

Zur Frage nach dem Gefälle bei Kunststoff-Dächern

Autor(en): **Bangerter, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **96 (1978)**

Heft 41

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73760>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Zur Frage nach dem Gefälle bei Kunststoff-Dächern

Von H. Bangerter, Zürich

Im folgenden Aufsatz soll einmal mehr der Frage nachgegangen werden, ob und wie weit bei der Forderung nach einem durchgehenden Dachgefälle – hier besonders bei einschaligen Warmdächern – die sogenannten Kunststoffdächer mit einzubeziehen seien. Als Kunststoffdächer werden dabei jene Konstruktionen bezeichnet, welche im Rahmen ihres Schichtenaufbaus Wasserisolationen aufweisen, die den Anforderungen gemäss SIA 280 «Kunststoffdichtungsbahnen» genügen und welche demnach zur einlagigen Eindeckung zugelassen sind.

Gelangen nun beispielsweise bei weitgespannten Tragkonstruktionen im Hinblick auf Gewichtseinsparungen derartige Kunststoffdichtungsbahnen zum Einsatz, so gilt es unter anderem folgendes zu bedenken:

Das Einhalten eines zuverlässigen durchgehenden Dachgefälles ist bei solchen Konstruktionen mit erheblichen Schwierigkeiten (Durchbiegungen, Lage der Wasserfassungen, Linienführung der Ableitungen), oder aber mit erheblichen Mehrkosten für die Tragkonstruktionen (Überhöhungen, ungleiche Stützenlängen usw.) verbunden.

Wie wir uns erinnern, wird von einer KDB gefordert, dass sie ihre Witterungsbeständigkeit «im Sinne ihrer Immunität» zu erbringen und nach SIA 280 nachzuweisen hat. Ist es somit wertanalytisch betrachtet sinnvoll, bei derartigen Eindeckungen trotzdem noch ein mit erheblichem Kostenaufwand verbundenes Dachgefälle zu fordern? Oder anders gefragt: Wie wird allenfalls die Güte und Funktionstüchtigkeit des Kunststoffdaches durch dauernd stehendes Wasser beeinträchtigt? Um diese Frage abschliessend beantworten zu können, erinnern wir uns an den zweiten grossen Vorteil des KDB-Daches, nämlich an dessen bauphysikalische Verbesserung gegenüber dem Bitumendach.

Bekanntlich besteht das Flachdach aus mehreren Schichten, welche anteilmässig je nach Material und Dicke sowohl dem Wärmedurchgang als auch dem Wasserdampfdurchgang durch die Gesamtkonstruktion – infolge unterschiedlicher Klimadaten «innen – aussen» – einen gewissen Widerstand entgegensetzen. Um das bauphysikalische Verhalten des Daches (oder der Fassade) in bezug auf Durchfeuchtung infolge Wasserdampfdiffusion zu beurteilen, wird anhand der gegebenen Klimadaten während festgelegter Zeiträume die Kondensatmenge und die mögliche Austrocknungsmenge für die fragliche Konstruktion errechnet. Die Konstruktion kann in der Folge in bezug auf Durchfeuchtung als bauphysikalisch um so besser angesehen werden, je weniger Kondensat einerseits in ihr anfällt, und je grösser gleichzeitig ihr mögliches Austrocknungsmass ist.

Obwohl bis anhin sehr viel über Wasserdampfdiffusion und deren Berechnungsverfahren geschrieben wurde, fehlt doch bis heute eine übersichtliche Darstellung der Kondensat- und der Austrocknungsverhältnisse in Funktion variabler Kenngrössen. Dieses Fehlen hat aber zur Folge, dass oftmals falsche Vorstellungen über die Bedeutung einzelner Schichten der Dachkonstruktion aufkommen, da zwar für verschiedene Varianten Vergleichsrechnungen nach dem bewährten «Verfahren Glaser» durchgeführt werden, welche jedoch gewissermassen nur einzelne Mosaiksteinchen im Gesamtbild aller möglichen Varianten darstellen. Aus diesem Grunde ist derzeit eine Publikation in Arbeit, welche diese Lücke zu schliessen beabsichtigt und welche künftig auch die direkte Querschnittsbemessung bzw. WD-Diffusion aufgrund gegebener Bedingungen wie Klimadaten, maximal zulässige Kondensatmenge, minimal erforderliche Austrocknungsmöglichkeit, Kondens-

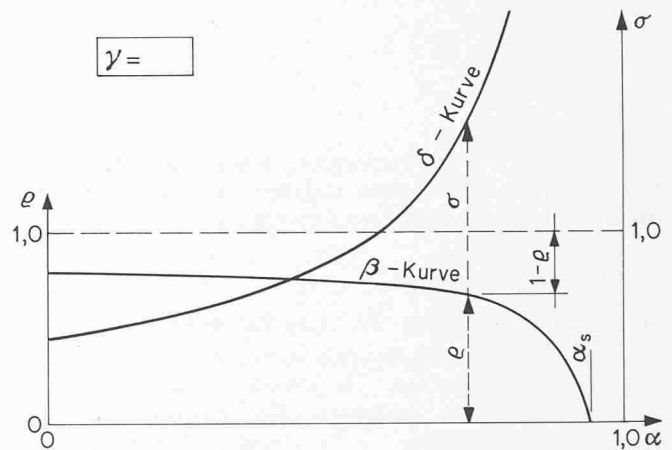
sationstemperatur usw. für beliebige, mehrschichtige Flachdach-, Fassaden- oder Bauelement-Konstruktionen mittels einer Vielzahl von Bemessungsdiagrammen ermöglichen wird. – Die folgenden Abbildungen sind dem erwähnten Manuskript entnommen; auf deren algebraische Herleitung und Beweisführung wird aber an dieser Stelle verzichtet.

Einflusslinien für Kondensmenge K_J (1440 h) und mögliche Austrocknungsmenge A_J (2160 h)

Anmerkung

Die Kurve der Austrocknung (σ -Ordinate auf δ -Kurve) kann graphisch direkt mit derjenigen der Kondensation (ρ -Ordinate auf β -Kurve) verglichen werden, da die unterschiedlichen Zeitspannen von 2160 h Austrocknung bzw. 1440 h Kondensation durch eine entsprechende Korrektur des Austrocknungsgefälles ausgeglichen werden.

Schema 1



wenn $\alpha \geq \alpha_s \rightarrow$ kein Kondensat

Beziehungen

$$K_J = \frac{1440 \cdot p_i}{R_{DT}} \cdot \rho \quad \rho = f(\alpha, \beta, \gamma)$$

$$A_J = \frac{1440 \cdot p_i}{R_{DT}} \cdot \sigma \quad \sigma = f(\alpha, \delta)$$

Beeinflussung einer vorhandenen K_J -Menge durch Veränderung der relativen Luftfeuchtigkeiten:

damit $K_{J \text{ neu}}$ nur noch $X\%$ von $K_{J \text{ vorh.}}$, muss

$$RF_{i \text{ zul.}} \leq RF_{i \text{ vorh.}} \cdot [1 - \rho \cdot (1 - x)] \text{ oder}$$

$$RF_{a \text{ zul.}} \leq RF_{a \text{ vorh.}} \cdot [x + X \cdot (1 - x)],$$

wobei $x = \frac{\alpha + \gamma - 1}{\alpha \cdot \beta}$, und als Bedingung:

$$X \geq \frac{1 - \alpha - \gamma}{\alpha \cdot \beta - \alpha - \gamma + 1}$$

Spezialfall, damit $K_{J \text{ neu}} =$

$$0: RF_{i \text{ zul.}} \leq RF_{i \text{ vorh.}} \cdot (1 - \rho)$$

$$\text{oder: } RF_{a \text{ zul.}} \leq RF_{a \text{ vorh.}} \cdot \frac{\alpha + \gamma - 1}{\alpha \cdot \beta}$$

wobei als Bedingung gilt: $(\alpha + \gamma) \geq 1$

Bezeichnungen

$$\alpha = \frac{R_{DT}}{R_D} = \text{Teilwiderstand gegen Eindiffundieren, zu Gesamtwiderstand}$$

$$\beta = \frac{p_a}{p_i} = \text{Aussendruck zu Innendruck (H}_2\text{O-Dampf)}$$

$$\gamma = \frac{p_{sk}}{p_i} = \text{Sättigungsdruck bei Kondensationstemperatur, zu Innendruck}$$

$$\delta = \frac{0,45 \cdot p_s(t=+12^\circ\text{C})}{p_i} = 45\% \text{ des Sättigungsdrucks bei } +12^\circ\text{C, zu Innendruck}$$

Vergleich zwischen 3-Lagen-Schwarzdach und Kunststoffdach

Winterklima: $t_i = +20^\circ\text{C}$ $RF_i = 60\% \rightarrow p_i = 10,52 \text{ Torr}$
 $t_a = -10^\circ\text{C}$ $RF_a = 80\% \rightarrow p_a = 1,56 \text{ Torr}$

Flachdachaufbau	Var. I	ΔR_D m ² h Torr/g	Var. II	ΔR_D
Wasserisolation	3 Lg «schwarz»	2800	KDB	380
Therm. Isol.	4 cm Kork	15	4 cm Kork	15
Dampfsperre	V 60	1000	V 60	1000
Tragkonstruktion	20 cm Beton	85	20 cm Beton	85
	$R_D =$	3900	$R_D =$	1480

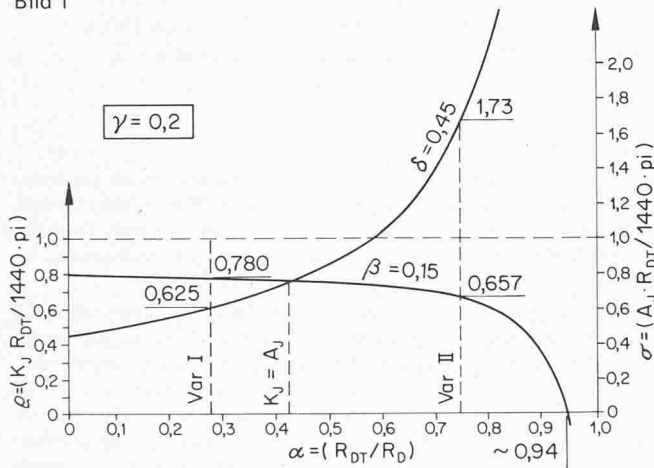
Kondensationspunkt in beiden Fällen bei etwa -9°C (unter der Dachhaut)

Berechnungsvariablen

Var. I: $\alpha = 0,28$ } $\beta = 0,15, \gamma = 0,20,$
 Var. II: $\alpha = 0,74$ }

$$\delta = 0,45 \left\{ \begin{array}{l} \rho = 0,78, \sigma = 0,625 \\ \rho = 0,657, \sigma = 1,73 \end{array} \right.$$

Bild 1



Var. I: $K_J = \frac{1440 \cdot 10,52}{1100} \cdot 0,78 = 10,73 \text{ g/m}^2 \text{ Jahr}$

$A_J \text{ mögl.} = \frac{1440 \cdot 10,52}{1100} \cdot 0,625 = 8,60 \text{ g/m}^2 \text{ Jahr}$

Var. II: $K_J = \frac{1440 \cdot 10,52}{1100} \cdot 0,657 = 9,04 \text{ g/m}^2 \text{ Jahr}$

$A_J \text{ mögl.} = \frac{1440 \cdot 10,52}{1100} \cdot 1,73 = 23,80 \text{ g/m}^2 \text{ Jahr}$

damit $K_J = 0$, müsste RF_i zu.

bei $\left\{ \begin{array}{l} \text{Var. I: } \leq 0,22 \cdot 60\% = 13\% \text{ betragen} \\ \text{Var. II: } \leq 0,343 \cdot 60\% = 20\% \text{ betragen} \end{array} \right.$

da sowohl bei Var. I wie Var. II $\alpha + \gamma < 1$, ist $K_J = 0$, infolge Reduktion von RF_a vorh. nicht möglich.

Qualitative Beurteilung der Kurven

1. Die Kurve der Kondensatmenge K_J – in Abhängigkeit des Verhältnisses $\alpha =$ Widerstand des Querschnittes zwischen höherem Partialdruck bis zum Kondensationspunkt, zu Gesamtwiderstand des Querschnittes – verläuft ausserordentlich asymptotisch (ρ -Ordinaten auf β -Kurve).

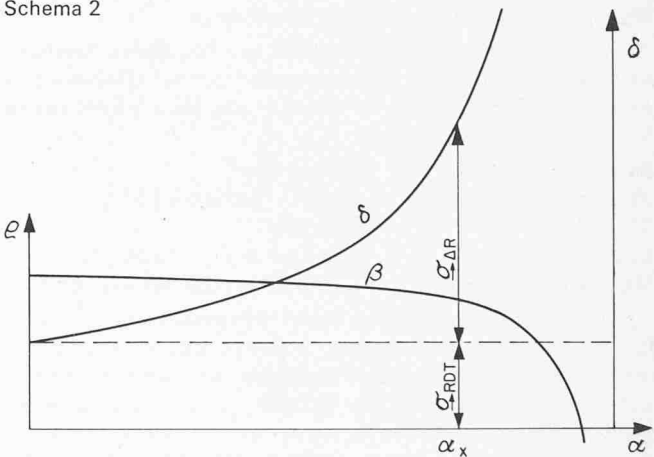
Am gezeigten Beispiel bedeutet dies, dass die Zunahme der Kondensatmenge beim 3-Lagen-Schwarzdach gegenüber dem KDB-Dach unerheblich ist, ja sogar, dass ein nachträgliches Aufbringen weiterer Schwarzlagen bis hin zur absolut dampfdichten Schicht praktisch keine zusätzliche Verschlechterung der Kondensatverhältnisse bringt; entscheidend ist vielmehr die Grösse der dampfbremsenden Schichten R_{DT} , insbesondere natürlich die der «Dampfsperre».

Ebenso asymptotisch wie die ρ -Ordinaten verlaufen logischerweise die Faktoren $(1 - \rho)$, welche das erforderliche Reduktionsmass der ursprünglich gegebenen, relativen Luftfeuchtigkeit innen bezeichnen, um bei vorhandener Konstruktion Kondensfreiheit zu erzielen.

2. Entgegen dem Kondensationsgeschehen ist die Möglichkeit des Austrocknens nicht abhängig vom Wert p_i , sondern einzig vom Verhältnis $\alpha = R_{DT}/R_D$ und vom absoluten Wert R_{DT} , denn die zur graphischen Vergleichsdarstellung gewählte Formulierung $A_J = (1440 \cdot p_i/R_{DT}) \cdot \sigma$ kann durch den Wert des Innendrucks p_i gekürzt werden, da derselbe auch im Nenner des Faktors σ vorkommt.

Der mit zunehmendem α rasch ansteigende Kurvenverlauf δ weist – wiederum an unserem Beispiel betrachtet – auf den bauphysikalischen Vorteil dampfdurchlässiger Dachhäute hin. Dies wird noch deutlicher, wenn man bedenkt, dass die σ -Ordinaten auf die δ -Kurve von der normierten Voraussetzung beidseitiger Austrocknungsmöglichkeit ausgehen und sich aus den beiden Anteilen Austrocknung einwärts und Austrocknung durch Dachhaut hindurch zusammensetzen:

Schema 2



$A_J = (1440 \cdot p_i/R_{DT}) \cdot (\sigma_{\rightarrow RDT} + \sigma_{\rightarrow \Delta R})$

$\sigma_{\rightarrow RDT} = \text{Anteil der Austrocknung in Richtung Raum zurück} = (1 - \alpha_x) \cdot \%$

$\sigma_{\rightarrow \Delta R} = \text{Anteil der Austrocknung durch die Dachhaut hindurch} = \alpha_x \cdot \%$

3. Mit zunehmenden α , somit besonders bei Dächern mit dampfdurchlässiger Dachhaut, wird es also immer wichtiger, dass das günstige Verhältnis nicht durch äussere Einflüsse gestört wird.

