

SandEXCEL II

Ermittlung der Schnittgrößen und Spannungen von Sandwichbauteilen Nachweise nach DIN EN 14509, Abs. E

Voraussetzungen

- äußere Deckschicht profilierte oder ebene bzw. quasi-ebene
- innere Deckschicht ebene bzw. quasi-ebene
- statisches System: Einfeld oder Zweifeld mit gleichen Stützweiten
- Bezeichnungen nach DIN EN 14509
- Berechnungsbreite $B = 1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$
- Nutzung: Dacheindeckung oder Wandverkleidung

Abschnitt A: Eingabewerte

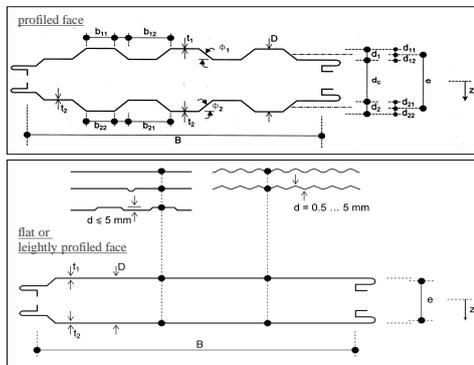
Bauteiltyp

Bauteil

Dach/Roof

Deckblech

profiliertes/profeiled



Querschnitts- und Materialkennwerte

Bauteilbezeichnung

Gesamtdicke

Example $D = 80,00 \text{ mm}$

Nennblechdicke außen

$t_{nom,1} = 0,600 \text{ mm}$

Nennblechdicke innen

$t_{nom,2} = 0,500 \text{ mm}$

Dicke der Zinkschicht

$t_{zinc} = 0,040 \text{ mm}$

Toleranz nach DIN EN 10143

$t_{tol} = 0,040 \text{ mm}$ für normale Grenzabmasse (Toleranzen)

Bei eingeschränkten Grenzabmassen (Toleranzen) kann für die Toleranz 0,00 mm eingesetzt werden (nach EN 14509 rev.1).

Deckschichten

		außen (Index 1)	innen (Index 2)	
Kernblechdicke	$t_{d,i} = t_{nom,i} - t_{zinc} - 0,5 \cdot t_{tol} =$	0,540	0,440	mm
Fläche der Deckschicht	$A_{F,i} =$	5,410	4,410	cm ² /m
Trägheitsmoment der Deckschichten	$I_{F,i} =$	0,000	0,000	cm ⁴ /m
oberer Randabstand	$d_{i1} =$	0,200	0,150	mm
unterer Randabstand	$d_{i2} =$	0,200	0,150	mm
E-Modul	$E_{F,i} =$	2,10E+05	2,10E+05	N/mm ²
Wärmeausdehnungskoeffizient	$\alpha_{T,i} =$	1,20E-05	1,20E-05	1/°
Knitterspannung im Feld	$\sigma_{w,i} =$	280,00	120,00	N/mm ²
Knitterspannung im Feld für erhöhte Temperatur	$\sigma_{w,i}^{80^\circ} =$	280,00	120,00	N/mm ²
Knitterspannung über der Mittelstütze	$\sigma_{w,s} =$	280,00	120,00	N/mm ²
Knitterspannung über Mittelstütze erhöhte Temp.	$\sigma_{w,s}^{80^\circ} =$	280,00	120,00	N/mm ²
Stahl-Streckgrenze	$f_y =$	280,00	280,00	N/mm ²

SandEXCEL II

Ermittlung der Schnittgrößen und Spannungen von Sandwichbauteilen Nachweise nach DIN EN 14509, Abs. E

Kern

Schubmodul	$G_C =$	8,00	N/mm ²
Schubfestigkeit	$f_v =$	0,10	N/mm ²
Verminderte Langzeit-Schubfestigkeit	$f_{v,t} =$	0,05	N/mm ²
Kriechbeiwert $t = 100.000$ h	$\varphi_{10^5 h} =$	7,00	-
Kriechbeiwert $t = 2.000$ h	$\varphi_{2000h} =$	2,40	-

Statisches System und Grundlasten

Anzahl Felder		2	Felder
Einzelstützweite	$L =$	2,000	m
Gleichstreckenlast, Eigengewicht	$g =$	0,120	kN/m ²
Gleichstreckenlast, Schnee	$s =$	1,300	kN/m ²
Gleichstreckenlast, Winddruck	$w_d =$	0,500	kN/m ²
Gleichstreckenlast, Windsog	$w_s =$	0,700	kN/m ²
Farbgruppe	<input type="radio"/> I <input checked="" type="radio"/> II <input type="radio"/> III		

Clause B: safety factors and combination coefficients

Lastfaktoren		Grenzstand	
		Tragfähigkeit	Gebrauchstauglichkeit
Dauerhafte Beanspruchung	$\gamma_g =$	1,35	1,00
Günstig wirkende dauerhafte Beanspruchung	$\gamma_g =$	1,00	1,00
Veränderliche Beanspruchung	$\gamma_q =$	1,50	1,00
Temperaturbeanspruchung	$\gamma_T =$	1,50	1,00
Kriecheffekt	$\gamma_\theta =$	1,00	1,00

Kombinationskoeffizienten		Faktoren	
		Schnee	Wind
Kombinationskoeffizienten	$\psi_0 =$	0,60	0,60
Koeffizient für mehrere veränderliche Beanspruchungen	$\psi_1 =$	0,75	0,75
Koeffizient für 1 veränderliche Beanspruchung	$\psi_1 =$	1,00	1,00
Temperatur			
Kombinationskoeffizient	$\psi_0 =$	0,60	
Koeffizient für Wintertemperatur + Schnee	$\psi_0 =$	1,00	
Kombinationskoeffizient	$\psi_1 =$	1,00	

Material-Sicherheitsbeiwerte		Grenzstand	
		Tragfähigkeit	Gebrauchstauglichkeit
Fließen einer Metalldeckschicht	$\gamma_M =$	1,10	1,00
Knittern einer Metalldeckschicht im Feld	$\gamma_M =$	1,25	1,06
Knittern einer Metalldeckschicht am Mittelaufleger	$\gamma_M =$	1,25	1,06
Schubversagen des Kerns	$\gamma_M =$	1,37	1,10

Abschnitt C: Einzelergebnisse der Schnittgrößen und Spannungen für die Beanspruchungen infolge g, s, w, T

Tabelle aller Schnittgrößen und Spannungen:

Schnittgröße	Einheit	g	s	w _d	w _s
Sandwichmoment	M _S kNm/m	-0,041	-0,448	-0,172	-0,241
Deckschichtmoment	M _{F1} kNm/m	-0,003	-0,032	-0,012	-0,017
Deckschichtmoment	M _{F2} kNm/m	0,000	0,000	0,000	0,000
Querkraft in der Kernschicht	V _S kN/m	0,139	1,507	0,580	0,811
Querkraft in der äußeren Deckschicht	V _{F1} kN/m				
Querkraft in der inneren Deckschicht	V _{F2} kN/m				
Endauflagerkraft	R _E kN/m	0,098	1,060	0,408	0,571
Zwischenauflegerkraft	R _M kN/m	0,284	3,080	1,185	1,659
Normalspannungen oberes Deckblech außen	σ _{F1,1} N/mm ²	0,966	10,468	4,026	5,637
Normalspannungen oberes Deckblech innen	σ _{F1,2} N/mm ²	0,966	10,468	4,026	5,637
Normalspannungen unteres Deckblech innen	σ _{F2,1} N/mm ²	-1,185	-12,842	-4,939	-6,915
Normalspannungen unteres Deckblech außen	σ _{F2,2} N/mm ²	-1,185	-12,842	-4,939	-6,915
Schubspannung im Kern	τ _C N/mm ²	0,018	0,0190	0,0073	0,0102
maximale Durchbiegung	w _{max} cm	0,014	0,147	0,057	0,079
Stelle der max. Durchbiegung	x/l = ξ _{max} -	0,500	0,500	0,500	0,500
Durchbiegung in Feldmitte	w _(ξ=0,5) cm	0,014	0,147	0,057	0,079

Schnittgröße	Einheit	ΔT _s	ΔT _w	ΔT _{w,s}
Sandwichmoment	M _S kNm/m	2,093	-2,093	-1,047
Deckschichtmoment	M _{F1} kNm/m	0,022	-0,022	-0,011
Deckschichtmoment	M _{F2} kNm/m	0,000	0,000	0,000
Querkraft in der Kernschicht	V _S kN/m	-1,058	1,058	0,529
Querkraft in Deckschicht	V _{F1} kN/m			
Querkraft in Deckschicht	V _{F2} kN/m			
Endauflagerkraft	R _E kN/m	1,058	-1,058	-0,529
Zwischenauflegerkraft	R _M kN/m	-2,115	2,115	1,058
Normalspannungen oberes Deckblech außen	σ _{F1,1} N/mm ²	-48,877	48,877	24,438
Normalspannungen oberes Deckblech innen	σ _{F1,2} N/mm ²	-48,877	48,877	24,438
Normalspannungen unteres Deckblech innen	σ _{F2,1} N/mm ²	59,960	-59,960	-29,980
Normalspannungen unteres Deckblech außen	σ _{F2,2} N/mm ²	59,960	-59,960	-29,980
Schubspannung im Kern	τ _C N/mm ²	-0,0134	0,0134	0,0067
maximale Durchbiegung	w _{max} cm	-0,141	0,141	0,071
Schubspannung im Kern	x/l = ξ _{max} -	0,400	0,400	0,400
maximale Durchbiegung	w _(ξ=0,5) cm	-0,136	0,136	0,068

Schnittgröße	Einheit	Kriechen g _t	Kriechen s _t	Differenzkräfte/-spannungen/-verformungen	
				Kriechen Δg _t	Kriechen Δs _t
Sandwichmoment	M _S kNm/m	-0,013	-0,260	0,028	0,188
Deckschichtmoment	M _{F1} kNm/m	-0,007	-0,054	-0,004	-0,022
Deckschichtmoment	M _{F2} kNm/m	0,000	0,000	0,000	0,000
Querkraft in der Kernschicht	V _S kN/m	0,122	1,400	-0,017	-0,107
Querkraft in Deckschicht	V _{F1} kN/m				
Querkraft in Deckschicht	V _{F2} kN/m				
Endauflagerkraft	R _E kN/m	0,110	1,143	0,012	0,083
Zwischenauflegerkraft	R _M kN/m	0,260	2,915	-0,024	-0,166
Normalspannungen oberes Deckblech außen	σ _{F1,1} N/mm ²	1,414	14,362	0,448	3,894
Normalspannungen oberes Deckblech innen	σ _{F1,2} N/mm ²	-0,803	-2,201	-1,769	-12,669
Normalspannungen unteres Deckblech innen	σ _{F2,1} N/mm ²	-0,375	-7,460	0,811	5,383
Normalspannungen unteres Deckblech außen	σ _{F2,2} N/mm ²	-0,375	-7,460	0,811	5,383
Schubspannung im Kern	τ _C N/mm ²	0,002	0,018	-0,0002	-0,0013
maximale Durchbiegung	w _{max} cm	0,077	0,393	0,063	0,246
Durchbiegung in Feldmitte	w _(ξ=0,5) cm	0,077	0,393	0,063	0,246

Abschnitt D: Nachweise nach DIN EN 14509, Abs. E

Übersicht über den Grad der Ausnutzung bei den einzelnen
Nachweisen für die vorgegebenen System- und Belastungswerte

Ausnutzungsgrad:

Tragfähigkeitsnachweis der Normalspannungen, äußere Deckschicht	12,72 %
Tragfähigkeitsnachweis der Normalspannungen, innere Deckschicht	15,40 %
Tragfähigkeitsnachweis der Schubspannungen	81,24 %
Gebrauchsfähigkeitsnachweis der Normalspannungen, äußere Deckschicht	19,17 %
Gebrauchsfähigkeitsnachweis der Normalspannungen, innere Deckschicht	57,68 %
Gebrauchsfähigkeitsnachweis der Schubspannungen	56,43 %
Gebrauchsfähigkeitsnachweis der Verformungen	23,88 %

Relevanter Nachweis: Tragfähigkeitsnachweis der Schubspannungen

(Schubspannung für long term)

maßgebende Beanspruchung:

$$\frac{(g + dgt + s + dst + \psi_{i0} \times ws) / (fv / \gamma_{M})}{=} \leq 1,00$$

$$= 0,8124 \leq 1,00$$

Ausnutzungsgrad: 81,235 %

	charakteristische Werte	Bemessungswerte (gammafach, siehe Abschnitt B)
g =	0,001	0,002
g_favourable =	-	-
dgt =	0,000	0,000
s =	0,016	0,024
dst =	0,000	0,000
wd =	-	-
ws =	0,009	0,013
dTS =	-	-
dTW =	-	-
dTW,s =	-	-

Abschnitt E: maßgebende Auflagerkräfte

Bemessungswerte:

R_E Endauflager

ULS

$$\begin{aligned} \text{maßgebender Lastfall Druck:} & \quad g + s + \text{psi}0 \times \text{ws} \\ & = \quad \mathbf{2,742 \text{ kN/m}} \end{aligned}$$

maßgebender Lastfall Zug:

SLS

$$\begin{aligned} \text{maßgebender Lastfall Druck:} & \quad g + \text{dgt} + s + \text{dst} + \text{psi}0 \times \text{ws} \\ & = \quad \mathbf{1,595 \text{ kN/m}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{maßgebender Lastfall Zug:} & \quad g + \text{dTW} \\ & = \quad \mathbf{-0,960 \text{ kN/m}} \end{aligned}$$

R_M Mittelaflager

ULS

$$\begin{aligned} \text{maßgebender Lastfall Druck:} & \quad g + s + \text{psi}0 \times \text{ws} \\ & = \quad \mathbf{5,484 \text{ kN/m}} \end{aligned}$$

maßgebender Lastfall Zug:

SLS

$$\begin{aligned} \text{maßgebender Lastfall Druck:} & \quad g + s + \text{psi}0 \times \text{ws} + \text{psi}0 \times \text{dTW},s \\ & = \quad \mathbf{5,417 \text{ kN/m}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{maßgebender Lastfall Zug:} & \quad g + \text{dgt} + \text{dTS} \\ & = \quad \mathbf{-1,855 \text{ kN/m}} \end{aligned}$$