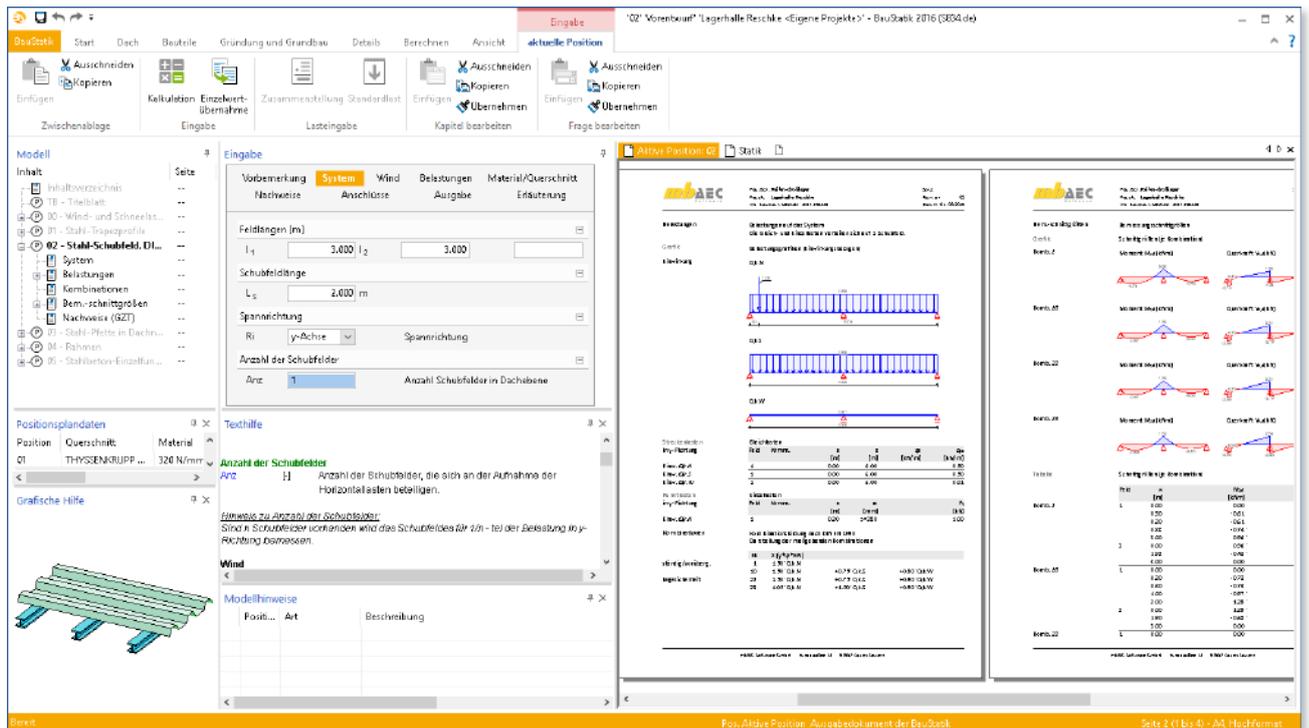


Dipl.-Ing. (FH) Timo Uhl

# Stahl-Schubfeld

## Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S834.de Stahl-Schubfeld - EC 3, DIN EN 1993-1-3

Neben der Haupttragwirkung (senkrecht zur Profilebene) dürfen Trapezprofile auch als aussteifende Scheiben (in Profilebene) zur Gebäudeaussteifung eingesetzt werden. Hierbei stellen sie eine wirtschaftliche Alternative zu den sonst üblichen Aussteifungsverbänden dar. Mit dem Modul S834.de können alle notwendigen Schubfeld-Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit geführt werden.



### System

Als statisches System ist wahlweise ein Einfeld- oder Mehrfeldträger möglich, wobei die Spannrichtung des Trapezprofils in x- oder in y-Richtung erfolgen kann. Über die vorgegebene Anzahl der Schubfelder in der Dachebene werden die Schnittgrößen anteilig auf das Bauteil aufgebracht.

### Wind

Die wesentliche Beanspruchung, für die das Schubfeld bemessen werden muss, bildet die Windlast. Sie wird programmseitig in Abhängigkeit der Windzone und des Gebäudestandortes nach DIN EN 1991-1-4 [1] ermittelt.

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 Profilblech 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
$\gamma_{M1}$	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).

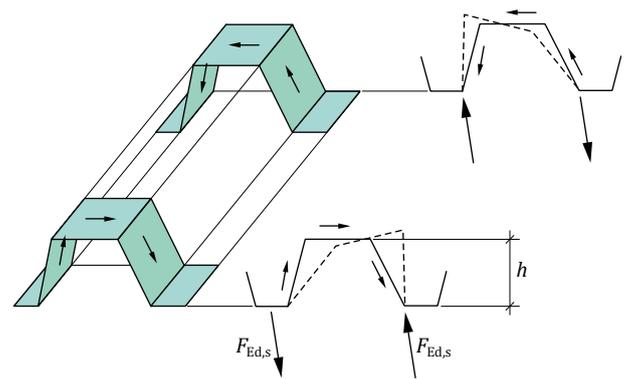


Bild 1. Kontaktkräfte infolge Schubfeldwirkung

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	T <sub>1,Ed</sub> T <sub>2,Ed</sub>	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	F <sub>pd</sub>	z <sub>ufft</sub>	erf.		
	1	0.30	1	[kN] 1.50	<	22.09 Nein		
Querträger (VBM)	Nachweis der Verbindungsmittel des Querträgers							
	EK	Feld	x	Art	F <sub>pd</sub> n	N <sub>d</sub> V <sub>Ed</sub> V <sub>Ed</sub>	η	
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 -  
EC 3, DIN EN 1993-1-3

299,- EUR

Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenz je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgekosten/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: März 2016  
Unterstütztes Betriebssystem: Windows 10 (64)