

## 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

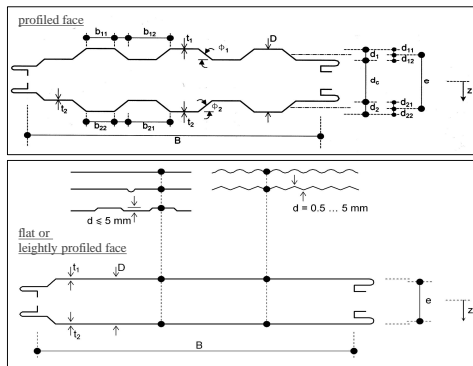
##### Bauteiltyp

Bauteil

Dach/Roof

Deckblech

profiliertes/profeiled



#### Querschnitts- und Materialkennwerte

Bauteilbezeichnung

Gesamtdicke

**Example**  
D = 80,00 mm

Nennblechdicke außen

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

Nennblechdicke innen

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

Dicke der Zinkschicht

$t_{zinc}$  = 0,040 mm

Toleranz nach DIN EN 10143

$t_{tol}$  = 0,040 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 <sup>2</sup> /m
Trägheitsmoment der Deckschichten	$I_{F,i}$	0,000	0,000	cm <sup>4</sup> /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 <sup>2</sup>
Wärmeausdehnungskoeffizient	$\alpha_{T,i}$	1,20E-05	1,20E-05	1/°
Knitterspannung im Feld	$\sigma_{w,i}$	280,00	120,00	N/mm <sup>2</sup>
Knitterspannung im Feld für erhöhte Temperatur	$\sigma_{w,i}^{80^\circ}$	280,00	120,00	N/mm <sup>2</sup>
Knitterspannung über der Mittelstütze	$\sigma_{w,s}$	280,00	120,00	N/mm <sup>2</sup>
Knitterspannung über Mittelstütze erhöhte Temp.	$\sigma_{w,s}^{80^\circ}$	280,00	120,00	N/mm <sup>2</sup>
Stahl-Streckgrenze	$f_y$	280,00	280,00	N/mm <sup>2</sup>

## SandEXCEL II

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

**Kern**

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

**Statisches System und Grundlasten**

Anzahl Felder		<b>2</b>	Felder
Einzelstützweite	$L =$	<b>2,000</b>	m
Gleichstreckenlast, Eigengewicht	$g =$	<b>0,120</b>	kN/m <sup>2</sup>
Gleichstreckenlast, Schnee	$s =$	<b>1,300</b>	kN/m <sup>2</sup>
Gleichstreckenlast, Winddruck	$w_d =$	<b>0,500</b>	kN/m <sup>2</sup>
Gleichstreckenlast, Windsog	$w_s =$	<b>0,700</b>	kN/m <sup>2</sup>
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
<b>Temperatur</b>			
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 <sub>d</sub>	w <sub>s</sub>
Sandwichmoment	M <sub>S</sub> kNm/m	-0,041	-0,448	-0,172	-0,241
Deckschichtmoment	M <sub>F1</sub> kNm/m	-0,003	-0,032	-0,012	-0,017
Deckschichtmoment	M <sub>F2</sub> kNm/m	0,000	0,000	0,000	0,000
Querkraft in der Kernschicht	V <sub>S</sub> kN/m	0,139	1,507	0,580	0,811
Querkraft in der äußeren Deckschicht	V <sub>F1</sub> kN/m				
Querkraft in der inneren Deckschicht	V <sub>F2</sub> kN/m				
Endauflagerkraft	R <sub>E</sub> kN/m	0,098	1,060	0,408	0,571
Zwischenauflegerkraft	R <sub>M</sub> kN/m	0,284	3,080	1,185	1,659
Normalspannungen oberes Deckblech außen	σ <sub>F1,1</sub> N/mm <sup>2</sup>	0,966	10,468	4,026	5,637
Normalspannungen oberes Deckblech innen	σ <sub>F1,2</sub> N/mm <sup>2</sup>	0,966	10,468	4,026	5,637
Normalspannungen unteres Deckblech innen	σ <sub>F2,1</sub> N/mm <sup>2</sup>	-1,185	-12,842	-4,939	-6,915
Normalspannungen unteres Deckblech außen	σ <sub>F2,2</sub> N/mm <sup>2</sup>	-1,185	-12,842	-4,939	-6,915
Schubspannung im Kern	τ <sub>C</sub> N/mm <sup>2</sup>	0,018	0,0190	0,0073	0,0102
maximale Durchbiegung	w <sub>max</sub> cm	0,14	0,147	0,057	0,079
Stelle der max. Durchbiegung	x/l = ξ <sub>max</sub> -	0,500	0,500	0,500	0,500
Durchbiegung in Feldmitte	w <sub>(ξ=0,5)</sub> cm	0,014	0,147	0,057	0,079

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

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

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

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

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

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

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