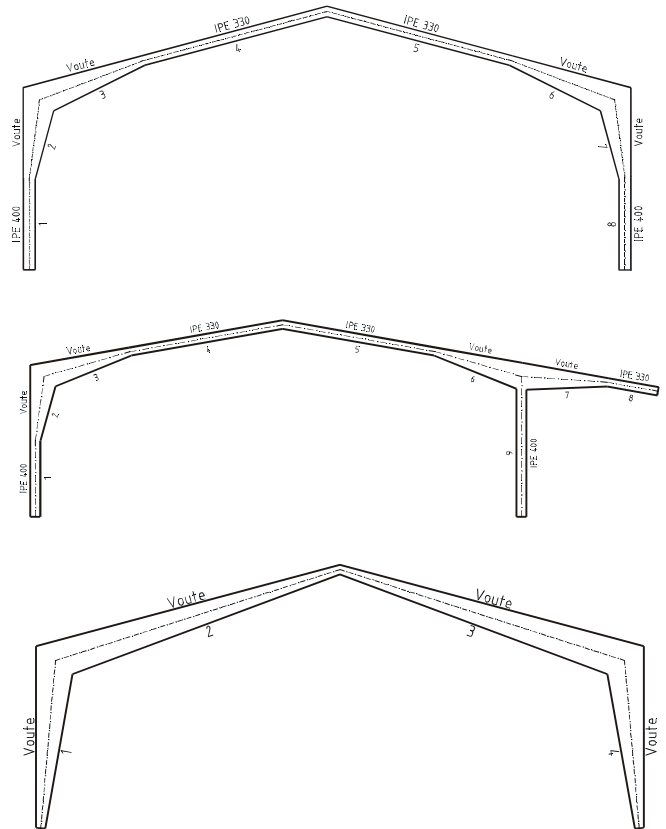


45S Stahl-Voutenrahmen nach DIN 18800 (11.90)

(Stand: 18.10.2010)

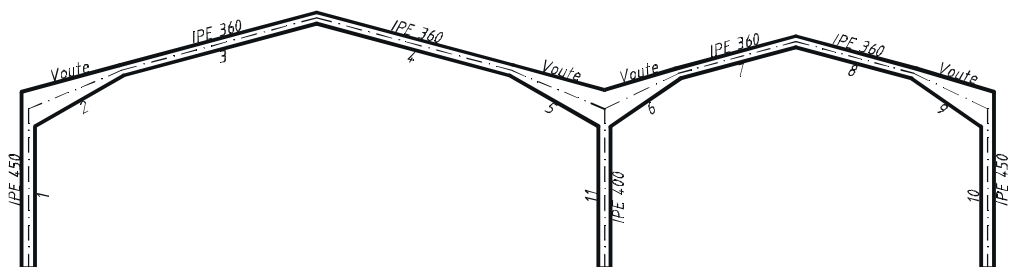
Leistungsumfang:

- Ebene Stahlrahmen-Konstruktion mit 1-achsiger Biegung.
- Statisches System ist ein offener Stabzug mit maximal 2 abzweigenden Zusatzstäben.
- Maximal 12 Stäbe, 5 Lager, 3 Gelenke und 20 Sonderquerschnitte.
- Lager mit beliebigen Freiheitsgraden können an den Systemknoten angeordnet werden. Federkonstanten für die vertikale und horizontale Lagerung sowie für die Einspannung können berücksichtigt werden.
- Gelenke können in den Systemknoten angeordnet werden.
- Freie Eingabe der Systemgeometrie oder automatische Generierung des Systems für Standard-Voutenrahmen über die Eingabe der Rahmen-Außenabmessungen.
- Bemessung für Stäbe mit konstantem oder veränderlichem I-Profil-Querschnitt.
- Freie Definition von Sonderquerschnitten als geschweißte 1-fach symmetrische I-Profile.
- Kombinierte Systeme mit Vouten und DIN-I-Profilen sind möglich.
- Stahlsorten nach DIN 17100 (St 37-2, USt 37-2, RSt 37-2, ST 37-3, St 52-3) sowie äquivalente Bezeichnungen nach DIN EN 10027 T1/T2 bzw. EC3 und freie Werkstoffdaten-Eingabe.
- Einzel-, Strecken- und Momenteneinwirkungen, an beliebiger Stelle auf den Stäben ansetzbar (keine Zwischenknoten erforderlich).
- Unterteilung der Einwirkungssituationen in bis zu 9 Lastfälle, in denen jeweils die Kombinationen nach DIN 18800 Teil 1 Abs. 7.2.2 untersucht werden.
- Schnittgrößenberechnung nach Theorie 2. Ordnung mit oder ohne Ansatz von Imperfektionen (Schiefstellung, Vorkrümmung). Die extremalen Schnittgrößen werden stabweise zusammengestellt.
- Tragsicherheitsnachweis nach DIN 18800 Teil 1 Abs. 7.5.3 (ELASTISCH-PLASTISCH)
- Der b/t-Nachweis wird separat für den Obergurt, Untergurt und den Steg ausgegeben.
- Biegedrillknicknachweis nach DIN 18800 Teil 2 Abs. 3.
- Biegeknicknachweis nach DIN 18800 Teil 2 Abs. 3 für das Ausweichen senkrecht zur Rahmenebene.
- Ermittlung der Verformungen: Knotenverschiebung und Stabdurchbiegung.
- Ermittlung der charakteristischen Auflagerkräfte.
- Die Schnittgrößen, Tragsicherheitsnachweise, Verformungen und Auflagerkräfte können optional, für ausgewählte Lastfälle und Einwirkungskombinationen, auf dem Bildschirm oder Drucker ausgegeben werden.



(Bild 1: Mögliche Rahmenformen)

System:



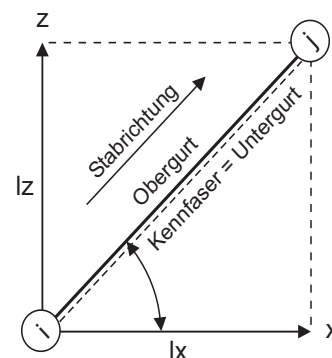
(Bild 2: Auch 2-schiffige Rahmen sind möglich)

Das statische System besteht aus einem äußeren Rahmen (offener Stabzug), an dessen Knoten bis zu 2 abzweigende Stäbe (z.B. Zwischenstützen, Kragarmen, Konsolen) biegesteif oder gelenkig angeschlossen werden können. Das gesamte System kann aus bis zu 12 Stäben bestehen.

Für die Eingabe des Systems stehen 2 Varianten zur Verfügung:

1. Freie Eingabe

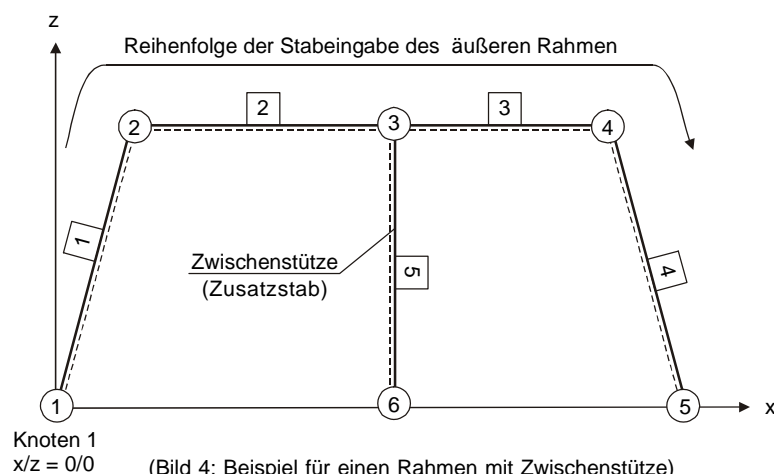
Die Eingabe des Systems erfolgt stabweise und beginnt mit den Stäben des äußeren Rahmens. Die Numerierung der Stäbe und Knoten erfolgt automatisch. Im Eingabefeld für die Stabnummer kann diese bestätigt oder durch die Eingabe von "0" die Stabeingabe beendet werden. Wird als Stabnummer "-1" eingegeben, so wird das bisher eingegebene System automatisch symmetrisch ergänzt (gespiegelt). Die Stäbe werden fortlaufend eingegeben, d.h. jeder Stab schließt mit seinem Knoten i an den Knoten j des Vorstabes an (eine Ausnahme bilden die Zusatzstäbe). Der Stab Nr.1 beginnt mit seinem Knoten i im Koordinatenursprung. Die Richtung und Länge der Stäbe wird durch die Differenzmaße l_x (horizontal) und l_z (vertikal) bestimmt. Wird für l_x oder l_z "0" eingegeben, so wird zusätzlich der Winkel α abgefragt. Das zu "0" gesetzte Differenzmaß wird dann über den Winkel vom Programm berechnet und zur Korrektur angeboten. Als Stabrichtung ist die Laufrichtung von Knoten i nach Knoten j definiert. Die Kennfaser liegt in Stabrichtung auf der rechten Seiten. Der äußere Rahmen sollte im Uhrzeigersinn eingegeben werden, so daß die Kennfaser innen liegt.



(Bild 3: Der Stab)

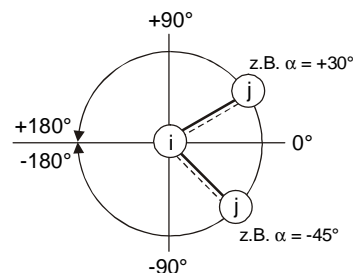


Hinweise zur exakten Ausrichtung der Ober- bzw. Unterkante von Stäben mit veränderlichem Querschnitt, sowie Erläuterungen zur Eingabe von Kragarmen befinden sich im Anhang "Tipps zur Systemeingabe".



Knoten 1
 $x/z = 0/0$

(Bild 4: Beispiel für einen Rahmen mit Zwischenstütze)



(Bild 5: Der Stab-Winkel α)

Für jeden Stab ist der Profilquerschnitt anzugeben. Wird aus dem Profil-Menü ein Standard-I-Profil (bzw. DIN-Profil) gewählt, wird dieses als über die Stablänge konstant angenommen. Sollen frei definierte I-Profile genutzt werden, so ist "I aus Blechen" zu wählen. Diese Option steht jedoch nur zur Verfügung, wenn vor der Systemeingabe Sonderquerschnitte eingegeben wurden (siehe Abschnitt "Sonderquerschnitte"). Für den Knoten i und den Knoten j können unterschiedliche Sonderquerschnitte gewählt werden (Voute). Die Querschnittsabmessungen werden im Stabverlauf als linear veränderlich angenommen. In einem Menü werden alle definierten Sonderquerschnitte zur Auswahl angeboten. Wird als Querschnitts-Typ " * " gewählt, so wird in dem jeweiligen Knoten der anschließende Querschnitt des Vor- bzw. Folgestabes angesetzt. Dies kann auch ein Standard-I-Profil sein.



Die Systemachsen (= Stabachsen) verlaufen durch den Schnittpunkt der Querschnitt-Hauptachsen, und entsprechen nur bei doppelsymmetrischen Querschnitten der geometrischen Mittellinie. Bei Querschnitten mit unterschiedlichem Ober- und Untergurt verschiebt sich die Systemachse in Richtung des massiveren Gurtes. Die Hauptachsen der Sonderquerschnitte werden vom Programm berechnet.

(Bild 7: Sonderquerschnitt)



Die Gesamtquerschnittshöhe "h", in der Tabelle der Sonderquerschnitte, wird generell senkrecht zur Stabachse gemessen. Bei der Eingabe als "Standard-Rahmen" wird, falls erforderlich, das Maß "h" für einige bestimmte Stellen abgefragt. Nur in diesem Fall wird "h" senkrecht zur Stabaußenkante (Ober-gurt) gemessen. Nach dem Abschluß der Eingabe der Sonderquerschnitte werden die Querschnittshöhen senkrecht zur Stabachse errechnet und wiederum als "h" in die Tabelle eingetragen.

Lager, Gelenke und Federn:

In dieser Tabelle können bis zu 5 Lager und 3 Gelenke definiert werden. Auf Wunsch schlägt das Programm eine Lageranordnung vor. Die Lager- und Gelenk-Nummern werden in der Reihenfolge ihrer Eingabe automatisch vergeben. Es ist jeweils der Knoten anzugeben, an dem das Lager oder das Gelenk angeordnet werden soll. Die Freiheitsgrade für die horizontale und vertikale Verschieblichkeit sowie für die Verdrehbarkeit werden nacheinander abgefragt. Federkonstanten sind in kN/cm bzw. kN/cm/m einzugeben.

Werkstoffdaten:

Als Werkstoff stehen die Stahlsorten nach DIN 17100 (St 37-2, USt 37-2, RSt 37-2, ST 37-3, St 52-3) sowie äquivalente Bezeichnungen nach DIN EN 10027 T1/T2 bzw. EC3 zur Verfügung. Auch eine freie Eingabe der Werkstoffdaten ist möglich. Neben den Materialkennwerten ist der Teilsicherheitsbeiwert γ_M (i.d.R. $\gamma_M = 1,10$) einzugeben.

Einwirkungen:

Klassifizierung:

Für die Eingabe der Einwirkungen sind diese entsprechend DIN 18800 Teil 1 Abs. 7.2 zu klassifizieren:

- G = Ständige Einwirkungen.** Dazu zählt auch das Profil-Eigengewicht, welches auf Wunsch automatisch berücksichtigt wird. Es ist für alle ständigen Einwirkungen ein Teilsicherheitsbeiwert γ (i.d.R. $\gamma = 1,35$) einzugeben. Zudem können Lastfälle benannt werden, in denen die ständigen Einwirkungen entlastend wirken. Für diese Lastfälle ist ein gesonderter Teilsicherheitsbeiwert γ einzugeben (i.d.R. $\gamma = 1,0$).
- Qi = Veränderliche Einwirkungen.** Es können vor der eigentlichen Lasteingabe bis zu 9 Gruppen (Q1,Q2,...,Q9) für veränderliche Einwirkungen definiert werden. Jede Gruppe erhält eine textliche Beschreibung, einen eigenen Teilsicherheitsbeiwert γ (i.d.R. $\gamma = 1,5$) und einen Kombinationsbeiwert ψ , welcher nur bei Kombinationen mit mehr als einer veränderlichen Einwirkung angesetzt wird.
- Ai = Außergewöhnliche Einwirkungen.** Es können vor der eigentlichen Lasteingabe bis zu 3 Gruppen (A1,A2,A3) für außergewöhnliche Einwirkungen definiert werden. Jede Gruppe erhält eine textliche Beschreibung und einen eigenen Teilsicherheitsbeiwert γ (i.d.R. $\gamma = 1,0$).

Lastfälle:

Die Lastfälle werden durch die Kombinationen der DIN 18800 Teil 1 nahezu überflüssig, da jede Einwirkungsgruppe in einer eigenen Kombination gesondert berücksichtigt wird. Um aber zu vermeiden, daß sich bei der Gesamtkombination, bei der alle Qi berücksichtigt werden, Einwirkungen gegeneinander aufheben, können bis zu 9 Lastfälle definiert werden. Alle Lastfälle werden getrennt voneinander betrachtet werden. Eine Berücksichtigung von Wind von links (z.B. Lastfall 1) und Wind von rechts (z.B. Lastfall 2) ist somit in einem Rechenlauf möglich. Um den Rechenaufwand bei der Schnittgrößenermittlung zu minimieren, sollten nicht mehr Lastfälle eingegeben werden als erforderlich.

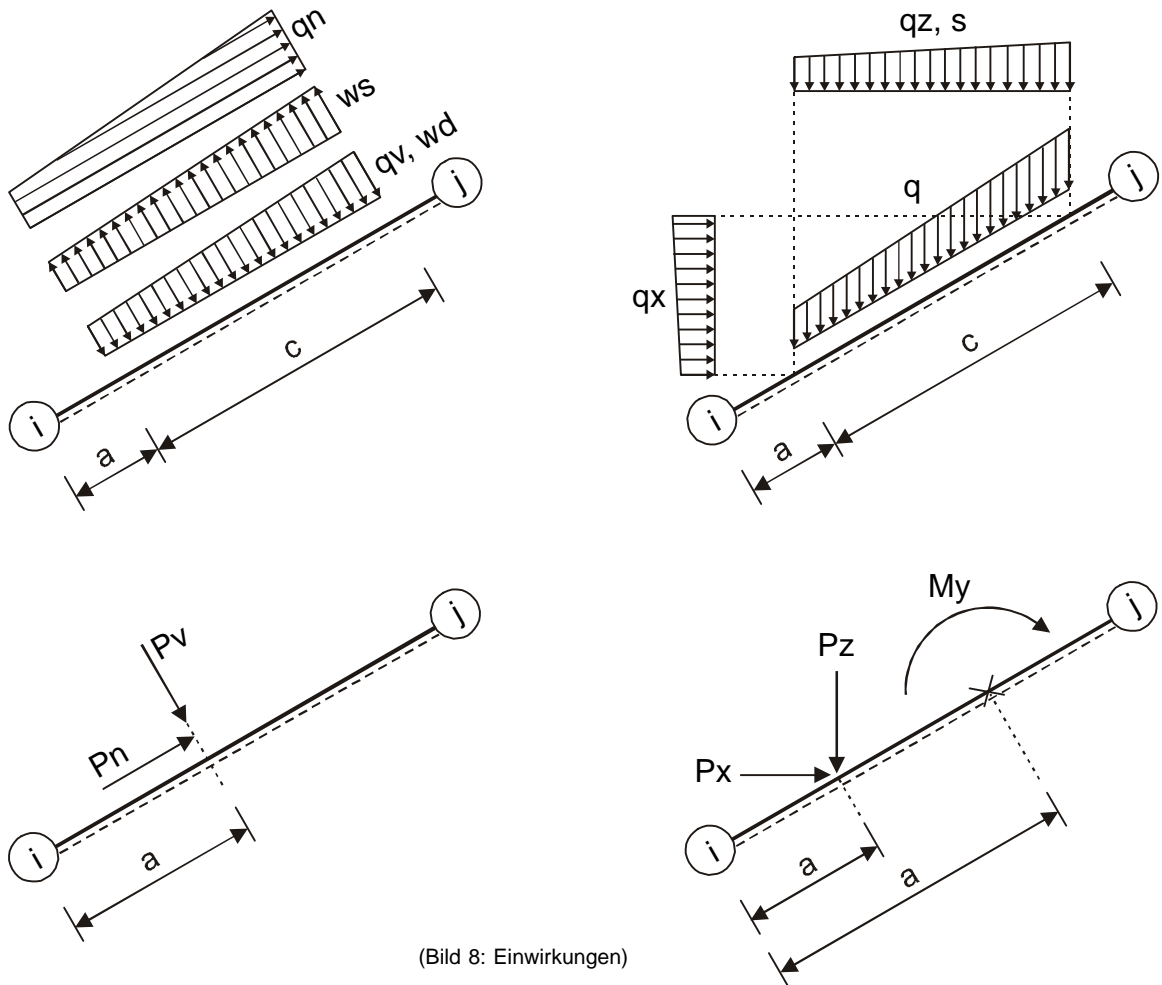
Einwirkungs-Eingabe:

Die Eingabe der Einwirkungen erfolgt tabellarisch, getrennt nach Einwirkungen auf die Knoten und Einwirkungen auf die Stäbe.

Die Tabellenspalten im einzelnen:

Einwirkungen	<p>Freier Text zur Bezeichnung der Einwirkung. An dieser Stelle können auch die verschiedenen Hilfsfunktionen (z.B.: Lastübernahme aus anderen Positionen und FEM, QUICKLAST usw.) aufgerufen werden. Einen Überblick über diese Funktionen erhält man durch die Eingabe des Fragezeichens "?". Mit der Eingabe von "0" wird die jeweilige Tabelle abgeschlossen. Bei der Eingabe der "Einwirkungen auf die Stäbe" gibt es weitere Zusatzfunktionen:</p> <p>z.B.: "s" Schnee-Einwirkung "wd", "ws" Winddruck, Windsog "d" Dachhaut (wird als Einwirkungsart "q" eingegeben)</p>
Knoten	<p>Es sind die Nummern der Knoten einzugeben, an denen die Einwirkung angesetzt werden soll. Es können sowohl einzelne Knoten als auch Knoten-Gruppen erfaßt werden.</p> <p>z.B.: "1,3,5-9" Die Einwirkung wird jeweils an den Knoten 1, 3, 5, 6, 7, 8 und 9 angesetzt.</p>
Stäbe	<p>Es sind die Nummern der Stäbe einzugeben, an denen die Einwirkung angesetzt werden soll. Es können sowohl einzelne Stäbe als auch Stab-Gruppen erfaßt werden.</p> <p>z.B.: "1,4-8" Die Einwirkung wird jeweils an den Stäben 1, 4, 5, 6, 7 und 8 angesetzt.</p>
LF	<p>Es sind die Nummern der Lastfälle einzugeben, in denen die Einwirkung angesetzt werden soll. Es können sowohl einzelne Lastfälle als auch Lastfall-Gruppen erfaßt werden. Eine Trennung der Einzellastfälle durch ein Komma ist nicht erforderlich.</p> <p>z.B.: "3" Die Einwirkung wird nur im Lastfall 3 angesetzt. "134" Die Einwirkung wird in den Lastfällen 1, 3 und 4 angesetzt. "5-9" Die Einwirkung wird in den Lastfällen 5,6,7,8 und 9 angesetzt.</p>
Art	<p>Hier ist die Art und Richtung der Einwirkung zu bestimmen. Das erste Zeichen bestimmt die Einwirkungsart, das zweite Zeichen die Richtung (z.B.: "Pz" = Einzeleinwirkung in z-Richtung bzw. vertikal). Die Eingabe erfolgt per Menü.</p>
Kl.	<p>Es ist eine der zuvor definierten Klassifizierungen aus einem Menü auszuwählen. Enthält die Einwirkung einen ständigen Anteil (G) und einen veränderlichen Anteil (Qi), so ist die Einwirkung in zwei Tabellenzeilen einzugeben. In der zweiten Zeile kann im Eingabefeld "Einwirkung" ein "k" eingegeben werden. Die Vorzeile wird dann kopiert und es brauchen nur noch die Klassifizierung und der Wert geändert werden.</p>
Wert,k	<p>Es ist die charakteristische Größe der Einwirkung (<u>ohne</u> Teilsicherheitsbeiwert) einzugeben. Erst bei der Berechnung der Bemessungsschnittgrößen wird dieser Wert, entsprechend seiner Klassifizierung, mit γ und falls erforderlich mit ψ multipliziert. Bei der Eingabe von Streckeneinwirkungen ist jeweils die Größe links (li.) und rechts (re.) einzugeben. Auf diese Weise können neben den Gleichlasten auch Trapez- und Dreieckslasten erfaßt werden. Es kann gewählt werden, ob die Eingabe in kN/m oder kN/m² erfolgen soll. Wird kN/m² gewählt, so wird der Wert der Einwirkung bei der Schnittgrößenberechnung mit dem Rahmenabstand multipliziert. Eine solche Einwirkung wird in der Einwirkungstabelle mit einem Sternchen (*) gekennzeichnet.</p>
a	<p>Abstand der Einwirkung bzw. des Einwirkungsbegins vom Knoten i des jeweiligen Stabes in Stabrichtung. Wird bei Streckeneinwirkungen für a "-1" eingegeben, so wirkt die Einwirkung über die gesamte Stablänge. Für a und c wird dann "--" eingetragen. Bei Stabgruppen ist dies immer der Fall.</p>
c	<p>Länge der Streckeneinwirkungen in Stabrichtung.</p>

Einwirkungs-Arten:



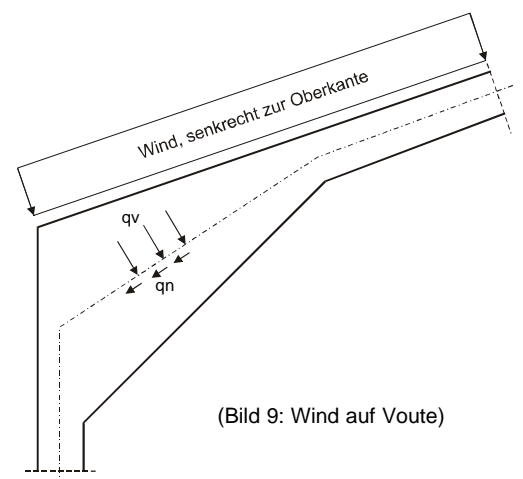
(Bild 8: Einwirkungen)

Wind und Schnee:

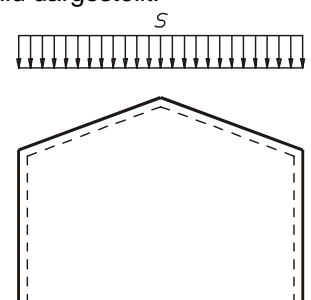
Einwirkungen aus Wind und Schnee werden gemäß DIN 1055 entsprechend der jeweiligen Stabneigung umgerechnet. Bei Stäben mit veränderlichem Querschnitt wird die Neigung des Obergurtes zugrunde gelegt.

Zerlegung der Windeinwirkungen bei Vouten:

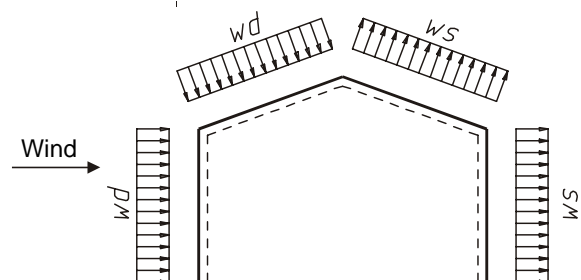
Da der Wind senkrecht zur Staboberkante wirkt, ergeben sich bei gevouteten Stäben, auf die Stabachse bezogen, eine q_v - und eine q_n -Einwirkungskomponente. Die Streckeneinwirkungen längs zur Stabachse (q_n) werden beim Ausdruck in einem separaten Einwirkungsbild dargestellt.



(Bild 9: Wind auf Voute)



(Bild 10: Schnee auf Riegel)



(Bild 11: Eingaben für Wind von links)

Schnittgrößen:

Imperfektionen:

Für die Schnittgrößenberechnung nach Theorie 2. Ordnung können Imperfektionen nach DIN 18800-2 Abs. 2, in Form von Vorverdrehung und Vorkrümmung, für jeden Stab separat berücksichtigt werden. Die Imperfektionen werden in Richtung der Verformungen aus Theorie 1. Ordnung angesetzt. Auf Wunsch schlägt das Programm Imperfektionen vor und bietet diese zur Korrektur an.

Vorverdrehung:	n	Anzahl der voneinander unabhängigen Ursachen für die Vorverdrehung. In der Regel ist n gleich der Anzahl der Stiele in Rahmenebene. Stiele mit geringer Normalkraft zählen dabei nicht (DIN 18800-2 El.(205)). Wird $n = 0$ gesetzt, so entfällt der Ansatz der Vorverdrehung für den jeweiligen Stab.
	<i>Faktor</i>	Grundwert für den Winkel der Vorverdrehung. Für einteilige Querschnitte ist hier ein Winkel von 1/200 zu berücksichtigen. Der Winkel der Vorverdrehung ergibt sich wie folgt: $\varphi_0 = \text{Faktor} \cdot r_1 \cdot r_2$ Die Reduktionsfaktoren r_1 und r_2 werden vom Programm intern berechnet. Dabei geht n in den Faktor r_2 ein.
Vorkrümmung:	<i>Ansatz</i>	Für den Ansatz der Vorkrümmung gibt es drei Optionen: "ja" Die Vorkrümmung wird immer angesetzt. "nein" Die Vorkrümmung wird nicht angesetzt. "E>1.6" Die Vorkrümmung wird nur angesetzt wenn die Stabkennzahl $E > 1.6$ ist.
	w_0	Stich der Vorkrümmung in Abhängigkeit von der Stablänge. Für gewalzte Profile schlägt das Programm hier $l/300$, für geschweißte Profile $l/250$ vor.

Schnittgrößen-Berechnung:

Die Schnittgrößen werden nach Theorie 1. und 2. Ordnung für folgende Stellen ermittelt, für die jeweils der Tragsicherheits-, b/t-, Biegeknick- und Biegedrillknicknachweis geführt wird:

- Unstetigkeitsstellen des Systems (Knoten).
- Unstetigkeitsstellen aus den Einwirkungen. Dazu zählen alle Angriffspunkte der Einzeleinwirkungen und Momente sowie die Anfangs- und der Endpunkte von Streckeneinwirkungen.
- Unstetigkeitsstellen aus den Schnittgrößen selbst. Dazu zählen Stellen der extremalen Momente und Verformungen sowie Momenten- und Querkraftnullpunkte.
- Teilungspunkte der Stäbe. Die maximale Stabteilung beträgt 10. Sind veränderlichen Querschnitte im System enthalten, so sollte immer mit der maximalen Stabteilung gerechnet werden, um den für die Bemessung maßgebenden Schnitt möglichst exakt ermitteln zu können. Bei Systemen ohne veränderliche Querschnitte kann die Teilung bis auf 1 reduziert werden. Dies erhöht die Rechengeschwindigkeit.

Die maximalen und minimalen Schnittgrößen werden stabweise im Statikformular ausgegeben. Die maßgebenden Schnittgrößen und deren Stelle werden bei den jeweiligen Nachweisen ausgegeben. Am Ende der Positionsbearbeitung können bei Bedarf sämtliche Schnittgrößen per Zwischenausdruck ausgegeben werden.

Nachweise:

Tragsicherheit Theorie 2. Ordnung nach DIN 18800 Teil 1 Elastisch-Plastisch:

Es werden den einzelnen Beanspruchungen geeignete Teilflächen zugewiesen: Die Momente werden symmetrisch den Teilflächen mit größtmöglichem Schwerpunktabstand zugeordnet. Die Querkraft wird den Teilen des Stegs zugewiesen, die nicht bereits durch Momente belegt sind. Die Nachweiswerte f_{Nx} , f_{My} , f_{Vz} beschreiben das Verhältnis der vorhandenen Beanspruchungen zur beanspruchten (bzw. zugewiesenen) Fläche unter Berücksichtigung noch freier Teilflächen, die zum Abtragen solcher Beanspruchung geeignet wären. Der maßgebende Nachweis wird für jeden Stab, unter Angabe der Stelle und der zugehörigen Schnittgrößen, ausgegeben. Durch die Anwendung der Theorie 2. Ordnung entfällt ein Biegeknicknachweis in Rahmenebene.

Grenzwerte b/t nach DIN 18800 Teil 1 (vereinfachter Beulnachweis):

Für alle Stellen wird die Einhaltung der Grenzwerte b/t geprüft. Die Untersuchung erfolgt getrennt für den Steg, den Ober- und Untergurt. Grundlage ist DIN 18800-1 Tabelle 15 (Elastisch-Plastisch). Für Querschnitte, in denen die elastischen Grenzschnittgrößen nicht überschritten werden, wird der Nachweis nach Tabelle 12 und 13 (Elastisch-Elastisch) geführt. Ausgegeben wird jeweils der Nachweis mit dem ungünstigsten Verhältnis von vorhanden b/t zu Grenz b/t. Für den Steg und die Gurte, des jeweils betrachteten Stabes, können diese maßgebenden Nachweise aus verschiedenen Lastfällen bzw. Kombinationen stammen. Bei einer Nachweisüberschreitung ist ein gesonderter Beulnachweis erforderlich (nicht im Programm-Leistungsumfang enthalten). Der Beulnachweis im Eckfeld der Rahmenecke kann mit dem Programm "46K-Rahmenecke" nachgewiesen werden.

Biegedrillknicknachweis nach DIN 18800 Teil 2:

Auf Wunsch wird für alle oder einzelne Stäbe der Biegedrillknicknachweis nach DIN 18800-2 Bedingung (27) geführt. Folgende Parameter werden vom Programm benötigt:

- | | |
|--------------|---|
| <i>Gabel</i> | Abstand der Gabellagerung des betrachteten Stabes. Ist das Eingabefeld leer wird automatisch die Stablänge eingetragen. In Korrekturläufen kann durch die Eingabe von "-1" jeweils die aktuelle Stablänge eingetragen werden. Mit der Eingabe von "0" wird der Nachweis für diesen Stab unterdrückt. |
| <i>kc</i> | Druckkraftbeiwert nach Tabelle 8. Dieser Wert charakterisiert den Normalkraftverlauf im Stab. Mit der Eingabe von "0" wird kc, auf der sicheren Seite liegend, vom Programm bestimmt. |
| <i>Zeta</i> | Druckkraftbeiwert nach Tabelle 10. Dieser Wert charakterisiert den Momentenverlauf im Stab. Mit der Eingabe von "0" wird Zeta, auf der sicheren Seite liegend, vom Programm bestimmt. |
| <i>zp</i> | Angriffspunkt der Querbelastrung Schwerpunkt des Querschnitts. |
| <i>n</i> | Trägerbeiwert nach Tabelle 9. Für gewalzte Profile wird automatisch 2,5 (Zeile 1) eingetragen. Bei Stäben mit konstantem geschweißten Profil kann zwischen Zeile 2 und 3 gewählt werden. Für Vouten wird n nach Zeile 5 berechnet. Es ist zu wählen, ob die Schweißnaht in Stegmitte oder an den Flanschen angeordnet wird. |

Der maßgebende Nachweis wird für jeden Stab, unter Angabe der Stelle und der zugehörigen Schnittgrößen, ausgegeben.

Biegeknicknachweis senkrecht zur Rahmenebene nach DIN 18800 Teil 2:

Auf Wunsch wird für alle oder einzelne Stäbe der Biegeknicknachweis nach DIN 18800-2 Bedingung (3) geführt. Es ist für jeden Stab der Knicklängenbeiwert β für das Ausweichen senkrecht zur Rahmenebene einzugeben. Wird für $\beta = 0$ eingegeben, so entfällt der Nachweis für den jeweiligen Stab.

Verformungen (Gebrauchstauglichkeit):

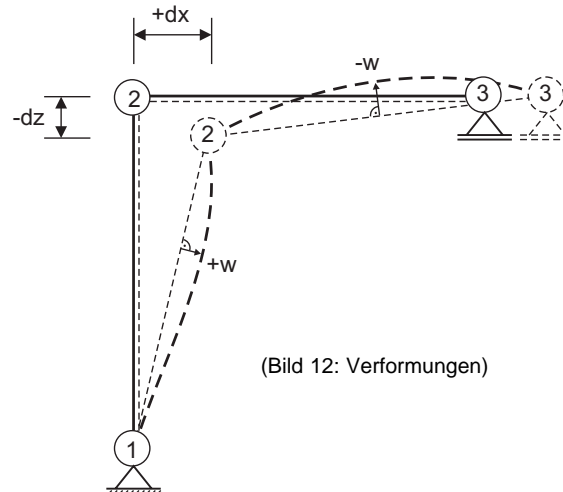
Die Verformungen werden wahlweise für die Einwirkungen aus G (ständig) oder G + Q (ständige + veränderliche) ermittelt. Es werden die charakteristischen Einwirkungen mit $\gamma = 1,0$ zugrunde gelegt. Die Stabsteifigkeiten gehen ebenfalls mit $\gamma = 1,0$ in die Berechnung ein. Wahlweise werden die Verformungen für Theorie 1. oder 2. Ordnung ausgegeben.

Knotenverschiebungen:

Die Knotenverschiebungen dx und dz stellen die globale Verschiebung der Knoten aus ihrer ursprünglichen Lage dar. Bezogen auf das globale Koordinatensystem sind Verschiebungen nach unten negativ und nach rechts positiv.

Durchbiegung:

Die Durchbiegung w ist stabbezogen (lokal) und in Richtung der Kennfaser positiv. Die Ausgabe erfolgt in cm und bezogen auf die jeweilige Stablänge ($L/...$).



(Bild 12: Verformungen)

Auflagerkräfte, Lastweiterleitung:

Für jedes Auflager werden die maximalen und minimalen charakteristischen Auflagerkräfte aus G + Q ausgegeben. Sind Einspannungen vorhanden, so werden auf Wunsch die Einspannmomente nach Theorie 2. Ordnung ermittelt. Es werden immer zugehörige Auflagerkräfte, die aus dem gleichen Lastfall bzw. Kombination stammen, ausgegeben. Beispiel:

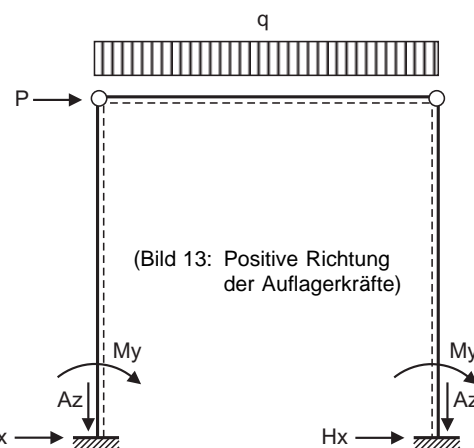
AUFLAGERKRÄFTE charakteristisch aus G und Q: (kN, kNm)

La- ger für	max					min				
	Az	Hx	MyI	MyII		Az	Hx	MyI	MyII	
Al Az	102.9	20.0	100.0	104.8		52.9	-15.0	-75.0	-77.1	
Hx	90.8	35.0	85.6	91.3		63.7	-27.4	-70.4	-71.3	
My	95.7	16.5	122.4	128.6		52.9	-12.0	-95.3	-99.4	

Wird z.B. max.Az gesucht, so ist die Tabelle in der Zeile "Az" unter den Spalten "max" abzulesen. Max.Az ist also 102,9 kN, zugehörig Hx = 20 kN, zugehörig MyI = 100 kNm und zugehörig MyII = 104,8 kNm.

Wird z.B. min.MyII gesucht, so ist die Tabelle in der Zeile "My" unter den Spalten "min" abzulesen. Min.MyII ist also -99,4 kNm, zugehörig Az = 52,9 kN, zugehörig Hx = -12 kNm, zugehörig MyI = -95,3 kNm.

Die Auflagerkräfte aus außergewöhnlichen Kombinationen können per Zwischenausdruck ausgegeben werden. Für die automatische Lastübernahme in andere Statikpositionen werden pro Auflager jeweils das Maximum und das Minimum für Az, Hx und My (bzw. MyII) gespeichert.



(Bild 13: Positive Richtung der Auflagerkräfte)

Detaillierte Schnittgrößenausgabe (Anlage):

Am Ende der Positionsbearbeitung besteht die Möglichkeit die Schnittgrößen (Theorie 1. u. 2. Ordnung, einschließlich Tragsicherheiten), die Verformungen und die Auflagerkräfte detailliert auf dem Bildschirm oder als Anlage auszugeben. Mit der Option "Knoten-Schnittgrößen" lassen sich die zusammengehörigen Knoten-Schnittgrößen der einzelnen Lastfälle in einer Übersicht ausgeben. Diese kann z.B. als Grundlage für eine Rahmen-ecken-Bemessung genutzt werden. Die Ausgabe erfolgt komplett oder für ausgewählte Stäbe, Lastfälle und Kombinationen. Es wird darauf hingewiesen, daß eine Komplettausgabe mitunter sehr umfangreich werden kann. Daher empfiehlt es sich die Ausgabe separat für ausgewählte Komponenten durchzuführen.

Literatur:

- [1] DIN 18800 (11/1990)
- [2] Stahlbauten - Erläuterungen zur DIN 18800 T1 bis T4, Beuth · Ernst & Sohn

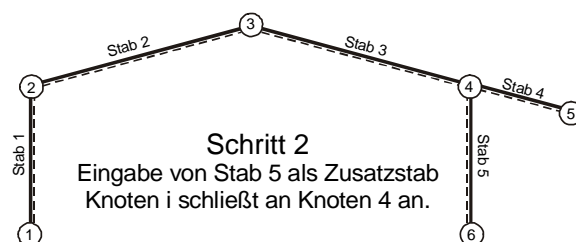
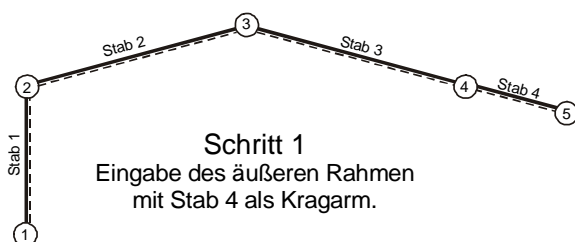
Tipps zur Systemeingabe

Eingabe von Kragarmen:

Kragarme können auf zwei verschiedene Arten eingegeben werden:

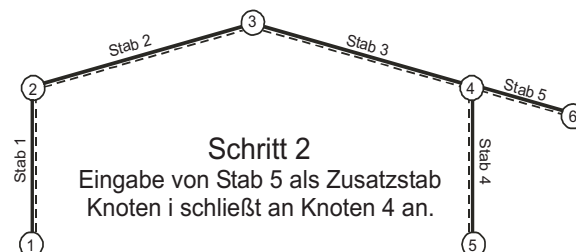
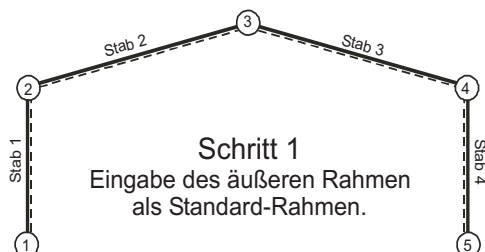
1. Kragarm als Stab des "äußeren Rahmen"

Diese Eingabeform eignet sich besonders, wenn sich der Kragarm in der Dachebene befindet. Der Kragarm wird als erster (links) und/oder letzter Stab (rechts) des äußeren Rahmens eingegeben. Der Rahmenstiel der Rahmenseite, an der sich ein Kragarm befindet, wird als Zusatzstab eingegeben. In dem Fall, in dem Kragarme links und rechts vorhanden sind, besteht der äußere Rahmen also nur aus dem Dach.

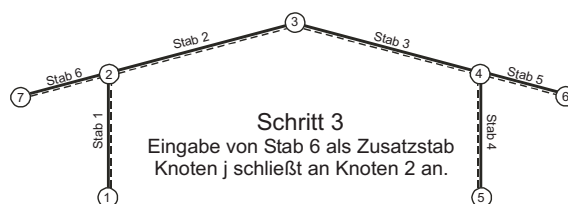


2. Kragarm als "Zusatzstab"

Diese Eingabeform eignet sich besonders, wenn das System als "Standard-Rahmen" eingegeben werden soll. Nachdem der äußere Rahmen generiert wurde, können Kragarme einfach als Zusatzstäbe angehängt werden.



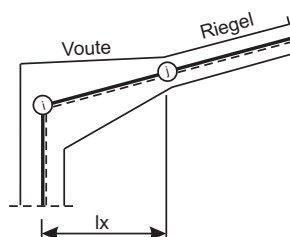
Kragarme an der rechten Hallenseite sollten mit dem Knoten i und Kragarme auf der linken Hallenseite mit dem Knoten j angeschlossen werden. Auf diese Weise liegt bei beiden Kragarmen die Kennfaser unten.



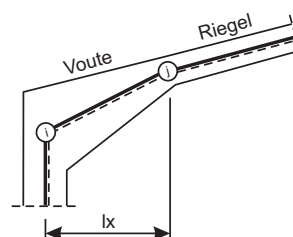
Exakte Ausrichtung von Stäben mit veränderlichem Querschnitt (Vouten):

Bei der freien Stabeingabe tritt häufig das Problem auf, daß bei Vouten die Ober- oder Unterkante des Stabes eine bestimmte Neigung haben soll (z.B. Voute im Riegel: Neigung der Oberkante = Dachneigung). Bei diesen Stäben bietet das Programm an die Stabneigung wahlweise auf die Oberkante oder Unterkante zu beziehen. Es ist dann die Achslänge horizontal (l_x) oder vertikal (l_z) und der Winkel der Ober- bzw. Unterkante einzugeben. Die Abmessungen der Stabachse werden errechnet und in die Stabtable eingetrag.

Neigung bezogen auf die Stabachse, die Dachoberkante ist geknickt:



Neigung bezogen auf die Staboberkante, die Dachoberkante ist durchlaufend:

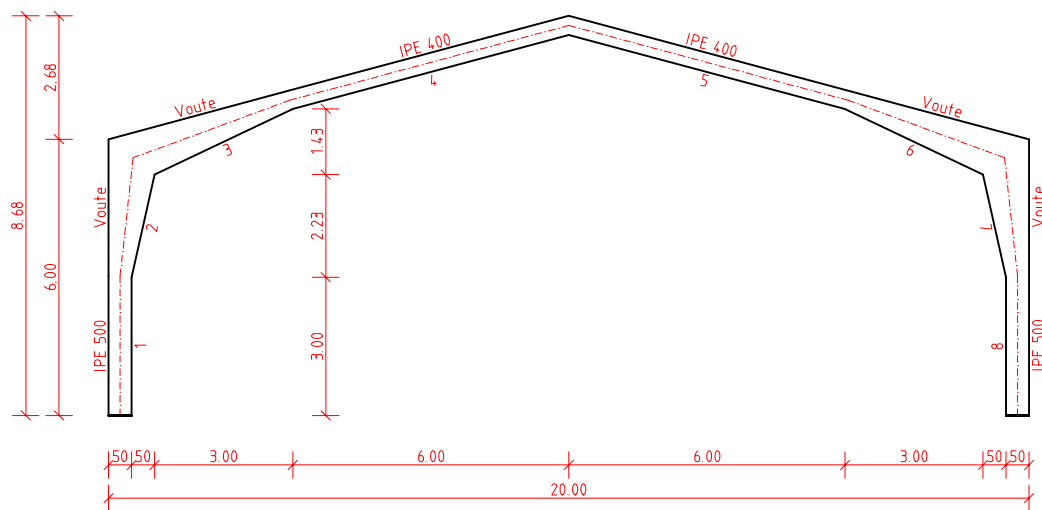


Bei einer Voute im Stiel ist es sinnvoll l_z und den Winkel vorzugeben.

POS. 14 VOUTEN - RAHMEN

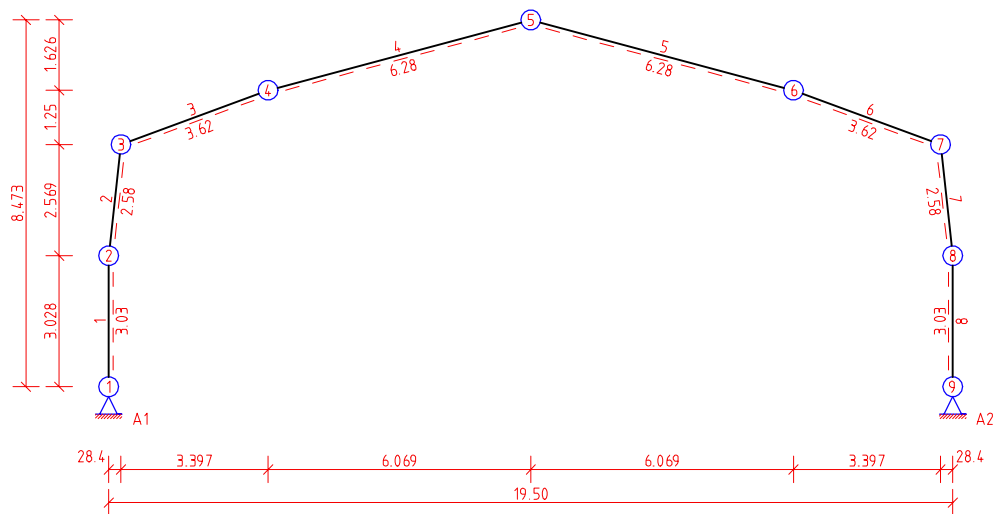
'45S'

ANSICHT

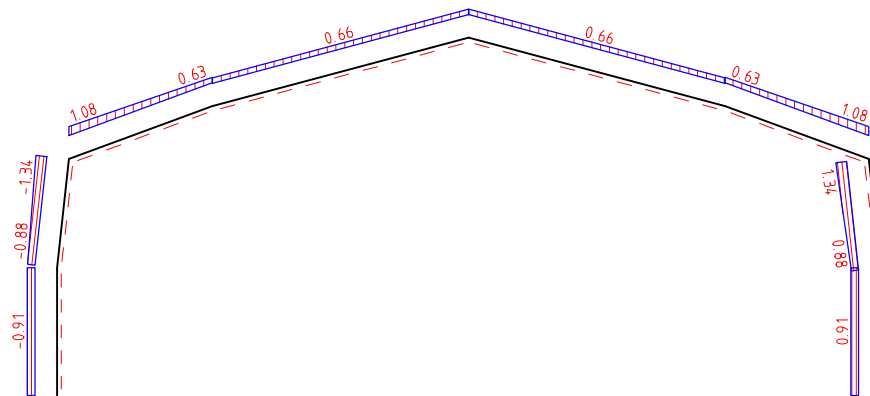


S Y S T E M

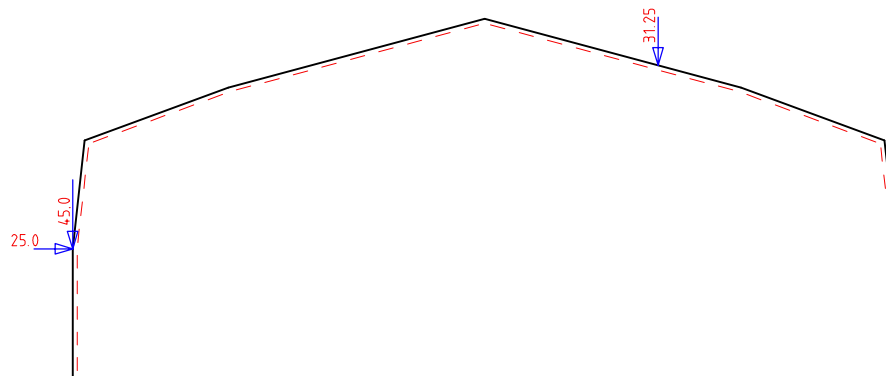
Rahmenabstand = 5.00 m



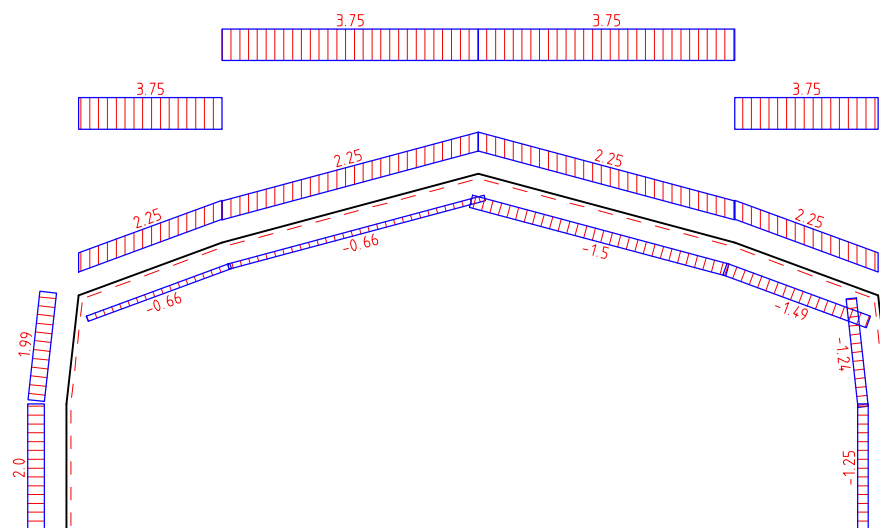
In allen Lastfällen (charak. Profil-Eigengewicht)



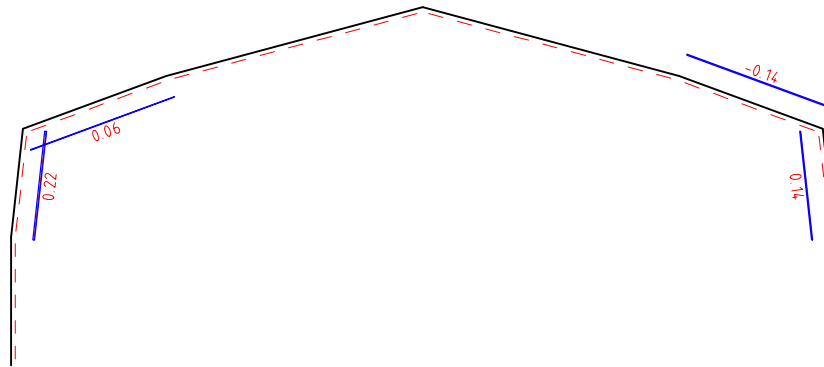
Lastfall 1 (charak. Einzel-Einwirkungen)



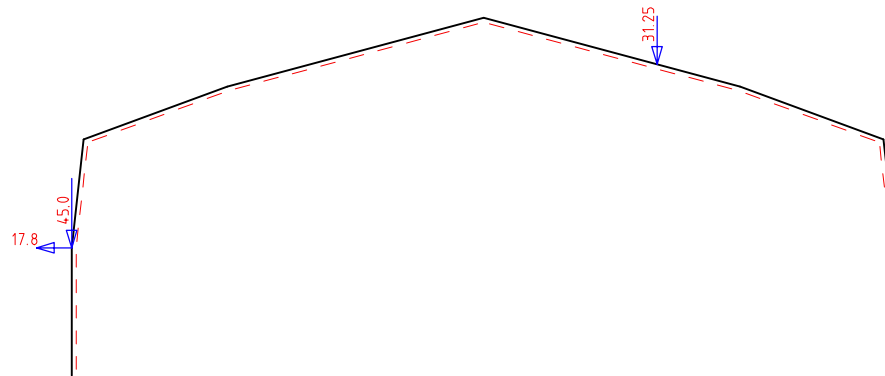
Lastfall 1 (charak. Strecken-Einwirkungen)



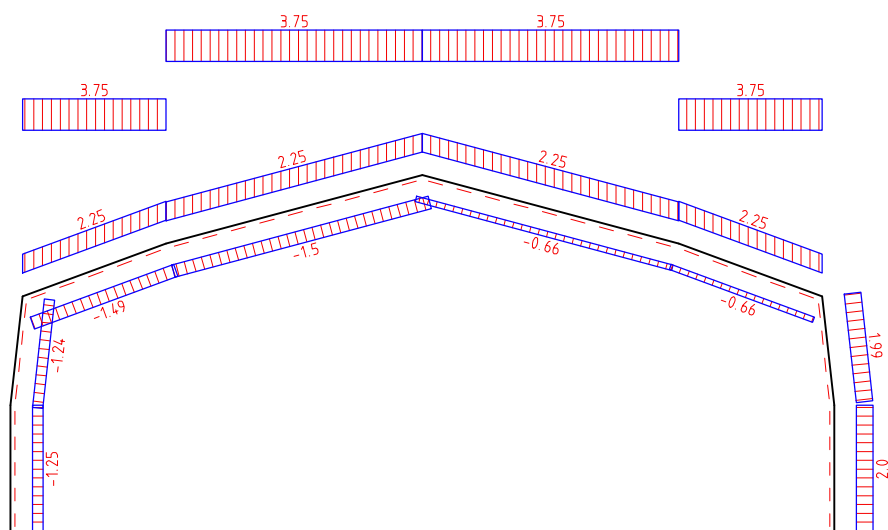
Lastfall 1 (charak. Strecken-Ew. längs zum Stab)



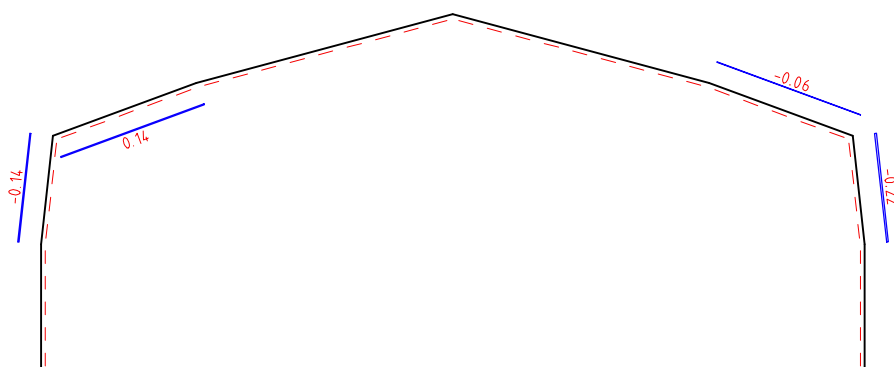
Lastfall 2 (charak. Einzel-Einwirkungen)



Lastfall 2 (charak. Strecken-Einwirkungen)



Lastfall 2 (charak. Strecken-Ew. längs zum Stab)


STÄBE DES ÄUSSEREN RAHMENSYSTEMS:

Stab Nr.	Knoten i - j	lx (m)	lz (m)	Alpha (Grad)	gewählt Profil	Typ in i - j
1	1 - 2	0.000	3.028	90.0	IPE 500	
2	2 - 3	0.284	2.569	83.7	I aus Blechen	S1-S2
3	3 - 4	3.397	1.250	20.2	I aus Blechen	R1-R2
4	4 - 5	6.069	1.626	15.0	IPE 400	
5	5 - 6	6.069	-1.626	-15.0	IPE 400	
6	6 - 7	3.397	-1.250	-20.2	I aus Blechen	R2-R1
7	7 - 8	0.284	-2.569	-83.7	I aus Blechen	S2-S1
8	8 - 9	0.000	-3.028	-90.0	IPE 500	

LAGER, GELENKE und FEDERN:

Art	Knoten	horizontal (kN/cm)	vertikal (kN/cm)	Verdrehung (kNm/cm/m)
Auflager A1	1	starr	starr	frei
Auflager A2	9	starr	starr	frei

SONDERQUERSCHNITTE:

(mm)

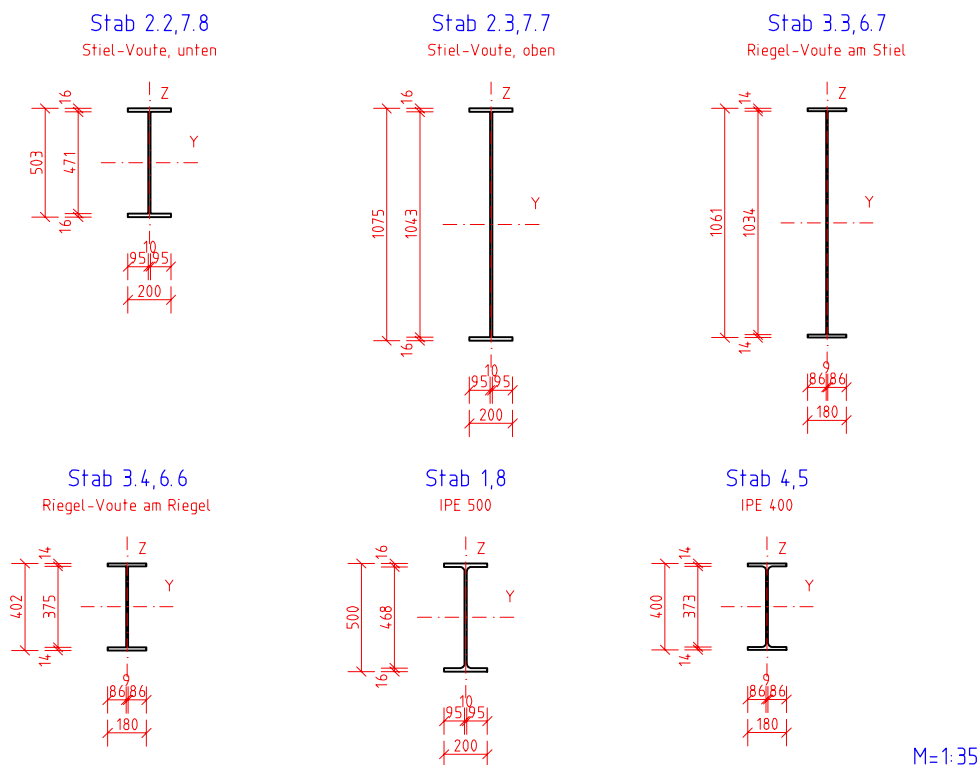
Typ	Bezeichnung	bo	bu	h	to	tu	s
S1	Stiel-Voute, unten	200	200	503	16.0	16.0	10.2
S2	Stiel-Voute, oben	200	200	1075	16.0	16.0	10.2
R1	Riegel-Voute am Stiel	180	180	1061	13.5	13.5	8.6
R2	Riegel-Voute am Riegel	180	180	402	13.5	13.5	8.6

Querschnittswerte:

Typ/ Querschnitt	ho (mm)	hu (mm)	A (cm ²)	g (kN/m)	Iy (cm ⁴)	Iz (cm ⁴)	iy (cm)	iz (cm)
S1	251.5	251.5	112.0	0.880	46842	2138	20.45	4.37
S2	537.5	537.5	170.4	1.338	275894	2143	40.24	3.55

Typ/ Querschnitt	h _o (mm)	h _u (mm)	A (cm ²)	g (kN/m)	I _y (cm ⁴)	I _z (cm ⁴)	I _y (cm)	I _z (cm)
R1	530.5	530.5	137.5	1.080	212552	1318	39.31	3.10
R2	201.0	201.0	80.9	0.635	22125	1314	16.54	4.03
IPE 500	250.0	250.0	116.0	0.907	48200	2140	20.38	4.30
IPE 400	200.0	200.0	84.5	0.663	23130	1320	16.54	3.95

Querschnitte in den Stab-Knoten



M=1:35

WERKSTOFFDATEN: St 37-2 , Erzeugnisdicke $t \leq 40$ mm
 Streckgrenze/Zugfestigkeit $f_{y,k}/f_{u,k} = 240 / 360$ N/mm²
 E/G-Modul = 210000/ 81000 N/mm², Gamma M = 1.10

Eigengewicht autom., Ständige Einwirkungen Gamma G = 1.35

GRUPPIERUNG DER VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN Q_i :

Nr.	Beschreibung	Gamma	Psi
Q1	Vertikale Verkehrslasten	1.50	0.90
Q2	Schneelasten	1.50	0.90
Q3	Windlasten	1.50	0.90

EINWIRKUNGEN auf Knoten: P (kN) , M (kNm)

Einwirkung	Knoten	LF	Art, Kl.	Wert, k
Aus Nebengebäude	2	12	Pz, G	45.00
- // - , Wind von links	2	1	Px, Q3	25.00
- // - , Wind von rechts	2	2	Px, Q3	-17.80

EINWIRKUNGEN auf Stäbe: $s, w_d, w_s, q \text{ (kN/m)}, P \text{ (kN)}, M \text{ (kNm)}$

* = Grundwerte pro m^2 , für die Schnittgrößenberechnung werden die Werte mit dem Rahmenabstand multipliziert.

Einwirkungen aus Wind und Schnee werden gemäß DIN 1055 entsprechend der jeweiligen Stabneigungen umgerechnet.

Einwirkung aus	Stäbe	LF	Art, Klas.	Wert, k li.	re.	a (m)	c (m)
Schnee	3-6	12	*s ,Q2	0.75	0.75	--	--
Winddruck	1-4	1	*wd,Q3	0.50	0.50	--	--
Windsog	5-8	1	*ws,Q3	0.50	0.50	--	--
Windsog	1-4	2	*ws,Q3	0.50	0.50	--	--
Winddruck	5-8	2	*wd,Q3	0.50	0.50	--	--
Dachhaut	3-6	12	*q ,G	0.45	0.45	--	--
Seilzug	5	12	Pz,G	1.25	1.25	4.25	--
	5	12	Pz,Q1	30.00	30.00	4.25	--

IMPERFEKTIONEN für Th.II.Ordnung:

Stab Nr.	Vorverdr. n	Faktor	Vorkrümmung Ansatz	w0	Stab Nr.	Vorverdr. n	Faktor	Vorkrümmung Ansatz	w0
1	2	1/200	E>1.6	1/300	2	2	1/200	E>1.6	1/250
3	-	1/ --	ja	1/250	4	-	1/ --	ja	1/300
5	-	1/ --	ja	1/300	6	-	1/ --	ja	1/250
7	2	1/200	E>1.6	1/250	8	2	1/200	E>1.6	1/300

SCHNITTKRÄFTE Th.II.Ordnung:

Stabteilung = 1/10

Stab Nr.	Kn.	Nx,d	max My,d	Vz,d	Nx,d	min My,d	Vz,d	max.Mf Abst.
1	1	162.0	0.0	34.3	84.9	0.0	-86.1	
	2	158.3	90.1	25.1	81.2	-252.2	-80.3	
2	2	102.4	90.1	-10.6	21.8	-252.2	-44.6	
	3	98.6	52.2	-7.3	18.8	-362.0	-49.7	
3	3	82.7	52.2	72.1	20.8	-362.0	8.8	
	4	71.8	62.9	47.7	16.3	-153.2	-2.6	
4	4	69.2	62.9	53.3	14.4	-153.2	-0.6	24.2
	5	54.8	50.3	11.3	8.0	4.5	-17.9	a= 4.93
5	5	55.3	50.3	35.6	1.2	4.5	-9.0	130.4
	6	80.6	49.0	-5.3	8.1	-88.8	-67.0	a= 4.25
6	6	86.4	49.0	-4.9	8.5	-88.8	-61.9	
	7	96.9	13.3	-15.2	13.4	-348.0	-81.7	
7	7	117.7	13.3	50.2	19.7	-348.0	5.0	
	8	122.0	15.7	54.4	22.7	-213.0	-3.1	
8	8	115.4	15.7	67.5	22.9	-213.0	-0.6	
	9	119.1	0.0	73.0	26.6	0.0	-9.7	

TRAGSICHERHEIT DIN 18800 T1 (El-Pl) Th.II-Ordnung:

f = Querschnitts-Ausnutzungsgrade aus Nx, My und Vz

Stab Nr.	Abst. a (m)	Nx,d (kN)	My,d (kNm)	Vz,d (kN)	Nachweise f ≤ 1.0 f,Nx f,My f,Vz		
1	3.03	157.09	-252.23	-80.30	0.117	0.538	0.151
2	0.00	101.73	-252.23	-44.64	0.076	0.742	0.082
3	3.62	68.34	-153.23	47.74	0.077	0.746	0.131
4	0.00	63.85	-153.23	53.30	0.067	0.543	0.140
5	4.25	57.69	130.43	-38.32	0.052	0.461	0.099
6	3.62	96.88	-348.01	-81.68	0.044	0.627	0.077
7	2.59	122.02	-212.98	54.45	0.083	0.628	0.102
8	0.00	115.41	-212.98	67.51	0.076	0.451	0.122

GRENZWERTE b/t (vereinfachter Beulnachweis):

Stab Nr.	b/t-Steg		b/t-Obergurt		b/t-Untergurt	
	vorh.	Grenz	vorh.	Grenz	vorh.	Grenz
1	41.76	< 149.34	4.62	< 17.59	4.62	< 15.86
2	102.25	< 208.56	5.93	< 16.95	5.93	< 15.85
3	120.23	< 188.82	6.35	< 16.64	6.35	< 15.66
4	38.49	< 168.27	4.79	< 17.05	4.79	< 16.10
5	38.49	< 181.27	4.79	< 17.42	4.79	< 18.40
6	120.23	< 187.60	6.35	< 21.34	6.35	< 19.48
7	102.25	< 206.37	5.93	< 18.71	5.93	< 17.01
8	41.76	< 172.36	4.62	< 19.01	4.62	< 17.36

BIEGEDRILLKNICK-NACHWEIS:

Abst.= Abstand der Nachweisstelle vom Stabanfang (i)

Stab- Nr.	Gabel (m)	kc (-)	Zeta (-)	zp (-)	n (-)	Abst. (m)	Nxpl (kN)	Mypl (kNm)	KapZ (-)
1	2.00	0.94	1.12	-h/2	2.50	3.03	2530.9	478.7	0.85
2	2.00	0.94	1.12	-h/2	1.54	0.00	2444.5	463.4	0.85
3	3.00	0.94	1.12	-h/2	1.38	3.62	1762.0	271.1	0.66
4	3.00	0.94	1.12	-h/2	2.50	0.00	1843.6	285.2	0.64
5	3.00	0.94	1.12	-h/2	2.50	4.25	1843.6	285.2	0.64
6	3.00	0.94	1.12	-h/2	1.38	3.62	3000.4	1056.9	0.52
7	2.00	0.94	1.12	-h/2	1.54	2.59	2442.3	462.2	0.85
8	2.00	0.94	1.12	-h/2	2.50	0.00	2530.9	478.7	0.85

Stab- Nr.	KapM (-)	ky (-)	Nx,d (kN)	My,d (kNm)	Biegedrillknicknachweis DIN 18800 T2 Bed. (27)	
1	0.99	1.00	157.1	-252.2	0.07 + 0.53 =	0.61 < 1.0
2	0.88	1.00	101.7	-252.2	0.05 + 0.62 =	0.67 < 1.0
3	0.74	1.00	68.3	-153.2	0.06 + 0.77 =	0.83 < 1.0
4	0.90	0.99	63.9	-153.2	0.05 + 0.59 =	0.65 < 1.0
5	0.85	1.00	57.7	130.4	0.05 + 0.54 =	0.59 < 1.0
6	0.60	0.99	96.9	-348.0	0.06 + 0.55 =	0.61 < 1.0
7	0.90	1.00	122.0	-213.0	0.06 + 0.51 =	0.57 < 1.0
8	0.99	1.00	115.4	-213.0	0.05 + 0.45 =	0.50 < 1.0

BIEGEKNICK-NACHWEIS senkrecht zur Rahmenebene:

Stab l(m)	Beta,z	Bed.(3)	Stab l(m)	Beta,z	Bed.(3)				
1	3.03	0.66	0.072	< 1	2	2.58	0.77	0.049	< 1
3	3.62	0.83	0.062	< 1	4	6.28	0.48	0.053	< 1
5	6.28	0.48	0.061	< 1	6	3.62	0.83	0.074	< 1
7	2.58	0.77	0.059	< 1	8	3.03	0.66	0.053	< 1

VERFORMUNGEN aus Gk+Qk (charak.), Th.1.Ordnung: (cm)

dz = vertikal, dx = horizontal, w = senkrecht zum Stab

Knotenverschiebung (global)				Durchbiegung (lokal)			
für Knoten	dz	dx		für Stab	w	l/..	
max.dz:	6	0.61	2.09	max.w	5	0.81	776
min.dz:	5	-2.13	-2.45	min.w	4	-0.23	2732
max.dx:	6	0.61	2.09	max.l/..	5	0.81	776
min.dx:	4	0.44	-3.12	min.l/..	3	-0.17	2129

AUFLAGERKRÄFTE charakteristisch aus G und Q: (kN, kNm)

La-ger	für	max				min			
		Az	Hx	MyI	MyII	Az	Hx	MyI	MyII
A1	Az	118.6	-62.0	-	-	64.9	20.7	-	-
	Hx	64.9	20.7	-	-	118.6	-62.0	-	-
A2	Az	87.9	53.1	-	-	21.5	-4.6	-	-
	Hx	87.9	53.1	-	-	21.5	-4.6	-	-

Zwischenausdruck

(auszugsweise)

Schnittgrößen Th.1.Ordnung

Stab 1, Lastfall 1, Kombination G,d + Q1,d .

Abst. (m)	Nx,d (kN)	My,d (kNm)	Vz,d (kN)	Iy (cm ⁴)	A (cm ²)	Ausnutzungsgrad		
						Nx	My	Vz
0.000	121.72	0.00	-35.69	48200	116.0	0.05	0.00	0.07
0.303	121.35	-10.80	-35.69	48200	116.0	0.05	0.02	0.07
0.606	120.98	-21.61	-35.69	48200	116.0	0.05	0.05	0.07
0.908	120.61	-32.42	-35.69	48200	116.0	0.05	0.07	0.07
1.211	120.24	-43.23	-35.69	48200	116.0	0.05	0.09	0.07
1.514	119.87	-54.04	-35.69	48200	116.0	0.05	0.11	0.07
1.817	119.50	-64.84	-35.69	48200	116.0	0.06	0.14	0.07
2.120	119.13	-75.65	-35.69	48200	116.0	0.06	0.16	0.07
2.422	118.76	-86.46	-35.69	48200	116.0	0.06	0.18	0.07
2.725	118.39	-97.27	-35.69	48200	116.0	0.06	0.21	0.06
3.028	118.02	-108.07	-35.69	48200	116.0	0.06	0.23	0.06

Stab 2, Lastfall 1, Kombination G,d + Q1,d .

Abst. (m)	Nx,d (kN)	My,d (kNm)	Vz,d (kN)	Iy (cm ⁴)	A (cm ²)	Ausnutzungsgrad		
						Nx	My	Vz
0.000	60.84	-108.07	-29.18	46842	112.0	0.03	0.32	0.05
0.258	60.53	-115.62	-29.21	59875	117.8	0.03	0.30	0.05
0.517	60.20	-123.18	-29.25	74822	123.6	0.03	0.29	0.04
0.775	59.86	-130.75	-29.29	91779	129.4	0.03	0.29	0.04
1.034	59.50	-138.32	-29.33	110839	135.3	0.02	0.28	0.03
1.292	59.12	-145.91	-29.37	132098	141.1	0.02	0.27	0.03
1.551	58.73	-153.51	-29.41	156082	147.0	0.02	0.27	0.03
1.809	58.32	-161.12	-29.46	182062	152.8	0.02	0.26	0.03
2.068	57.90	-168.74	-29.51	210525	158.6	0.02	0.26	0.03
2.326	57.46	-176.37	-29.55	241565	164.4	0.02	0.25	0.02
2.585	57.00	-184.02	-29.60	275893	170.3	0.02	0.25	0.02

Stab 3, Lastfall 1, Kombination G,d + Q1,d .

Abst. (m)	Nx,d (kN)	My,d (kNm)	Vz,d (kN)	Iy (cm ⁴)	A (cm ²)	Ausnutzungsgrad		
						Nx	My	Vz
0.000	51.94	-184.02	37.79	212552	137.5	0.02	0.33	0.04
0.362	51.38	-170.61	36.27	182057	131.8	0.02	0.33	0.04
0.724	50.83	-157.75	34.78	154435	126.1	0.02	0.33	0.04
1.086	50.28	-145.43	33.30	129561	120.5	0.02	0.32	0.04
1.448	49.75	-133.64	31.85	107311	114.8	0.02	0.32	0.04
1.810	49.22	-122.37	30.41	87561	109.1	0.03	0.32	0.04
2.172	48.70	-111.61	29.00	70189	103.4	0.03	0.32	0.04
2.414	48.35	-104.69	28.06	59867	99.6	0.03	0.33	0.05
2.534	48.19	-101.37	27.60	55071	97.7	0.03	0.33	0.05
2.896	47.68	-91.63	26.23	42082	92.1	0.03	0.33	0.05
3.258	47.18	-82.38	24.87	31100	86.4	0.03	0.34	0.06
3.620	46.69	-73.61	23.54	22000	80.7	0.04	0.36	0.06

Schnittgrößen Th.2.Ordnung

Stab 1, Lastfall 1, Kombination G,d + Q1,d .

Abst. (m)	Nx,d (kN)	My,d (kNm)	Vz,d (kN)	Iy (cm ⁴)	A (cm ²)	Ausnutzungsgrad		
						Nx	My	Vz
0.000	122.01	0.00	-36.77	48200	116.0	0.05	0.00	0.07
0.303	121.64	-11.13	-36.77	48200	116.0	0.05	0.02	0.07
0.606	121.27	-22.27	-36.77	48200	116.0	0.05	0.05	0.07
0.908	120.90	-33.40	-36.75	48200	116.0	0.05	0.07	0.07
1.211	120.53	-44.53	-36.74	48200	116.0	0.05	0.09	0.07
1.514	120.16	-55.65	-36.72	48200	116.0	0.05	0.12	0.07
1.817	119.79	-66.77	-36.70	48200	116.0	0.06	0.14	0.07
2.120	119.42	-77.88	-36.67	48200	116.0	0.06	0.16	0.07
2.422	119.04	-88.97	-36.63	48200	116.0	0.06	0.19	0.07
2.725	118.67	-100.06	-36.60	48200	116.0	0.06	0.21	0.07
3.028	118.30	-111.14	-36.55	48200	116.0	0.06	0.23	0.07

Stab 2, Lastfall 1, Kombination G,d + Q1,d .

Abst. (m)	Nx,d (kN)	My,d (kNm)	Vz,d (kN)	Iy (cm ⁴)	A (cm ²)	Ausnutzungsgrad		
						Nx	My	Vz
0.000	61.12	-111.14	-29.55	46842	112.0	0.03	0.33	0.05
0.258	60.81	-118.78	-29.57	59875	117.8	0.03	0.31	0.05
0.517	60.48	-126.43	-29.59	74822	123.6	0.03	0.30	0.04
0.775	60.14	-134.08	-29.62	91779	129.4	0.03	0.29	0.04
1.034	59.77	-141.74	-29.64	110839	135.3	0.02	0.28	0.03
1.292	59.40	-149.41	-29.68	132098	141.1	0.02	0.28	0.03
1.551	59.01	-157.08	-29.71	156082	147.0	0.02	0.27	0.03
1.809	58.60	-164.77	-29.75	182062	152.8	0.02	0.27	0.03
2.068	58.18	-172.46	-29.79	210525	158.6	0.02	0.26	0.03
2.326	57.74	-180.17	-29.83	241565	164.4	0.02	0.26	0.02
2.585	57.28	-187.88	-29.88	275893	170.3	0.02	0.25	0.02

Stab 3, Lastfall 1, Kombination G,d + Q1,d .

Abst. (m)	Nx,d (kN)	My,d (kNm)	Vz,d (kN)	Iy (cm ⁴)	A (cm ²)	Ausnutzungsgrad		
						Nx	My	Vz
0.000	51.99	-187.88	37.21	212552	137.5	0.02	0.34	0.03
0.362	51.43	-174.66	35.85	182057	131.8	0.02	0.34	0.04
0.724	50.88	-161.92	34.53	154435	126.1	0.02	0.33	0.04
1.086	50.34	-149.66	33.22	129561	120.5	0.02	0.33	0.04
1.448	49.80	-137.87	31.93	107311	114.8	0.02	0.33	0.04
1.810	49.27	-126.54	30.66	87561	109.1	0.03	0.33	0.04
2.172	48.75	-115.66	29.42	70189	103.4	0.03	0.34	0.04
2.500	48.29	-106.19	28.31	56355	98.3	0.03	0.34	0.05
2.534	48.24	-105.23	28.20	55071	97.7	0.03	0.34	0.05
2.896	47.74	-95.24	27.00	42082	92.1	0.03	0.35	0.05
3.258	47.24	-85.68	25.83	31100	86.4	0.03	0.36	0.06
3.620	46.75	-76.54	24.68	22000	80.7	0.04	0.37	0.07

Knoten-Schnittgrößen Th.2.Ordnn.

STAB 1		KNOTEN 1			KNOTEN 2		
		Nx,d	My,d	Vz,d	Nx,d	My,d	Vz,d
LF Komb.		(kN)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kN)
1	G+Q1	122.01	0.00	-36.77	118.30	-111.14	-36.55
1	G+Q2	162.01	0.00	-50.68	158.30	-153.06	-50.28
1	G+Q3	84.94	-0.00	34.34	81.24	90.12	25.13
1	G+Q	146.72	-0.00	-9.60	143.01	-41.36	-17.68
1	G	108.75	0.00	-21.83	105.04	-66.00	-21.72
2	G+Q1	122.01	0.00	-36.77	118.30	-111.14	-36.55
2	G+Q2	162.01	0.00	-50.68	158.30	-153.06	-50.28
2	G+Q3	99.78	0.00	-48.91	96.07	-139.28	-43.00
2	G+Q	160.80	0.00	-86.07	157.09	-252.23	-80.30
2	G	108.75	0.00	-21.83	105.04	-66.00	-21.72
max:		162.01	0.00	34.34	158.30	90.12	25.13
min:		84.94	-0.00	-86.07	81.24	-252.23	-80.30

STAB 2		KNOTEN 2			KNOTEN 3		
		Nx,d	My,d	Vz,d	Nx,d	My,d	Vz,d
LF Komb.		(kN)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kN)
1	G+Q1	61.12	-111.14	-29.55	57.28	-187.88	-29.88
1	G+Q2	102.39	-153.06	-38.07	98.55	-251.62	-38.26
1	G+Q3	21.81	90.12	-10.61	18.82	52.18	-18.76
1	G+Q	87.51	-41.36	-42.43	84.43	-160.38	-49.70
1	G	46.35	-66.00	-16.04	42.51	-107.90	-16.42
2	G+Q1	61.12	-111.14	-29.55	57.28	-187.88	-29.88
2	G+Q2	102.39	-153.06	-38.07	98.55	-251.62	-38.26
2	G+Q3	36.80	-139.28	-11.74	32.42	-163.82	-7.29
2	G+Q	101.73	-252.23	-44.64	97.41	-361.96	-40.37
2	G	46.35	-66.00	-16.04	42.51	-107.90	-16.42
max:		102.39	90.12	-10.61	98.55	52.18	-7.29
min:		21.81	-252.23	-44.64	18.82	-361.96	-49.70

STAB 3		KNOTEN 3			KNOTEN 4		
		Nx,d	My,d	Vz,d	Nx,d	My,d	Vz,d
LF Komb.		(kN)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kN)
1	G+Q1	51.99	-187.88	37.21	46.75	-76.54	24.68
1	G+Q2	78.71	-251.62	72.10	66.86	-53.30	37.83
1	G+Q3	25.34	52.18	8.84	20.42	62.89	-2.60
1	G+Q	82.70	-160.38	54.54	71.81	-17.00	25.02
1	G	33.85	-107.90	31.13	28.61	-23.34	15.93
2	G+Q1	51.99	-187.88	37.21	46.75	-76.54	24.68
2	G+Q2	78.71	-251.62	72.10	66.86	-53.30	37.83
2	G+Q3	20.76	-163.82	25.52	16.26	-82.01	20.03
2	G+Q	78.86	-361.96	68.03	68.34	-153.22	47.74
2	G	33.85	-107.90	31.13	28.61	-23.34	15.93
max:		82.70	52.18	72.10	71.81	62.89	47.74
min:		20.76	-361.96	8.84	16.26	-153.22	-2.60

Verformungen Th.1.Ord., charakt.

w = lokale Stabdurchbiegung, in Richtung der Kennfaser positiv
 dx = globale Knotenverschiebung in x-Richt. nach rechts positiv
 dz = globale Knotenverschiebung in z-Richt. nach unten negativ
 Φ = Knotenverdrehung, rechtsdrehend positiv

Lastfall 1, Kombination G,k + Q1,k .

Stab	Abst.	w (cm)	Knoten	dx (cm)	dz (cm)	Phi (cm/m)
1	1.514	-0.05 = L/6056	1	+0.00	+0.00	-0.3115
			2	-0.83	-0.02	-0.1966
2	1.034	-0.04 = L/6461	2	-0.83	-0.02	-0.1966
			3	-1.17	+0.02	-0.0900
3	1.810	-0.09 = L/4021	3	-1.17	+0.02	-0.0900
			4	-1.20	+0.06	+0.1027
4	1.257	-0.09 = L/6981	4	-1.20	+0.06	+0.1027
			5	-0.84	-1.29	+0.1923
5	3.142	+0.46 = L/1365	5	-0.84	-1.29	+0.1923
			6	-0.76	-0.92	-0.2998
6	1.810	-0.06 = L/6032	6	-0.76	-0.92	-0.2998
			7	-0.45	-0.06	-0.1966
7	1.292	-0.04 = L/6461	7	-0.45	-0.06	-0.1966
			8	-0.05	+0.00	-0.0914
8	0.908	-0.05 = L/6056	8	-0.05	+0.00	-0.0914
			9	+0.00	+0.00	+0.0235

Lastfall 1, Kombination G,k + Q2,k .

Stab	Abst.	w (cm)	Knoten	dx (cm)	dz (cm)	Phi (cm/m)
1	1.817	-0.07 = L/4325	1	+0.00	+0.00	-0.2369
			2	-0.56	-0.02	-0.0804
2	0.775	-0.05 = L/5169	2	-0.56	-0.02	-0.0804
			3	-0.55	-0.03	+0.0635
3	1.448	-0.09 = L/4021	3	-0.55	-0.03	+0.0635
			4	-0.37	-0.54	+0.2592
4	3.770	+0.26 = L/2416	4	-0.37	-0.54	+0.2592
			5	-0.04	-1.81	+0.0074
5	2.513	+0.28 = L/2243	5	-0.04	-1.81	+0.0074
			6	+0.28	-0.58	-0.2677
6	1.448	-0.09 = L/4021	6	+0.28	-0.58	-0.2677
			7	+0.47	-0.03	-0.0756
7	1.034	-0.05 = L/5169	7	+0.47	-0.03	-0.0756
			8	+0.52	+0.00	+0.0682
8	1.211	-0.07 = L/4325	8	+0.52	+0.00	+0.0682
			9	+0.00	+0.00	+0.2247

Lastfall 1, Kombination G,k + Q3,k .

Stab	Abst.	w (cm)	Knoten	dx (cm)	dz (cm)	Phi (cm/m)
1	1.514	+0.03 < L/9999	1	+0.00	+0.00	+0.3756
			2	+1.04	+0.00	+0.2908
2	0.000	+0.00 < L/9999	2	+1.04	+0.00	+0.2908
			3	+1.70	-0.09	+0.2413
3	1.448	+0.03 < L/9999	3	+1.70	-0.09	+0.2413

AUFLAGERKRÄFTE, charakteristisch

Lastfall 1, Kombination G,k + Q1,k .

Lager	Az, k (kN)	Hx, k (kN)	MyI, k (kNm)	MyII, k (kNm)
A1	+89.20	-25.37	+0.00	+0.00
A2	+57.36	+25.37	+0.00	+0.00

Lastfall 1, Kombination G,k + Q2,k .

Lager	Az, k (kN)	Hx, k (kN)	MyI, k (kNm)	MyII, k (kNm)
A1	+116.01	-34.55	+0.00	+0.00
A2	+71.54	+34.55	+0.00	+0.00

Lastfall 1, Kombination G,k + Q3,k .

Lager	Az, k (kN)	Hx, k (kN)	MyI, k (kNm)	MyII, k (kNm)
A1	+64.86	+20.74	+0.00	+0.00
A2	+31.05	+24.65	+0.00	+0.00

Lastfall 1, Kombination G,k + alle Qi,k .

Lager	Az, k (kN)	Hx, k (kN)	MyI, k (kNm)	MyII, k (kNm)
A1	+109.05	-7.65	+0.00	+0.00
A2	+87.86	+53.05	+0.00	+0.00

Lastfall 1, Kombination G,k .

Lager	Az, k (kN)	Hx, k (kN)	MyI, k (kNm)	MyII, k (kNm)
A1	+80.52	-15.76	+0.00	+0.00
A2	+36.04	+15.76	+0.00	+0.00

Lastfall 2, Kombination G,k + Q1,k .

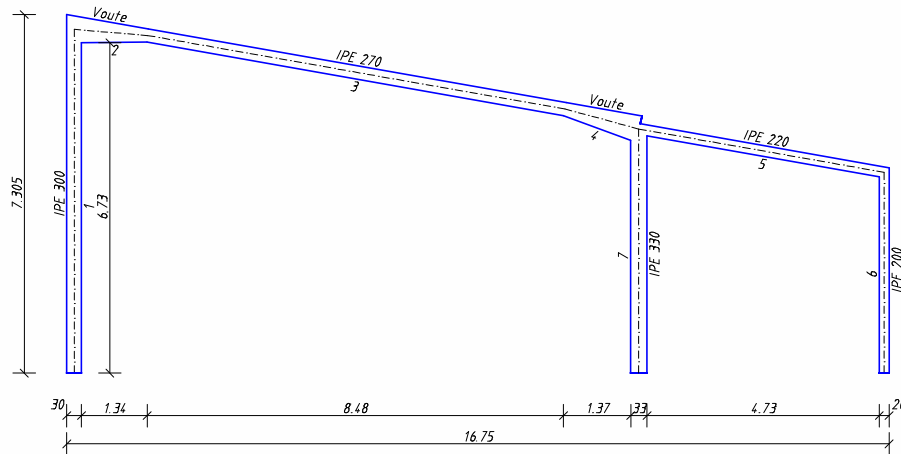
Lager	Az, k (kN)	Hx, k (kN)	MyI, k (kNm)	MyII, k (kNm)
A1	+89.20	-25.37	+0.00	+0.00
A2	+57.36	+25.37	+0.00	+0.00

Lastfall 2, Kombination G,k + Q2,k .

Lager	Az, k (kN)	Hx, k (kN)	MyI, k (kNm)	MyII, k (kNm)
A1	+116.01	-34.55	+0.00	+0.00
A2	+71.54	+34.55	+0.00	+0.00

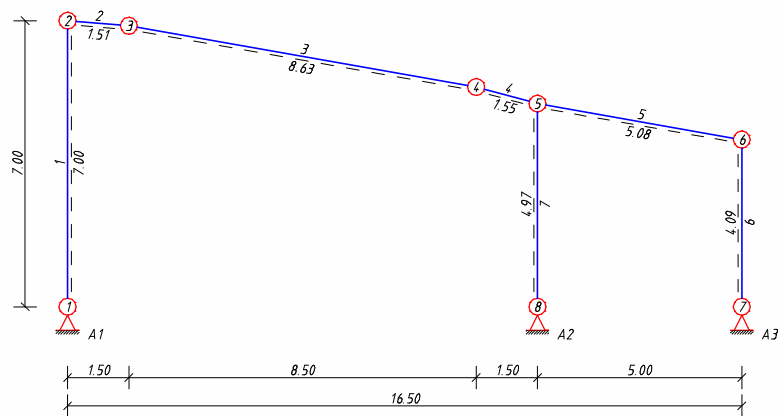
POS. 257 PULTDACH-VOUTEN-RAHMEN

ANSICHT

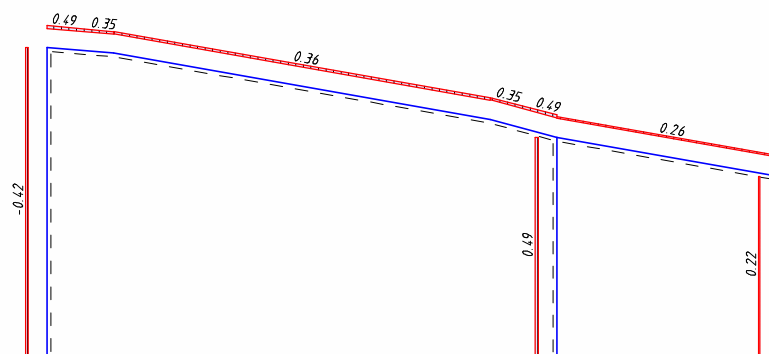


S Y S T E M

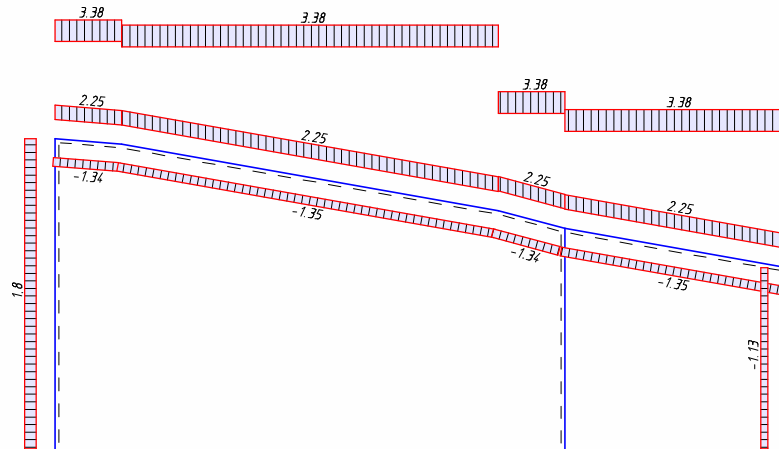
Rahmenabstand = 4.50 m



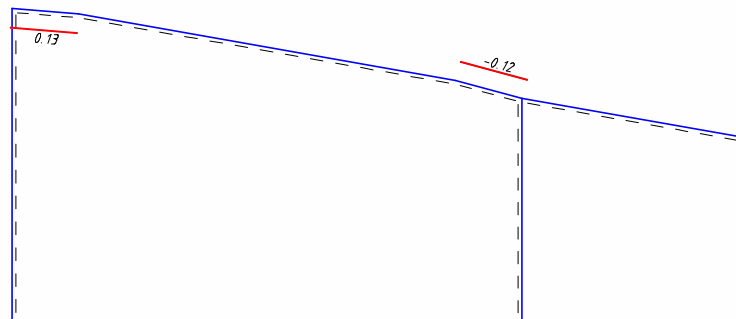
In allen Lastfällen (charak. Profil-Eigengewicht)



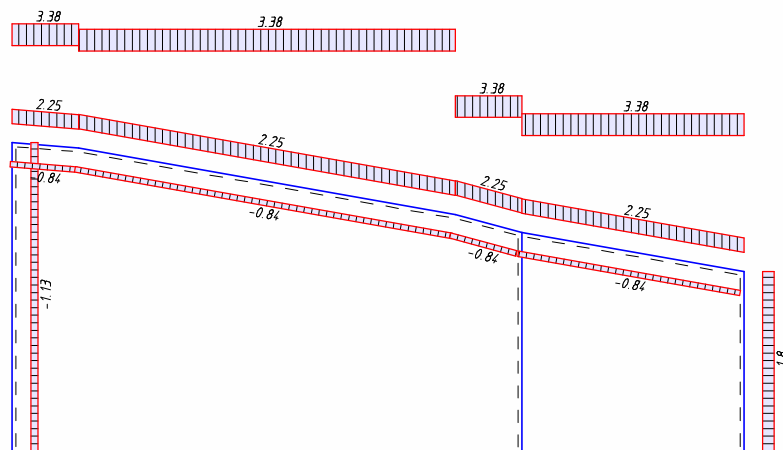
Lastfall 1 (charak. Strecken-Einwirkungen)



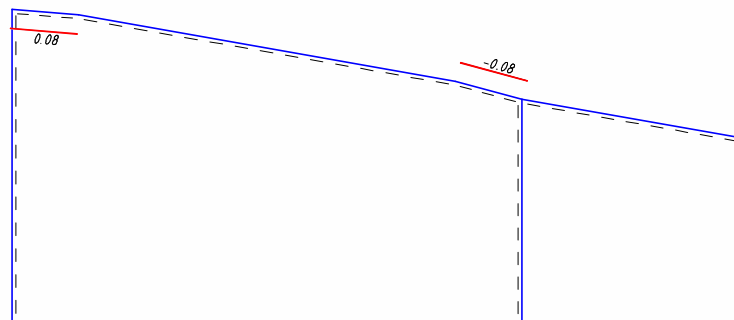
Lastfall 1 (charak. Strecken-Ew. längs zum Stab)



Lastfall 2 (charak. Strecken-Einwirkungen)



Lastfall 2 (charak. Strecken-Ew. längs zum Stab)



STÄBE DES ÄUSSEREN RAHMENSYSTEMS:

Stab Nr.	Knoten i - j	lx (m)	lz (m)	Alpha (Grad)	gewählt Profil	Typ in i - j
1	1 - 2	0.000	7.000	90.0	IPE 300	
2	2 - 3	1.500	-0.123	-4.7	I aus Blechen	vh-vn
3	3 - 4	8.500	-1.499	-10.0	IPE 270	
4	4 - 5	1.500	-0.406	-15.1	I aus Blechen	vn-vh
5	5 - 6	5.000	-0.882	-10.0	IPE 220	
6	6 - 7	0.000	-4.090	-90.0	IPE 200	

ZUSATZSTÄBE: biegesteifer Anschluß an Außenrahmen

Stab Nr.	Knoten i - j	lx (m)	lz (m)	Alpha (Grad)	gewählt Profil	Typ in i - j
7	5 - 8	0.000	-4.972	-90.0	IPE 330	

LAGER, GELENKE und FEDERN:

Art	Knoten	horizontal (kN/cm)	vertikal (kN/cm)	verdrehung (kNm/cm/m)
Auflager A1	1	starr	starr	frei
Auflager A2	8	starr	starr	frei
Auflager A3	7	starr	starr	frei

SONDERQUERSCHNITTE: (mm)

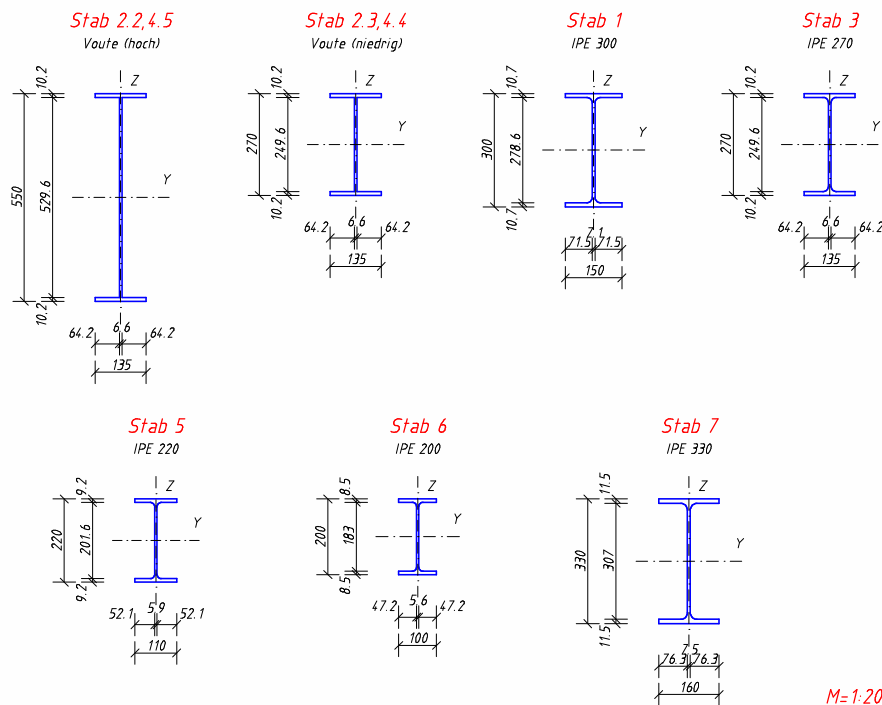
Typ	Bezeichnung	bo	bu	h	to	tu	s
Vh	Voite (hoch)	135	135	550	10.2	10.2	6.6
Vn	Voite (niedrig)	135	135	270	10.2	10.2	6.6

Querschnittswerte:

Typ/	ho	hu	A	g	ly	lz	iy	iz
Querschnitt	(mm)	(mm)	(cm ²)	(kN/m)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm)	(cm)
Vh	275.0	275.0	62.5	0.491	28234	420	21.26	2.59
Vn	135.0	135.0	44.0	0.345	5505	419	11.18	3.08

Typ/ Querschnitt	h _o (mm)	h _u (mm)	A (cm ²)	g (kN/m)	I _y (cm ⁴)	I _z (cm ⁴)	I _y (cm)	I _z (cm)
IPE 300	150.0	150.0	53.8	0.422	8360	604	12.46	3.35
IPE 270	135.0	135.0	45.9	0.361	5790	420	11.23	3.02
IPE 220	110.0	110.0	33.4	0.262	2770	205	9.11	2.48
IPE 200	100.0	100.0	28.5	0.224	1940	142	8.25	2.23
IPE 330	165.0	165.0	62.6	0.491	11770	788	13.71	3.55

Querschnitte in den Stab-Knoten



WERKSTOFFDATEN: St 37-2, Erzeugnisdicke $t \leq 40$ mm
 Streckgrenze/Zugfestigkeit $f_{y,k}/f_{u,k} = 240 / 360$ N/mm²
 E/G-Modul = 210000/ 81000 N/mm², Gamma M = 1.10

Eigengewicht autom., Ständige Einwirkungen Gamma G = 1.35

GRUPPIERUNG DER VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN Q_i :

Nr.	Beschreibung	Gamma	Psi
Q2	Schneelasten	1.50	0.90
Q3	windlasten	1.50	0.90

EINWIRKUNGEN auf Stäbe: s,wd,ws,q(kN/m), P(kN), M(kNm)

* = Grundwerte pro m², für die Schnittgrößenberechnung werden die Werte mit dem Rahmenabstand multipliziert.

wind und Schnee werden nach DIN 1055-4(87),DIN 1055-5(94) entsprechend der jeweiligen Stabneigungen umgerechnet.

Einwirkung aus	Stäbe	LF	Art, Klas.	wert,k li. re.	a (m)	c (m)
Dachhaut	2-5	12	*q ,G	0.50 0.50	---	---
Schnee	2-5	12	*s ,Q2	0.75 0.75	---	---
winddruck	1	1	*wd,Q3	0.50 0.50	---	---

Einwirkung aus	Stäbe	LF	Art, Klas.	Wert, k li. re.	a (m)	c (m)
windsog	2-6	1	*ws,Q3	0.50 0.50	—	—
windsog	1	2	*ws,Q3	0.50 0.50	—	—
winddruck	2-6	2	*wd,Q3	0.50 0.50	—	—

IMPERFEKTIONEN für Th.II.Ordnung:

Stab Nr.	Vorverdr. n	Vorkrümmung Faktor	Ansatz	w0	Stab Nr.	Vorverdr. n	Vorkrümmung Faktor	Ansatz	w0
1	3	1/200	E>1.6	1/300	2	-	1/—	ja	1/250
3	-	1/—	ja	1/300	4	-	1/—	ja	1/250
5	-	1/—	ja	1/300	6	3	1/200	E>1.6	1/300
7	3	1/200	E>1.6	1/300					

SCHNITTKRÄFTE Th.II.Ordnung:

Stabteilung = 1/10

Stab Nr.	Kn.	Nx,d	My,d	Vz,d	Nx,d	My,d	Vz,d	max.Mf Abst.
1	1	49.8	0.0	10.8	6.3	0.0	-15.5	
	2	45.8	9.3	1.8	2.4	-75.9	-13.2	
2	2	11.2	9.3	46.7	-3.1	-75.9	3.2	
	3	12.4	12.1	33.5	-2.4	-17.9	0.5	
3	3	10.6	12.1	34.1	-3.5	-17.9	1.3	53.9
	4	22.6	1.9	-8.2	1.8	-47.1	-38.2	a= 4.07
4	4	25.4	1.9	-8.0	2.5	-47.1	-37.1	
	5	28.4	-13.2	-11.4	3.8	-100.6	-49.0	
5	5	0.5	18.4	30.8	-6.0	-48.3	-4.2	
	6	4.0	8.8	0.9	0.5	-19.9	-16.8	
6	6	17.3	8.8	3.6	-0.2	-19.9	-0.6	10.4
	7	18.5	0.0	8.4	1.0	0.0	-7.4	a= 1.17
7	5	85.2	10.0	18.0	11.6	-91.7	-2.0	
	8	88.5	0.0	18.6	14.9	0.0	-2.0	

TRAGSICHERHEIT DIN 18800 T1 (E1-P1) Th.II-Ordnung:

f = Querschnitts-Ausnutzungsgrade aus Nx, My und Vz

Stab Nr.	Abst. a(m)	Nx,d (kN)	My,d (kNm)	Vz,d (kN)	Nachweise f ≤ 1.0 f,Nx f,My f,Vz
1	7.00	45.79	-75.90	-10.31	0.073 0.556 0.044
2	0.00	6.81	-75.90	46.69	0.007 0.290 0.107
3	4.07	10.75	53.90	0.00	0.018 0.511 0.000
4	0.00	25.37	-47.05	-30.36	0.047 0.475 0.158
5	0.00	-3.02	-48.33	28.04	0.014 0.783 0.194
6	0.00	11.26	-19.91	1.31	0.027 0.414 0.010
7	0.00	58.67	-91.70	18.03	0.077 0.526 0.068

GRENZWERTE b/t (vereinfachter Beulnachweis):

Stab Nr.	b/t-Steg		b/t-Obergurt		b/t-Untergurt	
	vorh.	Grenz	vorh.	Grenz	vorh.	Grenz
1	35.01	< 164.30	5.28	< 16.86	5.28	< 15.84
2	80.15	< 226.35	6.29	< 22.33	6.29	< 22.00
3	33.27	< 187.03	4.82	< 16.88	4.82	< 17.16
4	80.15	< 187.07	6.29	< 18.20	6.29	< 17.31
5	30.10	< 155.81	4.35	< 13.72	4.35	< 13.79
6	28.39	< 201.00	4.14	< 19.19	4.14	< 18.46
7	36.13	< 148.60	5.07	< 17.45	5.07	< 16.22

BIEGEDRILLKNICK-NACHWEIS:

Abst.= Abstand der Nachweisstelle vom Stabanfang (i)

Stab- Nr.	Gabel (m)	kc (-)	Zeta (-)	zp (-)	n (-)	Abst. (m)	NxpI (kN)	MypI (kNm)	KapZ (-)
1	3.50	0.94	1.12	-h/2	2.50	7.00	1173.8	137.1	0.52
2	2.00	0.94	1.12	-h/2	1.58	0.00	1363.4	262.7	0.64
3	2.00	0.94	1.12	-h/2	2.50	4.11	1001.5	105.6	0.60
4	2.00	0.94	1.12	-h/2	1.58	0.00	960.2	100.2	0.73
5	2.00	0.94	1.12	-h/2	2.50	0.00	726.6	62.3	0.67
6	2.05	0.94	1.12	-h/2	2.50	0.00	619.6	48.1	0.61
7	4.97	0.94	1.12	-h/2	2.50	0.00	1365.8	175.5	0.34

Stab- Nr.	KapM (-)	ky (-)	Nx,d (kN)	My,d (kNm)	Biegedrillknicknachweis			
					DIN	18800	T2	Bed.(27)
1	0.76	0.99	45.8	-75.9	0.07	+	0.72	= 0.80 < 1.0
2	0.76	1.00	6.8	-75.9	0.01	+	0.38	= 0.39 < 1.0
3	0.94	1.00	10.8	53.9	0.02	+	0.54	= 0.56 < 1.0
4	0.84	1.00	25.4	-47.1	0.04	+	0.56	= 0.60 < 1.0
5	0.89	1.00	-3.0	-48.3	0.01	+	0.87	= 0.88 < 1.0
6	0.86	1.00	11.3	-19.9	0.03	+	0.48	= 0.51 < 1.0
7	0.59	0.97	58.7	-91.7	0.13	+	0.85	= 0.98 < 1.0

BIEGEKNICK-NACHWEIS senkrecht zur Rahmenebene:

Stab	l(m)	Beta,z	Bed.(3)	Stab	l(m)	Beta,z	Bed.(3)
1	7.00	0.50	0.081 < 1	2	1.51	1.66	0.021 < 1
3	8.63	0.29	0.034 < 1	4	1.55	1.66	0.044 < 1
5	5.08	0.30	0.010 < 1	6	4.09	0.50	0.049 < 1
7	4.97	1.00	0.191 < 1				

VERFORMUNGEN aus Gk+Qk (charak.), Th 1.Ordnung: (cm)

dz = vertikal, dx = horizontal, w = senkrecht zum Stab

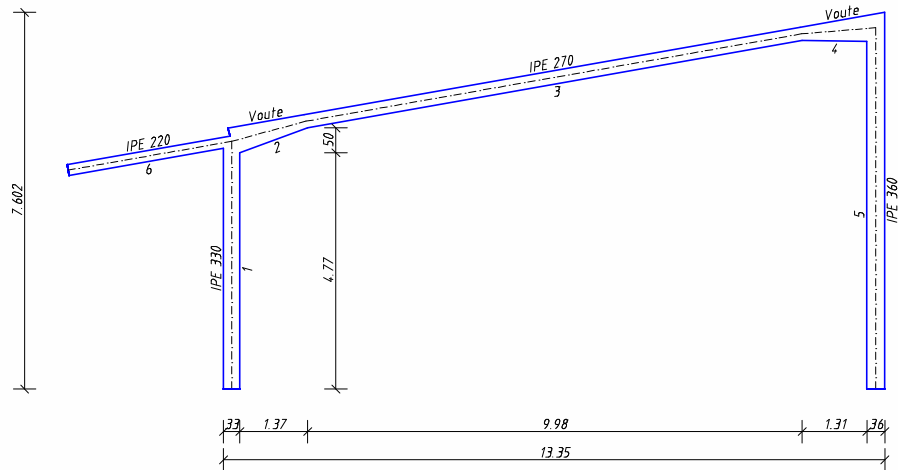
Knotenverschiebung (global)				Durchbiegung (lokal)			
für	Knoten	dz	dx	für	Stab	w	l/..
max.dz:	4	0.23	2.64	max.w	3	2.15	401
min.dz:	3	-1.01	-0.85	min.w	1	-1.10	636
max.dx:	4	0.23	2.64	max.l/..	3	2.15	401
min.dx:	4	-0.85	-2.00	min.l/..	1	-1.10	636

AUFLAGERKRÄFTE charakteristisch aus G und Q: (kN, kNm)

La- ger für		max				min			
		Az	Hx	MyI	MyII	Az	Hx	MyI	MyII
A1	Az	34.7	-7.5	-	-	6.0	6.8	-	-
	Hx	6.0	6.8	-	-	32.0	-11.2	-	-
A2	Az	61.7	7.7	-	-	12.8	8.9	-	-
	Hx	46.1	13.2	-	-	20.4	-0.9	-	-
A3	Az	13.3	5.3	-	-	1.2	-4.9	-	-
	Hx	8.6	5.5	-	-	5.9	-5.0	-	-

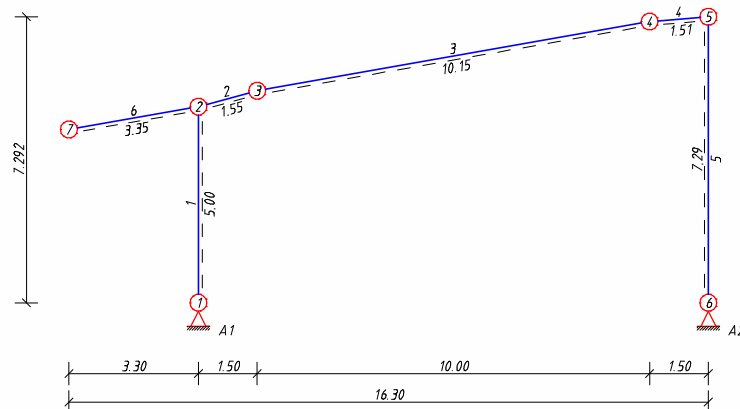
POS. 213 PULTDACH-VOUTEN-RAHMEN

ANSICHT

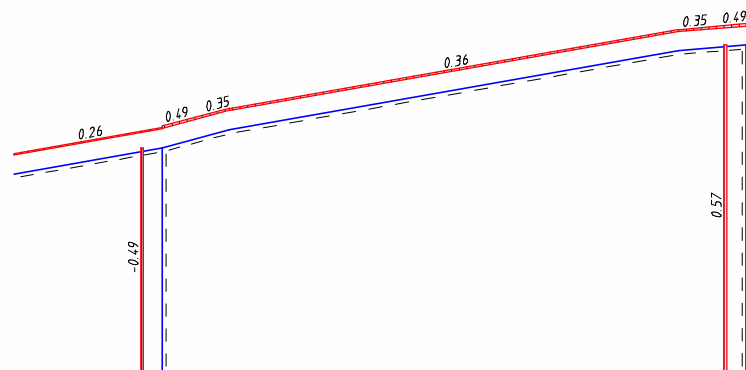


S Y S T E M

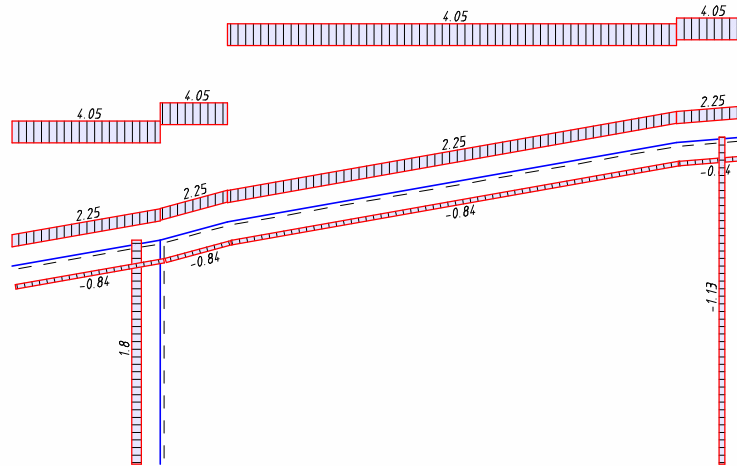
Rahmenabstand = 4.50 m



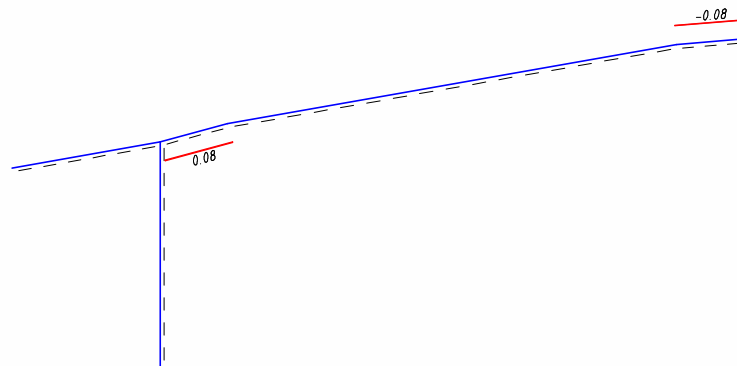
In allen Lastfällen (charak. Profil-Eigengewicht)



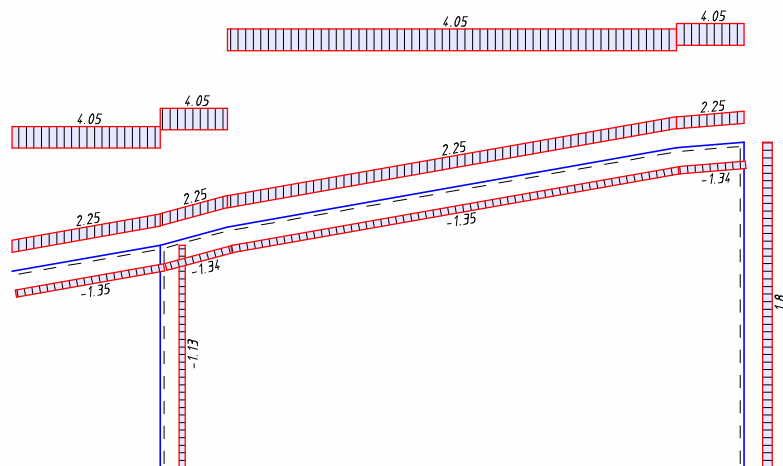
Lastfall 1 (charak. Strecken-Einwirkungen)



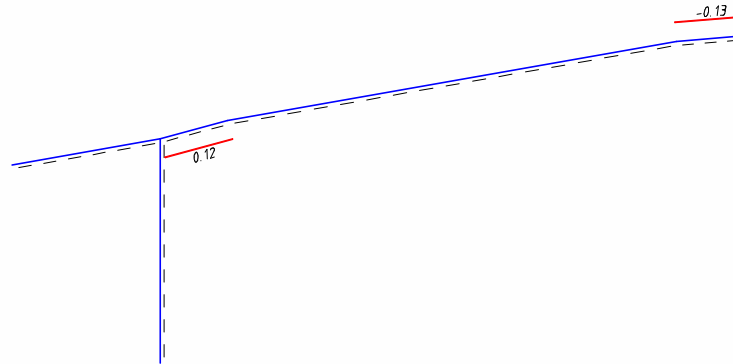
Lastfall 1 (charak. Strecken-Ew. längs zum Stab)



Lastfall 2 (charak. Strecken-Einwirkungen)



Lastfall 2 (charak. Strecken-Ew. längs zum Stab)



STÄBE DES ÄUSSEREN RAHMENSYSTEMS:

Stab Nr.	Knoten i - j	lx (m)	lz (m)	Alpha (Grad)	gewählt Profil	Typ in i - j
1	1 - 2	0.000	5.000	90.0	IPE 330	
2	2 - 3	1.500	0.406	15.1	I aus Blechen	vh-vn
3	3 - 4	10.000	1.763	10.0	IPE 270	
4	4 - 5	1.500	0.123	4.7	I aus Blechen	vn-vh
5	5 - 6	0.000	-7.292	-90.0	IPE 360	

Vordach: biegesteifer Anschluß an Außenrahmen

Stab Nr.	Knoten i - j	lx (m)	lz (m)	Alpha (Grad)	gewählt Profil	Typ in i - j
6	7 - 2	3.300	0.582	10.0	IPE 220	

LAGER, GELENKE und FEDERN:

Art	Knoten	horizontal (kN/cm)	vertikal (kN/cm)	verdrehung (kNm/cm/m)
Auflager A1	1	starr	starr	frei
Auflager A2	6	starr	starr	frei

SONDERQUERSCHNITTE: (mm)

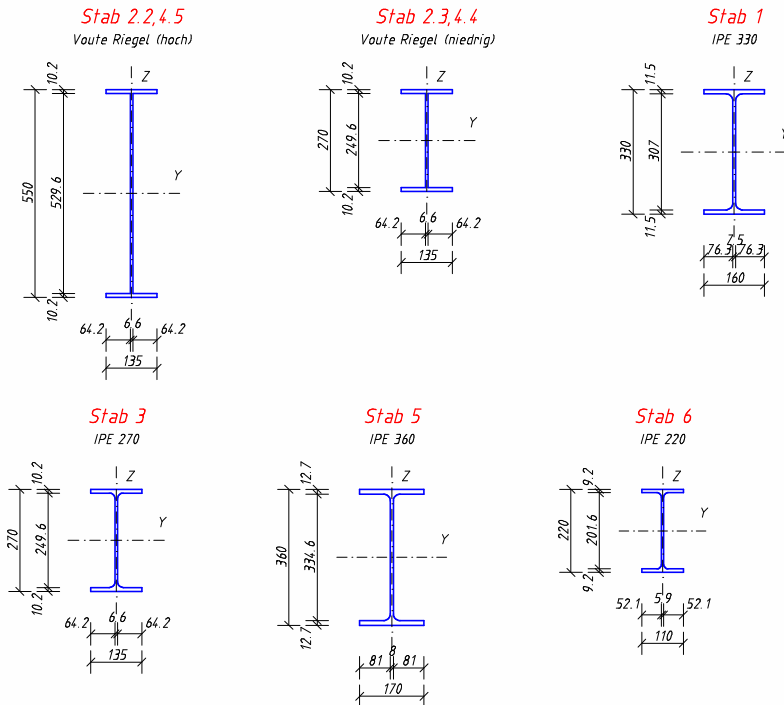
Typ	Bezeichnung	bo	bu	h	to	tu	s
Vh	Voute Riegel (hoch)	135	135	550	10.2	10.2	6.6
Vn	Voute Riegel (niedrig)	135	135	270	10.2	10.2	6.6

Querschnittswerte:

Typ/	ho	hu	A	g	ly	lz	iy	iz
Querschnitt	(mm)	(mm)	(cm ²)	(kN/m)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm)	(cm)
Vh	275.0	275.0	62.5	0.491	28234	420	21.26	2.59
Vn	135.0	135.0	44.0	0.345	5505	419	11.18	3.08
IPE 330	165.0	165.0	62.6	0.491	11770	788	13.71	3.55
IPE 270	135.0	135.0	45.9	0.361	5790	420	11.23	3.02

Typ/ Querschnitt	h _o (mm)	h _u (mm)	A (cm ²)	g (kN/m)	I _y (cm ⁴)	I _z (cm ⁴)	I _y (cm)	I _z (cm)
IPE 360	180.0	180.0	72.7	0.571	16270	1040	14.96	3.78
IPE 220	110.0	110.0	33.4	0.262	2770	205	9.11	2.48

Querschnitte in den Stab-Knoten



M=1.20

WERKSTOFFDATEN: St 37-2 , Erzeugnisdicke $t \leq 40$ mm
 Streckgrenze/Zugfestigkeit $f_y, k/f_u, k = 240 / 360$ N/mm²
 E/G-Modul = 210000/ 81000 N/mm², Gamma M = 1.10

Eigengewicht autom., Ständige Einwirkungen Gamma G = 1.35

GRUPPIERUNG DER VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN Q_i :

Nr.	Beschreibung	Gamma	Psi
Q2	Schneelasten	1.50	0.90
Q3	windlasten	1.50	0.90

EINWIRKUNGEN auf Stäbe: s,wd,ws,q(kN/m), P(kN), M(kNm)

* = Grundwerte pro m², für die Schnittgrößenberechnung werden die Werte mit dem Rahmenabstand multipliziert.

wind und Schnee werden nach DIN 1055-4(87),DIN 1055-5(94) entsprechend der jeweiligen Stabneigungen umgerechnet.

Einwirkung aus	Stäbe	LF	Art, Klas.	wert,k li. re.	a (m)	c (m)
Dachhaut	2-4,6	12	*q ,G	0.50 0.50	---	---
Schnee	2-4,6	12	*s ,Q2	0.90 0.90	---	---
winddruck	1-4,6	1	*wd,Q3	0.50 0.50	---	---
windsog	5	1	*ws,Q3	0.50 0.50	---	---
windsog	1-4,6	2	*ws,Q3	0.50 0.50	---	---
winddruck	5	2	*wd,Q3	0.50 0.50	---	---

IMPERFEKTIONEN für Th.II.Ordnung:

Stab Nr.	Vorverdr. n	Vorkrümmung Faktor	Ansatz	w0	Stab Nr.	Vorverdr. n	Vorkrümmung Faktor	Ansatz	w0
1	2	1/200	E>1.6	1/300	2	-	1/	— ja	1/250
3	-	1/	— ja	1/300	4	-	1/	— ja	1/250
5	2	1/200	E>1.6	1/300	6	-	1/	— ja	1/300

SCHNITTKRÄFTE Th.II.Ordnung:

Stabteilung = 1/10

Stab Nr.	Kn.	Nx,d	My,d	Vz,d	Nx,d	My,d	Vz,d	max.Mf Abst.
1	1	101.3	0.0	8.8	22.1	0.0	-29.9	
	2	97.9	10.0	-4.8	18.7	-128.1	-21.0	
2	2	34.3	-1.7	60.4	7.1	-166.3	10.2	
	3	30.7	11.3	45.4	5.9	-92.6	6.5	
3	3	26.8	11.3	48.5	5.2	-92.6	7.1	26.0
	4	11.1	33.5	1.7	-1.0	-58.2	-47.6	a= 5.12
4	4	13.8	33.5	2.3	0.4	-58.2	-46.4	
	5	12.6	35.3	0.1	-0.2	-130.1	-60.4	
5	5	59.2	35.3	17.2	-0.4	-130.1	1.5	
	6	64.9	0.0	23.7	5.2	0.0	-14.7	
6	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	2	-2.0	-7.3	-4.4	-5.5	-51.8	-31.0	

TRAGSICHERHEIT DIN 18800 T1 (E1-P1) Th.II.Ordnung:

f = Querschnitts-Ausnutzungsgrade aus Nx, My und Vz

Stab Nr.	Abst. a(m)	Nx,d (kN)	My,d (kNm)	Vz,d (kN)	Nachweise f	f ≤ 1.0
1	5.00	83.23	-128.12	-20.99	0.159	0.739
2	1.55	30.72	-92.61	42.86	0.228	0.942
3	0.00	26.80	-92.61	45.16	0.137	0.893
4	0.00	8.66	-58.22	-42.02	0.020	0.588
5	0.00	59.24	-129.85	17.17	0.073	0.587
6	3.35	-5.46	-51.83	-30.93	0.031	0.841

GRENZWERTE b/t (vereinfachter Beulnachweis):

Stab Nr.	b/t-Steg vorh.	Grenz	b/t-Obergurt vorh.	Grenz	b/t-Untergurt vorh.	Grenz
1	36.13	< 138.46	5.07	< 14.78	5.07	< 13.72
2	80.15	< 148.37	6.29	< 13.52	6.29	< 11.00
3	33.27	< 130.74	4.82	< 13.61	4.82	< 11.00
4	80.15	< 172.52	6.29	< 16.06	6.29	< 15.84
5	37.33	< 161.54	4.96	< 16.30	4.96	< 15.47
6	30.10	< 149.42	4.35	< 13.23	4.35	< 13.34

BIEGEDRILLKNICK-NACHWEIS:

Abst.= Abstand der Nachweisstelle vom Stabanfang (i)

Stab-Nr.	Gabel (m)	kc (-)	Zeta (-)	zp (-)	n (-)	Abst. (m)	Nxpl (kN)	MypI (kNm)	KapZ (-)
1	2.50	0.94	1.12	-h/2	2.50	5.00	1365.8	175.5	0.68
2	1.00	0.94	1.12	-h/2	1.58	1.55	958.9	100.2	0.92
3	1.00	0.94	1.12	-h/2	2.50	0.00	1001.5	105.6	0.58
4	1.00	0.94	1.12	-h/2	1.58	0.00	960.2	100.2	0.92
5	2.50	0.94	1.12	-h/2	2.50	0.00	1586.2	222.4	0.60
6	1.00	0.94	1.12	-h/2	2.50	3.35	726.6	62.3	0.73

Stab-Nr.	KapM (-)	ky (-)	Nx,d (kN)	My,d (kNm)	Biegedrillknicknachweis DIN 18800 T2 Bed.(27)
1	0.92	0.99	83.2	-128.1	0.09 + 0.79 = 0.88 < 1.0
2	1.00	1.00	30.7	-92.6	0.03 + 0.92 = 0.96 < 1.0
3	1.00	0.99	26.8	-92.6	0.05 + 0.87 = 0.92 < 1.0
4	1.00	1.00	8.7	-58.2	0.01 + 0.58 = 0.59 < 1.0
5	0.94	0.99	59.2	-129.8	0.06 + 0.62 = 0.68 < 1.0
6	0.99	1.00	-5.5	-51.8	0.01 + 0.84 = 0.85 < 1.0

BIEGEKNICK-NACHWEIS senkrecht zur Rahmenebene:

Stab	l(m)	Beta,z	Bed.(3)	Stab	l(m)	Beta,z	Bed.(3)
1	5.00	0.50	0.099 < 1	2	1.55	1.61	0.052 < 1
3	10.15	0.25	0.041 < 1	4	1.51	1.66	0.023 < 1
5	7.29	0.34	0.052 < 1	6	3.35	0.75	0.014 < 1

VERFORMUNGEN aus Gk+Qk (charak.), Th 1.Ordnung: (cm)

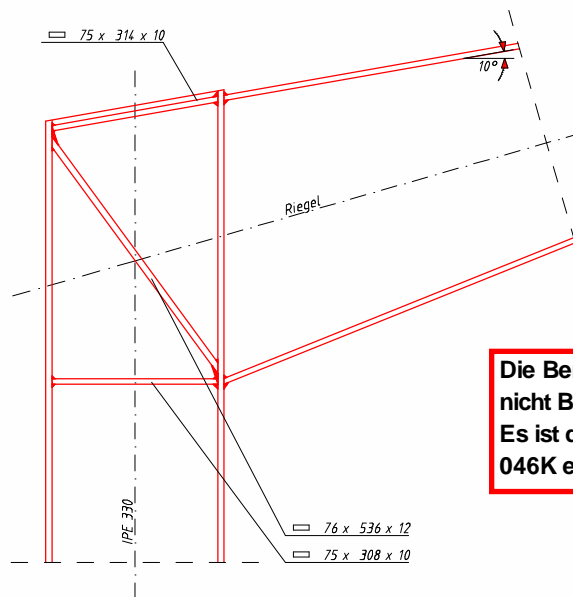
dz = vertikal, dx = horizontal, w = senkrecht zum Stab

Knotenverschiebung (global)				Durchbiegung (lokal)			
für	Knoten	dz	dx	für	Stab	w	l/..
max.dz:	7	0.96	2.26	max.w	3	3.61	281
min.dz:	7	-2.36	-4.21	min.w	5	-1.05	694
max.dx:	3	-1.22	2.87	max.l/..	3	3.61	281
min.dx:	3	0.67	-4.93	min.l/..	5	-1.05	694

AUFLAGERKRÄFTE charakteristisch aus G und Q: (kN, kNm)

La-ger für		max				min			
		Az	Hx	MyI	MyII	Az	Hx	MyI	MyII
A1	Az	70.7	-12.0	-	-	17.8	5.2	-	-
	Hx	17.8	5.2	-	-	63.4	-20.7	-	-
A2	Az	45.0	12.0	-	-	5.6	-9.2	-	-
	Hx	42.8	16.9	-	-	5.6	-9.2	-	-

POS. 213.1 RAHMENECKE (Links)



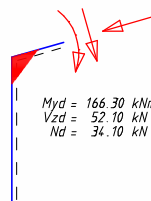
Die Bemessung der Rahmenecke ist nicht Bestandteil des Programms 045S. Es ist die Lizenz des Programms 046K erforderlich!

STIEL: (aus Position 213)
1 x IPE 330 Achse: Neigung = 0.0 Grad

RIEGEL:
1 x I aus Blechen Oberkante: Neigung = 10.0 Grad

l,Riegel	h,Riegel	t,Steg	bg(o/u)	tg(o/u)	aw
1335	550/ 270	7	135/135	10/10	10 mm

Belastungsbild



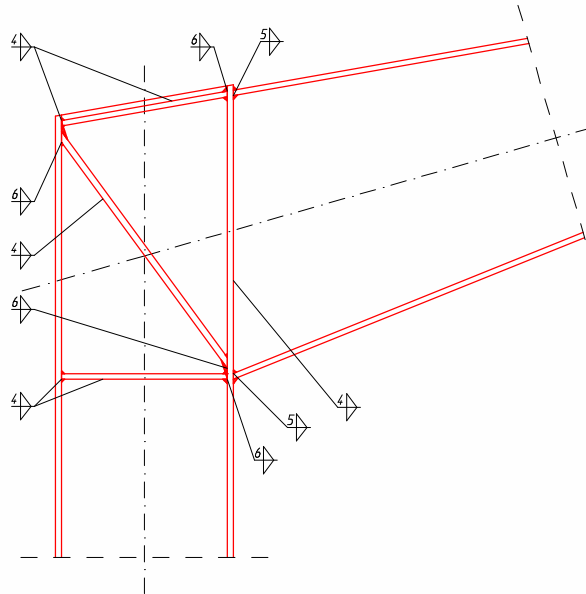
Lastfall 1

EINWIRKUNGEN: (kNm, kN)

LF	Schnittpunkt	aus	Position	Myd	Vzd	Nd
1	Stiel-Riegel	Riegel	-	-166.3	52.1	-34.1

BEMESSUNG UND NACHWEIS (DIN 18800-1)

WERKSTOFFDATEN: St 37-2, Erzeugnisdicke $t \leq 40$ mm
Streckgrenze/Zugfestigkeit $f_y, k / f_u, k = 240 / 360$ N/mm²
E/G-Modul = 210000 / 81000 N/mm², Gamma M = 1.10



Schweißnaht: Riegelsteg: Doppelkehlnaht: $a = 4 \text{ mm}$
 Riegelobergurt: Doppelkehlnaht: $a = 5 \text{ mm}$
 Riegeluntergurt: Doppelkehlnaht: $a = 5 \text{ mm}$

$A_{w, \text{gesamt}} = 62.3 \text{ cm}^2$, $I_w = 23867 \text{ cm}^4$
 $A_{w, \text{Steg}} = 38.8 \text{ cm}^2$, $z_{sp} = 267 \text{ mm}$

Nachweis: (mm, kN, kNm, N/mm²)

LF	z	Nd	Vd	Myd	Tau	Swd	Swv	Swv/SwRd
1	-267	-1.3	62.3	-156	0.0	174.4	174.4	0.84 < 1
1	242	-1.3	62.3	-156	16.0	-159	159.4	0.77 < 1

Druckübertragung durch Kontakt, El.(505) und El.(837)

Rippe im Stiel, oben: parallel zur Riegeloberkante

Abmessungen: $b/t/h = 75/10/ 314 \text{ mm}$

Schweißnaht: (mm, cm², kN, N/mm²)

Stelle	a	lw	Aw	F	Tau=Swv	SwRd	Swv/SwRd
Steg:	4	274	21.9	106.9	48.8	207.3	0.24 < 1
Außengurt:	4	57	4.6	15.8	34.7	207.3	0.17 < 1

Stelle	a	lw	Aw	Tau	Swd	Swv	SwRd	Swv/SwRd
Innengurt:	6	57	6.8	23.2	156.3	158.0	207.3	0.76 < 1

(F, vertikal/horizontal = 106.9/ 15.8 kN)

Druckspannung:
 $A = 5.7 \text{ cm}^2$, $S_d/S_{Rd} = 193.7/218.2 \text{ N/mm}^2 = 0.89 < 1$

Rippe im Stiel, unten: rechtwinklig auf Stiel

Abmessung: $b/t/h = 75/10/ 308 \text{ mm}$

Schweißnaht: (mm, cm², kN, N/mm²)

Stelle	a	lw	Aw	F	Tau=Swv	SwRd	Swv/SwRd
Steg:	4	271	21.7	105.8	48.8	207.3	0.24 < 1
Außengurt:	4	57	4.6	16.0	35.0	207.3	0.17 < 1

Stelle	a	lw	Aw	Tau	Swd	Swv	SwRd	Swv/SwRd
Innengurt:	6	57	6.8	23.4	154.7	156.4	207.3	0.75 < 1
(F, vertikal/horizontal = 105.8/ 16.0 kN)								

Druckspannung:

$$A = 5.7 \text{ cm}^2, \quad Sd/SRd = 191.8/218.2 \text{ N/mm}^2 = 0.88 < 1$$

Schubfeld: a/b/t = 319/ 524/ 7.5 mm

 Spannungsberechnung nach Petersen: $h = 524 \text{ mm}$
 Stiel: $Q = 154.0 \text{ kN}$, $S_y = 402 \text{ cm}^3$, $I_y = 11770 \text{ cm}^4$
 Riegel: $Q = 245.5 \text{ kN}$, $A_s = 39.3 \text{ cm}^2$

 Spannungsnachweis nach DIN 18800 T1: (mm, N/mm²)

Koordinatenursprung = Achsschnittpunkt, +y nach unten

LF max:	x	y	Sxd	Syd	Taud	Svd	f*(-)
1 Sxd	136	-302	119.7*	-	-	-	0.55
1 Syd	136	228	-117.0	-173.2*	62.5	187.4	0.79
1 Tau	0	228	-	-9.5	70.1*	121.9	0.56
1 Svd	136	228	-117.0	-173.2	62.5	187.4*	0.78

 Grenzbeulspannung nach DIN 18800 T3: (mm, N/mm²)

LF	x	y	Tau	alpha	TauPRd	fTau(-)
1	0	228	70.1	1.65	126.0	0.56

Aussteifungsrippe im Schubfeld: b/t/l = 76/12/ 536 mm

 Außengurt: obere Beulfeldecke, Innengurt: $h = 20 \text{ mm}$

 Schweißnaht: (mm, cm², kN, N/mm²)

Stelle	a	lw	Aw	F	Swd	SwRd	Swd/SwRd
Steg:	4	442	35.4	(konstruktiv bemessen)			
Gurt:	6	54	6.5	129.6	200.0	207.3	0.96 < 1

Druckspannung:

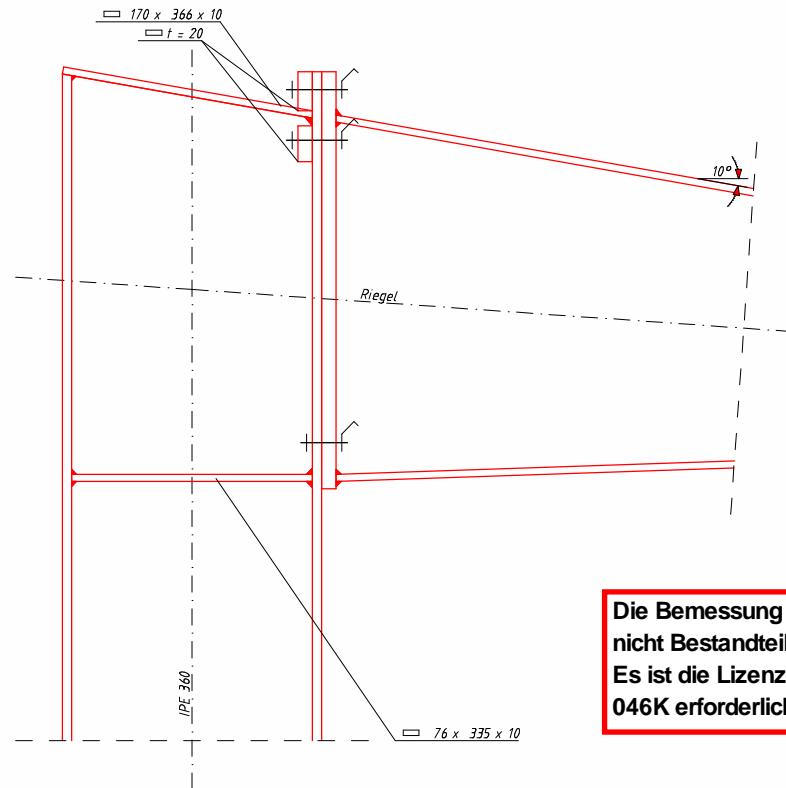
$$A = 6.5 \text{ cm}^2, \quad Sd/SRd = 200.0/218.2 \text{ N/mm}^2 = 0.92 < 1$$

Biegeknicken senkrecht zur Schubfeldebene:

$$\text{Einflussbreite} = 192.4 \text{ mm}, \quad A = 32.7 \text{ cm}^2, \quad i_y = 3.5 \text{ cm}$$

$$F / (\kappa \cdot N_{pld}) = -259.2 / (1.000 \cdot 712.7) = 0.36 < 1$$

POS.213.2 RAHMENECKE (rechts)

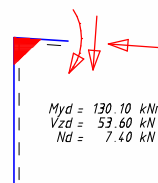


STIEL: (aus Position 213)
1 x IPE 360 Achse: Neigung = 0.0 Grad

RIEGEL:
1 x I aus Blechen Oberkante: Neigung = -10.0 Grad

l,Riegel	h,Riegel	t,Steg	bg(o/u)	tg(o/u)	aw
1335	550/ 270	7	135/135	10/10	10 mm

Belastungsbild



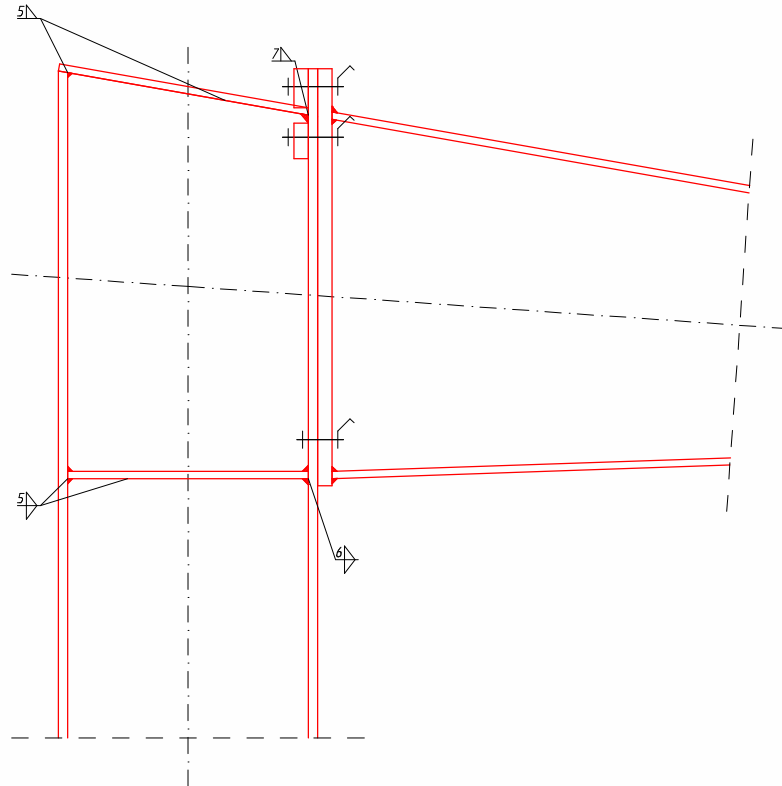
Lastfall 1

EINWIRKUNGEN: (kNm, kN)

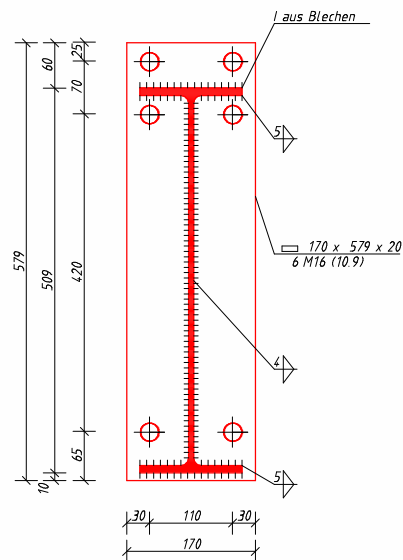
LF	Schnittpunkt	aus	Position	Myd	Vzd	Nd
1	Stiel-Riegel	Riegel	-	-130.1	53.6	-7.4

BEMESSUNG UND NACHWEIS (DIN 18800-1)

WERKSTOFFDATEN: St 37-2 , Erzeugnisdicke $t \leq 40$ mm
Streckgrenze/Zugfestigkeit $f_y, k/f_u, k = 240 / 360$ N/mm²
E/G-Modul = 210000 / 81000 N/mm², Gamma M = 1.10



Stirnplatte: $b/l/d = 170/579/20$ mm, $\bar{u}_o/\bar{u}_u = 60/10$ mm



Schweißnaht: Riegelsteg: Doppelkehlnaht: $a = 4$ mm
 Riegelobergurt: Doppelkehlnaht: $a = 5$ mm
 Riegeluntergurt: Doppelkehlnaht: $a = 5$ mm

$A_{w,gesamt} = 60.3 \text{ cm}^2$, $I_w = 21246 \text{ cm}^4$
 $A_{w,Steg} = 36.9 \text{ cm}^2$, $z_{sp} = 255 \text{ mm}$

Nachweis: (mm, kN, kNm, N/mm²)

LF	z	Nd	Vd	Myd	Tau	Swd	Swv	Swv/SwRd
1	-255	-14.8	52.0	-121	0.0	142.1	142.1	0.69 < 1
1	230	-14.8	52.0	-121	14.1	-133	134.0	0.65 < 1

Druckübertragung durch Kontakt, E1.(505) und E1.(837)

Schrauben: 3 x 2 M16, 10.9, HR

Abstände h: Rand: $w_3 = 30 \text{ mm}$, Loch: $w_1/w_2 = 110/ - \text{ mm}$

Abstände v: Rand: oben: $e_1 = 25 \text{ mm}$, unten: $e_1 = 65 \text{ mm}$
Loch: $e = 70 \quad 420 \text{ mm}$

LF Nachweis: (kN)

1 Zugkraft:	$N_d/N_{Rd} =$	$58.1/114.2$	$= 0.51 < 1$
1 Abscheren:	$V_d/V_{aRd} =$	$26.0/100.5$	$= 0.26 < 1$
1 Lochleibung:	$V_{ld}/V_{lRd} =$	$26.0/133.0$	$= 0.20 < 1$

Platte: (mm, kN, kNm)

$F_v/Q_{pld}/M_{2pld}/M_{1pld}(o/u) = 100/ \quad 428.2/ \quad 3.2/ \quad 4.0/ \quad 0.5$

oben: $c_1/c_3 = 20/ \quad 25 \text{ mm}$; LF 1: $M_d = -120.55 < -204.96 = M_{Rd}$

ACHTUNG! Stielflansch NICHT ausreichend!

Stielflansch: $t_{Fl.}/d_{Schraube} = 13/16 \text{ mm} = 0.79 < 0.80$

Anordnung von zusätzlichen Futterblechen: $t_{Blech} = 20 \text{ mm}$

Kopfplatte: parallel zur Riegeloberkante

Abmessungen: $b_1/b_2/l/d = 170/170/ \quad 366/10 \text{ mm}$

Schweißnaht: (mm, cm^2 , kN, N/mm^2)

Stelle	a	A_w	LF	V_d	(Swv)	Sw_v/Sw_{Rd}
Steg:	5	30.3	1	230.9	$\tau = 76.2$	$0.37 < 1$
Innengurt:	7	8.8	1	171.1	$sw_d = 194.0$	$0.94 < 1$
Außengurt:	5	(konstruktiv bemessen)				

Rippe im Stiel, unten: rechtwinklig auf Stiel

Abmessung: $b/t/h = 76/10/ \quad 335 \text{ mm}$

Schweißnaht: (mm, cm^2 , kN, N/mm^2)

Stelle	a	l_w	A_w	F	$\tau = Sw_v$	Sw_{Rd}	Sw_v/Sw_{Rd}
Steg:	5	299	29.9	87.8	29.4	207.3	$0.14 < 1$
Außengurt:	5	58	5.8	12.3	21.2	207.3	$0.10 < 1$

Stelle	a	l_w	A_w	τ	sw_d	sw_v	sw_{Rd}	sw_v/sw_{Rd}
Innengurt:	6	58	7.0	17.7	126.2	127.4	207.3	$0.61 < 1$

(F, vertikal/horizontal = $87.8/ \quad 12.3 \text{ kN}$)

Druckspannung:

$A = 5.8 \text{ cm}^2$, $S_d/S_{Rd} = 155.8/218.2 \text{ N/mm}^2 = 0.71 < 1$

Schubfeld: $a/b/t = 347/504/8.0 \text{ mm}$

Spannungsberechnung nach Petersen: $h = 503 \text{ mm}$
 Stiel: $Q = 252.6 \text{ kN}$, $S_y = 509 \text{ cm}^3$, $I_y = 16270 \text{ cm}^4$

Spannungsnachweis nach DIN 18800 T1: (mm, N/mm²)

Koordinatenursprung = Achsschnittpunkt, +y nach unten

LF max:	x	y	Sxd	Syd	Taud	Svd	f*(-)
1 Sxd	174	-207	190.1*	-	-	-	0.87
1 Syd	149	267	-	-109.6*	81.5	178.7	0.50
1 Tau	0	267	-	-7.3	98.8*	171.3	0.78
1 Svd	149	267	-	-109.6	81.5	178.7*	0.74

Grenzbeulspannung nach DIN 18800 T3: (mm, N/mm²)

LF	x	y	Tau	alpha	TauPRd	fTau(-)
1	0	267	98.8	1.45	126.0	0.78