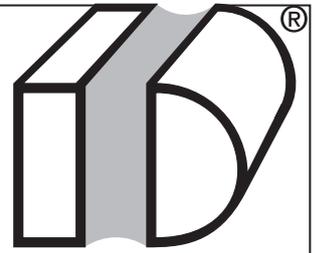


# IVD-Merkblatt Nr. 10

Ausgabe Januar 2008

(ersetzt Ausgabe Februar 2000)



**UNGÜLTIG**

## **Glasabdichtung am Holzfenster mit Dichtstoffen**

**Dichtstoffe für Mehrscheiben-Isolierglas  
inklusive selbstreinigendem Glas**

# Inhaltsverzeichnis

**UNGÜLTIG**

- 0 Vorwort
- 1 Geltungsbereich
- 2 Bauphysikalische Grundlagen - Ebenenmodell
- 3 Konstruktive Voraussetzungen
  - 3.1 Klotzung und Dampfdruckausgleich
  - 3.2 Glashalteleisten
- 4 Ausführung der Abdichtung zwischen Glas und Rahmen mit Dichtstoffen
  - 4.1 Bezeichnungen und Abmessungen der Glasfalze bei einer Verglasung mit Glashalteleisten
  - 4.2 Verglasungssysteme
  - 4.3 Qualitätsanforderungen an Dichtstoffe
- 5 Selbstreinigendes Glas im Fensterbau
  - 5.1 Ist-Situation Normen und Anforderungen
  - 5.2 Einleitung und Wirkungsweise
  - 5.3 Dichtstoffe für selbstreinigendes Glas
  - 5.4 Qualitätsanforderungen an Dichtstoffe am selbstreinigenden Glas
- 6 Geometrie des Dichtstoffquerschnitts
- 7 Anstrichtechnische Voraussetzungen
- 8 Verträglichkeit mit der Oberflächenbeschichtung
- 9 Verträglichkeit mit anderen Baustoffen
- 10 Verarbeitungseigenschaften der Dichtstoffe
  - 10.1 Verarbeitbarkeit
  - 10.2 Modellierbarkeit und Hautbildungszeit
  - 10.3 Fadenzug
- 11 Schlierenbildung/Abrieb
- 12 Beschreibung der Dichtstoffe für Floatglas und selbstreinigendes Glas
- 13 Fugensteinsetzung
  - 13.1 Schadensursachen
  - 13.2 Ausführung der Neuversiegelung
- 14 Literaturverzeichnis

## 0 Vorwort

**UNGÜLTIG**

Das Fenster ist ein zusammengesetztes Bauteil bestehend aus Glas und Rahmen. Die Nutzungsdauer des Fensters ist wesentlich von einer dauerhaften und fachgerechten Verbindung zwischen Glas und Rahmen bestimmt. Die dort eingesetzten Werkstoffe und die für die dauerhafte Abdichtung notwendigen Randbedingungen sind der technischen Weiterentwicklung unterworfen. Die Zeitabstände für neue Erkenntnisse verkleinern sich dabei zunehmend. Eine wesentliche Grundlage des vorliegenden Merkblattes ist die ift-Richtlinie „Richtlinie zur Ermittlung der Beanspruchung für die Verglasung von Fenstern und Fenstertüren bei der Verwendung von Dichtstoffen“. Sie legt die Auswahl und Grundsätze zur Bestimmung des geeigneten Verglasungssystems sowie zu verwendende Dichtstoffe fest. Das Merkblatt erlaubt in übersichtlicher Darstellung der beiden Verglasungssysteme, mit oder ohne Vorlegeband, die Vergleichbarkeit der Leistungsmerkmale. In Technischen Regelwerken, wie z. B. in Normen, kann nur das Grundsätzliche zur Abdichtung zwischen Glas und Rahmen geklärt werden. Die Probleme der Praxis liegen aber im Detail, so dass es notwendig ist, die Lücke zwischen Regelwerken und dem praktischen Wissen zu schließen. Dies hat sich das IVD-Merkblatt Nr. 10 zur Aufgabe gestellt. Es fügt sich damit nahtlos in die Reihe der bisherigen Merkblätter ein. Das Ziel dieses Merkblattes ist es auch darzulegen, weshalb nicht nur die Belastung der Abdichtung von der Außenseite, sondern auch die Beanspruchung von der Raumseite bei der Glasabdichtung zu berücksichtigen ist. Durch den Kreis der Mitwirkenden an der Richtlinie ist auch sichergestellt, dass sowohl die wissenschaftlichen Erkenntnisse als auch die praktischen Erfahrungen berücksichtigt wurden. Das Merkblatt ist damit als wichtiger Teil der Erhaltung des Gebrauchswertes von Holzfenstern zu sehen. Das Merkblatt geht von der Grundforderung, dass die Verglasung dicht sein muss, aus

# UNGÜLTIG

und erläutert die technischen Möglichkeiten und die notwendigen Randbedingungen zur Erfüllung dieser Anforderungen. Es beschreibt die Verglasung mit Vorlegeband nach DIN 18545 als auch die Verglasung ohne Vorlegeband als anerkannte Regeln der Technik.

Neu aufgenommen in dieses Merkblatt wurde auf Grund der wachsenden Nachfrage am Markt das selbstreinigende Glas.

## 1 Geltungsbereich

Dieses Merkblatt ist eine Ergänzung zu bestehenden Normen und Technischen Regelwerken. Es gilt für die Abdichtung der Verglasungen von Holzfenstern mit spritzbaren Dichtstoffen. Dabei ist das Fenster auf der Raumseite mit Glashalteleisten versehen und mit der anderen Seite steht es mit dem Außenraum- oder Freiluftklima in Verbindung.

Es gilt sowohl für Mehrscheiben-Isolierglas inklusive selbstreinigendem Glas. Bei anderen außenliegenden Beschichtungen ist Rücksprache mit dem Dichtstoffhersteller zu nehmen. Dieses Merkblatt gilt nicht für Holz-Metall-Fensterkonstruktionen und andere Rahmenwerkstoffe sowie für Sonderverglasungen wie z. B. Structural Glazing, Schaufensteranlagen, in Hallenbädern oder Verglasungen in aggressiver Atmosphäre.

*Ausführliche Erläuterungen zum selbstreinigenden Glas und dem aktuellen Stand zum Einsatz von dafür geeigneten Dichtstoffen sind im Abschnitt 5 ausgeführt.*

# UNGÜLTIG

## 2 Bauphysikalische Grundlagen - Ebenenmodell

Bauteile, die in Außenwandsysteme integriert sind, werden verschiedenen bauphysikalischen Einflüssen ausgesetzt. Zum Verständnis wurde das nachfolgende Modell (Bild 1) entwickelt, in dem die Außenwand bzw. deren Komponenten wie der Verglasungsbereich, entsprechend Ihrer bauphysikalischen Funktion und der zu erwartenden Beanspruchung z.B. aus Bewitterung aufgeteilt wird.

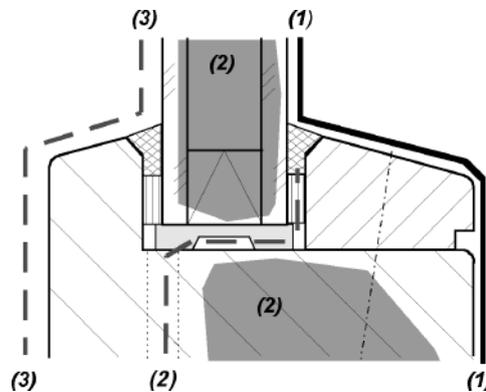


Bild 1: Funktionsebenen an der Verglasung am Beispiel einer Verglasung mit Vorlegeband

Tabelle 1: Anforderungen an die Funktionsebenen

<u>Ebene (3) Wetterschutz</u>	<u>Bereich (2) Funktionsbereich</u>	<u>Ebene (1) Trennung von Raum- und Außenklima</u>
Die Ebene des Wetterschutzes muss von der Aussenseite den Eintritt von Schlagregen verhindern.  Zugleich muss die Feuchte kontrolliert aus dem Funktionsbereich abgeführt werden können.	In diesem Bereich müssen insbesondere die Eigenschaften Wärme- und Schallschutz sichergestellt werden.  Der Funktionsbereich muss „trocken bleiben“ und vom Raumklima getrennt sein.	Die Trennebene von Raum- und Außenklima muss über die gesamte Fläche der Bauteile und der Außenwand erkennbar sein und darf nicht unterbrochen werden. Die Konstruktion muss raumseitig weitgehend luftdicht sein.  Die Trennung muss in einer Ebene erfolgen, deren Temperatur über dem für das Schimmelpilzwachstum kritischen Raumklima liegt.

Die Einbindung der Verglasungseinheit in den Rahmen muss raumseitig weitgehend luftdicht sein, um Tauwasserbildung im Glasfalz und somit Schäden an der Konstruktion und Verglasung zu vermeiden. Es bestehen Anforderungen an folgende Einzelbereiche:

# UNGÜLTIG

- die Abdichtung zwischen Glashalteleiste und Glasscheibe,
- die Eckausbildung der Glashalteleisten,
- die dichte Anbindung der Glashalteleisten zum Rahmen.

Der Übergang von Rahmen und Glas muss außenseitig umlaufend schlagregendicht sein, um das Eindringen von Feuchtigkeit in den Glasfalzbereich und somit die Schädigung von Rahmen und Mehrscheiben-Isolierglas zu vermeiden.

## 3 Konstruktive Voraussetzungen

### 3.1 Klotzung und Dampfdruckausgleich

Die Lastabtragung des Scheibengewichtes sowie die Lagesicherung der Scheibe erfolgt über die Klotzung im Glasfalz (siehe Technische Richtlinien des Glaserhandwerks Nr.3: Klotzung von Verglasungseinheiten). Bei dichtstofffreien Falzräumen ist der Dampfdruckausgleich nach außen über ausreichend bemessene Öffnungen sicherzustellen (siehe Bild 2). Durch eine entsprechende Ausformung des Glasfalzes und/oder durch die Wahl geeigneter Klötze (Klotzbrücken o.ä., siehe Bild 3) muss eine Verbindung der Hohlräume im Glasfalz hergestellt werden, um einen Dampfdruckausgleich zu gewährleisten. Es ist zu beachten, dass für die Verglasungsklötze eine ausreichende Auflagefläche vorhanden ist und die Klötze gegen Verdrutschen gesichert sind.

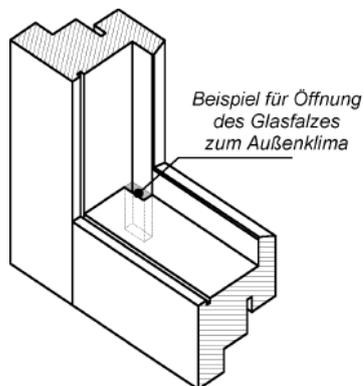


Bild 2: Dampfdruckausgleich nach außen über Öffnungen

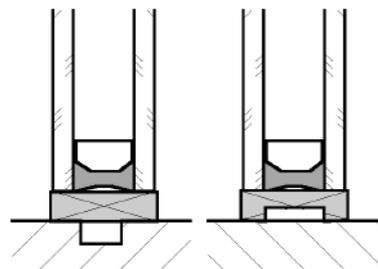


Bild 3: Dampfdruckausgleich im dichtstofffreien Glasfalz durch entsprechende Formgebung des Rahmens und/oder durch geeignete Klötze.

# UNGÜLTIG

Bei üblichen Fensterbreiten ist in jedem Eckbereich eine Öffnung für den Dampfdruckausgleich anzuordnen. Wird ein Glasfalzmaß (oder der Abstand der Öffnungen) von 1200 mm überschritten, so ist, wie bei Feuchträumen, im mittleren Bereich eine weitere Öffnung vorzusehen. Bohrungen müssen dabei mindestens einen Durchmesser von 8 mm besitzen und Schlitzze mindestens eine Abmessung von 5 mm x 20 mm haben.

Wird der Falzraum durch Sprossen geteilt, ist durch Verbindungen der einzelnen Falzräume untereinander ein zusammenhängender Glasfalzraum zu schaffen (Bild 4).

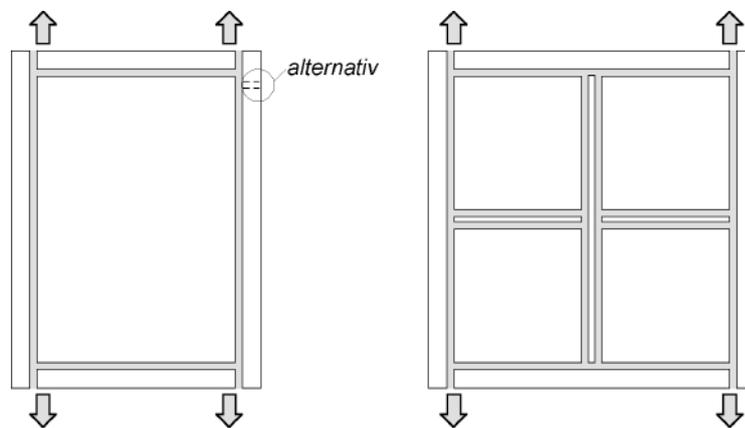


Bild 4: Schematische Darstellung für die Anordnung der Dampfdruckausgleichsöffnungen

## 3.2 Glashalteleisten

Die Befestigung der Glashalteleiste muss folgende Aufgaben dauerhaft erfüllen:

- die Abtragung von Lasten senkrecht zur Scheibenebene, die aus Windlasten entstehen,
- die Trennung von Raum- und Außenklima durch die luftdichte Anlage am Rahmen.

Die Befestigung der Glashalteleiste darf nicht zur Beschädigung der Glasscheiben führen.

Kann die Befestigung der Glashalteleiste die gegen Raumluft ausreichend dichte Anlage am Rahmen nicht sicherstel-

# UNGÜLTIG

len oder liegen erhöhte Feuchtebelastungen von der Raumseite vor, muss durch Maßnahmen im Bereich unter der Glashalteleiste, wie in Bild 5 dargestellt, eine Verbesserung der Dichtheit zwischen Rahmen und Glashalteleiste sichergestellt werden.

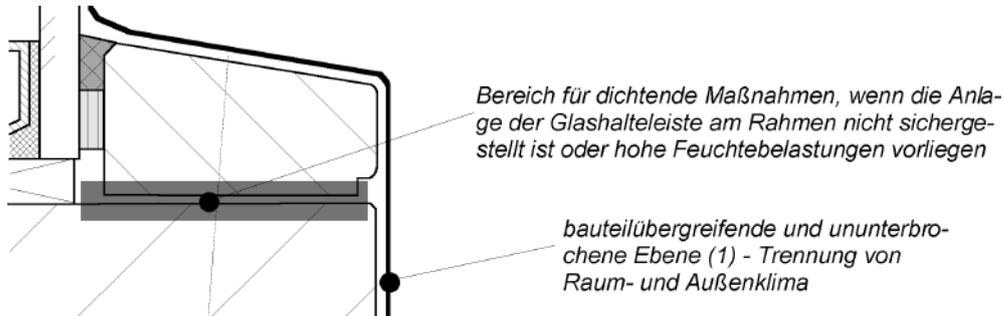


Bild 5: Ebenenmodell im Bereich Glashalteleiste und Rahmen

## 4 Ausführung der Abdichtung zwischen Glas und Rahmen mit Dichtstoffen

### 4.1 Bezeichnungen und Abmessungen der Glasfalze bei einer Verglasung mit Glashalteleisten

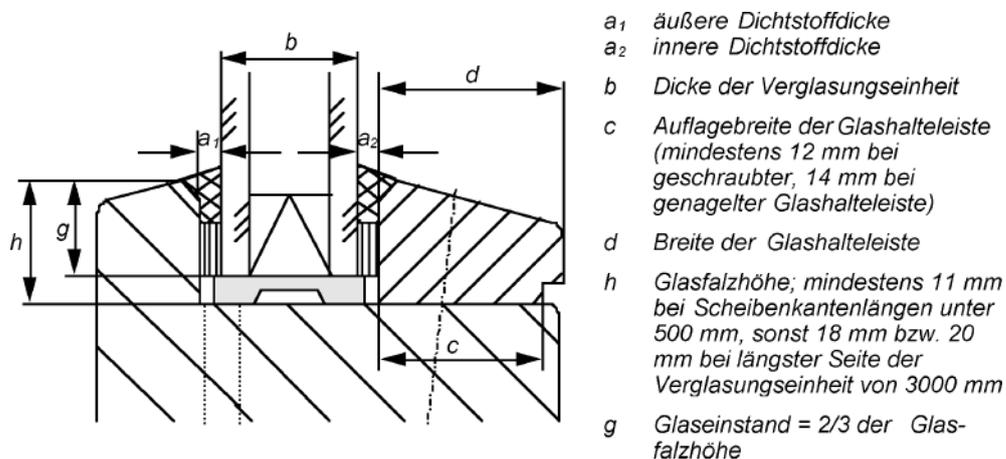


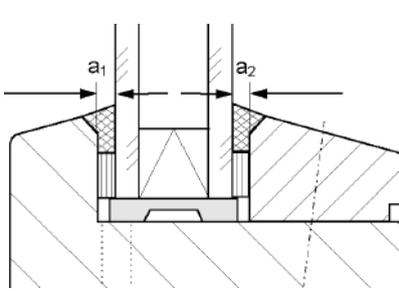
Bild 6: Bezeichnungen und Abmessungen der Glasfalze in Anlehnung an DIN 18545-1

# UNGÜLTIG

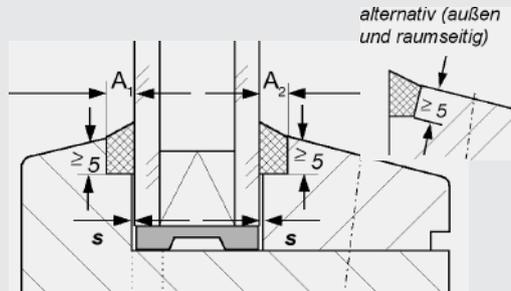
## 4.2 Verglasungssysteme

<p><b>Verglasung <u>mit</u> Vorlegeband nach DIN 18545-1 und -3, Dichtstoffauswahl nach DIN 18545-2</b></p>	<p><b>Verglasung <u>ohne</u> Vorlegeband nach ift Richtlinie „Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband“, Dichtstoffauswahl nach DIN 18545-2</b></p>
<p>Die Ausführung mit Vorlegeband entspricht der VOB – DIN 18361 Verglasungsarbeiten.</p>	<p>Die Verglasung ohne Vorlegeband ist eine anerkannte Regel der Technik.</p>

### Darstellung



*Bild 7: Verglasung mit Vorlegeband*



*Bild 8: Verglasung ohne Vorlegeband*

### Abmessungen

Nachfolgend sind in Tabelle 2 die Mindestmaße der Dichtstoffdicken  $a_1$  und  $a_2$  bei ebenen Verglasungseinheiten angegeben.

**Tabelle 2 Dichtstoffdicke**

Längste Seite der Verglasungseinheit (in mm)	$a_1$ bzw. $a_2$
bis 1500	3
über 1500 bis 2000	3
über 2000 bis 2500	4
über 2500 bis 2750	4
über 2750 bis 3000	4
über 3000 bis 4000	5

Die innere Dichtstoffdicke  $a_2$  darf bis 1 mm kleiner sein. Nicht angegebene Werte sind im Einzelfall zu vereinbaren.

Das Mindestmaß der Dichtstoffdicke A beträgt 4 mm

Im eingebauten Zustand darf das Glas nicht im Falz eingespannt sein, d. h. zwischen Glas, Anlagefläche am Rahmen und Glashalteleiste muss ein planmäßiger Luftspalt von  $s = 0,5$  mm vorgesehen werden. Eine partielle Anlage an Rahmen oder Glashalteleiste - auch wechselweise - ist zulässig.

Das Verglasungssystem ohne Vorlegeband darf nur für Scheibengrößen bis maximal  $6 \text{ m}^2$  und Kantenlängen bis 3 m angewandt werden.

# UNGÜLTIG

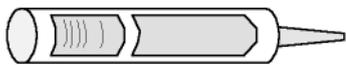
## **Verglasung mit Vorlegeband nach DIN 18545-1 und -3, Dichtstoffauswahl nach DIN 18545-2**

Die Schritte für die Auswahl des geeigneten Dichtstoffes sind in der folgenden Darstellung beschrieben (Beispiel siehe Anhang):

1. Ermittlung der Beanspruchungsgruppe  
→ ift-Tabelle (Anhang)



2. Ermittlung des Verglasungssystems  
→ DIN 18545-3 (Anhang)



3. Prüfung des Dichtstoffs nach DIN 18545-2 zur Ermittlung der Dichtstoffgruppe/-klasse

## **Verglasung ohne Vorlegeband nach ift Richtlinie „Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband“, Dichtstoffauswahl nach DIN 18545-2**

Die Verglasung ohne Vorlegeband stellt besondere Ansprüche an den Dichtstoff, da sich durch die Ausfaltung an Rahmen und Glashalteleiste beim Abdichten eine Dreiflächenhaftung ergibt.

Die Schritte für die Auswahl des geeigneten Dichtstoffs sind in der folgenden Darstellung beschrieben:

1. Dichtstoffgruppe E nach DIN 18545-2



2. Prüfung des Dichtstoffs nach DIN 18545-2 zur Ermittlung der Dichtstoffgruppe/-klasse

Die Auswahl geeigneter Dichtstoffe und die Ausbildung der Ausfaltung an der Glashalteleiste und ggf. am Rahmen haben in Abstimmung mit dem Dichtstoffhersteller zu erfolgen.

Abweichende Anforderungen sind mit dem Dichtstoffhersteller abzustimmen und bei Ausschreibungen dem Auftraggeber anzuzeigen.

Tabelle 3: Dichtstoffauswahl

# UNGÜLTIG

## 4.3 Qualitätsanforderungen an Dichtstoffe

Die Prüfkriterien an die Dichtstoffe entsprechen der Tabelle 4

<b>Anforderungen nach DIN 18545-2</b>	<b>Prüfmethode</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rückstellvermögen</li> <li>- Haft- und Dehnverhalten nach Lichtalterung</li> <li>- Zugverhalten unter Vorspannung</li> <li>- Kohäsion, Zugspannung nach Dehnung</li> <li>- Volumenänderung</li> <li>- Standvermögen</li>   <li>- Schlierenbildung</li> </ul> <p><u>Folgende weitere Prüfungen werden nach Vereinbarung vorgenommen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bindemittelabwanderung</li> <li>- Verarbeitbarkeit</li> <li>- Verträglichkeit mit anderen Baustoffen</li> <li>- Verträglichkeit mit Beschichtungssystemen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DIN EN ISO 7389-B (Vorspannung)</li> <li>- DIN 52455-3-B (7dUV/Wasser gleichzeitig)</li> <li>- DIN EN ISO 8340-B bei 23° C</li> <li>- DIN EN ISO 8339-B</li> <li>- DIN EN ISO 10563</li> <li>- DIN EN ISO 7390 (10 mm breites Profil; 5° C, 50° C und 70° C)</li> <li>- ift-Richtlinie zur Beurteilung von Schlierenbildung und Abrieb</li>   <li>- DIN 52453-2</li> <li>- DIN EN 29048</li> <li>- DIN 52452-1</li> <li>- DIN 52452-4</li> </ul>

Tabelle 4: Prüfkriterien von Dichtstoffen nach DIN 18545-2

### Kombination aus Verglasung nach DIN 18545-1 bzw. -3 und Verglasung ohne Vorlegeband

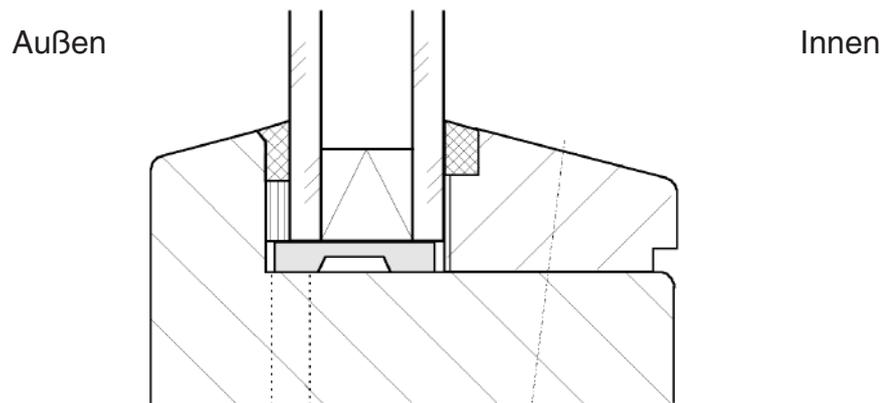


Bild 9: Beispielhafte Kombination aus einer Verglasung nach DIN 18545 auf der Außenseite mit Vorlegeband und Verglasung ohne Vorlegeband nach ift-Richtlinie auf der Innenseite

Die Wahl der Abmessungen und die Dichtstoffauswahl haben für die jeweilige Ausführung gemäß den vorangestellten Vorgaben zu erfolgen.

Aus technischen Gründen können Abweichungen von den

# UNGÜLTIG

Vorgaben erforderlich sein. Diese Abweichungen sind mit dem Dichtstoffhersteller abzustimmen und ggf. dem Auftraggeber mitzuteilen.

## 5 Selbstreinigendes Glas im Fensterbau

### 5.1 Ist-Situation Normen und Anforderungen

Zur Zeit existieren 2 Normen mit Anforderungen an Verglasungsdichtstoffe

- die DIN 18545, die nur in Deutschland Gültigkeit besitzt
- die DIN EN ISO 11600, die internationale Gültigkeit besitzt

Die beiden Normen unterscheiden sich sowohl in der Einteilung der Dichtstoffklassen als auch in einigen Punkten in den Anforderungen bzw. des Prüfprogramms.

Eine Harmonisierung der beiden Normen ist für die nächste Zeit vorgesehen, eine Gleichsetzung der Anforderungen an Dichtstoffe nach DIN 18545 und der DIN EN ISO 11600 ist also zur Zeit nicht gegeben.

Die für selbstreinigendes Glas geeigneten Dichtstoffe sind entsprechend den Anforderungen der DIN EN ISO 11600-G (G = Verglasungsdichtstoffe) geprüft und kommen sowohl in Deutschland als auch im europäischen Ausland zum Einsatz.

Die vorstehenden Erläuterungen sollen dem Anwender bis zur Harmonisierung der Normen als Rahmenbedingungen dienen.

Bei VOB-Verträgen sind als Regelausführung nach der ATV DIN 18361 – Verglasungsarbeiten – nur Dichtstoffe nach DIN 18545-2 zu verwenden.

Deshalb bedarf bei VOB-Verträgen und anderen Bauverträgen die Abdichtung von selbstreinigendem Glas nach DIN EN ISO 11600 Typ G einer besonderen vertraglichen Vereinbarung.

# UNGÜLTIG

## 5.2 Einleitung und Wirkungsweise

Seit einigen Jahren ist es möglich, Floatglas während des Herstellungsprozesses mit einer speziellen Beschichtung (Titandioxid) zu veredeln. Diese Schicht ist widerstandsfähig, muss nicht erneuert oder regeneriert werden und besitzt eine selbstreinigende Funktion. Sie wirkt durch einen zweistufigen Prozess Verschmutzungen entgegen.

### 1. Bildung von aktivem Sauerstoff (Fotokatalyse)

Unter Ausnutzung des im Tageslicht vorhandenen UV-Lichts wird die Bildung von „aktivem Sauerstoff“ ermöglicht. Dieser greift organische Verschmutzungen auf der Glasoberfläche an. Durch die Zersetzung an der Kontaktfläche zwischen dem Glas und der Verschmutzung wird die Haftung herabgesetzt und der Schmutz lässt sich besser abwaschen. Kleinere Verschmutzungen werden vollständig aufgelöst.

### 2. Filmbildung (Hydrophile Oberfläche)

Der zweite Teil des Prozesses läuft ab, wenn Wasser auf das Glas trifft. Es bilden sich keine Tropfen. Das Wasser verteilt sich in einem gleichmäßigen Film auf der Oberfläche und nimmt den Schmutz beim Abfließen mit.

Im Vergleich zu einem konventionellen Glas trocknet das selbstreinigende Glas schneller und lässt keine Wasserflecken zurück.

Man bezeichnet Glas mit der Kombination aus Fotokatalyse und Hydrophilie als selbstreinigendes Glas.

## 5.3 Dichtstoffe für selbstreinigendes Glas

Für die Versiegelung von Mehrscheiben-Isolierglas (Floatglas) kommen überwiegend Dichtstoffe auf Basis Silicon zum Einsatz. Selbstreinigendes Glas ist auf Grund seiner Oberflächenbeschichtung jedoch nicht verträglich mit Siliconen und daher auch nicht mit Silicon-Dichtstoffen.

# UNGÜLTIG

Zur Abdichtung selbstreinigender Gläser stehen heute Dichtstoffe auf Basis silantermierter Polymere zur Verfügung, welche diese selbstreinigende Funktion nicht beeinträchtigen. Grundsätzlich dürfen jedoch nur Dichtstoffe verwendet werden, die sowohl vom Dichtstoffhersteller als auch vom Glashersteller freigegeben werden. Diese Freigabe gilt auch für die Innenseite der Verglasungseinheit.

## 5.4 Qualitätsanforderungen für Dichtstoffe am selbstreinigenden Glas

Die Prüfkriterien für Dichtstoffe am selbstreinigenden Glas entsprechen der Tabelle 5 sowie den Verträglichkeits- und Freigabeempfehlungen der Glashersteller in ihren Verarbeiter-Informationen.

<b>Anforderungen nach DIN EN ISO 11600</b>	<b>Prüfmethode</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rückstellvermögen</li> <li>- Haft- und Dehnverhalten nach Einwirkung von Wärme und künstlichem Licht sowie Wasser</li> <li>- Zugeigenschaften unter Vorspannung</li> <li>- Zugeigenschaften/Dehnspannungswert</li> <li>- Volumenänderung</li> <li>- Standvermögen</li> <li>- Haft- und Dehnverhalten bei unterschiedlichen Temperaturen</li> <li>- Haft- und Dehnverhalten unter Vorspannung nach Eintauchen in Wasser</li> <li>- Druckwiderstand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DIN EN ISO 7389-A oder B</li> <li>- DIN EN ISO 11431-A oder B (3 Wochen UV/Wasser im Zyklus)</li> <li>- DIN EN ISO 8340-A oder B bei 23° C und -20° C</li> <li>- DIN EN ISO 8339-A oder B</li> <li>- DIN EN ISO 10563</li> <li>- DIN EN ISO 7390-A und B</li> <li>- DIN EN ISO 9047-A oder B</li> <li>- DIN EN ISO 10590-A oder B</li> <li>- DIN EN ISO 11432-A oder B</li> </ul>
<b>Zusatzanforderungen nach DIN 18545-2</b>	<b>Prüfmethode</b>
<p><u>Folgende Zusatzprüfungen können nach Vereinbarung vorgenommen werden:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bindemittelabwanderung</li> <li>- Verarbeitbarkeit</li> <li>- Verträglichkeit mit anderen Baustoffen</li> <li>- Verträglichkeit mit anderen Beschichtungssystemen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DIN 52453-2</li> <li>- DIN EN 29048</li> <li>- DIN 52452-1</li> <li>- DIN 52452-4</li> </ul>

*Tabelle 5: Prüfkriterien von Dichtstoffen für selbstreinigendes Glas nach DIN EN ISO 11600-G und Zusatzanforderungen nach DIN 18545-2*

# UNGÜLTIG

## 6 Geometrie des Dichtstoffquerschnitts

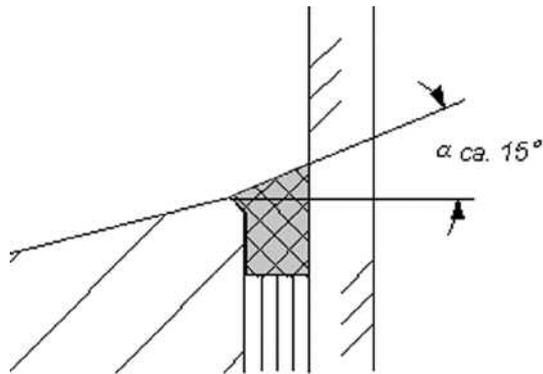


Bild 10: Dichtstoffgeometrie der Versiegelung  
Verglasung mit Vorlegeband

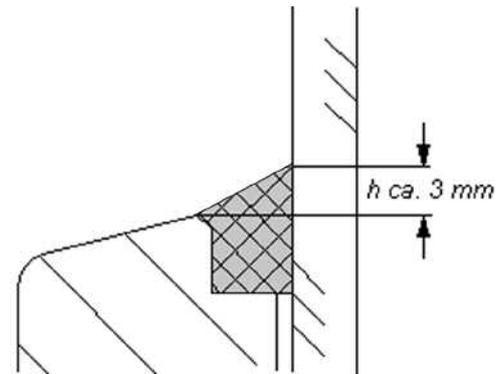


Bild 11: Dichtstoffgeometrie der Versiegelung  
Verglasung ohne Vorlegeband

Das an der Verglasung auftretende Oberflächenwasser muss durch eine entsprechende Formgebung der Versiegelung abgeleitet werden. In Bild 10 und 11 sind mögliche Geometrien wiedergegeben.

Formgebungen, die zu stehendem Wasser führen können, sind auszuschließen. (Bilder 12 und 13)

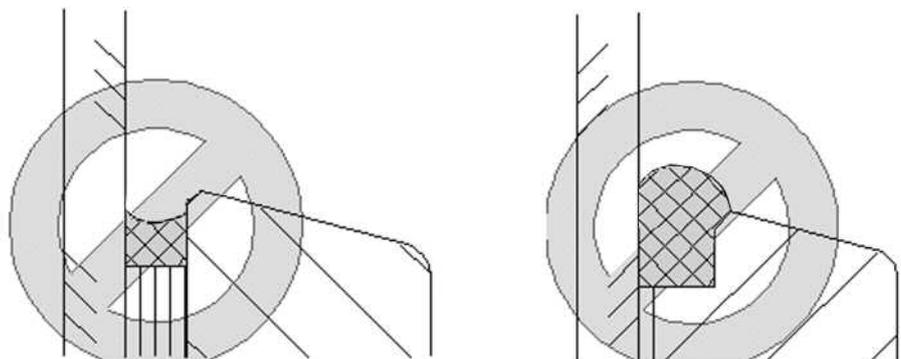


Bild 12 und Bild 13: Fehlerhafte Ausführungen der Versiegelung

### 6.1 Ausführung der Versiegelungsecken

Die DIN 68121-2 „Holzprofile für Fenster und Außentüren, Allgemeine Grundsätze“ sagt in Abschnitt 2.5 „... Rahmenverbindungen müssen dauerhaft dicht sein ...“.

# UNGÜLTIG

Ein Ausziehen des Dichtstoffs über die Stoßfuge der Rahmenverbindung am Glasfalzanschlag ist nicht erforderlich und ist nur zulässig nach erfolgter Schlussbeschichtung des Fensters.

## 7 Beschichtungstechnische (Anstrich-technische) Voraussetzungen

**Der Einsatz eines Dichtstoffs auf unbehandeltem Holz (rohem Holz) ist nicht zulässig.**

**Besonderer Hinweis:** *Bei Oberflächenbehandlungen mit speziellen Werkstoffen wie z.B. Wachsen und Ölen kann es zu Haftungsverlusten und/oder Unverträglichkeiten kommen. Eine Rücksprache mit dem Dichtstoffhersteller ist unbedingt erforderlich.*

Die Haftung des Dichtstoffs auf einer Oberflächenbeschichtung, ebenso wie die Haftung der Oberflächenbeschichtung auf dem Untergrund, muss gegeben sein.

Die Verarbeitungshinweise der Beschichtungstoffhersteller, insbesondere die Vorgaben in Bezug auf die Trocknungsbedingungen/Trocknungszeiten, sind zu beachten.

Zur Verbesserung des Haftverhaltens des Dichtstoffs können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein, z.B. Verwendung eines Primers (Haftvermittlers) nach Vorgabe des Dichtstoffherstellers.

Als Beschichtungssystem bezeichnet man den Beschichtungsaufbau in der Gesamtheit der Einzelschichten aus Beschichtungsstoffen.

Für die Beschichtung von Fenstern und Außentüren wurden in Abhängigkeit von der Applikationstechnik (z.B. Spritzen, Streichen, Fluten) verschiedene Beschichtungssysteme entwickelt. Die Beschichtungssysteme und -verfahren für Fenster- und Außentüren sind der Tabelle B.1 des BFS-Merkblattes Nr. 18 zu entnehmen.

# UNGÜLTIG

Die Mindest-Trockenschichtdicken für anlagegebundene Beschichtungen finden sich in der Tabelle 5 des VFF Merkblattes HO.01.

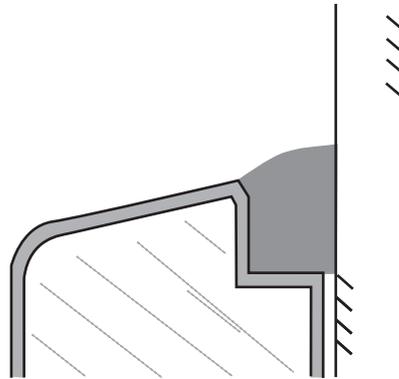


Bild 14: Beschichtung vor der Versiegelung

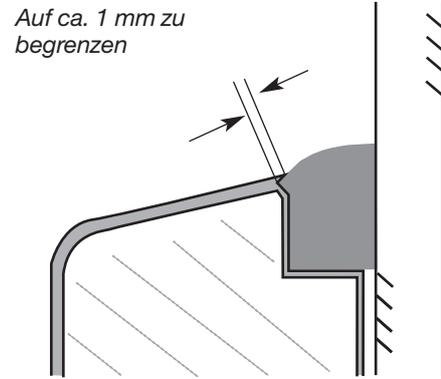


Bild 15: Nachträgliche Beschichtung

Die Dichtstofffuge (Versiegelung) darf nach DIN 18545-3 nicht ganzflächig überstrichen werden. Beim Beschichten benachbarter Rahmenteile, bzw. Glashalteleisten, ist das Übergreifen der Beschichtung auf den Dichtstoff auf ca. 1 mm zu begrenzen (Bild 15).

Ein weiteres Überstreichen ist nur dann zulässig, wenn der Dichtstoff die Beurteilung nach DIN 52452-4 „A 3“ (Tabelle 6) erfüllt.

## 8 Verträglichkeit mit der Oberflächenbeschichtung

Die Verträglichkeit des Systems Dichtstoff/Beschichtung muss sichergestellt sein. Es darf nicht zu Verlauf- und Haftstörungen oder Beeinträchtigung der Trocknung der Beschichtungsstoffe kommen. Es dürfen zudem keine Bestandteile aus dem Dichtstoff auswandern, die zu beschichtungstechnischen Schwierigkeiten führen (z. B. Farbveränderungen, Benetzungsstörungen ...).

Der Nachweis der Verträglichkeit von Anstrichen mit Dichtstoffen ist nach DIN 52452-4 zu führen (Tabelle 6).

# UNGÜLTIG

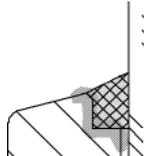
	<p>Verträglichkeit zwischen vorhandener Beschichtung und nachfolgendem Dichtstoff.  <b>(Prüfverfahren A1 der DIN 52452-4)</b></p>
	<p>Verträglichkeit zwischen ausreagiertem Dichtstoff und nachfolgender Beschichtung im angrenzenden Bereich.  <b>(Prüfverfahren A2 der DIN 52452-4)</b></p>
	<p>Beurteilung einer Beschichtung im Bereich der Dichtstoffoberfläche. <b>Bewegungsausgleichende Dichtstoffe dürfen nicht ganzflächig überstrichen werden.</b> Wird dies in Ausnahmefällen verlangt oder notwendig, dann muss die Beschichtung auch die vom Dichtstoff auszugleichenden Bewegungen ohne optische oder mechanische Mängel mitmachen.  <b>(Prüfverfahren A3 der DIN 52452-4)</b></p> <p>Anmerkung:  Die Beurteilung A3 ermöglicht es dem Hersteller eines Dichtstoffes wie auch dem eines Beschichtungsstoffes, sein Produkt dahingehend zu beurteilen, ob es in Verbindung mit dem anderen Material alle für einen funktionsfähigen Einsatz notwendigen Eigenschaften aufweist.</p> <p>Der Begriff „überstreichbar“ im Sinne der DIN 52452-4 beinhaltet nicht nur die Angabe des Beschichtungsverfahrens mit dem gewünschten optischen Endzustand, sondern auch, dass das System Dichtstoff/Beschichtung folgende Forderungen erfüllen muss:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mängelfreie Beschichtung der Dichtstoffoberfläche</li> <li>- einwandfreie Durchtrocknung der Beschichtung</li> <li>- keine Farbveränderungen der Beschichtung</li> <li>- Haftung der Beschichtung auf dem Dichtstoff</li> <li>- Dehnfähigkeit ohne Rissbildung in der Beschichtung</li> </ul> <p>Nur wenn alle Anforderungen erfüllt sind, darf die Angabe „überstreichbar mit ...“ unter Angabe der Handelsbezeichnung der Beschichtung gemacht werden.</p>

Tabelle 6: Zusammenstellung der Merkmale aus DIN 52452-4

## 9 Verträglichkeit mit anderen Baustoffen

Die Verträglichkeit der Dichtstoffe mit den in Kontakt kommenden anderen Baustoffen, z.B. VSG-Folien, Gießharz, Isolierglas-Randverbund muss gegeben sein.

Grundsätzlich ist Rücksprache mit dem Dichtstoffhersteller zu nehmen.

# UNGÜLTIG

## 10 Verarbeitungseigenschaften der Dichtstoffe

### 10.1 Verarbeitbarkeit

Die Verarbeitbarkeit wird bestimmt vom Zusammenwirken mehrerer Materialeigenschaften, die, je nach Dichtstoff und Einsatzzweck, verschieden ausgeprägt vorkommen.

Die wesentlichen Eigenschaften sind die Ausspritzmenge pro Zeiteinheit nach DIN EN 28394 oder DIN EN 29048 und das Standvermögen nach DIN EN ISO 7390.

### 10.2 Modellierbarkeit und Hautbildungszeit

Die Modellierbarkeit ist für den Verarbeiter feststellbar beim Nachglätten bzw. Abziehen der Dichtstoffoberfläche. Eine Beurteilung der Modellierbarkeit erfolgt durch den Verarbeiter individuell. Mess- und Grenzwerte können daher nicht angegeben werden.

Die Hautbildungszeit kennzeichnet den Zeitraum, in dem der Dichtstoff bearbeitet/nachgeglättet werden kann. Eine Prüfmethode und das Beurteilungsverfahren sind nicht verbindlich festgelegt.

Die Hautbildungszeit ist weitgehend abhängig von den äußeren Einflüssen, wie der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit. Die Angaben des Herstellers erfolgen nach der Prüfung im Normalklima bei 23°C und 50% relativer Luftfeuchtigkeit. Die Hautbildungszeit darf nicht zu kurz sein, so dass ein einwandfreies Nachglätten des Dichtstoffs (vor Bildung der Oberflächenhaut) nach der ausgeführten Versiegelung möglich ist.

**UNGÜLTIG**

### 10.3 Fadenzug

Der Begriff bezieht sich auf das Verhalten des Dichtstoffes am Ende eines Spritzvorganges beim Abheben der Düse von der gespritzten Fase. Je kürzer der Abriss (Faden) zwischen Dichtstoffoberfläche und Düsenspitze, desto exakter kann der Dichtstoff eingebracht werden.

## 11 Schlierenbildung/Abrieb (gilt nur für Anforderungen nach DIN 18545-2)

Grundlage der Anforderungen ist die ift-Richtlinie „Prüfung und Beurteilung von Schlierenbildung und Abrieb von Verglasungsdichtstoffen“.

Die Prüfung der Schlierenbildung ist Bestandteil der DIN 18545-2 für Dichtstoffe der Dichtstoff-Gruppen D und E, während bei Dichtstoffen nach DIN EN ISO 11600 ein Nachweis der Abriebfestigkeit und Schlierenbildung nicht verlangt wird. Bei Einsatz silanterminierter Polymere sollte diesbezüglich der Hersteller befragt werden.

Bei Dichtstoffen nach DIN 18545-2 der Dichtstoffgruppen D und E ist bei der Prüfung der Schlierenbildung grundsätzlich sowohl eine visuelle Bewertung als auch ein lichttechnischer Nachweis erforderlich.

Auszug aus der Richtlinie: Prüfung und Beurteilung von  
Schlierenbildung und Abrieb von  
Verglasungsdichtstoffen 1998-09

*„Die visuelle Beurteilung der gereinigten Glasfläche auf Schlierenbildung wird nach einem Bewertungsschlüssel (Tabelle 7) in Anlehnung an DIN 53230 Punkt 3 in Stufen von m0 bis m5 vorgenommen. Dazu werden die Proben gegen Tageslicht gehalten und der Grad der Schlierenbildung visuell bestimmt.“*

# UNGÜLTIG

Kennzahl	Bedeutung
m0	Glasoberfläche klar und unkontaminiert
m1	kaum sichtbare, nicht störende Schlieren auf der Glasfläche
m2	sichtbare Schlieren auf der Glasfläche
m3	deutlich sichtbare Schlieren auf der Glasfläche
m4	dichte Schlieren auf der Glasfläche
m5	vollflächige Schlieren auf der Glasfläche

Tabelle 7: visueller Bewertungsschlüssel

Die Anforderungen werden erfüllt, wenn an allen drei Probekörpern die kontaminierte und gereinigte Seite die gestreute Transmission  $S \leq 0,6\%$  und die visuelle Bewertung eine Einstufung in m0 bis m1 nach der Bewertungsskala der Tabelle 7 ergibt. Alle Dichtstoffe jener Probekörper, für deren Dichtstoffe die Werte  $S > 0,6\%$  und/oder Kennzahlen m2 bis m5 ermittelt werden, sind als Verglasungsdichtstoffe ungeeignet.“

## 12 Beschreibung der Dichtstoffe für Mehrscheiben-Isolierglas

Diesem Merkblatt entsprechende Verglasungsdichtstoffe sind auf der Verpackung und/oder in entsprechenden Merkblättern wie in Tabelle 8 zu beschreiben.

Nr.	Produktmerkmale	Beispiele
1.	Bezeichnung des Dichtstoffes	Handelsname
2.	Bezeichnung des Basis-Kunststoffes	Silicon, silanterminierte Polymere
3.	Anzahl der Komponenten	einkomponentig
4.	Reaktionssystem	neutral
5.	Farbe	
6.	Inhalt in Milliliter	
7.	Bezeichnung der Produktionscharge	Chargennummer (rückverfolgbar)
8.	Haltbarkeitsdatum	mindestens haltbar bis ... bei ...°C
9.	Warnhinweise	Andreaskreuz, Flammzeichen
10.	Entsorgungshinweise	Grüner Punkt
11.	Norm und Dichtstoffgruppe	DIN 18545 – E
12.	Verträglichkeit mit anderen Baustoffen	VSG-Folien, Isolierglas-Randverbund
13.	Verträglichkeit mit der Beschichtung	A1 nach DIN 52452-4 mit Nennung der Beschichtung
14.	Untergrundvorbehandlung	Untergrund mit Primer ABC
15.	Verarbeitungszeit (Hautbildungszeit)	Stunde/Minute bei Normklima (23° C/50% RL)
16.	Höchste und tiefste Verarbeitungstemperatur	von 5° C bis 40° C
17.	ÜZ-Zeichen, Übereinstimmungszertifikat	DIN 4102-B1
18.	Zertifizierungszeichen	
19.	Herstellernamen und Adresse	
sowie weitere Angaben wie z. B. Mitgliedschaft in Verbänden (IVD, ift Rosenheim, VFF), ISO 9001 usw.		

Tabelle 8: Dichtstoffbeschreibung

**UNGÜLTIG**

## 13 Fugeninstandsetzung

Eine Versiegelung nach DIN 18545 oder eine Versiegelung ohne Vorlegeband wird als Erstversiegelung bezeichnet. Dabei sind sowohl die Dichtstoffdimensionierung exakt festgelegt als auch die Haftungsflächen definiert.

Eine Instandsetzungsarbeit an einer defekten Versiegelung kann daher in keinem Fall die Ausgangssituation wiederherstellen und erfordert eine besonders sorgfältige Vorbereitung und ggf. Beratung.

Bei einer Fugeninstandsetzung ist es also nicht möglich, die Vorgaben der DIN 18545 oder der Versiegelung ohne Vorlegeband zu erfüllen.

Es ist jedoch möglich, eine fachgerechte Instandsetzung durchzuführen, die die Anforderungen an die Schlagregendichtheit erfüllt.

Das Eindringen von Wasser bzw. eine schadhafte Versiegelung kann auf Ausführungsmängel und verschiedene andere Ursachen (z.B. Beschichtungsunverträglichkeiten, Luft einschlüsse im Dichtstoff) zurückgeführt werden.

Wenn Wasser an schadhafte Stellen über die Versiegelung in den Glasfalz eindringt, sind Schäden am Holzfenster (z.B. Isolierglas-Randverbund, VSG-Folie, schadhafte Beschichtung) vorprogrammiert.

Die nachfolgenden Beispiele sollen das verdeutlichen:

# UNGÜLTIG

## 13.1 Schadensursachen

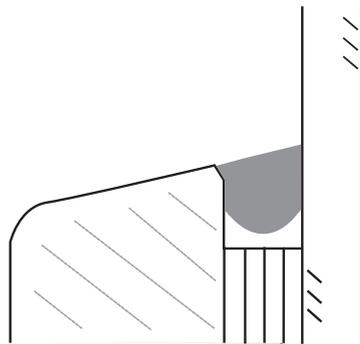


Bild 16: Nicht vollsattes Ausfüllen der Dichtstoff-Fuge (unzureichende Haftungsauflage)

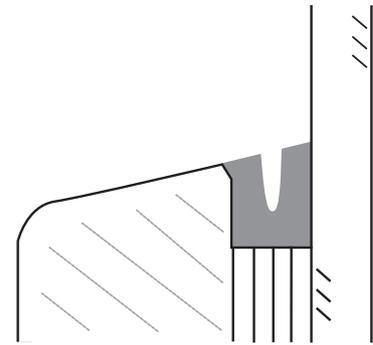


Bild 17: Gerissener Dichtstoff (Kohäsionsverlust)

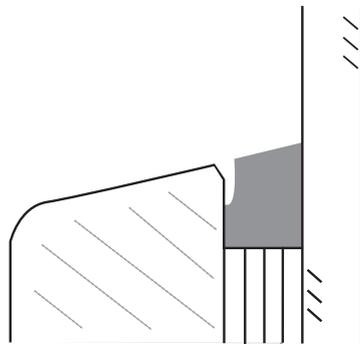


Bild 18: Haftverlust des Dichtstoffs durch mangelhafte Untergrundvorbehandlung oder Unverträglichkeit mit der Beschichtung (Adhäsionsverlust)

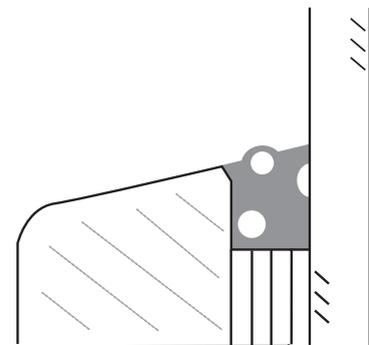


Bild 19: Lufteinschlüsse im Dichtstoff

*Anmerkung: Die aufgeführten Schadensursachen gelten sowohl für die Versiegelung nach DIN 18545 mit Vorlegeband als auch für die Versiegelung ohne Vorlegeband.*

## 13.2 Ausführung der Neuversiegelung

Da der vorhandene Dichtstoff im Fugengrund nicht restlos entfernt werden kann und als Folge ein direkter Kontakt zwischen dem vorhandenen und dem neu einzusetzenden Dichtstoff entsteht, muss sichergestellt sein, dass der neu einzusetzende Dichtstoff mit dem vorhandenen verträglich ist und am Glas und Holzrahmen einwandfrei haftet.

# UNGÜLTIG

Folgende Arbeitsschritte sind notwendig, um eine fachgerechte und technisch einwandfreie Instandsetzung durchzuführen:

1. Schräges Abschneiden der vorhandenen Versiegelung zum Glaselement (siehe Bild 20), wobei darauf zu achten ist, dass das Holz nicht beschädigt wird.

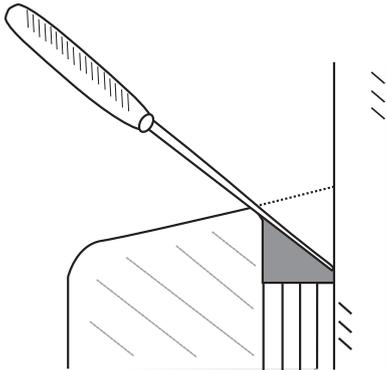


Bild 20: schräges Abschneiden des vorhandenen Dichtstoffs

2. Glas und Holzrahmen gründlich reinigen, kleinere rohe Stellen am Holz, die ggf. beim Herausschneiden des alten Dichtstoffs entstanden sind, nachbeschichten oder mit Primer vorstreichen.  
Da die neue Versiegelungsfase deutlich breiter wird, ist es hilfreich, sowohl am Holz als auch am Glas abzukleben, um eine gerade, exakte Optik zu erreichen.
3. Neuversiegeln durch schräges Überdecken der alten Versiegelung, wobei empfohlen wird, am Holz und am Glas jeweils min. 2 mm neue Haftflächen zu schaffen (siehe Bild 21).  
Bei der Erneuerung der Versiegelung ist immer die gesamte Fase von Ecke zu Ecke zu erneuern.  
Ein stellenweises Ausbessern ist nicht fachgerecht.

# UNGÜLTIG

Für die Dichtstoffgeometrie gelten die Bilder 10 und 11,  
Abschnitt 6

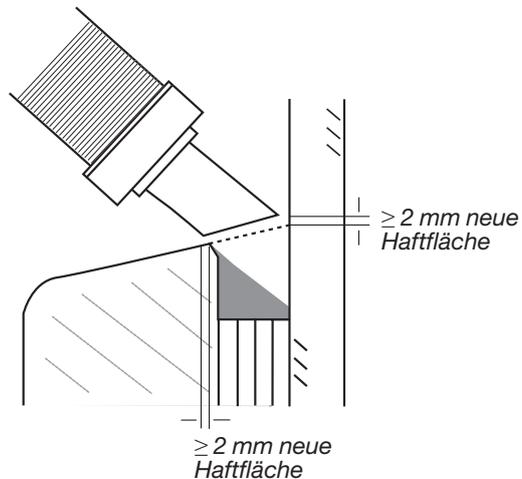


Bild 21: Überdecken des vorhandenen Dichtstoffs  
im Fugengrund durch Neuversiegeln

## 14 Literaturverzeichnis

- [1] DIN 4102-1  
Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1:  
Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [2] DIN 18361  
Verglasungsarbeiten; VOB Teil C.  
Berlin: Beuth Verlag GmbH
- [3] DIN 18545-1  
Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen – Teil 1:  
Anforderungen an Glasfalze.  
Berlin: Beuth Verlag GmbH
- [4] DIN 18545-2  
Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen – Teil 2:  
Dichtstoffe; Bezeichnung, Anforderungen, Prüfung.  
Berlin: Beuth Verlag GmbH
- [5] DIN 18545-3  
Abdichten von Verglasungen mit Dichtstoffen – Teil 3:  
Verglasungssysteme.  
Berlin: Beuth Verlag GmbH

**UNGÜLTIG**

- [6] DIN 50012-1  
Klimate und ihre technische Anwendung; Luftfeuchte-  
Meßverfahren; Allgemeines  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [7] DIN 50014  
Klimate und ihre technische Anwendung; Normalklimate  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [8] DIN 52452-1  
Prüfung von Dichtstoffen für das Bauwesen; Verträglichkeit  
der Dichtstoffe; Verträglichkeit mit anderen Baustoffen  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [9] DIN 52452-4  
Prüfung von Dichtstoffen für das Bauwesen; Verträglichkeit  
der Dichtstoffe; Verträglichkeit mit Beschichtungssystemen  
Berlin: Beuth Verlag GmbH
- [10] DIN 52453-2  
Prüfung von Materialien für Fugen- und Glasabdichtungen  
im Hochbau; Bindemittelabwanderung, Filterpapiermethode  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [11] DIN 52455-3  
Prüfung von Dichtstoffen für das Bauwesen – Haft- und  
Dehnversuch-Teil 3: Einwirkung von Licht durch Glas  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [12] DIN 53230  
Prüfung von Anstrichstoffen und ähnlichen Beschichtungs-  
stoffen; Bewertungssystem für die Auswertung von Prüfungen  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [13] DIN 68121-2  
Holzprofile für Fenster und Fenstertüren; Allgemeine  
Grundsätze  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [14] DIN EN ISO 7389  
Hochbau – Fugendichtstoffe – Bestimmung des Rückstell-  
vermögens von Dichtungsmassen  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH

**UNGÜLTIG**

- [15] DIN EN ISO 7390  
Hochbau – Fugendichtstoffe – Bestimmung des Standvermögens von Dichtungsmassen  
Berlin: Beuth Verlag GmbH
- [16] DIN EN ISO 8339  
Hochbau – Fugendichtstoffe – Bestimmung des Zugverhaltens (Dehnung bis zum Bruch)  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [17] DIN EN ISO 8340  
Hochbau – Fugendichtstoffe – Bestimmung des Zugverhaltens unter Vorspannung  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [18] DIN EN ISO 9001  
Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [19] DIN EN ISO 9047  
Hochbau-Fugendichtstoffe- Bestimmung des Haft- und Dehnverhaltens von Dichtstoffen nach Einwirkung von Wärme, Wasser und künstlichem Licht durch Glas  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [20] DIN EN ISO 10563  
Hochbau – Fugendichtstoffe – Bestimmung der Änderung von Masse und Volumen  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [21] DIN EN ISO 10590  
Hochbau-Fugendichtstoffe-Bestimmung des Zugverhaltens unter Vorspannung nach dem Tauchen in Wasser  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [22] DIN EN ISO 11432  
Hochbau – Fugendichtstoffe – Bestimmung des Druckwiderstandes  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH
- [23] DIN EN ISO 11600  
Hochbau – Fugendichtstoffe – Einteilung und Anforderungen von Dichtungsmassen  
Berlin: Beuth-Verlag GmbH

**UNGÜLTIG**

- [24] DIN EN 28394  
Hochbau; Fugendichtstoffe; Bestimmung der Verarbeitbarkeit von Einkomponentendichtstoffen.  
Berlin: Beuth Verlag GmbH
- [25] DIN EN 29048  
Hochbau; Fugendichtstoffe; Bestimmung der Verarbeitbarkeit von Dichtstoffen mit genormtem Gerät.  
Berlin: Beuth Verlag GmbH
- [26] Richtlinie „Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband“.  
Hrsg.: Institut für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1983
- [27] BFS-Merkblatt Nr. 18  
Beschichtungen auf Holz und Holzwerkstoffen im Außenbereich  
Hrsg.: Bundesausschuss Farbe und Sachwertschutz e.V., Frankfurt am Main 2006
- [28] Richtlinie „Prüfung und Beurteilung von Schlierenbildung und Abrieb von Verglasungsdichtstoffen“  
Hrsg.: Institut für Fenstertechnik e.V., Rosenheim (1998-09)
- [29] VFF Merkblatt V.04: 2005 - 10  
Selbstreinigendes Glas im Fenster- und Fassadenbau  
Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V, Frankfurt am Main
- [30] VFF Merkblatt HO.01/A1  
Klassifizierung von Beschichtungen für Holzfenster und Haustüren  
Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V., Frankfurt am Main
- [31] Technische Richtlinien des Glaserhandwerks Nr.3:  
Klotzung von Verglasungseinheiten  
Hrsg.: Verlagsanstalt Handwerk GmbH, Düsseldorf

**UNGÜLTIG**

## Mitarbeiter:

**aktuelle Überarbeitung: Dr. Andreas Bolte, Wolfram Fuchs, Dieter Fritschen, Dr. Christoph Hollbeck, Dr. Nicolas Janke, Thomas Keuntje, Dr. Karl Ritter, (Arbeitskreis - Glasabdichtung am Holzfenster mit Dichtstoffen - im Technischen Arbeitskreis des IVD)**

### Gäste:

**Dipl.-Ing. Heinrich Bartholemy** (Technische Informationsstelle im Hauptverband Farbe Gestaltung Bauenschutz, Stuttgart), **Dr. Bernhard Goer** (Fa. Pilkington Deutschland, Gelsenkirchen), **Kurt Haaf** (Fachverband für Fugentechnik e.V., FVF, Liechtenstein), **Holger Haring** (Hauptverband Farbe Gestaltung Bauenschutz, Frankfurt), **Frank Koos** (Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V., Frankfurt), **Dipl.-Ing. Werner Stiell** (Institut für Fenstertechnik e.V., ift Rosenheim), **Fritz Tietze** (Süd-Fensterwerk GmbH & Co.KG, Schnellendorf), **Christoph Troska** (Fa. Pilkington Deutschland, Gelsenkirchen)