

Als Möglichkeiten für die Ermittlung des Windgeschwindigkeitsdrucks stehen zur Auswahl:

- manuelle Eingabe des Geschwindigkeitsdrucks
- vereinfachte Ermittlung nach DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 NA.B.3.2 (Tab. NA.B.3)
- Regelfall, nach DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 NA.B.3.3

Alternativ zur manuellen Eingabe der geografischen Daten können diese auch im Modul „S037.de Wind- und Schneelastzonen“ definiert und in das Modul S834.de übernommen werden.

Belastungen

Zusätzlich zu den Windlasten können weitere Horizontallasten, die auf das Schubfeld wirken, manuell eingegeben werden. Es stehen Gleichlasten und Punktlasten zur Verfügung. Zur Berücksichtigung der vertikalen Tragwirkung und einer geneigten Lage des Profiblechs, besteht außerdem die Möglichkeit der Eingabe von vertikalen und horizontalen Auflagerlasten.

Sofern bei einer Punktlast ein Lasteinleitungsträger erforderlich wird, wird dieser vom Programm automatisch vorgesehen. Er kann aber auch bei der Eingabe der Punktlast fest vorgegeben werden.

Material/Querschnitt

Die Trapezprofilbleche verschiedener Hersteller sind in einer Bibliothek hinterlegt, aus der das gewünschte Profiblech über die Angabe des Herstellers, der Profilbezeichnung, der Blechdicke und der Profillage (Positiv-/Negativlage) ausgewählt werden kann.

Nachweise

Berechnungsverfahren

Je nach Trapezprofilhersteller liegen den Zulassungen insgesamt drei unterschiedliche Berechnungsverfahren zur Nachweisführung zugrunde:

- Verfahren nach Schardt und Strehl [6], [7]
- Verfahren nach Bryan und Davies [8], [9]
- kombiniertes Verfahren [10], [11]

Die DIN EN 1993-1-3 [3] stellt lediglich die Grundlagen zur Verwendung von Trapezprofilen als Schubfeld zur Verfügung. Zur Bemessung wird auf die ECCS-Richtlinie 088 [6] verwiesen, deren Grundlage das relativ schwer zu handhabende Nachweiskonzept von Bryan und Davies [7] darstellt. In DIN EN 1993-1-3/NA [4] wird deshalb auf das in den Zulassungen bisher verwendete Verfahren von Schardt und Strehl [8], [9] verwiesen, um die Nachweisführung in der Praxis weiterhin einfach zu halten. Darauf aufbauend steht ein zusätzliches Verfahren nach Kathage, Lindner, Misiek, Schilling [10] zur Verfügung, welches auf Überlegungen von Baehre und Wolfram [11] aufbaut. Hierbei wurden die geforderten Grundprinzipien nach Bryan und Davies mit der gewohnten und einfachen Handhabung des Verfahrens nach Schardt und Strehl kombiniert.

Der Nachweis / die Bemessung eines Schubfeldes erfolgt auf der Grundlage einer gültigen Zulassung. Je nach Hersteller basieren die Zulassungen auf einem der zuvor genannten Berechnungsverfahren. Damit unterscheidet sich auch der Aufbau der Schubfeldwerte in den Zulassungen der Hersteller.

Modulseitig wird mit der Auswahl eines Trapezprofils automatisch das der entsprechenden Zulassung zugrunde liegende Berechnungsverfahren verwendet.

Grenzzustand der Tragfähigkeit

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit führt S834.de den Nachweis des Schubflusses und den Nachweis der Stegbelastung.

Verfahren nach Schardt und Strehl

$$T_d \leq \frac{T_{1,Rk}}{\gamma_{M1}} \quad (1)$$

T_d	Schubfluss infolge der Einwirkungen im GZT
$T_{1,Rk}$	char. Schubflussbeanspruchbarkeit aus dem Spannungsnachweis
γ_{M1}	Teilsicherheitsbeiwert gem. [4]

Verfahren nach Bryan und Davies

$$T_d \leq \frac{T_{1,Rk}}{\gamma_{M1}} \quad (2)$$

$$T_d \leq \frac{T_{2,Rk}}{\gamma_{M1}} \quad (3)$$

$$T_{2,Rk} = 0.7 \cdot \frac{T'_{crit,g} \cdot T_{crit,l}}{T'_{crit,g} + T_{crit,l}} \quad (4a)$$

$$T_{2,Rk} = 0.7 \cdot T'_{crit,g} \quad \text{falls } T_{crit,l} \text{ nicht angegeben ist} \quad (4b)$$

$$T'_{crit,g} = T_{crit,g} \cdot (L_R/L_{Si})^2 \quad (5)$$

mit

$T_{1,Rk}$	Schubflussbeanspruchbarkeit (25% f_y)
$T_{2,Rk}$	Schubflussbeanspruchbarkeit (lokales und globales Beulen)
$T_{crit,g}$	globaler kritischer Beulschubfluss
$T_{crit,l}$	lokaler kritischer Beulschubfluss
L_R	Referenzlänge
L_{Si}	Einzelstützweite des Schubfeldes

Kombiniertes Verfahren

$$T_d \leq \frac{T_{Rk,l}}{\gamma_{M1}} \quad (6)$$

$$T_d \leq \frac{T'_{Rk,g}}{\gamma_{M1}} \quad (7)$$

$$T'_{Rk,g} = T_{Rk,g} \cdot (L_R/L_{Si})^2 \quad (8)$$

mit

$T_{Rk,g}$	globaler Beulschubfluss
$T_{Rk,l}$	Kleinstwert aus lokalem Beulschubfluss und Spannungsnachweis
L_R	Referenzlänge
L_{Si}	Einzelstützweite des Schubfeldes

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit werden die Einhaltung des maximalen Gleitwinkels sowie die Relativverschiebung des Profil-Obergurtes nachgewiesen. Letztere ist in allen drei Berechnungsverfahren nur bei bituminös verklebtem Dachaufbau notwendig.

Verfahren nach Schardt und Strehl

$$T_d \leq \frac{T_{2,Rk}}{\gamma_{M,ser}} \tag{9}$$

$$T_d \leq \frac{T_{3,Rk}}{\gamma_{M,ser}} \tag{10}$$

$$T_{3,Rk} = \frac{10^4}{750 \cdot (K_1 + K_2/L_S)} \tag{11}$$

- $T_{2,Rk}$ Grenzscherfluss zur Einhaltung der Relativverschiebung $h/20$
- $T_{3,Rk}$ Grenzscherfluss zur Einhaltung des Gleitwinkels $1/750$, bei $L_S > L_G$ ist $T_{3,Rk}$ nicht maßgebend
- L_G Schubfeldwerte
- $\gamma_{M,ser}$ Teilsicherheitsbeiwert gem. [3]
- K_1, K_2 Schubfeldwert
- L_S Länge des Schubfeldes

Verfahren nach Bryan und Davies

$$T_d \leq \frac{T_{4,Rk}}{\gamma_{M,ser}} \tag{12}$$

$$T_d \leq \frac{T_{3,Rk,N}}{\gamma_{M,ser}} \text{ oder } T_d \leq \frac{T_{3,Rk,S}}{\gamma_{M,ser}} \tag{13}$$

$$T_{4,Rk} = \frac{10^4}{750 \cdot (k'_1 \cdot \alpha_2 + k'_2 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_4/L_S)} \tag{14}$$

- $T_{4,Rk}$ Grenzscherfluss zur Einhaltung des Gleitwinkels $1/750$
- $T_{3,Rk,N}$ Grenzscherfluss zur Einhaltung der Relativverschiebung $h/20$ bei Normalbefestigung
- $T_{3,Rk,S}$ Grenzscherfluss zur Einhaltung der Relativverschiebung $h/20$ bei Sonderbefestigung
- k'_1, k'_2 Schubfeldwerte
- $\alpha_1 - \alpha_4$ Schubfeldwerte

Kombiniertes Verfahren

$$T_d \leq \frac{T_{Ck}}{\gamma_{M,ser}} \tag{15}$$

$$T_d \leq \frac{T_{b,Ck}}{\gamma_{M,ser}} \tag{16}$$

$$T_{Ck} = \frac{10^4}{750 \cdot (K_1 + K_2/L_S)} \tag{17}$$

- T_{Ck} Grenzscherfluss zur Einhaltung des Gleitwinkels $1/750$
- $T_{b,Ck}$ Grenzscherfluss zur Einhaltung der Relativverschiebung $h/20$
- K_1, K_2 Schubfeldwerte
- L_S Länge des Schubfeldes

Beim Verfahren nach Schardt und Strehl sind alle Beanspruchbarkeiten $T_{i,Rk}$ im GZG und GZT zu reduzieren, wenn die Schubfeldlänge L_S kleiner als die Mindestschubfeldlänge $\min L_S$ ist.

Verfahren nach Schardt und Strehl

$$T'_{i,Rk} = T_{i,Rk} \cdot \frac{L_S}{\min L_S} \tag{18}$$

Sofern eine Sonderbefestigung gewählt wird, wird diese programmseitig bei der Tragfähigkeitsermittlung auf der Grundlage der jeweiligen Zulassung berücksichtigt. Die Sonderausführungsarten der Befestigung können den Zulassungen entnommen werden und entsprechen den Vorgaben der DIN 18807-3 [12].

Stegbelastung

Infolge der Schubfeldwirkung ergeben sich an den Auflagerändern der Profiltafeln Kontaktkräfte, die die Stege der Profiltafeln und die Verbindungen zusätzlich zu den Auflagerkräften belasten (Bild 1).

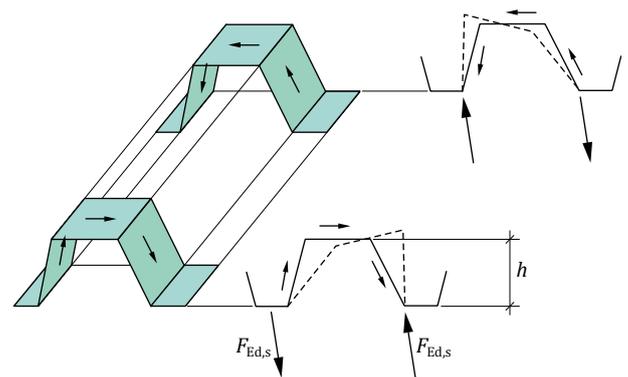


Bild 1. Kontaktkräfte infolge Schubfeldwirkung

Für den Nachweis der Stegbelastung muss diese zusätzliche Auflagerkraft $F_{Ed,s}$ sowohl als Zug- als auch als Druckkraft mit den Auflagerkräften aus der Biegebeanspruchung überlagert werden. Da sie Gleichgewichtsgruppen bilden, stellen sie jedoch keine zusätzliche Belastung für die Unterkonstruktion dar.

Alle Verfahren

$$R_{z,d} + F_{Ed,s} \leq \frac{R_{w,Rk,A}}{\gamma_{M1}} \tag{19}$$

$$F_{Ed,s} = K_3 \cdot T_d \tag{20}$$

- $R_{z,d}$ Bemessungswert der Auflagerkraft aus Biegebeanspruchung
- $F_{Ed,s}$ Bemessungswert der zusätzlichen Stegbeanspruchung aus Schubfeldwirkung
- $R_{w,Rk,A}$ zulässige charakteristische Auflagerkraft gem. Zulassung
- K_3 Schubfeldwert (k'_3 nach Bryan und Davies)

Verbindungen

Bei den Nachweisen der Verbindungsmittel wird unterschieden zwischen der Befestigung mit den Querträgern und der Befestigung mit den Längsträgern. Bei den Verbindungsmitteln an den Quer- und Längsträgern erfolgt der Nachweis auf Abscheren. Hierbei werden neben den Kräften aus Schubfluss auch Gleichlasten, Punktlasten ohne Lasteinleitungsträger und Auflagerkräfte in x-Richtung berücksichtigt. Sofern abhebende Auflagerkräfte R_z an den Querrändern auftreten, wird die Interaktion aus Abscheren und Zug nachgewiesen. Der Anteil $F_{Ed,S}$ wird dabei automatisch berücksichtigt.

Sofern Lasteinleitungsträger erforderlich sind oder bei der Lasteingabe vorgegeben wurden, wird die erforderliche Anzahl der Verbindungsmittel in Abhängigkeit der zugehörigen Einzellast ermittelt.

Ausgabe

Es wird eine vollständige, übersichtliche und prüffähige Ausgabe der Nachweise zur Verfügung gestellt. Der Anwender kann den Ausgabeumfang in der gewohnten Weise steuern.

Nachweise (GZT)						
DIN EN 1993-1-3, Ausführung nach DIN 18807-3 Bild 6						
Schubfluss	Lager	EK	Vd	Td	T1,Ed T2,Ed	η
	A	10	[kN] 2.59	[kN/m] 1.29	[kN/m] 69.82 7.11	0.02 0.18
Lasteinleitungsträger (VBM)	Feld	x	EK	Fpd	zufFt	erf.
	1	0.30	1	[kN] 1.50	<	[kN] 22.09 Nein
Querträger (VBM)	Nachweis der Verbindungsmittel des Querträgers					
	EK	Feld	x	Art	Fpd Fpd	n Nd Vd NEd VEd
					[kN/m] [kN]	η [kN]
Setzbolzen ITW SBR-14						
	22	1	0.30	Scher	0.00 6.08	1 0.00 1.88
						5.12 5.44 0.35

Bild 2. Ausgabe der Nachweise

Neben maßstabsgetreuen Skizzen werden die Schnittkräfte und Nachweise unter Angabe der Einstellungen des Anwenders tabellarisch und grafisch ausgegeben.

Dipl.-Ing. (FH) Timo Uhl
mb AEC Software GmbH
mb-news@mbaec.de

Literatur

- [1] DIN EN 1991-1-4:2010-12, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten.
- [2] DIN EN 1991-1-4/NA, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten
- [3] DIN EN 1993-1-3:2010-12, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-3: Allgemeine Regeln – Ergänzende Regeln für kaltgeformte Bauteile und Bleche.
- [4] DIN EN 1993-1-3/NA, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-3: Allgemeine Regeln – Ergänzende Regeln für kaltgeformte dünnwandige Bauteile und Bleche.
- [5] Huck, Misiek: Überarbeitete Anlagen der Typenprüfungen für Trapezprofile - Erläuterungen und Hintergründe. Stahlbau 83 (2014), Heft 12, Verlag Ernst & Sohn, Berlin.
- [6] Schardt, R., Strehl, C.: Theoretische Grundlagen für die Bestimmung der Schubsteifigkeit von Trapezblechscheiben - Vergleich mit anderen Berechnungsansätzen und Versuchsergebnissen. Der Stahlbau 45 (1976), H. 4, S. 97-108.
- [7] Schardt, R., Strehl, C.: Stand der Theorie zur Bemessung von Trapezblechscheiben. Der Stahlbau 49 (1980), H. 11, S. 325-334.
- [8] ECCS Pub. No. 88: European Recommendations for the Application of Metal Sheeting acting as Diaphragm - Stressed Skin Design. European Convention for Constructional Steelwork, Brussels, 1995.
- [9] Davies, J. M., Bryan, E. R.: Manual of stressed skin diaphragm design. Granada Publishing, London, 1982.
- [10] Kathage, K., Lindner, J., Misiek, Th., Schilling, S.: A proposal to adjust the design approach for the diaphragm action of shear panels according to Schardt and Strehl in line with European regulations. Steel Construction 6 (2013), No. 2, pp. 107-116.
- [11] Baehre, R., Wolfram, R.: Zur Schubfeldberechnung von Trapezprofilen. Stahlbau 55 (1986), H. 6, S. 175-179.
- [12] DIN 18807-3:1987-06, Trapezprofile im Hochbau, Stahltrapezprofile - Teil 3: Festigkeitsnachweis und konstruktive Ausbildung.



Aktuelle Angebote

S834.de Stahl-Schubfeld - 290,- EUR
EC 3, DIN EN 1993-1-3

Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

BauStatik 5er-Paket 890,- EUR
 bestehend aus

5 BauStatik-Modulen deutscher Norm nach freier Wahl

(ausgenommen: S012, S018, S030, S928, S261.de, S410.de, S411.de, S414.de, S853.de)

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenzen je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: März 2016

Unterstützte Betriebssysteme:
 Windows 7 (64) / Windows 8 (64) / Windows 10 (64)

Preisliste: www.mbaec.de