

# Hinweise zur Verlegung von TWD-Elementen

## Praktische Ausführung der Solaren Wandheizung mit Transparenter Wärmedämmung

Informationsmappe 7

Fachverband Transparente Wärmedämmung e.V.

## 1. Einführung

Eine Verglasung mit Füllung aus TWD-Material wird vor einer Solarwand angeordnet. Das Element wird in eine Holzkonstruktion eingestellt, die auf einer Massivwand aufgebracht wird. Ein Großteil der hier gegebenen Hinweise sind auch übertragbar oder direkt anwendbar auf Festverglasungen mit transluzenten Tageslichtelementen in einer Fassadenkonstruktion.

Die Grundanforderungen einer solchen Anwendung werden sind in folgenden Bereichen zu sehen:

- Wärmeschutz
- Solarer Energiegewinn
- Regulierung des Feuchtehaushalts der Wand
- Statische Tragfähigkeit
- Brandschutz
- Schlagregendichtigkeit

Viele dieser Anforderungen sind allgemeine Forderungen an Fassaden. Sie müssen auch bei Konstruktionen mit TWD-Elementen überprüft werden.

Bei der Anwendung sind insbesondere die regional gültigen Bauvorschriften und zutreffende Normen einzuhalten, so beispielsweise die DIN 1055 zur Bemessung der statischen Windlasten. Eine Einführung in die baurechtlichen Grundlagen gibt der folgende Abschnitt.

### **Bauproduktenrichtlinie**

Die europäische Bauproduktenrichtlinie [ 1 ] regelt den freien Warenverkehr von Bauprodukten innerhalb der Europäischen Union und den weiteren Mitgliedstaaten des Europäischen Wirtschaftsraums (EWR) und soll sicherstellen, dass nur brauchbare Produkte in Verkehr gebracht und verwendet werden. Die Anforderungen an Bauprodukte leiten sich aus den in der Bauproduktenrichtlinie enthaltenen sechs wesentlichen Anforderungen an bauliche Anlagen ab:

- mechanische Festigkeit und Standsicherheit,
- Brandschutz,
- Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz,
- Nutzungssicherheit,
- Schallschutz,
- Energieeinsparung und Wärmeschutz.

Deutschland hat sich wie alle anderen Partner der Europäischen Union verpflichtet, europäische Richtlinien in nationales Recht umzusetzen. Im Fall der Bauproduktenrichtlinie sind hierfür sowohl

---

der Bund als auch die Länder zuständig. Im Bauproduktengesetz des Bundes werden die Regelungen der europäischen Bauproduktenrichtlinie hinsichtlich des freien Warenverkehrs und des Inverkehrbringens von Bauprodukten national umgesetzt. Die für die Verwendung von Bauprodukten zur Errichtung baulicher Anlagen zuständigen Länder haben entsprechende Regelungen in ihre Bauordnungen aufgenommen.

### **Technische Baubestimmungen**

Technische Baubestimmungen präzisieren, wie technisch zu verfahren ist, damit sichergestellt ist, dass bauliche Anlagen nicht die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürlichen Lebensgrundlagen gefährden. Alle darüber hinausreichenden Vorgaben, etwa zugunsten einer weiteren Qualitätssteigerung oder anderweitiger Schutzziele, können baurechtlich nicht gefordert werden. Die Technischen Baubestimmungen müssen von allen am Bau Beteiligten bei Planung, Berechnung und Ausführung von baulichen Anlagen beachtet werden. Technische Baubestimmungen können beispielsweise bestimmte DIN-Normen (z.B. DIN 1055, DIN 4108), Richtlinien von Verbänden und Technische Regeln der ARGEBAU sein. In unserem Falle sind das auch die Richtlinien des Fachverbandes TWD e.V. zur Berechnung des solaren Energiegewinns [ 2].

Technische Regeln werden zu Technischen Baubestimmungen im Sinne der Landesbauordnungen, indem sie entweder über die „Liste der Technischen Baubestimmungen (LTB)“ oder über die vom DIBt veröffentlichte Bauregelliste (BRL) bekannt gemacht werden [ 4]. Eine DIN-Norm mit bautechnischem Inhalt ist deshalb nicht automatisch eine Technische Baubestimmung. Der Umfang der Technischen Baubestimmungen ist im Sinne des Begriffs „anerkannte Regeln der Technik“ nicht abschließend.

### **Liste der Technischen Baubestimmungen (LTB)**

Die LTB wird auf Basis einer durch die Gremien der ARGEBAU in der Regel jährlich erstellten Musterliste von den Ländern bekannt gemacht. Dabei kann es zu gewissen Abweichungen zwischen den „LTB's“ in den einzelnen Ländern kommen. Veröffentlichungsorgan z.B. in Baden-Württemberg ist das Gemeinsame Amtsblatt (GABI) des Landes. Die LTB umfasst vor allem Regeln zu Lastannahmen, zur Konstruktion und Standsicherheit von baulichen Anlagen sowie zum Brand-, Wärme-, Schall-, Erschütterungs- und Gesundheitsschutz [ 3].

Im Text der LTB kann bei einzelnen Regeln auf zusätzlich mitgeltende Anlagen verwiesen werden. In den Anlagen zur LTB können beispielsweise bestimmte Teile von Normen von der Einführung ausgenommen, zusätzliche Anforderungen erhoben, Erleichterungen festgelegt oder Druckfehler korrigiert sein. Es ist daher zwingend erforderlich, neben dem Text der aufgeführten Regeln (Normen, Richtlinien, usw.) auch ggf. mitgeltende Anlagen zu beachten.

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Titel	Ausgabe	Fundstelle GABI. Bezugsquelle
1	2	3	4	5
2.6.5	DIN 18516	Außenwandbekleidungen, hinterlüftet		
	Teil 4 Anlage 2.6/3	-,; Einscheiben- Sicherheitsglas; Anforderungen, Bemessung, Prüfung	Februar 1990	1992 S. 61
2.6.6	Richtlinie Anlage 2.6/1	Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen	September 1998	1999 S. 666

**Anlage 2.6/1** Bei der Anwendung der technischen Regel ist folgendes zu beachten:

1. Zu Abschnitt 1:

Die Technischen Regeln brauchen nicht angewendet zu werden auf Dachflächenfenster in Wohnungen und Räumen ähnlicher Nutzung (z.B. Hotelzimmer, Büroräume) mit einer Lichtfläche (Rahmeninnenmaß) bis zu  $1,6 \text{ m}^2$ .

2. Zu Abschnitt 3:

Für sonstige Überkopfverglasungen von Wohnungen (z.B. Wintergärten, Balkonüberdachungen) mit einer Scheibenspannweite bis zu 80 cm und einer Einbauhöhe bis zu 3,50 m dürfen - abweichend von Tabelle 1 - alle in Abschnitt 2.1 aufgeführten Glaserzeugnisse verwendet werden.

**Anlage 2.6/3** Bei der Anwendung der technischen Regel ist folgendes zu beachten:

1. Zu Abschnitt 3.3.4:

In Bohrungen sitzende Punkthalter fallen nicht unter den Anwendungsbereich der Norm.

*Abbildung 1: Auszug aus der Bekanntmachung des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg über die Liste der Technischen Baubestimmungen (LTB) vom 1. September 2002*

## 2. Auswahl und Dimensionierung der TWD-Elemente

Zielwerte für TWD-Element:

- $U < 1.5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $g_{\text{dif}} > 40\%$
  
- Dicke des Elements:  $24\text{mm} < D < 120\text{mm}$
- Höhe des Elements:  $H < 2.4\text{m}$  (max. Stockwerkshöhe)
- Breite des Elements:  $B < 1.25\text{m}$  (abhängig von Rasterung des Gebäudes)

Um die Zielwerte eines TWD-Elements mit Makrolon-Stegplatten zu erreichen, wird eine zweischalige Anordnung aus zwei Vierfachstegplatten gewählt. Die Typen 4/25-25 oder 3X/25-25 der Firma Bayer Sheet Europe sind dafür geeignet, (siehe <http://www.bayersheeteurope.com> oder <http://www.fvtwd.de/produkte>). Mit dem Typ 6/20-20 (Sechsfachstegplatte) erreicht man etwas höhere Dämmwerte bei niedrigerer Transmission. Die Kombination zweier dieser Platten wird "TWD-Basic" genannt. Für die weitere Auslegung der Solarwand benötigt man nun die Kennwerte Wärmewiderstand  $R_B$  des Bauteils sowie den Gesamtenergiedurchlassgrad  $g_{nB}$  für senkrechte und  $g_{hB}$  für diffuse Einstrahlung. Mit einem geschlossenem Luftspalt von 14mm zwischen den Vierfachstegplatten ergeben sich folgende Werte:

$R_B = 1.01 \text{ m}^2\text{K/W}$
$g_{nB} = 0.49$
$g_{hB} = 0.40$

Um den Wirkungsgrad der Solarwand  $h$  zu berechnen, benötigt man den Wärmewiderstand der Massivwand hinter dem TWD-Element (inklusive Putzschichten) sowie die Absorption der nach außen gewandten Wandoberfläche. Zur Berechnung dieses Wirkungsgrades hat der Fachverband TWD e.V. ein Excel-Rechenblatt ins Internet gestellt (siehe [www.fvtwd.de](http://www.fvtwd.de)) und auch Beispielrechnungen durchgeführt [ 5]. Im folgenden werden einigen Beispiele verschiedener Baustoffe aufgeführt, wobei stets davon ausgegangen wurde, dass die Absorberfarbe Schwarz gewählt wurde. Raumseitig sei die Wand mit 15 mm Kalkgipsputz versehen, außenseitig ohne Putz. Das TWD-Element sei im Beispiel mit einem mittleren Abstand von 10mm zur Wandoberfläche montiert. Wegen baulicher Toleranzen ist dieser Abstand selten exakt über eine größere Fläche einzuhalten.

*Tabelle 1: Einfluss des Wandbaustoffes und der Mauerwerksdicke auf den Wirkungsgrad (Beispiel)*

Wandbaustoff	Voll-/HL-Ziegel		Kalksandstein				Beton	
	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	1200	1200	1400	1400	1800	1800	2400
Dicke [mm]	270	360	175	240	175	240	200	240
Wirkungsgrad	0.27	0.24	0.32	0.30	0.33	0.32	0.35	0.35

Baustoffe mit Rohdichten unter  $1000\text{-}1200\text{ kg/m}^3$  sind kritisch und werden nicht empfohlen, da dort insbesondere in der Übergangszeit (März, Oktober) sehr hohe Oberflächentemperaturen auftreten können, die zu thermischen Spannungen an der Massivwand führen.

### 3. Praktische Ausführung

#### Vorbereitung

*Verlegeplan und Rahmenplan erstellen*

Die zu belegende Fassade (Planansicht) sollte in Bereiche mit und ohne TWD aufgeteilt werden. Dabei sollte aus wirtschaftlichen und ästhetischen Gründen auf eine geradlinige Belegung mit wenig Ecken und Winkeln geachtet werden. Es ist hilfreich, die entsprechenden Elemente zu nummerieren, so dass später eine eindeutige Zuordnung mit der Materialliste möglich ist.

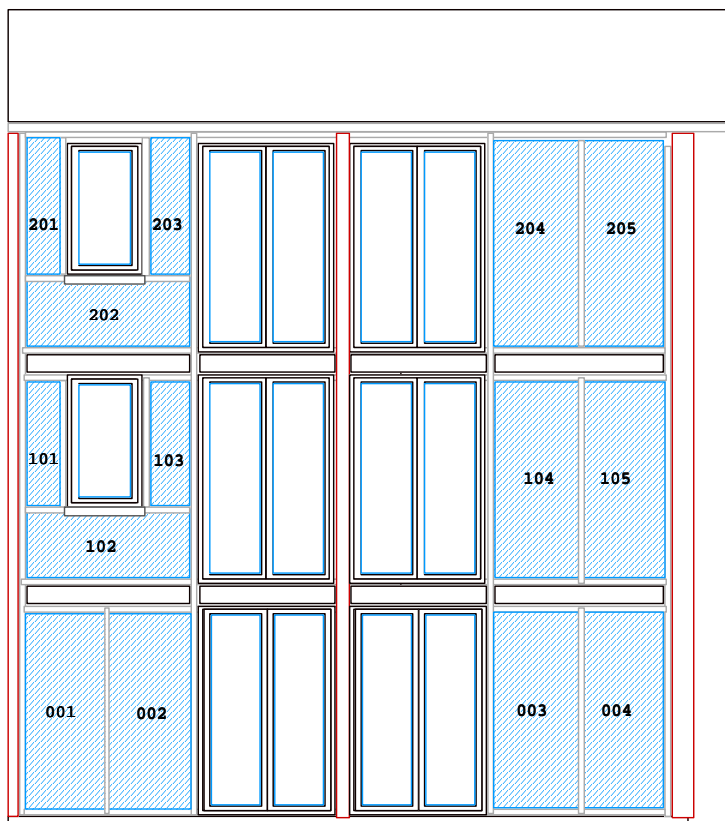


Abbildung 2: Beispiel einer Belegung der Südfassade eines Reihenendhauses mit großen Fenstertüren zu den Balkonen hin (TWD-Elemente stockwerksweise nummeriert)

### *Auswahl der Unterkonstruktion*

Wählen Sie eine verwindungsfreie Unterkonstruktion für die Montage an die Wand. Ideal sind Holzleimbinder oder Metallunterkonstruktionen mit Holzauflage, auf denen die Elemente montiert werden können. Bei Metallunterkonstruktionen (Winkeln, Schienen) muss auf eine möglichst wärmebrückenfreie Verlegung geachtet werden (seitliche Dämmung). Im weiteren gehen wir deswegen von einer Holzunterkonstruktion aus.

### *Statische Überlegungen*

Die Unterkonstruktion muss Eigengewicht, Gewicht der TWD-Elemente und die Windlast aufnehmen können. Entsprechend sollte die Befestigung mit Dübeln oder Ankern mit einem Fachmann besprochen werden. Grundsätzlich ist die Befestigung auf dem Wanduntergrund oder als vorgestellte Fassade in Fundamenten und Dachsparren möglich.

### *Materialliste erstellen*

## **Befestigung und Elementgröße**

Auf der Basis des Fassadenplans und der Rahmenkonstruktion werden die benötigten lichten Weiten der TWD-Elemente berechnet. Sie ergeben sich aus dem Abstand der Rahmenprofile und aus den Abmessungen des gewählten Halteprofils. Dabei muss auch Dehnungsspiel und Längentoleranz der gelieferten Elemente mit berücksichtigt werden. Es muss unterschieden werden zwischen zwei Befestigungsmethoden:

- a) Einklemmen des TWD-Elementes in das Halteprofil
- b) Einstellen des TWD-Elementes in einen Profilrahmen

### *Einklemmen des TWD-Elementes*

- $E_0$  = größtes liches Einbaumaß in mm zwischen horizontalen oder vertikalen Anschlägen  
 $E_1$  = liches Einbaumaß in mm zwischen horizontalen oder vertikalen Profilen  
 $\Delta L$  = Längentoleranz für TWD-Element gemäß Hersteller in mm/m (positiver Wert)  
 $A$  = Maß in mm, um den ein ggf. verwendetes Abschlussprofil oben und unten aufträgt (z.B. Abdichtschiene an offener Seite einer Stegplatte)

- K= Maß in mm, um das ein TWD-Element mindestens in ein verwendetes Profil eingeschoben werden muss, um fest zu sitzen (typischerweise 10-20 mm je nach Klemmprofil)
- S= notwendiges Dehnungsspiel auf Grund thermischer Ausdehnung und ggf. Ausdehnung bei Feuchtigkeit (Kunststoffe)

Tabelle 2: Thermischer Ausdehnungskoeffizient und pauschales Dehnungsspiel

Material	a [K <sup>-1</sup> ]	Dehnungsspiel S [mm/m]
Floatglas	9*10 <sup>-6</sup>	0.5
Aluminium	23*10 <sup>-6</sup>	1.2
Plexiglas	90*10 <sup>-6</sup>	5
Makrolon	65*10 <sup>-6</sup>	3

Es muss beides gegeben sein:

- Bei Erwärmung und entsprechender Ausdehnung um das Dehnungsspiel S darf das TWD-Element nicht an harte Anschlagsgrenzen der lichten Einbaumaße  $E_0$  stoßen, da sonst eine Ausbeulung der Elemente und im schlimmsten Fall ein Bruch möglich sind
- Bei Abkühlung muss das TWD-Element noch ausreichend gut im Profil eingeklemmt sein; es muss also mindestens so lang sein, dass es bei Kälte bzw. Trockenheit (Kunststoff) nicht aus dem Halteprofil herausrutscht.

In der folgenden Zeichnung wird dies anschaulich an einem Beispiel illustriert

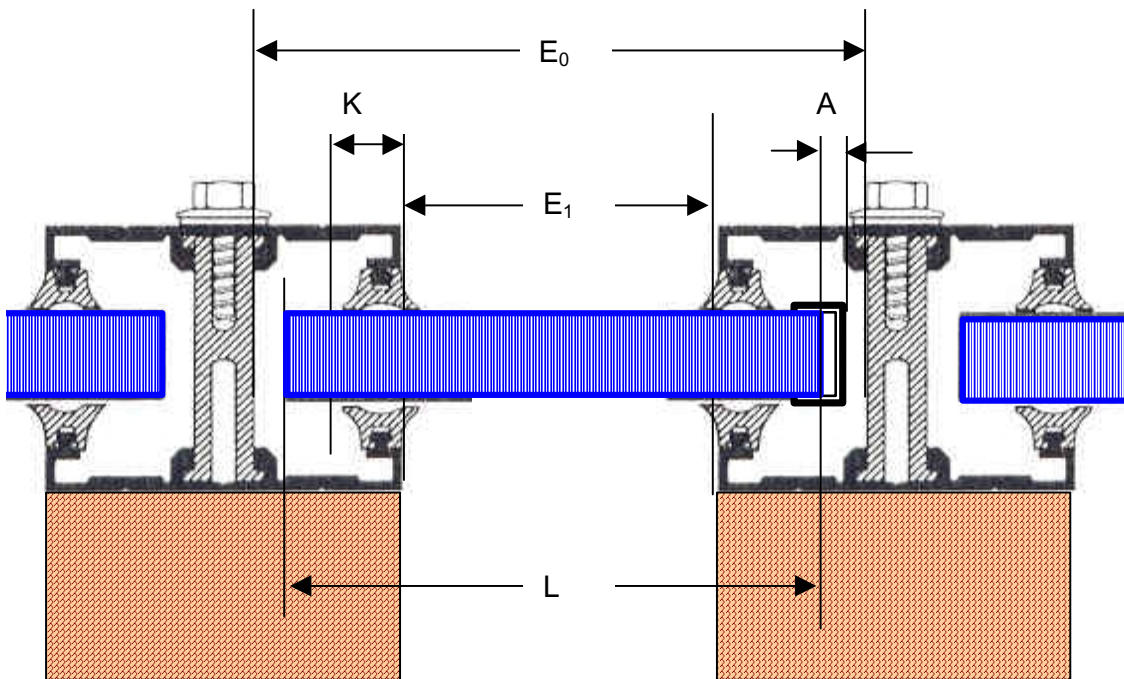


Abbildung 3: Beispielskizze zur Illustration der Maße E, A, K und L bei Einklemmen in Halteprofil

$$L_{\max} = E_0 \cdot \left( 1 - \frac{\Delta L}{1000} - \frac{S}{1000} \right) - A$$

$$L_{\min} = E_1 \cdot \left( 1 + \frac{\Delta L}{1000} + \frac{S}{1000} \right) + 2 \cdot K$$

Das Bestellmaß L sollte zwischen diesen Werten  $L_{\min}$  und  $L_{\max}$  liegen.

#### *Einstellen des TWD-Elementes in einen Profilrahmen*

Das TWD-Element kann auch in die Rahmenkonstruktion eingestellt werden. Dabei muss darauf geachtet werden, dass auf der Rückseite das empfindliche Element nicht direkt auf das Mauerwerk gedrückt wird, sondern beispielsweise mit Holzleisten und aufgelegtem elastischem Band oder einer weiteren Gummilippe ein Gegenlager zur Klemmleiste gebildet wird.

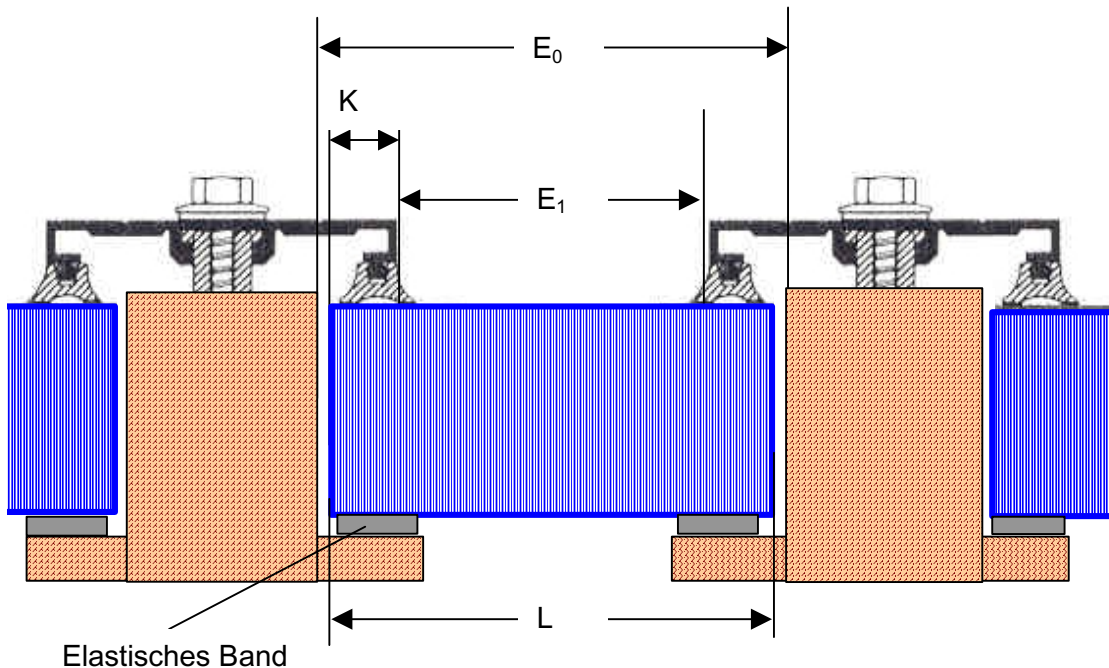


Abbildung 4: Beispielskizze zur Illustration der Maße  $E$ ,  $A$ ,  $K$  und  $L$  bei Einstellen in Rahmenkonstruktion

Bei dieser Befestigungsvariante wird i.a. weniger Spiel zwischen Element und Holzprofil sein, da sonst die Konstruktion sehr klobig wirkt. Deswegen ist diese Variante wohl eher für Glaselemente mit geringer Ausdehnung geeignet.

### Holzunterkonstruktion

Als tragende Unterkonstruktion wird eine Holzkonstruktion aus verwindungsfreiem Holz (z.B. Holzleimbinder) vorgeschlagen. Jeweils ein TWD-Element wird seitlich, oben und unten von einer Holzkonstruktion umgeben, die neben der statischen Aufgabe auch die Abdichtung gegen Wasser und Wind übernehmen muss.

#### Abdichtung

Die TWD-Elemente müssen vor die Massivwand so montiert werden, dass die auftretenden Luftspalte zwischen Wand und Element wärmetechnisch nicht belüftet sind. Die Wärme im Spalt darf nicht durch den Wind abgeführt werden. Allerdings dürfen und sollen Öffnungen in geringem Umfang nach außen vorgesehen werden, um eine Entspannung der Luft, einen

Wasserdampfausgleich nach außen zu ermöglichen. Die Wand soll atmen können. Auf diese Öffnungen wird weiter unten eingegangen werden.

Die TWD-Elemente werden in eine Holzrahmenkonstruktion eingestellt. Diese Holzrahmen müssen in sich dicht sein, einen luftdichten Anschluss an die Wand aufweisen und zudem so befestigt sein, dass Eigengewicht, Gewicht der TWD-Elemente und die Windlast aufgenommen werden können. Dies kann mit direkt mit Mauerdübeln, über gedübelte Metallwinkel oder Metallanker geschehen. Die Auswahl der Befestigungsart ist stark vom vorliegenden Mauerwerk abhängig und sollte mit einem Fachmann vor Ort besprochen werden. Dies kann beispielsweise ein Fensterbauer, ein Zimmermann oder auch ein Berater der Dübelfirma sein. Um die Standsicherheit sicherzustellen, werden neben Gewicht der Konstruktion, Wanduntergrund auch die Geometrie des Rahmenaufbaus benötigt. Damit können dann in Falle von Dübeln die Dübelart, die Länge und Stärke der Dübel sowie die Anzahl pro laufendem Meter Rahmen festgelegt werden.

Bei der Abdichtung zur Wand hin sollte darauf geachtet werden, dass auch über Unebenheiten des Mauerwerks oder Mörtelritzen kein unkontrollierter Luftaustausch mehr stattfinden kann. Als vorbereitende Maßnahmen sind daher zu nennen:

- Vorbereitung des Untergrunds mit Ausgleich und Verfüllung großer Unebenheiten
- Abdichtung beispielsweise mit sog. Kompriband

Kompriband ist ein vorkomprimiertes elastisches Schaumband, dass nach Aufbringung auf das Holzprofil sich in ca. 15 Minuten selbst auf mehr als die doppelte Stärke ausdehnt. Im komprimierten Zustand sollte es den Abstand zwischen Wand und Holzrahmen nahezu ausfüllen. Durch die Ausdehnung presst sich das Band in alle Unebenheiten hinein.

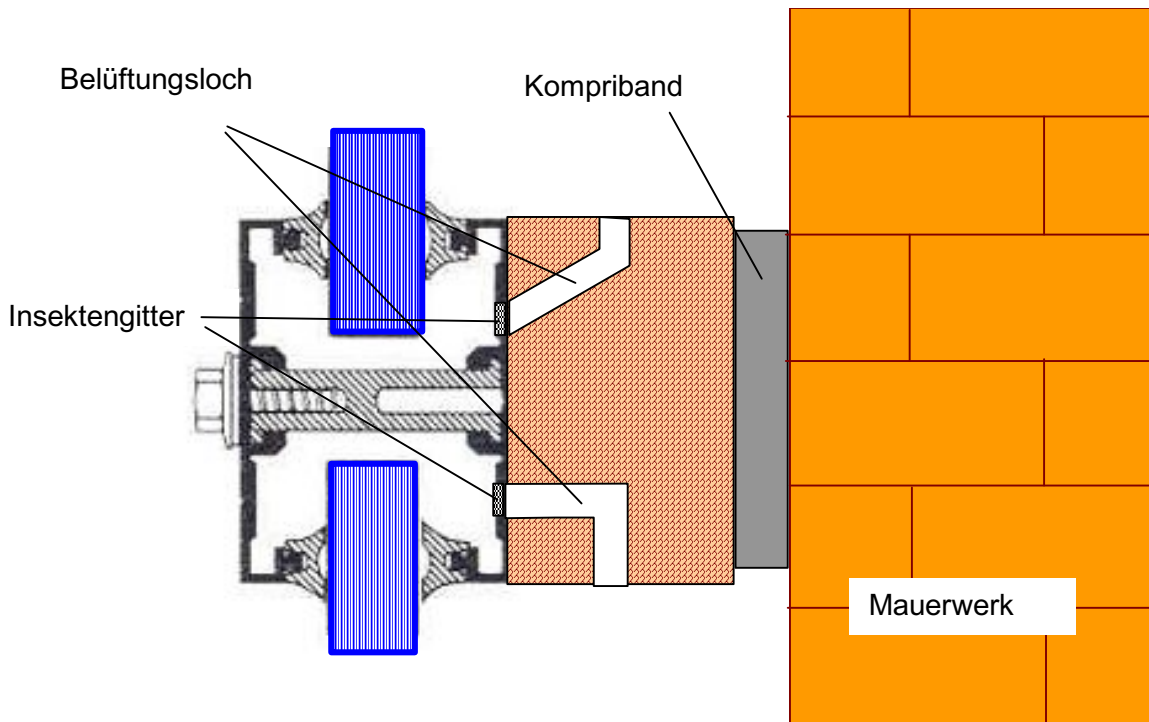


Abbildung 5: Beispiel eines Horizontalprofils mit ausgeführtem Belüftungsloch (Dampfdruckausgleich) mit Insektenschutz und Dichtung des rückseitigen Luftraumes mittels Kompriband

#### *Dampfdruckausgleich und Entwässerung*

Wie in Abbildung 5 ausgeführt, sollte jedoch wegen des Dampfdruckausgleichs eine geringfügige Belüftung des TWD-rückseitigen Luftraumes möglich sein. Dieser Dampfdruckausgleich erfordert etwa ein Loch mit 8mm Durchmesser alle 30-50cm (3 Löcher bei Elementbreite 120cm). Gegebenenfalls durch Winddruck in das Klemmprofil eindringendes Wasser darf nicht in den Luftraum gelangen, daher ist ein Gefälle von 2-3cm notwendig. Wegen des potenziell eindringenden Wassers sollte in jedem Profil eine Entwässerungsmöglichkeit nach außen vorgesehen sein. Dies kann bei vertikalen Klemmprofilen einfach nach unten geschehen (unten offenes Profil), bei horizontalen Klemmschienen kann die Entwässerung seitlich oder über Entwässerungsschlitze an der unteren Profilkante erfolgen (s. Abbildung 6).

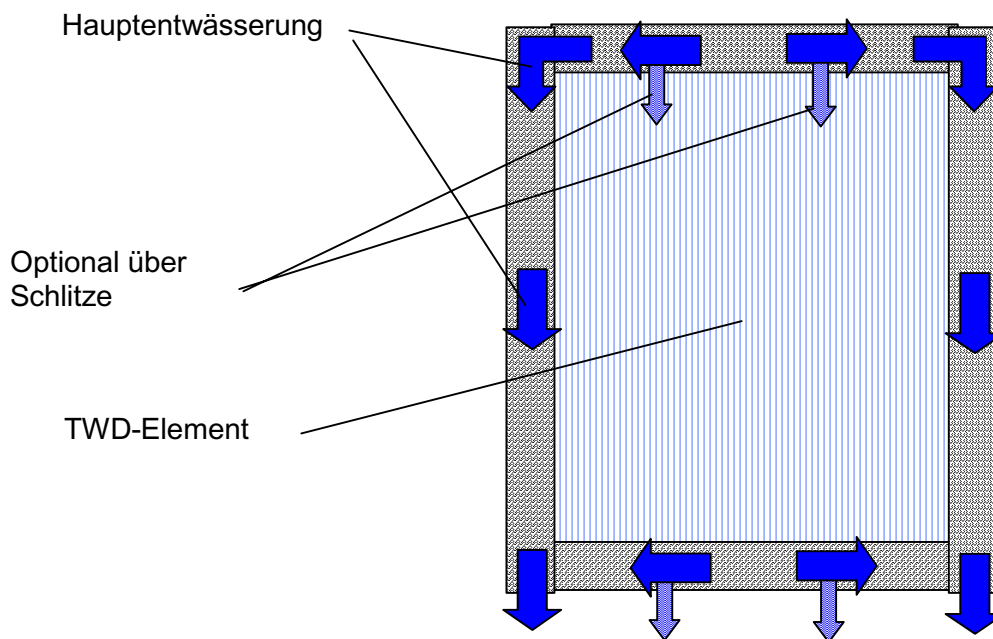


Abbildung 6: Entwässerungsführung nach außen (schematisch)

### Farbe

Die Farbe der Tragkonstruktion sollte möglichst hell sein (Weiß, helles Holz oder Aluminiumfolie). Befinden sich dunkle Oberflächen hinter transparenten Platten und Verglesungen, so bei Besonnung ein Hitzestau lokal entstehen, der zu Rissbildung in den TWD-Elementen führen kann. Auch bei der Farbe der Abdeckprofile und Dichtgummis wird eine hell Farbe empfohlen. Naturbelassenes oxidiertes Aluminium schließt aber Hitzestaus im allgemeinen aus. Dunkel eloxierte Klemmprofile sind zumindest bei Verwendung mit TWD aus Kunststoffen (Stegplatten aus Makrolon) ungeeignet.

Unmittelbar hinter den transparenten Elementen sollten keine wärmeempfindlichen Materilien wie z.B. Styropor oder andere Schaumstoffe verwendet werden.

Bei der Verwendung von TWD-Stegplatten aus Makrolon sollte unmittelbar hinter den Platten ein lokaler Hitzestau (auch bei hellen Materialien) vermeiden werden, wie er z.B. durch kastenartig abgeschlossene Flächen entsteht. Die nicht-belüfteten Flächen der Platten sollten möglichst nicht besonnt sein.

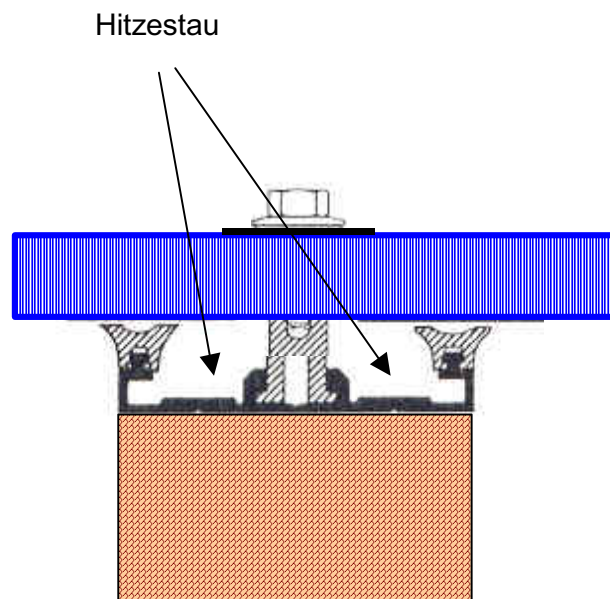


Abbildung 7: Beispiel für Anordnung mit gefährlichem Hitzestau durch Doppeldichtung unter transparenter Platte

## 4. Fassaden mit TWD-Elementen

### Allgemeine Anforderungen

#### *Standicherheit, Gebrauchstauglichkeit*

Die Landesbauordnung LBO schreibt vor, dass bauliche Anlagen sowohl im ganzen wie auch in ihren einzelnen Teilen standicher und gebrauchstauglich sein müssen. Die zu berücksichtigenden Lasten (Eigengewicht, Wind, Schnee, usw.) sind den in der LTB baurechtlich bekannt gemachten Lastnormen zu entnehmen.

Die ausreichende Standicherheit von Konstruktionen wird in der Regel durch rechnerische Nachweise auf Basis von Technischen Baubestimmungen oder allgemeinen baurechtlichen Zulassungen belegt. Bei nicht geregelten Verglasungskonstruktionen, für die eine Zustimmung im Einzelfall beantragt wurde, können baurechtlich zu beachtende Vorgaben für rechnerische Nachweise auch im Zustimmungsbescheid genannt sein.

In der Verfahrensverordnung zur Landesbauordnung (LBOVVO) ist festgelegt, welche Bauvorhaben einer bautechnischen Prüfung bedürfen. Im Genehmigungsverfahren hat der Bauherr die bautechnischen Nachweise der Baurechtsbehörde zur bautechnischen Prüfung vorzulegen. Die Baurechtsbehörde kann die bautechnische Prüfung ganz oder teilweise einem Prüfamten oder Prüffingenieur für Baustatik übertragen. Im Kenntnisgabeverfahren hat der Bauherr selbst einen Prüffingenieur für Baustatik zu beauftragen. Die bautechnische Prüfung umfasst die Prüfung der bautechnischen Nachweise (z.B. Überprüfung statischer Berechnungen) und die Überwachung der Bauausführung in konstruktiver Hinsicht.

Wird in bestimmten Fällen, beispielsweise für kleinere Wohngebäude, keine bautechnische Prüfung vorgeschrieben, so heißt das natürlich nicht, dass keine statischen Nachweise zu führen sind. Vielmehr geht hier die Verantwortung für die Richtigkeit der Nachweise in vollem Umfang auf den Aufsteller der Berechnungen über.

Eine Besonderheit beim Einsatz von Glas ist, dass für bestimmte Anwendungen neben dem Nachweis ausreichender Standsicherheit der ungeschädigten Verglasung auch eine gewisse Tragfähigkeit im Fall von Glasbruch („Resttragfähigkeit“) gefordert wird. Dies wird für geregelte Verglasungskonstruktionen durch konstruktive Vorgaben in den entsprechenden Technischen Baubestimmungen sichergestellt. Beispiel hierfür sind linienförmig gelagerte Überkopferverglasungen, die nach den Regelungen der in der LTB aufgeführten TRLV [ 6] bestimmten geometrischen Bedingungen genügen müssen und nur aus unter Verwendung von Spiegelglas hergestelltem VSG oder Drahtglas bestehen dürfen. Die ausreichende Resttragfähigkeit nicht geregelter Verglasungskonstruktionen kann meist nur durch Versuche festgestellt werden. Als Alternative zu teilweise aufwendigen Versuchen bieten sich konstruktive Maßnahmen (z.B. eine ausreichend tragfähige Seilunterspannung) an, die sicherstellen, dass gebrochene Scheiben sicher und ohne Gefährdung von Verkehrsflächen aufgenommen werden.

### *Baurechtliche Brandschutzanforderungen*

Jährlich werden in Deutschland einige tausend Menschen bei Bränden zum Teil schwer verletzt, einige Hundert Menschen verlieren sogar ihr Leben. Ein wichtiger Aspekt der Sicherheit baulicher Anlagen ist deshalb der Brandschutz. Man unterscheidet prinzipiell zwischen dem vorbeugenden Brandschutz und dem abwehrenden Brandschutz.

Die grundlegenden baurechtlichen Brandschutzanforderungen sind in der LBO aufgeführt. Präzisiert werden die Anforderungen in der „Allgemeinen Ausführungsverordnung des Wirtschaftsministeriums zur Landesbauordnung“ (LBOAVO). Für bauliche Anlagen besonderer Art oder Nutzung (siehe § 38 LBO; z.B. Bürogebäude, Krankenhäuser, usw.) können im Einzelfall weitergehende Anforderungen gestellt werden. Für Garagen, Verkaufs- und Versammlungsstätten gelten die Regelungen entsprechender Sonderbauverordnungen (GaVO, VkVO, VStättVO).

Die bauordnungsrechtlichen Regelungen dienen in erster Linie dazu, im Brandfall Gefahren für Leben, Gesundheit und Umwelt abzuwenden. Darüber hinaus kann es aus der privaten Sicht des Bauherrn im Einzelfall aber auch durchaus sinnvoll sein, zum Schutz von Vermögenswerten über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgehende vorbeugende Brandschutzmaßnahmen, z.B. nach den Richtlinien des Verbandes der Sachversicherer (VdS), zu ergreifen.

Nach der LBO sind bauliche Anlagen so anzuordnen und zu errichten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorgebeugt wird und bei einem Brand wirksame Löscharbeiten sowie die Rettung von Menschen möglich sind. Dem Ziel der Rettung von Menschen dient die Forderung der LBO, dass mindestens zwei unabhängige Rettungswege (z.B. ein baulicher Rettungsweg und ein Rettungsweg über die Rettungsgeräte der Feuerwehr) vorzusehen sind. Um eine Ausbreitung von Feuer und Rauch zu verhindern, werden bestimmte Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen (Baustoffklassen) und Bauteilen (Feuerwiderstandsklassen) und deren Anordnung in der baulichen Anlage gestellt.

In baurechtlichen Vorschriften wird zwischen brennbaren und nichtbrennbaren Baustoffen unterschieden. Die brennbaren Baustoffe wiederum können schwer, normal oder leicht entflammbar sein. Leicht entflammbare Baustoffe dürfen nicht verwendet werden. Dies gilt nicht, wenn diese Baustoffe in Verbindung mit anderen Baustoffen nicht mehr leicht entflammbar sind (z.B. auf einer Stahlbetonwand verklebte Tapete).

Um die in baurechtlichen Vorschriften zur Brennbarkeit von Baustoffen verwendeten Begriffe den in der Normung verwendeten Begriffen zuordnen zu können, sind in der Anlage 0.2 der Bauregelliste A detaillierte Zuordnungstabellen enthalten, deren Inhalt nachfolgend auszugsweise wiedergegeben wird.

Baurechtliche Benennung	Baustoffklasse nach DIN4102	Europäische Klasse nach DIN EN 13501-1
Nicht brennbare Baustoffe	A	
	A1	A1
	A2	A2 - s1 d0
Brennbare Baustoffe	B	
schwerentflammbar	B1	z.B.: B, C-s1 d0
normalentflammbar	B2	z.B.: D-s3d0;E
leichtentflammbar	B3	F

Tab. 7: Zuordnung der baurechtlichen Benennung des Brandverhaltens von Baustoffen

Die neuen Bezeichnungen der DIN EN 13501-1 enthalten verschlüsselt auch Angaben über die Rauchentwicklung und das brennende Abtropfen der klassifizierten Baustoffe.

Neben Klassifizierungen der Brennbarkeit von Baustoffen müssen in baurechtlichen Regelungen zum Brandschutz baulicher Anlagen auch Festlegungen zur Feuerwiderstandsdauer von Bauteilen (Wände, Decken, Stützen, Dächer, Türen, usw.) getroffen werden. Baurechtliche Vorschriften verwenden im wesentlichen die Begriffe „feuerhemmend“ und „feuerbeständig“. In

den Anlagen 0.1 und 0.2 der Bauregelliste A sind umfangreiche Zuordnungstabellen enthalten, die Verknüpfungen mit den einschlägigen Bezeichnungen der relevanten Prüf- und Ausführungsnormen ermöglichen.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass es natürlich sehr wichtig ist, durch ein entsprechendes Nutzerverhalten bereits der Entstehung von Bränden entgegenzuwirken. Häufige Brandursache im Privatbereich sind schlecht gewartete elektrische Anlagen und Geräte, unbeaufsichtigt betriebene Kochstellen, glimmende Zigarettenreste oder zündelnde Kinder.

### *Wärmeschutz, Energieeinsparung*

Der Wärmeschutz und die Energieeinsparung sind bei Transparenter Wärmedämmung ein besonders wichtiges Thema. Die Nutzung solarer Energie zu Heizzwecken ist ein zentrales Motiv für den Einsatz. Es gibt sicherlich Wandkonstruktionen mit höherem Wärmeschutz, wenn der solare Energiegewinn außer Acht gelassen wird. Ein kurzes Rechenbeispiel mag dies verdeutlichen:

Eine hochwärmegeämmte Wand mit 20cm Mineralwolle hat einen U-Wert von 0.18 W/m<sup>2</sup>K. Im Winter bei durchschnittlich 0°C Außentemperatur verliert die Wand über 24h circa 0.09 kWh an Energie pro m<sup>2</sup> Fläche (entspricht 1cm<sup>3</sup> Heizöl). Durch TWD ist der U-Wert wesentlich höher, typischerweise U=0.6 W/m<sup>2</sup>K. Deswegen würde ohne Sonne das dreifache an Wärme verloren gehen. An einem mittleren Januartag jedoch reicht die Einstrahlung (leicht bedeckt) aus, den Wärmestrom umzukehren. Diese Energiemenge entspricht etwa 5cm<sup>3</sup> Heizöl und an sonnigen Tagen natürlich noch mehr! Deswegen: Auf der Südseite lieber Sonnenenergie gewinnen als extrem zu dämmen!

## **Spezielle Anforderungen Glas**

### *Schutz vor Schnittverletzungen, Splitterschutz*

Ein besonderer Aspekt bei Bauteilen aus Glas ist die unmittelbare Verletzungsgefahr, die von gebrochenem Glas ausgeht. Dabei muss zwischen der Gefahr von Schnittverletzungen für Personen, die unbeabsichtigt gegen Verglasungen stürzen, und der Gefahr, die durch Herabfallen von Glasbruchstücken auf Verkehrsflächen entsteht, unterschieden werden.

Die Gefahr von schweren Schnittverletzungen im Fall von Glasbruch geht insbesondere von monolithisch verwendeten grob brechenden Glasarten (z.B. Spiegelglas oder teilvorgespanntem

Glas) aus. Deutlich reduziert wird die Gefahr von schweren Schnittverletzungen durch die Verwendung von Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG), dessen Bruchstücke relativ klein und stumpf sind.

ESG bietet allerdings im Fall von Glasbruch keinen ausreichenden Schutz für unterhalb der Verglasung angeordnete Verkehrsflächen, da die einzelnen Krümel miteinander zu relativ großen Bruchstücken verhakt sind, die schwere Verletzungen hervorrufen können. In lose kleine Krümel zerspringt ESG erst nach dem Auftreffen auf den Boden.

Schutz vor schweren Schnittverletzungen und die Eigenschaft der Splitterbindung bietet ausreichend dimensioniertes VSG bei absturzsichernden Verglasungen – dies ist bei der TWD wegen der innenseitigen Wand nicht der Fall. Neben baurechtlichen Anforderungen können auch durch Dritte Anforderungen (z.B. Anforderungen von Unfallversicherungsträgern an die konstruktive Gestaltung von Schulen oder Kindertagesstätten) an Verglasungen gestellt werden.

Für Vertikalverglasungen dürfen alle geregelten Glasarten verwendet werden, dennoch gibt es konstruktive Beschränkungen wie die Forderung, dass Einfachverglasungen aus Spiegelglas (Float) und Verbundgläser mit beliebigen Zwischenschichten (z.B. TWD) allseitig gelagert sein müssen.

Nicht zuletzt sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass es unabhängig von expliziten baurechtlichen Forderungen auch im Privatbereich stets sinnvoll ist, Verletzungsrisiken zu erkennen (z.B. frei zugängliche Scheiben ohne Sicherheitseigenschaften), zu bewerten und ggf. zu beseitigen.

### *Geregelte Vertikalverglasungen*

Technische Baubestimmungen für vertikal angeordnete Verglasungen gibt es derzeit nur bei linienförmiger Lagerung nach den TRLV und für hinterlüftete Außenwandbekleidungen nach DIN 18516-4.

Vertikalverglasungen nach den TRLV müssen mechanisch - also z.B. nicht durch Klebung - befestigt sein und dürfen nur ausfachende Funktion haben. Ausfachend heißt, dass sie beispielsweise nicht zur Aussteifung der Gesamtkonstruktion dienen oder zur Abtragung von Lasten aus benachbarten Scheiben herangezogen werden dürfen. Dies ist bei TWD-Konstruktionen mit an der Wand befestigtem Rahmen immer der Fall sein. Nach den TRLV dürfen, teilweise mit zusätzlichen konstruktiven Randbedingungen, alle in der Bauregelliste A [ 4] aufgeführten Glasarten für Vertikalverglasungen verwendet werden. Die TRLV regelt, welche Lasten (Eigengewicht, Wind, Klimlasten bei Isolierverglasungen) bei den Nachweisen zu berücksichtigen sind, und gibt die für jede Glasart einzuhaltenen zulässigen Zugspannungen an.

---

Um nicht für jede übliche Fensterverglasung statische Nachweise führen zu müssen, wurden in den TRLV Bedingungen für allseitig linienförmig gelagerte vertikale Isolierverglasungen (Fläche max. 1,6 m<sup>2</sup>, Glasdicke mind. 4 mm, Windlast max. 0,8 kN/m<sup>2</sup>, usw.) beschrieben, bei deren Einhaltung auf einen rechnerischen Nachweis verzichtet werden kann. Diese können für kleinere TWD-Elemente übernommen werden. Nachdem es schon seit geraumer Zeit einfach anzuwendende Programme zur TRLV gibt, können statische Nachweise für linienförmig gelagerte Verglasungen aber auch ohne großen Aufwand mit Computerunterstützung (siehe z.B. [ 7]) durchgeführt werden.

### *Verglasungsrichtlinien*

Bei der Verglasung von Isolierglaseinheiten mit TWD-Füllung in Holzprofilen sind diverse Vorsichtsmaßnahmen zu beachten. Der Randverbund der Verglasung darf nicht mit stehendem Wasser in Berührung stehen, damit die Haltbarkeit und Dichtigkeit der Verglasung nicht beeinträchtigt wird. Der Falzraum sollte trocken gehalten werden, und damit vor eindringendem Wasser, das nicht mehr abfließen kann, und vor dort kondensierendem stehendem Wasser geschützt werden. [ 10]

Auch sollte die Verglasung nicht direkt auf dem Holz aufstehen, sondern statisch einwandfrei mit Hilfe einer sog. Klotzung horizontal im Rahmen eingestellt sein [ 8].

Die "Rosenheimer Richtlinien" [ 9] für diverse Verglasungstechniken von Fenstern sollten zu Rate gezogen werden. Generell wird in diesem Fall geraten, die Abdichtung mit Hilfe von Dichtlippen aus wetterbeständigem EPDM zu bewerkstelligen.

## **Verarbeitung von Glaselementen**

### *Linienförmig gelagerte Verglasungen*

Die wohl erste Art der Lagerung von Glasscheiben zum Verschließen von Wandöffnungen war, die Scheiben an ihren Rändern durchgehend zu halten. Auch heute noch hat diese Art der Glaslagerung sehr große Bedeutung.

Die Scheiben werden meist an allen Glaskanten („allseitig“) linienförmig gelagert. Es kommen jedoch auch zwei- und dreiseitig gelagerte Verglasungen zur Ausführung. Einen hauptsächlich bei Ganzglasbrüstungen vorkommenden Sonderfall stellen einseitig „linienförmig“ eingespannte Scheiben dar.

---

Um in der Regel unerwünschte Einspannungen an den Glasrändern zu minimieren, werden die Scheiben über elastische Zwischenschichten aufgelagert. Die elastische Auflagerung dient überdies dazu, kleine Unebenheiten der Unterkonstruktion auszugleichen. Unter Beachtung der Bautoleranzen und der zu erwartenden Deformationen der Konstruktion muss stets auf einen ausreichenden Glaseinstand geachtet werden.

Die heute für Glasfassaden und Fenster zum Einsatz kommenden Profilsysteme verschiedener Hersteller müssen neben statischen Anforderungen auch immer anspruchsvollere Anforderungen an den Wärme- und Schallschutz von Verglasungskonstruktionen erfüllen.

Die derzeitigen baurechtlichen Anforderungen an Konstruktion und Tragfähigkeit linienförmig gelagerter Verglasungen sind durch die in der LTB aufgeführten „Technischen Regeln zur Verwendung linienförmig gelagerter Verglasungen“ (kurz: TRLV) fixiert. Dabei sind auch die Anlagen zur LTB zu berücksichtigen.

Die TRLV gelten für an mindestens zwei gegenüberliegenden Seiten linienförmig gelagerte Verglasungen, die anhand ihrer Neigung gegen die Vertikale in Überkopf-(Neigungswinkel > 10°) und Vertikalverglasungen eingeteilt werden.

Die TRLV enthält über die reine Tragfähigkeit von linienförmig gelagerten Verglasungen hinausgehende Anforderungen. Eine zusätzliche konstruktive Vorgabe für Vertikalverglasungen ist die Forderung nach allseitiger Lagerung bei Verwendung bestimmter Glasarten (z.B. Spiegelglas).

## **Spezielle Eigenschaften Kunststoff**

### *Materialverträglichkeit*

Insbesondere bei Verwendung von TWD-Elementen aus Kunststoff ohne Glas ist auf die chemische Verträglichkeit von Profilen, Dichtungsmaterialien und Reinigungsmittel zu achten. Es sollten die Ausführungen der Lieferfirmen beachtet werden.

So sind beispielsweise fernzuhalten Weich-PVC, Farbenlösungsmittel, Insektensprays, Imprägniermittel, Industriereiniger und sonstige korrosive Materialien. Muss an Stoßstellen und Ecken von Verlegeprofilen zusätzlich abgedichtet werden, dürfen nur verträgliche Dichtmassen, z.B. geeignete Silikonkautschuke verwendet werden. Verschließen Sie nicht zu viele Öffnungen - der Dampfdruckausgleich und die Entwässerung darf nicht behindert werden!

### Praktische Gesichtspunkte

Ausdehnungsbewegungen der Platten (bei Glas kaum zu beobachten) können infolge von Haftreibung an den Klemmverbindungen ruckartig freierwerden und dabei Knackgeräusche verursachen. Dieses "Arbeiten" hat keine Auswirkungen auf die Gebrauchsfähigkeit von Platten und Profilen. Deutlich weniger Geräusche ergeben sich bei Klemmprofilen, die die Platten beidseitig in geeigneten Gummidichtungen einfassen.

Ausdehnungsgeräusche können aber auch von anderen Bauteilen der Gesamtkonstruktion ausgehen!

Das Polycarbonat MAKROLON erreicht in der witterungsbeständig veredelten Form durch die mit dem Grundkörper durch Coextrusion unlösbar verbundene "LONGLIFE"-Oberfläche Werte, die eine 10-Jahres-Garantie erlauben.

Hohe Sicherheit gegen Hagel bieten die Platten aus MAKROLON LONGLIFE, für die es eine 10-Jahres-Garantie für absolute Hagelbeständigkeit (Stegplatten HR [= hagelresistent]) bzw. energiebegrenzte Hagelbeständigkeit gibt (Stegplatten mit Flächengewicht größer/gleich  $2 \text{ kg/m}^2$ ).

Neben den regional gültigen Bauvorschriften ist zu beachten, daß MAKROLON SP in der Regel schwerentflammbar sind (Klasse B1 nach DIN4102).

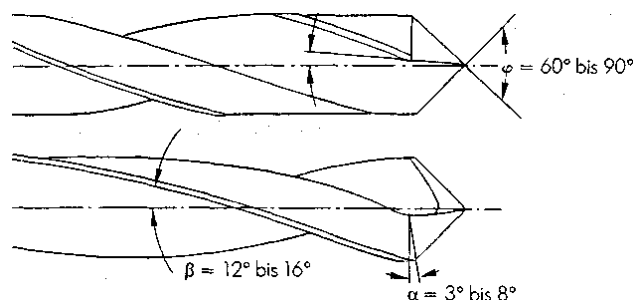
Bei Vertikalverglasungen ist keine Reinigung der Außenseite nötig. Eventuelle Verschmutzungen spült Regen ab. Bestimmte Standorte können jedoch eine Reinigung erfordern (z.B. unter Bäumen, nahe Pflanzungen usw.). Aggressive Reiniger, Insektizide usw. vermeiden.

Stegplatten können "bombieren", d.h. sich in der planen Wandfläche nach vorne oder hinten durchbiegen.

## Verarbeitung von Kunststoffplatten

### Bohren

MAKROLON Stegplatten werden mit Klemmprofilen verlegt, sind jedoch infolge ihrer geringeren Steifigkeit je nach Schnee- oder Windlast eventuell zusätzlich punktweise auf der Unterkonstruktion zu befestigen (Angaben hierzu sind den Produktbeschreibungen



der

jeweiligen Platten zu entnehmen). Dazu werden diese Platten gebohrt und mit geeigneten Schrauben, z. B. SOGSICHERUNG von Röhm, fixiert.

Geeignete Bohrer sind Spiralbohrer wie für Metallbearbeitung

### Sägen

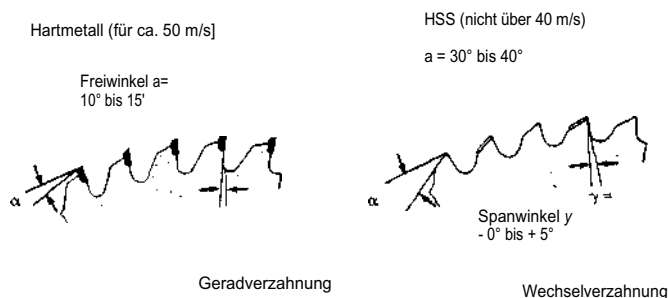
Das Anzeichnen erfolgt am besten auf der Schutzfolie, die auch für die weitere Bearbeitung bis nach der Montage auf der Platte bleiben soll. Um Kerbspannungsbruch zu vermeiden, dürfen nie Reißnadel oder Körner verwendet werden.

Am besten geeignet sind alle hoch-tourigen Kreissägen mit einer Schnittgeschwindigkeit von ca. 50 m/sec. Werkstoffgerecht ist ein ungeschränktes Vielzahnsägeblatt mit Hartmetallschneiden (Abb. 6a).

Für Kurvenschnitte und Eckaussparungen (vorher ein Loch als Eckabrundung bohren!) sind auch Stichsägen (ohne Pendelhub!), Laub- und kleine Bügelsägen verwendbar.

Besonders saubere Schnittkanten werden an den Platten erzielt, wenn

- neuwertige Werkzeuge Verwendung finden (mit denen zwischendurch keine anderen Materialien geschnitten werden!),
- mit Anschlag gearbeitet wird, um Verkanten der Säge und dadurch mögliches Einreißen der Platte zu vermeiden (Abb. 6b),
- das Kreissägeblatt bei MAKROLON ca. 40 mm über die Platte hinausragt
- die Platten gegen Flattern gesichert, also gut befestigt sind.



---

Durch Feilen können raue Sägeschnitte entgratet werden. In die Plattenhohlräume eingedrungene Sägespäne werden mit Druckluft ausgeblasen oder mittels Staubsauger entfernt. An der Schnittkante anhaftende Späne lassen sich zuvor mit einer Drahtbürste entfernen.

## **5. Verhalten im Gebrauch**

Die Bildung von temporärem Kondensat an der Innenseite und in den Hohlkammern von Stegplatten ist ein naturgesetzlicher Vorgang und kann nicht völlig vermieden werden. Auf Grund von Dampfdruckunterschieden dringt immer etwas Feuchte durch Kunststoffplatten in Hohlkammern ein. Auch bei Verglasungselementen, die belüftet sind, steht das Luftvolumen im Austausch mit der Umgebung. Wird nun eine Außenoberfläche rasch abgekühlt (z.B. bei einem Gewitter, Temperatursturz oder auch durch Strahlungskühlung bei klarem Himmel nachts), so bildet sich in geringem Umfang Tauwasserbeschlag an dieser Oberfläche. Durch eine materialgerechte Belüftung der Elemente kann das Kondensat wieder verdunsten und austreten. Der Beschlag wird bei korrekter Belüftung und Regendichtigkeit (kein stehendes Wasser im Element!) von alleine innerhalb kurzer Zeit wieder verschwinden.

## **Haftungsklausel**

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. Die vorstehenden Informationen und unsere anwendungstechnische Beratung in Schrift, Wort und Bild erfolgen nach bestem Wissen, gelten jedoch nur als unverbindliche Hinweise auch in etwaige Schutzrechte Dritter. Die Beratung befreit Sie nicht von einer eigenen Prüfung unserer aktuellen Beratungshinweise und Produktinformationen in Hinblick auf ihre Eignung und Anwendbarkeit für die beabsichtigten Anwendungen und Zwecke. Anwendung, Verwendung und Verarbeitung der genannten Produkte und der auf Grund unserer anwendungstechnischen Beratung daraus hergestellten Produkte und Bauweisen erfolgen außerhalb unserer Kontrollmöglichkeiten und liegen daher ausschließlich in Ihrem Verantwortungsbereich.

*Fachverband Transparente Wärmedämmung e. V.  
Ginsterweg 9, 79194 Gundelfingen  
Gundelfingen*

*Mai 2004*

## Bezugsquellen

### TWD-Elemente (s.a. [www.fvtwd.de](http://www.fvtwd.de))

Makrolon-Stegplatten:	Bayer Sheet Europe, Darmstadt, <a href="http://www.bayersheeteurope.com">www.bayersheeteurope.com</a> Verkauf über Großhandel, z.B. TRK-Gruppe
TWD-Verglasungen	Okalux GmbH, Marktheidenfeld, <a href="http://www.okalux.de">www.okalux.de</a> Verkauf über Glasfachhandel oder direkt
	L.E.S. GmbH, Rednitzhembach, <a href="http://www.les-twd.de">www.les-twd.de</a> Verkauf über Glasfachhandel oder direkt

### Fassadenmaterial

Leimholzbinder	Baumärkte und Holzhandel
Rahmendübel	HILTI Deutschland GmbH, Kaufering, <a href="http://www.hilti.de">www.hilti.de</a> Metall-Kunststoff-Technik, Weilerbach, <a href="http://www.mkt-duebel.de">www.mkt-duebel.de</a> Arthur Fischer GmbH & Co KG, Waldachtal, <a href="http://www.fischerwerke.de">www.fischerwerke.de</a>
Aluprofile	Otto Wolff, Düsseldorf (ALWO Profile), <a href="http://www.ottowolff.de">www.ottowolff.de</a> BET 2000 Bauelementetechnik GmbH (BET Profile), <a href="http://www.bet2000.de">www.bet2000.de</a> Hermann Gutmann Werke AG, <a href="http://www.gutmann.de">www.gutmann.de</a> Verkauf über örtlichen Glasgroßhandel oder Baumärkte
Verlegezubehör	Beim Lieferanten der Alu-Profile oder beim Speziallieferanten:
Dichtprofile	EPDM-Dichtlippen passend zu Alu-Profilen
Schrauben	Fassadenschrauben: z.B. A & M Schrauben-Handelsgesellschaft mbH , Wuppertal, <a href="http://www.amschrauben.de">www.amschrauben.de</a> Eberhard Jaeger GmbH & Co KG, Laasphe, <a href="http://www.ejot.de">www.ejot.de</a> Online-Shop Handwerker, <a href="http://www.profischrauben.com">www.profischrauben.com</a>
Metallklebebänder	Scotch-Aluklebeband 425, 3M Deutschland GmbH, Neuss, <a href="http://www.3m-klebeteknik.de">www.3m-klebeteknik.de</a>
Klebebänder	Sellotape AntiDust 4844: Scapa Tape Klebetechnik, Mannheim, <a href="http://www.scapa.com">www.scapa.com</a>

Silikonkautschuk	Ködisil HAC: Kömmerling Chemie, <a href="http://www.evt-dichtstoffe.de">www.evt-dichtstoffe.de</a> Dow Corning Silikone: Dow-Corning, <a href="http://www.dowcorning.com">www.dowcorning.com</a> Elastosil: Wacker Silicones, <a href="http://www.wacker.com">www.wacker.com</a> oder im Baustoffhandel
Kompriband	Örtlicher Fensterbauer, Bauhandel Haefele GmbH, Nagold, <a href="http://www.haefele.de">www.haefele.de</a>

Generell sind verschiedene Produkte für die Fertigung der Fassade geeignet. Unsere Liste gibt nur Beispiele wieder, andere Marken können ebenso für die Konstruktion einer TWD-Fassade geeignet sein. Eine gute Recherchemöglichkeit für Bezugsquellen bietet das Internet mit „Wer liefert was?“ ([www.wlw.de](http://www.wlw.de)). Auch der örtliche Bau- und Fachhandel bietet geeignete Produkte an.

## Literatur

- [ 1] Bauproduktenrichtlinie zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (89/106/EWG), siehe [www.dibt.de](http://www.dibt.de)
- [ 2] Bestimmung des solaren Energiegewinns durch Massivwände mit transparenter Wärmedämmung, Richtlinie des Fachverbands TWD e.V., April 2000, siehe [www.fvtwd.de](http://www.fvtwd.de)
- [ 3] Liste der technischen Baubestimmungen LTB, siehe z.B. [www.bauen.bayern.de/vorschriften.htm](http://www.bauen.bayern.de/vorschriften.htm)
- [ 4] Bauregelliste, siehe [www.dibt.de](http://www.dibt.de)
- [ 5] Rechnung mit Excel-Blatt des Fachverbands TWD e.V., siehe [www.fvtwd.de](http://www.fvtwd.de)
- [ 6] Technische Richtlinie Linienförmig gelagerte Verglasungen - TRLV, siehe z.B. [www.bauen.bayern.de/vorschriften.htm](http://www.bauen.bayern.de/vorschriften.htm)
- [ 7] [www.statikweb.de](http://www.statikweb.de)
- [ 8] Klotzung von Verglasungseinheiten, Richtlinie IGH Nr. 3, siehe [www.glaserhandwerk.de](http://www.glaserhandwerk.de)
- [ 9] Verglasung von Holzfenstern ohne Vorlegeband, Richtlinie 09/83, Institut für Fenstertechnik Rosenheim, siehe [www.ift-rosenheim.de](http://www.ift-rosenheim.de)
- [ 10] Verglasungsrichtlinie für Isolierglas, z.B. [www.markenkreis.de](http://www.markenkreis.de)