

Dipl.-Ing. David Hübel

Stahl-Trapezprofile in Dachlage

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S352.de Stahl-Trapezprofile

Stahl-Profilbleche sind besonders im Industrie und Gewerbebau häufig verwendete Bauelemente mit Anwendung in Dach-, Decken- und Wandkonstruktionen. Trapezprofile, trapezförmig gekantete Profilbleche, sind hierbei tragende Bauelemente, welche neben der Funktion des Raumabschlusses die Funktion des Lastabtrages übernehmen. So leiten beispielsweise Profilbleche in Dachlage Wind und/oder Schneelasten in die Unterkonstruktion.

The screenshot displays the BauStatik software interface for the design of a steel trapezoidal profile roof system. The main window is titled '01 - 352 - BauStatik 2018'. The interface is divided into several sections:

- Menu and Toolbar:** Includes options like 'Start', 'Dach', 'Bauteile', 'Gründung und Grundbau', 'Details', 'Berechnen', 'Ansicht', 'Eingabe', and 'Ausgabe'.
- Model Tree (Inhalt):** Lists components such as 'TB* - Titelblatt', '00.1* - Einwirkungen und...', '01* - Stahl-Trapezprofile', 'System', 'Belastungen', 'Dem.-schnittgrößen', 'Mat./Querschnitt', 'Ankerkräfte', 'Auflagerkräfte', 'Zusammenfassung', '02* - Stahl-Sparren', and '02* - Stahl-Platte in Flach'.
- Eingabe (Input) Panel:**
 - Vorbemerkung:** System, Wind/Schnee, Belastungen.
 - Material/Querschnitt:** Feldlängen [m] (I1: 4.000, I2: 4.000, I3: 4.000), Kragarme, J/N (vorgeben), Dachneigungswinkel (delta: 5,0), Auflager (Lager: 1 ALLE, b [cm]: 6,0).
 - Feldeigenschaften:** Wert: J/N = 0, Neue Übernahme.
- Ausgabe (Output) Panels:**
 - 3D Model:** Visualizes the steel trapezoidal profile roof system with dimensions and load application points.
 - Table 1:** Material properties for HOECHS T 100.1, S 235.

Lager	h	t	z	I_y	I_z	I_{yz}	$W_{y,el}$	$W_{z,el}$	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$
A	0,00	0,00	6,0	101	101	101	101	101	101	101
B	4,00	0,57	6,0	101	101	101	101	101	101	101
C	8,00	0,70	6,0	101	101	101	101	101	101	101
D	12,00	1,07	6,0	101	101	101	101	101	101	101
 - Table 2:** Design results for various load combinations (Kombinationen) across different positions (Rohb. 1, 2, 4, 8).

Position	Result	Value	Unit
Rohb. 1	1	0,00	0,00
	2	0,00	-0,02
Rohb. 2	1	0,00	0,00
	2	0,00	-0,02
Rohb. 4	1	0,00	-0,37
	2	0,00	-0,23
Rohb. 8	1	0,00	-0,27
	2	0,00	-0,27

Allgemeines

Ein typisches Einsatzgebiet von Stahl-Trapezblechen ist der Industrie- und Hallenbau. Häufig in Verbindung mit einer Stahl-Skelettkonstruktion. Gegenüber herkömmlichen Dacheindeckungen aus Ziegeln können bei dem Einsatz von Trapezblechprofilen aufgrund des geringeren Gewichts leichtere Unterkonstruktionen bzw. größere Spannweiten ausgeführt werden. Zudem kann, da das Profil Niederschlag schnell abführt, die Dachneigung geringer sein. Weitere Vorteile ergeben sich durch die einfache Montage sowie einen raschen Baufortschritt.

Die Herstellung erfolgt aus dünnen, ebenen Stahlblechen, die durch Kaltverformung (Profilierung) in Rollbandanlagen so hergestellt werden, dass in Tragrichtung Rippen (Trapeze) mit Gurten und Stegen entstehen, die durch Sicken versteift werden.

Die Nennblechdicken der üblichen Profilbleche liegen zwischen 0,5 mm und 1,5 mm. Durch eine Beschichtung und durch Bandverzinkung werden die Profilbleche vor Korrosion geschützt.

System

Im Kapitel „System“ werden alle erforderlichen Eingaben getroffen, um das statische System zu definieren. Es sind Ein- und Mehrfeldträger mit ggf. zusätzlichen Kragarmen möglich. Die eingegebenen Feldlängen entsprechen den Stützweiten im statischen System.

Vorbemerkung **System** Wind/Schnee Belastungen
 Material/Querschnitt Nachweise Anschlüsse Ausgabe Erläuterung

Feldlängen [m] I₁ 4.000 I₂ 4.000 I₃ 4.000

Kragarme J/N vorgeben

Dachneigungswinkel δ 5,0 °

Auflager

Lager	b [cm]
1 ALLE	6,0

Auflagerelastizitäten J/N vorgeben

Lager	KT,z [kN/m]	KT,x [kN/m]	KR,y [kNm/rad]
1 Lager A	10000	10000	0

Bild 1. Eingabe „System“

Standardmäßig wird an jedem Auflager eine unverschiebliche Lagerung in horizontaler y- und vertikaler z-Richtung angenommen. Abweichend hiervon lassen sich die Auflagerbedingungen für jedes Auflager auch separat durch die Vorgabe von Translations- und/oder Rotationsfedersteifigkeiten anpassen.

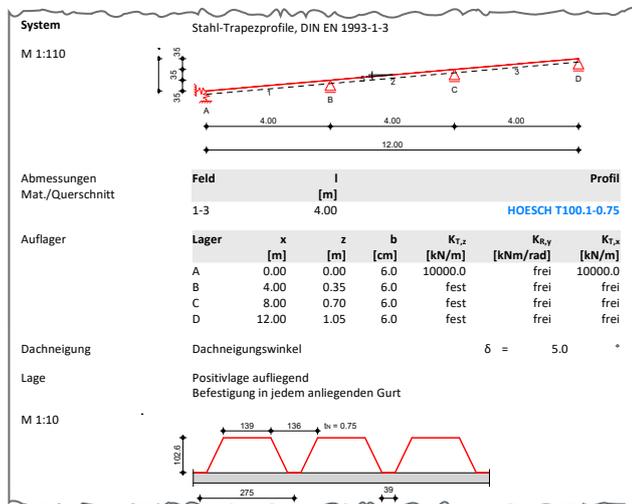


Bild 2. Ausgabe „System“

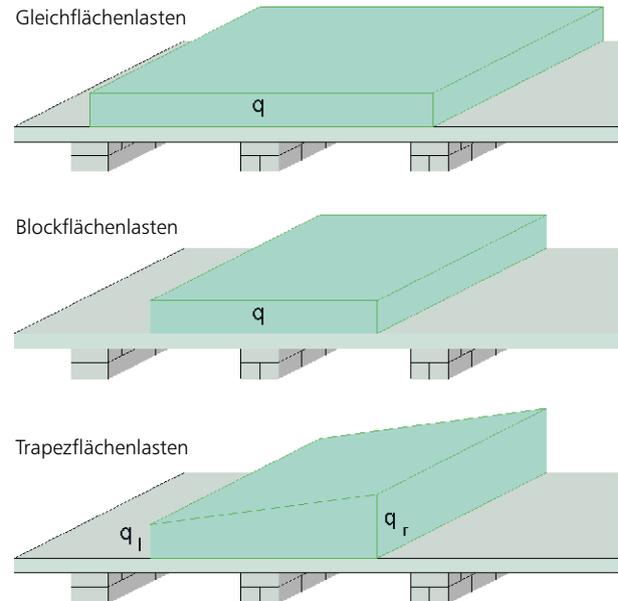
Wind/Schnee

Die Stahltrapez-Deckenelemente werden im Wesentlichen durch Winddruck und -sog sowie Schneelasten beansprucht. Über die Auswahl „Windlastermittlung“ im Kapitel „Wind“ können Windbeanspruchungen entweder in Abhängigkeit der Gebäudeabmessungen und der geographischen Lage (Windlastzonen) programmseitig nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 ermittelt oder manuell vom Anwender vorgegeben werden. Zusätzlich zu den automatisch ermittelten Lasten können Belastungswerte aus einer S031.de-Position übernommen werden.

Die Schneelastermittlung kann analog nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 programmseitig ermittelt oder manuell vom Anwender vorgegeben werden. Zusätzlich zu den automatisch ermittelten Lasten können Belastungswerte für Wind- und Schneelasten aus einer S031.de-Position übernommen werden.

Belastungen

Als Belastungen können verschiedene Flächenlasten vorgegeben werden. Zur Auswahl stehen hierbei folgende Flächenlasten:



Neben der Form der Flächenlast kann die Lastrichtung/Wirkungsrichtung gewählt werden. Hierbei kann die Last vertikal bezogen auf die Dachfläche oder die Grundfläche und horizontal oder orthogonal zur geneigten Dachfläche angesetzt werden. Die Berücksichtigung des Eigengewichtes des Stahl-Trapezprofils erfolgt auf Wunsch programmseitig.

Material/Querschnitt

Zur Auswahl stehen insgesamt 429 verschiedene Trapezprofile der in Bild 3 aufgeführten Hersteller.

Trapezprofil auswählen

Lage des Profils positiv negativ

Hersteller	Typ
ARCELOR	T100.1-0.88
FISCHER	T100.1-1.00
HOESCH	T100.1-0.75
PREUSSAG	T100.1-1.25
SAB	T100.1-1.50
	T100.1A-0.75
	T100.1A-0.88
	T100.1A-1.00
	T100.1A-1.25
	T100.1A-1.50

OK Abbrechen Hilfe

Bild 3. Auswahldialog Trapezprofil

Das gewünschte Trapezprofil kann über die Angabe des Herstellers und der Profilbezeichnung (einschließlich der Blechdicke) im Auswahldialog ausgewählt werden. Da jedes Trapezprofil mit einer festen Streckgrenze gemäß Zulassung (siehe Typenblätter) produziert wird, sind die Materialeigenschaften automatisch vorgegeben. Die jeweiligen Typenblätter gelten ausschließlich für die nach Zulassung angegebenen Materialkennwerte.

Vorbemerkung	System	Wind/Schnee	Belastungen
Material/Querschnitt	Nachweise	Anschlüsse	Ausgabe
Erläuterung			
Auswahl des Trapezprofils			
Bez	HOESCH T100.1-0.75 (positiv)		
Montageart			
Art	<input checked="" type="radio"/> Aufliegend <input type="radio"/> Untergehängt		
Befestigung			
Bef	Jeder Gurt	Befestigung des Profils	

Bild 4. Eingabe „Material/Querschnitt“

Über die Definitionen zur Lage des Profils (Positiv- oder Negativ-Lage) sowie der Montageart lassen sich alle möglichen in Bild 6 dargestellten Varianten erzeugen und nachweisen. Die Befestigung des Profils erfolgt je nach Auswahl entweder in jeder oder in jeder zweiten Sicke.

Mat./Querschnitt	HOESCH T 100.1, 0.75 mm						
	Positivlage aufliegend						
	Befestigung in jedem anliegenden Gurt						
Material/ Querschnittswerte	E-Modul [N/mm ²]	I ^{eff} [cm ⁴ /m]	I ^{eff} [cm ⁴ /m]	A _g [cm ² /m]	A _{eff} [cm ² /m]	f _{y,k} [N/mm ²]	
	210000	167.0	167.0	10.49	4.05	320	
Bemessungswerte der Widerstandsgrößen bei andrückender Last	Aufl. [mm]	R _{w,Rd,A} [kN/m]	M _{0,Rd,B} [kNm/m]	M _{c,Rd,B} [kNm/m]	R _{0,Rd,B} [kN/m]	R _{w,Rd,B} [kN/m]	
	A (40)	8.60	-	-	-	-	
	B (60)	-	6.33	6.33	22.16	19.82	
	C (60)	-	6.33	6.33	22.16	19.82	
	D (40)	8.60	-	-	-	-	
	V _{w,Rd} = 37.05 kN/m M _{c,Rd,F} = 5.94 kNm/m						
Bemessungswerte der Widerstandsgrößen bei abhebender Last	M _{c,Rd,F} [kNm/m]	R _{w,Rd,A} [kN/m]	M _{0,Rd,B} [kNm/m]	M _{c,Rd,B} [kNm/m]	R _{0,Rd,B} [kN/m]	R _{w,Rd,B} [kN/m]	V _{w,Rd} [kN/m]
	7.29	37.05	-	5.87	-	-	37.05
Normalkraft-widerstände	N _{t,Rd} = 305.16 kN/m N _{c,Rd} = 117.82 kN/m						

Bild 5. Ausgabe „Mat./Querschnitt“ mit Bemessungswerten des gewählten Trapezprofils

Bei Positivlage der Stahl-Trapezprofile liegen die Gurte, welche den Längsstoß bilden, an der Unterkonstruktion. Entsprechend ist bei der Negativlage der Längsstoß nicht mit der Unterkonstruktion verbunden.

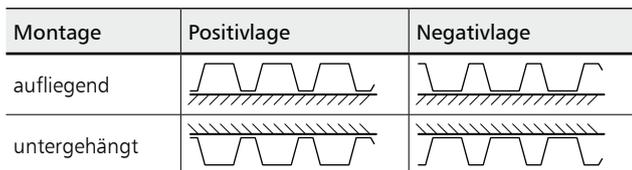


Bild 6. Definitionen der Profillage

Nachweise

Die Nachweisführung erfolgt nach DIN EN 1993-1-3 in Verbindung mit DIN EN 1993-1-3/NA. Die querschnittsbezogenen Querschnitts- und Bemessungswerte sind für alle zur Verfügung stehenden Trapezprofile in den Stammdaten hinterlegt.

Nachweise (GZT)	für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-3	
Nachweisformate	für Endauflager	
	$F_{Ed,A} / R_{w,Rd,A}$	
	für Felder	
(Zug)	$N_{Ed} / N_{t,Rd} + M_{Ed,F} / M_{c,Rd,F}$	
(Druck)	$N_{Ed} / N_{c,Rd} + M_{Ed,F} / M_{c,Rd,F}$	
	für Innenaufleger	
	$F_{Ed,B} / R_{w,Rd,B}$	
	$V_{Ed,B} / V_{w,Rd}$	
(Zug)	$N_{Ed} / N_{t,Rd} + M_{Ed,B} / M_{c,Rd,B}$	
(Druck)	$N_{Ed} / N_{c,Rd} + M_{Ed,B} / M_{c,Rd,B}$	
(Zug)	$N_{Ed} / N_{t,Rd} + M_{Ed,B} / M_{0,Rd,B} + (F_{Ed,B} / R_{0,Rd,B})^2$	
(Druck)	$N_{Ed} / N_{c,Rd} + M_{Ed,B} / M_{0,Rd,B} + (F_{Ed,B} / R_{0,Rd,B})^2$	
(Zug)	$N_{Ed} / N_{t,Rd} + M_{Ed,B} / M_{c,Rd,B} + (2.0 * V_{Ed,B} / V_{w,Rd} - 1)^2$	
(Druck)	$N_{Ed} / N_{c,Rd} + M_{Ed,B} / M_{c,Rd,B} + (2.0 * V_{Ed,B} / V_{w,Rd} - 1)^2$	

Bild 7. Ausgabe Nachweisformate

Bei den Tragsicherheitsnachweisen im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind je Einwirkungskombination verschiedene Bedingungen für die Tragfähigkeit der Trapezprofile einzuhalten. Die Nachweise sind jeweils für End- und Innenaufleger sowie für Feldbereiche zu führen.

Nachweise (GZT)	für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-3					
Endauflager	Aufl.	EK	F_{Ed,A} [kN/m]	η	[-]	
	A	2	1.44	0.17		
	D	2	1.45	0.17		
Innenaufleger	Aufl.	EK	N_{Ed} [kN/m]	F_{Ed,B} [kN/m]	V_{Ed,B} [kN/m]	M_{Ed,B} [kNm/m]
	B	2	3.98	4.39	0.20	0.12
	18	-1.69	-	-	2.88	0.51
	2	0.19	3.98	-	-1.45	-
	1	0.03	-	-0.30	-0.20	-
	C	2	3.97	3.34	0.20	0.09
	18	-0.99	-	-	2.87	0.50
	2	0.16	3.97	-	-1.44	-
	1	0.02	-	-0.25	-0.20	-
Felder	Feld	x [m]	N_{Ed} [kN/m]	M_{Ed,F} [kNm/m]	η	[-]
	1	18	1.62	-1.71	-2.57	0.37
		14	3.98	-0.34	-0.03	0.01
	2	18	0.07	-1.02	2.67	0.46
		2	2.01	0.00	0.36	0.06
		18	3.95	-0.99	2.66	0.46
	3	11	0.03	-0.33	-0.50	0.07
		18	2.39	-0.29	-2.58	0.36
Nachweise (GZG)	im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1993-1-3 und DIN EN 1993-1-1					
Begehrbarkeit	Grenzstützweite $L_{gr} = 6.35 \text{ m} > 4.02 \text{ m}$					
Grenzwert der Durchbiegung	Felder	l/300				

Bild 8. Ausgabe „Nachweise“

Neben den Nachweisen im Grenzzustand der Tragfähigkeit können wahlweise Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit geführt werden. Hierzu gehören der Nachweis der Begehrbarkeit sowie der maximalen Verformung.

Der Nachweis der Begehrbarkeit für Dachtrapezprofile erfolgt unter Beachtung der Grenzstützweite „L_{gr}“. Durch diesen Nachweis ist auch die Begehrbarkeit durch eine Person (Mannlast) bei Montage und Wartung sichergestellt.

Anschlüsse

Die industriell vorgefertigten Trapezbleche werden mit der Unterkonstruktion verschraubt. Bei größeren Längen können biegesteife Querstöße ausgeführt werden. Neben den Nachweisen des Trapezprofils können solche Verbindungen einzelner Trapezprofile untereinander sowie Anschlüsse an die Unterkonstruktion nachgewiesen werden.

Biegesteifer Stoß

Wenn das Trapezprofil als Mehrfeldträger ausgebildet werden soll, die Trapezprofiltafeln jedoch wegen Begrenzung der Liefer- und Transportlängen nicht für die gesamte Länge zur Verfügung stehen, können die einzelnen Elemente überlappend ausgeführt werden. Diese Überlappungen sind als biegesteife Stöße auszubilden. Biegesteife Stöße sind nur im Auflagerbereich zulässig.

Biegesteife Stöße können nach DIN 18807 Teil 3 nachgewiesen werden. Der Nachweis erfolgt durch Gegenüberstellung der Beanspruchungen aus Bemessungslasten und der Widerstände der Verbindungselemente auf Abscheren.

Verbindung mit der Unterkonstruktion

Neben einer möglichen Verbindung bzw. Überlappung einzelner Trapezblechelemente kann die Verbindung der Trapezbleche mit der Unterkonstruktion nachgewiesen werden.

Der Nachweis wird unter Beachtung der Unterkonstruktion geführt. Hierbei kann wahlweise eine Unterkonstruktion aus Stahl oder Holz sowie Stahlbeton oder Mauerwerk mit Stahl- oder Holzunterlage nachgewiesen werden.

Je nach gewähltem Material der Unterkonstruktion können verschiedene Verbindungsmittel gewählt werden. Folgende Verbindungsmittel stehen hierbei zur Auswahl:

- Blindnieten
- Bohrschrauben
- Gewindefurchende Schrauben
- Setzbolzen

Die Auswahl des Verbindungsmittels sowie das vorhandene Material der Unterkonstruktion kann für jedes Auflager separat gewählt und nachgewiesen werden.

Verbindungen										
Statisch wirksame Überdeckung	Stoß	Lage*	EK	M _{Ed} [kNm]	V _{Ed} [kN]	n	K _d [kN]	n*V _{Ed} [kN]	η [-]	
Gewindefurchende Schraube Würth FABA Typ A 6,5 x L										
	Vor B	oben	18	2.87	-3.34	2	1.60	2.56	0.62	
* : Lage des übertragenden Endes										
Unterkonstruktion	Aufl.	EK	Art	F _{Ed} [kN/m]	n	N _d [kN]	N _{sd} [kN]	V _d [kN]	V _{sd} [kN]	η [-]
Gewindefurchende Schraube End E-X A 6,5 x L										
	A	68	Inter	-3.03	2	-0.42	1.12	1.12	0.53	
				2.00		0.27	1.76			
Gewindefurchende Schraube End E-X A 6,5 x L										
	B	68	Axial	-7.80	2	-1.07	1.12	1.12	0.96	
Gewindefurchende Schraube End E-X A 6,5 x L										
	C	68	Axial	-7.80	2	-1.07	1.12	1.12	0.96	
Gewindefurchende Schraube End E-X A 6,5 x L										
	D	68	Axial	-3.20	1	-0.88	1.12	1.12	0.79	
Aufl. A	Abminderungsfaktor nach Anlage 1.2						=	1.00		
	Dicke II						=	1.00	[mm]	
Aufl. B	Abminderungsfaktor nach Anlage 1.2						=	1.00		
	Dicke II						=	1.00	[mm]	
Aufl. C	Abminderungsfaktor nach Anlage 1.2						=	1.00		
	Dicke II						=	1.00	[mm]	
Aufl. D	Abminderungsfaktor nach Anlage 1.2						=	1.00		
	Dicke II						=	1.00	[mm]	
Auflagerbreiten	Lager A l _{min} : 40 mm < 60 mm Lager B l _{min} : 60 mm = 60 mm Lager C l _{min} : 60 mm = 60 mm Lager D l _{min} : 40 mm < 60 mm									
Mindestabstände	nach DIN EN 1993-1-3, Abs. 8.3									
	p1 [mm]	e1 [mm]			p2 [mm]		e2 [mm]			
	Gewindefurchende Schraube End E-X A 6,5 x L									
	20	20			20		10			
	Gewindefurchende Schraube Würth FABA Typ A 6,5 x L									
	20	20			20		10			

Bild 9. Ausgabe Nachweis Verbindungen

Ausgabe

Es wird eine vollständige, übersichtliche und prüffähige Ausgabe der Bemessung zur Verfügung gestellt. Der Ausgabeumfang kann in gewohnter Weise gesteuert werden.

Dipl.-Ing. David Hübel
mb AEC Software GmbH
mb-news@mbaec.de

Literatur

- [1] DIN EN 1993-1-3: Ausgabe: 2010-12 - Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-3: Allgemeine Regeln - Ergänzende Regeln für kaltgeformte Bauteile und Bleche; Deutsche Fassung EN 1993-1-3:2006 + AC:2009.
- [2] DIN EN 1993-1-3/NA: Ausgabe: 2010-12 - 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.
- [3] DIN 18 807-3: Trapezprofile im Hochbau, Stahltrapezprofile - Teil 3: Festigkeitsnachweis und konstruktive Ausbildung. Ausgabe Juni 1987.

Preise und Angebote

S352.de Stahl-Trapezprofile – 299,- EUR
EC 3, DIN EN 1993-1-3
 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). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: August 2018

Unterstütztes Betriebssystem: Windows 10 (64)

Preisliste: www.mbaec.de