



Beton

Planungsatlas für den Hochbau

Anmerkungen
zu den Modellen
(Wärmeschutz)



Index – Anmerkungen zu den Modellen

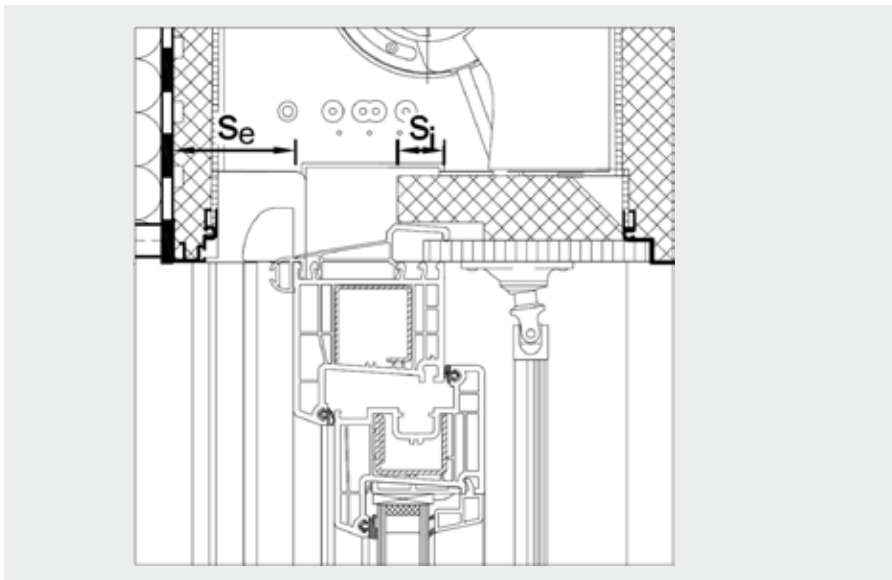
- 1) Gleichwertig zur dargestellten Konstruktion mit Mauersteinen sind großformatige Elemente aus haufwerksporigem Leichtbeton nach DIN EN 1520 einsetzbar.
 - 2) Für die Richtqualität des Betonbodensystems ist das Merkblatt geschliffene zementgebundene Bodensysteme der BFTN im ZDB (vgl. Spalte „Geschliffenes Betonbodensystem“) maßgebend. Die Rezepturen sind nach DIN EN 206 / DIN 1045-2 zusammensetzen und unterliegen durch die Herstellung im Transportbetonwerk der WPK des jeweiligen Herstellers sowie auf der Baustelle nach DIN 1045-3 der Güteüberwachung einer Überwachungs- und Zertifizierungsstelle für ÜK 2 (vgl. QSB *Qualitätsgemeinschaft Schöne Betonböden e.V.*). Die Herstellung kann ein- oder zweischichtig (Nass-in-Nass) erfolgen.
 - 3) Zur Reduzierung der Traglastminderung infolge Deckendrehwinkel ist für größere Einbindetiefen der Deckenplatte in die Außenwand die Anordnung einer Zentrierleiste zu empfehlen.
 - 4a) Fenster sind so abzudichten, dass Feuchtigkeit aus der Baufuge herausgehalten wird. Dies gilt sowohl für den Schlagregen auf der Außenseite als auch für die Raumluftfeuchtigkeit der Innenseite (vgl. *Gütegemeinschaft Kunststoff-Fenstersysteme im Qualitätsverband Kunststoffherzeugnisse e.V.*). Der fachgerechte Anschluss der Fensterrahmen ist des Weiteren zur Sicherstellung der Anforderungen an die Luftdichtheit der Gebäudehülle (Reduzierung der Lüftungswärmeverluste) erforderlich. Die Abdichtung muss winddicht, schall- und wärmedämmend sein und die temperaturbedingte Verformungen (Längenänderungen / Verwölbungen) aufnehmen. Grundsätzlich gilt das Prinzip „innen dichter als außen“. Als Abdichtung dienen hierzu beispielsweise
 - spritzbare Dichtstoffe,
 - imprägnierte Schaumkunststoff-Bänder,
 - Dichtungsbahnen und
 - Dichtungsbänder.
- In Stahlbeton-Sandwichfassaden ist das Fenster ausschließlich an der Trag-schicht zu befestigen.
- 4b) Das Dämmniveau der Fenster- und Türelemente wurde anhand von fünf Wärmedurchgangskoeffizienten (von 0,80 bis 1,60 W/(m²K)) berücksichtigt. Gemäß dem Ansatz nach DIN 4108 (Beiblatt 2) für Fenster- und Türdetails, wird stets ein sieben Zentimeter dicker Rahmen mit einer äquivalenten Wärmeleitfähigkeit λ_{Fen} angesetzt. Der Standardwert nach Beiblatt beträgt, bei einem geforderten pauschalen Wärmedurchgangskoeffizient von $U_{\text{Fen}} = 1,412 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, $\lambda_{\text{Fen}} = 0,13 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ (für die übrigen U-Werte wurden entsprechend andere Leitfähigkeiten angesetzt). Aufgrund der vereinfachten Modellierung des Fensters können sich für reale Rahmengenometrien abweichende minimale Oberflächentemperaturen im Bereich des Fensterrahmens ergeben. Für monolithische Konstruktionen können die ψ -Werte mit ausreichender Genauigkeit für eine Fensterlage im mittleren Drittel der Wand angesetzt werden.
 - 5) Alternativ: Ausführung als „Weiße Wanne“ gemäß DAfStb-Richtlinie „WU-Beton“. Lastabtragende und dichtende Funktion werden alleine von den wasserundurchlässigen Bauteilen aus Beton („Weiße Wanne“) übernommen. Bei der Ausbildung als „Weiße Wanne“ können Abdichtungsmaßnahmen nach DIN 18195 entfallen. Der Beton mit hohem Wassereindringwiderstand ist bei Wasserzementwerten unterhalb von 0,55 baupraktisch dicht. Allerdings findet in einer Konstruktion aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand, wie bei nach DIN 18195 abgedichte-

Index – Anmerkungen zu den Modellen

ten Bauwerken auch, eine Abgabe der Baufeuchte durch Wasserdampfdiffusion in begrenzter Zeit nach innen statt. Dies ist insbesondere bei frühzeitiger Belegung mit dichten Belägen zu beachten.

- 6) Der Rollraum wurde mit einer Wärmeleitfähigkeit von $\lambda_{\text{Luftraum}} = 1,60 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ und die Wärmeleitfähigkeit der umlaufenden Dämmschicht mit $\lambda_{\text{Mantel}} = 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ angesetzt. Auf der sicheren Seite liegend wurde ein Gesamtmaß des Rollladenkastens von $25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$ mit $s_e = 5 \text{ cm}$ angesetzt. Die Überdämmung des Fensterrahmens sollte stets mit $s_i \geq 2 \text{ cm}$ ausgeführt werden. Die Stirn- und Innendämmung ist zur Bündigkeit der Innen- und Außenoberflächen dem Rollladenkasten anzupassen.

Bei abweichendem Aufbau des Rollladenkastens können sich abweichende minimale Oberflächentemperaturen im Bereich der Fensterlaibung ergeben.



- 7) Der Wert der Wärmeleitfähigkeit des thermischen Trennelementes ist als resultierender Wert aus den Teileinflüssen des Dämmmaterials, der durchstoßenden Bewehrung, sowie der betrachteten Wandsituation anzusehen. Als äquivalenter Wert des Gesamtsystems dient er der vereinfachten Berechnung des Systems. Auf der sicheren Seite liegend wurden für die hier vorliegenden zweidimensionalen Berechnungen pauschale Maximalwerte - gestützt durch Berechnungen der Hersteller - angesetzt. Die Anwendung der für die Wärmeschutznachweise dargestellten ψ -Werte auf abweichende Konstruktionen ist nicht zu empfehlen. Sowohl geometrische Abweichungen als auch die Wahl anderer Materialien machen in der Regel fallbezogene Berechnungen notwendig.
- 8) Es wurde stets eine Sturzhöhe von $h_s = 24 \text{ cm}$ angesetzt. Die Werte können für größere Höhen übernommen werden. Für kleinere Höhen muss der Wert um $\Delta\psi = 0,01 \text{ W/(mK)}$ erhöht werden.
- 9) Die Dicke der Dämmung ist den Steinformaten anzupassen, welche nach statischen Gesichtspunkten zu dimensionieren sind. Die in den Zeichnungen angegebenen Werte sind Mindestdämmdicken. Für größere Dämmdicken können die ψ -Werte auf der sicheren Seite liegend angesetzt werden.

Index – Anmerkungen zu den Modellen

- ¹⁰⁾ Die Einflüsse von Befestigungen und Verbindungsmitteln wurden nicht berücksichtigt. Die U-Werte für zwischensparrengedämmte Bauteile in Holzbauweise beziehen sich nicht nur auf den Wärmedurchgangskoeffizienten des Gefachs, sondern sind entsprechend der DIN EN ISO 6946 ermittelt worden. Dabei wurde allgemein von einem Sparrenanteil von 12 % und einem Dämmanteil von 88 % ausgegangen.
- ¹¹⁾ Für die Berechnung wurden die notwendigen Mindestwerte der den Wand-kopf ummantelnden Dämmung ermittelt und zum Ansatz gebracht. Bei der Ausführung dünnerer Dämmschichten kann die Oberflächentemperatur im beheizten Raum unter 12,6 °C sinken.
- ¹²⁾ Durch die Ständerkonstruktion wird eine Dachneigung von > 2 % erzeugt.
- ¹³⁾ Für einbindende Innenwände mit geringeren Wanddicken liegen die ermittelten ψ -Werte auf der sicheren Seite. Gegebenenfalls gestellte schalltechnische Anforderungen sind bei der Wahl der Wanddicke zu beachten.
- ¹⁴⁾ Die Mindestdicke der gefälleerzeugenden Schicht richtet sich nach den konstruktiven Erfordernissen. Bei den Ausführungen mit Gefälledämmung wurde auf der sicheren Seite liegend stets die größte Dämmschichtdicke d_2 angesetzt. Bei Ausführungen mit Ausgleichsschicht wurde eine mittlere Schichtdicke von 10 cm angesetzt.
- ¹⁵⁾ An Dachkanten ist gemäß des Zentralverbandes des Deutschen Dachdeckerhandwerks Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik e.V., ausgenommen im Bereich von Dachrinnen, ein Randabschluss erforderlich. Geeignet sind Randaufkantungen mit Dachrandabdeckungen oder Dach-randabschlussprofile. Die Höhe der Abdichtung über Oberkante Belag ist abhängig von der Dachneigung α wie folgt auszuführen:
- $\alpha \geq 5^\circ$: mindestens 10 cm
 $\alpha < 5^\circ$: mindestens 5 cm
- Dachrandabschlüsse müssen ein Gefälle zur Dachseite aufweisen. Die Abdichtungsbahnen des Anschlusses sollen bei Dachrandaufkantungen bis zur Außenkante geführt und befestigt werden.
- ¹⁶⁾ Bei auf der „warmen“ Seite innen gedämmten Konstruktionen ist gegebenenfalls die Anordnung einer Dampfsperre erforderlich.
- ¹⁷⁾ Wenn umlaufende Brüstungen eine Entwässerung über die Randbereiche komplett verhindern, dann sind nach DIN EN 12056 zwei unabhängig voneinander arbeitende Entwässerungen zu installieren (z. B. ein Bodenablauf und ein Speier oder zwei Speier). Der zweite Speier dient, entsprechend den Regelwerken, als Notab- bzw. Notüberlauf und muss eine lichte Weite von mindestens 4 cm aufweisen.
- ¹⁸⁾ Als thermisch „ungünstigster“ Fall wurde der angrenzende Raum als unbeheizte Stahlbetonkonstruktion angesetzt. Die dargestellten ψ -Werte können auf der sicheren Seite liegend bei thermisch mindestens gleichwertigen Randbedingungen auf abweichende Konstruktionen angewendet werden.
- ¹⁹⁾ Bei Gebäuden mit Hanglage kann die Ausführung der unteren Keller-außenwand aus Stahlbeton aufgrund der statischen Anforderungen erforderlich sein.
- ²⁰⁾ Die aufgeführten Werte können unabhängig von der nachzuweisenden Gebäudeseite angesetzt werden.
- ²¹⁾ Alle Berechnungen wurden mit einem vertikalen Versatz der einbindenden Geschossdecke und der Balkonplatte von 5 cm durchgeführt. Für eine höhengleiche Ausführung stellen die angegebenen thermischen Werte auf der sicheren Seite liegende Ergebnisse dar und können in Ansatz gebracht werden.

Index – Anmerkungen zu den Modellen

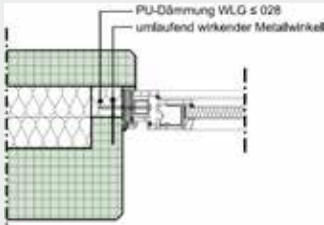
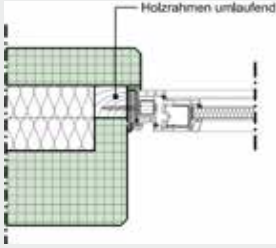
- 22) Bei den Berechnungen wurde eine Einbindetiefe der Frostschränze von 80 cm angesetzt. Größere Einbindetiefen wirken sich positiv auf das thermische Verhalten des Bauteils aus.
- 23) Die Höhe h der Giebelwand über Dach wurde zu 60 cm angesetzt. Für kleinere Höhen h liegen die angegebenen ψ -Werte „auf der sicheren Seite“. Für größere Höhen h sind die angegebenen ψ -Werte um $\Delta\psi = 0,03 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ zu erhöhen.
- 24) Die Einflüsse von die Dämmebene durchdringenden Verbindungsmitteln sind bei der Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten der Regelbauteile zu berücksichtigen. Die angegebenen Wärmeleitfähigkeiten gelten für das Dämmmaterial ohne Einfluss von durchdringenden Materialien. Im Rahmen der thermischen Berechnungen wurden thermisch relevante Einflüsse berücksichtigt.
- Anmerkung 1: Für Fassaden aus Stahlbeton-Sandwichelementen ist der U-Wert dabei aus den homogenen Einzelschichten in Verbindung mit den zusätzlichen Wärmeverlusten infolge der systembedingt vorhandenen Anker- und Fugensysteme zu bestimmen. Neben den Angeboten der Hersteller von Ankersystemen sind umfangreiche Informationen über die genaue Erfassung der Wärmeverluste aus Anker- und Fugensystemen sowohl für individuelle Elementkonfigurationen als auch für die gesamte Fassade zu finden unter:*
- ▶ Willems, W.; Hellinger, G.: „Exakte U-Werte von Stahlbeton-Sandwichelementen“, *Bauphysik* 5/2010 - Seite 275 bis 287, Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin, 2010
 - ▶ Unter <http://www.fdb-fertigteilebau.de/> bietet die Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V. Vordimensionierungstabellen für U-Werte von Stahlbeton-Sandwichelementen an
- Anmerkung 2: Für großformatige vorgehängte Stahlbetonfassaden mit Luftraum ist der U-Wert aus den homogenen Einzelschichten bis zum Hinterlüftungsraum in Verbindung mit den zusätzlichen Wärmeverlusten infolge der systembedingt vorhandenen Ankersysteme zu bestimmen. Weitere Informationen sind hierzu zu finden:*
- ▶ Unter <http://www.fdb-fertigteilebau.de/> bietet die Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V. eine Berechnungstabelle zur Ermittlung des Zuschlages ΔU zum Wärmedurchgangskoeffizienten für Halben Fassadenanker und Druckschrauben
- 25) Hinsichtlich der Ausführbarkeit und des Schalenabstands einer zweischaligen Außenwandkonstruktion (auch Sandwichkonstruktionen) sind die produktspezifischen Anwendungsbeschränkungen und gegebenenfalls Zulassungen zu beachten.
- 26) Es wurde das Massivdachsystem der Firma M&A dargestellt und berechnet. Der Wert der Wärmeleitfähigkeit ist als äquivalenter Wert aus den Teileinflüssen des Dämmmaterials und der durchstoßenden Bewehrung (Edelstahlgitterträger) anzusetzen. In den Berechnungen wurde der Einfluss der Gitterträger pauschal auf die Betonplatte und die Wärmedämmung des Massivdachelementes verteilt. Die äquivalenten Wärmeleitfähigkeiten l_{equiv} wurden für das dargestellte Modell durch die Firma M&A bereitgestellt. Die Anwendung der dargestellten ψ -Werte auf abweichende Konstruktionen ist nicht zu empfehlen. Die Auswirkungen kleiner geometrischer und konstruktiver Änderungen (z. B. Plattendicke oder der Bewehrungsanteil) erfordern weiterführende dreidimensionale Betrachtungen oder experimentelle Untersuchungen.

Index – Anmerkungen zu den Modellen

- 27) Es wurde das Massivdachsystem der Syspro-Gruppe Betonbauteile e.V. dargestellt und berechnet. Der Wert der Wärmeleitfähigkeit ist als äquivalenter Wert aus den Teileinflüssen des Dämmmaterials und der durchstoßenden Bewehrung (Edelstahlgitterträger) anzusetzen. In den Berechnungen wurde der Einfluss der Gitterträger pauschal auf die Betonplatte und die Wärmedämmung des Massivdachelementes verteilt. Die äquivalenten Wärmeleitfähigkeiten λ_{equiv} wurden für das dargestellte Modell durch die Syspro-Gruppe Betonbauteile e.V. bereitgestellt. Für eine Wärmeleitfähigkeit des Dämmmaterials im Dach von $\lambda = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ müssen die ψ -Werte auf der sicheren Seite liegend um $\Delta\psi = 0,007 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ erhöht werden. Die Anwendung der dargestellten ψ -Werte auf abweichende Konstruktionen ist nicht zu empfehlen. Die Auswirkungen kleiner geometrischer und konstruktiver Änderungen (z. B. Plattendicke oder der Bewehrungsanteil) erfordern weiterführende dreidimensionale Betrachtungen oder experimentelle Untersuchungen. Die Dicke und Länge der oberen Betonschale im Traufbereich ist von der Kragweite abhängig. Dabei sind für die Höhe h Werte zwischen 7,5 cm und 12 cm üblich. Für die Berechnung wurde auf der sicheren Seite liegend mit $h = 12 \text{ cm}$ und $t = 14,5 \text{ cm}$ gerechnet.
- 28) Die Länge des Dachüberstandes wurde auf der sicheren Seite liegend zu 75 cm angesetzt. Kleinere Längen wirken sich günstig auf die ψ -Werte aus.
- 29) Zur Verhinderung von Rissbildungen durch Verformungen der Stahlbetondecke kann im Bereich des Auflagers die Anordnung eines Gleitlagers (z. B. Bitumen- oder Kunststoffbahn) erforderlich sein. Bei hochwärmegedämmten Dächern kann aufgrund des geringen Temperaturgradienten ggf. auf die Anordnung eines Gleitlagers verzichtet werden.
- 30) Aufgrund der thermisch ungünstigeren Wirkung wurde eine Konstruktion mit einem U-Stein und Ringbalken dargestellt und berechnet. Bei Decken und Dächern ohne Scheibenwirkung oder z. B. bei Deckenaussparungen im Bereich tragender Wände ist die horizontale Aussteifung der Wände gemäß DIN 1053 Teil 1 durch „Ringbalken“ (biegesteife Randbalken) oder statisch gleichwertige Maßnahmen sicherzustellen (z. B. durch horizontale Aussteifungsverbände in Deckenebene). Wenn Kelleraußenwände nur gering belastet sind oder die Erdanschüttung frühzeitig erfolgen soll, steifen horizontal angeordnete Balken in halber Geschosshöhe die Kellerwände aus. Befindet sich unter der Dachdecke eine Gleitschicht zum Ausgleich von Verformungsdifferenzen, so ist die Ausbildung von umlaufenden Ringbalken zwingend notwendig, damit die Außenwände eine obere Haltung bzw. horizontale Aussteifung erfahren. Die Wanddicke der U-Steine wurde stets zu 6 cm und die Dämmung (falls vorhanden) zu 4 cm angesetzt. Für den Betonquerschnitt des Ringbalkens / -ankers ergibt sich somit stets eine Breite von $B = d_{\text{ges}} - 2 \cdot 6 - 4 \text{ cm}$. Zur Reduzierung des Wärmebrückeneffektes wurde bei zusätzlich gedämmten U-Steinen einen Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung von $0,030 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ angesetzt. Bei Ortgang-Anschlüssen von Sparren- oder Pfettendächern wurde der Ringbalken an der Position mit der ungünstigsten thermischen Wirkung dargestellt und berechnet. Für Konstruktionen mit U-Steinen geringerer Dichte oder ohne Ringanker ergeben sich geringere ψ -Werte.

Index – Anmerkungen zu den Modellen

- 31) Die Länge der Abkantung des Abschlussprofils ist gemäß des Zentralverbandes des Deutschen Dachdeckerhandwerks Fachverband Dach-, Wand -und Abdichtungstechnik e.V., abhängig von der Gebäudehöhe H wie folgt auszuführen:
- H ≥ 8 m: mindestens 5 cm
 - 8 m < H ≤ 20 m: mindestens 8 cm
 - H > 20 m: mindestens 10 cm
- 32) Der Sturz ist den statischen Anforderungen entsprechend auszuführen. Die Sturzhöhe kann dabei für nichttragende Stürze zwischen 10 cm und 24 cm und für tragende Stürze zwischen 17 cm und 36,5 cm liegen. Aufgrund der notwendigen „thermischen Entkopplung“ bietet sich hier die Anordnung eines L-förmigen Fertigteilsturzes mit werkseitig integrierter, mindestens 2 cm dicker Wärmedämmung der Wärmeleitgruppe 035 an der Rückseite und aufgeklebten Riemchen an.
- 33) Die angegebenen Werte gelten für einen Fenstereinbau mit punktuellen Befestigungen des Fensterrahmens an der Tragschale (im Folgenden $\psi_{\text{punktuell}}$ benannt). Für abweichende Konstruktionen sind die ψ -Werte auf der sicheren Seite liegend um $\Delta\psi$ wie folgt zu erhöhen/verringern ($\psi = \psi_{\text{punktuell}} + \Delta\psi$).

Befestigung des Rahmens mittels	$\Delta\psi$ W/(m·K) *					
	Abhängig vom U-Wert des Sandwichelements					
	mit					
	≤ 0,20	0,35	0,50	0,65	0,75	≥ 0,85
umlaufendem überdämmten Metallwinkel 	0,026	0,026	0,015	0,003	-0,003	-0,009
umlaufendem Holzrahmen 	0,080	0,095	0,124	0,109	0,100	0,092

* Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

Index – Anmerkungen zu den Modellen

- 34) Für den Einbau in Deutschland ist in der Regel eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich, da für den Einsatz gegenwärtig keine zugelassenen Produkte vorliegen.
- 35) Zum Schutz der Dämmung vor eindringendem Wasser wird bei Steildächern über der Dämmung des Firstes auf der Oberschale eine zu beiden Seiten etwa 10 cm breite Abdichtung aufgeklebt.
- 36) Die Dicken sind beispielhaft und stets den statisch / konstruktiven Anforderungen anzupassen.
- 37) Die thermischen Einflüsse der Fugengeometrien und -füllungen sind bei der Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten der Regelbauteile zu berücksichtigen. Im Rahmen der thermischen Berechnungen wurden thermisch relevante Einflüsse berücksichtigt.
Für weiterführende Informationen vgl. Anmerkung ²⁴⁾
- 38) Eine außenseitige Abdichtung ist stets objekt- und anschlusspezifisch auszuführen. Weiterführende Informationen finden Sie unter den folgenden Publikationen.

Stichwort	Norm / Richtlinie / Merkblatt
Fugendichtstoff / Fugenbreiten	DIN 18540: Abdichten von Außenwandfugen im Hochbau mit Fugendichtstoffen
Fugendichtungsbänder	DIN 18542: Abdichten von Außenwandfugen mit imprägnierten Fugendichtungsbändern aus Schaumkunststoff – Imprägnierte Fugendichtungsbänder – Anforderungen und Prüfung
Aufgeklebte Fugenbänder	IVD-Merkblatt Nr. 4 – Abdichten von Fugen im Hochbau mit Elastomer-Fugenbändern unter Verwendung von ausreagierenden Klebstoffen (erhältlich unter www.ivd-ev.de)
konstruktive (offenen) Fugen / Schlageregen-schutz	DIN 4108-3: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung

- 39) Eine innenseitige Abdichtung ist stets objekt- und anschlusspezifisch auszuführen. Bei gedämmten Konstruktionen dient sie dazu feuchte Raumlufte von der Konstruktion – speziell der Dämmebene – fernzuhalten.
Des Weiteren sind alle Bauteile tauwasserfrei auszuführen. Im Bereich der Anschlüsse von Regelbauteilen (auch Stoßfugen) kann diese Forderung nur durch eine fachgerechte innenseitige Abdichtung erfolgen. Grundsätzlich sollte eine Konstruktion immer nach der Regel „innen dichter als außen“ geplant werden. Dargestellt ist stets eine Ausführung mit elastischem Dichtstoff (z. B. komprimiertem Dichtungsband oder Butylband). Alternativ können Fugenabdichtungsprofile eingebaut werden.
- 40) Die Lagerung der Tragschicht erfolgt punktuell. Hierbei ist die Teilflächenbeanspruchung zu beachten. Die Zwischenräume werden durch Dämmung ausgefüllt. Die angegebenen Wärmeleitfähigkeiten gelten für das Dämmmaterial ohne Einfluss von durchdringenden Materialien. Im Rahmen der thermischen Berechnungen wurden die thermisch relevanten Einflüsse anhand eines Betonanteils von 6 % und einem Dämmanteils von 94 % berücksichtigt. Für niedrigere Betonanteile liegen die Ergebnisse stets auf der „sicheren Seite“.
- 41) Die Lagerung der Tragschicht erfolgt punktuell auf den Einzelfundamenten. Zur Sicherstellung einer frostfreien Gründung sind entsprechende Maßnahmen zu treffen.

Index – Anmerkungen zu den Modellen

- 42) Im Gegensatz zum „Wohnungsbau“ werden im „Nichtwohnungs- und Gewerbebau“ konstruktiv und thermisch stark unterschiedliche Boden- und Deckenaufbauten eingesetzt. Beispielhaft wurde als Bodenkonstruktion eine wohnungsbauähnliche Konstruktion als schwimmender Estrich auf Trittschalldämmung bzw. ein Industrieboden dargestellt. Als beispielhafte Deckenkonstruktion wurde eine abgehängte Decke dargestellt. Im Rahmen der thermischen Berechnungen wurden grau dargestellte Boden- und Deckenkonstruktionen nicht berücksichtigt.
- 43) Ist eine Ausführung als aussteifende Deckenscheibe erforderlich, so ist in der Regel ein Ringanker anzuordnen. Im Zuge der thermischen Berechnungen wurde ein Ringanker vernachlässigt.
- 44) Das Kopfholz ist derart auszuführen, dass eine Auslaugung verhindert wird (z. B. lackiertes Holz oder Ummantelung).
- 45) Der Konstruktionsanschluss ist bei raumhohen Öffnungen nur für $l > 60$ cm anwendbar.
- 46) Die Aufgaben einer Trennwanddämmung bestehen einerseits in der schalltechnischen Entkopplung der beiden Gebäude und andererseits in der Wärmedämmung der Trennwand. Des Weiteren wirkt sie als Füllstoff und unterbindet eine mögliche Zirkulation von kalter Luft im Zwischenraum.
- 47) Der Böschungswinkel ist stets abhängig von den Eigenschaften der anstehenden Bodenarten, den Lagerungsverhältnissen, den Wasserverhältnissen und den Auflasten sowie Erschütterungen. Aus wirtschaftlicher Sicht ist ein möglichst *großer* Böschungswinkel anzustreben. Nach DIN 4124 sind die folgenden Böschungswinkel einzuhalten:

- › 45° bei nicht bindigen oder weichen bindigen Böden
- › 60° bei steifen oder halbfesten bindigen Böden
- › 80° bei festen bindigen Böden oder Fels

Aus thermischer Sicht ist ein möglichst *geringer* Winkel anzustreben, da damit der als Frostschräge wirkende Drainagering weiter nach außen gezogen wird.

- 48) Aufgaben des Filtervlieses:

- › Fixierung des Glasschaumschotters / -granulats,
- › Verhinderung der Vermischung des Glasschaumschotters / -granulats mit dem anstehenden Boden (seitlich und von unten),
- › Schutz vor dem Versanden (von oben oder seitlich),
- › Verhinderung des Einlaufens von Zementleim (von oben),
- › mechanischer Schutz des Glasschaumschotters / -granulats (z. B. beim Verlegen der Bewehrung der Bodenplatte) und
- › Ableiten von eindringendem Wasser (Drainage).

Es ist ein verrottungssicheres, durchwurzelungshemmendes, diffusionsoffenes Geotextil 100 g/m^2 (GRK 2), bei Anwendung des Geotextils als Filter 150 oder 250 g/m^2 (GRK 3/4), zu nutzen und eine Mindest-Überlappung von 10 cm sicherzustellen. Alternativ kann – bei Vernachlässigung der Drainagewirkung – eine mindestens $0,2$ mm dicke PE Folie genutzt werden.

- 49) Der Konstruktionsanschluss ist zur Sicherstellung der Verankerung nur für $l > 30$ cm anwendbar.

Index – Anmerkungen zu den Modellen

⁵⁰⁾ Gemäß des Abschlussberichts „Schadensfreie niveaugleiche Türschwellen“ des Aachener Instituts für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik“ sind Übergänge mit verringerter Schwellenhöhe (Schwellenhöhe ≤ 15 cm) und barrierefreie Übergänge (Schwellenhöhe ≤ 2 cm) wie folgt einzuschätzen und zu planen.

Schwellenausführungen mit Aufkantungshöhen von 5 cm und unmittelbar vor den Schwellen angeordneten Gitterrostrinnen stellen inzwischen die anerkannte „Regel der Technik“ dar. Barrierefreie Übergänge (≤ 2 cm) werden in den aktuellen Regelwerken als abdichtungstechnische Sonderlösungen eingestuft, die zwischen Planern, Türherstellern und Ausführenden abzustimmen sind. Darüber hinaus sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, um die Wasserbeanspruchung im Schwellenbereich zu reduzieren bzw. die Abdichtungsmaßnahmen zu verbessern.

Die Zuverlässigkeit des Anschlusses kann durch Beachtung folgender Gesichtspunkte erheblich erhöht werden:

- › Schutz vor direkter Bewitterung
- › Realisierung einer Mindestschwellehöhe
- › unmittelbare Entwässerung des Schwellenbereiches (Entwässerungsrinne, Gefällegebung vom Anschluss wegführend, Drainroste, Drainschichten)
- › Schaffung von Anschlussmöglichkeiten für Anflanschung oder für Flüssigkunststoffe
- › Minderung der Folgen bei Wasserdurchtritt
- › Wahl des Abdichtungsaufwandes in Abhängigkeit von der Beanspruchungssituation
- › Konzeption von handwerklich einfach ausführbaren Details
- › Einhaltung der Anforderungen an den Wärmeschutz und die Luftdichtheit

Zu den zusätzlichen Maßnahmen zählen:

- › Ausreichend große Vordächer
- › Rinnen mit Gitterrosten (ggf. beheizbar und mit unmittelbarem Anschluss an die Entwässerung)
- › Gefälle der Wasser führenden Ebene
- › Zusätzliche Abdichtung im Innenraum mit gesonderter Entwässerung
- › Türrahmen mit Flanschkonstruktion

Der Anschluss an die Türschwelle kann erfolgen durch:

- › Hochführen an der Dachabdichtung wie an Wandanschlüssen mit entsprechender Sicherung
- › Einbau von Türanschlussblechen oder Verbundblechen

Dabei sind Details wie Rollladenführungen, Entwässerungsöffnungen, Leibungsflächen etc. zu berücksichtigen.

Neben den abdichtungstechnischen Anforderungen sind auch die Anforderungen an den Wärmeschutz im Schwellenbereich (empfohlene Dämmschichtdicke nach DIN 4108 (Beiblatt 2) etwa 5 cm) sowie die Anforderungen an die Luftdichtheit nach DIN 4108-7 zu erfüllen. Im verdeckt liegenden Bereich des unteren Türan-

Index – Anmerkungen zu den Modellen

- schlusses an den Baukörper kann die Luftdichtheit mit Dampfsperribahnen, in dem über Fußboden liegenden sichtbaren Bereich mit Dichtungsbändern oder Dichtfolien hergestellt werden.
- 51) Gemäß § 33 der Landesbauordnung (März 2000) sind Öffnungen in den Außenwänden so anzuordnen oder andere Vorkehrungen zu treffen, dass eine Brandübertragung in andere Brandabschnitte nicht zu befürchten ist. Die Brandwand ist bei Gebäuden geringer Höhe durchgehend mindestens bis unmittelbar unter die Dachhaut zu führen. Bei sonstigen Gebäuden ist sie durchgehend entweder 0,30 m über Dach zu führen oder in Höhe der Dachhaut mit einer beiderseits 0,50 m auskragenden Stahlbetonplatte in der Feuerwiderstandsklasse F 90 abzuschließen. Bei Gebäuden mit weicher Bedachung (§ 35 Abs. 3) ist die Brandwand 0,50 m über Dach zu führen.
- 52) Die Entwässerung (Drainage) am Fußpunkt einer Wand oder einer Teilwandfläche bei Abfangung ist als eine Sicherheitsmaßnahme anzusehen, die in den seltensten Fällen erforderlich ist. Solche Entwässerungsöffnungen müssen am untersten Fußpunkt der Wand angebracht werden und sollten auf die Wandlänge (z. B. jede zweite Stoßfuge) bezogen sein, nicht auf die Größe der Wandfläche. (vgl. Künzel, H.: Zweischaliges Mauerwerk – mit oder ohne Belüftung?, WKSB 43, Heft 42 Seite 9-14, 1998)
- 53) Im thermisch von der Stütze beeinflussten Bereich, der hier mit einer Breite von b_3 angezeigt wird, ist stets eine unter der Rohdecke anzubringende „Dämmscheibe“ mit einer mindestens 12 cm dicken Dämmung vorzusehen. Bei Stützenabständen größer b_3 Meter, *kann* in den thermisch unbeeinflussten Bereichen auf diese Dämmung verzichtet werden.
- 54) Die Dicke der Kellerwand ($= d_k$) ist bei der Berechnung abhängig von der Dicke der Außenwand ($= d$) mit folgenden Werten berücksichtigt worden:
wenn $d \leq 24$ cm dann $d_k = 24$ cm, wenn $d > 24$ cm dann $d_k = d$
- 55) Empfohlene Mindestdicke der Außenwand $d = 15$ cm. Die Dicken sind stets den statischen / konstruktiven Anforderungen anzupassen.
- 56) Erforderliche Fugenbreite ist der allgemeingültigen Norm zu entnehmen.
- 57) Befestigungselemente der großformatigen vorgehängten Fassadenplatten sind stets den statischen / konstruktiven Anforderungen anzupassen. Die vorgehängte Fassadenplatte ist auf Grund der Belüftungsschicht bei der Wärmebrückenberechnung nicht berücksichtigt worden.
- 58) Die dargestellte Luftschicht ist bestehend aus 2 cm Hinterlüftungsraum und 2 cm Toleranzausgleich (siehe auch DIN 18516).