

45L Zweigelenk-Stahlrahmen nach DIN 18800 (11.90)

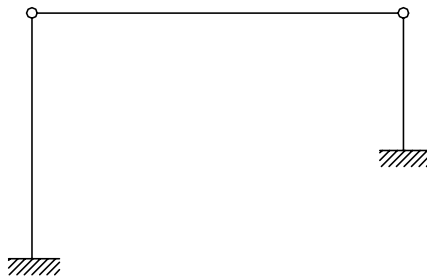
1. Funktionsumfang

1.1 System:

Zweigelenk-Stahlrahmen, drei Topologien

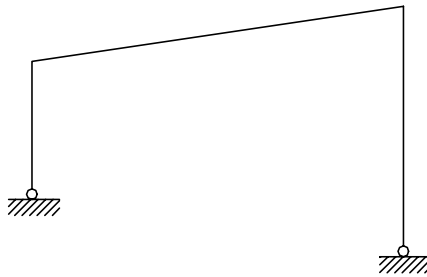
Topologie 1

Eingespannter Rahmen mit verschiedenen hohen senkrechten Stielen und gelenkig eingefügtem waagerechten Riegel (Kleinlogel/Haselbach-Rahmenform 35)



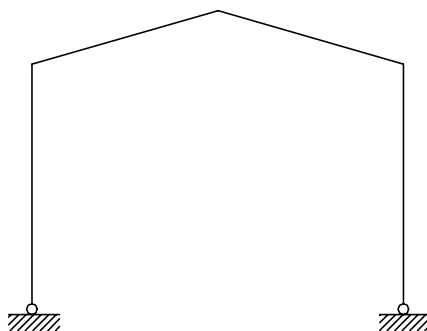
Topologie 2

Zweigelenkrahmen mit geneigtem Riegel und verschiedenen hohen senkrechten Stielen (Kleinlogel/Haselbach-Rahmenform 44)



Topologie 3

Symmetrischer Hallen-Zweigelenkrahmen mit senkrechten Stielen und gebrochenem Riegel (Kleinlogel/Haselbach-Rahmenform 78)



1.2 Einwirkungen

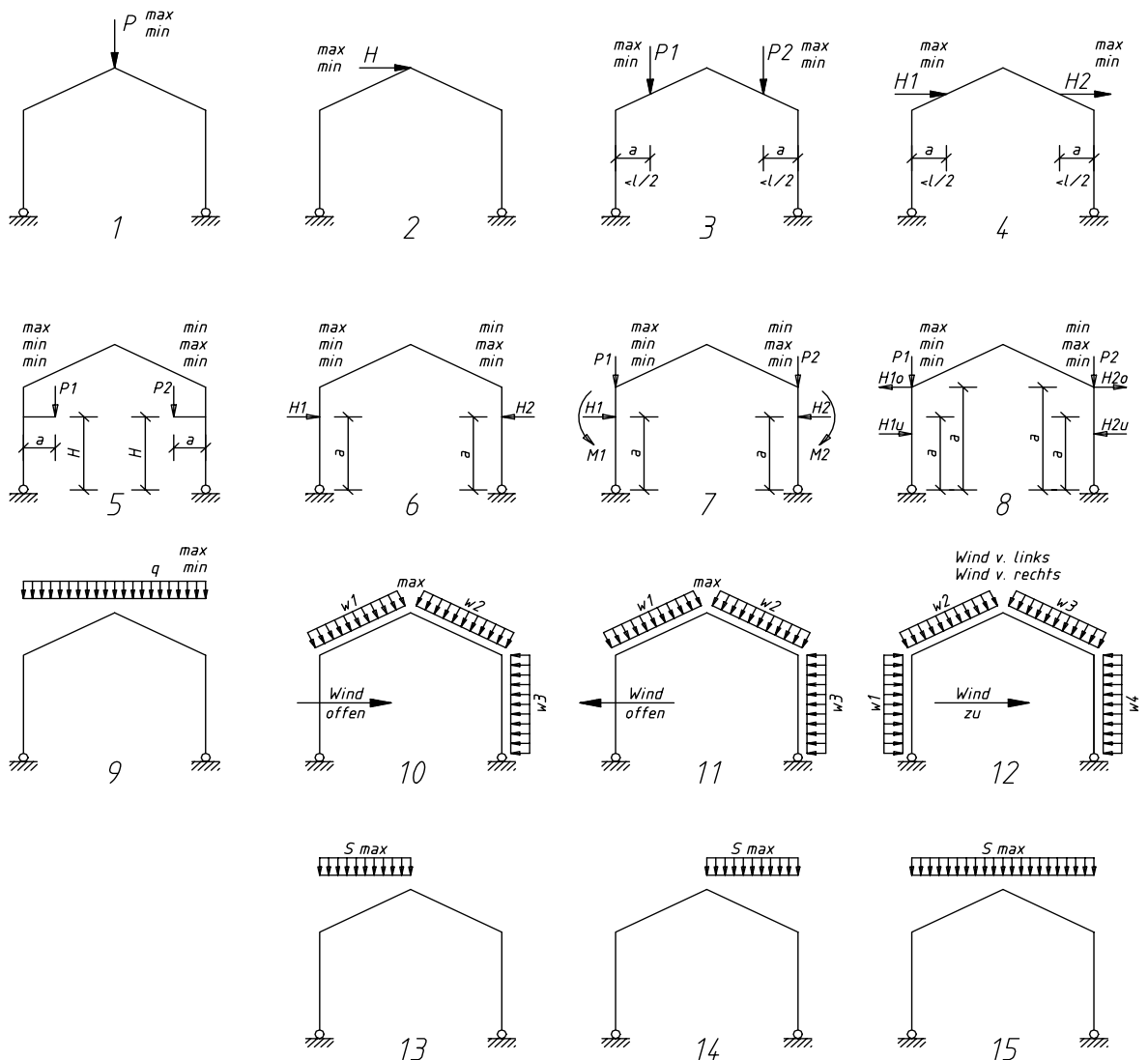
Ansatz von Einwirkungen nach DIN 18800 Teil 1

- 15 Einwirkungstypen gemäß Beiblatt
- vertikale und horizontale Einzel-Dachlasten
- vertikale Strecken-Dachlasten
- vertikale und horizontale Stützenlasten
- Momentenbelastung an den Stützen
- vertikale Kranbahnlasten
- Windlasten mit Einflußbreite
- Schneelasten mit Einflußbreite

Einteilungsmöglichkeit der Einwirkungen in

- ständige Lasten
- 9 verschiedene veränderliche Einwirkungsklassen
- 3 verschiedene außergewöhnliche Einwirkungsklassen

Einwirkungstypen



1.3 Schnittgrößen

Ermittlung nach Kleinlogel-Formeln

Rechengenauigkeit Zehntelpunkte und zusätzlich in den Schnitten des obersten und untersten Lastangriffs an den Stützen

Anwendung der Kombinationsregeln gemäß DIN 18800 T.1

1.4 Bemessung

Ermittlung der Knicklängenvorgaben nach DIN 18800 T.2

Nachweisverfahren ELASTISCH-PLASTISCH

Bemessung der Bauteile mit I-Profilen

(I, IPE, IPEo, IPEv, IPEa, IPB S, IPB SB, HE-A, HE-B, HE-M, HE-AA, HE, HD, HL, HP, HX)

Stahlsorten nach DIN 17100 (St 37-2, USt 37-2, RSt 37-2, St 37-3, St 52-3)

Berücksichtigung von Vouten als Eckverstärkung bei der Bemessung der Bauteile

Bemessung des Anschlusses Riegel-Stütze als Schweißverbindung bei Rahmentopologie 2 und 3

Nachweise

- Grenzwerte b/t nach DIN 18800 Teil 1 (Tab. 15)
- Tragsicherheit nach DIN 18800 Teil 1 (757)
- Biegeknicken nach DIN 18800 Teil 2
- Biegedrillknicken nach DIN 18800 Teil 2
- Schweißnahtbeanspruchungen

1.5 Ausgabe

Systemmaße

Systemskizze

Einwirkungsbeschreibungen

Systembelastungsbilder

Schnittgrößen

- getrennt nach Einwirkungstyp und Lastfallkombination
- am Stabanfang und Stabende
- in den Schnitten des obersten und untersten Lastangriffs an den Stützen
- in den Schnitten der Einzellasten am Riegel
- Ausgabemedium Bildschirm oder Drucker

Auflagerlasten als charakteristische Größen

Dimensionierung der Hauptteile

Dimensionierung der Schweißnähte Riegel-Stütze

Nachweise

Profilquerschnitte als Detailbilder

Rahmenecke als Detailbilder

2. Anwendungsbeschreibung

2.1 Systembeschreibung

Nach einer optional vorgenommenen Positionsbeschreibung wählt der Anwender in einem Auswahlmü die gewünschte Rahmentopologie (Rahmenform 35, Rahmenform 44 oder Rahmenform 78) aus.

Generell muß anschließend für die linke Stütze die Systemhöhe h_1 sowie ein geschätztes Biegeträgheitsmoment I_1 angegeben werden.

Während bei den Rahmenformen 35 und 44 zusätzlich die Systemhöhe h_2 und ein geschätztes Biegeträgheitsmoment I_2 der rechten Stütze einzugeben sind, entfallen diese Vorgaben bei der Rahmenform 78. Anschließend sind für den Rahmenriegel die Stützweite l und ein geschätztes Biegeträgheitsmoment I_3 des Riegels anzugeben.

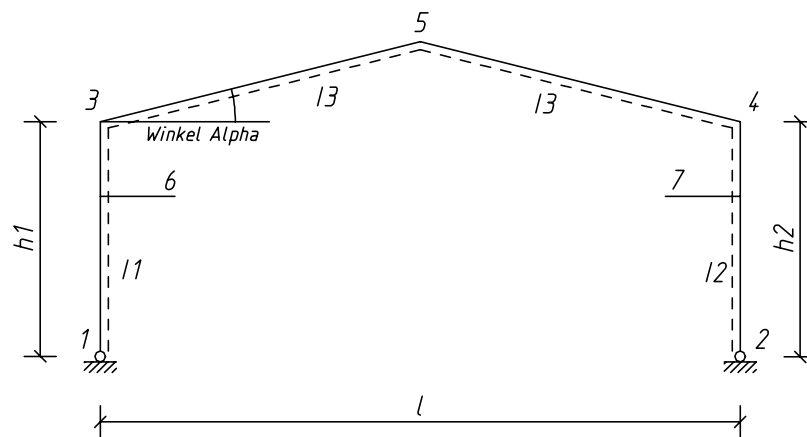
Eine Neigung α des Riegels ist nur bei den Rahmenformen 44 und 78 zu definieren.

Die vorgegebenen Biegeträgheitsmomente dienen nur zur Bestimmung der Steifigkeitsverhältnisse innerhalb der Schnittkraftermittlung, werden aber nicht bei der späteren Bemessung berücksichtigt.

Durch die automatische Korrektur der Biegeträgheitsmomente nach der Bemessung der Hauptbauteile und einem neuen Rechenlauf kann sichergestellt werden werden, daß der Schnittkraftverlauf den Steifigkeitsverhältnissen der Hauptbauteile entspricht.

Für die Umrechnung von später definierten Flächenlasten aus Wind oder Schnee (Einwirkungstypen 10-15) in Streckenlasten auf dem Rahmen muß der Anwender eine Einflußbreite des Rahmens angeben.

Systemparameter für Rahmenform 78



2.2 Einwirkungen

Einwirkungen müssen gemäß DIN 18800 Teil 1 Abs. 7.2 ihrer zeitlichen Veränderlichkeit nach in drei Gruppen eingeteilt werden:

- G = ständige Einwirkungen
- Q_i = veränderliche Einwirkungen
- A_i = außergewöhnliche Einwirkungen

Innerhalb dieser Gruppen können Einwirkungsklassen gebildet werden, deren zeitliches Eintreten voneinander unabhängig ist. Die vorliegende Softwareanwendung ermöglicht die Klassifizierung von veränderlichen Einwirkungen sowie von außergewöhnlichen Einwirkungen.

Die Definition der Einwirkungsklassen erfolgt in zwei Tabellen getrennt nach veränderlichen und außergewöhnlichen Einwirkungen. In der Tabelle der veränderlichen Einwirkungen können bis zu 9 Klassen (Q_1, Q_2, \dots, Q_9) definiert werden, deren Merkmale ein Beschreibungstext und ein Kombinationsbeiwert ψ_i ist. Als Standard gemäß DIN 18800 Teil 1 (710) wird für ψ_i der Wert 0.9 voreingestellt. In der Tabelle der außergewöhnlichen Einwirkungen können bis zu drei Klassen (A_1, A_2, A_3) definiert werden, deren Unterscheidungsmerkmal sich auf einen Beschreibungstext reduziert.

Damit der Anwender nicht bei jeder neuen Berechnung diese Einwirkungsklassen definieren muß, kann über ein Auswahlmenü auf eine Zusammenstellung von häufig verwendeten Q_i -Klassen und A_i -Klassen zurückgegriffen werden. Diese Zusammenstellung ist als Standard gespeichert und kann vom Anwender bei Bedarf geändert werden.

Die Erfassung der Einwirkungen erfolgt tabellarisch. Nach der menügesteuerten Wahl der jeweiligen Einwirkungstypen aus 15 unterschiedlichen Vorgaben (Skizzen der Einwirkungstypen, siehe Kapitel Funktionsumfang) muß jeder Einwirkung anschließend eine Einwirkungsklasse sowie ein Teilsicherheitsfaktor γ_F zugewiesen werden. Im folgenden alphanumerischen Eingabefeld kann eine verbale Beschreibung der Last erfolgen oder eine Lastübernahme aus einer bereits berechneten Position definiert werden. Je nach Wahl der Einwirkungstypen muß die Einwirkungsdefinition mit der Bewertung unterschiedlich vieler Geometrie- und Lastparameter abgeschlossen werden (siehe Skizze zu den Einwirkungstypen im Kapitel Funktionsumfang). Bei Einwirkungstypen mit mehreren Lastparametern kann die Definition einzelner Teile durch einen Nullwert in der Lastbeschreibung unterdrückt werden.

Sofern eine Last als veränderliche oder außergewöhnliche Einwirkung deklariert wird, kann bei der Lastgrößendefinition zwischen einem Minimal- und einem Maximalwert unterschieden werden. Die Schnittkraftermittlung erfolgt generell getrennt für beide Werte.

Nach Abschluß der Lasteingabe kann der Anwender - sofern er über eine Lizenz zur Ausgabe von Systembelastungsskizzen verfügt - entscheiden, ob diese Bestandteil des später auszudruckenden Formulars sein sollen.

2.3 Schnittgößen

Die Schnittkräfte werden getrennt nach Einwirkungskombinationen und Einwirkungstypen ermittelt. Die Bildung der Einwirkungskombinationen erfolgt auf der Grundlage der Kombinationsregeln in der DIN 18800 T1. Der Anwender kann menügesteuert entscheiden, ob eine detaillierte Ausgabe der Schnittkräfte auf dem Bildschirm oder auf dem Drucker erfolgen soll.

2.4 Lastweiterleitung

Für die Übernahme in andere Positionen werden die charakteristischen Auflagergrößen und Design-Auflagergrößen gespeichert. Kraftanteile aus außergewöhnlichen Einwirkungen werden nicht berücksichtigt.

2.5 Bauteilbemessung

2.5.1 Werkstoff

Der erste Schritt der Bauteilbemessung ist die Definition des zu verwendenden Werkstoffes. Das Programm bietet voreingestellt den Werkstoff "St 37-2" zur Wahl an. Der Anwender kann diesen Vorschlag bestätigen oder eine eigene Wahl treffen, innerhalb derer die Werkstoffkriterien Erzeugnisdicke, Streckgrenze, Zugfestigkeit, E-Modul und G-Modul anwenderspezifisch definiert werden können.

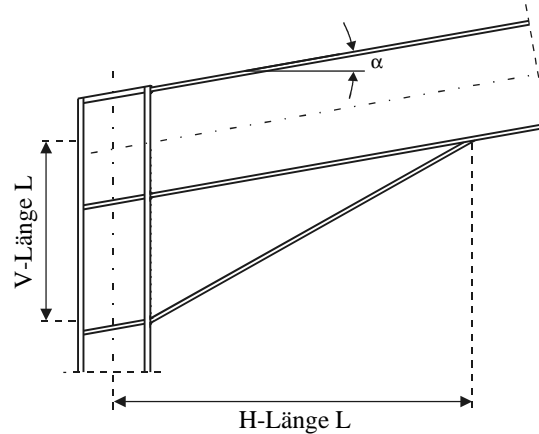
2.5.2 Anordnung von Vouten in den Rahmenecken

Bei den Rahmentopologien mit biegesteifen Rahmenecken (Rahmenform 44 und 78) können in der Konstruktion vorgesehene Vouten in den Rahmenecken rechnerisch berücksichtigt werden.

Die einzugebende H-Länge l ist für den Riegel als die horizontale Länge vom Schnittpunkt der Profilschwerlinien in der Rahmenecke bis zum Ende der Riegelaufweitung definiert.

Für die Stützen ist die einzugebende V-Länge l als die vertikale Länge vom Schnittpunkt der Profilschwerlinien in den Rahmenecken bis zum Ende der Stützenaufweitung definiert. Die Eingabe eines Nullwertes für die Voutenlänge unterdrückt die rechnerische Anordnung einer Voute. Es ist zu beachten, daß eine Voutenanordnung nur rechnerischen Einfluß auf die Festigkeitsnachweise der Bauteilbemessung hat, aber keine Veränderung der im Formular eingetragenen Schnittkräfte bewirkt. Eine Voutenanordnung bewirkt, daß bei den Festigkeitsnachweisen nicht die Eckmomente, sondern die geringeren Biegemomente an den Voutenenden herangezogen werden. Der Bereich der Rahmenecke wird nicht nachgewiesen, da unterstellt wird, daß durch die Aussteifung infolge der Voute ausreichende Festigkeit vorhanden ist.

Geometrieparameter der Voute



2.5.3 Riegelbemessung

Um den Ausgabeumfang anwenderspezifisch zu gestalten, kann der Benutzer wählen, ob die Querschnittswerte des gewählten Riegelprofils im Formular eingetragen werden sollen. Die Riegelbemessung wird durch die Wahl der gewünschten Profilreihe (I, IPE, IPEo, IPEv, IPEa, IPB S, IPB SB, HE-A, HE-B, HE-M, HE-AA, HE, HD, HL, HP, HX) eingeleitet.

Soll ein Biegedrillknicknachweis geführt werden, müssen zusätzlich die Länge der Gabellagerung sowie der Momentenbeiwert ζ definiert werden. Als Gabellagerlänge werden vom Programm für die Rahmenformen 35 und 44 die Riegellänge und für die Rahmenform 78 die Riegellänge vom Trauf- bis zum Firstpunkt vorgeschlagen. Für den Momentenbeiwert ist der Wert 1.0 voreingestellt. Diese Vorschläge liegen auf der bemessungssicheren Seite und können zu wirtschaftlich ungünstigen Bemessungen führen. Insbesondere ist der Gabellagerlänge Beachtung zu schenken, da sie aufgrund konstruktiver Gesichtspunkte wie beispielsweise der Pfettenanordnung möglicherweise wesentlich geringer modelliert werden kann.

Für die Knicklängenfaktoren wird generell für die starke Profilachsen $\beta_y = 1.0$ und für die schwache Profilachse $\beta_z = 1.0$ vorgeschlagen. Für beide Achsen können diese Werte vom Anwender verändert werden.

Während der anschließenden Vorbemessung wird die Tragsicherheit, das Beulverhalten des Profilsteiges, die Biegeknicksicherheit und - soweit gewünscht - die Biegedrillknicksicherheit untersucht. Das Programm schlägt eine Profilgröße vor, die der Anwender bestätigen oder ändern kann. Sofern bei der anschließenden Nachweisführung die zulässigen Sicherheiten von 1.0 überschritten werden, kann der Anwender die Nachweisführung abbrechen oder die Überschreitung der Sicherheitsgrenze bestätigen.

2.5.4 Stützenbemessung

Um den Ausgabeumfang anwenderspezifisch zu gestalten, kann der Benutzer wählen, ob die Querschnittswerte der gewählten Stützenprofile im Formular eingetragen werden sollen.

Die Stützenbemessung verläuft für jede der beiden Stützen gleichartig und wird durch die Wahl der gewünschten Profilreihe (I, IPE, IPEo, IPEv, IPEa, IPB S, IPB SB, HE-A, HE-B, HE-M, HE-AA, HE, HD, HL, HP, HX) eingeleitet.

Soll ein Biegedrillknicknachweis geführt werden, müssen zusätzlich die Länge der Gabellagerung sowie der Momentenbeiwert ζ definiert werden. Als Gabellagerlänge wird vom Programm die jeweilige Stützenlänge vorgeschlagen. Für den Momentenbeiwert ist der Wert 1.0 voreingestellt. Diese Vorschläge liegen auf der bemessungssicheren Seite und können zu wirtschaftlich ungünstigen Bemessungen führen. Insbesondere ist der Gabellagerlänge Beachtung zu schenken, da sie aufgrund konstruktiver Gesichtspunkte wie beispielsweise der Anordnung einhausender Elemente möglicherweise wesentlich geringer modelliert werden kann.

Bezüglich des Knicklängenfaktors um die starke Achse wird für die Rahmenform 35 ein $\beta_y = 2.0$ vorgeschlagen; dieser Wert kann vom Anwender verändert werden. Bei den Rahmenformen 44 und 78 wird - sofern der Anwender nicht von einer Vorgabemöglichkeit Gebrauch macht - der Knicklängenfaktor β_y auf Basis der Stützen-Riegel-Steifigkeiten nach DIN 18800 T2 ermittelt. Für den Knicklängenfaktor um die schwache Profilachse wird generell Profilachse $\beta_z = 1.0$ vorgeschlagen. Dieser Wert kann vom Anwender verändert werden.

Während der anschließenden Vorbemessung wird die Tragsicherheit, das Beulverhalten des Profilsteiges, die Biegeknicksicherheit und - soweit gewünscht - die Biegedrillknicksicherheit untersucht. Das Programm schlägt eine Profilgröße vor, die der Anwender bestätigen oder ändern kann. Sofern bei der anschließenden Nachweisführung die zulässigen Sicherheiten von 1.0 überschritten werden, kann der Anwender die Nachweisführung abbrechen oder die Überschreitung der Sicherheitsgrenze bestätigen.

2.6 Schweißnahtbemessung Riegel-Stütze

Bei den Rahmentopologien mit biegesteifen Rahmenecken (Rahmenform 44 und 78) können die Schweißnähte des Riegelanschlusses an die Stützen als Kehlnähte bemessen und auf Festigkeit nachgewiesen werden. Die Bemessungskräfte werden mit Ausnahme des Biegemomentes automatisch aus der Schnittkraftermittlung übernommen. Für das Bemessungsbiegemoment wird das plastische Eckbiegemoment vorgeschlagen, das im allgemeinen jedoch größer als das Eckbiegemoment nach Theorie 1. Ordnung ist. Der Anwender kann die Größe des Bemessungsmomentes einstellen. Anschließend müssen die Schweißnahtdicken sowohl für die Gurt- als auch die Stegnähte gewählt werden.

Sofern bei der anschließenden Nachweisführung die zulässigen Sicherheiten von 1.0 überschritten werden, kann der Anwender die Nachweisführung abbrechen oder die Überschreitung der Sicherheitsgrenze bestätigen.

3. Literatur:

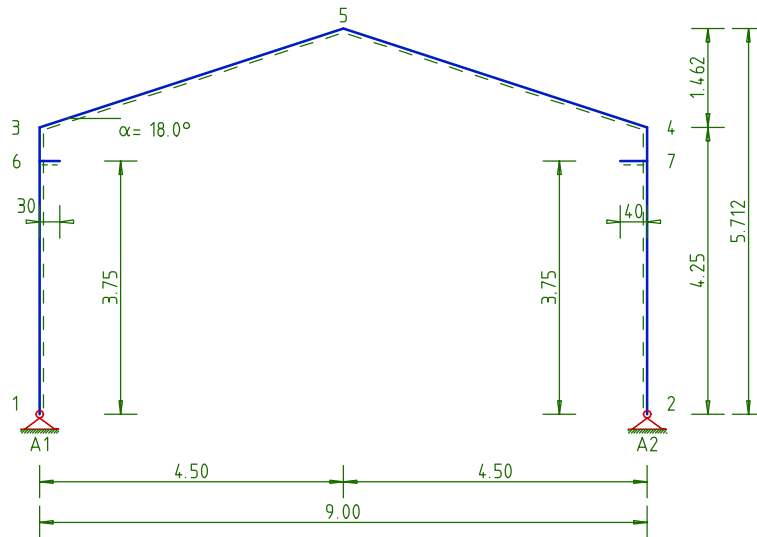
DIN 18800 Teil 1 + 2 (11.90)

Kleinlogel, A.; Haselbach, W.: Rahmenformeln. 17. Auflage, 1993

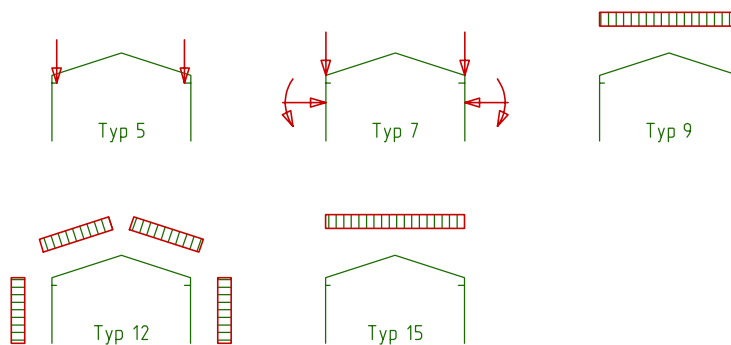
POS. 30 ZWEIFELGENKRAHMEN

S Y S T E M

Symmetrischer Hallen-Zweifelhakenrahmen mit senkrechten Stielen und gebrochenem Riegel (Rahmenform 78)



Belastungsbilder



Stütze links: $h_1 = 4.25 \text{ m}$ $I_1 = 15100 \text{ cm}^4$
 Stütze rechts: $h_2 = 4.25 \text{ m}$ $I_2 = 15100 \text{ cm}^4$

Riegel: Stützweite $l = 9.00 \text{ m}$ $I_3 = 24900 \text{ cm}^4$

Neigung Alpha = 18.0 Grad

Einflußbreite der Einwirkung für Typ 10-15 = 5.0 m

GRUPPIERUNG DER VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN Q_i :

Nr.	Beschreibung	Psi
Q1	Verkehrslasten	0.90
Q2	Wind von rechts	0.90
Q3	Wind von links	0.90

Nr.	Beschreibung	Psi
Q4	Schneelasten	0.90
Q5	Sonstige Einwirkungen	0.90

 GRUPPIERUNG DER AUSSERGEWÖHNLICHEN EINWIRKUNGEN A_i :

Nr.	Beschreibung
A1	Anprall

E I N W I R K U N G E N (kN, kN/m, kNm)

Typ	Kla.	GamF	aus	Art	a(m)	max	min
9	G	1.35	Eigenlast	q	-.-	2.0	2.0
12	Q3	1.50	Wind ($q=0.50\text{kN/m}^2$)	w1	-.-	2.0	
				w2	-.-		-1.5
				w3	-.-		-1.5
				w4	-.-		-1.3
15	Q4	1.50	Schnee (0.75kN/m^2)	s	-.-	3.8	
5	Q1	1.50	Kragarm links	P1	0.30	10.0	2.0
					$h' = 3.75\text{ m}$		
			Kragarm rechts	P2	0.40	10.0	2.0
					$h' = 3.75\text{ m}$		
7	Q1	1.50	Einzellast	P1	-.-	5.0	2.0
			Horizontallast	H1	2.50	3.0	1.0
			Moment	M1	2.50	3.0	1.0
			Einzellast	P2	-.-	5.0	2.0
			Horizontallast	H2	2.50	3.0	1.0
			Moment	M2	2.50	2.5	1.0

S C H N I T T G R Ö S S E N

nach "RAHMENFORMELN", 17.Auflage (1993)
 von Adolf Kleinlogel / Werner Haselbach

BEMESSUNGSGRÖSSEN

Stab (-)	N,d (kN)		V_z,d (kN)		M_y,d (kNm)	
	max	min	max	min	max	min
1-3	2.9	-54.9	12.6	-15.0	0.0	0.0
UK6	2.9	-54.9	5.9	-10.6	23.1	-31.8
OK6	2.9	-41.4	-0.2	-9.9	20.9	-43.5
3-1	2.9	-41.4	-1.7	-9.9	20.1	-47.8
3-5	-0.7	-20.4	33.0	-3.3	20.1	-47.8
5-3	3.1	-9.6	5.2	-6.4	35.4	1.6
5-4	3.1	-9.4	6.7	-5.2	35.4	1.6
4-5	-0.7	-20.2	3.3	-33.0	21.2	-47.3
4-2	2.9	-41.1	9.8	1.6	23.9	-49.9
OK7	2.9	-41.1	9.8	0.1	25.0	-45.4
UK7	2.9	-54.6	10.5	-5.8	22.9	-31.7
2-4	2.9	-54.6	14.8	-12.6	0.0	0.0

MOMENTE

Stiel links: $M_{y,d} = -47.8 \text{ kNm}$ bei $y = 4.25 \text{ m}$
 Riegel: $M_{y,d} = -47.8 \text{ kNm}$ bei $x = 0.00 \text{ m}$
 Stiel rechts: $M_{y,d} = -49.9 \text{ kNm}$ bei $y = 4.25 \text{ m}$

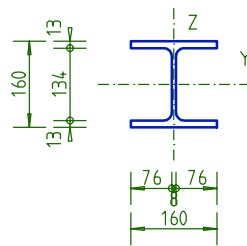
AUFLAGERREAKTIONEN

Aufl. Nr.	A,d (kN)		Hx,d (kN)		My,d (kNm)	
	max	min	max	min	max	min
A1	54.9	-2.9	15.0	-12.6	0.0	0.0
A2	54.6	-2.9	14.8	-12.6	0.0	0.0

B E M E S S U N G

Stahlprofile nach DIN 1025

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



HE-B 160

M=1:14

R A H M E N R I E G E L 3 - 4

HE-B, warmgefertigt, nach DIN 1025-2 1 x HE-B 160

SYSTEM: $l_y = 4.73 \text{ m}$, $\beta = 1.00$, $S_{k,y} = 4.73 \text{ m}$
 $l_z = 4.73 \text{ m}$, $\beta = 1.00$, $S_{k,z} = 4.73 \text{ m}$

 Begrenzung Steg: $b/t = 13.00 < 66.54 = \text{grenz}(b/t)$
TRAGSICHERHEITSNACHWEIS (DIN 18800 T.1):

$N_d = -20.4 \text{ KN}$ $V_{z,d} = -33.0 \text{ KN}$ $M_{y,d} = -47.8 \text{ KNm}$
 Nachweiswert nach Element (757): $0.619 < 1.00$

BIEGEKNICKNACHWEIS (DIN 18800 T.2):

$N_d = -20.4 \text{ KN}$ $M_{y,d} = -47.8 \text{ KNm}$

$\kappa = 0.754$, $\beta_M = 1.100$, $\Delta n = 0.007$
 Bedingung (24): $0.023 + 0.681 + 0.007 = 0.711 < 1.0$

BIEGEDRILLKNICKNACHWEIS (DIN 18800 T.2):

$$N_d = -20.4 \text{ KN} \quad M_{y,d} = -47.8 \text{ KNm}$$

Gabellagerung: Länge $l = 4.73 \text{ m}$ Beiwert Zeta = 1.00

$$\begin{aligned} \text{KappaZ} &= 0.407, & \text{KappaM} &= 0.879, & k_y &= 0.998 \\ \text{Bedingung (27):} & & & & 0.042 + 0.703 &= 0.745 < 1.0 \end{aligned}$$

R A H M E N S T I E L 1 - 3

HE-B, warmgefertigt, nach DIN 1025-2 1 x HE-B 160

$$\begin{aligned} \text{SYSTEM:} \quad l_y &= 4.25 \text{ m}, \text{ Beta} = 2.70, \text{ Sk}_y = 11.45 \text{ m} \\ l_z &= 4.25 \text{ m}, \text{ Beta} = 1.00, \text{ Sk}_z = 4.25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Begrenzung Steg:} \quad b/t = 13.00 < 56.82 = \text{grenz}(b/t)$$

TRAGSICHERHEITSNACHWEIS (DIN 18800 T.1):

$$\begin{aligned} N_d &= -41.4 \text{ KN} \quad V_{z,d} = -15.0 \text{ KN} \quad M_{y,d} = -47.8 \text{ KNm} \\ \text{Nachweiswert nach Element (757):} & & & & 0.619 < 1.00 \end{aligned}$$

BIEGEKNICKNACHWEIS (DIN 18000 T.2):

$$N_d = -43.2 \text{ KN} \quad M_{y,d} = -47.8 \text{ KNm}$$

$$\begin{aligned} \text{Kappa} &= 0.247, & \text{BetaM} &= 1.000, & \text{Delta n} &= 0.025 \\ \text{Bedingung (24):} & & 0.147 + 0.619 + 0.025 &= 0.791 < 1.0 \end{aligned}$$

BIEGEDRILLKNICKNACHWEIS (DIN 18800 T.2):

$$N_d = -43.2 \text{ KN} \quad M_{y,d} = -47.8 \text{ KNm}$$

Gabellagerung: Länge $l = 4.25 \text{ m}$ Beiwert Zeta = 1.00

$$\begin{aligned} \text{KappaZ} &= 0.469, & \text{KappaM} &= 0.943, & k_y &= 0.984 \\ \text{Bedingung (27):} & & 0.078 + 0.646 &= 0.724 < 1.0 \end{aligned}$$

R A H M E N S T I E L 2 - 4

HE-B, warmgefertigt, nach DIN 1025-2 1 x HE-B 160

$$\begin{aligned} \text{SYSTEM:} \quad l_y &= 4.25 \text{ m}, \text{ Beta} = 2.70, \text{ Sk}_y = 11.45 \text{ m} \\ l_z &= 4.25 \text{ m}, \text{ Beta} = 1.00, \text{ Sk}_z = 4.25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Begrenzung Steg:} \quad b/t = 13.00 < 56.88 = \text{grenz}(b/t)$$

TRAGSICHERHEITSNACHWEIS (DIN 18800 T.1):

$$\begin{aligned} N_d &= -41.1 \text{ KN} \quad V_{z,d} = 14.8 \text{ KN} \quad M_{y,d} = -49.9 \text{ KNm} \\ \text{Nachweiswert nach Element (757):} & & & & 0.647 < 1.00 \end{aligned}$$

BIEGEKNICKNACHWEIS (DIN 18800 T.2):

$$N_d = -43.0 \text{ KN} \quad M_{y,d} = -49.9 \text{ KNm}$$

$$\begin{aligned} \text{Kappa} &= 0.247, & \text{BetaM} &= 1.000, & \text{Delta n} &= 0.025 \\ \text{Bedingung (24):} & & 0.147 &+ 0.647 &+ 0.025 &= 0.819 < 1.0 \end{aligned}$$

BIEGEDRILLKNICKNACHWEIS (DIN 18000 T.2):

$$N_d = -43.0 \text{ KN} \quad M_{y,d} = -49.9 \text{ KNm}$$

$$\text{Gabellagerung:} \quad \text{Länge } l = 4.25 \text{ m} \quad \text{Beiwert Zeta} = 1.00$$

$$\begin{aligned} \text{KappaZ} &= 0.469, & \text{KappaM} &= 0.943, & k_y &= 0.984 \\ \text{Bedingung (27):} & & 0.077 &+ 0.675 &= 0.752 < 1.0 \end{aligned}$$

S C H W E I S S A N S C H L U E S S E

Riegel an Rahmenstiel 1-3:

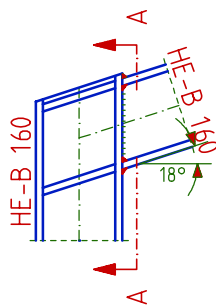
$$\text{gew.:} \quad \text{Kehlnaht} \quad a \text{ Gurt} / a \text{ Steg} = 9.0 / 5.0 \text{ mm}$$

$$N_d = 29.6 \text{ KN} \quad V_{z,d} = 37.6 \text{ KN} \quad M_{y,d} = 77.2 \text{ KNm}$$

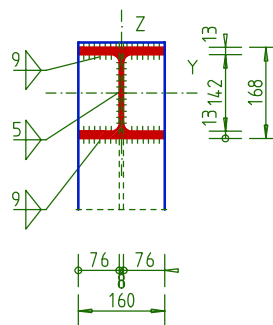
$$\text{AlphaW} = 0.95, \quad F_{y,k} = 240.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Bedingung (71):} \quad 198.4 / 207.3 < 1.0$$

Rahmenecke 2



Schnitt A-A



M=1:14

Riegel an Rahmenstiel 2-4:

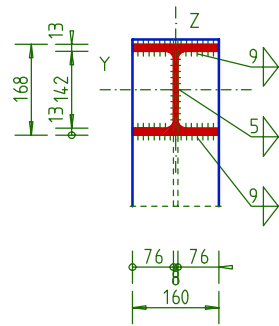
$$\text{gew.:} \quad \text{Kehlnaht} \quad a \text{ Gurt} / a \text{ Steg} = 9.0 / 5.0 \text{ mm}$$

$$N_d = 29.4 \text{ KN} \quad V_{z,d} = 37.6 \text{ KN} \quad M_{y,d} = 77.2 \text{ KNm}$$

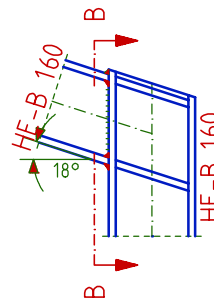
$$\text{AlphaW} = 0.95, \quad F_{y,k} = 240.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Bedingung (71):} \quad 198.4 / 207.3 < 1.0$$

Schnitt B-B



Rahmenecke 4



M=1:14

Der FIRSTPUNKT wird als Regelstoß mit HV-Schrauben ausgeführt oder beidseitig mit einer Stirnplatte verschweißt.

F U S S P U N K T A N S C H L U E S S E

Bauteile und Verbindungsmittel der Fußpunkte werden gesondert dimensioniert und nachgewiesen.