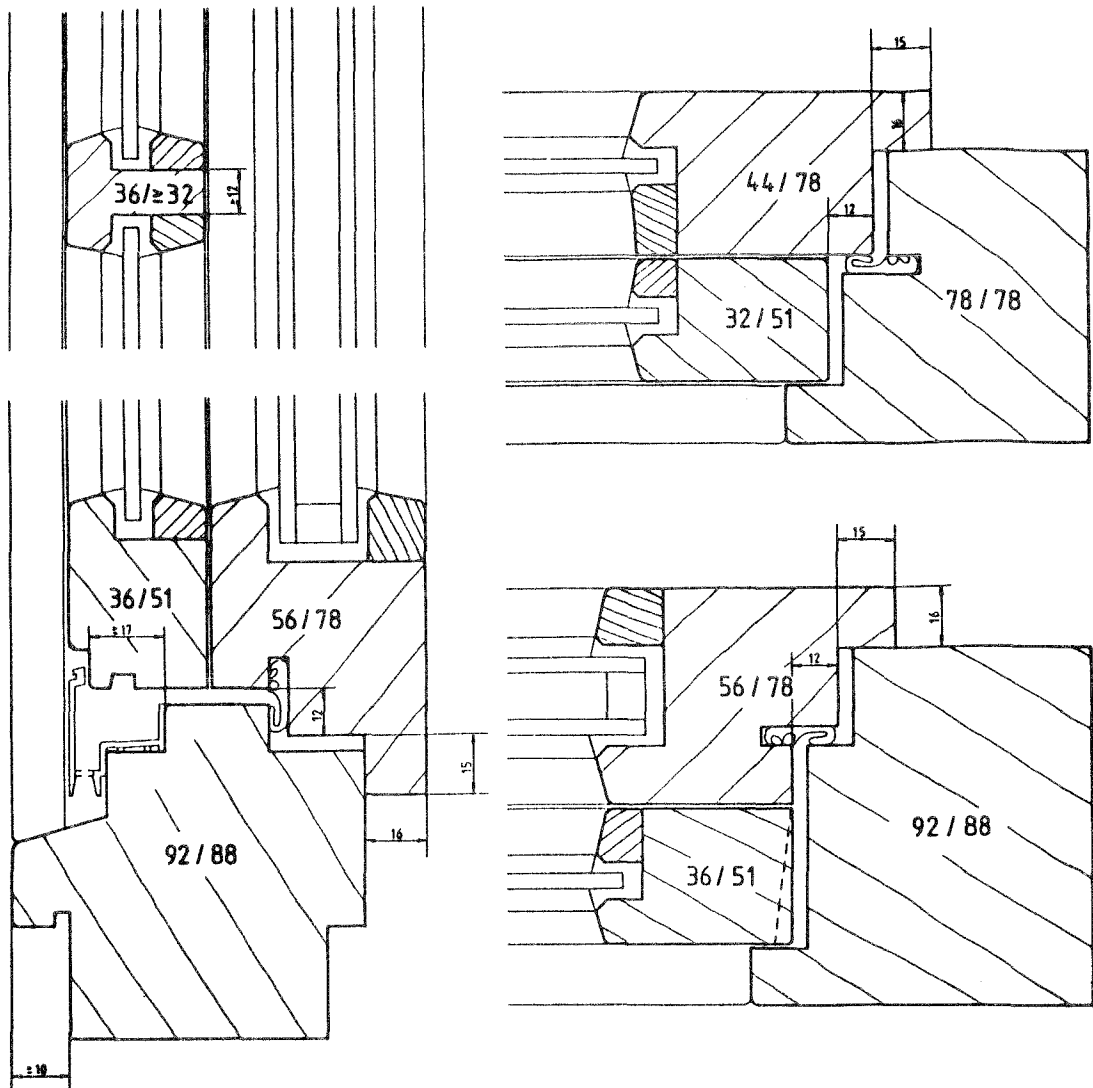
Weiter können die auf die Schnittholzdecken abgestimmten Fertigmaße der Rahmendicken entnommen werden.

#### Einfachfenster



**Bild 16** IV 56, IV 63 und IV 68 nach DIN 68 121

**Verbundfenster:**



**Bild 17** DV 32/44 und DV 36/56 nach DIN 68 121

**Tabelle 22** Kurzbeschreibung der Systeme nach DIN 68 121

|                                       | Einfachfenster mit<br>Mehrscheiben-Isolierglas |          |          |          |          | Verbundfenster |             |             |             |
|---------------------------------------|------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------------|-------------|-------------|-------------|
|                                       | IV<br>56                                       | IV<br>63 | IV<br>68 | IV<br>78 | IV<br>92 |                | DV<br>32/44 | DV<br>36/56 | DV<br>44/44 |
| bei Mindest-<br>rahmendicken<br>in mm | 55                                             | 62       | 66       | 76       | 90       | Innenflügel    | 30          | 34          | 42          |
|                                       |                                                |          |          |          |          | Außenflügel    | 42          | 55          | 42          |

Als Rahmenverbindung ist nach (VOB) DIN 18 355 "Tischlerarbeiten" die Schlitz-Zapfenverbindung möglich. Wird eine andere Eckverbindung eingesetzt, so ist ein Nachweis der Eignung zu erbringen. Grundsätzlich gilt auch hier die Forderung nach einer dichten Eckverbindung.

Als Rahmenverbindung kommen zur Anwendung:

- Schlitz-Zapfen-Verbindung,
- Dübelverbindung und
- Kleinzinkenverbindung.

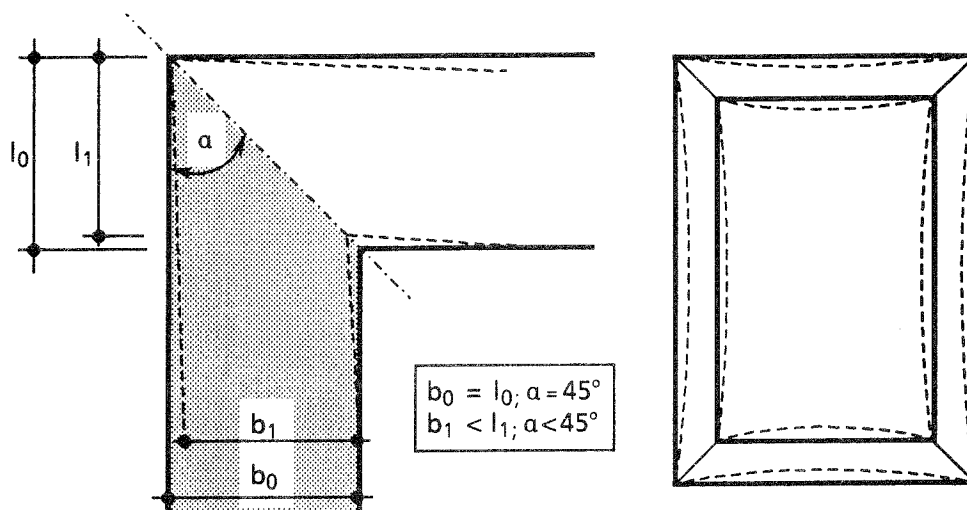
Die Forderung nach einer ausreichenden Dichtheit werden erfüllt bei:

- Schlitz-Zapfenverbindung, wenn die äußere Wange in der Dicke 16 mm nicht überschreitet;
- Dübelverbindungen, wenn an den äußeren Wangen je nach Profilbreite mehrere Dübel angeordnet sind.
- Kleinzinkenverbindung, wenn die Innenecken abgedichtet sind, wobei Kleinzinken nur für Eckverbindungen möglich sind.

Vorausgesetzt wird in jedem Fall eine vollflächige Verleimung. Bei anderen Rahmenverbindungen, z.B. bei geschraubten Verbindungen, liegen noch keine allgemeingültigen Erfahrungen vor.

Bei Kleinzinkenverbindungen tritt bei Änderung der Holzfeuchtigkeit aufgrund der anisotropen Eigenschaften des Holzes eine Verformung des Rahmens auf.

Dem Außenklima zugewandte Flächen der Profile müssen zur Vermeidung von Anstrichschäden an den Kanten mit einem Radius von etwa 2 mm gerundet sein. Da diese Rundung über die gesamte Profillänge angebracht wird, ergibt sich in den Rahmenverbindungen eine betonte Fuge. Durch diese Art der Profilierung wird die Verleimung der Fuge entlastet.



**Bild 18** Aufzeichnung der Verformung eines Rahmens mit Kleinzinkenverbindungen in Abhängigkeit der Holzfeuchtigkeit

Für die Verleimung muß Klebstoff nach DIN 68 602 B3 für Fenster mit weißem deckenden Anstrich und DIN 68 602 B4 für Fenster mit Lasuranstrich und dunklem deckenden Anstrich eingesetzt werden [28].



#### 4.3.2 Beschlagbefestigung bei Holzfenstern

Die Beschlagteile im Holzfenster werden durch Einsatzfräsen im Blendrahmen so eingelassen, daß sie mit der Falzfläche bündig sind (Bild 19, a). DIN 68 121 Teil 1 sieht hierfür eine umlaufende Falzluft von 4 mm vor. Für die Aufnahme der verdeckten Schere im oberen Flügel- bzw. Blendrahmenteil sind jedoch 11 mm Falzluft erforderlich, die durch ein Nachfräßen im Blendrahmenfalz ermöglicht werden. Zur Vereinfachung der Beschlagmontage wurde das sogenannte Euro-Nut- bzw. das Beifalz-System mit 11 mm Falzluft entwickelt. Diese vergrößerte Falzluft hat nach bisherigen Untersuchungen keine negativen Auswirkungen auf die Funktion der Fenster. Bild 19 zeigt die verschiedenen Beschlagbefestigungssysteme.

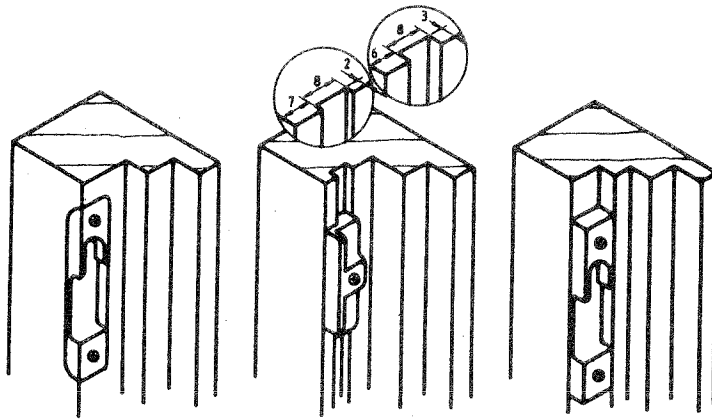


Bild 19 Vergleich der Falzausbildung nach DIN 68 121 und mit Euro-Nut- und Beifalz-System

#### 4.3.3 Verglasung von Holzfenstern

Bei Holzfenstern kann mit

- freier Dichtstofffase
- ausgefülltem Falzraum bzw.
- dichtstofffreiem Falzraum

verglast werden.

Die Verglasung mit einer freien Dichtstofffase ist nur noch bei Einfach-Verglasungen bis zu einer maximalen Seitenlänge von 80 cm möglich, weil darüber hinaus in Verbindung mit erhärtenden aber auch mit plastischen Dichtstoffen eine dichte Verglasung kaum möglich ist. Bei neuen Fenstern, auch in historischen Fassaden, sollte die Verglasung mit Glashalteleisten ausgeführt werden.

Verstärkt wird heute die Verglasung mit dichtstofffreiem Falzraum auch beim Holzfenster angewandt. Auch beim Holzfenster muß der dichtstofffreie Falzraum zur Außenseite geöffnet werden. Bei dieser Verglasungsart wird mit Vorlegebändern und elastischem Dichtstoff beidseitig oder raumseitig mit Dichtprofilen gearbeitet. Dichtprofile können für die äußere Abdichtung noch nicht allgemein empfohlen werden. Neben den Verglasungssystemen mit Vorlegeband und Dichtstoff entwickelte sich in den letzten Jahren bei Holzfenstern ein Verglasungssystem, bei dem auf ein Vorlegeband zwischen Glas und Rahmen bzw. Glashalteleiste verzichtet wird. Dieses Verglasungssystem ist in Normen derzeit nicht erfaßt. Firmenbezogene Erfahrungen liegen aber vor.

Die Richtlinie „Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband“ gibt Merkmale vor, die bei Verwendung dieses Verglasungssystems unbedingt beachtet werden müssen [29].

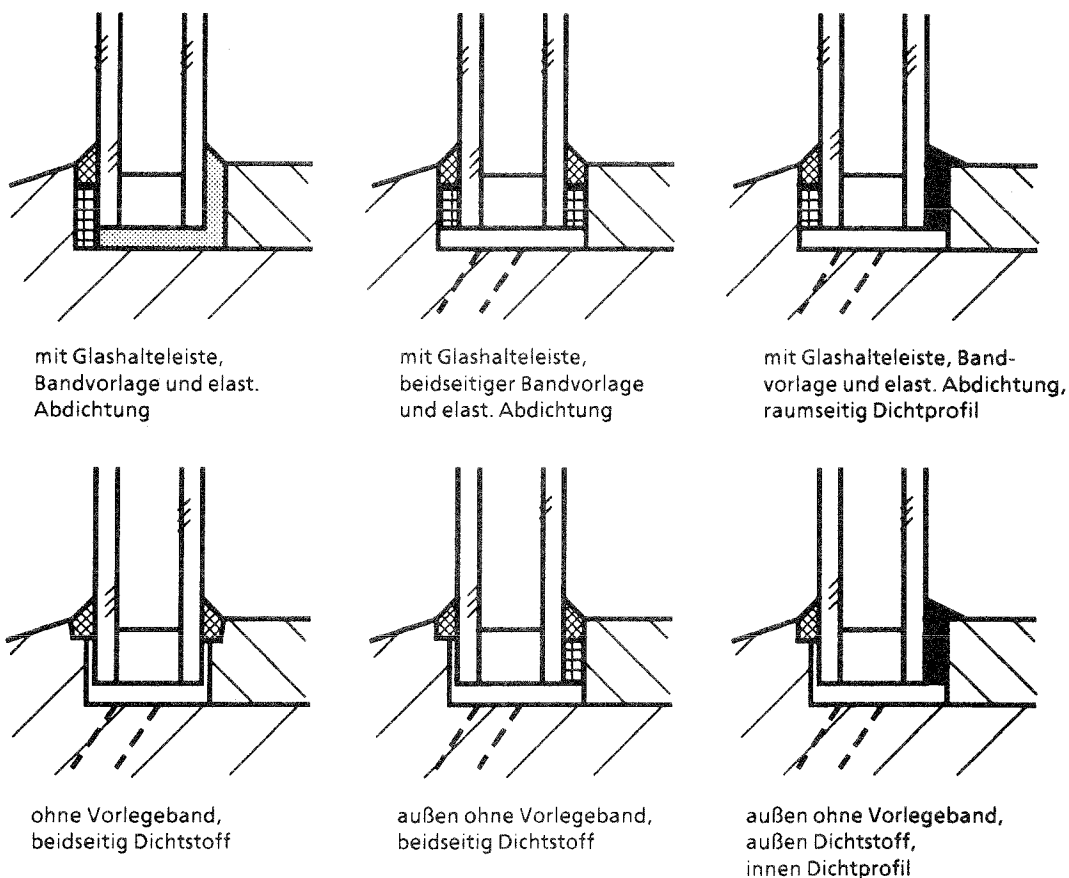


Bild 20 Verglasungssysteme bei Holzfenstern

#### 4.4. Aluminium-Holzfenstersysteme

##### 4.4.1 Allgemeine Beschreibung

Aluminium-Holzfenster sind Verbund-Konstruktionen, bei denen raumseitig ein Holzrahmen und witterungsseitig ein Aluminiumrahmen angeordnet ist. Dieser Verbund nutzt die Vorteile beider Werkstoffe, so die wärmetechnischen und optischen Eigenschaften des Holzes und die Witterungsbeständigkeit des Aluminiums. Die spezifischen Eigenschaften beider Werkstoffe müssen jedoch bei der Konstruktion berücksichtigt werden. Insbesondere muß sichergestellt sein, daß

- die Unterschiede in der Wärmedehnung ohne Beeinträchtigung der Funktion und der Nutzungsdauer ausgeglichen werden,
- zwischen Holz und Aluminium kein Feuchtigkeitsstau auftritt.

So muß der Aluminiumrahmen mit dem Holzrahmen derart verbunden werden, daß eine thermische Ausdehnung des Aluminiums möglich ist. Ist dies nicht der Fall, kommt es zu Verformungen des Rahmens oder zu Spannungen im Verbund. Dabei können u.U. die Verbundelemente zerstört werden.

Zwischen Holz- und Aluminiumrahmen muß zur Vermeidung von Schäden aus der Dampfdiffusion oder aus dem Feuchtigkeitseintritt aufgrund anderer Einflüsse ein Luftraum vorhanden sein, über den die Feuchtigkeit zur Außenseite abgeführt wird.

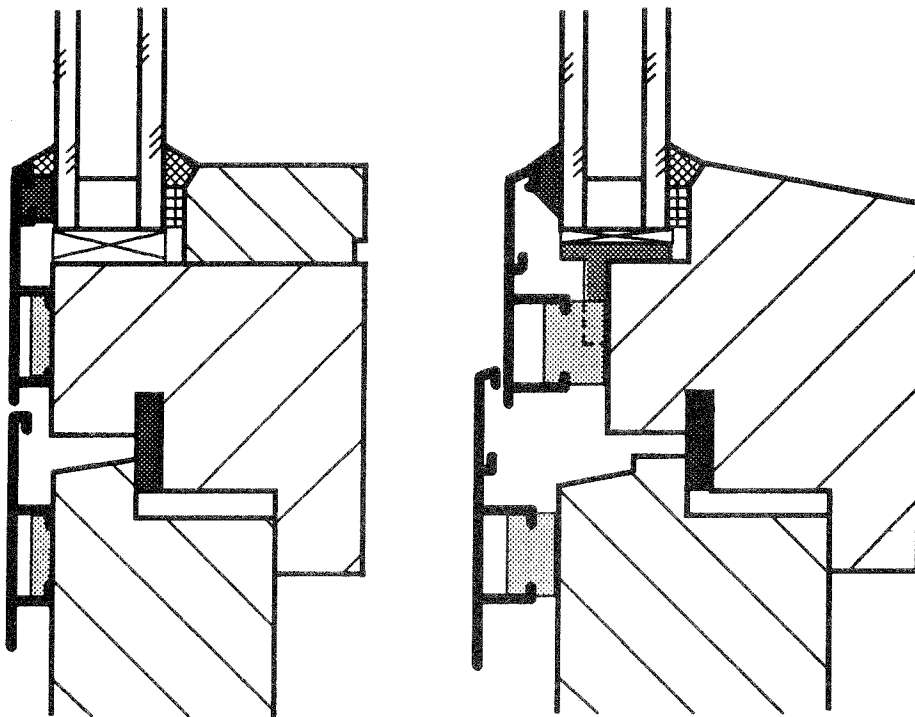
Der Abstand zwischen der äußeren Holzoberfläche und der Innenfläche des Aluminiumprofils muß so groß gehalten werden, daß sich in diesem Bereich kein Feuchtigkeitsstau bildet. Der notwendige Abstand wird von einer Vielzahl von Einflüssen bestimmt, so z.B.

- vom Anteil der am Holz anliegenden Stegflächen zur freiliegenden Holzfläche,
- von der Breite der freien Holzflächen im Verhältnis zur Elementhöhe,
- von der Dichtheit der Fugen zwischen Holz und den am Holz anliegenden Aluminiumstegen.

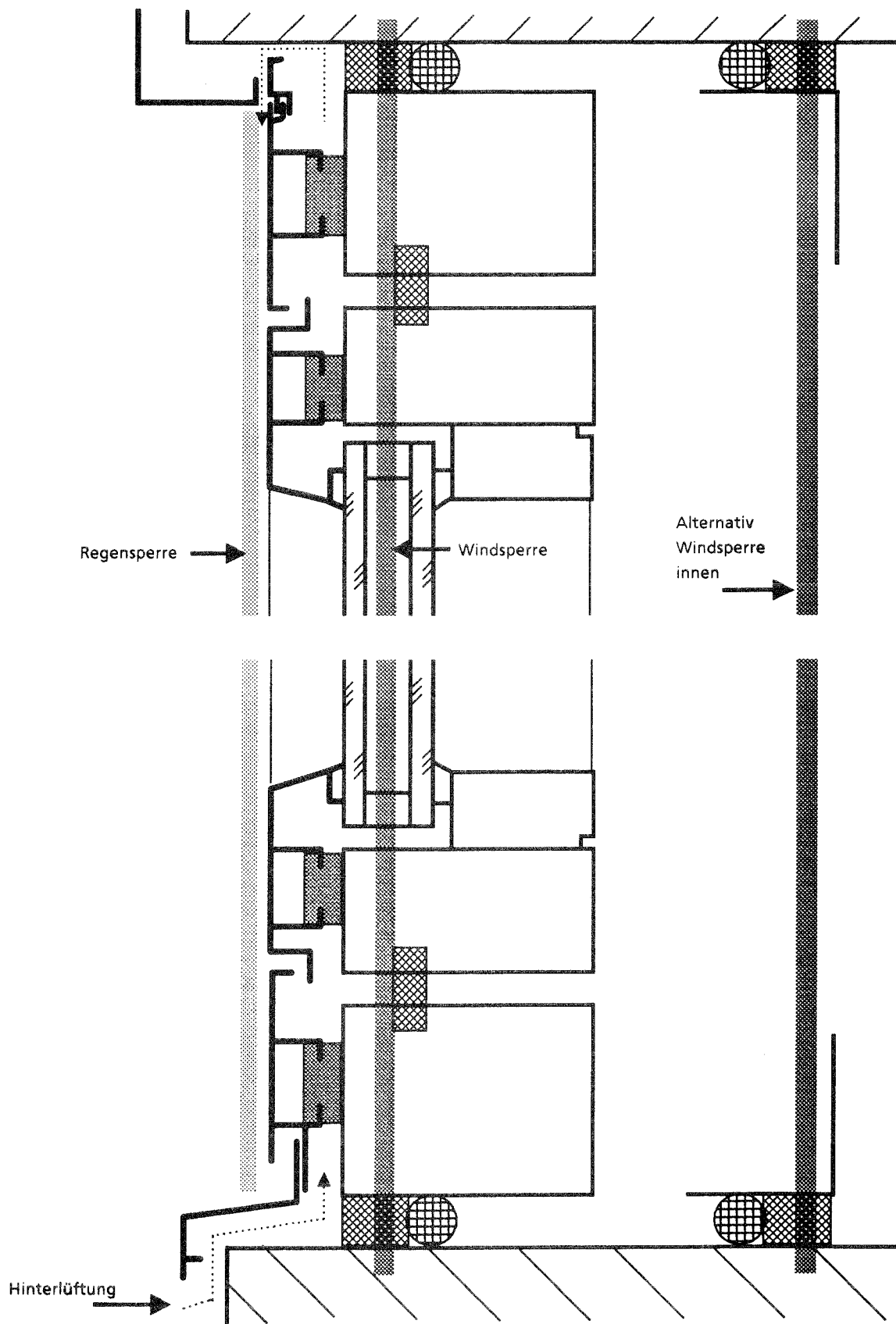
Bei einem Abstand von 7 mm ist dies nach dem heutigen Kenntnisstand gewährleistet. Bei geringeren Abständen ist aber der Nachweis der ausreichenden Feuchtigkeitsabfuhr notwendig. Versuche haben gezeigt, daß die Forderung einer ausreichenden Feuchtigkeitsabfuhr auch bei geringerem Abstand sichergestellt werden kann.

Ein zusätzliches Öffnen des Luftraumes zur äußeren Umgebungsluft wird erforderlich, wenn ständig mit höherer Feuchtigkeitszufuhr von der Raumseite her zu rechnen ist, oder die Stege der Profile dicht am Holz anliegen.

Verglasung, Falzabdichtung und Anschluß zum Baukörper müssen eine durchgehende Winddichtung bilden, so daß warme und feuchte Raumluft nicht direkt in den Bereich zwischen Holz und Aluminium gelangen kann.



**Bild 21** Schematische Darstellung von Aluminium-Holz-Konstruktionen



**Bild 22** Schematische Darstellung der Regen- und Winddichtung bei Aluminium-Holzfenster-Konstruktionen

Für die Holzrahmenverbindung gelten die Festlegungen für Holzfenster (Kapitel 4.3). Die Aluminiumprofile werden geschweißt oder mechanisch verbunden. Diese Verbindungen müssen dicht sein (Kapitel 4.2). Die Beschlagbefestigung erfolgt im tragenden Holzrahmen. Beschläge und Befestigung der Beschläge stimmen mit denen des Holzfensters überein.

#### 4.4.2 Verglasung von Aluminium-Holzfenstern

Der Glaseinbau kann

- von der Außenseite über den abnehmbaren Alu-Rahmen oder
- von der Raumseite über Glashalteleisten

erfolgen.

Der Glaseinbau über die äußere Aluminiumschale ist nur bei Flügeln möglich, so daß bei Fensterelementen häufig beide Systeme zur Anwendung kommen.

Als Verglasungssystem ist nur die Verglasung mit dichtstofffreiem Falzraum und Dampfdruckausgleichsöffnungen zulässig.

Bei der Verglasung müssen die Bewegungen der zweischaligen Konstruktion berücksichtigt werden. Die Verglasungseinheit darf nur auf einem Werkstoff aufliegen. Zur Verglasungsabdichtung können sowohl Dichtstoffe als auch Dichtprofile verwendet werden. Beim Einsatz von Dichtstoffen dürfen nur elastische Materialien zur Anwendung gelangen.

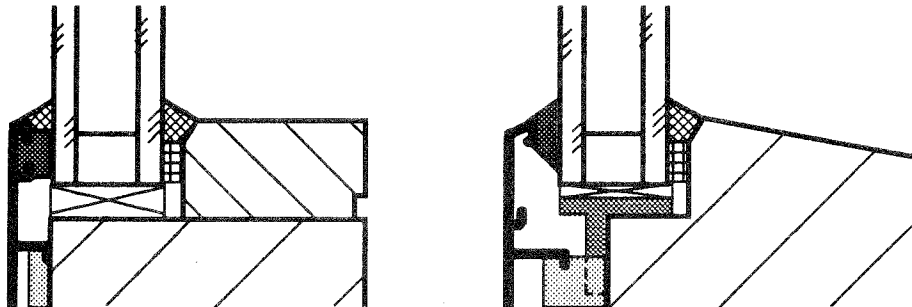


Bild 23 Verglasungsmöglichkeiten bei Aluminium-Holzfenstern

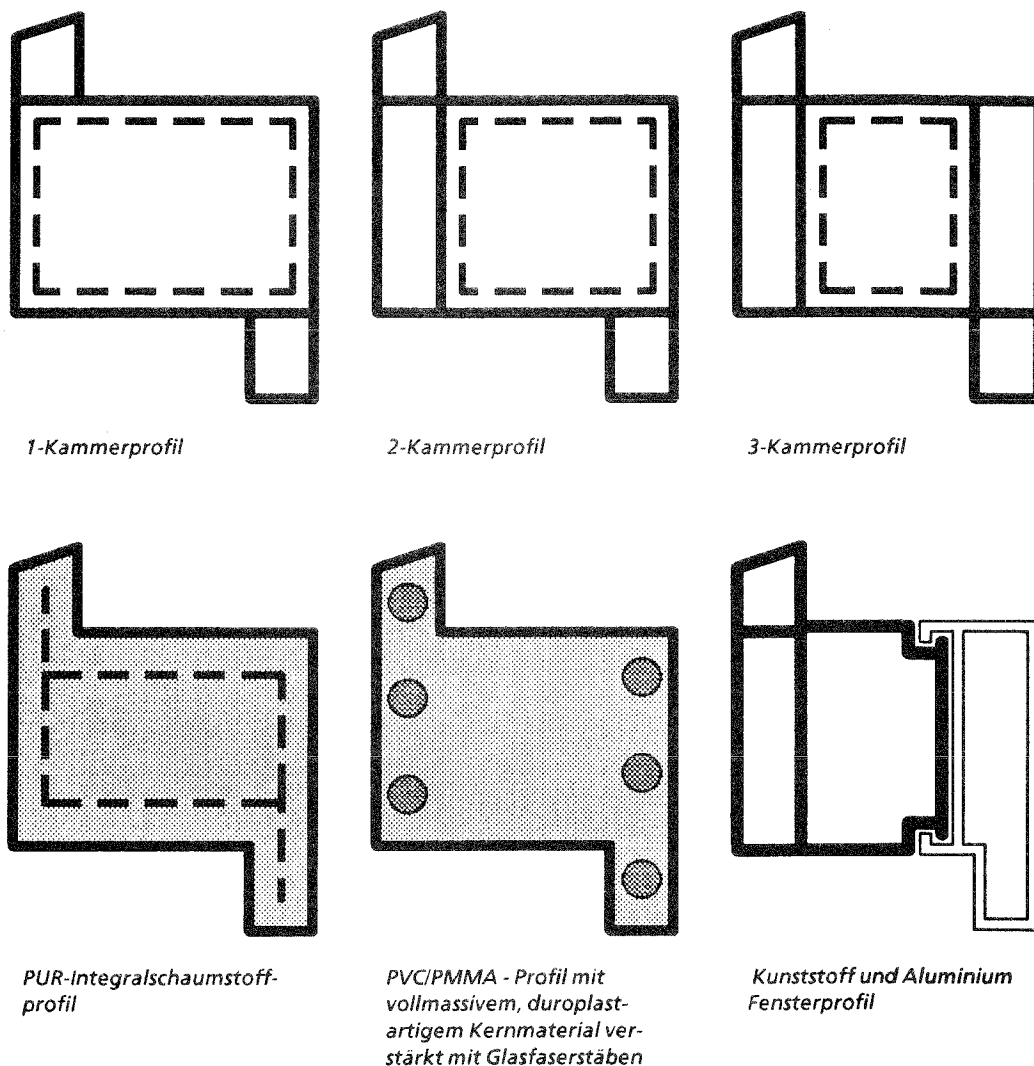
### 4.5 Kunststoff-Fenstersysteme

#### 4.5.1 Allgemeine Beschreibung

Bei den Kunststoffenstern werden angeboten:

- extrudierte Hohlkammerprofile aus PVC hart,
- Hartschaumprofile aus PUR,
- Profile mit geschäumtem Kernmaterial.

Extrudierte Profile werden als Einkammersysteme oder Mehrkammersysteme hergestellt. Im Einkammerprofil können Metallrohre und Versteifungen mit größeren Dimensionen eingebracht werden. Beim Mehrkammerprofil ist die Wärmedämmung besser und die Wasserabführung sowie der Feuchtigkeitsausgleich zur Aussenseite über die vordere Kammer einfacher. Die bessere Wärmedämmung sollte jedoch wegen des geringen Rahmenanteils am Fenster nicht überbewertet werden. Die Öffnung des Falzraumes zum Dampfdruckausgleich und die Wasserableitung aus der Wassersammelkammer darf beim Einkammersystem nicht unkontrolliert durch das Profil geführt werden.



**Bild 24** Schematische Darstellung der Querschnitte

Während bei geschäumten Profilen oder bei Profilen mit massivem Kernmaterial die notwendige Aussteifung des Kunststoffes bereits Bestandteil des Profiles ist, erfolgt beim Hohlkammerprofil aus PVC hart die Aussteifung bei der Herstellung. Vom Systemhersteller ist dabei angegeben, ab welcher Flügelbreite weiße Profile aussteift werden müssen. Bei farbigen Profilen ist eine Aussteifung grundsätzlich erforderlich. Die Aussteifungsprofile sind in der Regel in den Ecken nicht verbunden. Gegen Verschiebung sind sie durch Verschraubung mit dem Kunststoff-Profil verbunden. Diese Verschraubung ist keine Dehnungsbehinderung für das Kunststoff-Profil. Damit die Aussteifung bei Belastung sofort wirksam wird, darf das Metallprofil in der Hohlkammer nur ein geringes Spiel haben.

Rahmen- und Eckverbindungen werden bei PVC-Hohlkammerprofilen vorwiegend durch Verschweißung ausgeführt. Die dabei entstehende Schweißbraupe wird entweder abgestochen oder abgefräst und die Fuge damit betont. Das früher übliche Verputzen und Polieren der verschweißten Profile ist heute die Ausnahme, da sich die Veränderungen an der Oberfläche durch Witterungseinwirkungen zeigen.

Rahmenverbindungen von Pfosten und Riegeln werden in zunehmendem Maße auch mechanisch durchgeführt. Dabei ist auf eine ausreichende Dichtigkeit und Tragfähigkeit der Verbindung zu achten. Bei Hartschaumprofilen werden ausschließlich mechanische Rahmenverbindungen angewandt.

Für Kunststoff-Aluminium-Konstruktionen, wie sie der Markt momentan anbietet, liegen zur Zeit noch keine allgemeingültigen gesicherten Erkenntnisse vor. Probleme könnten hier durch das unterschiedliche thermische Verhalten der beiden Materialien entstehen. Dieser Werkstoffverbund unterliegt noch keiner Gütesicherung [30].

#### 4.5.2 Verglasung von Kunststoffenstern

Kunststoffenster können sowohl mit Dichtstoffen als auch mit Dichtprofilen verglast werden. Aufgrund der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten von Glas und Kunststoff wird jedoch vorzugsweise mit Dichtprofilen verglast. Als Verglasungssysteme kommen nur solche mit dichtstofffreiem Falzraum zur Ausführung. Der Glasfalz muß zur Außenseite geöffnet sein. Besonders beim Kunststoffenster ist eine fachgerechte Verklotzung der Scheiben im Glasfalz für die Funktionsfähigkeit des Fensters wichtig.

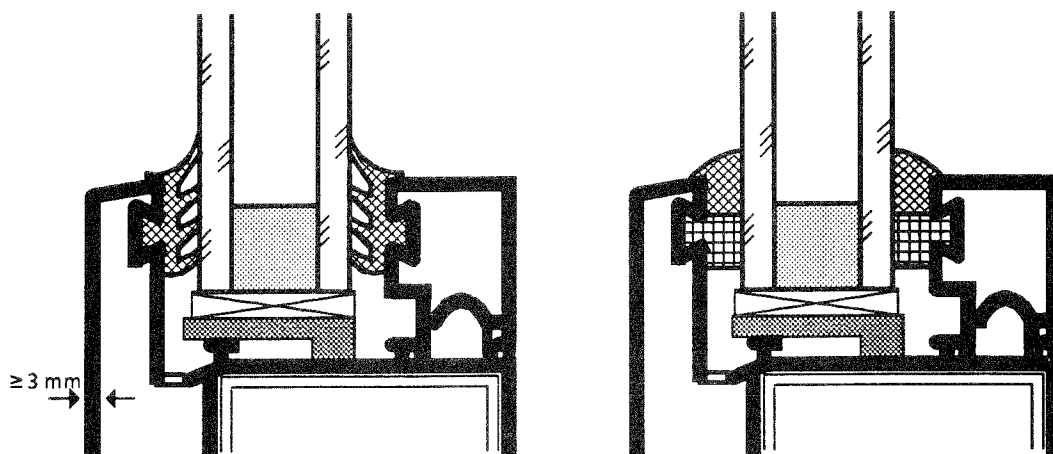


Bild 25 Verglasungssysteme von Kunststoffenstern mit Dichtprofilen bzw. Dichtstoffen

#### 4.5.3 Beschlagbefestigung bei Kunststoffenstern

Um eine ausreichende Tragfähigkeit zu erreichen, sollte die Beschlagbefestigung entweder durch die Metallaussteifung oder durch mindestens zwei Wandungen geführt werden. Bei einer Befestigung in zwei Wänden sollen diese möglichst weit auseinanderliegen. Vorteilhaft sind hierbei Profile mit Schraubkanälen. Zur Befestigung werden die in der Systembeschreibung angegebenen Schrauben, in der Regel mit selbsttreibenden Spitzen, eingesetzt. Beschlagteile, die hohe Kräfte aufnehmen sollen, müssen mit der Aussteifung verschraubt sein. Der Abstand der Verriegelungspunkte untereinander soll 60 cm nicht überschreiten.

## 5. Einfluß der formalen und technischen Anforderungen auf die Konstruktion von Fenstern

### 5.1 Grundsätze bei der Profilgestaltung

Primär sind bei der Profilgestaltung am Fenster die technischen Anforderungen zu beachten. Die formalen Wünsche müssen in einem vertretbaren Kompromiß untergeordnet werden. Dies ist vor allem deshalb notwendig, weil die Profilausbildung sowohl die Gebrauchstauglichkeit als auch die Nutzungsdauer des Fensters stark beeinflusst. Als grundsätzliche Anforderungen an das Profil, unabhängig vom Werkstoff, müssen folgende Kriterien erfüllt sein:

- anfallendes Wasser muß unmittelbar und kontrolliert abgeführt werden;
- Wasser- und Feuchtigkeitsnester sowie Kapillarfugen müssen vermieden werden;
- Falze zur Aufnahme von Verglasungen müssen den Normen und bei Verwendung von Isolierglas auch den Einbaurichtlinien der Isolierglashersteller entsprechen;
- eine dauerhafte Befestigung von Beschlag- und Verbindungsteilen muß möglich sein;
- falls eine anstrichtechnische Behandlung der Profile vorgesehen ist, müssen die Kanten so ausgebildet sein, daß an der Kante eine ausreichende Schichtdicke des Anstriches vorhanden ist.

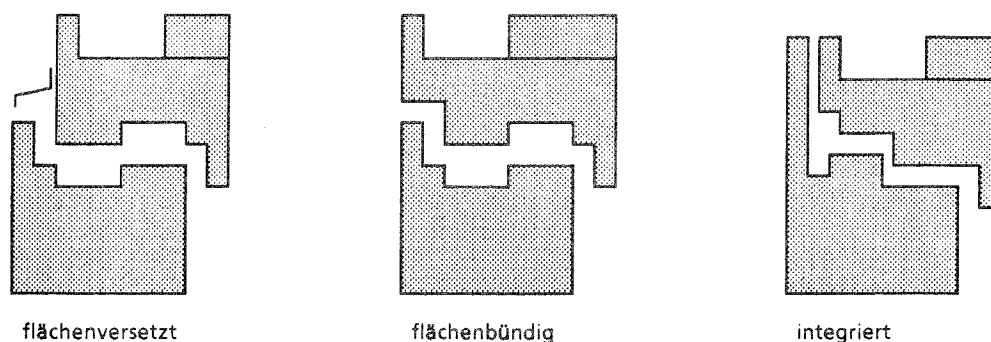
Die Ableitung des Wassers und die Vermeidung von Feuchteansammlungen müssen nicht nur wegen der Fensterkonstruktion selbst, sondern auch wegen der möglichen Auswirkungen auf andere Teile des Fensters, z.B. auf die Verglasung oder auf angrenzende Bauteile, berücksichtigt werden.

Während bei Kunststoff- und Aluminiumfenstern der Fensterbauer kaum Einfluß auf die Profilgestaltung nehmen kann, weil diese im System vorgegeben ist, ist beim Holzfenster ein größerer Freiraum möglich. Aber auch hier sollte auf bewährte Details zurückgegriffen werden, z.B. auf DIN 68 121, die einen Anhalt für werkstoffgerechte Profilausbildung an Holzfenstern gibt.

### 5.2 Systembedingte Konstruktionsmerkmale

#### 5.2.1 Außenseitige Profilgestaltung

Bei den verschiedenen Fenstersystemen und Rahmenwerkstoffen kann man nach flächenbündigen, flächenversetzten und integrierten Systemen unterscheiden. Bild 26 zeigt die grundsätzlichen Unterschiede.



**Bild 26** Schematische Darstellung eines flächenversetzten, flächenbündigen und integrierten Profilsystems



Beim flächenversetzten System muß durch Zusatzprofile das ablaufende Wasser von der Fuge zwischen Flügel und Blendrahmen im unteren Querstück weggeleitet werden. Auch beim integrierten System ist am unteren Querstück eine Überbrückung des Falzes (z.B. durch eine Abdichtung) zur Ableitung des Wassers erforderlich.

### 5.2.2 Falzdichtung

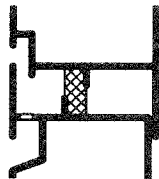
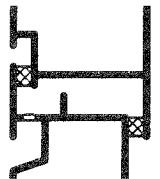
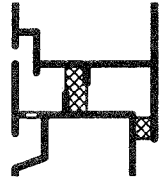
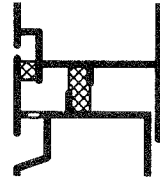
Die Anordnung der Dichtung kann bei Fenstern erfolgen als

- Mitteldichtung,
- Anschlagdichtung innen und außen,
- Mitteldichtung und Anschlagdichtung innen,
- Mitteldichtung und Anschlagdichtung außen.

Zum besseren Druckausgleich in der Wassersammelkammer des Blendrahmens haben sich Abdichtungssysteme ohne äußere Anschlagdichtung als vorteilhaft erwiesen (Kapitel 5.4.2). Diese Systeme haben gleichzeitig den Vorteil, daß die Dichtungen nicht der Bewitterung ausgesetzt sind.

Hinsichtlich des Wärmeschutzes, der Luftdurchlässigkeit der Falze und der Schlagregendichtheit bringen mehr als eine Falzdichtung keine Verbesserung.

**Tabelle 23** Schematische Darstellung der Dichtungsanordnung und die Zuordnung zu den Rahmenwerkstoffen

| Fenster-systeme | Mitteldichtung                                                                      | Anschlagdichtung innen und aussen                                                   | Mitteldichtung und Anschlagdichtung innen                                            | Mitteldichtung und Anschlagdichtung außen                                             |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |  |  |  |  |
| Holz            | X                                                                                   |                                                                                     | X                                                                                    |                                                                                       |
| Holz-Aluminium  | X                                                                                   |                                                                                     | X                                                                                    | X                                                                                     |
| Aluminium       | X                                                                                   | X                                                                                   | X                                                                                    | X                                                                                     |
| Kunststoff      | X                                                                                   | X                                                                                   | X                                                                                    | X                                                                                     |

### 5.2.3 Glasfalzausbildung

Falze, die der Aufnahme von Einfachglas sowie von Mehrscheiben-Isolierglas dienen, müssen DIN 18 545 Teil 1 und den Einbaurichtlinien der Isolierglashersteller entsprechen. Der Glaseinstand der Verglasungseinheit muß  $\frac{2}{3}$  der Glasfalzhöhe betragen, um ein Herausfallen der Glasscheiben bei mechanischen Belastungen zu vermeiden und um den Randverbund bei Mehrscheiben-Isolierglas vor der Einwirkung von UV-Strahlung zu schützen. Für Mehrscheiben-Isolierglas ist eine Mindestglasfalzhöhe von 18 bis 20 mm in Abhängigkeit der längsten Seite der Verglasungseinheit mit einem Glaseinstand von etwa 12 mm gefordert.

Der Glaseinstand muß sowohl bei Flügelrahmen als auch bei Sprossen eingehalten werden. Geringere Glasfalzhöhen können nur mit Einfachglas realisiert werden. Die Glasfalzbreite ergibt sich aus den erforderlichen Dicken der Dichtstoffvorlagen sowie der Dicke der Verglasungseinheit und der ausreichenden Auflagebreite der Glashalteleisten. Bei Holz muß diese Auflagebreite mindestens 14 mm betragen. Diese Auflagebreite kann bei Verschraubung auf 12 mm gemindert werden. Bild 27 erläutert den Glaseinstand im Glasfalz.

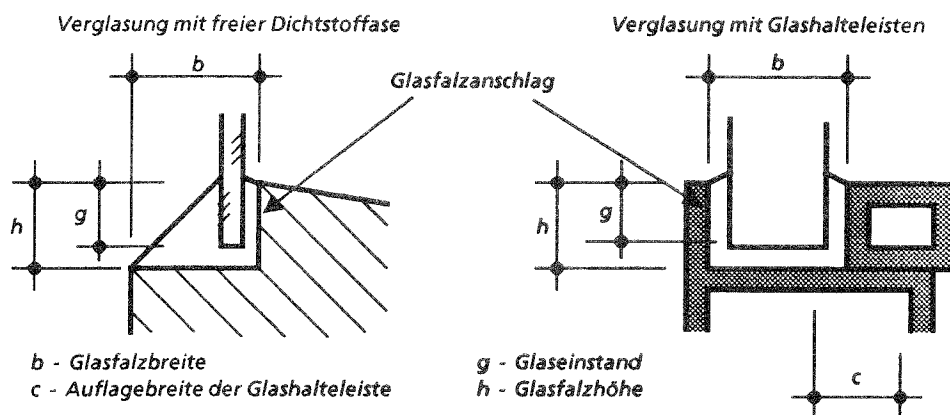


Bild 27 Glasfalzabmessungen

Tabelle 24 Glasfalzhöhen

| Längste Seite der Verglasungseinheit [mm] | Glasfalzhöhe bei            |                                          |
|-------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|
|                                           | Einfachglas $h_{\min}$ [mm] | Mehrscheiben-Isolierglas $h_{\min}$ [mm] |
| bis 100                                   | 10                          | 18                                       |
| über 100 bis 250                          | 12                          | 18                                       |
| über 250 bis 400                          | 15                          | 20                                       |

#### 5.2.4 Dampfdruckausgleich

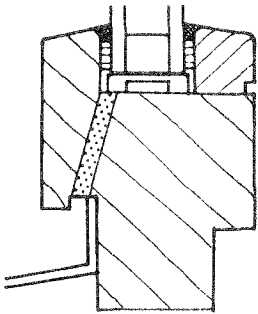
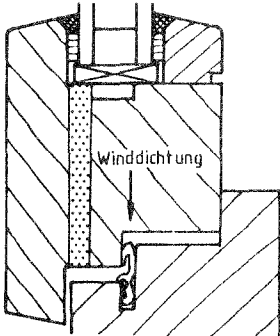
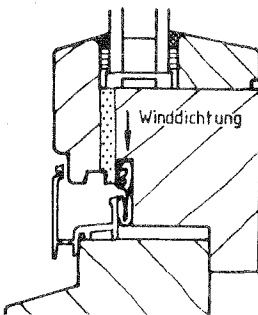
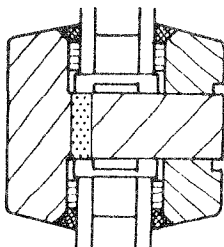
Bei Verglasungen mit dichtstofffreiem Falzraum müssen vom Falzraum Öffnungen zum Dampfdruckausgleich vorhanden sein, um eine Ansammlung von Feuchtigkeit zu vermeiden. Da in der Regel die Außenluft einen geringeren Wasserdampfdruck hat als die Raumluft, müssen diese Öffnungen nach außen geführt werden. Als wirkungsvoll haben sich mindestens drei Öffnungen im unteren horizontalen Falz und jeweils eine Öffnung im oberen Eckbereich gezeigt. Die Mindestgröße der Öffnungen soll bei Bohrungen 8 mm und bei Schlitten 5 x 12 mm nicht unterschreiten. Bei Flügeln bis zu 120 cm Breite sind 2 Öffnungen in der Breite ausreichend. Bei profiliertem Falzgrund ist es erforderlich, die tieferliegenden Nuten miteinander zu verbinden, um dort gegebenenfalls auch die Ansammlung von Wasser zu vermeiden. Bei Sprossenfenstern müssen die einzelnen Glasfalze so untereinander verbunden sein, daß ein Dampfdruckausgleich in jedem Glasfeld möglich ist. Die Verklottung darf den Dampfdruckausgleich nicht behindern.

Der Einfluß dieser Maßnahmen auf das thermische Verhalten und den k-Wert des Fensters ist so gering, daß meßtechnisch keine Veränderungen feststellbar sind.

Ausführungsbeispiele von Dampfdruckausgleichsöffnungen für Holzfenster sind in Tabelle 25 gezeigt. Für Aluminium-, Holz-Aluminium- und Kunststoffenster sind entsprechende Vorschläge den Konstruktionsunterlagen der Systemhersteller zu

entnehmen. Allgemeine Angaben sind wegen der Eigenheiten der verschiedenen Systeme nicht möglich.

**Tabelle 25** Möglichkeiten des Dampfdruckausgleiches bei Holzfenstern

| Konstruktion   | Bild                                                                                | Möglichkeit des Dampfdruckausgleiches                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Festverglasung |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- nach unten vor die Fensterbank</li> <li>- bei zurückgesetzter Winddichtung z.B. an hinterlüfteten Fassaden und Elementverbindungen auch seitlich über die Rahmenverbindung</li> </ul>                                          |
| Riegel         |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- über die Rahmenverbindung in benachbarte Felder und von dort nach außen</li> <li>- bei zurückgesetzter Winddichtung z.B. an hinterlüfteten Fassaden und Elementverbindungen auch seitlich über die Rahmenverbindung</li> </ul> |
| Flügel         |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- bei Rahmendicken ab 63 mm nach unten und nach oben über die Rahmenverbindung möglich</li> <li>- bei geringeren Rahmendicken Schlitze und / oder Bohrungen nach unten anbringen</li> </ul>                                      |
| Sprossen       |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- über die Rahmenverbindung in benachbarte Felder und von dort nach außen</li> </ul>                                                                                                                                             |

### 5.2.5 Glasabdichtung

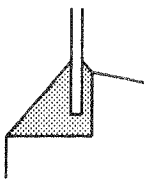
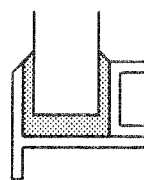
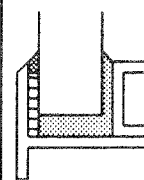
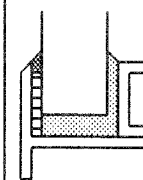
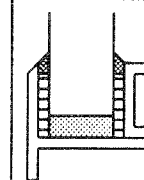
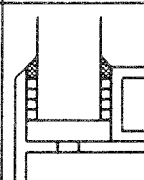
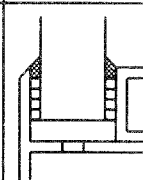
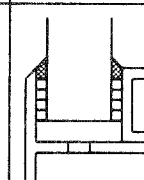
Außenseitige Glasabdichtungen müssen gegen das Eindringen von Wasser dicht sein. Diese Forderung gilt unabhängig vom Rahmenwerkstoff, vom Glas und vom Verglasungssystem. Für die Glasabdichtung kommen zur Anwendung:

- Verglasung mit vorgefertigten Profilen bei Aluminium-, Kunststoff- und Aluminium-Holz-Fenstern;
- Verglasung mit Dichtstoffen bei Aluminium-, Holz-, Aluminium-Holz- und Stahl-fenstern.

Die Verglasung mit vorgefertigten Profilen ist Bestandteil des jeweiligen Fenstersystems, weil die Profile auf das System abgestimmt sein müssen. Für Holzfenster war 1986 die Entwicklung zur Verglasung mit vorgefertigten Profilen noch nicht abgeschlossen. Unterschiedliche Glasdicken werden durch die entsprechende Wahl der Glashalteleiste berücksichtigt. Bei geringen Unterschieden und zum Ausgleich von Toleranzen werden für das raumseitige Dichtprofil die im System angebotenen unterschiedlichen Dicken gewählt. Als günstige Ausbildung des außenseitigen Profils hat sich die Trennung zwischen Lagerung und Abdichtung gezeigt. Dies wird erreicht durch eine Profilierung mit niedrigen Lippen an der Glasauflage zur Lagerung und einer langen weichen Lippe zur Abdichtung. Die Eckverbindungen der Profile dürfen nicht nur gestoßen sein. Es muß eine dauerhafte Abdichtung, z.B. durch Verschweißung, Verklebung oder Vulkanisierung, hergestellt werden, um das Eindringen von Wasser zu verhindern.

Bei Verglasungen mit Dichtstoffen muß ein für die Beanspruchung ausreichender Dichtstoff gewählt werden. Unter Beachtung der Beanspruchung kann mit Hilfe der Tabelle „Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern“ (siehe Anhang) eine der Gruppen von 1 bis 5 bestimmt werden. Nach DIN 18 545 Teil 2 können dann die geeigneten Dichtstoffe A bis E ermittelt werden [31].

Tabelle 26 Verglasungssysteme

| Beanspruchungsgruppe 1)                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1                                                                                                               | 2                                                                                                 | 3                                                                                    | 4                                                                                     | 5                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Verglasungssysteme mit ausgefülltem Falzraum                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                 |                                                                                                   |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
| Kurzzeichen                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Va1                                                                                                             | Va2                                                                                               | Va3                                                                                  | Va4                                                                                   | Va5                                                                                   |
| Schematische Darstellung                                                                                                                                                                                                                                                                              |                              |                |  |  |  |
| Dichtstoffgruppe nach DIN 18545 Teil 2                                                                                                                                                                                                                                                                | A 2)                                                                                                            | B                                                                                                 | B                                                                                    | B                                                                                     | B                                                                                     |
| für Falzraum                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                 |                                                                                                   |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
| für Versiegelung                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                 | -                                                                                                 | C                                                                                    | D                                                                                     | E                                                                                     |
| Verglasungssysteme mit dichtstofffreiem Falzraum                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                 |                                                                                                   |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
| Kurzzeichen                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                 |                                                                                                   | Vf3                                                                                  | Vf4                                                                                   | Vf5                                                                                   |
| Schematische Darstellung                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3)                                                                                                              | 3)                                                                                                |  |  |  |
| Dichtstoffgruppe nach DIN 18545 Teil 2                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                 |                                                                                                   | C                                                                                    | D                                                                                     | E                                                                                     |
| für Versiegelung                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                 |                                                                                                   |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                 |                                                                                                   |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
|  Dichtstoff des Falzraumes                                                                                                                                                                                         |  Dichtstoff der Versiegelung |  Vorlegeband |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
| <p>1) Siehe Abschnitt 6</p> <p>2) Für das Verglasungssystem Va1 dürfen auch Dichtstoffe der Gruppe B eingesetzt werden, wenn sie von den Herstellern dafür empfohlen werden.</p> <p>3) Für die Beanspruchungsgruppen 1 und 2 sind Verglasungssysteme mit dichtstofffreiem Falzraum nicht möglich.</p> |                                                                                                                 |                                                                                                   |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |

### 5.3 Mechanische Beanspruchung

#### 5.3.1 Standsicherheit

Nachweise der Standsicherheit im Sinne der Bauordnung sind für Fenster und Fensterwände nur dann erforderlich, wenn sie in den Geltungsbereich der DIN 18 056 fallen. DIN 18 056 gilt für Fenster und Fensterwände  $\geq 9 \text{ m}^2$ , wenn die Haupttragglieder eine Länge von mindestens 2,0 m haben.

Die erforderlichen Nachweise sind für Haupttragglieder des Fensters und für die Verankerung in prüfbarer Form zu erbringen, soweit diese nicht aufgrund von Erfahrung ausreichend bemessen sind. Für rechnerische Nachweise gelten die zulässigen Spannungen nach den entsprechenden Werkstoff- und Bemessungsnormen:

- für Aluminium DIN 4113 „Aluminium im Hochbau“,
- für Holz DIN 1052 „Holzbauwerke“,
- für Stahl DIN 1050 „Stahl im Hochbau“.

Für den Nachweis der Standsicherheit von Aluminium-Kunststoff-Verbundprofilen gilt die Richtlinie des Instituts für Bautechnik, Berlin. Nach der Richtlinie braucht bei Fensterwänden bis zu zwei Vollgeschossen und einer Einbauhöhe bis zu 8 m über Erdgleiche ein statischer Nachweis für den Verbund im allgemeinen nicht vorgelegt zu werden. Das gleiche gilt für geschoßhohe Fensterwände, die hinter Balkon oder Terrasse eingebaut werden. Für die Bemessung des Glases gilt DIN 18 056 bzw. die Angaben der Hersteller. Diese Einschränkungen entbinden aber nicht von der Beachtung der technischen Regelwerke. Sie stellen nur eine Vereinfachung im Ablauf dar.

Die Windbeanspruchung ist im Regelfall die Hauptbeanspruchung des Fensters und deshalb für die Bemessung der Rahmenkonstruktion, des Glases und der Befestigung im Baukörper maßgebend. Die Belastungsgrößen sind unter Beachtung von DIN 1055 Teil 4 in Abhängigkeit der Gebäudehöhe und der Gebäudelage zu ermitteln.

Je nach Lage des Fensters in der Fassade muß mit weiteren Beanspruchungen gerechnet werden, die bei der Wahl der Konstruktion und deren Bemessung zu berücksichtigen sind. Die Art und Größe der Beanspruchung ist von Fall zu Fall zu überprüfen und festzulegen, wobei auch die möglichen Überlagerungen zu untersuchen sind.

Häufig auftretende Fälle von Zusatzbeanspruchungen sind z.B.:

- Seitenkräfte auf Fenster beim Einbau in verkehrsgefährdeter Lage,
- Iotrechte Lasten bei geöffneten Flügeln auf z.B. Riegelprofile,
- Außenbefahranlagen bei Fensterwänden,
- Eigengewicht bei nicht vertikal eingebauten Fenstern.

#### 5.3.2 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

##### 5.3.2.1 Allgemeines

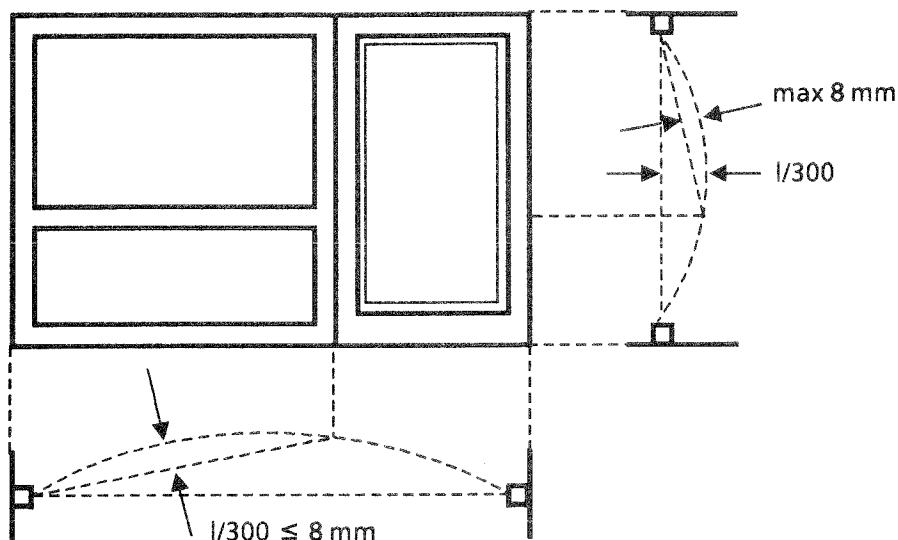
Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit erfolgt für feststehende Rahmenteile durch den Nachweis der Durchbiegungsbegrenzung. Bei Verwendung von Mehrscheiben-Isolierglas ist die Begrenzung der Durchbiegung durch die Vorschriften der Hersteller mit  $1/300$  der Stützweite  $l$  des jeweiligen Rahmenprofils bzw. maximal 8 mm zwischen den Scheibenkanten bei Mehrscheiben-Isolierglas zu beachten. Die Einhaltung der Grenzwerte ist mit der Garantiezusage der Isolierglashersteller über die Tauwasserfreiheit im Scheibenzwischenraum verbunden.

Der Nachweis wird in der Regel durch eine Berechnung erbracht. Für Fenster, die nicht in den Geltungsbereich von DIN 18 056 fallen, kann der Nachweis auch durch eine Prüfung nach DIN 18 055 erfolgen.

Nachweise der Gebrauchstauglichkeit sind mit gleichen Lastannahmen zu führen wie beim Nachweis der Standsicherheit.

Als ausreichend bemessen können Fenster angesehen werden, die in ihrer Ausbildung, Größe und Anwendung durch Normen abgedeckt bzw. durch Prüfung abgegrenzt sind. Dies gilt insbesondere für Fensterflügel.

Für genormte Profilquerschnitte von Holzfenstern sind in DIN 68 121 die zulässigen Flügelabmessungen angegeben. Bei Aluminiumprofilen und Kunststoff-Fenstern werden in der Regel die Querschnittsgrößen und die maximalen Flügelgrößen vom Profilhersteller genannt. Wegen der großen Unterschiede im E-Modul zwischen Kunststoffen und den Aussteifungsprofilen aus Aluminium oder Stahl werden bei ausgesteiften Kunststoffprofilen nur die Aussteifungsprofile zum rechnerischen Nachweis der Durchbiegung angesetzt.



**Bild 28** Grenzwerte der zulässigen Durchbiegung für die feststehenden Rahmenteile an Fenstern

### 5.3.2.2 Nachweis bei feststehenden Rahmenteilern

Feststehende Teile des Rahmens, wie Blendrahmen, Pfosten und Riegel, sind bei der Bemessung anders zu behandeln als Flügelrahmen. In der Regel kann ein Nachweis für Rahmenteile, die direkt mit dem Baukörper verbunden sind, entfallen, weil diese Teile aus konstruktiven Gründen ausreichend bemessen sind.

Für die im Fensterbau üblichen Profilabmessungen werden bei Beachtung der Grenzwerte für die Durchbiegung die zulässigen Biegespannungen im Regelfall nicht erreicht, so daß auf den Nachweis der Biegespannung verzichtet werden kann.

### 5.3.2.3 Nachweis bei Flügelrahmen

Die Fensterflügel müssen sowohl im geschlossenen und verriegelten Zustand als auch in Öffnungsstellung den Beanspruchungen gerecht werden. Im geschlossenen und verriegelten Zustand sind die Beanspruchungen aus Windlast nach DIN 1055

Teil 4 Verkehrslasten, anzunehmen. Bei der Berechnung der Durchbiegung aus Windlast werden die Flügelrahmen nicht mit einbezogen. Die Durchbiegung aus Windlast bezieht sich hier nur auf die Blendrahmenteile. Die Anforderungen an die Flügel im geöffneten Zustand sind in DIN 18 055 festgelegt. Gegebenenfalls muß auch der Einfluß des Eigengewichtes in der ungünstigsten Stellung, z.B. beim Schwingflügel in horizontaler Öffnungsstellung, beachtet werden.

## 5.4 Fugendurchlässigkeit und Schlagregendichtheit

### 5.4.1 Allgemeines

Die Anforderungen an die Fugendurchlässigkeit und Schlagregendichtheit nach DIN 18 055 beziehen sich auf den Falz zwischen Flügel und Blendrahmen. Die Forderungen nach Schlagregendichtheit sind nicht absolut. Die Festlegungen sind so getroffen, daß in Ausnahmesituationen, die jährlich auftreten können, die Beanspruchung überschritten werden darf und Wasser in geringen Mengen durch den Falz zur Raumseite durchtreten kann. Dabei muß aber gesichert sein, daß das Wasser nicht unkontrolliert in die Konstruktion eintritt und zu Schäden am Fenster bzw. an den angrenzenden Bauteilen führen kann. Für die prüfbaren Forderungen an die Fugendurchlässigkeit und Schlagregendichtheit sieht DIN 18 055 in Näherung an die tatsächlichen Beanspruchungen der Fenster vier Beanspruchungsgruppen vor.

**Tabelle 27** Beanspruchungsgruppen nach DIN 18 055

| Beanspruchungsgruppen <sup>1)</sup>                                  | A       | B       | C       | D <sup>3)</sup>     |
|----------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------------------|
| Prüfdruck in Pa<br>entspricht etwa einer<br>Windstärke <sup>2)</sup> | bis 150 | bis 300 | bis 600 | Sonder-<br>regelung |
|                                                                      | bis 7   | bis 9   | bis 11  |                     |
| Gebäudehöhe in m<br>(Richtwert)                                      | bis 8   | bis 20  | bis 100 |                     |

<sup>1)</sup> Die Beanspruchungsgruppe ist im Leistungsverzeichnis anzugeben.

<sup>2)</sup> Nach der Beaufortskala

<sup>3)</sup> In die Beanspruchungsgruppe D sind Fenster einzustufen, bei denen mit außergewöhnlicher Beanspruchung zu rechnen ist. Die Anforderungen sind im Einzelfall anzugeben.

Die Abstufung in die verschiedenen Beanspruchungsgruppen ist u.U. auch aus wirtschaftlichen Gründen notwendig, denn für Objekte, bei denen die Beanspruchungsgruppe A oder B ausreicht, soll nicht aus falschem Sicherheitsdenken die Gruppe C gefordert werden.

Die Beanspruchungsgruppe D ist als Sondergruppe von Fall zu Fall zu definieren mit Angaben zum Prüfdruck und zur Prüfdauer. Diese Gruppe wurde in die Tabelle aufgenommen, um auch vom Regelfall abweichende Einbausituationen und Anforderungen abdecken zu können.

Zwischen Schlagregendichtheit und Fugendurchlässigkeit sind bei Anwendung des Prüfverfahrens nach DIN 18 055 keine direkten Zusammenhänge gegeben. Fenster, welche z.B. die Forderung der BG C der Fugendurchlässigkeit erfüllen, sind nicht zwangsläufig auch in die BG C der Schlagregendichtheit einzustufen.

### 5.4.2 Fugendurchlässigkeit

Der Fugendurchlaßkoeffizient „a“ ist ein Maß für die Luftdurchlässigkeit der Fuge zwischen Blendrahmen und Flügel. Der a-Wert gibt an, welche Luftmenge pro Zeiteinheit und Meter Fugenlänge bei einer Luftdruckdifferenz von 10 Pa über die Fuge ausgetauscht wird. Während der in der DIN 18 055 geforderte a-Wert von den Fenstersystemen ohne Schwierigkeit einzuhalten ist, wird die längenbezogene Fugendurchlässigkeit nicht immer erreicht. Anzustreben ist eine Fugendurchlässigkeit, die etwas unter den Grenzwerten der DIN 18 055 liegen, wobei - mit Ausnahme bei klimatisierten Räumen - eine gegen Null gehende Fugendurchlässigkeit unerwünscht ist. Die Steifigkeit des Rahmens, die Verriegelung der Beschläge und die Wirkung der Dichtung nehmen auf die längenbezogene Fugendurchlässigkeit Einfluß. Bei der Beurteilung eines Fensters ist deshalb darauf zu achten, daß die längenbezogene Fugendurchlässigkeit über den vorgegebenen Druckbereich die Grenzwerte der DIN 18 055 nicht überschreitet (Bild 29). Die Forderungen der Beanspruchungsgruppe A ist von Holzfenstern ohne Falzdichtung zu erfüllen. Für die Beanspruchungsgruppen B und C dagegen ist der Einbau einer Falzdichtung bei Fenstern aus allen Rahmenwerkstoffen erforderlich. Die Lage der Dichtung im Falzbereich ist für die Fugendurchlässigkeit von untergeordnetem Einfluß, wenn die Dichtung umlaufend ist und in einer Ebene liegt bzw. nicht unterbrochen wird.

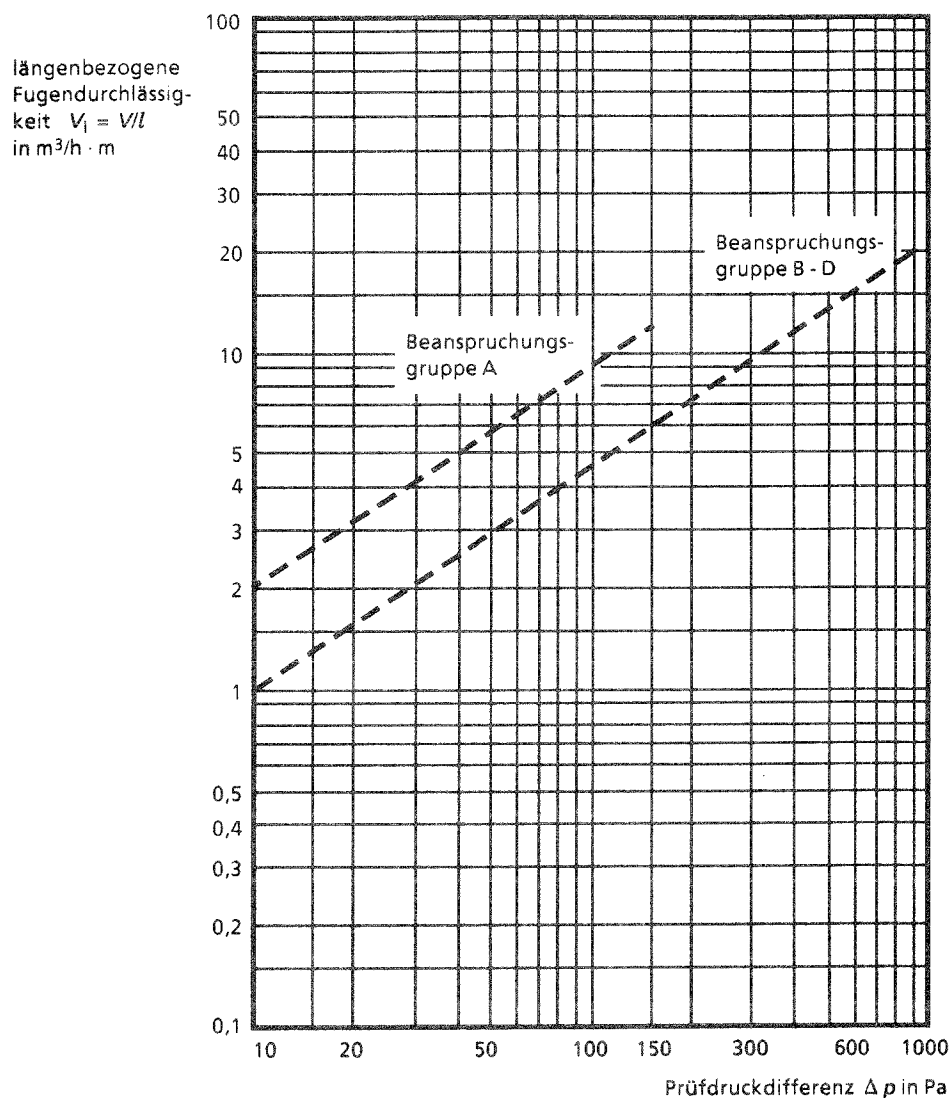


Bild 29 Längenbezogene Fugendurchlässigkeit in Abhängigkeit der Prüddruckdifferenz



Eine zu hohe längenbezogene Fugendurchlässigkeit kann verursacht werden durch:

- zu große Flügelabmessungen,
- geringe Rahmensteifigkeit,
- Fehlen von Verriegelungspunkten in den Beschlägen,
- unsachgemäße Einstellung der Beschläge,
- zu geringem Verformungsausgleich durch die Dichtung.

Der Verformungsausgleich durch die Dichtung kann mit Rücksicht auf die vertretbaren Kräfte bei der Verriegelung mit maximal 2 mm angenommen werden. Schlauchdichtungen verhalten sich dabei günstiger als Lippendichtungen. Veränderungen der Fugendurchlässigkeit sind häufig bedingt durch:

- für die Form der Dichtung ungeeignete Werkstoffe,
- unsaubere Verbindung der Ecken,
- Verkleben der Dichtung nach dem Anstrich,
- zu starke Verformung der Dichtung bei Verriegelung des Flügels.

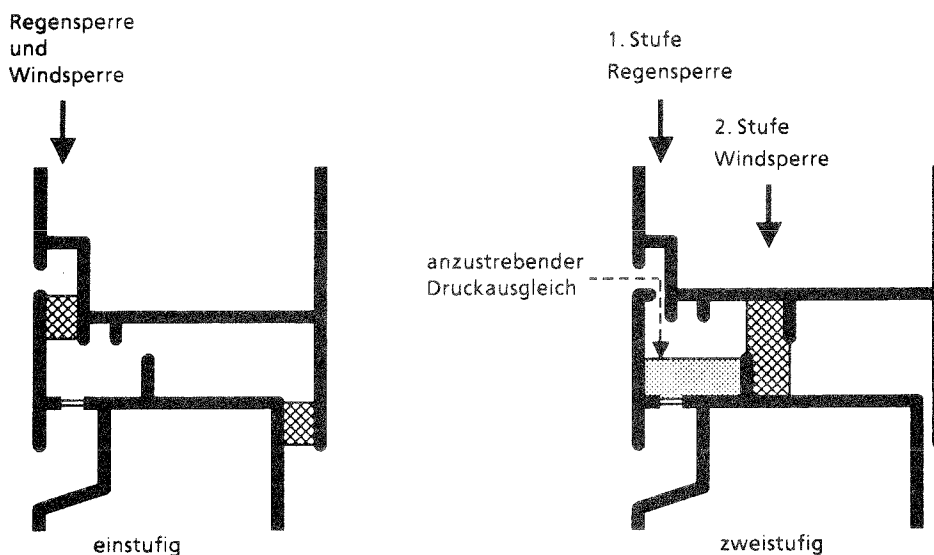
Örtlich begrenzte Veränderungen, die sich durch Zugerscheinungen und Wassereintritt zeigen können, werden verursacht z.B. von:

- offenen Ecken der Dichtung,
- versetzten Verklebungen,
- verquetschten Dichtungen.

Verquetschte Dichtungen treten dann auf, wenn die Form der Dichtung nicht auf den Öffnungsvorgang abgestimmt ist.

#### 5.4.3 Schlagregendichtheit

Für die Gewährleistung der Schlagregendichtheit über einen längeren Nutzungszeitraum ist die Ausbildung des Falzbereiches einschließlich der Lage und Anordnung der Dichtung sowie der Öffnungen zum Druckausgleich von Bedeutung. Als günstig im Langzeitverhalten haben sich sogenannte zweistufige Abdichtungssysteme gezeigt (Bild 30). Bei zweistufigen Systemen sind die Regen- und Winddichtung räumlich getrennt, wobei mit der Größe der räumlichen Trennung auch die Sicherheit wächst.



**Bild 30** Prinzipielle Darstellung der Abdichtungssysteme und Darstellung des Druckausgleichs in der Wassersammelkammer

Die Wirksamkeit der zweistufigen Abdichtung ist gegeben, wenn

- der Druckausgleich zwischen Außenklima und Falzbereich z.B. durch einen witterungsseitigen, rundumlaufenden Spalt sichergestellt ist;
- eine räumliche Trennung der Wind- und Regensperre von mindestens 15 mm vorliegt, damit die Windsperre vor direkter Regenbelastung geschützt ist. Die Regensperre sollte durch eine Wasserabreißnut mit einer Breite von ca. 7 mm und einer Höhe von 5 mm unterstützt werden;
- eine kontrollierte Wasserabführung durch Entwässerungsöffnungen mit Mindestöffnungsquerschnitten von 5 mm x 20 mm und  $\leq 30$  cm Abstand senkrecht nach unten gegeben ist. Bei Entwässerung nach vorne sind Abdeckkappen erforderlich.

Bei außenliegender Dichtung kann der Druckausgleich gegebenenfalls über Schlitzze im Überschlag des Blendrahmens erreicht werden. Die raumseitige Dichtung übernimmt dann die Aufgabe der Windsperre. In diesem Falle darf sie durch Beschlagteile nicht unterbrochen werden.

Bei zweiflügeligen Fenstern mit aufgehendem Mittelstück sind die Voraussetzungen zum Erreichen der Beanspruchungsgruppen B und C der Schlagregendichtheit ungünstig. Sie können nur durch größere Konstruktionstiefen und hohe Arbeitsgenauigkeit erreicht werden.

## 5.5 Wärmeschutz

### 5.5.1 Allgemeines

Anforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden sind in der DIN 4108 und in der Wärmeschutzverordnung festgelegt.

**Tabelle 28** Normen und Verordnungen zum Wärmeschutz

| Normen und Verordnungen                         | Gültigkeit    |
|-------------------------------------------------|---------------|
| DIN 4108 Wärmeschutz im Hochbau vom August 1981 | seit 01.03.82 |
| Wärmeschutzverordnung vom 24. Februar 1982      | seit 01.01.84 |

Die Basis für die Wärmeschutzverordnung (WVO), die sich an volkswirtschaftlichen Überlegungen orientiert, wurde durch das Energieeinsparungsgesetz vom 22.07.1976 geschaffen. Der Begriff der vermeidbaren Energieverluste spielt dabei eine ebenso wichtige Rolle wie wirtschaftliche und technische Durchführbarkeit.

Es ist deshalb notwendig, die Wärmeschutzverordnung in ihrem Anforderungsniveau der jeweiligen Situation am Energiemarkt und der technischen Entwicklung anzupassen.

Grundlage der DIN 4108 dagegen sind die bautechnischen Forderungen nach Erhaltung der Bausubstanz und nach Erhaltung der Gesundheit der Bewohner, sodaß die Interessen zwischen Wärmeschutzverordnung und Norm nicht in allen Punkten gleich sind.

Bei der Festlegung der Anforderungen für Fenster wird unterschieden in:

- |                   |                                                |
|-------------------|------------------------------------------------|
| Fenster           | = Glas und zugehöriger Rahmen und              |
| leichte Außenwand | = nicht transparente Füllung in Fensterwänden. |

### 5.5.2 Anforderungen an Fenster

Die Anforderungen an das Fenster folgen über die Wärmeschutzverordnung aus

- dem maximal zulässigen mittleren k-Wert der Außenwand,
- dem Anteil der Fenster an der Außenwand.

Die Rechenwerte für Fenster sind für die rechnerischen Nachweise aus DIN 4108 Teil 4 Tabelle 3 zu übernehmen.

Aus der Forderung der Wärmeschutzverordnung (WVO), daß der k-Wert der Fenster  $3,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  nicht übersteigen darf ( $k \leq 3,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), folgt, daß für Räume mit normaler Raumtemperatur Einfachverglasungen nicht zulässig sind.

### 5.5.3 Anforderungen an leichte Bauteile

Forderungen an die Fensterwand werden sowohl in der WVO als auch in DIN 4108 gestellt - zum einen an Fenster (Rahmen und transparente Füllung, also Glas) und zum anderen an leichte Bauteile (Rahmen und nicht transparente Füllung, also Paneel).

Neben den Anforderungen, die wie beim Fenster aus der Wärmeschutzverordnung folgen, gelten die Anforderungen für den nichttransparenten Bereich nach DIN 4108 Teil 2 Abschnitt 5.1:

„Nichttransparente Ausfachungen von Fensterwänden, die weniger als 50 % der gesamten Ausfachung betragen, müssen mindestens die Anforderungen der Tabelle 1 erfüllen; andernfalls gelten die Anforderungen der Tabelle 2.“

Diese Forderungen sind in Bild 31 dargestellt. Sie ergeben sich danach aus

- dem Verhältnis von Glasfläche ( $A_G$  - transparente Füllung) zum Paneel ( $A_A$  - nicht transparente Füllung);
- der flächenbezogenen Masse, wenn die Fläche des Paneels größer ist als die Glasfläche, wobei nur die Masse angesetzt wird, die von der Raumseite gesehen vor der Wärmedämmung angebracht ist.

Als Rahmenmaterial ist im Bereich des Paneels nur Rahmenmaterial der Gruppen 1, 2.1 oder 2.2 zulässig.

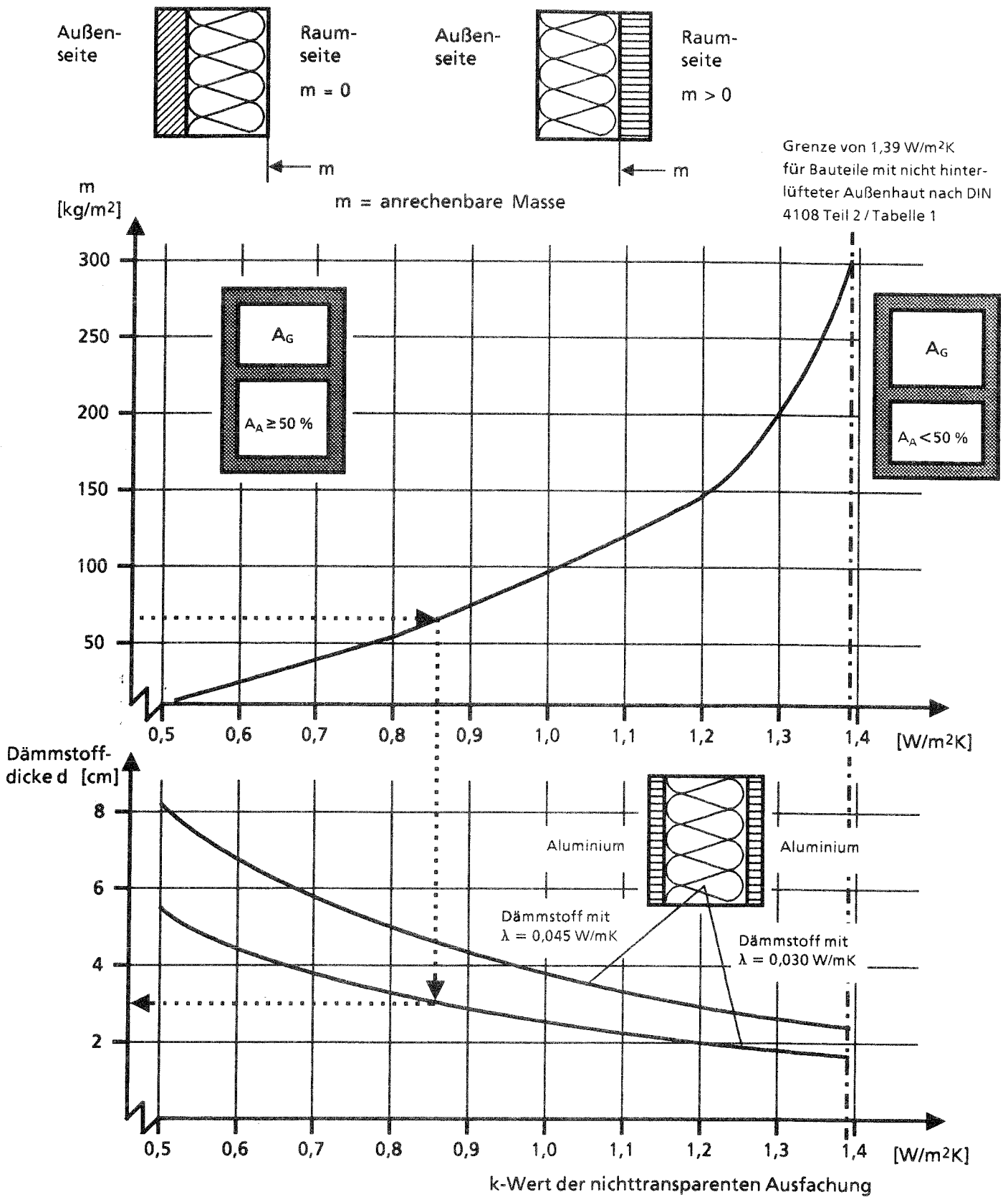
### 5.5.4 Rechenwerte zum Nachweis des Wärmeschutzes

Die Rechenwerte zum Nachweis des Wärmeschutzes können für genormte Baustoffe und Bauteile aus DIN 4108 Teil 4 entnommen werden. Werte, die nicht in der Norm enthalten sind, dürfen nur dann für Nachweise eingesetzt werden, wenn sie im Bundesanzeiger bekanntgemacht worden sind.

Rechenwerte für Fenster ( $k_F$ ) sind in der Tabelle 3 der DIN 4108 Teil 4 abgedruckt, wobei der Rechenwert des Wärmedurchgangskoeffizienten  $k_F$  bestimmt wird von

- der Rahmenmaterialgruppe und
- der Verglasung.

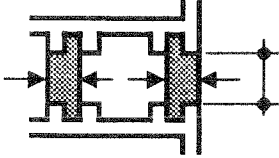
Für die drei Rahmenmaterialgruppen wurde eine Unterteilung in fünf Spalten vorgenommen, wobei die Einstufung in die betreffende Gruppe entweder bei Übereinstimmung der konstruktiven Merkmale mit der Beschreibung in den Erläuterungen zu Tabelle 3 oder durch Prüfung und Bekanntmachung erfolgt. Eine Ausnahme bildet die Rahmenmaterialgruppe 2.1; hier ist eine Zuordnung z.Zt. nur über eine Prüfung und Bekanntmachung möglich.



**Bild 31** Ermittlung der erforderlichen Dämmstoffdicke „ $d$ “ an nichttransparenten Ausfuchungen in Fensterwänden

Die Grenzen der Wärmedurchgangskoeffizienten und die Merkmale der Zuordnung für die Rahmenmaterialgruppen sind in Tabelle 29 zusammengestellt.

**Tabelle 29** Grenzwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten für die Rahmenmaterialgruppen

| Rahmenmaterial Gruppe | Grenzen für $k_R$ [W/m <sup>2</sup> K] | empfohlene Rechenwerte [W/m <sup>2</sup> K] | Merkmale der Zuordnung                                                                                                                                |
|-----------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                     | $k_R \leq 2,0$                         | 1,7                                         | Holz, Alu-Holz, Kunststoff oder Nachweis $k_R \leq 2,0$                                                                                               |
| 2.1                   | $2,0 < k_R \leq 2,8$                   | 2,5                                         | Nachweis ( $2,0 < k_R \leq 2,8$ )                                                                                                                     |
| 2.2                   | $2,8 < k_R \leq 3,5$                   | 3,2                                         | Nachweis $2,8 < k_R \leq 3,5$ oder Merkmale der Profilkernzone *                                                                                      |
| 2.3                   | $3,5 < k_R \leq 4,5$                   | -                                           | <br>Nachweis $3,5 < k_R \leq 4,5$ oder Merkmale der Profilkernzone |
| 3                     | $4,5 < k_R$                            | -                                           | Alle übrigen Profile                                                                                                                                  |

\* siehe DIN 4108

Die Rechenwerte der Rahmenprofile sind für den Nachweis von Fensterwänden erforderlich, wobei für Fensterwände nur Profile der Rahmenmaterialgruppen 1, 2.1 und 2.2 eingesetzt werden dürfen. Bei der Einstufung in die Rahmenmaterialgruppen darf ein mit einer Produktbezeichnung beschriebenes System nur jeweils einer Rahmenmaterialgruppe zugeordnet werden. Da bei sonst gleicher Ausbildung der Dämmzone der k-Wert der Profile vom Verhältnis der Summe der Stegbreiten zur Gesamtbreite des Profils bestimmt wird, ist die Beurteilung und Einstufung eines Systems mit vertretbarem Aufwand möglich (Bild 32). Auch bei einer Erweiterung des Systems ist eine Überprüfung der zusätzlichen Profile ohne Nachmessung möglich.

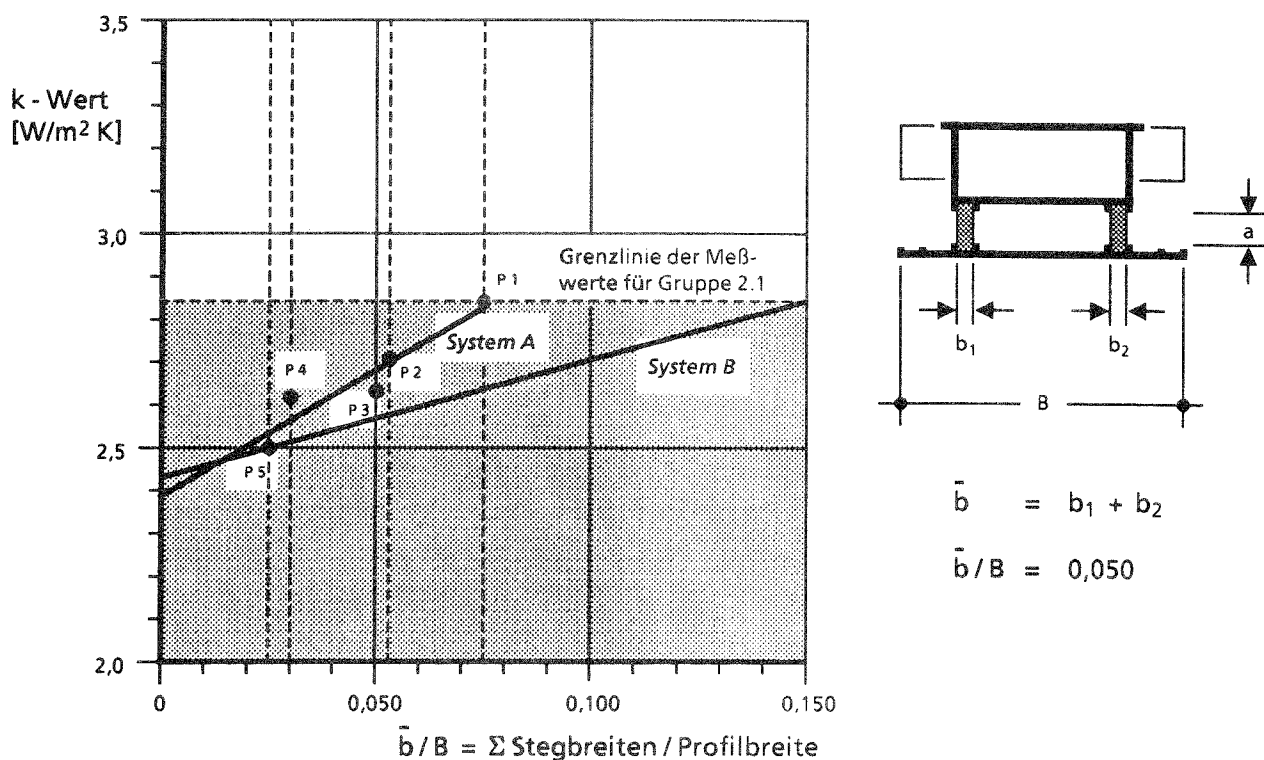
Für die Berechnung der k-Werte von Rahmenprofilen müssen noch allgemeingültige einheitliche Randbedingungen erarbeitet werden.

Für die Verglasung gilt bei Normalglas nach DIN 4108 Teil 4 Tabelle 3 der Scheibenzwischenraum als Merkmal der Festlegung des k-Wertes. Bei Sondergläsern, darunter werden z.Zt. nur Gläser mit beschichteten Oberflächen eingestuft, erfolgt die Festlegung der Wärmedurchgangskoeffizienten durch Prüfung und Bekanntmachung der Rechenwerte. Damit ist die Verglasung auch bei Verwendung von Sonderglas über  $k_v$  einer bestimmten Zeile in der Tabelle 3 zugeordnet und damit sind auch die Rechenwerte der Fenster festgelegt.

Mehrscheiben-Isolierglas, dessen Scheibenzwischenraum mit Spezialgas anstelle von getrockneter Luft gefüllt ist, zählt wegen der Gasfüllung alleine nicht zu den Sondergläsern. Die Verbesserung des k-Wertes durch die Gasfüllung - sie liegt bei  $\Delta k = 0,3$  bis  $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  - darf bei den geforderten Nachweisen im Rahmen der WVO nicht berücksichtigt werden.

Für die Berechnung der k-Werte von nicht transparenten Füllungen können, soweit genormte Stoffe eingesetzt werden, die Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_R$  der Tabelle 1 aus DIN 4108 Teil 4 entnommen werden. Für nicht genormte Baustoffe sind auch hier die im Bundesanzeiger bekannt gemachten Werte anzusetzen.

Darüber hinaus ist der Nachweis des Feuchteschutzes zu erbringen. Für den Aufbau und die Bewertung von nicht transparenten Füllungen gilt, daß die hinterlüftete Konstruktion bauphysikalisch problemloser aber konstruktiv anspruchsvoller ist.



**Bild 32** Geometrische Merkmale zur Einstufung von Aluminium-Kunststoff-Verbundprofilen

### 5.5.5 Nachweise bzw. Festlegung geeigneter Fenster

Die notwendigen Schritte für die Nachweise bzw. die Festlegung der Konstruktion sind in einem Ablaufplan geordnet und nachstehend beschrieben.

1. Zur Ermittlung des erforderlichen k-Wertes der Außenwand kann wahlweise nach Tabelle 1 oder Tabelle 2 der Anlage der Wärmeschutzverordnung verfahren werden (Bild 33).

Während nach Verfahren 2 der mittlere k-Wert der Außenwand einschließlich der Fenster ( $k_{m,W+F}$ ) direkt aus dem Grundriß ermittelt wird, muß er nach dem Verfahren 1 aus dem maximalen mittleren k-Wert ( $k_{m,max}$ ) der Umfassungsfläche errechnet werden.

2. Aus dem Verhältnis von Fensterfläche zu Wandfläche wird bei vorher festgelegtem Aufbau der Wand der erforderliche k-Wert des Fensters bzw. der Fensterwand errechnet. Für das Fenster darf der Wert  $k_F = 3,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  nicht überschritten werden.
3. Mit dem unter 2. ermittelten Wert  $k_F$  (erforderlicher k-Wert) kann aus DIN 4108 Teil 4 Tabelle 3 eine geeignete Fensterkonstruktion gewählt werden.
4. Bei einer Fensterwand erfolgen für die Bereiche Fenster und nichttransparentes (leichtes) Bauteil getrennte Zwischenschritte.

#### 4.1 Fenster

Beim Fenster wird analog zu 3. vorgefahren, also eine Fensterkonstruktion ausgewählt und deren  $k_F$ -Wert notiert.

#### 4.2 Leichtes Bauteil

Hier folgt eine weitere Untergliederung in Rahmen und Füllung:

- Während beim Fenster alle Rahmenmaterialgruppen zugelassen sind, sind im Bereich des leichten Bauteils nur die Rahmenmaterialgruppen 1, 2.1 und 2.2 zugelassen.

Die Rechenwerte, die zum Nachweis erforderlich sind, wurden bisher nicht festgelegt und müssen deshalb aus den Erläuterungen zu DIN 4108 Teil 4 Tabelle 3 angenommen werden.

- Zur Festlegung der Mindestanforderungen für die Ausfächung (leichtes Bauteil) sind folgende Zwischenschritte notwendig:

1. Es muß geprüft werden, ob die Glasfläche größer oder kleiner ist als die Ausfächung (Paneel) (Bild 31).
2. Ist die Ausfächung kleiner, muß sie einen k-Wert entsprechend DIN 4108 Teil 2 Tabelle 1 Zeile 1.1 "Außenwände allgemein" aufweisen.
3. Ist die Füllung größer, ergibt sich der k-Wert nach DIN 4108 Teil 2 Tabelle 2 in Abhängigkeit der flächenbezogenen Masse, bei der nur die Schichten herangezogen werden, die raumseitig von der Dämmschicht liegen.
4. Unter Verwendung der für den gewählten Schichtaufbau genormten oder bekanntgemachten Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit wird die Dicke des Elementes bzw. bei vorgegebener Dicke der k-Wert bestimmt.

Über die Flächenanteile von Rahmen und Ausfächung wird der k-Wert des leichten Bauteils in der Fensterwand errechnet.

- 4.3 Aus den k-Werten von Fenster und leichtem Bauteil wird flächenanteilig der k-Wert der Fensterwand errechnet.
5. Zur Überprüfung, ob die gestellten Forderungen erfüllt sind, werden die k-Werte der gewählten Konstruktion mit den nach der Wärmeschutzverordnung erforderlichen k-Werten verglichen.

| Verfahren - Nr. 1 |
|-------------------|
| $k_m = f(A/V)$    |

| Verfahren - Nr. 2                               |
|-------------------------------------------------|
| $k_{m, W+F} = f(\text{Grundriß})$<br>$k_D, k_G$ |

**Tabelle 1** Maximale mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten  $k_{m, \max}$  in Abhängigkeit vom Verhältnis  $A/V$

| $A/V^1)$ in $m^{-1}$ | $k_{m, \max}^1)$ in $W/m^2K$ |
|----------------------|------------------------------|
| $\leq 0,22$          | 1,20                         |
| 0,30                 | 1,00                         |
| 0,40                 | 0,86                         |
| 0,50                 | 0,78                         |
| 0,60                 | 0,73                         |
| 0,70                 | 0,69                         |
| 0,80                 | 0,66                         |
| 0,90                 | 0,63                         |
| 1,00                 | 0,62                         |
| $\geq 1,10$          | 0,60                         |

<sup>1)</sup> Zwischenwerte sind nach folgender Gleichung zu ermitteln

$$k_{m, \max} = 0,71 + \frac{0,14}{A/V} \text{ in } W/(m^2 K)$$

**Tabelle 2** Wärmedurchgangskoeffizienten für einzelne Außenbauteile

| Zeile | Bauteile                                                                                                                                   |                                                                                                         | max. Wärmedurchgangskoeffizient in $W/m^2K$ |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1.1 * | Außenwände einschl. Fenster und Fenstertüren                                                                                               | Gebäude, deren Grundriß ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 15 m nicht umschreibt (Abb. 1 und Abb. 2) | $k_{m, W+F} \leq 1,20$                      |
| 1.2 * |                                                                                                                                            | Gebäude, deren Grundriß ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 15 m umschreibt (Abb. 3)                  | $k_{m, W+F} \leq 1,50$                      |
| 2     | Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen und Decken (einschließlich Dachschrägen), die Räume nach oben und gegen die Außenluft abgrenzen. |                                                                                                         | $k_D \leq 0,30$                             |
| 3     | Kellerdecken, Wände und Decken gegen unbeheizte Räume sowie Decken und Wände, die an das Erdreich grenzen.                                 |                                                                                                         | $k_G \leq 0,55$                             |

\* Für die Einordnung in die Zeilen 1.1 bis 1.2 ist das Vollgeschoß zugrunde zu legen, das den kleinsten Wert  $k_{W+F}$  ergibt. Bei geschoßweise unterschiedlichen äußeren Grundrißabmessungen darf geschoßweise verfahren werden.

Abb. 1

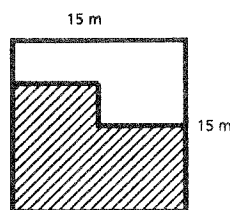


Abb. 2

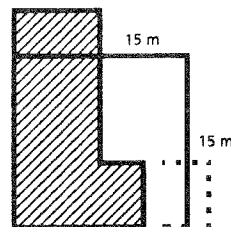
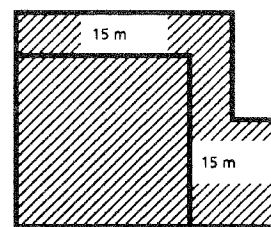


Abb. 3



**Bild 33** Berechnungsmethoden zur Ermittlung des mittleren  $k$ -Wertes von Gebäuden



### 5.5.6 Tauwasserbildung

Neben der Tauwasserbildung im Bauteil, die sich ungünstig auf den Wärmeschutz auswirkt, ist auch die Tauwasserbildung auf der Bauteiloberfläche zu beachten. Sie tritt bei raumabschließenden Außenwänden jeweils an den Stellen mit den niedrigsten Oberflächentemperaturen auf, sobald die für das jeweilige Bauteil kritischen Klimaverhältnisse auftreten. Da das Fenster einschließlich der unmittelbar angrenzenden Bereiche der Außenwand wärmeschutztechnisch die schwächste Stelle in der Außenwand ist, wird die Tauwasserbildung auch in diesem Bereich beginnen. In der Regel wird die Raumluftfeuchte durch das Lüftungsverhalten der Bewohner, die Wärmedämmung des Bauteils, die Wärmeübergänge aufgrund der Einbausituation des Fensters auf der Raumseite sowie durch die Raumtemperatur und die Außentemperatur bestimmt. Zur Beurteilung von Tauwasserbildung müssen diese Bedingungen bekannt sein. Für den Nachweis der Tauwasserbildung nach DIN 4108 Teil 3 muß für  $\alpha_i = 6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  gewählt werden. Eine absolute Tauwasserfreiheit im Bereich der Fenster kann nicht zugesichert werden. Sie ist auch so lange nicht als Mangel zu betrachten, so lange nicht die Gefahr der Schädigung des Fensters und der angrenzenden Bauteile besteht. Eine Abschätzung der Tauwasserbildung an raumabschließenden Oberflächen ist durch Bild 34 möglich. Häufige Fälle sind:

- Tauwasser an ungedämmten Aluminiumprofilen, in ungünstigen Fällen auch an wärmedämmten Aluminium-Verbundprofilen,
- Tauwasser an raumseitigen Glasoberflächen,
- Tauwasser im Scheibenzwischenraum von Verbundfenstern.

Auch beim Verbundfenster kann eine absolute Tauwasserfreiheit nicht gefordert werden.

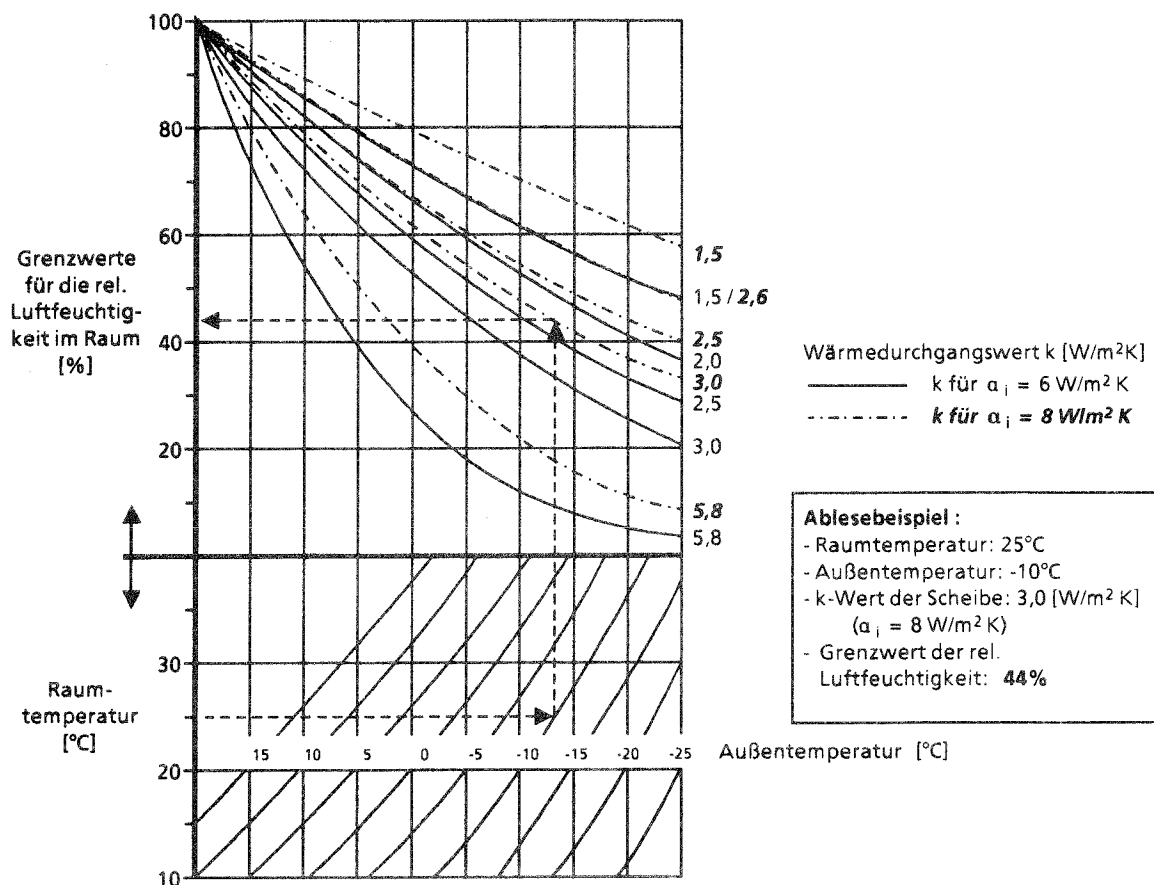
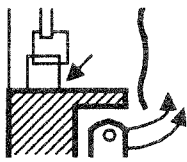
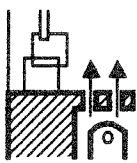
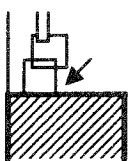
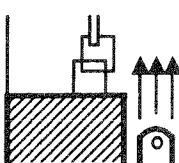


Bild 34 Taupunkt-Diagramm

Ist bei wärmedämmten Aluminiumprofilen der Flächenanteil auf der Außenseite wesentlich größer als auf der Raumseite, so steigt hier die Gefahr der Tauwasserbildung aufgrund der höheren Auskühlung des Profils. Auch bei Mehrscheiben-Isolierglas mit k-Werten unter  $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  kann im Randbereich Tauwasser auftreten. Bei gutdämmendem Mehrscheiben-Isolierglas und bei Metallflächen kann auch auf der Außenseite der Fenster Tauwasser auftreten, wenn es zu einer Unterkühlung der Flächen kommt - eine Erscheinung, die mit der morgendlichen Taubildung auf Wiesen vergleichbar ist.

| Einbausituation                                                                     | Auswirkung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Tauwassergefahr erhöht sich durch niedrige Oberflächentemperaturen an Scheibe und Rahmen. Sogenannte „tote Winkel“ im Bereich des Blendrahmens verringern den Wärmeübergangskoeffizienten (Konvektion sehr gering) und führen ebenfalls zur Absenkung der Oberflächentemperatur. Ohne Heizkörper wird die Situation noch ungünstiger. |
|    | Tauwassergefahr verringert sich durch am Fenster entlangstreichende Warmluft vom Heizkörper. Dadurch erhöhen sich u.a. die Oberflächentemperaturen am Fenster.                                                                                                                                                                        |
|   | Tauwassergefahr erhöht sich, da eine große Einbautiefe vorhanden ist und deshalb durch mangelnde Konvektion im Bereich Blendrahmen/Mauerwerk sogenannte „tote Winkel“ entstehen. Damit sinkt die Oberflächentemperatur.                                                                                                               |
|  | Tauwassergefahr verringert sich durch am Fenster entlangstreichende Warmluft vom Heizkörper. Dadurch erhöhen sich u.a. die Oberflächentemperaturen am Fenster.                                                                                                                                                                        |

**Bild 35** Einfluß der Einbausituation von Fenstern auf die Gefahr der Tauwasserbildung

**Tabelle 30** Tauwasserbildung am Fenster

| Tauwasserbildung                                                                      | Ursache                                                             | mögliche Abhilfe                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - im Scheibenzwischenraum<br><i>Mehrscheiben-Isolierglas</i><br><i>Verbundfenster</i> | Randverbund ist undicht<br>hohe Luftfeuchte im Scheibenzwischenraum | Austausch der Scheibe<br>Abdichtung zur Raumseite, Öffnung zur Außenseite, Abdichtung der Verglasung                                                             |
| - auf der außenseitigen Oberfläche                                                    | gute Wärmedämmung,<br>wolkenloser nächtlicher Himmel                | Temporäre Wärmeschutzmaßnahmen                                                                                                                                   |
| - auf der raumseitigen Oberfläche                                                     | hohe Luftfeuchte, niedrige Oberflächentemperaturen                  | Verringerung der Luftfeuchte (Lüftung, Entfernung von Pflanzen), Erhöhung der Raumtemperatur, Verbesserung der Luftzirkulation im Bereich der Fenster (Vorhänge) |

## 5.5.7 Temporäre Wärmeschutzmaßnahmen

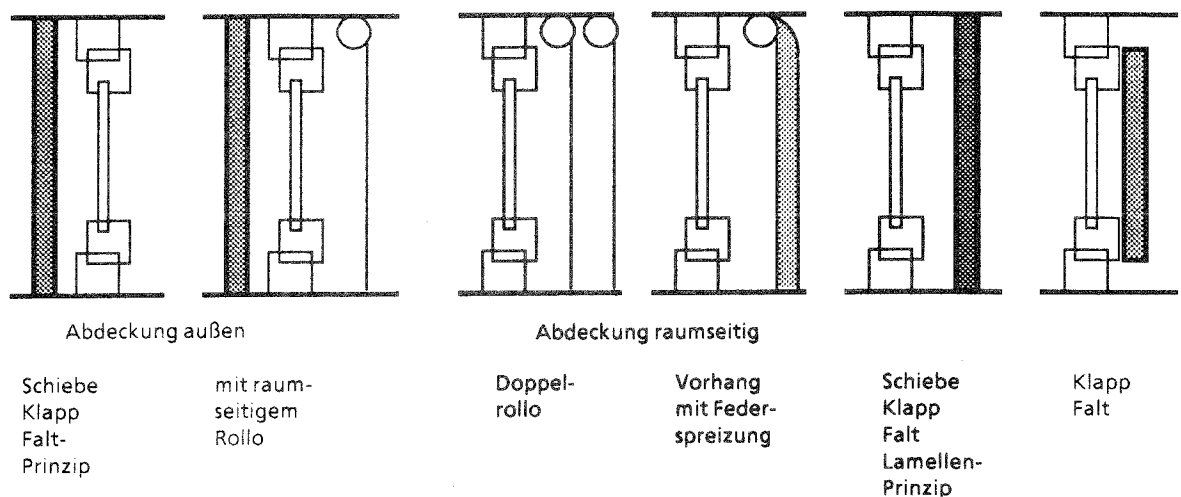
### 5.5.7.1 Rolläden und Fensterläden

Temporäre Maßnahmen werden, zeitlich begrenzt, zum Wärmeschutz des Fensters eingesetzt. Über die transparente Glasfläche kann bei Sonneneinstrahlung, und zwar bereits bei diffuser Strahlung, Energie dem Raum zugeführt werden. Damit bietet sich an, daß die wärmeschutztechnischen Eigenschaften des Fensters den jeweiligen Umgebungsverhältnissen angepaßt werden und zwar durch:

- hohe Durchlässigkeit bei Sonnenstrahlung,
- gute Wärmedämmung bei Nacht.

Entsprechende Maßnahmen sind zur Verbesserung des Wärmeschutzes sowohl auf der Außenseite als auch auf der Raumseite möglich. Bei raumseitigen Maßnahmen erhöht sich aber die Gefahr der Tauwasserbildung an der Glas- und Rahmenfläche des Fensters [32, 33].

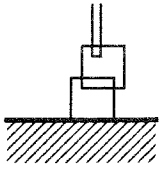
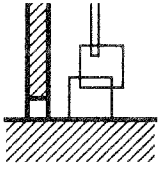
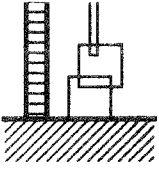
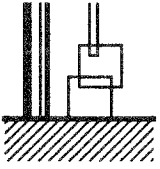
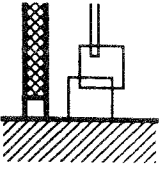
Bild 36 zeigt prinzipielle Möglichkeiten zur Verbesserung des Wärmeschutzes am Fenster durch Vorrichtungen an der Außenseite und auf der Innenseite. Rolläden sind die am häufigsten gewählten Maßnahmen. Sie dürfen nach den bisherigen Normen und Bestimmungen für den Nachweis des Wärmeschutzes nicht berücksichtigt werden, weil nicht sichergestellt ist, daß Rolläden und Klappläden regelmäßig geschlossen werden. Wie bei geschlossenen Rolläden ergibt sich auch durch geschlossene Klappläden und Jalousieklappläden eine Verringerung des Wärmedurchgangs (Tabelle 31). Bei Einbeziehung der temporären Maßnahmen in die Energiebilanz muß die nur zeitweise Wirkung des Rolladens berücksichtigt werden. Dies geschieht über den sogenannten Deckelfaktor.



**Bild 36** Möglichkeiten von Fensterabdeckungen zur Verbesserung des Wärmeschutzes

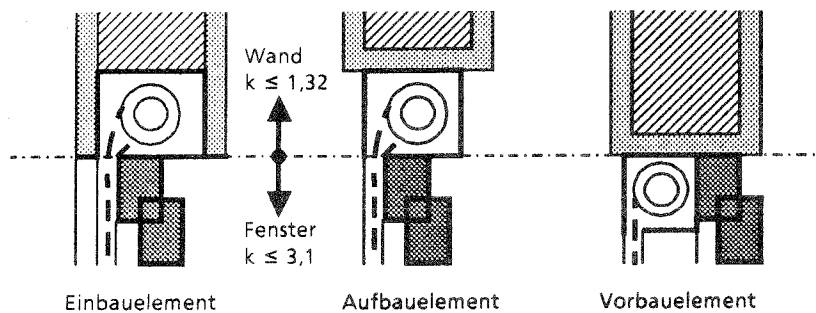
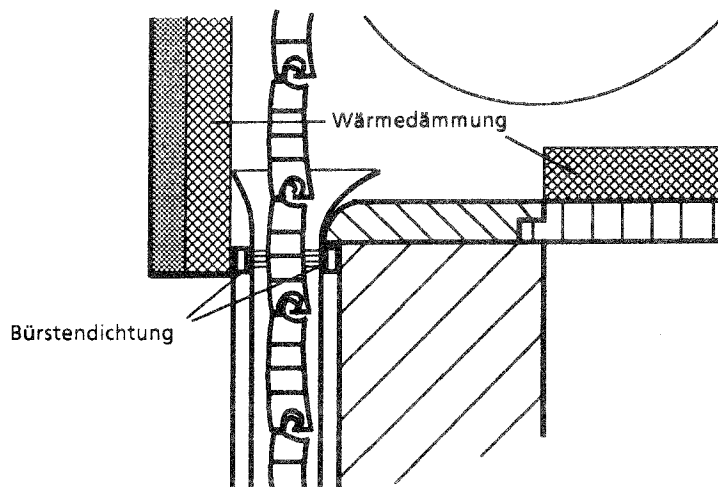
Wärmeschutztechnisch ist der Rolladenkasten der Außenwand zugeordnet, so daß die Mindestanforderungen nach DIN 4108 Teil 2 Tabelle 2 zu beachten sind. Dies gilt auch für aufgesetzte Rolladenkästen. Vorgesetzte Rolladenkästen dagegen bleiben unberücksichtigt (Bild 37).

**Tabelle 31** Wärmeschutztechnische Daten von Fenstern mit außenseitig angebrachten Holzläden

|  |  |  |  |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fenster ohne Laden                                                                | Fenster mit Holzjalousie-laden                                                    | Fenster mit Holzrollladen                                                         | Fenster mit Vollholzlade (20 bis 30 mm dick)                                       | Fenster mit Holz-laden mit Dämm-stoffmittellage, 20 mm, $\lambda \approx 0,035 \text{ W/mK}$ |
| Wärmedurchgangskoeffizienten in $\text{W/m}^2\text{K}$                            |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                              |
| $k_F$                                                                             | $k_{FZ}$                                                                          | $k_{FZ}$                                                                          | $k_{FZ}$                                                                           | $k_{FZ}$                                                                                     |
| 1,0                                                                               | 0,9 - 1,0                                                                         | 0,8 - 0,9                                                                         | 0,7 - 0,8                                                                          | 0,5 - 0,6                                                                                    |
| 2,0                                                                               | 1,8 - 1,9                                                                         | 1,3 - 1,4                                                                         | 1,2 - 1,3                                                                          | 0,7 - 0,8                                                                                    |
| 3,0                                                                               | 2,6 - 2,7                                                                         | 1,8 - 1,9                                                                         | 1,5 - 1,6                                                                          | 0,8 - 0,9                                                                                    |

Der Rollraum wird nach den derzeit gültigen Regeln als Kaltraum betrachtet, auch wenn z.B. durch die Anbringung von Bürsten am Rolladenaustritt eine stehende Luftschicht erreicht wird.

Nach DIN 4108 müssen Rolladenkastenwand und Rolladenkastendeckel den Mindestwärmeschutz von  $k = 1,32 \text{ W/m}^2\text{K}$  aufweisen.

**Bild 37** Wärmetechnische Beurteilung von Rolladenkästen**Bild 38** Detail eines Rolladenkastens mit Wärmedämmung und Bürstendichtung am Rolladenaustritt

### 5.5.7.2 Sonnenschutz

Das Ziel des Sonnenschutzes ist es, durch geeignete Maßnahmen die Behaglichkeit des Menschen im Raum zu verbessern. Hierzu ist es notwendig, daß sowohl die Raumtemperatur in einem für den Menschen behaglichen Bereich bleibt als auch ein ausreichender Blendschutz gewährleistet ist. Maßnahmen des sommerlichen Wärmeschutzes sind in der Regel aufwendiger und auch schwieriger als Maßnahmen des winterlichen Wärmeschutzes. Beeinflußt werden die notwendigen Maßnahmen von

- der Orientierung und Größe der Glasflächen,
- der Größe, Nutzung und Ausstattung der Räume und
- der Möglichkeit der Raumlüftung.

Als mögliche Maßnahmen stehen zur Verfügung:

1. Die Abschattung der Glasflächen;
2. Einsatz von Sonnenschutzgläsern.

Sonnenschutzvorrichtungen zur Abschattung der Glasflächen können sowohl ausenseitig, innenseitig als auch bei Verbund- und Kastenfenstern im Scheibenzwischenraum angebracht werden. Geeignete Sonnenschutzvorrichtungen sind z.B. Rolläden, Klappläden, Jalousien, Rollos und Markisen.

Am wirkungsvollsten sind Sonnenschutzeinrichtungen, die auf der Außenseite der Fenster angebracht sind. Dabei wandelt sich die energiereichere kurzwellige Strahlung bereits außen beim Auftreffen auf die Sonnenschutzeinrichtung in langwelligere Wärmestrahlung um.

Sonnenschutzgläser haben aufgrund von Einfärbungen bzw. spezieller Oberflächenbeschichtungen der Glasscheiben die Eigenschaft, die Sonneneinstrahlung zu einem hohen Anteil zu reflektieren und zu absorbieren. Die Restenergiemenge, die durch die Verglasung ins Rauminnere durchtritt, wird Gesamtenergiedurchlaßgrad „g“ genannt. Er beträgt bei normalen Isolierverglasungen 0,8, d.h. die Verglasung läßt 80% der Energie durch. Gute Sonnenschutzgläser können einen g-Wert von 0,2 erreichen.

Bei einer zusätzlichen Abschattung der Verglasung vermindert sich der Gesamtenergiedurchlaßgrad je nach Art der eingesetzten Vorrichtung. Der Grad der Abminderung wird ausgedrückt in einem Faktor „z“. In der Tabelle 5 der DIN 4108 Teil 2 sind Werte für den Abminderungsfaktor „z“ angegeben. Die Multiplikation der Werte g und z führt zu einer Gesamtbeurteilung der Energiedurchlässigkeit des Fensters, dem Gesamtenergiedurchlaßgrad „g<sub>F</sub>“.

Tabelle 32 Gesamtenergiedurchlaßgrade g von Verglasungen (DIN 4108 Teil 2 Tabelle 4)

| Zeile | Verglasung                                                                             | g           |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1.1   | Doppelverglasung aus Klarglas                                                          | 0,8         |
| 1.2   | Dreifachverglasung aus Klarglas                                                        | 0,7         |
| 2     | Glasbausteine                                                                          | 0,6         |
| 3     | Mehrfachverglasung mit Sondergläsern (Wärmeschutzglas, Sonnenschutzglas) <sup>1)</sup> | 0,2 bis 0,8 |

<sup>1)</sup> Die Gesamtenergiedurchlaßgrade g von Sondergläsern können aufgrund von Einfärbung bzw. Oberflächenbehandlung der Glasscheiben sehr unterschiedlich sein. Im Einzelfall ist der Nachweis gemäß DIN 67 507 zu führen. Ohne Nachweis darf nur der ungünstigere Grenzwert angewendet werden.

**Tabelle 33** Abminderungsfaktoren  $z$  von Sonnenschutzvorrichtungen <sup>1)</sup> in Verbindung mit Verglasungen (DIN 4108 Teil 2 Tabelle 5)

| Zeile | Sonnenschutzvorrichtung                                                | $z$         |
|-------|------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1     | fehlende Sonnenschutzvorrichtung                                       | 1,0         |
| 2     | innenliegend und zwischen den Scheiben liegend                         |             |
| 2.1   | Gewebe bzw. Folien <sup>2)</sup>                                       | 0,4 bis 0,7 |
| 2.2   | Jalousien                                                              | 0,5         |
| 3     | außenliegend                                                           |             |
| 3.1   | Jalousien, drehbare Lamellen, hinterlüftet                             | 0,25        |
| 3.2   | Jalousien, Rolläden, Fensterläden, feststehende oder drehbare Lamellen | 0,3         |
| 3.3   | Vordächer, Loggien <sup>3)</sup>                                       | 0,3         |
| 3.4   | Markisen, oben und seitlich ventiliert <sup>3)</sup>                   | 0,4         |
| 3.5   | Markisen, allgemein <sup>3)</sup>                                      | 0,5         |

<sup>1)</sup> Die Sonnenschutzvorrichtung muß fest installiert sein (z.B. Lamellenstores). Übliche dekorative Vorhänge gelten nicht als Sonnenschutzvorrichtung.

<sup>2)</sup> Die Abminderungsfaktoren  $z$  können aufgrund der Gewebestruktur, der Farbe und der Reflexionseigenschaften sehr unterschiedlich sein. Im Einzelfall ist der Nachweis in Anlehnung an DIN 67 705 zu führen. Ohne Nachweis darf nur der ungünstigere Grenzwert angenommen werden.

<sup>3)</sup> siehe Seite 10.

Für Gebäude mit raumluftechnischen Anlagen gibt es zur Begrenzung des Energiedurchgangs durch Sonneneinstrahlung einen Grenzwert. Das Produkt aus Gesamtennergiedurchlaßgrad  $g_F$  und Fensterflächenanteil  $f$  darf den Wert 0,25 nicht überschreiten. Die Berechnung der Werte  $g_F \cdot f$  erfolgt nach DIN 4108 Teil 2.

Die Lüftung ist als flankierende Maßnahme zu anderen Sonnenschutzeinrichtungen notwendig, wobei in der Regel eine ausreichende Abführung von Energie über die erwärmte Luft nur mit motorisch angetriebenen Einrichtungen möglich ist. Bei Wintergärten und anderen geeigneten Verglasungen ist in jedem Falle neben einer Handsteuerung der Lüftungseinrichtungen eine temperaturabhängig gesteuerte Lüftung erforderlich.

Bei allen Sonnenschutzmaßnahmen sind Teilabschattungen zu vermeiden, da bei teilweise abgeschatteten Glasflächen sehr hohen Temperaturdifferenzen auftreten können, die in der Folge die zulässigen Zugspannungen von Glas überschreiten und zum Glasbruch führen. Die Bruchgefahr erhöht sich bei strahlungsabsorbierenden Gläsern. Wenn sich solche Temperaturunterschiede in der Scheibe nicht vermeiden lassen, sind vorgespannte Gläser (ESG) einzusetzen.

## 5.6. Schallschutz

### 5.6.1 Grundlagen

Die physikalischen Zusammenhänge sind beim Schall unübersichtlicher als beim Wärmeschutz, und damit ist auch die Umsetzung der Anforderung in die Konstruktion schwieriger. Die Prüfung von Musterfenstern in den Originalabmessungen ist, wenn überhaupt, beim Schallschutz berechtigt. Die größen- und formatabhängigen Einflüsse können maßgebend für die Einstufung in die gewünschte Schallschutzklasse sein. Diese Einflüsse sollten auch beachtet werden, wenn die Prüfergebnisse der üblichen Normgröße mit 123 cm x 148 cm auf andere Konstruktionen übertragen werden. Eine Übertragung auf andere Größen ist nur dann zulässig, wenn folgende Voraussetzungen vorliegen:

- die Abweichung von der geprüften Fläche darf maximal  $\pm 25\%$  betragen,
- es muß ein ähnliches Format vorliegen,
- Konstruktion und Aufbau müssen identisch sein,
- gleichbleibende Verarbeitungsqualität muß sichergestellt sein.

Bei einer Änderung der Normprüffläche liegen die Einflüsse des Scheibenformates auf den optimalen Glasaufbau und den optimalen Füllgrad mit Spezialgas in einer Größenordnung, die bei Nachprüfungen Probleme bei der Einstufung bringen kann.

Bestimmend für den Schallschutz an Fenstern ist die vorhandene Masse der Scheiben, der Abstand der Scheiben bei Doppelverglasungen sowie die Falzdichtung und der Einbau in den Baukörper. Die Schalldämmung ist dabei abhängig vom Flächengewicht, der Frequenz und dem Schallauffreffwinkel. Die Anforderungen an den Schallschutz von Fenstern sollten nicht über das erforderliche Maß hinausgehen. Überzogene Forderungen führen neben einer Kostensteigerung dazu, daß Innenraumgeräusche, z.B. aus Installationen, unerträglich laut werden können.

Um Mindestwerte der Luftschalldämmung für Außenbauteile festzulegen, wurden Lärmpegelbereiche definiert, denen jeweils ein vorhandener oder zu erwartender maßgeblicher Außenlärmpegel zugrunde liegt. Für Außenwandbauteile von Aufenthaltsräumen müssen Mindestwerte der Luftschalldämmung eingehalten werden. Diese Mindestwerte sind abhängig von der jeweiligen Raumnutzungsart. In Tabelle 34 sind die Mindestwerte der Luftschalldämmung zusammengestellt.

Für die einzelnen Lärmpegelbereiche werden Schalldämmmaße als Mindestanforderung zugrunde gelegt, die wiederum bestimmte Fensterkonstruktionen erfordern. Zur schalltechnischen Beurteilung von Fenstern wurden diese in Schallschutzklassen von 1 bis 6 eingeteilt. Jede Schallschutzklasse umfaßt einen Bereich von jeweils 5 dB des bewerteten Schalldämmmaßes  $R_w$ . Die Einstufung der Fenster in eine Schallschutzklasse erfolgt nach Tabelle 35. In Tabelle 36 sind die verschiedenen Anforderungen an die Konstruktion der jeweiligen Schallschutzklasse zugeordnet.

**Tabelle 34** Mindestwerte der Luftschalldämmung von Außenwandbauteilen  
(Auszug aus DIN 4109 Teil 6, Entwurf Oktober 1984)

| Spalte | 1                          | 2                                                           | 3                                                                                                                                                                                  | 4                      | 5                                                   | 6                                                                                                                                       | 7                      | 8                                                   | 9                                     | 10                     | 11                                                  |
|--------|----------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------|
| Zeile  | Lärm-<br>pegel-<br>bereich | „Maß-<br>geblicher<br>Außen-<br>lärm-<br>pegel“ in<br>dB(A) | Raumarten                                                                                                                                                                          |                        |                                                     |                                                                                                                                         |                        |                                                     |                                       |                        |                                                     |
|        |                            |                                                             | Bettenräume in<br>Krankenanstalten und<br>Sanatorien                                                                                                                               |                        |                                                     | Aufenthaltsräume in<br>Wohnungen, Übernachtungs-<br>räume in Beherbergungs-<br>stätten, Unterrichtsräume<br>und ähnliches <sup>1)</sup> |                        |                                                     | Büroräume <sup>1)</sup> und ähnliches |                        |                                                     |
|        |                            |                                                             | Mindestwerte des bewerteten Schalldämm-Maßes $R'_w$ (für Außenwände) bzw. $R'_{w,i}$ (für Fenster) oder des resultierenden Schalldämm-Maßes des Gesamtaußenbau teils $R'_{w, res}$ |                        |                                                     |                                                                                                                                         |                        |                                                     |                                       |                        |                                                     |
|        |                            |                                                             | Außen-<br>wand<br>$R'_w$<br>dB                                                                                                                                                     | Fenster<br>$R_w$<br>dB | Gesamt-<br>außen-<br>bauteil<br>$R'_{w, res}$<br>dB | Außen-<br>wand<br>$R'_w$<br>dB                                                                                                          | Fenster<br>$R_w$<br>dB | Gesamt-<br>außen-<br>bauteil<br>$R'_{w, res}$<br>dB | Außen-<br>wand<br>$R'_w$<br>dB        | Fenster<br>$R_w$<br>dB | Gesamt-<br>außen-<br>bauteil<br>$R'_{w, res}$<br>dB |
| 1      | I                          | 50 bis 55                                                   | 35                                                                                                                                                                                 | 30                     | 32                                                  | 35                                                                                                                                      | 25                     | —                                                   | 35                                    | 25                     | —                                                   |
| 2      | II                         | 56 bis 60                                                   | 40                                                                                                                                                                                 | 35                     | 37                                                  | 35                                                                                                                                      | 30                     | 32                                                  | 35                                    | 30                     | 32                                                  |
| 3      | III                        | 61 bis 65                                                   | 45                                                                                                                                                                                 | 40                     | 42                                                  | 40                                                                                                                                      | 35                     | 37                                                  | 35                                    | 30                     | 32                                                  |
| 4      | IV                         | 66 bis 70                                                   | 50                                                                                                                                                                                 | 45                     | 47                                                  | 45                                                                                                                                      | 40                     | 42                                                  | 35                                    | 35                     | 35                                                  |
| 5      | V                          | 71 bis 75                                                   | 55                                                                                                                                                                                 | 50                     | 52                                                  | 50                                                                                                                                      | 45                     | 47                                                  | 40                                    | 40                     | 40                                                  |
| 6      | VI                         | 76 bis 80                                                   | 2)                                                                                                                                                                                 | 2)                     | 2)                                                  | 55                                                                                                                                      | 50                     | 52                                                  | 45                                    | 45                     | 45                                                  |
| 7      | VII                        | > 80                                                        | 2)                                                                                                                                                                                 | 2)                     | 2)                                                  | 2)                                                                                                                                      | 2)                     | 2)                                                  | 50                                    | 50                     | 50                                                  |

1) In Einzelfällen kann es wegen der unterschiedlichen Raumgrößen, Tätigkeiten und Innenraumpegel in Büroräumen und bestimmten Unterrichtsräumen (z. B. Werkräume) zweckmäßig oder notwendig sein, die Schalldämmung der Außenwände und Fenster gesondert festzulegen.

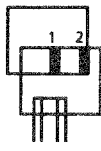
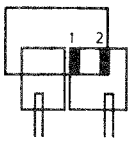
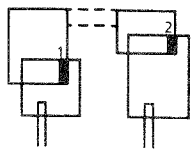
2) Die Mindestwerte sind hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten im Einzelfall festzulegen.

**Tabelle 35** Schallschutzklassen von Fenstern (VDI - Richtlinie 2719, Entwurf September 1983)

| Spalte | 1                       | 2                                                                                                                             | 3                                                                                                                                                    |
|--------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zeile  | Schallschutz-<br>klasse | bewertetes Schalldämmmaß $R_w$ des<br>am Bau funktionsfähig eingebauten<br>Fensters, gemessen nach DIN 52 210<br>Teil 5 in dB | erforderliches bewertetes Schall-<br>dämmmaß $R_w$ des im Labor funktions-<br>fähig eingebauten Fensters, gemes-<br>sen nach DIN 52 210 Teil 2 in dB |
| 1      | 1                       | 25 bis 29                                                                                                                     | $\geq 27$                                                                                                                                            |
| 2      | 2                       | 30 bis 34                                                                                                                     | $\geq 32$                                                                                                                                            |
| 3      | 3                       | 35 bis 39                                                                                                                     | $\geq 37$                                                                                                                                            |
| 4      | 4                       | 40 bis 44                                                                                                                     | $\geq 42$                                                                                                                                            |
| 5      | 5                       | 45 bis 49                                                                                                                     | $\geq 47$                                                                                                                                            |
| 6      | 6                       | $\geq 50$                                                                                                                     | $\geq 52$                                                                                                                                            |



Tabelle 36 Zuordnung von Fensterkonstruktionen zu den Schallschutzklassen

| Schallschutz-<br>klasse | Anforderung an                               | Fenstersysteme                                                                                                         |                                                                                                      |                                                                                                      |
|-------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                                              | <br>Einfachfenster<br>mit Isolierglas | <br>Verbundfenster | <br>Kastenfenster |
| 1<br>(25-29 dB)         | Glasdicke<br>Scheibenabstand<br>Falzdichtung | $\geq 6$ mm<br>$\geq 8$ mm<br>keine                                                                                    | $\geq 6$ mm<br>keine<br>keine                                                                        | keine<br>keine<br>keine                                                                              |
| 2<br>(30-34 dB)         | Glasdicke<br>Scheibenabstand<br>Falzdichtung | $\geq 8$ mm<br>$\geq 12$ mm<br>1 - erforderlich                                                                        | $\geq 8$ mm<br>$\geq 30$ mm<br>1 - erforderlich                                                      | keine<br>keine<br>keine                                                                              |
| 3<br>(35-39 dB)         | Glasdicke<br>Scheibenabstand<br>Falzdichtung | Sonderglas<br>mit mind. 37 dB<br>1 - erforderlich                                                                      | $\geq 8$ mm<br>$\geq 40$ mm<br>1 + 2 erforderlich                                                    | keine<br>keine<br>2 - erforderlich                                                                   |
| 4<br>(40-44 dB)         | Glasdicke<br>Scheibenabstand<br>Falzdichtung | Sonderglas<br>mit mind. 44 dB<br>1 + 2 erforderlich                                                                    | $\geq 14$ mm<br>$\geq 50$ mm<br>1 + 2 erforderlich                                                   | $\geq 8$ mm<br>$\geq 100$ mm<br>1 + 2 erforderlich                                                   |
| 5<br>(45-49 dB)         | Glasdicke<br>Scheibenabstand<br>Falzdichtung |                                                                                                                        | $\geq 18$ mm<br>$\geq 60$ mm<br>1 + 2 erforderlich                                                   | $\geq 12$ mm<br>$\geq 100$ mm<br>1 + 2 erforderlich                                                  |

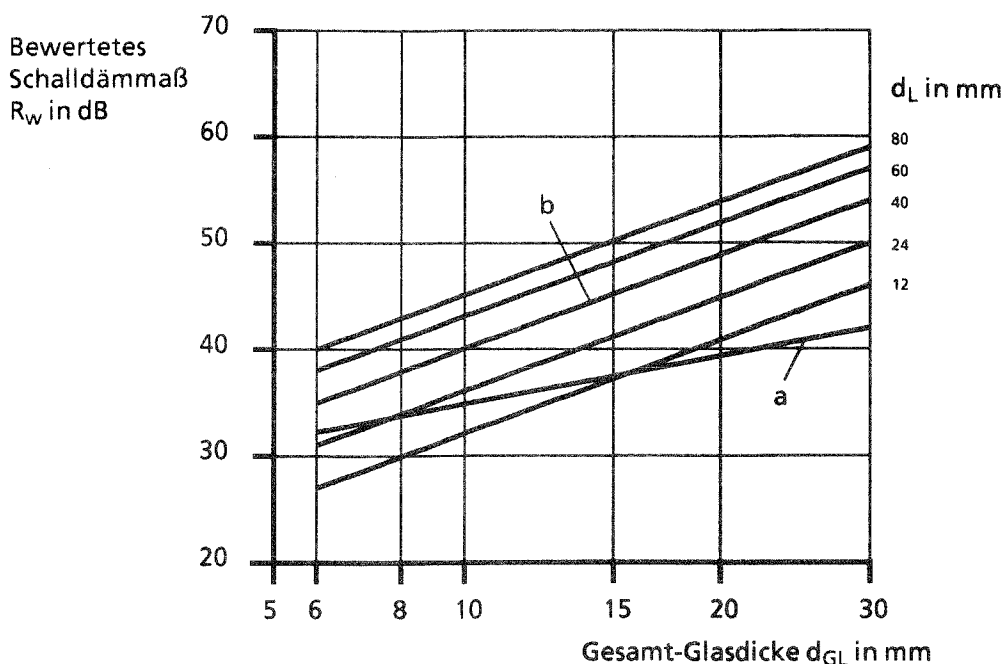
Der Einfluß des Rahmenwerkstoffes auf die Fensterschalldämmung wird immer wieder diskutiert. Forschungsergebnisse zeigen, daß die Schalldämmwerte der Fenster weitgehend unabhängig vom Rahmenwerkstoff sind [34].

Wie neuere Untersuchungen zeigen muß ab einem Schalldämmmaß von ca. 40 dB der Rahmen und die Beschläge unabhängig vom Material auf die Schalldämmung abgestimmt werden. Jedoch können aus diesen Erkenntnissen noch keine allgemeingültigen Konstruktionsempfehlungen gegeben werden.

### 5.6.2 Aufbau der Verglasung

Der Aufbau der Verglasung stellt einen der Haupteinflußfaktoren für die Fensterschalldämmung dar. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Schallübertragung über die Verglasung zu mindern:

- durch Vergrößern der Scheibenmasse,
- durch asymmetrischen Aufbau von Mehrscheiben-Isoliergläsern,
- durch Gießharzschichten,
- durch Spezialgasfüllung bei Mehrscheiben-Isoliergläsern,
- durch Vergrößern des Abstandes der Scheiben bis ca. 70 mm (bei Verbundfenstern) [35, 36].



**Bild 39** Das bewertete Schalldämmmaß  $R_W$  von Doppelscheiben, abhängig von der Gesamtglasdicke  $d_{GL}$  und dem Luftabstand  $d_L$  zwischen den Scheiben (Geradenschar b). Zum Vergleich: Einzelscheiben (Gerade a)

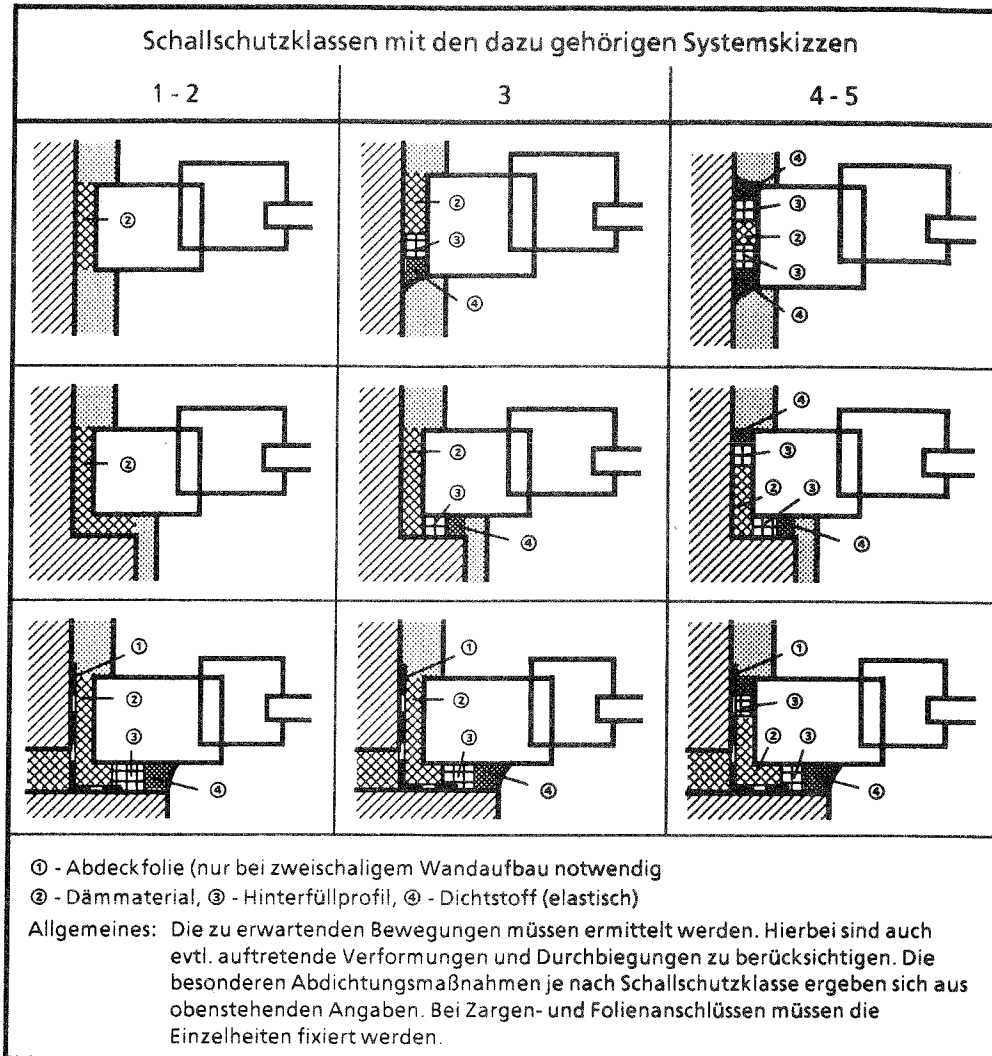
### 5.6.3 Falzdichtung

Die Dichtheit zwischen Blend- und Flügelrahmen gilt neben der Verglasung als Haupteinflussfaktor für die Schalldämmung von Fenstern. Der Flügel muß deshalb gleichmäßig an eine weich federnde, elastische Dichtung angepreßt werden. Dazu sind Verriegelungen notwendig, die einen gleichmäßigen Anpreßdruck gewährleisten. Dies gilt in besonderem Maße für den oberen und unteren Querbereich sowie für die Bandseite des Flügels. Ein Drehkippsflügel wird in der Regel über sieben bis acht Verriegelungspunkte mit dem Blendrahmen verbunden. Die Dichtungsprofile müssen in einer Ebene ohne Unterbrechung umlaufend angeordnet werden. Eine zweite Dichtung kann die Schallausbreitung über die Fuge zwischen Blendrahmen und Flügel mindern. Dabei muß jedoch gewährleistet sein, daß die Dichtung überall anliegt. Das kann nur erreicht werden, wenn die Fertigungstoleranzen bei der Fensterherstellung sehr gering sind. Ist dies nicht der Fall, kann eine zweite Dichtung eventuell zu einer Verschlechterung des Schalldämmwertes führen. Die Anordnung der Dichtung bei Verbundfenstern sollte im raumseitigen Flügel vorgenommen werden, um die Gefahr der Tauwasserbildung im Scheibenzwischenraum zu reduzieren.

### 5.6.4 Anschluß von Schallschutzfenstern zum Baukörper

Sind an die Fenster Forderungen hinsichtlich des Schallschutzes gestellt, so muß auch die Anschlußfuge zum Baukörper darauf abgestimmt sein. Hohlräume zwischen Fenster und Baukörper sowie Fugen mit direktem Luftdurchgang müssen vermieden werden.

Für den Einbau von Fenstern mit Anforderungen an die Schalldämmung entsprechend den Schallschutzklassen 1 bis 5 sind die Abdichtungsmaßnahmen gemäß Bild 40 vorzusehen. Die Befestigung der Fenster selbst ist aus schalltechnischer Sicht ausreichend, wenn die Vorschriften der DIN 18 056 „Fensterwände“ eingehalten sind.



**Bild 40** Schematische Darstellung der Anschlußausbildung bei erhöhtem Schallschutz

### 5.6.5 Auswirkung von Einbauteilen wie Rolladenkästen, Rollläden, Brüstungen und Lüfter auf den Schallschutz

#### 5.6.5.1 Allgemeines

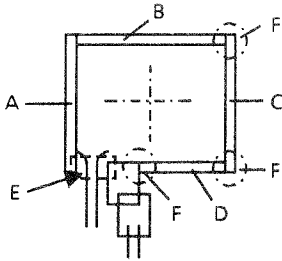
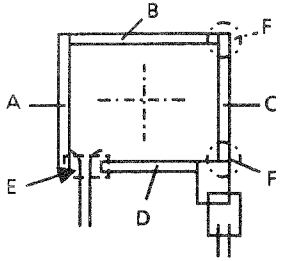
Einen wesentlichen Einfluß auf den erwarteten und vom Fenster auch erbrachten Schallschutz können die Einbauteile um das Fenster, wie Rolladenkästen, Brüstung und Lüfter, ausüben. Diese Tatsache wird häufig, z.B. bei Altbaurenovierung, nicht berücksichtigt, was zwangsweise zu einer Verschlechterung der Gesamtschalldämmung führt. Diese dann als nicht ausreichend empfundene Gesamtschalldämmung in einem Raum mit den oben erwähnten Einbauteilen wird meist - fälschlicherweise - dem Fenster angelastet.

### 5.6.5.2 Rolladenkästen, Rollläden

Rolladenkästen können entweder Bestandteil des Fensters oder des Mauerwerkes sein, als eingebaute Fertiggästen oder durch Einmauern oder Einbetonieren hergestellt werden. Die handelsüblichen Rolladenkästen ohne besondere schallschutztechnische Maßnahmen genügen den Anforderungen, die an den Schallschutz gestellt werden, nicht.

Konstruktionshinweise für schalldämmende Rolladenkästen können der Tabelle 37 entnommen werden.

**Tabelle 37** Ausführungsbeispiele für Rolladenkästen mit bewerteten Schalldämm-Maßen  
 $R_w \geq 25$  dB bis  $\geq 40$  dB

|  <p>Systemvariante I<sup>1)</sup><br/>Montagegedeckel innen</p> |  <p>Systemvariante II<sup>1)</sup><br/>Montagegedeckel außen</p> | A Außenschürze<br>B oberer Anschluß<br>C Innenschürze, Verkleidung oder Montagegedeckel<br>D unterer waagrechtter Abschluß oder Montagegedeckel<br>E Auslaß-Schlitz<br>F Anschlußfuge |                                                        |                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------|
| Bewertetes Schalldämm-Maß $R_w$ [dB]                                                                                                             | Systemvariante                                                                                                                                     | Innenschürze, Verkleidung oder Montagegedeckel (C)                                                                                                                                    | Unterer waagrechtter Abschluß oder Montagegedeckel (D) | Anschlußfuge (F)     |
| $\geq 25$                                                                                                                                        | I / II                                                                                                                                             | 2, 3 oder 4                                                                                                                                                                           | 2, 3 oder 4                                            | 7 oder 8             |
|                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                    | 5 oder 6                                                                                                                                                                              |                                                        | 7                    |
| $\geq 30$                                                                                                                                        | I / II                                                                                                                                             | 2, 3 oder 4                                                                                                                                                                           | 2, 3 oder 4                                            | 8 oder 9             |
|                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                    | 5 oder 6                                                                                                                                                                              |                                                        | 9                    |
| $\geq 35$                                                                                                                                        | I                                                                                                                                                  | 3 oder 6                                                                                                                                                                              | 3 oder 4                                               | 7 und 9 oder 8 und 9 |
|                                                                                                                                                  | II                                                                                                                                                 | 3, 4, 5 oder 6                                                                                                                                                                        | 1, 2, 3 oder 4                                         |                      |
| $\geq 40^{2)}$                                                                                                                                   | I                                                                                                                                                  | 3, 4, 5 oder 6                                                                                                                                                                        | 3 oder 4                                               | 7 und 9 oder 8 und 9 |
|                                                                                                                                                  | II                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                       | 1, 2, 3 oder 4                                         |                      |

Innenschürze (C) oder Montagegedeckel (D)  
1) Bleche, Kunststoff- und Asbestzementplatten; 2) Kunststoff-Stegdoppelplatten oder Holzwerkstoffplatten, Dicke  $\geq 8$  mm; 3) wie 2, jedoch mit Blechauflage ( $m' \geq 8$  kg/m<sup>2</sup>); 4) Holzwerkstoffplatten, z.B. Spanplatten nach DIN 68 763, Dicke  $\geq 8$  mm, mit erhöhter innerer Dämpfung; 5) Putzträger (z.B. Holzwolle-Leichtbauplatten, Dicke  $\geq 50$  mm, mit  $\geq 5$  mm dickem Putz); 6) Platten aus Beton, Gasbeton, Ziegel oder Bims, Dicke  $\geq 50$  mm oder  $m' \geq 30$  kg/m<sup>2</sup>;  
Dichtung der Anschlußfuge (F)  
7) Umlaufender Falz bzw. Nut; 8) Schnapp- und Steckverbindungen mit Auflage am Kopfteil;  
9) zusätzliche Abdichtung aller Anschlußfugen mit Dichtstoffprofilen

<sup>1)</sup> An die Außenschürze (A) und den oberen Abschluß (B) des Rolladenkastens werden keine besonderen Anforderungen gestellt. Die Breite des Auslaßschlitzes (E) - Öffnung abzüglich des Panzers - muß  $\leq 10$  mm betragen.  
<sup>2)</sup> Bei Rolladenkästen mit einem bewerteten Schalldämm-Maß  $\geq 40$  dB ist an einer oder mehreren Innenflächen schallabsorbierendes Material (z.B. Mineralfaserplatten, Dicke  $\geq 20$  mm) anzubringen.

Rolläden eignen sich, bei richtiger Ausführung, für den zeitweiligen Schallschutz, z.B. nachts. Bei den Maßnahmen zur Verbesserung der Schalldämmung handelt es sich vor allem um:

- schalltechnische Ausführung des Rolladenkastens,
- Montage der Rolladenelemente außenseitig vor dem Blendrahmen bzw. vor dem Fenstersturz. Dabei sollten möglichst große Abstände zwischen Rolladenpanzer und Verglasung verwirklicht werden ( $\geq 100$  mm),
- Aufhängung der Rolladenpanzer mit Stahlfederbügeln, die bei herabgelassenem Rollpanzer die letzten Stäbe gegen die Außenschürze drücken und somit den Rollkasten nach außen hin abschließen.

### 5.6.5.3 Brüstungselemente

Fensterbrüstungen, die als leichte Bauteile definiert sind, werden aus wärmetechnischen Gründen in der Regel mehrschalig ausgeführt. Mit Elementen, die häufig aus Schichtpreßstoffplatten mit einer Einlage aus Wärmedämmstoff und einer inneren Dampfsperre aus Aluminiumfolie hergestellt werden, können bewertete Schalldämmmaße von 25 bis 45 dB erreicht werden. Die tatsächliche Schalldämmung einer mehrschaligen Konstruktion ist jedoch nur durch eine Labormessung gemäß DIN 52 210 Teil 2 zu bestimmen. Eine schalltechnische Verbesserung von herkömmlichen Brüstungspaneele läßt sich z.B. bereits dadurch erreichen, daß die innere Beplankung nicht starr auf den Rahmen aufgeschraubt, sondern mit einer federnden Zwischenlage aufgebracht wird. Zur weiteren Erhöhung des Schalldämmmaßes kann die im Außenbereich angebrachte Beplankung mit speziellen Schwerfolien hinterlegt oder durch fertige Schallschutzpaneele ersetzt werden.

### 5.6.5.4 Lüftungseinrichtungen und -elemente

Eine sinnvolle Lüftung von Räumen mit Schallschutzfenstern ist nur durch separate Lüftungseinrichtungen möglich. Die Industrie stellt hierfür eine breite Palette geeigneter Geräte zum Einbau in Fenster oder aber als eigenes Lüftungselement zur Verfügung (Kapitel 5.9).

Hinweise auf allgemeine schallschutztechnische Anforderungen enthält die VDI - Richtlinie 2719. Im geschlossenen Zustand müssen Lüftungseinrichtungen dichtschließend sein und eine ausreichende Wärmedämmung aufweisen. Die Eigengeräuschentwicklung bei Geräten mit mechanischem Antrieb muß möglichst gering sein. Auf eine gute Reinigungs- und Wartungsmöglichkeit muß geachtet werden.

**Tabelle 38** Erreichbare bewertete Schalldämmmaße von Lüftungseinrichtungen nach VDI-Richtlinie 2719

| Bauart                | Bewertetes Schalldämmmaß $R_w$<br>[dB] |
|-----------------------|----------------------------------------|
| Kleine Baueinheiten   | 0 bis 10                               |
| Mittlere Baueinheiten | 15 bis 25                              |
| Große Baueinheiten    | 20 bis 35                              |

## 5.7 Angriffshemmung

### 5.7.1 Einbruchhemmung von Fenstern

Fensterrahmen mit angriffshemmenden Eigenschaften in Verbindung mit angriffshemmenden Verglasungen nach DIN 52 290 finden im öffentlichen, gewerblichen und privaten Bereich Verwendung, wobei je nach angestrebter Schutzwirkung die Widerstandsklasse bestimmt wird. Nach der „Richtlinie zur Prüfung einbruchhemmender Fenster“ (1/86) können Fenster in die Klassen EF 1 bis EF 3 eingeteilt werden. In der Klasse EF 1 werden Grundanforderungen an Fenster unter dem Gesichtspunkt leichter Gewalteinwirkung von außen (z.B. durch die Verwendung leichter Werkzeuge) gestellt. In den Klassen EF 2 und EF 3 werden zunehmend höhere Anforderungen an die einbruchhemmenden Eigenschaften des Fensters gestellt. Die Klassifizierung eines Fensters in die Gruppen EF 1 bis EF 3 ist nur durch eine Prüfung möglich.

Fensterrahmen und Verglasungen mit angriffshemmenden Eigenschaften sollen

- alle auf das Fenster einwirkenden statischen und dynamischen Kräfte aufnehmen und an die Tragwerke des Baukörpers abgeben können,
- eine gewaltsame Einwirkung mit dem Ziel, das Fenster zu öffnen, verhindern oder ausreichend verzögern.

In der Regel kann davon ausgegangen werden, daß der Angriff auf die Außenseite (dem Raum abgewandte Seite) des Fensters erfolgt. In Einzelfällen muß auch mit dem Angriff auf die Innenseite des Fensters gerechnet werden (Ausbruchhemmung).

Die Höhe des Einbruchrisikos hängt vor allem vom Wert der zu schützenden Bereiche und Gegenstände ab. Daneben sind aber auch die Lage und Umgebung des Gebäudes zu berücksichtigen. Die Höhe des Risikos ist vom Bauplaner zu bestimmen.

**Tabelle 39** Einsatzempfehlung für einbruchhemmende Fenster

| Einbausituation                                                                     | Einbruchrisiko |        |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|------|
|                                                                                     | normal         | erhöht | hoch |
| Einbauhöhe > 1,80 m                                                                 | EF 1           | EF 1   | EF 2 |
| Einbauhöhe ≤ 1,80 m<br>Terrassen, Laubengänge,<br>Balkone, Hauseingangs-<br>anlagen | EF 1           | EF 2   | EF 3 |

### 5.7.2 Durchwurfhemmung von Verglasungen

Durchwurfhemmende Verglasungen sollen das Eindringen von geworfenen oder geschleuderten Gegenständen durch das Fenster in einen Raum behindern. Die DIN 52 290 Teil 4 unterteilt die Durchwurfhemmung in Widerstandsklassen:

**Bewertung:** - Durchwurfhemmung (DIN 52 290 T4) A1...A3

**Tabelle 40** Einteilung von angriffhemmenden Verglasungen in Widerstandsklassen gegen Durchwurf

| Kennzahl für Beanspruchungsart | Fallhöhe<br>mm $\pm$ 10 mm | Widerstandsklasse<br>gegen Durchwurf                                      |
|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|                                |                            | Keine Probe von der Kugel durchschlagen oder aus dem Rahmen herausgezogen |
| 1                              | 3500                       | A1                                                                        |
| 2                              | 6500                       | A2                                                                        |
| 3                              | 9500                       | A3                                                                        |

### 5.7.3 Durchbruchhemmung von Verglasungen

Durchbruchhemmende Fensterrahmen sowie die dazugehörige durchbruchhemmende Verglasung sollen einen Ein- und Ausbruch durch das Fenster verzögern. Die DIN 52 290 Teil 3 unterteilt die durchbruchhemmenden Verglasungen in folgende Widerstandsklassen:

**Bewertung: - Durchbruchhemmung (DIN 52 290 T3) B1...B3**

**Tabelle 41** Einteilung von durchbruchhemmenden Verglasungen in Widerstandsklassen gegen Durchbruch

| Kennzahl für Beanspruchungsart | Axtschläge<br>mindestens | Widerstandsklasse gegen<br>Durchbruch |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| 1                              | 30 bis 50                | B 1                                   |
| 2                              | über 50 bis 70           | B 2                                   |
| 3                              | über 70                  | B 3                                   |

Von den Sachversicherern werden hier teilweise andere Bezeichnungen gewählt!

### 5.7.4 Durchschußhemmung

Durchschußhemmende Fensterrahmen sollen im Zusammenhang mit der entsprechenden Verglasung ein Durchdringen von Geschossen behindern. Die Durchschußhemmung ist durch eine Prüfung nachzuweisen. Diese Prüfung ist geteilt in eine reine Materialprüfung und in eine Konstruktionsprüfung. Bei der Konstruktionsprüfung werden gezielt Schwachpunkte des Fensters angegriffen. Die Entscheidung darüber obliegt dem jeweiligen Prüfamt. Für den Beschuß gelten die gleichen Prüfbedingungen wie für die Verglasung (Tabelle 42). Dementsprechend können Fenster in die Klassen M 1 bis M 5 eingruppiert werden. In DIN 52 290 werden fünf Klassen zur Durchschußhemmung von Verglasungen festgelegt. Diese Klassen (C1 bis C5) basieren auf verschiedenen Waffen, Munitionsarten und Geschößenergien.

**Bewertung: - Durchschußhemmung (DIN 52 290 T2) C1...C5**
**Tabelle 42** Prüfbedingungen

| Beanspruchungsart | Kaliber      | Geschoß      |                              |                         | Schuß-<br>entfernung<br><br>m |
|-------------------|--------------|--------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
|                   |              | Geschoßart * | Masse des<br>Geschosses<br>g | v <sub>2,5</sub><br>m/s |                               |
| 1                 | 9 mm x 19    | VMR/Wk       | 8,00 ± 0,10                  | 355 bis 365             | 3                             |
| 2                 | 357 Magnum   | VMKS/Wk      | 10,25 ± 0,10                 | 415 bis 425             | 3                             |
| 3                 | 44 Magnum    | VMF/Wk       | 15,55 ± 0,10                 | 435 bis 445             | 3                             |
| 4                 | 7,62 mm x 51 | VMS/Wk       | 9,45 ± 0,10                  | 785 bis 795             | 10                            |
| 5                 | 7,62 mm x 51 | VMS/Hk       | 9,75 ± 0,10                  | 800 bis 810             | 25                            |

- \*) VMR/Wk: Vollmantel-Rundkopfgeschoß mit Weichkern  
 VMF/Wk: Vollmantel-Flachkopfgeschoß mit Weichkern  
 VMKS/Wk: Vollmantel-Kegelspitzkopfgeschoß mit Weichkern  
 VMS/Wk: Vollmantel-Spitzkopfgeschoß mit Weichkern  
 VMS/Hk: Vollmantel-Spitzkopfgeschoß mit Hartkern

**Tabelle 43** Einteilung von angriffhemmenden Verglasungen in Widerstandsklassen gegen Durchschuß

| Beanspruchungs-<br>art | Widerstandsklassen gegen Durchschuß |                                 |
|------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
|                        | kein Durchschuß, splitterfrei       | kein Durchschuß, Splitterabgang |
| 1                      | C 1 - SF                            | C 1 - SA                        |
| 2                      | C 2 - SF                            | C 2 - SA                        |
| 3                      | C 3 - SF                            | C 3 - SA                        |
| 4                      | C 4 - SF                            | C 4 - SA                        |
| 5                      | C 5 - SF                            | C 5 - SA                        |

**5.7.5 Sicherheitsglas in seiner Anwendung bei angriffhemmenden Verglasungen**

Einen wirksamen Schutz gegenüber gewaltsamen Einwirkungen läßt sich zur Zeit nur mit Scheiben aus Kombinationen von Glas-Kunststoff erreichen. Die Angriffshemmung von Verbundsicherheitsgläsern wird durch eine hochreißfeste Kunststoffschicht mit zum Teil unterschiedlichen Dicken, die mit Glasscheiben unterschiedlicher Dicke verbunden sind, erzielt. Mit der Anzahl der Schichten erhöht sich die Widerstandsfähigkeit. Die Wirkung kann durch den Aufbau zweier oder mehrerer Einzelverbundgläser zu einem Mehrscheiben-Isolierglas erhöht werden. Sofern Verbundgläser entweder in der Folie elektrisch leitende Drähte besitzen oder auf einer vorgespannten Scheibe im Verbundsicherheitsglas eine elektrisch leitende Schleife aufgedruckt ist, die bei Zerstörung der Scheibe Alarm auslösen, sind optimale aktive Sicherheitseigenschaften gegenüber Angriffshemmung gegeben.



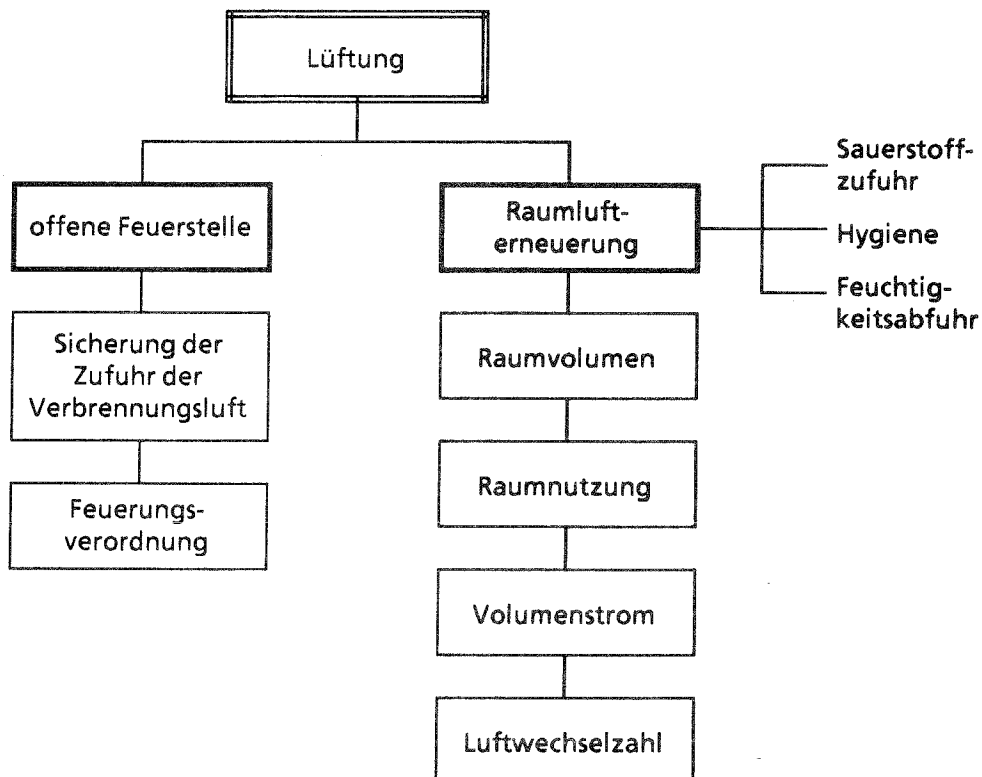
## 5.8 Lüftung

### 5.8.1 Notwendigkeit der Lüftung

Für die Raumlüfterneuerung sollen hier nur die Möglichkeiten der „freien Lüftung“ erörtert werden, die im Wohnungsbau die maßgebende Lüftung ist. Bei der freien Lüftung kann sowohl das Fenster in seinen verschiedenen Öffnungsstellungen sowie diverse Lüftungseinrichtungen unterschiedlich großer Baueinheiten genutzt werden.

Die Forderungen nach einer Begrenzung des Luftdurchganges aus Gründen der Energieeinsparung und die Abdichtung der übrigen Undichtheiten der Außenwand haben zur Folge, daß auch die Raumlüftung geplant sein muß. Bei der Planung sind die unterschiedlichen Einflüsse auf die Raumlüftung zu berücksichtigen.

Die Frage einer ausreichenden Luftzufuhr für offene Feuerstätten im Wohnbereich sollte von dem Problem der Wohnungslüftung getrennt betrachtet werden. Es empfiehlt sich eine direkte Zufuhr von Außenluft zur Feuerstelle. Nur so lassen sich Gesundheitsschäden für die Bewohner ausschließen, wenn gleichzeitig unnötige Energieverluste vermieden werden sollen [37].



### 5.8.2 Freie Lüftung

Die Grundlage aller Vorgänge der natürlichen Lüftung ist die physikalische Gesetzmäßigkeit, daß warme Luft leichter ist als kalte Luft. Beim Erwärmen steigt deshalb die Luft auf und kalte Luft strömt nach, so daß eine Luftbewegung entsteht. Dieser Dichteunterschied zwischen warmer und kalter Luft kann

- unmittelbar für die Raumlüftung wirksam werden, wenn zwischen dem Raum und der Umgebung eine Temperaturdifferenz herrscht; man spricht dann von Temperaturlüftung oder
- mittelbar durch Wind, wenn die gleichen Vorgänge großräumig ablaufen; man spricht dann von Windlüftung.

Bei der Temperaturlüftung müssen Zuström- und Abströmöffnungen in unterschiedlicher Höhe angeordnet sein, wobei beide Öffnungen in ein und derselben Raumwand liegen können. Bei der Windlüftung müssen Zuström- und Abströmöffnung gegenüberliegen, so daß ein Durchströmen des Raumes oder des Raumverbundes bei Wohnungen vorliegt. In der Praxis werden beide Lüftungsmöglichkeiten wechselweise oder überlagert vorliegen, wobei sowohl die jahreszeitlichen als auch die geographischen Einflüsse noch mitbestimmend sind. Ohne zusätzliche, auf die Raumnutzung abgestimmte Lüftung, ist der während der meisten Zeit mögliche Luftaustausch aufgrund von Windanfall oder Temperaturdifferenz bei Anforderungen, die heute allgemein an den Wohnkomfort und die Energieeinsparung gestellt werden, nicht ausreichend. Eine zusätzliche Möglichkeit der kontrollierten Lüftung muß deshalb bei den heutigen Standardfenstern vorhanden sein, wenn man Lüfterneuerung und Energieeinsparung optimieren will.

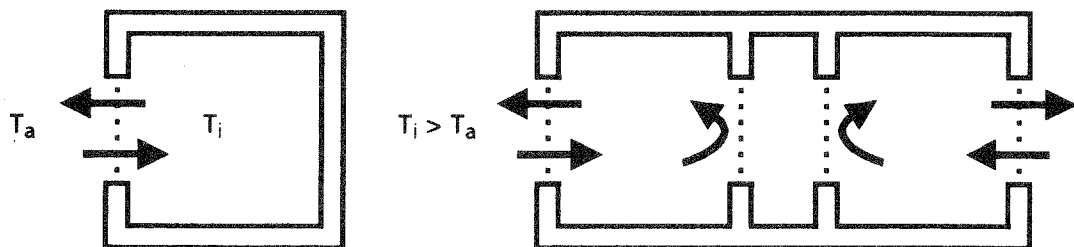


Bild 41 Temperaturlüftung

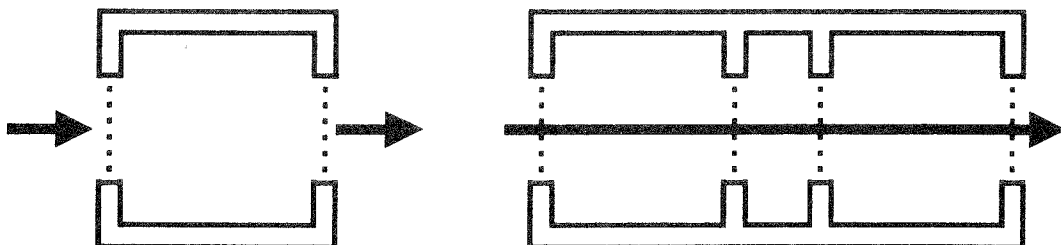


Bild 42 Windlüftung

### 5.8.3 Hinweise zur Wohnungslüftung

#### 5.8.3.1 Lüftung nach Bedarf

Die Lüftung muß sich nach der Nutzung der Räume, also nach dem Bedarf richten. Das Arbeiten mit Luftwechselzahlen ohne Berücksichtigung der jeweiligen Situation bezogen auf die Räume allein ist daher nicht richtig. Die Zuluftströme würden bei nicht genutzten Räumen dann meistens zu groß sein und zu unnötigen Lüftungswärmeverlusten führen, während im Gegensatz dazu bei intensiver Nutzung der notwendige Luftaustausch nicht gewährleistet wäre. Die Anforderungen, die man an die Größe der Zuluftströme zu stellen hat, sind von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Deckung des notwendigen Sauerstoffbedarfs. Die hierfür erforderlichen Luftmengen sind relativ gering. Auf die Problematik der offenen Feuerstätten wurde bereits hingewiesen;
- den erforderlichen Luftmengen, die zur Abfuhr von Geruchsstoffen notwendig sind. Art und Dauer der Lüftung sind dabei abhängig von der Menge der entstehenden Geruchs- und Schadstoffe, sowie von den hygienischen Anforderungen der Bewohner. Die Lüftung muß sich daher nach den individuellen Ansprüchen richten;
- den erforderlichen Luftmengen, die zur Abführung der bei der Nutzung der Räume entstehenden Feuchtigkeit notwendig sind. Da die entstehenden Feuchtigkeitsmengen relativ groß sind, treten in diesem Bereich die größten Probleme auf;
- den erforderlichen Luftmengen, die zum Abtransport warmer Luft in Glasvorbauten notwendig sind.

#### 5.8.3.2 Stoßlüftung; Dauerlüftung

Sowohl Stoßlüftung als auch Dauerlüftung ist notwendig. Die Stoßlüftung ermöglicht schnellen Luftaustausch (z.B. Pausenlüftung in Schulen oder Abführung von Essensgeruch usw.). Die Dauerlüftung ermöglicht kontinuierliche Frischluftzufuhr sowie Abführung von Geruchsstoffen und insbesondere von Feuchtigkeit während der Nutzung (z.B. nächtliche Schlafzimmerlüftung; Lüftung während des Kochens und während des Waschens von Wäsche).

Eine einmalige Stoßlüftung erfüllt aber nicht immer den erwünschten Zweck, da die Luft ständig Wasserdampf und Geruchsstoffe (soweit vorhanden) von Bauteiloberflächen bzw. Einrichtungsgegenständen absorbiert. In solchen Fällen muß die Stoßlüftung mehrfach vorgenommen oder durch eine Dauerlüftung ergänzt werden.

### 5.8.4 Lüftungseinrichtungen, Planung und Regulierung

#### 5.8.4.1 Allgemeines

Die Ergebnisse bisheriger Untersuchungen zeigen auf, daß in der Zukunft die Lüftung, d.h. die Lüftungseinrichtungen und Lüftungsmöglichkeiten, bei der Planung stärker berücksichtigt werden muß. Die Planung der Lüftung, vor allem der freien Lüftung, wird dadurch erschwert, daß noch eine Reihe offener Fragen ansteht und die Bewohner nicht immer Verständnis für die Notwendigkeit der Raumlüftung haben.

Die Gebäudehülle einschließlich Fenster soll so dicht wie möglich sein; die Einrichtungen zur freien Lüftung sollen möglichst fein regulierbar sein. Die Forderung ist darin begründet, daß bei Temperaturlüftung der Zuluftstrom in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen innen und außen steigt. In gleichem Maße steigen auch die Strömungsgeschwindigkeiten, die das Behaglichkeitsempfinden beeinflussen. Auch bei der windbedingten Lüftung ist eine feine Regulierungsmöglichkeit in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit und Lufttemperatur wichtig.

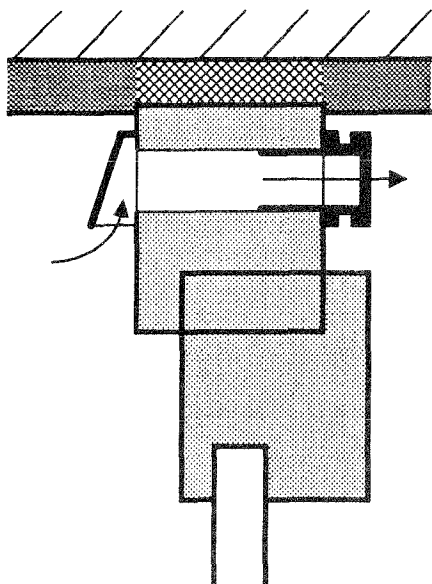
Nur mit entsprechend geplanten und gut regulierbaren Lüftungseinrichtungen ist das Ziel „Verminderung des Energiebedarfs ohne Einbußen an Lebensqualität“ im Bereich Lüftung zu erreichen.

Regulierbare Lüftungseinrichtungen werden je nach ihrer Baugröße und Ausführung in drei Gruppen unterteilt:

- kleine Baueinheiten,
- mittlere Baueinheiten und
- große Baueinheiten.

#### 5.8.4.2 Kleine Baueinheiten

Lüftungseinrichtungen in schmaler Form mit Konstruktionshöhen bis ca. 20 mm (kleine Baueinheiten) werden in der Regel als Spaltlüfter in Blendrahmenprofile integriert und treten daher optisch kaum in Erscheinung.



Einbau im Blendrahmenprofil oben

**Bild 44** Spaltlüfter im Blendrahmen

#### 5.8.4.3 Mittlere Baueinheiten

Mittlere Baueinheiten, also Lüftungseinrichtungen mit einer Konstruktionshöhe von ca. 100 mm, werden z.B. im Glasfalz zwischen Flügelrahmen und Glasscheibe, im Blendrahmen mit zusätzlichem Riegel, oder zwischen Fenster und Baukörper eingebaut (Bild 43). Diese Baueinheiten werden aus Aluminium mit einer thermischen Trennung hergestellt. Die Lüftung wird mittels eines Schiebers, der manuell betrieben wird, geregelt. Mittlere Baueinheiten können mit entsprechendem Aufbau als Schalldämmlüfter genutzt werden.

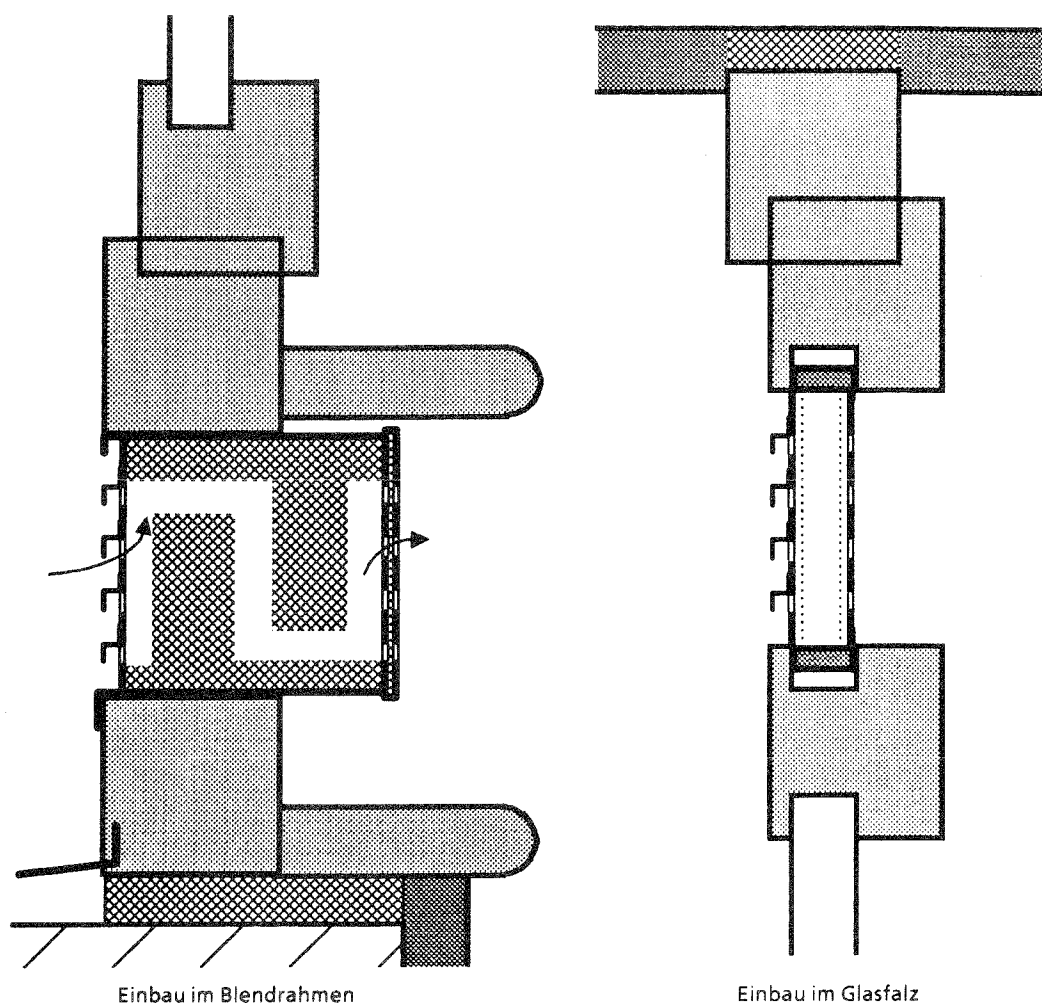


Bild 43 Mittlere Baueinheiten

#### 5.8.4.4 Große Baueinheiten

Als große Baueinheiten werden Lüftungseinrichtungen bezeichnet, die mit Gebläse ausgestattet und motorisch betrieben werden. Diese Lüfter werden mit unterschiedlicher Lüftungsleistung sowie in verschiedenen Schalldämmausführungen hergestellt. Sie finden im Wohnungsbau nur dann Anwendung, wenn zusätzlich hohe Anforderungen an die Schalldämmung gestellt werden.

## 5.9 Anschluß der Fenster zum Baukörper

### 5.9.1 Allgemeines

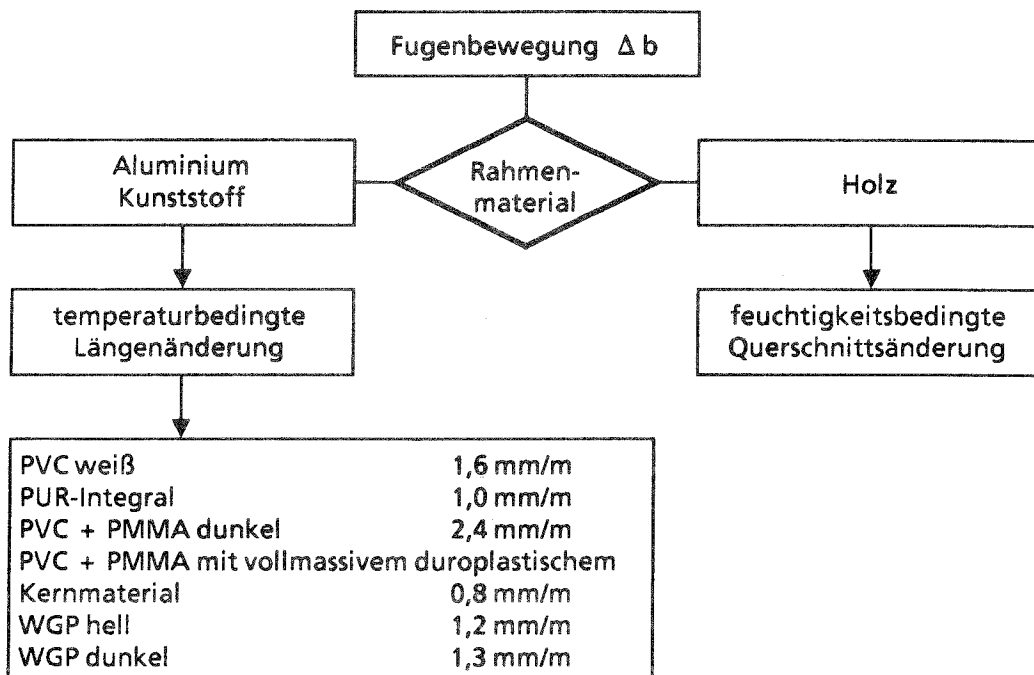
Das Zusammenwirken von Bauteilen mit unterschiedlichen Aufgaben wird immer dann zum Problem, wenn die Wechselwirkung, die sich durch deren Verbindung ergibt, nicht beachtet wird. Der Einbau der Fenster und die Ausführung der Anschlußfuge zwischen Fenster und Baukörper erfordern deshalb eine ausreichende Planung, damit diese Verbindung den Anforderungen gerecht wird. Die Anforderungen lauten allgemein zusammengefaßt:

- die Anschlußfuge muß praktisch luftundurchlässig sein;
- es darf keine Feuchtigkeit eindringen, die zu Schäden führt;
- die Fuge muß so angelegt werden, daß sie auch über angrenzende Bauteile nicht mit Feuchtigkeit hinterwandert werden kann.
- die Befestigungen müssen die auf das Fenster einwirkenden Belastungen sicher ableiten;
- zur Vermeidung von Tauwasser und aus wärmeschutztechnischen Gründen ist der Raum zwischen Blendrahmen und Baukörper mit einem Wärmedämmstoff (z.B. Glas- oder Steinwolle, PUR-Schaum) auszufüllen.

Diese Forderungen müssen von der Anschlußfuge unter allen planmäßigen Umgebungseinwirkungen erfüllt werden. Hierzu zählen auch Fugenbewegungen, die bei Kunststoff- und Aluminiumfenstern aufgrund temperaturbedingter Längenänderungen und eventuell beim Holzfenster aufgrund feuchtigkeitsbedingter Querschnittsveränderungen entstehen.

Für temperaturbedingte Längenänderungen können in Abhängigkeit des Rahmenmaterials und des Farbtones die Werte entsprechend Bild 45 angenommen und die Änderung der Fugenbreite bei Holzfenstern mit < 1mm angenommen werden.

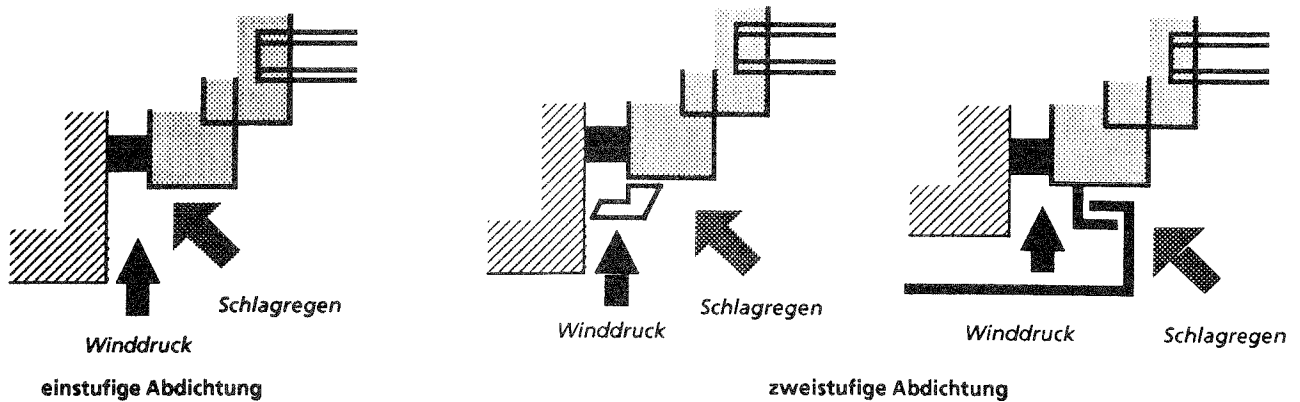
Neben den Bewegungen durch das Fenster müssen auch durch den Baukörper auf die Anschlußfuge einwirkende Bewegungen, wie z. B. Deckendurchbiegungen im Sturzbereich, mit berücksichtigt werden [38,39,40].



**Bild 45** Bewegungen in der Anschlußfuge in Abhängigkeit des Rahmenmaterials

### 5.9.2 Wahl der Anschlußausbildung

Die Abdichtung zwischen Fenster und Baukörper muß von der Außenseite dauerhaft schlagregendicht und luftundurchlässig sein. Sie kann für Wind und Regen in derselben Ebene oder auch in getrennten Ebenen erfolgen (Bild 46). Von der Raumseite muß der Anschluß so ausgebildet sein, daß eine Tauwasserbildung im Bereich der Fuge vermieden wird.



**Bild 46** Einstufige Abdichtung bzw. zweistufige Abdichtung gegen Wind und Schlagregen von der Außenseite

Eine Abdichtung gegen Wind ist nur dann gegeben, wenn die Windsperre umlaufend und an keiner Stelle unterbrochen ausgeführt wird. Soweit es möglich ist, sollten für die Abdichtung von der Außenseite zweistufige Systeme gewählt werden. Die Beachtung der Eigenschaften der benachbarten Bauteile sind dabei insbesondere hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit und Tragfähigkeit zu beachten. Die kritischen Bereiche sind dabei für einschichtige Bauteile leichter abzugrenzen als für mehrschichtige Bauteile.

Anschlüsse und Befestigungen zum Baukörper sowie Verbindungen von Fensterelementen untereinander sind so auszuführen, daß die Funktion der Fensterelemente auch unter den temperaturbedingten Längenänderungen der Fenster und den vorgegebenen Formänderungen des Baukörpers gewährleistet bleibt.

Zur Vermeidung grober Fehler bei der Wahl der Anschlußfugenausbildung zum Schutz gegen Wassereintritt von der Außenseite und gegen Wärmeverluste wurde die Tabelle „Anschlußausbildung zwischen Fenster und Baukörper“ (Tabelle 44) erarbeitet. Ausgehend von den Beanspruchungen

- Fugenbewegung,
- Schlagregenbelastung,
- Erschütterungen

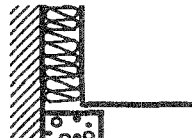
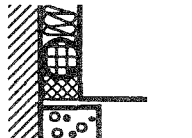
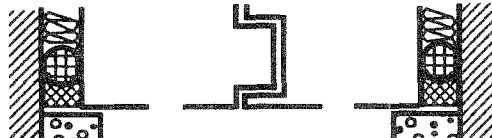
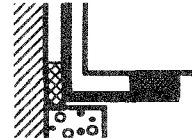
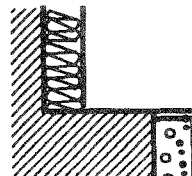
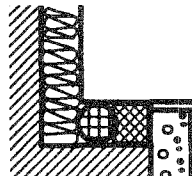
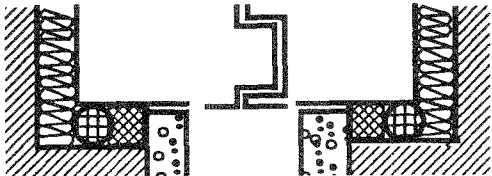
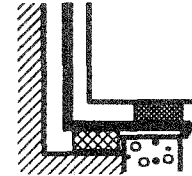
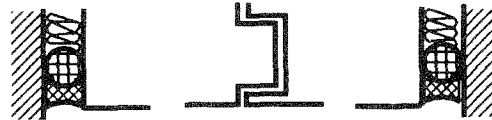
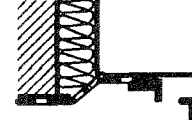
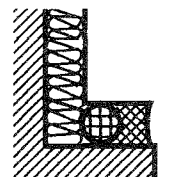
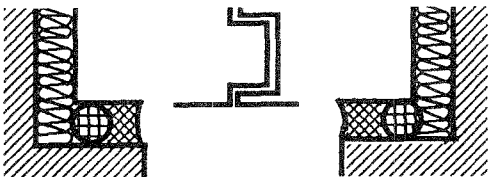
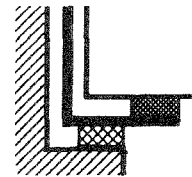
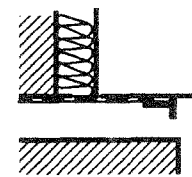
können fünf grundsätzliche Anschlußsysteme gefunden werden, die als Basis für die Ausschreibung dienen können. Dem Bauplaner und Fensterhersteller obliegt es dann, aufbauend auf der notwendigen Beanspruchungsgruppe, das Anschlußsystem im Detail zu erarbeiten und den örtlichen Gegebenheiten anzupassen. In der Tabelle ist jeweils nur vereinfacht die außenseitige Abdichtung unter Berücksichtigung der Bewegung in der Fuge dargestellt. Dabei ist im jeweiligen konkreten Anwendungsfall zu prüfen:

- die Gefahr der Hinterwanderung von Feuchtigkeit,
- die Tragfähigkeit der Haftflächen bei Verwendung von Dichtstoffen,
- die Gefahr der Tauwasserbildung im Bereich der Fuge.

Insbesondere zur Vermeidung von Tauwasserbildung in der Fuge und in den angrenzenden Bauteilen ist eine lückenlose Betrachtung des Isothermenverlaufes der Taupunkttemperatur notwendig.

**Tabelle 44** Schematische Darstellung der Anschlußausbildung zwischen Fenster und Baukörper unter Beachtung der Bewegung der Fuge

Ausgabe 3.86

| Beanspruchung                                                                                        | Beanspruchungsgrößen                                                               |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Zu erwartende Fugenbewegungen                                                                        | ≤ 1 mm                                                                             | ≤ 4 mm                                                                              | > 4 mm                                                                                |                                                                                       |                                                                                       |
| Beanspruchungsgruppe nach DIN 18 055<br>Schlagregendichtheit und Fugendurchlässigkeit                | A                                                                                  | B, C                                                                                |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| Erschütterungen                                                                                      | Normale Verkehrsbelastung                                                          | Starke Verkehrsbelastung                                                            |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| Beanspruchungsgruppen                                                                                | 1*                                                                                 | 2                                                                                   | 3.1                                                                                   | 3.2                                                                                   | 3.3                                                                                   |
| Anschlußausbildung                                                                                   | Blendrahmen eingeputzt                                                             | Abdichtung mit Dichtstoffen                                                         | Abdichtung mit Dichtstoffen und Bewegungsausgleich in der Konstruktion                | Anschluß mit Zarge                                                                    | Anschluß mit Bauabdichtungsfolie                                                      |
| A Putzfassade mit stumpfem Anschlag                                                                  |   |    |    |    |                                                                                       |
| B Putzfassade mit Innenanschlag                                                                      |  |   |   |   |                                                                                       |
| C Fassade mit stumpfem Anschlag bei Sichtbeton, Naturstein, metallischen oder keramischen Baustoffen |                                                                                    |  |  |  |  |
| D Fassade mit Innenanschlag bei Sichtbeton, Naturstein, metallischen oder keramischen Baustoffen     |                                                                                    |  |  |  |  |

\* gilt nur für Holzfenster



### 5.9.3 Beispiele von Anschlußsystemen

#### 5.9.3.1 Blendrahmen eingeputzt

Der Anschluß der Fenster nach der Beanspruchungsgruppe 1 entspricht der bei einschaligem Mauerwerksbau und bei dem vor direktem Schlagregen geschütztem Einbau am Einfamilienhaus üblichen Ausführung. Das Fenster muß vor den Putzarbeiten in den Baukörper eingesetzt werden. Oberflächenverschmutzungen bzw. -beschädigungen können nur durch sorgfältiges Abdecken, z.B. mit Folien, vermieden werden.

Der Putz kann nur begrenzt als Abdichtung gegen Schlagregen wirken, da bei geringsten Fugenbewegungen ein Abriß der Kontaktfläche zwischen Putz und Blendrahmen entsteht.

Aufgrund der begrenzten Schlagregendichtheit ist diese Anschlußausbildung nur bei Holzfenstern bis zu 8 m Gebäudehöhe und geschütztem Einbau der Fenster z.B. durch ein Vordach möglich. Bei Kunststoff- und Aluminiumfenstern ist, durch die temperaturbedingten Längenänderungen der Rahmenprofile, dieses Anschlußsystem nicht anzuwenden.

#### 5.9.3.2 Abdichtung mit Dichtstoffen

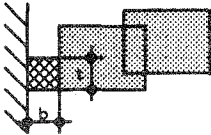
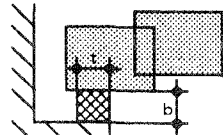
Der Anschluß bei Beanspruchungsgruppe 2 ist in der Lage, je nach Fugenbreite und Dichtstoff, Fugenbewegungen bis 4 mm aufzunehmen. Bei Verwendung von elastischen Dichtstoffen auf der Basis von z. B. Silikon, Polysulfid (Thiokol) oder PUR mit einer zulässigen Gesamtverformung von 25 % ergeben sich Mindestfugenbreiten nach Tabelle 45.

Die Mindestfugenbreiten nach Tabelle 45 gelten für Dichtstoffe mit einer Gesamtverformung (Stauchung, Dehnung) von 25%. Dabei wurde von einer Einbautemperatur von 10 bis 20°C ausgegangen.

Elastische Dichtstoffe können nur dann ihre Funktion erfüllen, wenn sie einerseits an den Fugenflanken sicher haften, andererseits die Haftung am Fugengrund durch Hinterfüllmaterialien verhindert wird. Für eine ausreichende Haftung an den Fugenflanken ist es notwendig, daß

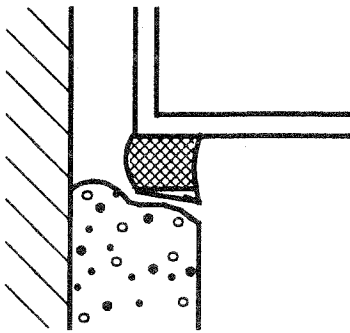
- die Fugenflanken ausreichend tragfähig sind und die bei Dehnung des Dichtstoffes entstehenden Kräfte aufnehmen können,
- die Fugenflanken glatt und ausreichend tief sind.

Tabelle 45 Mindestbreiten von elastischen Dichtstoffen zur Aufnahme der Fugenbewegung

| Werkstoff der Fensterprofile                                                                               | Fugenausbildung bei Elementlänge                                                  |           |           |           |                                                                                     |           |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
|                                                                                                            |  |           |           |           |  |           |           |
|                                                                                                            | bis 1,5 m                                                                         | bis 2,5 m | bis 3,5 m | bis 4,5 m | bis 2,5 m                                                                           | bis 3,5 m | bis 4,5 m |
| PVC hart (weiß)                                                                                            | 10 mm                                                                             | 15 mm     | 20 mm*    | -         | 10 mm                                                                               | 10 mm     | 15 mm     |
| PVC hart und PMMA (farbig koextrudiert)                                                                    | 15 mm                                                                             | 20 mm*    | -         | -         | 10 mm                                                                               | 15 mm     | 15 mm     |
| harter PUR - Integralschaumstoff                                                                           | 10 mm                                                                             | 10 mm     | 15 mm     | 20 mm     | 10 mm                                                                               | 10 mm     | 10 mm     |
| PVC hart und PMMA (koextrudiert) mit massivem duroplastartigem Kernmaterial, verstärkt mit Glasfaserstäben | 10 mm                                                                             | 10 mm     | 15 mm     | 15 mm     | 10 mm                                                                               | 10 mm     | 10 mm     |
| Aluminium-Verbundprofile (hell)                                                                            | 10 mm                                                                             | 10 mm     | 15 mm     | 20 mm     | 10 mm                                                                               | 10 mm     | 15 mm     |
| Aluminium-Verbundprofile (dunkel)                                                                          | 10 mm                                                                             | 15 mm     | 20 mm     | -         | 10 mm                                                                               | 15 mm     | 15 mm     |

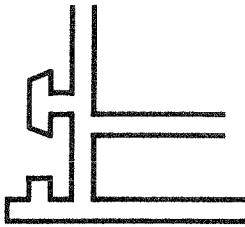
\* Die Fugenbewegung kann bei diesem Wert bis zu 5 mm betragen. Eine Überschreitung des Wertes der Tabelle "Anschlußausbildung zwischen Fenster und Baukörper" (4 mm für BG 2) ist zulässig. Die Fugentiefe -t- ist in Abhängigkeit der Fugenbreite -b- mit den Dichtstoffherstellern abzuklären.

Die ausreichende Tragfähigkeit für die Abdichtung mit Dichtstoffen ist insbesondere bei Putz in Frage gestellt, weshalb in vielen Schadensfällen Risse im Putz neben der Fuge festgestellt werden (Bild 47). Bei der Planung einer Fuge zur Abdichtung mit Dichtstoffen ist deshalb neben der Beachtung der bereits erwähnten Kriterien auch die Tragfähigkeit der Haftflächen zu klären. Als putzseitige Haftfläche für den Dichtstoff ist der Einbau von Putzabschlußprofilen erforderlich.

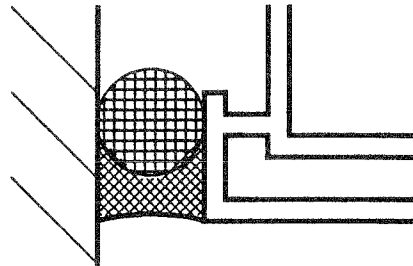


**Bild 47** Putzrisse neben der Fugenabdichtung

Eine unzureichende Tiefe der Fugenflanken ist vielfach bei Kunststoff- und Aluminiumfenstern aufgrund der Profilierung des Blendrahmens anzutreffen (Bild 48).

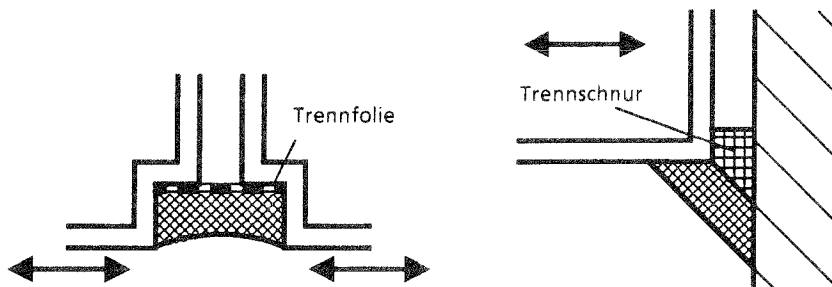


**Bild 48 a** Kunststoffprofil mit ungünstiger baukörperseitiger Profilierung



**Bild 48 b** Kunststoffprofil mit ausreichender Haftfläche

Bei der Planung der Fugen und bei der handwerklichen Ausführung ist darauf zu achten, daß die notwendige Dehnung über die gesamte Fugenbreite aufgenommen werden kann (Bild 49). Dreiecksfugen und Dreiflankenhaftungen behindern die Dehnungen und führen häufig zu Schäden an der Abdichtung.



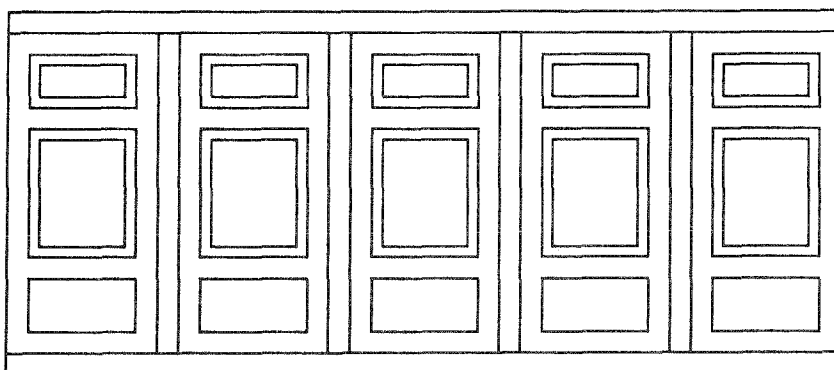
**Bild 49** Anordnung einer Trennfolie bzw. einer Trennschnur zur Vermeidung der Dreiflankenhaftung

### 5.9.3.3 Abdichtung mit komprimierbaren Dichtbändern

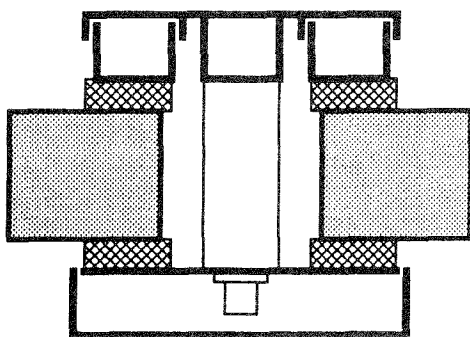
Bevorzugt findet man dieses System in der Altbauerneuerung. Ein wesentlicher Vorteil des Systemes liegt darin, daß die Haftflächen nicht auf Zug beansprucht werden. Für den Einsatz auf Putzflächen bringt das System deshalb besondere Vorteile. Für die Dichtheit gegen Wind und Regen ist es notwendig, daß das Band auf 20 bis 25 % des Nennmaßes komprimiert bleibt. Aus wärmeschutztechnischen Gründen ist der Raum zwischen Fenster und Baukörper mit einem Wärmedämmstoff auszufüllen. Wenn zwischen der seitlichen Abdichtung und dem unteren Anschluß ein Versatz in den Dichtebenen vorliegt, muß diese Ecke zusätzlich abgedichtet werden. Diese Anschlußausbildung ist für alle Werkstoffe geeignet.

### 5.9.3.4 Bewegungsausgleich in der Konstruktion

Bei der Kopplung von Fensterelementen zu einem Fensterband (Bild 50) können durch den Einbau eines Profils zum Bewegungsausgleich die temperaturbedingten Längenänderungen ausgeglichen werden. Zur Abschätzung der Fugenbewegung aus Temperaturänderungen können die Angaben aus Bild 45 angenommen werden. Dieses Anschlußsystem entspricht der Beanspruchungsgruppe 3.1 der Tabelle 44.



**Bild 50** Beispiel für ein Fensterband

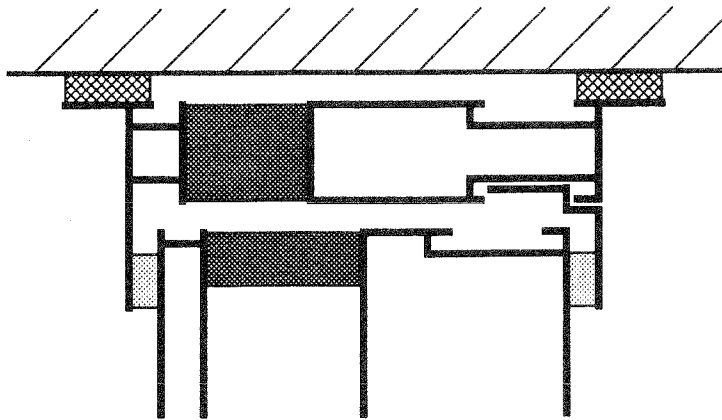


**Bild 51** Schematische Darstellung eines Bewegungsausgleichs in der Konstruktion

### 5.9.3.5 Anschluß mit Zargen

Der Anschluß mit Zargen (Beanspruchungsgruppe 3.2) kann auch in Kombination mit dem System der Beanspruchungsgruppe 3.1 zur Anwendung kommen. Meist wird es aber allein eingesetzt, wenn bei großen Fensterelementen Bewegungen auftreten, die nur in der Fuge Fenster/Baukörper ausgeglichen werden können. Bevorzugt werden Zargen zum Bewegungsausgleich im oberen Anschluß verwendet, wenn z.B. große Deckendurchbiegungen auftreten.

Die Zargenausbildung bringt auch den Vorteil, daß der Bauablauf günstig gestaltet werden kann, und der Einbau der Fenster zu einem späteren Zeitpunkt möglich ist.



**Bild 52** Schematische Darstellung einer Zarge zum Bewegungsausgleich für einen oberen Anschluß

Die Möglichkeiten der Zargenausbildung sind insbesondere bei mehrschichtigen Außenwänden vielfältig, so daß Bild 52 nur den prinzipiellen Aufbau zeigen kann.

### 5.9.3.6 Anschluß mit Bauabdichtungsfolie

Die Abdichtung mit Bauabdichtungsfolie nach der Beanspruchungsgruppe 3.3 wird bevorzugt bei hinterlüfteten Fassaden und zweischaligem Mauerwerk angewandt. Folien übernehmen die Aufgabe, Bewegungen auszugleichen und wirken als wasserundurchlässige Sperrschicht, womit die Forderungen der DIN 1053: „Die Mauerwerksschalen sind an ihren Berührungspunkten, z.B. Fenster- und Türanschlüssen, durch eine wasserundurchlässige Sperrschicht zu trennen“ erfüllt werden. Darüberhinaus ist bei der Folienabdichtung darauf zu achten, daß die Folie so angebracht wird, daß sie, von der Raumseite gesehen, vor dem tauwassergefährdeten Bereich liegt.

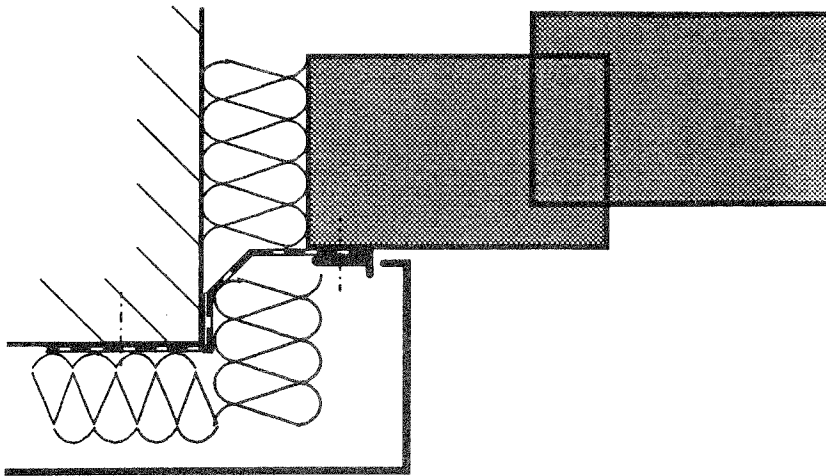
Zu verwenden sind Dichtungsbahnen aus Polyisobutylen (PIB) oder andere geeignete Dichtungsbahnen nach DIN 16 935, Mindestdicke der Abdeckbänder 1,0 mm. Sie müssen mit den angrenzenden Baustoffen verträglich sein.

Konstruktion und Ausführung nach:

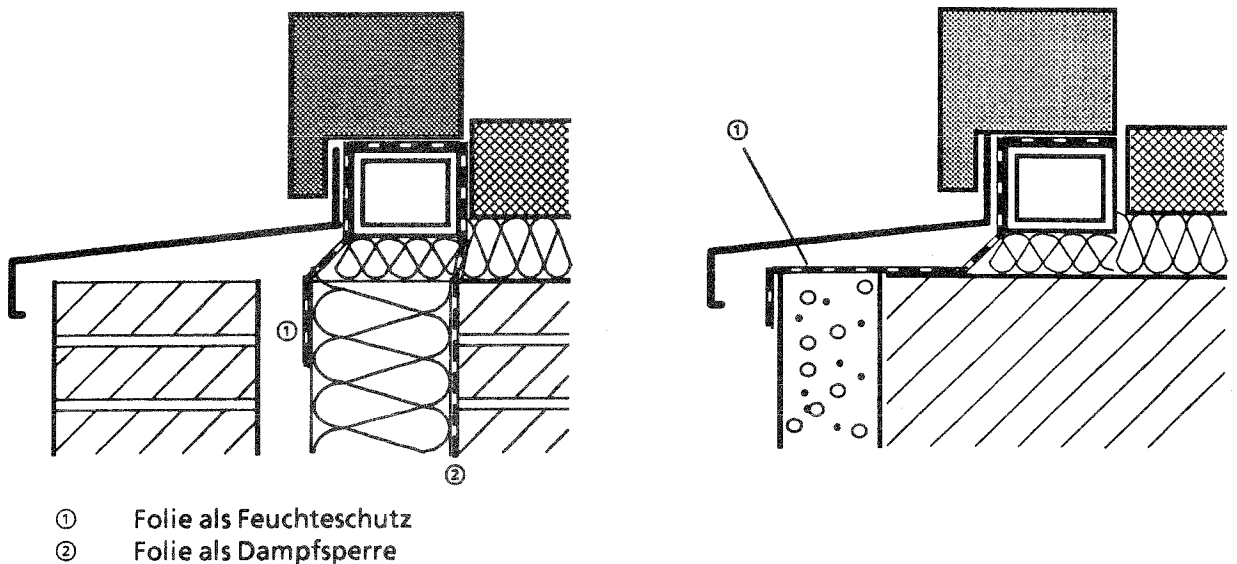
DIN 18 195 Teil 5 Bauwerksabdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser; Bemessung und Ausführung

DIN 18 195 Teil 9 Bauwerksabdichtungen; Durchdringungen, Übergänge, Anschlüsse

Die Folien sind sowohl zum Ausgleich von Bewegungen als auch als Witterungssperre und zum Abdichten gegen nichtdrückendes Wasser einsetzbar (Bild 53 und 54). Die Notwendigkeit einer raumseitigen Abdichtung ist von Fall zu Fall abzuklären.



**Bild 53** Bauabdichtungsfolie: Bewegungsangleich und Windsperre



**Bild 54** Bauabdichtungsfolie: Abdichtung des unteren Anschlusses bei zweischaligem Mauerwerk sowie bei Putz

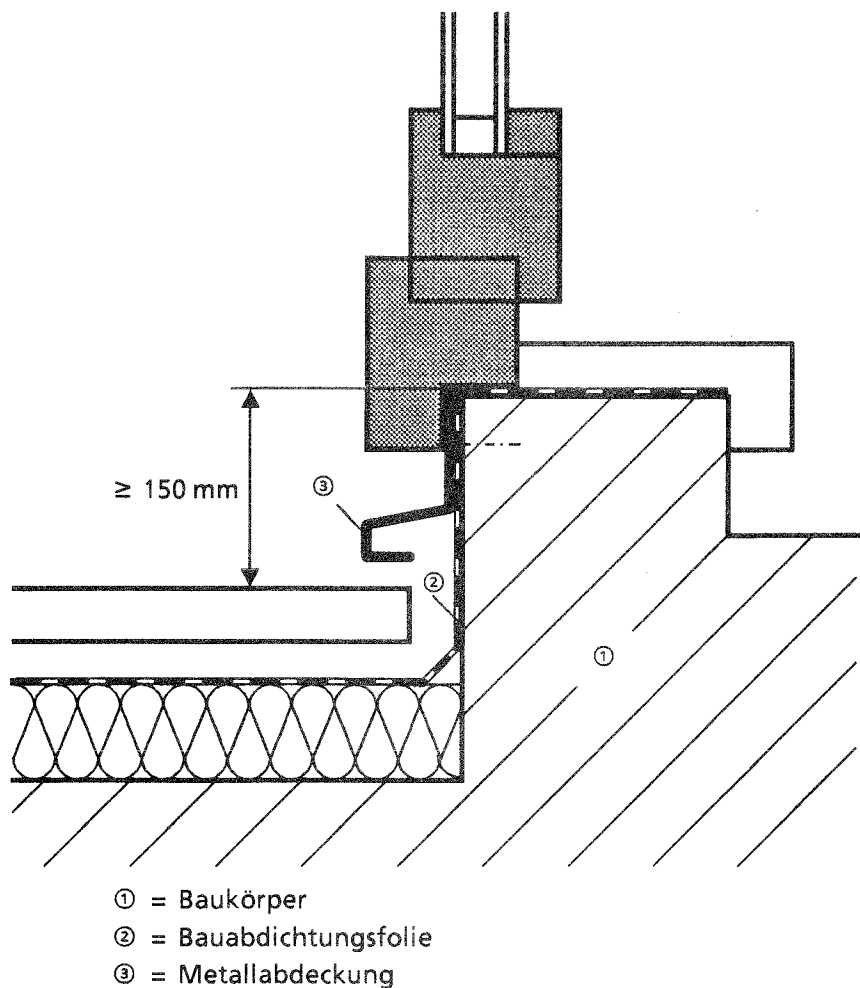
#### 5.9.4 Anschluß an Dach- und Terrassenbeläge

Das Problem der Anschlüsse von Fenstern und Fensterwänden an Dach-, Terrassen- und Bodenbeläge soll hier nur kurz angesprochen werden.

Nach DIN 18 195 Teil 9 Abschnitt 4.2 gilt:

„Die Abdichtung ist im Regelfall mindestens 150 mm über die Oberfläche eines über der Abdichtung liegenden Belages hochzuziehen.“ (Bild 55).

Von dieser Regel kann nur dann abgewichen werden, wenn anderweitig sichergestellt ist, daß keine Feuchtigkeit ins Gebäude eindringen kann. Da dies jedoch nicht über Maßnahmen an der Fensterkonstruktion erreicht werden kann, obliegt die Planung derartiger Maßnahmen allein der bauplanenden Stelle.



**Bild 55** Anschluß einer Fenstertür an Terrassenbelag

Besonders wichtig erscheint die Angabe in DIN 18 195, daß diese Forderung für den Regelfall gilt. Der Bauplaner hat diese Entscheidung zu treffen, und auch für den Sachverständigen erscheint es wichtig, dies zu beachten. Die vertikale Abdichtung an der Fensterwand mit 150 mm über der Oberfläche des Bodenbelages, führt bei Türen zu einer Erschwernis für den Benutzer. Diese Erschwernis sollte, wenn keine zwingende Notwendigkeit aus der tatsächlichen Witterungseinwirkung besteht, nicht zugemutet werden.

Die Notwendigkeit ist gegeben bei

- exponierter Lage von Terrassen und Balkonen im allgemeinen Wohnungsbau, Krankenhausbau usw.,
- Hochhäusern auf den Wetterseiten.

Insbesondere beim Krankenhausbau und beim Bau von Wohnungen für Betagte und Behinderte muß die Forderung, daß die Schwellenhöhen nicht größer als 25 mm sein dürfen, in Einklang mit DIN 18 195 gebracht werden. Als Lösung bietet sich hier neben schiefen Ebenen eine mit einem Gitterrost überdeckte Rinne.

### 5.9.5 Befestigung des Fensters

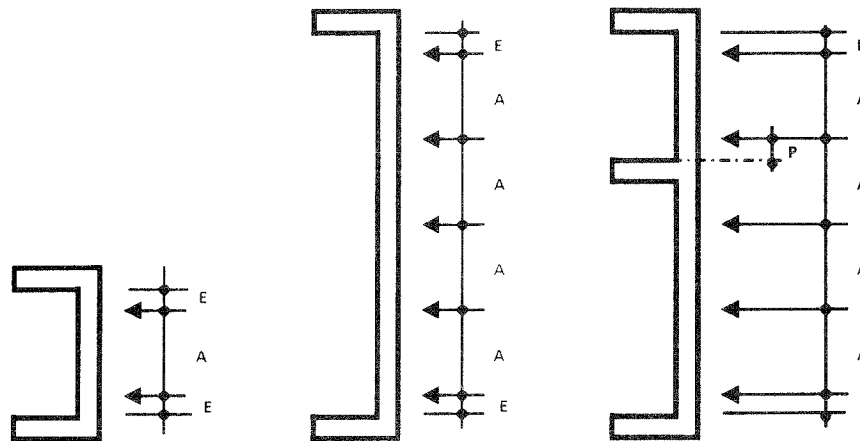
Die Befestigungsstellen müssen so festgelegt werden, daß eine einwandfreie Übertragung der auftretenden Kräfte in das Bauwerk gewährleistet ist. Es dürfen dabei keine Verformungen eintreten, die die Funktion des Fensters beeinträchtigen. Bei der Planung und Dimensionierung der Befestigungsmittel sind in der Regel zu berücksichtigen:

- Glas- und Rahmengewichte,
- Zusatzlasten, z. B. durch Sonnenschutz u.ä.,
- Windlast.

Folgende Befestigungsmittel werden in der Regel angewendet:

- Spreizdübel,
- Laschen, Schlaudern,
- Ankerschienen, Montageschienen u.ä.

Der Abstand zwischen den einzelnen Befestigungspunkten beträgt maximal 800 mm, bei Kunststoff-Fenstern jedoch höchstens 700 mm [41].



- |   |                                                        |
|---|--------------------------------------------------------|
| A | Abstand max 800 mm, bei Kunststoff-Fenstern max 700 mm |
| E | Eckabstand 100 bis 150 mm                              |
| P | Pfosten- oder Riegelabstand ca. 150 mm                 |

**Bild 56** Befestigungsabstände am Fenster

Füllschäume und Montageschäume sind nicht geeignet, die auf das Fenster einwirkenden Kräfte zu übertragen.



## Begriffserläuterungen

### Fenster

- Einfachfenster:** Fenster mit einfachen Flügeln zum Einbau von Einscheibenglas und Mehrscheiben-Isolierglas.
- Verbundfenster:** Fenster aus zwei hintereinander liegenden Flügeln, die miteinander verbunden sind und eine gemeinsame Drehachse besitzen.
- Kastenfenster:** Fenster aus zwei hintereinanderliegenden Flügeln, die nicht miteinander verbunden sind und zwei getrennte Drehachsen besitzen.

### Fenster Teile

- Blendrahmen:** Mit dem Bauwerk festverbundener Rahmen, an dem die Flügelrahmen beweglich angebracht sind.
- Pfosten:** Aufrechter Teil zur Unterteilung des Blendrahmens in der Breite.
- Riegel:** Querteil zur Unterteilung des Blendrahmens in der Höhe.
- Sprossen:** Profilleisten zur Unterteilung des Flügelrahmens zum Einsetzen einzelner Scheiben.

### Verglasung

- EV Einscheibenverglasung:** Verglasung mit nur einer Scheibe im Flügelrahmen.
- IV Mehrscheiben-Isolierverglasung:** Verglasungseinheit aus mehreren Scheiben, die durch gasgefüllte Zwischenräume voneinander getrennt und luft- und feuchtigkeitsdicht miteinander verbunden sind.
- DV Doppelverglasung:** Zwei hintereinander liegende Einscheibenverglasungen, Mehrscheiben-Isolierverglasungen oder Kombinationen daraus.

## Sondergläser

### ESG:

Einscheibensicherheitsglas ist ein vorgespanntes Glas. Die Vorspannung wird durch eine thermische Behandlung erreicht. Es weist gegenüber gewöhnlichem Flachglas eine erhöhte Temperaturwechselbeständigkeit, Schlag- und Stoßfestigkeit und Biegebruchfestigkeit auf.

### VSG:

Verbundsicherheitsglas besteht aus zwei oder mehreren Glasscheiben, die durch hochreißfeste Zwischenschichten fest miteinander verbunden sind, bei Zerstörung splitterbindend.

### Glas mit Drahtnetzeinlage:

Lieferbar als Drahtglas, Drahtornamentglas und Drahtspiegelglas. Wirkt durch seine Drahtnetzeinlage bei Zerstörung splitterbindend.

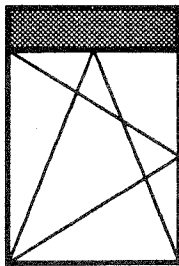
### Brandschutzglas:

Gläser, die durch die Eigenschaften des Materials bzw. der Verbundmasse zeitlich begrenzt feuerhemmend wirken. Sämtliche am Markt verwendeten Systeme bedürfen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung. Als Zulassungsgegenstand wird eine Verglasung genannt, die sich zusammensetzt aus Glas, Rahmen, Dichtung, Konstruktion, Einbaubedingungen und Wand. Der Zulassungsgegenstand darf nur so hergestellt und eingesetzt werden, wie er detailliert im Zulassungsbescheid beschrieben ist; auch geringfügige Änderungen sind nicht zulässig. G-Verglasungen einschließlich der Rahmen und Halterungen sind imstande, Rauch- und Brandgase sowie Flammen für einen bestimmten Zeitraum (z.B. 30, 60, 90, 120 oder 180 Minuten) am Durchtritt zu hindern, nicht aber die Brandhitze. Die Oberflächentemperatur auf der feuerabgewandten Seite ist nicht begrenzt.

Einsatzgebiete von G-Verglasungen sind z.B. Verglasungen in Ladenpassagen, Außenverglasungen von Gebäuden, bei denen ein Feuerübertritt auf andere Stockwerke verhindert werden soll, Aufzugsschachtverglasungen, rauchdichte Türanlagen etc. Neben der Verhinderung von Rauch-, Brandgas- und Flammendurchtritt haben F-Verglasungen auch die Aufgabe, die Hitze, die durch die Verglasung durchtritt, zu mindern. Die Oberflächentemperatur auf der feuerabgewandten Seite darf dabei im Mittel nicht höher als 140°C über der der Ausgangstemperatur liegen. Einsatzgebiete von F-Verglasungen sind z.B. Verglasungen von Fluchtwegen in Gebäuden, Gliederung verschiedener Abteilungen in Kaufhäusern, Trennungen von Bibliotheken zu Leseräumen in Universitäten, Verglasungen zwischen Büro- und Werkstatt-räumen, etc. T-Verglasungen finden Anwendung in Feuerschutzabschlüssen (z.B. selbstschließende Türen und Tore) und entsprechen den Anforderungen von F-Verglasungen.

## Konstruktionsbeispiele

### Beispiel 1



Beschreibung: **Fenster A**

1-flügeliges Dreh-Kipp-Fenster mit  
Rolladenaufbauelement

Rahmen: Holz IV 68/78  
Glas: Mehrscheiben-Isolierglas  
Aufbau 4/12/4  
Gebäudehöhe: bis 8 m, entspricht  
Beanspruchungsgruppe A

### 1. Wärmeschutz

#### **Fenster:**

Anforderungen: WVO  $k \leq 3,1 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Nachweis: Rechenwert des Mehrscheiben-Isolierglases  
 $k = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  
Zuordnung des Rahmens  
Rahmenmaterialgruppe 1  
Rechenwert Glas und Rahmen  $k = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  nach  
DIN 4108 Teil 4, Tabelle 3 Zeile 1.4.

#### **Rolladenkasten:**

Anforderungen: DIN 4108 Teil 2  
 $k \leq 1,32 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  
Nachweis: Berechnung nach DIN 4108 Teil 5, wie hinterlüftete  
Außenwand.

### 2. Schallschutz

#### **Fenster:**

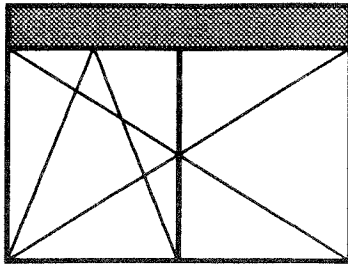
Anforderungen: Mindestwert nach DIN 4109 Teil 6:  $R_w \geq 25 \text{ dB}$   
Konstruktionshinweis: VDI-Richtlinie 2719 Tabelle 3  
Gesamtglasdicke 8 mm  
Scheibenzwischenraum 12 mm  
Dichtung nicht erforderlich  
= Schallschutzklasse 1

#### **Rolladenkasten:**

Anforderungen: DIN 4109 Teil 6,  $R_w \geq 25 \text{ dB}$   
Ausführungshinweis: DIN 4109 Teil 6, Tabelle 7, bzw. System-  
beschreibungen der Hersteller

### 3. Mechanische Beanspruchung

Anforderungen: DIN 18 055, Beanspruchungsgruppe A  
Nachweis: Maximale Flügelabmessungen nach DIN 68 121

**Beispiel 2****Beschreibung: Fenster B**

2-flügeliges Dreh / Dreh-Kipp-Fenster mit  
Mittelposten und Rolladenaufbauelement

|              |                                                |
|--------------|------------------------------------------------|
| Rahmen:      | Kunststoff                                     |
| Glas:        | Mehrscheiben-Isolierglas<br>Aufbau 4/12/4      |
| Dichtung:    | Mitteldichtung und<br>Anschlagdichtung innen   |
| Gebäudehöhe: | bis 20 m, entspricht<br>Beanspruchungsgruppe B |

**1. Wärmeschutz****Fenster:**

Anforderungen: WVO  $k \leq 3,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

Nachweis: Rechenwert des Mehrscheiben-Isolierglases  
 $k = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  
Zuordnung des Rahmens  
Rahmenmaterialgruppe 1  
Rechenwert Glas und Rahmen  $k = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  nach  
DIN 4108 Teil 4, Tabelle 3 Zeile 1.4.

**Rolladenkasten:**

Anforderungen: DIN 4108 Teil 2  
 $k \leq 1,32 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;

Nachweis: Berechnung nach DIN 4108 Teil 5, wie hinterlüftete  
Außenwand.

**2. Schallschutz****Fenster:**

Anforderungen: Mindestwert nach DIN 4109 Teil 6:  $R_w \geq 25 \text{ dB}$

Konstruktionshinweis: VDI-Richtlinie 2719 Tabelle 3  
Gesamtglasdicke 8 mm  
Scheibenzwischenraum 12 mm  
Mitteldichtung erforderlich  
 $R_w$  Verglasung  $\geq 32 \text{ dB}$   
= Schallschutzklasse 2  
(Bei Verwendung von Sonderglas mit  $R_w \geq 45 \text{ dB}$   
und zwei Dichtungen ist die Schallschutzklasse 4  
erreichbar)

**Rolladenkasten:**

Anforderungen: DIN 4109 Teil 6,  $R_w \geq 25 \text{ dB}$

Ausführungshinweis: DIN 4109 Teil 6, Tabelle 7, bzw. System-  
beschreibungen der Hersteller

### 3. Mechanische Beanspruchung

Anforderungen an  
Schlagregendichtheit  
und Fugendurchlässigkeit:

DIN 18 055, Beanspruchungsgruppe B

Nachweis:

Prüfzeugnis der Systemprüfung

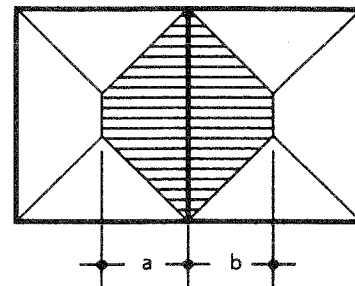
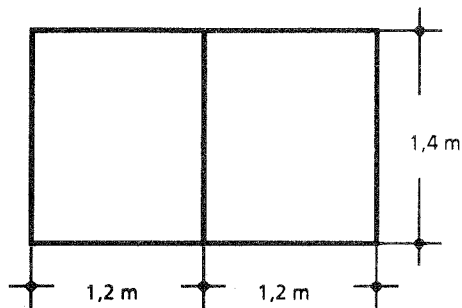
a - Wert  $\leq 1$

Maximale Flügelabmessungen nach Angaben  
der Systemhersteller.

Anforderungen an die  
Gebrauchstauglichkeit:

Durchbiegungsbegrenzung  $l/300$  und  
max 8 mm zwischen den Scheibenkanten

Bemessung des Pfostens:



Stützweite  $l = 1,4 \text{ m}$

Belastungsbreite  $a = 0,6 \text{ m}$

Belastungsbreite  $b = 0,6 \text{ m}$

Trägheitsmomente

$I = 1,3 \text{ cm}^4$

$I = 1,3 \text{ cm}^4$

$\Sigma I = 2,6 \text{ cm}^4$

Korrekturfaktor aus Windbelastung

$f_W = 1,6$

Korrekturfaktor aus Isolierglas

$f_{IV} = 1$

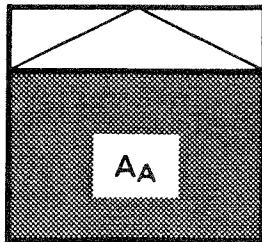
Erforderliches Trägheitsmoment:

$I_{\text{erf.}} = \Sigma I \cdot f_W \cdot f_{IV} = 2,6 \cdot 1,6 \cdot 1 = 4,16 \text{ cm}^4$

Aussteifung:

z.B. Stahlhohlprofil 40 mm x 20 mm,  
Wanddicke 2 mm,

$I = 4,31 \text{ cm}^4$

**Beispiel 3****Beschreibung: Fenster C****1-flügeliges Kipp-Fenster mit Brüstungselement**

|                   |                                             |
|-------------------|---------------------------------------------|
| Rahmen:           | Aluminium-Kunststoff-Verbundprofil          |
| Glas:             | Mehrscheiben-Isolierglas Aufbau 4/12/4      |
| Dichtung:         | Mitteldichtung                              |
| Brüstungselement: | Aluminium-Dämmstoff-Aluminium               |
| Gebäudehöhe:      | bis 20 m, entspricht Beanspruchungsgruppe B |

**1. Wärmeschutz****Fenster:****Anforderungen:**WVO  $k \leq 3,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ **Nachweis:**

Rechenwert des Mehrscheiben-Isolierglases

 $k = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K};$ 

Zuordnung des Rahmens

Rahmenmaterialgruppe 2.1

Rechenwert Glas und Rahmen  $k = 2,9 \text{ W/m}^2\text{K}$  nach DIN 4108 Teil 4, Tabelle 3 Zeile 1.4.**Brüstungselement:****Anforderungen:**Fläche  $A_A > 50 \%$ ,Raumseitig flächenbezogene Masse ca.  $1,4 \text{ kg/m}^2$ ,  
erforderlicher k-Wert nach DIN 4108 Teil 2, Tabelle 2 $k \leq 0,53 \text{ W/m}^2\text{K};$ **Nachweis:**

Berechnung nach DIN 4108 Teil 5

 $\lambda_{\text{Alu}} = 200 \text{ W/mK}$  $\lambda_{\text{Dämmstoff}} = 0,035 \text{ W/mK}$  $s_{\text{Alu}} = 0,002 \text{ m}$  $s_{\text{Dämmstoff}} = ?$ 

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{a_a} \quad (1)$$

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \frac{s_3}{\lambda_3} \quad (2)$$

$$s_2 = \left( \frac{1}{k} - \frac{1}{a_i} - \frac{s_1}{\lambda_1} - \frac{s_3}{\lambda_3} - \frac{1}{a_a} \right) \cdot \lambda_2 \quad (3)$$

$$s_2 = \left( \frac{1}{0,53} - 0,13 - \frac{0,002}{200} - \frac{0,002}{200} - 0,04 \right) \cdot 0,035 = 0,06 \text{ m} \quad (4)$$

Die erforderliche Dämmstoffdicke für das gewählte Brüstungselement beträgt 6 cm.

## 2. Schallschutz

### **Fenster:**

Anforderungen: Mindestwert nach DIN 4109 Teil 6:  $R_w \geq 25 \text{ dB}$

Konstruktionshinweis: VDI-Richtlinie 2719 Tabelle 3

Gesamtglasdicke 8 mm

Scheibenzwischenraum 12 mm

Mitteldichtung erforderlich

$R_w$  Verglasung  $\geq 32 \text{ dB}$

= Schallschutzklasse 2

### **Brüstungselement:**

Anforderungen: Mindestwert nach DIN 4109 Teil 6:  $R_w \geq 25 \text{ dB}$

Nachweis: Durch Prüfzeugnis der Systemhersteller oder gegebenenfalls durch Einzelprüfung des Brüstungselementes.

## 3. Mechanische Beanspruchung

Anforderungen an  
Schlagregendichtheit  
und Fugendurchlässigkeit:

DIN 18 055, Beanspruchungsgruppe B

Nachweis:

Prüfzeugnis der Systemprüfung

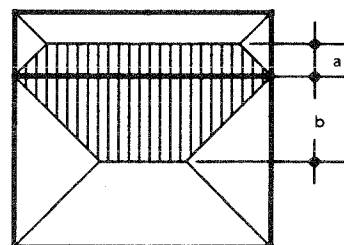
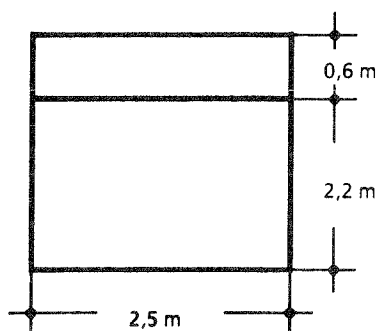
$a$  - Wert  $\leq 1$

Maximale Flügelabmessungen nach Angaben der Systemhersteller.

Anforderungen an die  
Gebrauchstauglichkeit:

Durchbiegungsbegrenzung  $l/300$  und  
max 8 mm zwischen den Scheibenkanten

Bemessung des Riegels:



Stützweite  $l = 2,5 \text{ m}$   
 Belastungsbreite  $a = 0,3 \text{ m}$   
 Belastungsbreite  $b = 1,1 \text{ m}$

Trägheitsmomente

$$\begin{aligned} I &= 15,3 \text{ cm}^4 \\ I &= 41,1 \text{ cm}^4 \\ \Sigma I &= 56,4 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

Korrekturfaktor aus Windbelastung

$$f_W = 1,6$$

Korrekturfaktor aus Isolierglas

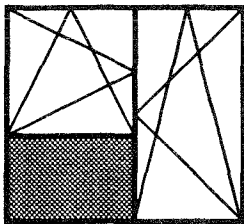
$$f_{IV} = 1$$

Erforderliches Trägheitsmoment:

$$I_{\text{erf.}} = \Sigma I \cdot f_W \cdot f_{IV} = 56,4 \cdot 1,6 \cdot 1 = 90,24 \text{ cm}^4$$

Die Auswahl des Aluminium-Kunststoff-Verbundprofils mit dem erforderlichen Trägheitsmoment von  $90,24 \text{ cm}^4$  erfolgt nach den Angaben der Systemhersteller.

#### Beispiel 4



Beschreibung: Fenster D

Fensterelement bestehend aus:

1-flügeliger Dreh-Kipp-Türe, 1-flügeligem Dreh-Kipp-Fenster und Brüstungselement mit einem Aufbau aus Aluminium-Dämmstoff-Sperrholzplatte 16 mm

|              |                                           |
|--------------|-------------------------------------------|
| Rahmen:      | Aluminium-Holz                            |
| Glas:        | Mehrscheiben-Isolierglas<br>Aufbau 4/12/4 |
| Dichtung:    | Mitteldichtung                            |
| Gebäudehöhe: | bis 8 m entspricht Beanspruchungsgruppe A |

#### 1. Wärmeschutz

**Fenster:**

Anforderungen: WVO  $k \leq 3,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

Nachweis: Rechenwert des Mehrscheiben-Isolierglases  
 $k = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;

Zuordnung des Rahmens

Rahmenmaterialgruppe 1

Rechenwert Glas und Rahmen  $k = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  nach  
 DIN 4108 Teil 4, Tabelle 3 Zeile 1.4.



**Brüstungselement:**

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anforderungen: | Fläche $A_A < 50 \%$ ,<br>$k \leq 1,39 \text{ W/m}^2\text{K}$                                                                                                                                                                                                                                         |
| Nachweis:      | Berechnung nach DIN 4108 Teil 5<br>$\lambda_{\text{Alu}} = 200 \text{ W/mK}$<br>$\lambda_{\text{Dämmstoff}} = 0,035 \text{ W/mK}$<br>$\lambda_{\text{Sperrholz}} = 0,15 \text{ W/mK}$<br>$s_{\text{Alu}} = 0,002 \text{ m}$<br>$s_{\text{Sperrholz}} = 0,016 \text{ m}$<br>$s_{\text{Dämmstoff}} = ?$ |

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_a} \quad (1)$$

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \frac{s_3}{\lambda_3} \quad (2)$$

$$s_2 = \left( \frac{1}{k} - \frac{1}{\alpha_i} - \frac{s_1}{\lambda_1} - \frac{s_3}{\lambda_3} - \frac{1}{\alpha_a} \right) \cdot \lambda_2 \quad (3)$$

$$s_2 = \left( \frac{1}{1,39} - 0,13 - \frac{0,002}{200} - \frac{0,016}{0,15} - 0,04 \right) \cdot 0,035 = 0,0155 \text{ m} \quad (4)$$

Die erforderliche Dämmstoffdicke für das gewählte Brüstungselement beträgt 1,6 cm.

**2. Schallschutz****Fenster:**

|                       |                                                                                                                                                                            |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anforderungen:        | Mindestwert nach DIN 4109 Teil 6: $R_w \geq 25 \text{ dB}$                                                                                                                 |
| Konstruktionshinweis: | VDI 2719 Tabelle 3<br>Gesamtglasdicke 8 mm<br>Scheibenzwischenraum 12 mm<br>Mitteldichtung erforderlich<br>$R_w$ Verglasung $\geq 32 \text{ dB}$<br>= Schallschutzklasse 2 |

**Brüstungselement:**

|                |                                                                                                        |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anforderungen: | Mindestwert nach DIN 4109 Teil 6: $R_w \geq 25 \text{ dB}$                                             |
| Nachweis:      | Durch Prüfzeugnis der Systemhersteller oder gegebenenfalls durch Einzelprüfung des Brüstungselementes. |

### 3. Mechanische Beanspruchung

Anforderungen an  
Schlagregendichtheit  
und Fugendurchlässigkeit:

DIN 18 055, Beanspruchungsgruppe A

Nachweis:

Prüfzeugnis der Systemprüfung

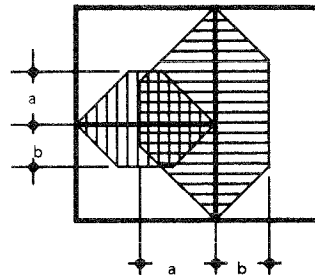
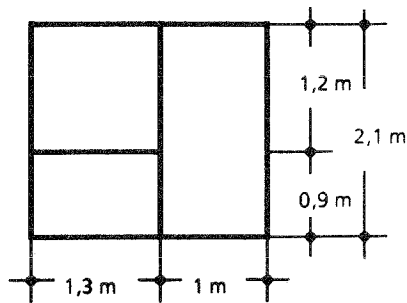
a - Wert  $\leq 2$

Maximale Flügelabmessungen nach Angaben  
der Systemhersteller.

Anforderungen an die  
Gebrauchstauglichkeit:

Durchbiegungsbegrenzung  $l/300$  und  
max. 8 mm zwischen den Scheibenkanten

Bemessung des Pfostens und Riegels:



#### Pfosten

Stützweite  $l = 2,1 \text{ m}$

Belastungsbreite  $a = 0,65 \text{ m}$

Belastungsbreite  $b = 0,50 \text{ m}$

#### Trägheitsmomente

$$I = 126,0 \text{ cm}^4$$

$$I = 98,9 \text{ cm}^4$$

$$\Sigma I = 224,9 \text{ cm}^4$$

#### Riegel

Stützweite  $l = 1,3 \text{ m}$

Belastungsbreite  $a = 0,60 \text{ m}$

Belastungsbreite  $b = 0,45 \text{ m}$

#### Trägheitsmomente

$$I = 21,2 \text{ cm}^4$$

$$I = 20,0 \text{ cm}^4$$

$$\Sigma I = 41,2 \text{ cm}^4$$

Erforderliches Trägheitsmoment:

$I_{\text{erf. Pfosten}}$

**224,9 cm<sup>4</sup>**

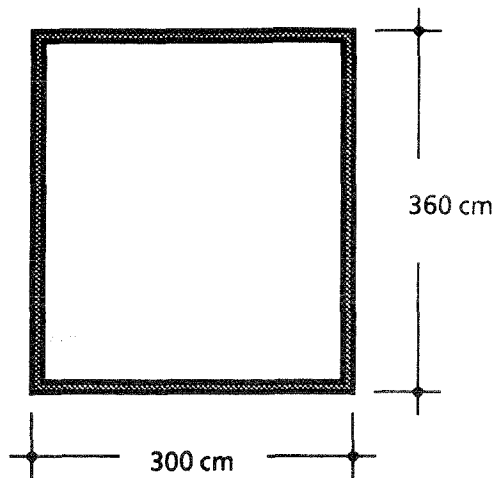
$I_{\text{erf. Riegel}}$

**41,2 cm<sup>4</sup>**

Die erforderlichen Profilquerschnitte sind für den Einzelfall zu berechnen.

### Beispiel 5

#### Bestimmung der erforderlichen Glasdicke



#### Beschreibung

Festverglastes Schaufenster

Verglasung mit Verbund-  
scheibensicherheitsglas  
2-scheibig mit gleicher  
Scheibendicke

Windlast:  $w = 0,96 \text{ kN/m}^2$

Glasdickengrundwert  $d$  für Spiegelglas etc. bei einer Windlast  $w = 0,6 \text{ kN/m}^2$

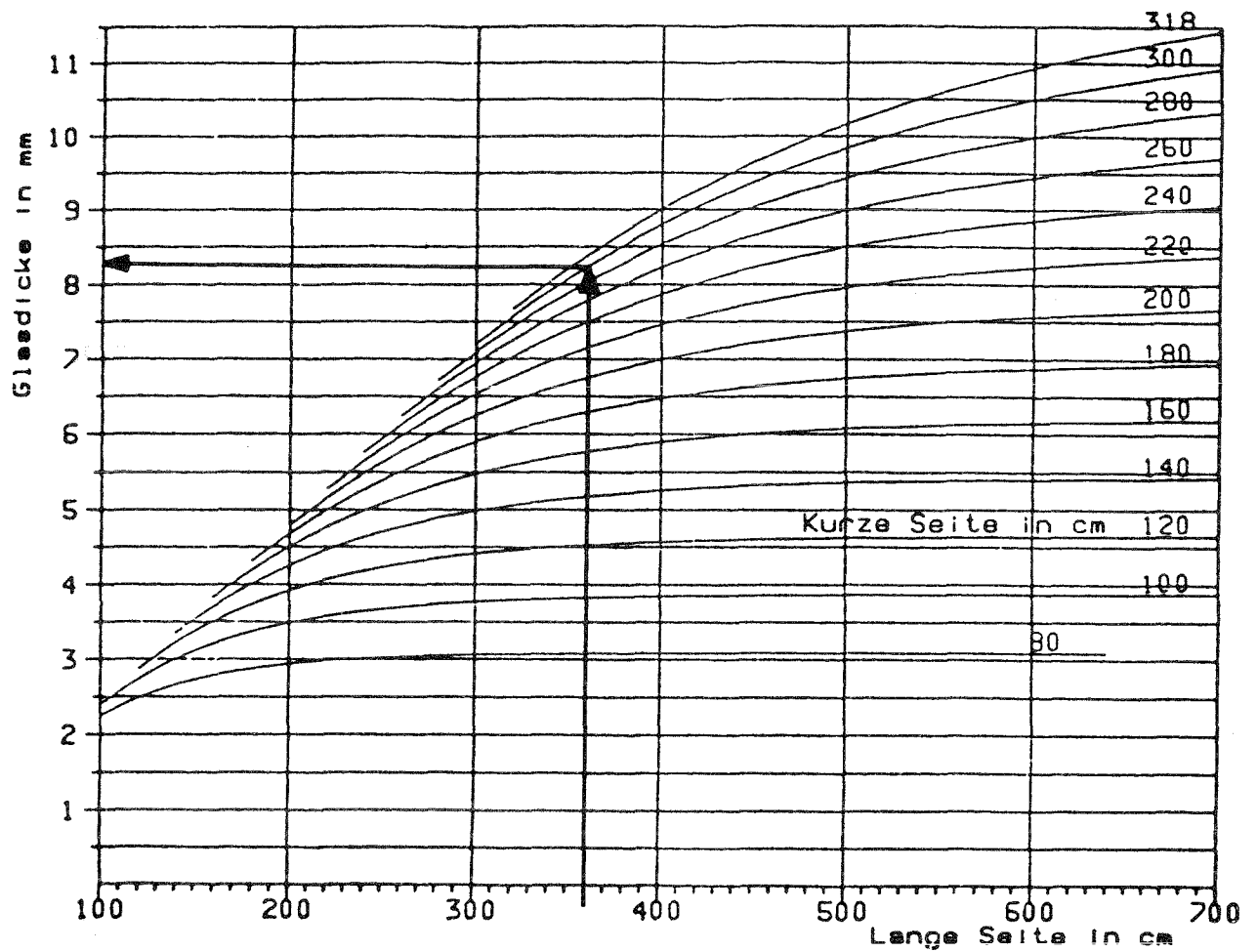


Tabelle der Korrekturfaktoren ( $f_w$ ) für Windlasten und Glaserzeugnisse

| Windlast w<br>in kN/m <sup>2</sup><br>(kp/m <sup>2</sup> ) | Fensterglas,<br>Spiegelglas,<br>Spiegelrohglas,<br>Gußglas ohne<br>Drahteinlage | VSG 2-scheibig<br>mit gleicher<br>Scheibendicke | VSG 3-scheibig<br>mit gleicher<br>Scheibendicke | VSG 4-scheibig<br>mit gleicher<br>Scheibendicke | Draht-<br>spiegel-<br>glas | ESG  |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------|------|
| 0,60 (60)                                                  | 1,00                                                                            | 1,42                                            | 1,73                                            | 2,00                                            | 1,23                       | 0,78 |
| 0,80 (80)                                                  | 1,16                                                                            | 1,64                                            | 2,01                                            | 2,32                                            | 1,43                       | 0,90 |
| 0,96 (96)                                                  | 1,27                                                                            | 1,80                                            | 2,20                                            | 2,54                                            | 1,56                       | 0,99 |
| 1,28 (128)                                                 | 1,46                                                                            | 2,08                                            | 2,53                                            | 2,92                                            | 1,80                       | 1,14 |
| 1,32 (132)                                                 | 1,48                                                                            | 2,11                                            | 2,56                                            | 2,96                                            | 1,82                       | 1,16 |

**Bestimmung des Glasdickengrundwertes**

Maß lange Seite = 360 cm

Maß kurze Seite = 300 cm

abgelesener Glasdickengrundwert = 8,25 mm

Korrekturfaktor  $f_w$  aus Tabelle = 1,80erforderliche Glasdicke =  $8,25 \cdot 1,80$  = 14,85 mm

gewählt wird ein Verbundscheibensicherheitsglas mit 2 x 8 mm  
Glasdicke.

## Literaturverzeichnis

- [1] Seifert, E.; Schmid, J.:  
Erwärmung von farbigen Anstrichen und ihre Auswirkung auf Bauelemente aus Holz.  
glas + rahmen 23 (1972) Heft 21, Seite 865 - 871
- [2] Dr. Nielsen, H.; Hufnagel, W.; Ganoulis, G.:  
Aluminium - Taschenbuch. 13. Auflage.  
Düsseldorf: Aluminium 1974
- [3] Aluminium - Merkblatt O 4  
Anodisch oxidiertes Aluminium für dekorative Zwecke.  
14. Auflage.  
Herausgeber: Aluminium-Zentrale, Düsseldorf 1984
- [4] Aluminium - Oberflächen.  
Aluminium - Zentrale, Düsseldorf, 1982
- [5] Pfeifer, H.:  
Die Beschichtung von Aluminium für das Bauwesen.  
Fenster und Fassade 11 (1984) Heft 1, Seite 2 - 6
- [6] Aluminium - Merkblatt A 5  
Reinigen von Aluminium im Bauwesen. 7. Auflage.  
Herausgeber: Aluminium-Zentrale, Düsseldorf 1984
- [7] Trübswetter, T.:  
Merkmale von Holz für den Fensterbau.  
Fenster und Fassade 10 (1983) Heft 4, Seite 93 - 96
- [8] Trübswetter, T.:  
Holzarten im Fensterbau.  
Fenster und Fassade 6 (1979) Heft 3, Seite 76 - 77
- [9] Richter, H.G.; Schwab, E.:  
Holzarten für den Fensterbau.  
glas + rahmen 33 (1982) Heft 11, Seite 586 - 598
- [10] Lohmann, U.:  
Handbuch Holz.  
Stuttgart: DRW, 1980
- [11] Frank, R.; Rief, G.; Schmid, J.:  
Lamellierte Holzfensterprofile.  
Forschungsbericht des Instituts für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1984  
Gefördert durch: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Verkehr, München

- [12] Holzwerkstoffe im Bauwesen, Teil 1 Materialkunde.  
Informationsdienst Holz.  
Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der Deutschen Gesellschaft für  
Holzforschung, München, 1981
- [13] Brasholz, A.:  
Wasserverdünnbare Acryllasuren für Holzaußenflächen.  
Fenster und Fassade 8 (1981) Heft 2, Seite 31 - 32
- [14] Merkblatt  
Anforderungen an lasierende und deckende Beschichtungen für Holzfenster.  
Herausgeber: Institut für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1983
- [15] Dr. Böttcher, P.; Brasholz, A.; Hantschke, B.:  
Kommentar zum Merkblatt „Anforderungen an lasierende und deckende  
Beschichtungen für Holzfenster“.  
Fenster und Fassade 10 (1983) Heft 3, Seite 75 - 78
- [16] Dr. Böttcher, P.; Hantschke, B.:  
Holzoberflächen und Kanten.  
Fenster und Fassade 8 (1981) Heft 4, Seite 97 - 105
- [17] Morianz, E.:  
Hinweise zum statischen Verhalten von Fenstern aus PVC hart.  
Fenster und Fassade 10 (1983) Heft 4, Seite 97 - 191
- [18] Gehbauer, K.:  
Coextrusion und Beschichtung von Fensterprofilen mit Polymethylmethacrylat  
(PMMA).  
Kunststoffe im Bau 19 (1984) Heft 3, Seite 150 - 154
- [19] Glasfibel.  
Herausgeber: Bundesverband des Deutschen Flachglas-Großhandels e.V., Köln
- [20] Dr. Feldmeier, F.; Heinrich, R.; Hepp, B.; Schmid, J.; Stiell, W.:  
Alterungsverhalten von Mehrscheiben-Isolierglas.  
Forschungsbericht des Instituts für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1984  
Auftraggeber: Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau,  
Bonn
- [21] Dr. Feldmeier, F.:  
Belastung von Isoliergläsern durch Klimaschwankung.  
Fenster und Fassade 11 (1984) Heft 2, Seite 41 - 52
- [22] Baust, E.:  
Dichtstoffe - anstrichverträglich oder überstreichbar?  
Fenster und Fassade 11 (1984) Heft 3, Seite 83 - 84
- [23] Dr. Böttcher, P.; Hantschke, B.:  
Dichtstoffe und Anstriche - zwei feindliche Brüder?  
Fenster und Fassade 10 (1983) Heft 1 + 2, Seite 27 - 28

- [24] Dr. Böttcher, P.; Hantschke, B.:  
Prüfung der Verträglichkeit zwischen Dichtstoffen und Anstrichsystemen.  
Fenster und Fassade 10 (1983) Heft 1 + 2, Seite 29 - 30
- [25] Richtlinie  
Verträglichkeit von Dichtprofilen mit Anstrichen auf Holz.  
Herausgeber: Institut für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1983
- [26] Güte- und Prüfbestimmungen für Drehkippsbeschläge.  
RAL - RG 607/3, 1983
- [27] Güte- und Prüfbestimmungen für Aluminiumfenster.  
RAL - RG 636/1, 1985
- [28] Güte- und Prüfbestimmungen für Holzfenster.  
RAL - RG 424/1, 1973
- [29] Richtlinie  
Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband.  
Herausgeber: Institut für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1983
- [30] Güte- und Prüfbestimmungen für Kunststofffenster.  
RAL - RG 716/1, 1985
- [31] Schmid, J.:  
Die neue Verglasungstabelle.  
Fenster und Fassade 10 (1983) Heft 1 + 2, Seite 36 - 44
- [32] Frank, R.; Schmid, J.:  
Temporärer Wärmeschutz von Fenstern.  
Forschungsbericht des Instituts für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1984  
Auftraggeber: Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau,  
Bonn
- [33] Dr. Hauser, G.:  
Passive Sonnenenergienutzung durch Fenster, Außenwände und temporäre  
Wärmeschutzmaßnahmen.  
Heizung Lüftung/Klima Haustechnik 34 (1983) Heft 3, Seite 111 - 112; Heft 4, Seite  
144 - 153; Heft 5, Seite 200 - 204; Heft 6, Seite 259 - 265
- [34] Froelich, H.:  
Konstruktionskriterien bei Schallschutzfenstern.  
Fenster und Fassade 9 (1982) Heft 3, Seite 124 - 134
- [35] Dr. Gösele, K.; Lakatos, B.:  
Schalldämmung von Fenstern und Verglasungen.  
Fenster und Fassade 5 (1978) Heft 3, Seite 71 - 77
- [36] Dr. Gösele, K.; Lakatos, B.:  
Berechnung der Schalldämmung von Fenstern.  
IBP - Mitteilung 21, 4 (1976)

- [37] Hirsch, E.; Daler, R.:  
Lüftung im Wohnungsbau.  
Forschungsbericht des Instituts für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1982,  
unveröffentlicht
- [38] Blaschke, K.; Schmid, J.; Stiell, W.:  
Anschluß der Fenster zum Baukörper.  
Forschungsbericht des Instituts für Fenstertechnik e.V., Rosenheim, 1977  
Auftraggeber: Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau,  
Bonn - Bad Godesberg
- [39] Schmid, J.; Stiell, W.:  
Anschluß der Fenster zum Baukörper.  
Bundesbaublatt 34 (1985) Heft 5, Seite 290 - 298
- [40] Morianz, E.:  
Die thermisch bedingten Längenänderungen von Fensterrahmen aus PVC hart.  
Fenster und Fassade 6 (1979) Heft 1, Seite 9 - 11
- [41] Einbau - Richtlinien für Kunststoff-Fenster.  
Herausgeber: Institut für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1985



### Verwendete und zitierte Normen und Richtlinien

|   |     |        |                                                                                                                                                                            |
|---|-----|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | DIN | 1050   | Stahl im Hochbau; Berechnung und bauliche Durchbildung (06.68)                                                                                                             |
| E | DIN | 1052   | Teil 1 Holzbauwerke; Berechnung und Ausführung (08.84)                                                                                                                     |
|   | DIN | 1055   | Teil 4 Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Windlasten nicht schwingungsanfälliger Bauwerke (05.77)                                                                    |
| E | DIN | 1055   | Teil 45 Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Aerodynamische Formbeiwerte für Baukörper (05.77)                                                                         |
| E | DIN | 4076   | Teil 1 Benennungen und Kurzzeichen auf dem Holzgebiet; Holzarten (10.84)                                                                                                   |
|   | DIN | 4102   | Teil 2 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen (09.77)                                                                |
|   | DIN | 4108   | Teil 2 Wärmeschutz im Hochbau; Wärmedämmung und Wärmespeicherung; Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung (08.81)                                            |
|   | DIN | 4108   | Teil 4 Wärmeschutz im Hochbau; Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte (08.81)                                                                                        |
|   | DIN | 4108   | Teil 5 Wärmeschutz im Hochbau; Berechnungsverfahren (08.81)                                                                                                                |
|   | WVO |        | Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden vom 24. Februar 1982                                                                                       |
| E | DIN | 4109   | Teil 6 Schallschutz im Hochbau; Bauliche Maßnahmen zum Schutz gegen Außenlärm (10.84)                                                                                      |
| E | VDI | 2719   | Richtlinie für Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen (09.83)                                                                                            |
|   | DIN | 4113   | Teil 1 Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung; Berechnung und bauliche Durchbildung (05.80)                                                           |
| E | DIN | 5034   | Teil 4 Tageslicht in Innenräumen; Vereinfachte Bestimmung von Mindestfenstergrößen für Wohnräume (12.81)                                                                   |
|   | DIN | 17 611 | Anodisch oxidiertes Halbzeug aus Aluminium und Aluminium-Knet-Legierungen mit Schichtdicken von mindestens 10 µm; Technische Lieferbedingungen. (Manuskriptfassung 09.83.) |
|   | DIN | 17 615 | Teil 1 Präzisionsprofile aus AlMgSi Legierungen im warmausgehärteten Zustand bis F25; Technische Lieferbedingungen (12.76)                                                 |

- DIN 18 055 Fenster; Fugendurchlässigkeit, Schlagregendichtheit und mechanische Beanspruchung; Anforderungen und Prüfung (10.81)
- DIN 18 056 Fensterwände; Bemessung und Ausführung (06.66)
- DIN 18 355 Tischlerarbeiten; VOB (10.79)
- DIN 18 357 Beschlagarbeiten; VOB (10.79)
- DIN 18 361 Verglasungsarbeiten; VOB (10.79)
- DIN 18 363 Anstricharbeiten; VOB (10.79)
- DIN 18 545 Teil 1 Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen; Anforderungen an Glasfalze (08.82)
- DIN 18 545 Teil 2 Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen; Dichtstoffe, Bezeichnung, Anforderungen, Prüfung (5.85)
- DIN 18 545 Teil 3 Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen; Verglasungssysteme (10.83)
- DIN 50 941 Korrosionsschutz; Chromatieren von galvanischen Zink- und Cadmiumüberzügen, Allgemeine Hinweise, Kurzzeichen und Prüfverfahren (05.78)
- DIN 50 961 Galvanische Überzüge; Zinküberzüge auf Eisenwerkstoffen (04.76)
- DIN 52 210 Teil 1 Bauakustische Prüfungen; Luft- und Trittschall-dämmung; Meßverfahren (08.84)
- DIN 52 290 Teil 1 Angriffhemmende Verglasungen; Begriffe (05.81)
- DIN 52 290 Teil 2 Angriffhemmende Verglasungen; Prüfung auf durchschußhemmende Eigenschaft und Klasseneinteilung (05.81)
- DIN 52 290 Teil 3 Angriffhemmende Verglasungen; Prüfung auf durchbruchhemmende Eigenschaft und Klasseneinteilung (06.84)
- DIN 52 290 Teil 4 Angriffhemmende Verglasungen; Prüfung auf durchwurfhemmende Eigenschaft und Klasseneinteilung (06.84)
- DIN 52 619 Teil 1 Wärmeschutztechnische Prüfungen; Bestimmung des Wärmedurchlaßwiderstandes und Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern; Messung an der Gesamtkonstruktion (11.82)
- DIN 58 125 Schulbau; Bautechnische Anforderungen zur Verhütung von Unfällen (12.84)
- DIN 67 507 Lichttransmissionsgrade, Strahlungstransmissionsgrade und Gesamtenergiedurchlaßgrade von Verglasungen (06.80)

- |   |            |                                                                                                                        |
|---|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E | DIN 68 100 | Toleranzen für Längen- und Winkelmaße bei Holz und Holzwerkstoffen im Austauschbau (12.84)                             |
|   | DIN 68 121 | Teil 1 Holzfenster-Profile; Dreh-, Drehkipp- und Kippfenster (03.73)                                                   |
|   | DIN 68 360 | Teil 1 Holz für Tischlerarbeiten; Gütebedingungen bei Außenanwendung (05.81)                                           |
|   | DIN 68 364 | Kennwerte von Holzarten; Festigkeit, Elastizität und Resistenz (11.79)                                                 |
|   | DIN 68 602 | Beurteilung von Klebstoffen zur Verbindung von Holz und Holzwerkstoffen; Beanspruchungsgruppen, Klebfestigkeit (04.79) |
|   | DIN 68 800 | Teil 2 Holzschutz im Hochbau; Vorbeugende bauliche Maßnahmen (01.84)                                                   |
|   | DIN 68 800 | Teil 3 Holzschutz im Hochbau; Vorbeugender chemischer Schutz von Vollholz (05.81)                                      |
|   | DIN 68 800 | Teil 5 Holzschutz im Hochbau; Vorbeugender chemischer Schutz von Holzwerkstoffen (05.78)                               |
|   | DIN 68 805 | Schutz des Holzes von Fenstern und Außentüren; Begriffe, Anforderungen (10.83)                                         |
|   | Richtlinie | Richtlinie zur Prüfung einbruchhemmender Fenster (01.86)                                                               |
|   | Richtlinie | Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Mehrscheiben-Isolierglas aus Spiegelglas (03.82)                 |

# „Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern“

## Belastung der Glasauflage in Abhängigkeit der Gebäudehöhe

Die Zuordnung für die Belastung der Glasauflage folgt aus der Windlast, die nach DIN 1055 Teil 4 von der Gebäudehöhe bestimmt wird. Die Belastung der Glasauflage ist auch für die Wahl des Vorlegebandes von Bedeutung, wobei das Vorlegeband Bestandteil des Verglasungssystems ist. Die Belastung der Glasauflage wird bei der Festlegung der BG nicht berücksichtigt. Sie dient nur zur Information für den Hersteller von Verglasungssystemen und den Glaser.

## 5. Festlegung der Beanspruchungsgruppen

Die Tabelle sieht für die unterschiedliche Beanspruchung der Verglasung eine Einteilung in 5 Beanspruchungsgruppen vor. Die Beanspruchungsgruppe 1 ist dabei für Verglasungen mit geringen Belastungen und die Beanspruchungsgruppe 5 für Verglasungen mit der höchsten Belastung vorgesehen.

Aus den Eingangsgrößen ergeben sich u.U. 3 verschiedene Beanspruchungsgruppen. Für die Verglasung maßgebend ist die höchste Gruppe.

Bei Verbundfenstern oder Kastenfenstern gilt für den witterungsseitigen Flügel die Beanspruchungsgruppe, die sich aufgrund der Beanspruchung aus Bedienung und Scheibengröße ergibt. Die Beanspruchung aus Umgebungseinwirkung dagegen gilt für den raumseitigen Flügel.

Die Beanspruchungsgruppe ist vom Architekten bzw. von der aus-schreibenden Stelle im Leistungsverzeichnis unter Hinweis auf die Tabelle „Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern“ anzugeben.

**Beispiel:** Verglasung entsprechend Verglasungstabelle IFT: BG 3

## 6. Wahl des Verglasungssystems

Das Verglasungssystem kann, wenn die Beanspruchungsgruppe bekannt ist, mit Hilfe der Tabelle „Verglasungssysteme“ aus DIN 18545 Teil 3<sup>1</sup> ermittelt werden.

Es werden unterschieden

- Verglasungssystem mit freier Dichtstofffuge (Va 1),
- Verglasungssysteme mit Glashalteleisten und ausgefülltem Falzraum (Va 2 bis Va 5),
- Verglasungssysteme mit Glashalteleisten und dichtstofffreiem Falzraum (Vf 3 bis Vf 5).

Hier bedeuten:

- V Verglasungssystem
- a ausgefüllter Falzraum
- f dichtstofffreier Falzraum
- 1 bis 5 Beanspruchungsgruppen für die Verglasung von Fenstern

Verglasungssysteme nach DIN 18545 sind mit den Kurzzeichen der Tabelle zu bezeichnen.

**Beispiel:** Verglasungssystem (V) mit ausgefülltem Falzraum (a) für die Beanspruchungsgruppe 3

Verglasungssystem DIN 18545 — Va 3

Verglasungssysteme mit ausgefülltem Falzraum sind, wenn in den Einbaurichtlinien der Isolierglashersteller keine andere Festlegung getroffen wurde, nur für Holzfenster geeignet.

Die Zuordnung der Dichtstoffe zu den Verglasungssystemen erfolgt nach DIN 18545 Teil 2, wobei die Dichtstoffgruppen mit den Buchstaben A bis E bezeichnet sind.

**Beispiel:** Bezeichnung eines Dichtstoffes der Dichtstoffgruppe D  
Dichtstoff DIN 18545 — D

## 7. Beispiel

Für einen 13 m hohen Verwaltungsbau sind dunkelgrüne Aluminiumfenster mit Mehrscheibenisolierverglasung vorgesehen. Es handelt sich um Drehkippfenster. Die größte Flügelabmessung beträgt 1,20 m x 1,65 m.

- |                                                      |           |        |
|------------------------------------------------------|-----------|--------|
| 1. Öffnungsart:                                      | Drehkipp  | → BG 1 |
| 2. Belastung von der Raumseite (normal oder erhöht): | normal    | → BG 1 |
| 3. Beanspruchung aus                                 |           |        |
| — Rahmenmaterial:                                    | Aluminium |        |
| — Farbe:                                             | dunkel    | → BG 4 |
| — Dichtstoffvorlage (gewählt):                       | 5 mm      |        |
| — Kantenlänge:                                       | 1,65 m    |        |
| Höchste ermittelte Beanspruchungsgruppe              |           | → BG 4 |

**Erforderliche BG:**

Verglasung entsprechend Verglasungstabelle IFT: BG 4

**Gewähltes Verglasungssystem:**

Verglasungssystem DIN 18545 — Vf 4

**Geeigneter Dichtstoff zur Versiegelung:**

Dichtstoff DIN 18545 — D

## 8. Haftungsausschluß

Technische Richtlinien dieser Art sind nicht einzige, sondern eine Erkenntnisquelle für technisch ordnungsgemäßes Verhalten im Regelfall. Es ist auch zu berücksichtigen, daß die Tabelle als technische Empfehlung nur die zum Zeitpunkt der Ausgabe herrschenden „Regeln der Technik“ berücksichtigen kann. Durch das Anwenden der Tabelle entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln. Jeder handelt insoweit auf eigene Gefahr. Wer die Tabelle anwendet, hat für die richtige Anwendung im konkreten Einzelfall Sorge zu tragen.

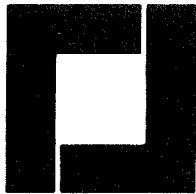
Irgendwelche Ansprüche können aus dieser Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.

| Beanspruchungsgruppe                   | 1               | 2   | 3   | 4   | 5   |
|----------------------------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|
| Kurzbezeichnung                        | Va1             | Va2 | Va3 | Va4 | Va5 |
| Schematische Darstellung               |                 |     |     |     |     |
| Dichtstoffgruppe nach DIN 18545 Teil 2 | A <sup>2)</sup> | B   | B   | B   | B   |
| für Falzraum                           | -               | -   | -   | -   | -   |
| für Versiegelung                       | -               | -   | C   | D   | E   |
| Kurzbezeichnung                        |                 |     | Vf3 | Vf4 | Vf5 |
| Schematische Darstellung               |                 |     |     |     |     |
| Dichtstoffgruppe nach DIN 18545 Teil 2 |                 |     | C   | D   | E   |
| für Falzraum                           |                 |     | -   | -   | -   |
| für Versiegelung                       |                 |     | -   | -   | -   |
| Erläuterung:                           |                 |     |     |     |     |

<sup>1)</sup> Siehe Abschnitt 7.

<sup>2)</sup> Für das Verglasungssystem Va1 dürfen auch Dichtstoffe der Gruppe B eingesetzt werden, wenn sie von den Herstellern dafür empfohlen werden.

Tabelle: Verglasungssysteme  
(DIN 18545 Teil 3<sup>1</sup>)



# Anstrichgruppen für Fenster und Außentüren

| Oberflächenschutz                               |                    |   | Lasuranstrich |    |     | Deckender Anstrich |    |     |
|-------------------------------------------------|--------------------|---|---------------|----|-----|--------------------|----|-----|
| Holzartengruppe                                 |                    |   | I             | II | III | I                  | II | III |
| Beanspruchung                                   | Farbton            |   |               |    |     |                    |    |     |
| Außenraumklima (indirekte Bewitterung)          | ohne Einschränkung | 1 | A             | A  | A   | C                  | C  | C   |
| Freiluftklima bei normaler direkter Bewitterung | hell               | 2 |               |    |     | C                  | C  | C   |
|                                                 | mittel             | 3 | B             | B  | B   | C                  | C  | C   |
|                                                 | dunkel             | 4 | B             | B  | B   | C                  | C  | C   |
| Freiluftklima bei extremer direkter Bewitterung | hell               | 5 |               |    |     | C                  | C  | C   |
|                                                 | mittel             | 6 |               | B  | B   | C                  | C  | C   |
|                                                 | dunkel             | 7 |               | B  | B   |                    | C  | C   |

Erstanstrich: E

Renovierungsanstrich: R

Überholungsanstrich: RÜ  
Erneuerungsanstrich: RE

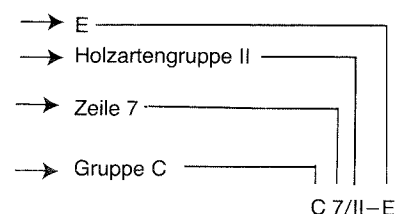
Ergibt sich eine Anstrichgruppe in einem weißen Feld, so gelten die Empfehlungen mit der Einschränkung, daß durch Harzfluß und/oder Rißbildungen im Holz und in den Rahmenverbindungen eine Beeinträchtigung der Oberfläche und des Anstriches auftreten kann (siehe hierzu auch DIN 68360 Teil 1).

## Anwendungsbeispiel:

Für ein Wohngebäude mit 3 Geschossen in exponierter Hanglage ist der Einbau von Holzfenstern aus Fichte vorgesehen. Es muß mit direkter Sonneneinstrahlung und starker Schlagregenbelastung gerechnet werden. Die Fenster sollen mit dunklem deckenden Anstrich behandelt werden.

1. Ausführung: Erstanstrich
2. Holzart: Fichte
3. a Klima: Exponierte Hanglage mit direkter Sonneneinstrahlung und starker Schlagregenbelastung
- b Farbton: Dunkel
4. Art des Anstriches: Deckend

Erforderliche Anstrichgruppe: Anstrich entsprechend Anstrichgruppentabelle IFT:



## Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband

### 0. Vorbemerkungen

Die verbesserte Fertigungstechnik bei Holzfenstern führte bei verschiedenen Herstellern in den vergangenen Jahren zu einem Verglasungssystem, bei dem auf ein Vorlegeband zwischen Glas und Rahmen bzw. Glashalteleiste verzichtet wurde. Da dieses Verglasungssystem in Normen und Richtlinien nicht behandelt wurde, war es – um Schäden vorzubeugen – notwendig, die Grundsätze, die bei der Anwendung zu beachten sind, zusammenzufassen. Zur Ausarbeitung dieser Grundsätze wurden die zum Teil über 8-jährigen Erfahrungen von Firmen ausgewertet. Dabei wurden an eingebauten Fenstern, die nach diesem System verglast waren, die Glasabdichtung und das Mehrscheiben-Isolierglas untersucht. Die vorliegenden Grundsätze berücksichtigen die in der Praxis gewonnenen Erkenntnisse und legen die Grenzen des Verglasungssystems fest.

Es hat sich gezeigt, daß zur Ausführung einer funktionsfähigen Verglasung ohne Vorlegeband auch Detailkenntnisse über die eingesetzten Produkte erforderlich sind. Im konkreten Fall muß deshalb in Abstimmung mit den Isolierglas- und Dichtstoffherstellern geprüft werden, ob die Voraussetzungen zur Anwendung des Verglasungssystems ohne Vorlegeband gegeben sind. Diese Abstimmung ist auch zur Sicherung eventueller Garantie- und Gewährleistungsansprüche notwendig.

### 1. Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband bzw. Dichtstoffvorlage zwischen Glas und Rahmen bzw. Glashalteleiste, wenn die Fenster mindestens auf einer Seite dem Außenraum- oder Freiluftklima nach DIN 50010 Teil 1 ausgesetzt sind. Sie gilt ferner für Verglasungen mit raumseitig angebrachten Dichtprofilen (Bild 2). Sie legt die Voraussetzungen fest, unter denen diese Verglasungssysteme am Holzfenster anwendbar sind.

Für Fenster aus anderen Rahmenwerkstoffen, für Schau- fenster und Sonderverglasungen wie z. B. Brandschutz-, Dach- und Unterwasserverglasungen und Hallenbäder, gilt diese Richtlinie nicht.

### 2. Beschreibung der Verglasungssysteme

#### 2.1 Verglasung mit außenseitig angebrachtem Vorlegeband

Das Verglasungssystem mit außenseitig angebrachtem Vorlegeband ist in Bild 1 dargestellt.

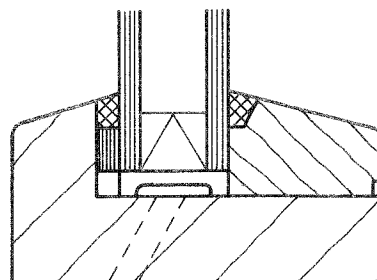


Bild 1: Verglasung mit Vorlegeband an der Außenseite

Dieses System kann mit dichtstofffreiem Falzraum oder mit ausgefülltem Falzraum ausgeführt werden. Bei dichtstofffreiem Falzraum ist eine Öffnung des Falzraumes erforderlich.

Für die Falzabmessungen, die Auflage und die Befestigung der Glashalteleisten sowie die Vorbehandlung des Holzes gilt DIN 18545 „Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen“.

#### 2.2 Verglasung mit raumseitig angebrachtem Vorlegeband oder Dichtprofil

Systeme mit Vorlegeband oder Dichtprofil auf der Glashalteleiste (Bild 2) sind wie Systeme ohne Vorlegeband (Bild 3) zu bewerten.

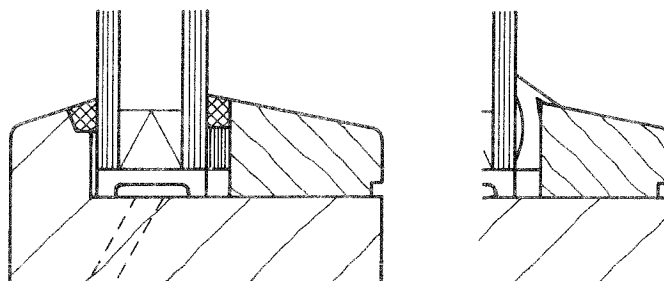


Bild 2: Verglasung mit Vorlegeband oder Dichtprofil an der Raumseite

## 2.3 Verglasung ohne Vorlegeband

Das Verglasungssystem ohne Vorlegeband ist in Bild 3 dargestellt. Dieses System kann nur mit dichtstofffreiem Falzraum ausgeführt werden. Der Falzraum muß geöffnet werden.

Für die Falzabmessungen, die Auflage und die Befestigung der Glashalteleisten sowie die Vorbehandlung des Holzes gilt DIN 18 545.

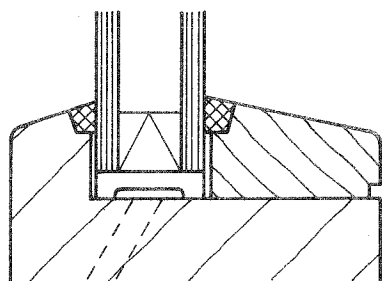


Bild 3: Verglasung ohne Vorlegeband

destens 4 mm Breite und in der Höhe eine Haftfläche am Glas und am gegenüberliegenden Holz von mindestens 5 mm gewährleisten (Bild 4).

- Beim Einbringen der Glashalteleiste ist darauf zu achten, daß keine örtliche Überbeanspruchung am Glas im eingebauten Zustand auftritt, wie dies besonders in den Ecken bei „stramm eingeschnittenen“ Glashalteleisten auftreten kann.

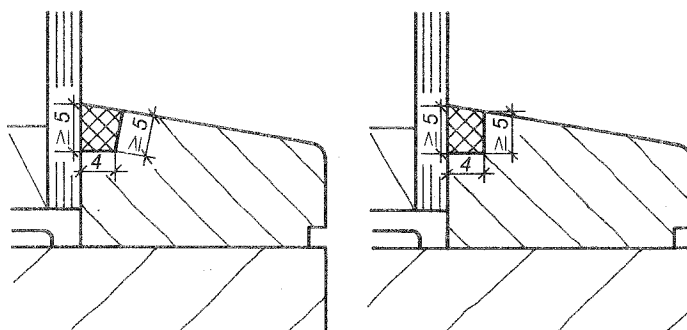


Bild 4: Ausfaltung der Glashalteleiste

## 3. Voraussetzungen

### 3.1 Allgemeines

Zur Minderung der Gefahr des Glasbruches an eingebauten Scheiben ist eine plane Auflage und eine elastische Einspannung des Glases notwendig. Dies kann durch ein Vorlegeband erreicht werden. Bei ausreichender Fertigungsgenauigkeit und beim Einsatz einer geeigneten Holzqualität kann eine gleichmäßig plane Auflage ohne örtliche Überbeanspruchung des Glases auch ohne Vorlegeband erzielt werden. Vor Ausführung der Verglasung müssen die Fenster bis einschließlich des 1. Zwischenanstriches behandelt sein.

### 3.2 Verglasung mit außenseitig angebrachtem Vorlegeband (nach Bild 1)

Bei diesem Verglasungssystem gelten für die Lagerung und Abdichtung zum Rahmen die allgemeinen Regeln für die Verglasung mit Dichtstoffen wie DIN 18 545 „Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen“ und die Tabelle „Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern“ [1].

Für die raumseitige Glashalteleiste gilt zusätzlich:

- Die Glashalteleiste muß eine Ausfaltung zur Aufnahme des Dichtstoffes haben. Die Ausfaltung muß an der engsten Stelle einen Dichtstoffquerschnitt von min-

### 3.3 Verglasung ohne Vorlegeband (nach Bild 3) und Verglasung mit raumseitig angebrachtem Vorlegeband (nach Bild 2)

Bei diesem Verglasungssystem muß im Rahmen eine plane Glasauflagefläche vorhanden sein. Weiter darf das Glas beim Einbau nicht fest zwischen Rahmen und Glashalteleiste eingespannt werden.

Für die Anwendung sind deshalb folgende Forderungen zu erfüllen:

- Die Glasauflagefläche im Rahmen muß auch im Bereich von Ästen eben sein und darf in den Ecken keinen Versatz aufweisen.
- Beim Einbringen der Glashalteleiste ist darauf zu achten, daß keine örtliche Überbeanspruchung am Glas im eingebauten Zustand auftritt, wie dies besonders in den Ecken bei „stramm eingeschnittenen“ Glashalteleisten auftreten kann.
- Im eingebauten Zustand darf das Glas nicht im Falz eingespannt sein, d. h. zwischen Glas, Anlagefläche am Rahmen und Glashalteleiste muß ein Luftspalt (2 a) von ca. 0,5 bis maximal 1 mm (Bild 5) sein. Eine partielle Anlage an Rahmen oder Glashalteleiste – auch wechselweise – ist zulässig.
- Am Rahmen und an der Glashalteleiste müssen Ausfaltungen zur Aufnahme des Dichtstoffes vorhanden sein. Die Ausfaltungen müssen an der engsten Stelle einen

Dichtstoffquerschnitt von mindestens 4 mm Breite und in der Höhe eine Haftfläche am Glas und am gegenüberliegenden Holz von 5 mm gewährleisten (Bild 5).

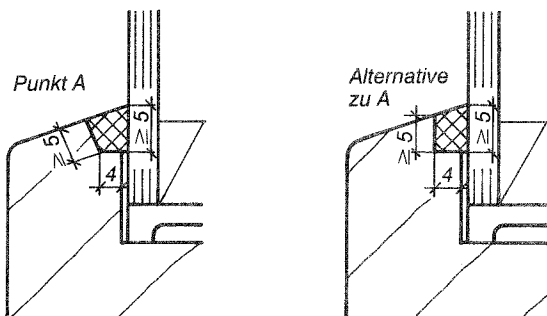
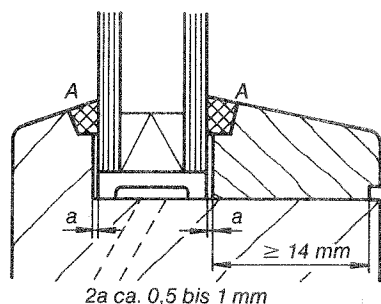


Bild 5: Verglasung ohne Vorlegeband

Bei der Verglasung mit Dichtprofilen auf der Raumseite (nach Bild 2) muß neben den Forderungen an die Glasauf-lagefläche und an die Ausfaltung im Rahmen sichergestellt sein, daß das Profil

- die zu erwartende mechanische Druckbelastung aufnehmen kann,
- in seiner Lage im System gegen Lageveränderungen gesichert ist,
- keine ungünstigen Wechselwirkungen mit dem Anstrich zeigt.

Die Überprüfung kann nach der Richtlinie „Verträglichkeit von Dichtprofilen mit Anstrichen auf Holz“, herausgegeben vom Institut für Fenstertechnik e. V., Rosenheim, erfolgen [2].

#### 4. Auswahl der Dichtstoffe

Die Auswahl geeigneter Dichtstoffe und die Ausbildung der Ausfaltung an der Glashalteleiste und gegebenenfalls am Rahmen muß in Abstimmung mit dem Dichtstoffhersteller

erfolgen. DIN 18545 gibt zur Auswahl der Dichtstoffe für diese Verglasungssysteme keinen ausreichenden Anhalt. Die Zuordnung von Dichtstoffen zu Beanspruchungsgruppen ist nach den in DIN 18545 genormten Verfahren nicht möglich; sie kann nur über eine Systemprüfung erfolgen.

#### 5. Anwendungsgrenzen

Das Verglasungssystem nach Bild 3 kann nur für Scheibengrößen bis maximal 6 m<sup>2</sup> und Kantenlängen bis 3 m angewandt werden.

#### 6. Weitere Regelwerke

Soweit in dieser Richtlinie nicht abweichende Festlegungen getroffen wurden, gelten:

- Einbaurichtlinien der Isolierglashersteller
- Güte- und Prüfbestimmungen für Holzfenster RAL-RG 424/1 [3]
- Richtlinien des Instituts des Glaserhandwerks, Hadamar [4]

#### 7. Haftungsausschluß

Technische Richtlinien dieser Art sind nicht einzige, sondern eine Erkenntnisquelle für technisch ordnungsgemäßes Verhalten im Regelfall. Durch das Anwenden der Richtlinie entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln. Jeder handelt insoweit auf eigene Gefahr. Wer die Richtlinie anwendet, hat für die richtige Anwendung im konkreten Einzelfall Sorge zu tragen.

Irgendwelche Ansprüche können aus dieser Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.

#### Erläuterungen

Die bisherigen, zum Teil über 8-jährigen Erfahrungen haben gezeigt, daß eine funktionsfähige Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband möglich ist. Wesentlich für die Funktionsfähigkeit ist, daß die Scheibe zwischen Glasfalzanschlag und Glashalteleiste nicht fest eingespannt ist. Eine feste Einspannung könnte z. B. bei Verwindung des Flügels zum Bruch des Glases führen. Um dies zu vermeiden wurde festgelegt, daß der Abstand zwischen dem Glasfalzanschlag und der Glashalteleiste etwa 0,5 bis 1,0 mm größer sein muß als die Glasdicke. Dieser Abstand wurde bei allen überprüften funktionsfähigen Verglasungen



ohne Vorlegeband festgestellt. Beobachtungen bei der Ausführung der Verglasungsarbeiten haben gezeigt, daß dieser notwendige Spalt sich ergibt, wenn die Glashalteleisten in der Länge so geschnitten sind, daß sie zum Einbringen nicht gebogen werden müssen und bei der Befestigung die Glashalteleisten nicht besonders gegen das Glas gedrückt werden.

Daß, wie bei allen Holzfenstern, vor dem Verglasen eine Anstrichbehandlung bis einschließlich des ersten Zwischenanstriches notwendig ist, folgt aus den einschlägigen Normen und Richtlinien.

Die Verglasung ohne Vorlegeband stellt besondere Ansprüche an den Dichtstoff, da sich durch die Ausfaltung am Rahmen und an der Glashalteleiste beim Abdichten eine Dreiflankenhaftung ergibt. Die Dreiecksfase ist bei dieser Verglasungsart nicht geeignet. Schäden aus der Dreiflankenhaftung werden nur dann vermieden, wenn der Dichtstoff in der Lage ist, sich im Fugengrund ohne Beeinträchtigung der Haftung zum Glas und an der gegenüberliegenden Haftfläche am Holz den notwendigen Freiraum zu verschaffen. Dichtstoffe mit solchen Eigenschaften werden im Handel angeboten.

Eine Beeinträchtigung der Eigenschaften der Fenster durch die Verglasung wurde bezüglich der Bedienung, Instandhaltung sowie bei Fugendurchlässigkeit, Schlagregendichtigkeit und Wärmeschutz nicht festgestellt. Eine Veränderung der Schalldämmung eines Fensters kann durch den Wechsel des Verglasungssystems auftreten, so daß Schallschutzfenster mit dem Verglasungssystem ausgeführt werden müssen, mit dem sie geprüft wurden.

## Literatur

- [1] Beanspruchungsgruppen zur Verglasung von Fenstern  
Herausgeber: Institut für Fenstertechnik e.V.  
Arnulfstraße 13  
D-8200 Rosenheim-Aisingerwies
- [2] Verträglichkeit von Dichtprofilen mit Anstrichen auf Holz  
Herausgeber: Institut für Fenstertechnik e.V.  
Arnulfstraße 13  
D-8200 Rosenheim-Aisingerwies
- [3] Güte- und Prüfbestimmungen für Holzfenster RAL-RG 424/1  
Herausgeber: Beuth Verlag GmbH  
Burggrafenstraße 4-10  
D-1000 Berlin 30
- [4] Richtlinien des Instituts des Glaserhandwerks, Hadamar  
Herausgeber: Institut des Glaserhandwerks für Verglasungstechnik  
und Fensterbau  
An der Glasfachschule 6  
D-6253 Hadamar

## Lamellierung von Profilen für Holzfenster

### 1. Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Herstellung und Beurteilung lamellierter Querschnitte für Holzfenster. Sie legt die Anforderungen an die Einzelmaterialien und die Herstellung fest.

### 2. Holzart und Holzqualität

#### 2.1 Decklagen

Für die Anforderung an die Holzqualität und die Auswahl geeigneter Holzarten gilt

DIN 68 360 Teil 1 Holz für Tischlerarbeiten; Gütebedingungen bei Außenanwendung.

#### 2.2 Mittellagen

Die Mittellagen müssen entweder aus vollen Querschnitten bestehen oder, wenn sie aus Teilquerschnitten bestehen, verleimt sein. Bei Längsstößen ist eine Verbindung durch Keilzinken notwendig.

### 3. Aufbau der Querschnitte und Dicke der Lamellen

Die Querschnitte müssen symmetrisch aufgebaut sein. Ein Querschnitt sollte mindestens aus drei Lamellen bestehen; Ausnahmen sind nur bei horizontalen Querstücken von Blendrahmen vertretbar. Die Dicke der Lamellen sollte 15 mm nicht unterschreiten, damit die Leimfugen im Falz liegen und somit nicht der direkten Bewitterung ausgesetzt sind.

### 4. Feuchtigkeitsgehalt des Holzes

Der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes muß im Bereich von  $13 \pm 2$  % liegen. Innerhalb eines einzelnen Querschnittes darf die Feuchtigkeitsdifferenz zwischen den einzelnen Lamellen nicht größer als 2 % sein. Der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes kann mit einem elektrischen Gerät bestimmt werden. Die Messung ist mit Einschlagelektroden durchzuführen.

### 5. Klebstoffe und Lage der Leimfugen zur Bewitterung

Als Klebstoffe dürfen nur solche verwendet werden, die nach DIN 68 602 in die Gruppe B4 eingestuft sind. Bei Holzarten mit Inhaltsstoffen, wie z. B. Teak und Meranti, ist die Eignung des Klebstoffes durch zusätzliche Untersuchungen zu prüfen.

Die Leimfugen müssen so liegen, daß sie nicht der direkten Bewitterung ausgesetzt sind.

### 6. Herstellung und Lagerung der Proben

Bei der Herstellung und Lagerung der Proben sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Temperatur eines Leimraumes und die Holztemperatur müssen zum Zeitpunkt der Verleimung  $15^{\circ}\text{C}$  bis  $20^{\circ}\text{C}$  betragen. Bei höheren Temperaturen ist auf die Veränderungen der Topfzeit und der offenen Zeit zu achten.
- Der Leimraum sollte von den übrigen Maschinenräumen getrennt sein, damit eine Verunreinigung der Leimfläche vermieden wird.
- Die Verklebung muß innerhalb von 24 Stunden nach dem Hobeln der zu verleimenden Fläche erfolgen. Bei inhaltsstoffreichen Holzarten, zu denen auch die Kiefer zu zählen ist, muß diese Zwischenzeit unter Umständen erheblich verringert werden.
- Der Klebstoff muß bei der Verleimung seitlich austreten.
- Bei der Anwendung der Leime sind die Angaben der Leimhersteller bezüglich der Topfzeit, der offenen Zeit, der Preßzeit und des Preßdruckes zu beachten. Der Preßdruck muß auf die Holzart und den Klebstoff abgestimmt sein.
- Zum Spannungs- und Feuchtigkeitsausgleich sind die Kanteln vor der weiteren Bearbeitung mindestens 2 bis 3 Tage in einem temperierten Raum zu lagern.

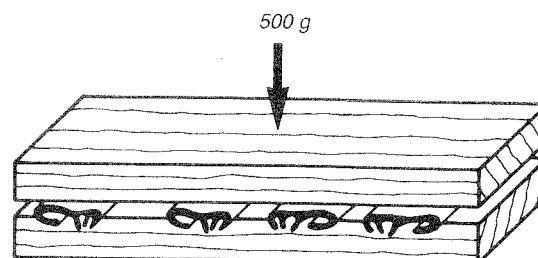
## Verträglichkeit von Dichtprofilen mit Anstrichen auf Holz

### 1. Zweck und Anwendungsbereich

In dieser Richtlinie ist ein Prüfverfahren beschrieben, nach dem Wechselwirkungen zwischen Dichtprofilen und Anstrichen auf Bauteilen überprüft werden können. Weiterhin sind darin die Kriterien zur Bewertung festgelegt. Die Prüfung soll dann durchgeführt werden, wenn nicht bekannt ist, ob beim Kontakt von Dichtprofilen mit Anstrichen Verklebungen, Verfärbungen oder Wiedererweichungen des Anstriches eintreten. Die Prüfung ist für alle Anstriche und für alle Dichtprofile geeignet.

### 2. Beschreibung des Verfahrens

Zur Prüfung werden jeweils Abschnitte des zu prüfenden Profils zwischen zwei Brettchen gelegt, die mit dem zu prüfenden Anstrich behandelt sind. Das Paket wird mit einem Gewicht von 500 g belastet. Die Bewertung erfolgt nach 7 und nach 28 Tagen.



Die Entlastung der Probe 1 erfolgt nach 7 Tagen, die der Probe 2 nach 28 Tagen. Nach der Entlastung wird das obere Brettchen abgehoben und die Kontaktflächen zwischen Profil und Anstrich werden bewertet.

### 5. Auswertung

Die Auswertung erfolgt nach den Prüfkriterien:

- Verklebung
- Wiedererweichung
- Verfärbung

### 3. Proben

Die Brettchen sind aus Fichtenholz mit einem Feuchtigkeitsgehalt von  $u = 12-15\%$  und haben folgende Abmessungen:

|        |        |
|--------|--------|
| Länge  | 250 mm |
| Breite | 50 mm  |
| Dicke  | 15 mm  |

Sie werden allseitig mit dem zu prüfenden Anstrichsystem behandelt. Die Verarbeitung des Anstrichmittels erfolgt nach den Angaben des Anstrichmittelherstellers.

Für jede Prüfung sind 2 Proben (jeweils 2 Brettchen) und 8 Profilabschnitte erforderlich.

Die zu prüfenden Profile werden auf Abschnitte von 60 mm Länge geschnitten.

### 4. Durchführung

Die Prüfung beginnt 24 h nach Aufbringung des Schlußanstriches, indem zwischen 2 Brettchen über die Länge der Brettchen etwa gleichmäßig verteilt 4 Profilabschnitte so eingelegt werden, daß sie zu beiden Seiten jeweils 5 mm vorstehen (Bild).

Die Proben werden auf eine horizontale Unterlage gelegt und mit einem Gewicht von 500 g belastet.

| Prüfkriterien |                                                                           |                  |                     |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|
| Verklebung    |                                                                           | Wiedererweichung |                     |
| gut           | lose anliegend                                                            | gut              | trocken             |
|               | schadfrei anhaftend                                                       |                  | schadfrei anhaftend |
| schlecht      | verklebt                                                                  | schlecht         | verklebt            |
| Verfärbung    |                                                                           |                  |                     |
| gut           | keine Verfärbung                                                          |                  |                     |
|               | Verfärbung läßt sich mit Reinigungsmittel nach DIN 68861 Teil 1 entfernen |                  |                     |
| schlecht      | Verfärbung läßt sich <i>nicht</i> entfernen                               |                  |                     |

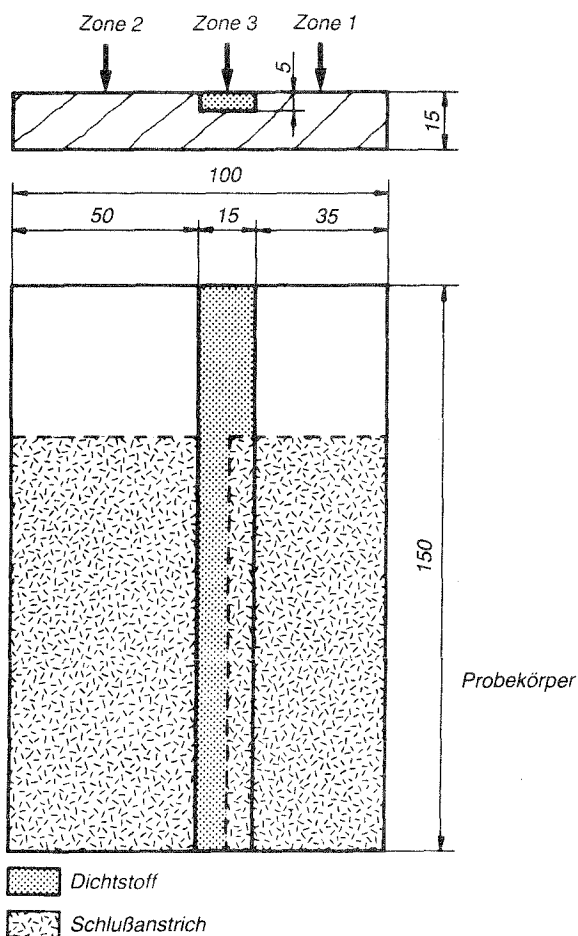
Ist eines der Kriterien der 1. Probe (Bewertung nach 7 Tagen) mit „schlecht“ beurteilt worden, kann der Versuch abgebrochen werden. Die Verträglichkeit zwischen einem Dichtprofil und einem Anstrichsystem ist gewährleistet, wenn nach Abschluß der Prüfung alle Prüfkriterien mit „gut“ bewertet wurden.

# Prüfung der Verträglichkeit zwischen Dichtstoffen und Anstrichsystemen

## Probekörper – handwerkliche Ausführung – Beurteilung (7.83)

### 1.0 Probekörper

Der Probekörper besteht aus einem Holzbrett 150 mm x 100 mm x 15 mm mit gehobelter Oberfläche. Auf einer Seite ist eine Fuge von 15 mm x 5 mm asymmetrisch in die Oberfläche eingefräst (Bild).



### 3.0 Anstrichtechnische Vorbehandlung

Die handwerkliche Ausführung der Vorbehandlung mit Grundierung und Zwischenanstrichauftrag wird vom Lacklieferanten angegeben.

#### 3.1 Lasuranstrich

2 x Auftrag von Standard-Imprägnierlasur durch Tauchen oder Streichen mit Zwischentrocknung über Nacht.

#### 3.2 Deckendes Anstrichsystem

1 x Auftrag von Standard-Fensterlackgrund weiß durch Tauchen oder Streichen. Nach Zwischentrocknung über Nacht 1 x Auftrag von Standard-Venti-Airless im Streichverfahren.

### 4.0 Dichtstoff

Der Dichtstoff wird entsprechend den Verarbeitungsanweisungen des Herstellers verarbeitet. Dabei sind Hinweise zur Anwendung von Reinigungsmitteln und Primern (Haftflächenvorbehandlung) zu beachten und in die Prüfung mit einzubeziehen.

### 5.0 Glättmittel

Glättmittel und ihre Anwendung haben einen ausschlaggebenden Einfluß auf das Prüfergebnis. Soll dieser Einfluß untersucht werden, ist folgendes zu beachten:

Als Glättmittel soll ein handelsübliches Netzmittel (wie z. B. Pril o. ä.) in einer Konzentration von 0,1% angewandt werden, sofern die Verarbeitungsvorschrift des Herstellers keine anderslautenden Angaben enthält.

### 2.0 Anstrichsysteme

Für die Prüfung werden Standard-Alkydharzfarben eingesetzt.

Sie werden auf Wunsch vom Institut für Fenstertechnik e.V., Rosenheim, zur Verfügung gestellt:

- Lasuranstrichsysteme
- Deckendes Lacksystem mit glänzender Schlußlackierung

### 6.0 Handwerkliche Ausführung der Verfugung (Versiegelung)

- Die schmalere Holzoberfläche (Zone 1) wird nicht abgedeckt und zum Kontaminieren benutzt.
- Die breite Fläche (Zone 2) wird vor dem Einbringen des Dichtstoffes vollständig mit Klebeband (z. B. Tesakrepp 320) abgedeckt.

- 6.3 Der für die Prüfung vorgesehene Dichtstoff wird nach den Anweisungen des Herstellers in die Fuge eingebracht.
- 6.4 Die Dichtstoffoberfläche und die angrenzende nicht abgedeckte Holzoberfläche (Zone 1) werden mit dem Glättmittel gut eingesprüht, nicht mit einem Pinsel aufgetragen.
- 6.5 Die Dichtstoffoberfläche wird mit einem glatten Spachtel glatt abgezogen. Der dabei auf die freie Oberfläche (Zone 1) übertragene Dichtstoff wird ganzflächig scharf abgezogen, so daß die Oberfläche deutlich sichtbar wird. Eine stellenweise Beschädigung der Grundierung wird als unerheblich in Kauf genommen.
- 6.6 Sofort anschließend wird die Abdeckung von Zone 2 entfernt.
- 6.7 Die Probekörper werden anschließend im Normalklima 23/50 DIN 50 014 – 2 gelagert.

## 7.0 Schlußanstrich

Der letzte Anstrich erfolgt 14 Tage bzw. entsprechend den Angaben des Dichtstoffherstellers nach dem Ausspritzen der Fuge und Lagerung des Probekörpers im Normalklima 23/50 DIN 50 014 – 2.

Abweichungen von der 14tägigen Lagerzeit sind im Prüfprotokoll zu vermerken.

### 7.1 Lasuranstrich

Dieser wird mit einer standard-filmbildenden Lasur teak ausgeführt.

### 7.2 Deckender Lackanstrich

Dieser wird mit einem hochglänzenden Standard-Lack mittelgrün ausgeführt.

### 7.3 Handwerkliche Ausführungen des Schlußanstriches

Anstrich im Streichverfahren lt. Skizze des Probekörpers, in der die zu streichenden Flächen lt. Zone 1, 2 und 3 aufgezeichnet sind.

Die Schichtdicke des Dichtstoffes und seine Haftung gehen in die Beurteilung der Zone 1 ein. Daher werden die Schlußanstriche wie folgt ausgeführt:

- 7.3.1 Auf Zone 1 und Zone 2 wird ca. 1/3, somit etwa 3-4 cm, nicht überstrichen, um eine getrennte Beurteilung von Kontaminierung und Anstrich vornehmen zu können.
- 7.3.2 Die zur Beurteilung notwendige Begrenzung auf dem Dichtstoff (auf Zone 3) erfolgt von Zone 1 aus bis zur Mitte der Dichtstoff-Fase, somit ca. 7 mm breit.

## 8.0 Beurteilung

### 8.1 Beurteilungskriterien

Für die Beschreibung der möglichen Erscheinungsbilder auf den Zonen 1, 2 und 3 wurden folgende Begriffe und entsprechende Kurzzeichen festgelegt:

- VS Verlaufsstörung (Froschaugen, Nichtbenetzung, Krater)
- KL Klebrige Oberfläche (keine Trocknung)
- KH Keine Haftung des ausgehärteten Films am Untergrund
- R Runzelbildung im ausgehärteten Film
- VF Verfärbung

### 8.2 Durchführung

Die Prüfung auf Haftfestigkeit erfolgt durch mechanische „Kratzbelastung“ mit dem Fingernagel. Alle übrigen Erscheinungsmöglichkeiten werden optisch ermittelt.

### 8.3 Auswertung und Beurteilung

Zu prüfen auf

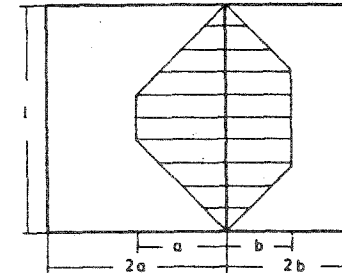
- Zone 1 VS/KL/KH/VF
- Zone 3 KL/R/VF
- Zone 2 Referenzzone

- Keine feststellbaren Mängel: geeignet
- Optische Mängel VS, VF, R: bedingt geeignet je nach Häufigkeit oder Intensität
- Technische Fehler KH, KL oder starke und/oder häufige optische Mängel deuten auf Unverträglichkeit hin: nicht geeignet

Tabelle 7.1. Aluminium ( $E = 7 \cdot 10^5 \text{ kp/cm}^2$ )  
Ermittlung der erforderlichen Trägheitsmomente  $J (\text{cm}^4)$

Anmerkung  
Die Tabelle ist aufgestellt für eine Windbelastung von  $60 \text{ kp/m}^2$ .  
Bei Änderung der Windlasten muß eine Umrechnung vorgenommen werden.

|            |    | BELASTUNGSBREITE cm |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------|----|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|            |    | 20                  | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100  | 110  | 120  | 130  | 140  | 150  | 160  | 170  | 180  | 190  | 200  | 210  |
| STÜTZWEITE | cm | 100                 | .6   | .8   | 1.0  | 1.0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 110                 | .8   | 1.1  | 1.4  | 1.5  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 120                 | 1.1  | 1.5  | 1.9  | 2.1  | 2.2  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 130                 | 1.4  | 2.0  | 2.5  | 2.8  | 3.0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 140                 | 1.7  | 2.5  | 3.2  | 3.7  | 4.0  | 4.1  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 150                 | 2.1  | 3.1  | 4.0  | 4.6  | 5.1  | 5.3  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 160                 | 2.6  | 3.8  | 4.9  | 5.8  | 6.4  | 6.8  | 7.0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 170                 | 3.2  | 4.6  | 6.0  | 7.1  | 8.0  | 8.6  | 8.9  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 180                 | 3.8  | 5.6  | 7.2  | 8.5  | 9.7  | 10.5 | 11.0 | 11.2 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 190                 | 4.5  | 6.6  | 8.5  | 10.2 | 11.6 | 12.7 | 13.5 | 13.9 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 200                 | 5.2  | 7.7  | 10.0 | 12.0 | 13.8 | 15.2 | 16.2 | 16.9 | 17.1 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 210                 | 6.1  | 9.0  | 11.6 | 14.1 | 16.2 | 18.0 | 19.3 | 20.3 | 20.7 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 220                 | 7.0  | 10.3 | 13.5 | 16.3 | 18.9 | 21.0 | 22.3 | 24.0 | 24.8 | 25.0 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 230                 | 8.0  | 11.8 | 15.5 | 18.8 | 21.8 | 24.4 | 26.5 | 28.2 | 29.3 | 29.9 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 240                 | 9.1  | 13.5 | 17.7 | 21.5 | 25.0 | 28.1 | 30.7 | 32.8 | 34.3 | 35.2 | 35.5 |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 250                 | 10.3 | 15.3 | 20.0 | 24.5 | 28.5 | 32.1 | 35.2 | 37.8 | 39.7 | 41.1 | 41.7 |      |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 260                 | 11.6 | 17.2 | 22.6 | 27.7 | 32.3 | 36.5 | 40.2 | 43.2 | 45.7 | 47.5 | 48.6 | 48.9 |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 270                 | 13.0 | 19.3 | 25.4 | 31.1 | 36.4 | 41.3 | 45.5 | 49.2 | 52.2 | 54.5 | 56.0 | 56.8 |      |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 280                 | 14.5 | 21.6 | 28.4 | 34.8 | 40.9 | 46.4 | 51.3 | 55.6 | 59.2 | 62.1 | 64.1 | 65.4 | 65.8 |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 290                 | 16.2 | 24.0 | 31.6 | 38.9 | 45.6 | 51.9 | 57.6 | 62.6 | 66.8 | 70.3 | 72.9 | 74.7 | 75.6 |      |      |      |      |      |      |
|            |    | 300                 | 17.9 | 26.6 | 35.1 | 43.2 | 50.8 | 57.8 | 64.3 | 70.0 | 75.0 | 79.2 | 82.4 | 84.8 | 86.3 | 86.7 |      |      |      |      |      |
|            |    | 310                 | 19.8 | 29.4 | 38.8 | 47.8 | 56.3 | 64.2 | 71.5 | 78.0 | 83.8 | 88.7 | 92.7 | 95.7 | 97.7 | 93.8 |      |      |      |      |      |
|            |    | 320                 | 21.8 | 32.4 | 42.7 | 52.7 | 62.1 | 71.0 | 79.2 | 86.6 | 93.2 | 98.9 | 103  | 107  | 110  | 111  | 112  |      |      |      |      |
|            |    | 330                 | 23.9 | 35.6 | 47.0 | 57.9 | 68.4 | 78.2 | 87.4 | 95.7 | 103  | 109  | 115  | 119  | 123  | 125  | 126  |      |      |      |      |
|            |    | 340                 | 26.1 | 38.9 | 51.4 | 63.5 | 75.0 | 85.9 | 96.1 | 105  | 114  | 121  | 128  | 133  | 137  | 140  | 142  | 143  |      |      |      |
|            |    | 350                 | 28.5 | 42.5 | 56.2 | 69.4 | 82.1 | 94.1 | 105  | 115  | 125  | 133  | 141  | 147  | 152  | 156  | 159  | 160  |      |      |      |
|            |    | 360                 | 31.0 | 46.3 | 61.2 | 75.7 | 89.6 | 102  | 115  | 126  | 137  | 147  | 155  | 162  | 168  | 173  | 177  | 179  | 179  |      |      |
|            |    | 370                 | 33.7 | 50.3 | 66.5 | 82.3 | 97.5 | 112  | 125  | 138  | 150  | 161  | 170  | 179  | 186  | 191  | 196  | 199  | 200  |      |      |
|            |    | 380                 | 36.5 | 54.5 | 72.1 | 89.3 | 105  | 121  | 136  | 150  | 163  | 175  | 186  | 196  | 204  | 211  | 216  | 220  | 222  | 223  |      |
|            |    | 390                 | 39.5 | 59.0 | 78.1 | 96.7 | 114  | 131  | 148  | 163  | 178  | 191  | 203  | 214  | 223  | 231  | 237  | 242  | 246  | 247  |      |
|            |    | 400                 | 42.6 | 63.7 | 84.3 | 104  | 123  | 142  | 160  | 177  | 193  | 208  | 221  | 233  | 244  | 253  | 260  | 266  | 270  | 273  | 274  |
|            |    | 450                 | 60.8 | 90.8 | 120  | 149  | 177  | 205  | 231  | 257  | 281  | 304  | 325  | 345  | 363  | 379  | 394  | 407  | 417  | 426  | 432  |
|            |    | 500                 | 83.4 | 124  | 165  | 205  | 245  | 283  | 321  | 357  | 392  | 425  | 457  | 486  | 514  | 540  | 564  | 585  | 605  | 622  | 636  |
|            |    | 550                 | 111  | 166  | 220  | 274  | 327  | 379  | 430  | 480  | 527  | 574  | 618  | 660  | 701  | 739  | 774  | 807  | 838  | 865  | 890  |
|            |    | 600                 | 144  | 216  | 287  | 357  | 427  | 495  | 562  | 627  | 691  | 753  | 813  | 870  | 926  | 979  | 1029 | 1076 | 1121 | 1162 | 1200 |
|            |    | 650                 | 183  | 274  | 365  | 455  | 544  | 631  | 717  | 802  | 885  | 965  | 1044 | 1120 | 1193 | 1264 | 1332 | 1396 | 1458 | 1516 | 1570 |
|            |    | 700                 | 229  | 343  | 456  | 569  | 680  | 791  | 899  | 1006 | 1111 | 1213 | 1314 | 1411 | 1506 | 1598 | 1687 | 1772 | 1854 | 1932 | 2006 |
|            |    | 750                 | 282  | 422  | 562  | 701  | 838  | 975  | 1109 | 1242 | 1372 | 1500 | 1626 | 1749 | 1868 | 1985 | 2098 | 2207 | 2313 | 2415 | 2512 |
|            |    | 800                 | 342  | 513  | 682  | 851  | 1019 | 1185 | 1349 | 1511 | 1671 | 1829 | 1983 | 2135 | 2283 | 2428 | 2570 | 2707 | 2840 | 2969 | 3094 |

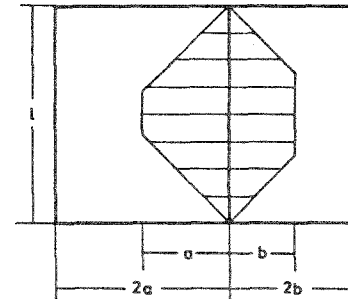


l = Stützweite in cm  
a = Belastungsbreite in cm  
b = Belastungsbreite in cm

Tabelle 7.2 Holz ( $E = 10^5 \text{ kp/cm}^2$ )Ermittlung der erforderlichen Trägheitsmomente  $J \text{ (cm}^4\text{)}$ 

Anmerkung  
Die Tabelle ist aufgestellt für eine Windbelastung von  $60 \text{ kg/m}^2$ .  
Bei Änderung der Windlasten muß eine Umrechnung vorgenommen werden.

|                  |     | BELASTUNGSBREITE cm |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------|-----|---------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  |     | 20                  | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90    | 100   | 110   | 120   | 130   | 140   | 150   | 160   | 170   | 180   | 190   | 200   | 210   |
| STÜTZWEITE<br>cm | 100 | 4.3                 | 6.0  | 7.1  | 7.4  |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 110 | 5.9                 | 8.2  | 9.9  | 10.8 |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 120 | 7.7                 | 10.9 | 13.4 | 15.0 | 15.5 |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 130 | 9.9                 | 14.1 | 17.5 | 20.0 | 21.2 |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 140 | 12.4                | 17.9 | 22.4 | 25.9 | 28.0 | 28.8 |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 150 | 15.3                | 22.2 | 28.1 | 32.8 | 36.0 | 37.7 |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 160 | 18.7                | 27.2 | 34.6 | 40.7 | 45.3 | 48.1 | 49.1 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 170 | 22.5                | 32.8 | 42.0 | 49.8 | 56.0 | 60.2 | 62.3 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 180 | 26.8                | 39.2 | 50.4 | 60.1 | 68.0 | 73.9 | 77.5 | 78.7  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 190 | 31.5                | 46.3 | 59.8 | 71.7 | 81.6 | 89.4 | 94.7 | 97.4  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 200 | 36.9                | 54.2 | 70.2 | 84.6 | 96.8 | 106  | 114  | 118   | 120   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 210 | 42.7                | 63.0 | 81.8 | 98.9 | 113  | 126  | 135  | 142   | 145   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 220 | 49.2                | 72.6 | 94.6 | 114  | 132  | 147  | 159  | 168   | 173   | 175   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 230 | 56.3                | 83.2 | 108  | 132  | 152  | 171  | 186  | 197   | 205   | 209   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 240 | 64.0                | 94.7 | 123  | 150  | 175  | 196  | 215  | 229   | 240   | 246   | 248   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 250 | 72.4                | 107  | 140  | 171  | 199  | 225  | 246  | 264   | 278   | 287   | 292   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 260 | 81.6                | 120  | 158  | 193  | 226  | 255  | 281  | 303   | 320   | 332   | 340   | 342   |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 270 | 91.4                | 135  | 178  | 218  | 255  | 289  | 319  | 344   | 365   | 381   | 392   | 397   |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 280 | 102                 | 151  | 199  | 244  | 286  | 325  | 359  | 389   | 414   | 434   | 449   | 458   | 460   |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 290 | 113                 | 168  | 221  | 272  | 319  | 363  | 403  | 438   | 468   | 492   | 510   | 523   | 529   |       |       |       |       |       |       |       |
|                  | 300 | 125                 | 186  | 245  | 302  | 355  | 405  | 450  | 490   | 525   | 554   | 577   | 594   | 604   | 607   |       |       |       |       |       |       |
|                  | 310 | 138                 | 206  | 271  | 334  | 394  | 449  | 500  | 546   | 586   | 621   | 649   | 670   | 684   | 691   |       |       |       |       |       |       |
|                  | 320 | 152                 | 227  | 299  | 369  | 435  | 497  | 554  | 606   | 652   | 692   | 725   | 752   | 771   | 782   | 786   |       |       |       |       |       |
|                  | 330 | 167                 | 249  | 329  | 405  | 478  | 547  | 611  | 670   | 723   | 769   | 808   | 839   | 864   | 880   | 888   |       |       |       |       |       |
|                  | 340 | 183                 | 272  | 360  | 444  | 525  | 601  | 673  | 738   | 798   | 850   | 896   | 933   | 963   | 984   | 997   | 1002  |       |       |       |       |
|                  | 350 | 199                 | 297  | 393  | 486  | 574  | 659  | 738  | 811   | 877   | 937   | 989   | 1033  | 1069  | 1096  | 1115  | 1124  |       |       |       |       |
|                  | 360 | 217                 | 324  | 428  | 530  | 627  | 719  | 807  | 888   | 962   | 1029  | 1089  | 1140  | 1182  | 1216  | 1240  | 1254  | 1259  |       |       |       |
|                  | 370 | 236                 | 352  | 466  | 576  | 682  | 784  | 880  | 969   | 1052  | 1127  | 1194  | 1253  | 1303  | 1343  | 1373  | 1394  | 1404  |       |       |       |
|                  | 380 | 256                 | 381  | 505  | 625  | 741  | 852  | 957  | 1055  | 1147  | 1231  | 1306  | 1373  | 1430  | 1478  | 1515  | 1542  | 1558  | 1563  |       |       |
|                  | 390 | 276                 | 413  | 546  | 676  | 802  | 923  | 1038 | 1146  | 1247  | 1340  | 1425  | 1500  | 1565  | 1621  | 1665  | 1699  | 1722  | 1733  |       |       |
|                  | 400 | 298                 | 445  | 590  | 731  | 867  | 999  | 1124 | 1242  | 1353  | 1456  | 1550  | 1634  | 1708  | 1772  | 1824  | 1866  | 1896  | 1914  | 1920  |       |
|                  | 450 | 425                 | 636  | 843  | 1046 | 1245 | 1437 | 1623 | 1801  | 1970  | 2130  | 2279  | 2418  | 2544  | 2659  | 2760  | 2849  | 2923  | 2982  | 3028  | 3058  |
|                  | 500 | 584                 | 873  | 1159 | 1441 | 1717 | 1986 | 2248 | 2501  | 2745  | 2977  | 3199  | 3407  | 3603  | 3784  | 3950  | 4101  | 4236  | 4354  | 4455  | 4538  |
|                  | 550 | 778                 | 1164 | 1546 | 1924 | 2295 | 2659 | 3014 | 3360  | 3695  | 4019  | 4329  | 4626  | 4907  | 5173  | 5422  | 5654  | 5867  | 6061  | 6236  | 6390  |
|                  | 600 | 1010                | 1512 | 2010 | 2503 | 2989 | 3466 | 3935 | 4393  | 4839  | 5273  | 5692  | 6096  | 6483  | 6853  | 7204  | 7536  | 7847  | 8137  | 8404  | 8649  |
|                  | 650 | 1285                | 1924 | 2559 | 3187 | 3809 | 4422 | 5025 | 5616  | 6195  | 6759  | 7308  | 7840  | 8354  | 8849  | 9324  | 9777  | 10207 | 10614 | 10996 | 11353 |
|                  | 700 | 1605                | 2404 | 3198 | 3986 | 4766 | 5537 | 6297 | 7045  | 7778  | 8497  | 9198  | 9882  | 10545 | 11188 | 11809 | 12407 | 12979 | 13526 | 14046 | 14538 |
|                  | 750 | 1975                | 2958 | 3937 | 4908 | 5872 | 6825 | 7766 | 8695  | 9608  | 10505 | 11384 | 12243 | 13081 | 13897 | 14689 | 15455 | 16195 | 16907 | 17589 | 18241 |
|                  | 800 | 2397                | 3591 | 4780 | 5962 | 7135 | 8297 | 9447 | 10582 | 11701 | 12803 | 13886 | 14947 | 15986 | 17001 | 17990 | 18952 | 19885 | 20788 | 21660 | 22493 |

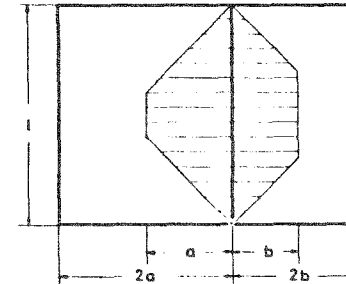


$l$  = Stützweite in cm  
 $a$  = Belastungsbreite in cm  
 $b$  = Belastungshöhe in cm

Tabelle 7.3. Stahl ( $E = 21 \cdot 10^6 \text{ kp/cm}^2$ )  
Ermittlung der erforderlichen Trägheitsmomente  $J \text{ (cm}^4\text{)}$

Anmerkung  
Die Tabelle ist aufgestellt für eine Windbelastung von  $60 \text{ kp/m}^2$ .  
Bei Änderung der Windlasten muß eine Umrechnung vorgenommen werden.

|                  |     | BELASTUNGSBREITE cm |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------|-----|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                  |     | 20                  | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100  | 110  | 120  | 130  | 140  | 150  | 160  | 170  | 180  | 190  | 200  | 210  |
| STÜTZWEITE<br>cm | 100 | .2                  | .2   | .3   | .3   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 110 | .2                  | .3   | .4   | .5   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 120 | .3                  | .5   | .6   | .7   | .7   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 130 | .4                  | .6   | .8   | .9   | 1.0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 140 | .5                  | .8   | 1.0  | 1.2  | 1.3  | 1.3  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 150 | .7                  | 1.0  | 1.3  | 1.5  | 1.7  | 1.7  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 160 | .8                  | 1.2  | 1.6  | 1.9  | 2.1  | 2.2  | 2.3  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 170 | 1.0                 | 1.5  | 2.0  | 2.3  | 2.6  | 2.8  | 2.9  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 180 | 1.2                 | 1.8  | 2.4  | 2.8  | 3.2  | 3.5  | 3.6  | 3.7  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 190 | 1.5                 | 2.2  | 2.8  | 3.4  | 3.8  | 4.2  | 4.5  | 4.6  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 200 | 1.7                 | 2.5  | 3.3  | 4.0  | 4.6  | 5.0  | 5.4  | 5.6  | 5.7  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 210 | 2.0                 | 3.0  | 3.8  | 4.7  | 5.4  | 6.0  | 6.4  | 6.7  | 6.9  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 220 | 2.3                 | 3.4  | 4.5  | 5.4  | 6.3  | 7.0  | 7.6  | 8.0  | 8.2  | 8.3  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 230 | 2.6                 | 3.9  | 5.1  | 6.2  | 7.2  | 8.1  | 8.8  | 9.4  | 9.7  | 9.9  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 240 | 3.0                 | 4.5  | 5.9  | 7.1  | 8.3  | 9.3  | 10.2 | 10.9 | 11.4 | 11.7 | 11.8 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 250 | 3.4                 | 5.1  | 6.6  | 8.1  | 9.5  | 10.7 | 11.7 | 12.6 | 13.2 | 13.7 | 13.9 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 260 | 3.8                 | 5.7  | 7.5  | 9.2  | 10.7 | 12.1 | 13.4 | 14.4 | 15.2 | 15.8 | 16.2 | 16.3 |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 270 | 4.3                 | 6.4  | 8.4  | 10.3 | 12.1 | 13.7 | 15.1 | 16.4 | 17.4 | 18.1 | 18.6 | 18.9 |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 280 | 4.8                 | 7.2  | 9.4  | 11.6 | 13.6 | 15.4 | 17.1 | 18.5 | 19.7 | 20.7 | 21.3 | 21.8 | 21.9 |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 290 | 5.4                 | 8.0  | 10.5 | 12.9 | 15.2 | 17.3 | 19.2 | 20.8 | 22.2 | 23.4 | 24.3 | 24.9 | 25.2 |      |      |      |      |      |      |      |
|                  | 300 | 5.9                 | 8.8  | 11.7 | 14.4 | 16.9 | 19.2 | 21.4 | 23.3 | 25.0 | 26.4 | 27.4 | 28.2 | 28.7 | 28.9 |      |      |      |      |      |      |
|                  | 310 | 6.6                 | 9.3  | 12.9 | 15.9 | 18.7 | 21.4 | 23.8 | 26.0 | 27.9 | 29.5 | 30.9 | 31.9 | 32.5 | 32.9 |      |      |      |      |      |      |
|                  | 320 | 7.2                 | 10.8 | 14.2 | 17.5 | 20.7 | 23.6 | 26.4 | 28.8 | 31.0 | 32.9 | 34.5 | 35.8 | 36.7 | 37.2 | 37.4 |      |      |      |      |      |
|                  | 330 | 7.9                 | 11.8 | 15.6 | 19.3 | 22.8 | 26.0 | 29.1 | 31.9 | 34.4 | 36.6 | 38.4 | 39.9 | 41.1 | 41.9 | 42.3 |      |      |      |      |      |
|                  | 340 | 8.7                 | 12.9 | 17.1 | 21.1 | 25.0 | 28.6 | 32.0 | 35.1 | 38.0 | 40.5 | 42.6 | 44.4 | 45.7 | 46.9 | 47.5 | 47.7 |      |      |      |      |
|                  | 350 | 9.5                 | 14.1 | 18.7 | 23.1 | 27.3 | 31.3 | 35.1 | 38.6 | 41.8 | 44.6 | 47.1 | 49.2 | 50.9 | 52.2 | 53.1 | 53.5 |      |      |      |      |
|                  | 360 | 10.3                | 15.4 | 20.4 | 25.2 | 29.8 | 34.2 | 38.4 | 42.2 | 45.8 | 49.0 | 51.8 | 54.3 | 56.3 | 57.9 | 59.0 | 59.7 | 59.9 |      |      |      |
|                  | 370 | 11.2                | 16.7 | 22.1 | 27.4 | 32.5 | 37.3 | 41.9 | 46.1 | 50.1 | 53.7 | 56.9 | 59.6 | 62.0 | 63.9 | 65.4 | 66.3 | 66.8 |      |      |      |
|                  | 380 | 12.1                | 18.1 | 24.0 | 29.7 | 35.2 | 40.5 | 45.5 | 50.2 | 54.6 | 58.6 | 62.2 | 65.4 | 68.1 | 70.3 | 72.1 | 73.4 | 74.2 | 74.4 |      |      |
|                  | 390 | 13.1                | 19.6 | 26.0 | 32.2 | 38.2 | 43.9 | 49.4 | 54.6 | 59.4 | 63.8 | 67.8 | 71.4 | 74.5 | 77.1 | 79.3 | 80.9 | 82.0 | 82.5 |      |      |
|                  | 400 | 14.2                | 21.2 | 28.1 | 34.8 | 41.3 | 47.5 | 53.5 | 59.1 | 64.4 | 69.3 | 73.8 | 77.8 | 81.3 | 84.3 | 86.9 | 88.8 | 90.2 | 91.1 | 91.4 |      |
|                  | 450 | 20.2                | 30.2 | 40.1 | 49.3 | 59.2 | 68.4 | 77.2 | 85.7 | 93.3 | 101  | 108  | 115  | 121  | 126  | 131  | 135  | 139  | 142  | 144  | 145  |
|                  | 500 | 27.3                | 41.6 | 55.2 | 68.6 | 81.7 | 94.6 | 107  | 119  | 130  | 141  | 152  | 162  | 171  | 180  | 188  | 195  | 201  | 207  | 212  | 216  |
|                  | 550 | 37.0                | 55.4 | 73.6 | 91.6 | 109  | 126  | 143  | 160  | 175  | 191  | 206  | 220  | 233  | 246  | 258  | 269  | 279  | 288  | 296  | 304  |
|                  | 600 | 48.1                | 72.0 | 95.7 | 119  | 142  | 165  | 187  | 209  | 230  | 251  | 271  | 290  | 308  | 326  | 343  | 358  | 373  | 387  | 400  | 411  |
|                  | 650 | 61.2                | 91.6 | 121  | 151  | 181  | 210  | 239  | 267  | 295  | 321  | 348  | 373  | 397  | 421  | 444  | 465  | 486  | 505  | 523  | 540  |
|                  | 700 | 76.4                | 114  | 152  | 189  | 226  | 263  | 299  | 335  | 370  | 404  | 438  | 470  | 502  | 532  | 562  | 590  | 618  | 644  | 668  | 692  |
|                  | 750 | 94.0                | 140  | 187  | 233  | 279  | 325  | 369  | 414  | 457  | 500  | 542  | 583  | 622  | 661  | 699  | 735  | 771  | 805  | 837  | 868  |
|                  | 800 | 114                 | 171  | 227  | 283  | 339  | 395  | 449  | 503  | 557  | 609  | 661  | 711  | 761  | 809  | 856  | 902  | 946  | 989  | 1031 | 1071 |



$l$  = Stützweite in cm  
 $a$  = Belastungsbreite in cm  
 $b$  = Belastungsbreite in cm