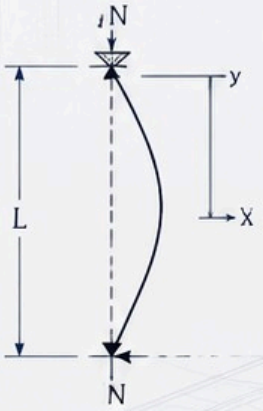
Ecole Nationale d'Architecture -Rabat

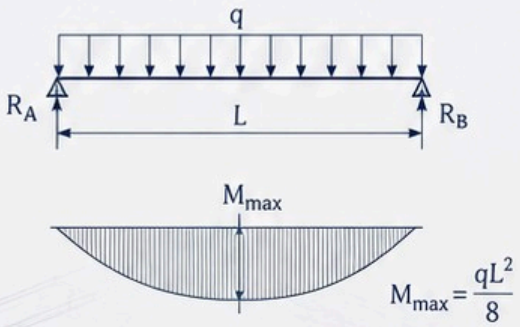
Cours

Atelier de structure 1

STABILITÉ DES STRUCTURES

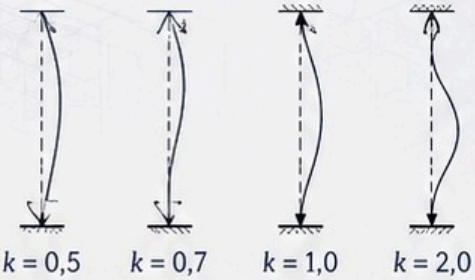
Flexion et flambement





$$\lambda = \frac{kL}{r}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$





À l'usage des étudiants de S5

Version 2025-2026

BEN AICHA Mouhcine

Professeur habilité

Docteur en Génie civil et Architecture – Aix Marseille université

Docteur en Génie civil – Abdelmalek Essaâdi, FSTT, Tanger

Avant-propos

Ce polycopié rassemble et organise deux volets complémentaires du cours de stabilité des structures : la résistance à la flexion des poutres et la résistance au flambement des éléments comprimés. Il est construit à partir des supports pédagogiques fournis et en conserve les démarches de calcul, les notations, les coefficients et les référentiels mentionnés.

L'objectif pédagogique est de conduire l'étudiant d'une lecture physique du comportement structural vers une procédure de vérification simple et reproductible. La première partie traite du cheminement des charges vers les poutres, du moment fléchissant et de la résistance en flexion. La seconde partie traite de l'instabilité des poteaux, de l'élancement, de la longueur de flambement et des vérifications propres au béton armé, à l'acier et au bois.

Principe directeur — Une structure sûre doit satisfaire à la fois les conditions de résistance de ses sections et les conditions de stabilité de ses éléments.

Objectifs pédagogiques

- Identifier le cheminement des charges d'un plancher vers les éléments porteurs.
- Déterminer le moment fléchissant sollicitant d'une poutre.
- Vérifier une poutre en béton armé, en acier ou en bois selon la méthode du cours.
- Calculer le moment quadratique, le rayon de giration et l'élancement d'un poteau.
- Prendre en compte les conditions d'appui au moyen du coefficient k.
- Vérifier la résistance au flambement d'un poteau en béton armé, en acier ou en bois.
- Développer une démarche de dimensionnement itérative : calculer, vérifier, modifier et recommencer.

Organisation du polycopié

1. Partie I — Résistance à la flexion : poutres.
2. Partie II — Résistance au flambement : poteaux.
3. Annexes
   - A- Caractéristiques mécaniques des bois de structure
   - B- Catalogue des profilés en acier
   - C- Référentiels mentionnés dans les supports

PARTIE I — RÉSISTANCE À LA FLEXION

Poutres en béton armé, acier et bois

1. Mode de découpage du plancher pour la descente de charges

La descente de charges consiste à déterminer la part des charges du plancher qui est transmise à chacune des poutres porteuses. Avant de dimensionner une poutre, il est donc nécessaire d'identifier sa surface d'influence, c'est-à-dire la portion du plancher dont elle reprend effectivement les charges.

Le découpage du plancher dépend principalement de ses dimensions, du rapport entre la largeur et la longueur de la dalle, ainsi que de la disposition des appuis porteurs. Selon la configuration structurale, les surfaces d'influence associées aux poutres peuvent prendre des formes rectangulaires, triangulaires ou trapézoïdales, conformément à la démarche retenue dans le cours.



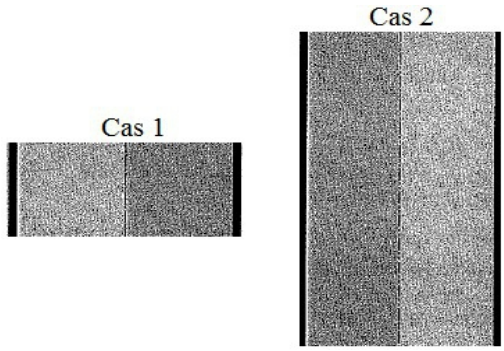
Lorsque le plancher porte principalement dans une seule direction, la transmission des charges s'effectue essentiellement vers deux poutres opposées. La surface d'influence attribuée à chaque poutre est alors généralement rectangulaire. Lorsque le plancher travaille dans deux directions, notamment lorsqu'il est porté sur trois ou quatre côtés, la répartition des charges entre les différentes poutres conduit à des surfaces d'influence triangulaires et/ou trapézoïdales.

La charge surfacique du plancher, exprimée en kN/m², est ainsi affectée à chaque zone d'influence. La charge totale correspondante est ensuite ramenée sur la poutre concernée afin d'obtenir le chargement linéique nécessaire au calcul des sollicitations, notamment du moment fléchissant.

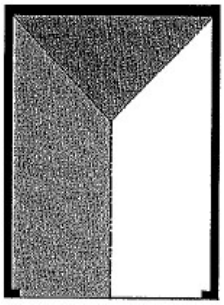
Démarche à retenir : identifier les appuis porteurs → délimiter les surfaces d'influence → attribuer les charges du plancher aux poutres → déterminer le chargement de chaque poutre → calculer le moment fléchissant sollicitant M0M_0.

Ce découpage constitue donc une étape essentielle entre l'analyse du plancher et le dimensionnement de la poutre : une mauvaise attribution des surfaces d'influence conduit directement à une estimation incorrecte des charges et, par conséquent, du moment fléchissant utilisé pour la vérification de la poutre.

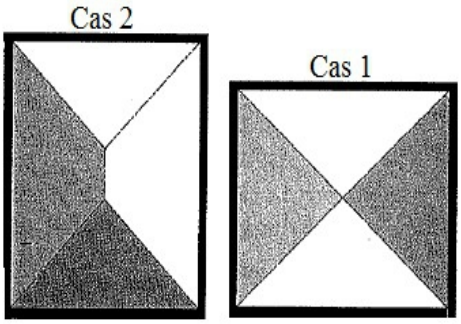
A. Sur deux côtés



B. Sur trois côtés



C. Sur quatre côtés



2. Vérification de la flexion — Poutres en béton armé (Eurocode 2)

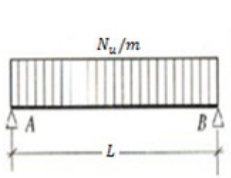
D'une manière générale, pour le dimensionnement à la flexion le processus de calcul est le suivant :

1. Détermination des actions caractéristiques g et q.

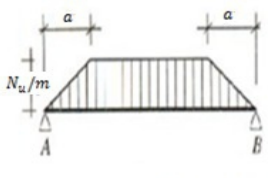
2. Majoration de celles-ci pour obtenir les actions de calcul : Nu = 1,35g + 1,5q et Nu' = Nu/L.

3. Considérant ces actions, détermination du « Moment fléchissant sollicitant de calcul » M_0 maximum dans la poutre (MN.m).

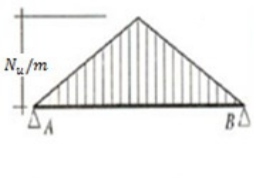
Formules du moment fléchissant sollicitant



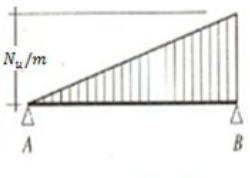
$$M_0 = \frac{N_u * L}{8}$$



$$M_0 = \frac{N_u}{2\,L} * \left[\frac{L^2}{4} - \frac{a^2}{3}\right]$$



$$M_0 = \frac{N_u * L}{12}$$



$$M_0 = \frac{N_u * L}{9\sqrt{3}}$$

4. Calcul de la contrainte de calcul σc :

$$\sigma c = Fc28 \times 0{,}85 / 1{,}5$$

0,85 : coefficient réducteur pour mise en charge de longue durée.

1,5 : coefficient de minoration.

5. Il faut que : $M^R \geq M_0$

$M^R = 0{,}25 \times \sigma c \times b \times d^2$ avec d = h − 5 cm (b:largeur de la poutre et h: hauteur de la poutre)

Processus itératif

Le processus décrit ci-avant est itératif.

Il est souvent plus simple de diviser le « Moment fléchissant sollicitant de calcul » M_0 par la contrainte de calcul ; on obtient ainsi immédiatement le module de flexion minimum à respecter pour la définition de la section de la poutre.

3. Vérification de la flexion – Poutres en Acier (Eurocode 3)

Considérons une poutre horizontale appuyée à ses deux extrémités et supportant un poids placé au milieu de sa portée. La force extérieure F exercée sur la poutre par la charge qu'elle supporte est perpendiculaire à son axe longitudinal. Elle génère ce qu'on appelle une flexion ou un moment fléchissant.

Flexion générée par l'effort F :

La partie supérieure de la poutre est comprimée.
La partie inférieure de la poutre est tendue.
Entre les deux se situe la fibre neutre.

La résistance de la poutre dépend de la caractéristique géométrique suivante de la section: le module de flexion, à savoir le rapport du moment d'inertie de la poutre sur la distance de la fibre neutre à l'extrémité de la section, I/(h/2). Plus le module de flexion est grand, meilleure est la résistance à la flexion.

Processus général de dimensionnement à la flexion

1. Détermination des actions caractéristiques réparties par unité de surface, par unité de longueur ou localisées.

2. Majoration de celles-ci pour obtenir les actions de calcul : Nu = 1,35 G + 1,5 Q.

3. Considérant ces actions, détermination du « Moment fléchissant sollicitant de calcul » M_0 maximum dans la poutre (MN·m), à l'aide du formulaire RDM.

4. Calcul du « Moment fléchissant résistant de calcul » de la poutre M^R. Celui-ci est obtenu en multipliant le module de flexion (Wpl,y ou Wel,y) de la section par la contrainte à ne pas dépasser (fy).

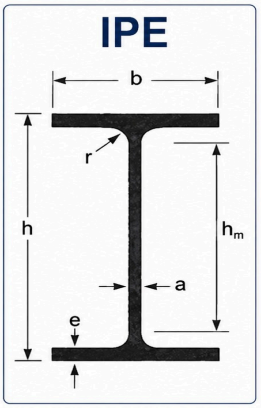
Il faut que : $M^R \geq M_0$

Moment résistant selon la classe de section

Section de classe 1 et 2 : $M^R = Mpl = Wpl,y \cdot fy$: Moment de résistance plastique de la section brute.

Section de classe 3 : $M^R = Mel = Wel,y \cdot fy$: Moment de résistance élastique de la section brute.

Caractéristiques mécaniques des Aciers en fonction de leur épaisseur t	Nuances d'Aciers		
	S.235	S.275	S.355
Limites élastique f_y (MPa)			
$t \leq 16$ mm	235	275	355
$16 < t \leq 40$ mm	225	265	345
$40 < t \leq 63$ mm	215	255	335



Classe des sections pour les profilés laminés — flexion seule

Type de laminé	Référence du profil	Classe
IPE	80 à 600	1
HEA	100 à 160	1
HEA	180 à 240	2
HEA	260	3
HEA	280	3
HEA	300	3
HEA	320	2
HEA	340 à 600	1
HEB	100 à 600	1
HEM	100 à 600	1

Détermination du module de flexion minimal

Le processus décrit ci-avant est itératif.

Il est souvent plus simple de diviser le « Moment fléchissant sollicitant de calcul » M_0 par la contrainte de calcul. On obtient ainsi immédiatement le module de flexion minimum à respecter pour la définition de la section de la poutre.

$$W_{min}\ (m^3) = M_0\ (MN{\cdot}m) \,/\, f_y\ (MPa)$$

Il convient ensuite de choisir dans un catalogue de profilés un profilé dont le module de flexion est supérieur ou au moins égal au module de flexion plastique ou élastique (Wpl,y ou Wel,y) défini ci-avant.

4. Vérification de la flexion – Poutres en Bois (CB71)

Processus général de dimensionnement à la flexion

1. Détermination des actions caractéristiques réparties par unité de surface, par unité de longueur ou localisées.

2. Majoration de celles-ci pour obtenir les actions de calcul : Nu = 1,35 G + 1,5 Q.

3. Considérant ces actions, détermination du « Moment fléchissant sollicitant de calcul » M_0 maximum dans la poutre (MN·m), à l'aide du formulaire RDM.

4. Calcul du « Moment fléchissant résistant de calcul » de la poutre M^R. Celui-ci est obtenu en multipliant le module de flexion W de la section par la contrainte à ne pas dépasser σbois.

Module de flexion W

$$W = I_G,y / v$$

Pour une section rectangulaire :

$I_G,y = b\,h^3 / 12$ où I_G,y est le moment quadratique.

$v = h / 2$ où v est la distance à la fibre neutre.

$$W = b\,h^2 / 6$$

Dans le cas des sections rectangulaires, ce qui est quasiment toujours le cas dans le support, le module de flexion s'écrit donc $W = bh^2/6$.

Contrainte de calcul du bois σbois

Le moment fléchissant résistant de calcul M^R est obtenu en multipliant le module de flexion W de la section par la contrainte à ne pas dépasser σbois.

$$M^R = W \times \sigma bois$$

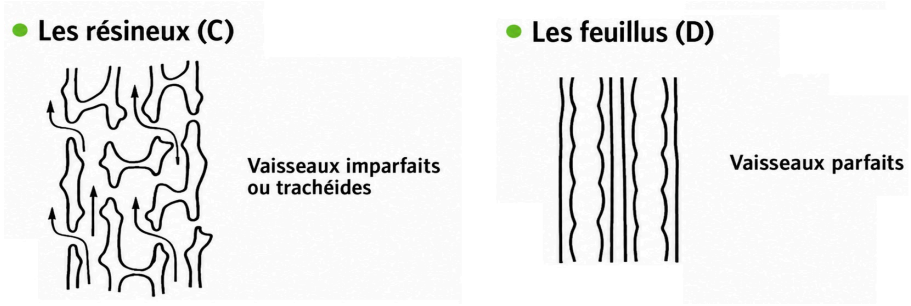
- Pour le « bois résineux courant » (C) et le « bois feuillu courant » (D) : $\sigma bois = fm,k \times 0,7 / 1,30$

0,7 : coefficient réducteur pour chargement permanent.

1,30 : coefficient de minoration.

- Pour le « bois lamellé-collé courant » (GL) : $\sigma bois = fm,k \times 0,7 / 1,25$

0,7 : coefficient réducteur pour chargement permanent; et 1,25 : coefficient de minoration.



Condition de vérification $M^R \geq M_0$

PARTIE II — RÉSISTANCE AU FLAMBEMENT

Poteaux en béton armé, acier et bois

1. Pré-dimensionnement des poteaux

$$\text{Section} = N_u / (0{,}6 \times fc28)$$

Avec :

N_u : charges appliquées sur le poteau, avec $N_u = 1{,}35G + 1{,}5Q$, exprimées en MN.
fc28 : résistance à la compression du béton à 28 jours, exprimée en MPa.

2. Résistance au flambement

Sous un effort de compression, un poteau élancé peut perdre sa stabilité et se déformer latéralement. La vérification au flambement repose d'abord sur le calcul de l'élancement λ.

3. Élancement

Facteur d'élancement du poteau $\lambda = \dfrac{k \times L}{r}$

où :

λ : facteur d'élancement du poteau ;
k : coefficient dépendant des conditions de liaison aux extrémités ;
L : longueur réelle du poteau ;
r : rayon de giration de la section.

r : rayon de giration de la section du poteau = $\sqrt{\dfrac{I_{\min}}{A}}$

avec I_{min}: moment quadratique (d'inertie) en m^4 et A : section du poteau en m^2.

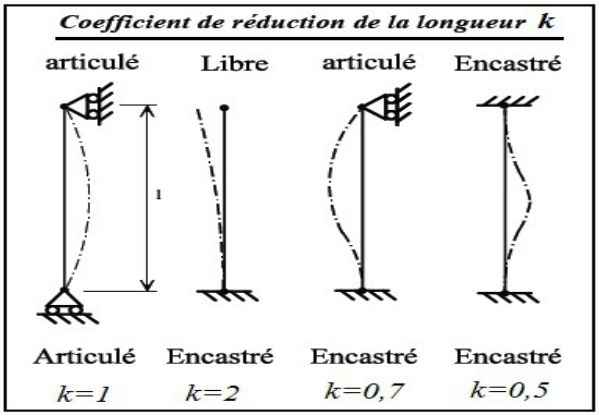
3.1 Formules selon la forme de la section

Forme de la section	I_{min}	A	r	λ
carrée	$\frac{a^4}{12}$	$a \times a$	$\frac{a}{2\sqrt{3}}$	$\frac{2\sqrt{3}\,k\,l}{a}$
rectangulaire	$\frac{a^3 b}{12}$	$a \times b$	$\frac{a}{2\sqrt{3}}$	$\frac{2\sqrt{3}\,k\,l}{a}$
circulaire	$\frac{\pi D^4}{64}$	$\frac{\pi D^2}{4}$	$\frac{D}{4}$	$\frac{4kl}{D}$

a : côté du carré ou petite dimension du rectangle b : grande dimension du rectangle

D : diamètre de la section circulaire k : coefficient de longueur l : longueur du poteau

3.2 Coefficient de réduction de la longueur k



4. Vérification de la résistance au flambement — Poteau en béton armé (BAEL 99)

Il y a risque de flambement lorsque l'élancement λ est supérieur à 25.

Le processus de calcul est le suivant :

4. Détermination de l'effort de calcul : $N_u = 1{,}35G + 1{,}5Q$.
5. Calcul de l'élancement λ.
6. Détermination de la résistance de calcul du poteau : $A \times \sigma moy$.
7. Vérification de la condition de résistance au flambement.

$$A \times \sigma moy \geq N_u / \alpha$$

8. Si le résultat n'est pas satisfaisant, recommencer avec une autre section.

4.1 Coefficient α

$$\text{Pour } \lambda \leq 50 : \ \alpha = 0{,}85 / [1 + 0{,}2(\lambda/35)^2]$$

$$\text{Pour } \lambda > 50 : \ \alpha = 0{,}6(50/\lambda)^2$$

4.2 Contrainte moyenne de calcul σmoy

Contrainte de calcul du béton:

$$\sigma béton = fc28 \times 0{,}85 / 1{,}5$$; avec fc28 la résistance à la compression du béton utilisé

Contrainte de calcul de l'acier :

$$\sigma acier = fe / 1{,}15$$; avec fe la limite d'élasticité de l'acier utilisé

Dans la pratique, il est considéré que les poteaux comportent 2 % d'acier.

La contrainte moyenne de calcul est alors :

$$\sigma moy = 0{,}98\ \sigma béton + 0{,}02\ \sigma acier$$

5. Vérification de la résistance au flambement — Poteau en acier (CM66)

Le processus de vérification est le suivant:

1. Détermination de l'effort de calcul : $N_u = 1{,}35G + 1{,}5Q$.
2. Calcul de l'élancement λ.
3. Calcul de la contrainte critique σcr.

$$\sigma cr = \pi^2 E / \lambda^2$$; avec E (module d'Young)= 210000MPa

4. Détermination de la résistance de calcul du poteau.

$$A \cdot f_\gamma \geq \alpha \cdot N_u$$

avec : $\alpha = (0{,}5 + 0{,}554\ f_\gamma/\sigma cr) + \sqrt{[(0{,}5 + 0{,}554\ f_\gamma/\sigma cr)^2 - 0{,}738\ f_\gamma/\sigma cr]}$

5. Si le résultat n'est pas satisfaisant, recommencer avec une autre section.

6. Vérification de la résistance au flambement — Poteau en bois(CB71)

Le processus de vérification est le suivant:

1. Détermination de l'effort de calcul : $N_u = 1{,}35G + 1{,}5Q$.
2. Calcul de l'élancement λ.
3. Détermination de la résistance de calcul du poteau : A × σbois.
4. Vérification de la résistance au flambement.

$$A \times \sigma bois \geq N_u / \alpha$$

6.1 Méthode d'analyse selon la valeur de λ

Valeurs de Lambda	Méthode d'analyse du flambement
Si $\lambda \leq 37{,}5$	**Pas de risque de flambement,** on se contente de vérifier que la contrainte normale N/A est inférieure à la contrainte admissible du bois.
$37{,}5 < \lambda \leq 75$	**Risque de flambement.** Pour tenir compte du risque de flambement l'effort N est majoré par le coefficient $\frac{1}{\alpha}$ $\alpha = 1 - 0{,}8\left(\frac{\lambda}{100}\right)^2$
$75 < \lambda \leq 120$	**Risque de flambement.** Pour tenir compte du risque de flambement l'effort N est majoré par le coefficient $\frac{1}{\alpha}$ $\alpha = \frac{3100}{\lambda^2}$
Si $\lambda > 120$	Il faut effectuer une étude spéciale car la conception devient dangereuse.

6.2 Contrainte de calcul du bois

Bois résineux courant (C) ou Bois feuillu courant (D):

$$\sigma bois = fc,0,k \times 0,7 / 1,30$$

Bois lamellé-collé courant (GL) :

$$\sigma bois = fc,0,k \times 0,7 / 1,25$$

0,7 : coefficient réducteur pour chargement permanent.

1,30 ou 1,25 : coefficient de minoration selon le type de bois.

ANNEXES

Annexe A - Caractéristiques mécaniques des bois de structure

Les performances d'une structure en bois dépendent directement des caractéristiques mécaniques du matériau utilisé. Celles-ci sont définies à partir de classes de résistance qui permettent d'associer à chaque bois des valeurs caractéristiques de résistance, de rigidité et de masse volumique.

Dans le cadre de ce polycopié, trois grandes familles sont considérées :

- les **bois massifs résineux**, identifiés par la lettre **C** ;
- les **bois massifs feuillus**, identifiés par la lettre **D** ;
- les **bois lamellés-collés**, identifiés par le symbole **GL**.

A.1. Bois massifs résineux — Classes C

Les bois massifs résineux sont répartis en classes de résistance allant, dans le tableau retenu, de C14 à C50. Le nombre associé à la lettre C correspond à la valeur caractéristique de la résistance en flexion fm,k exprimée en N/mm². Ainsi, un bois de classe C24 possède une résistance caractéristique en flexion : fm,k=24 N/mm² = 24 MPa

Le tableau fournit également les résistances caractéristiques en traction, compression et cisaillement, ainsi que les modules d'élasticité et la masse volumique caractéristique.

Tableau A.1 — Caractéristiques mécaniques des bois massifs résineux (classes C14 à C50)

Symbole	Désignation	Unité	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
$f_{m,k}$	Contrainte de flexion	N/mm²	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
$f_{t,0,k}$	Contrainte de traction axiale	N/mm²	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
$f_{t,90,k}$	Contrainte de traction transversale	N/mm²	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
$f_{c,0,k}$	Contrainte de compression axiale	N/mm²	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
$f_{c,90,k}$	Contrainte de compression transversale	N/mm²	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
$f_{v,k}$	Contrainte de cisaillement	N/mm²	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
$E_{0,mean}$	Module moyen d'élasticité axiale	kN/mm²	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
$E_{0,05}$	Module élasticité axial au 5ème percentile	kN/mm²	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
$E_{90,mean}$	Module moyen d'élasticité transversale	kN/mm²	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
G_{mean}	Module moyen de cisaillement	kN/mm²	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
ρ_k	Masse volumique caractéristique	kg/m³	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460

A.2. Bois massifs feuillus — Classes D

Les bois massifs feuillus sont identifiés par la lettre D. Le tableau retenu présente les classes D18 à D70.

Comme pour les résineux, la valeur numérique de la classe correspond à la résistance caractéristique en flexion. Par exemple, pour un bois D40 : fm,k=40 N/mm²= 40MPa

Les feuillus présentent des caractéristiques mécaniques qui peuvent être sensiblement différentes de celles des résineux, notamment en compression transversale et en masse volumique. Il convient donc de toujours utiliser les valeurs correspondant à la classe effectivement retenue dans le calcul.

Tableau A.2 — Caractéristiques mécaniques des bois massifs feuillus (classes D18 à D70)

Symbole	Désignation	Unité	D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
$f_{m,k}$	Contrainte de flexion	N/mm²	18	24	30	35	40	50	60	70
$f_{t,0,k}$	Contrainte de traction axiale	N/mm²	11	14	18	21	24	30	36	42
$f_{t,90,k}$	Contrainte de traction transversale	N/mm²	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
$f_{c,0,k}$	Contrainte de compression axiale	N/mm²	18	21	23	25	26	29	32	34
$f_{c,90,k}$	Contrainte de compression transversale	N/mm²	7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	9,3	10,5	13,5
$f_{v,k}$	Contrainte de cisaillement	N/mm²	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
$E_{0,mean}$	Module moyen d'élasticité axiale	kN/mm²	9,5	10	11	12	13	14	17	20
$E_{0,05}$	Module élasticité axial 5ème percentile	kN/mm²	8	8,5	9,2	10,1	10,9	11,8	14,3	16,8
$E_{90,mean}$	Module moyen d'élasticité transversale	kN/mm²	0,63	0,67	0,73	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
G_{mean}	Module moyen de cisaillement	kN/mm²	0,59	0,62	0,69	0,75	0,81	0,88	1,06	1,25
ρ_k	Masse volumique caractéristique	kg/m³	475	485	530	540	550	620	700	900

A.3. Bois lamellés-collés — Classes GL

Le bois lamellé-collé est constitué de lamelles de bois assemblées par collage de manière à former un élément structural. Les performances mécaniques de l'élément dépendent notamment des caractéristiques des lamelles qui le composent et de leur organisation dans la section.

Les classes présentées distinguent deux familles :

GL…h — lamellé-collé homogène : les lamelles constituant la section répondent à une organisation homogène définie pour la classe considérée.

GL…c — lamellé-collé panaché : les propriétés des lamelles peuvent être différenciées dans la section afin d'obtenir les performances requises de l'élément.

Les classes retenues dans le tableau sont GL24, GL28, GL32 et GL36. Comme pour les bois massifs, le nombre indique la résistance caractéristique en flexion. Ainsi : GL28h $f_{m,g,k}$=28 N/mm².

Tableau A.3 — Caractéristiques mécaniques des bois lamellés-collés homogènes et panachés

		Lamellé-collé homogène				Lamellé-collé panaché			
Classe de résistance		GL 24 h	GL 28 h	GL 32 h	GL 36 h	GL 24 c	GL 28 c	GL 32 c	GL 36 c
Résistance en flexion	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36	24	28	32	36
Résistance en traction	$f_{t,0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26	14	16,5	19,5	22,5
	$f_{t,90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6	0,35	0,4	0,45	0,5
Résistance en compression	$f_{c,0,g,k}$	24	26,5	29	31	21	24	26,5	29
	$f_{c,90,g,k}$	2,7	3	3,3	3,6	2,4	2,7	3	3,3
Résistance au cisaillement	$f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3	2,2	2,7	3,2	3,8
Module d'élasticité	$E_{0,g,moy}$	11 600	12 600	13 700	14 700	11 600	12 600	13 700	14 700
	$E_{0,g,05}$	9 400	10 200	11 100	11 900	9 400	10 200	11 100	11 900
	$E_{90,g,moy}$	390	420	460	490	320	390	420	460
Module de cisaillement	$G_{g,moy}$	720	780	850	910	590	720	780	850
Masse volumique	$\rho_{g,k}$	380	410	430	450	350	380	410	430

À retenir

Dans le cadre des deux parties du polycopié, deux valeurs sont particulièrement importantes :

Pour la flexion des poutres en bois, la propriété de référence est la résistance caractéristique en flexion : $f_{m,k}$

Pour la compression et le flambement des poteaux en bois, la propriété de référence est la résistance caractéristique en compression parallèle aux fibres : $f_{c,0,k}$

Cette distinction est pédagogiquement importante : on ne prélève donc pas la même résistance dans le tableau pour vérifier une poutre en flexion et pour vérifier un poteau comprimé au flambement.

Annexe B - Catalogue des profilés en acier

Cette annexe regroupe les principales caractéristiques géométriques et mécaniques des profilés métalliques couramment employés dans les structures en acier. Elle constitue un outil de référence pour le dimensionnement et la vérification des éléments sollicités notamment en flexion et en compression avec risque de flambement.

Les tableaux permettent de sélectionner un profilé et d'identifier rapidement les caractéristiques nécessaires aux calculs :

$$A, \quad I_y, \quad I_z, \quad W_{el,y}, \quad W_{pl,y}, \quad W_{el,z}, \quad W_{pl,z}, \quad i_y, \quad i_z$$

avec :

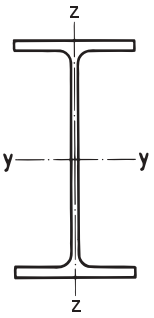
$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} \quad ; \quad i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

Les rayons de giration interviennent directement dans l'étude du flambement, tandis que les moments d'inertie et les modules de résistance sont utilisés dans les calculs de flexion.

Organisation proposée de l'Annexe B :

Section	Famille de profilés	Utilisation pédagogique
B.1	Notations et caractéristiques des sections	Lecture du catalogue
B.2	IPE – PEA	Poutres et éléments fléchis
B.3	INP	Profilés en I
B.4	UNP	Profilés en U à ailes inclinées
B.5	UPE	Profilés en U à ailes parallèles
B.6	HEA	Profilés à larges ailes
B.7	HEB	Profilés à larges ailes
B.8	HEM	Profilés lourds à larges ailes

IPE, PEA — IPE- und IPEA-Träger — *Profilés* IPE *et* IPEA



$A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)\, t_f$

$A_w = (h - t_f) \cdot t_w$

$S_y = ½\, W_{ply}$

$S_z = ½\, W_{plz}$

$W_{ely} = \frac{I_y}{h/2}$

$\overline{W}_y = \frac{I_y}{(h - t_f)/2}$

$W_{elz} = \frac{I_z}{b/2}$

○ Das Verfahren PP nach SIA 263 ist für dieses Profil aus S355 bei reiner Biegung (n = 0) nicht anwendbar!

* Auch in S355J0 oder S355J2 ab Schweizer Lager erhältlich.

Maximale Lagerlängen / *Longueurs maximales en stock:*
h ≤ 180 18 m
h ≥ 200 24 m
EURONORM 19 – 57,
DIN 1025/5, ASTM A 6,
Werksnorm/*Norme d'usine*

○ *La méthode PP selon SIA 263 n'est pas applicable pour ce profilé en acier S355 en flexion simple (n = 0)!*

* *Livrable en S355J0 ou S355J2 du stock suisse.*

IPE	m kg/m	Statische Werte / *Valeurs statiques* A mm²	A_v mm²	A_w mm²	I_y mm⁴	W_{ely} mm³	$\overline{W}_y$ mm³	W_{ply} mm³	i_y mm	I_z mm⁴	W_{elz} mm³	W_{plz} mm³	i_z mm	K = I_x mm⁴
					x 10⁶	**x 10³**	**x 10³**	**x 10³**		**x 10⁶**	**x 10³**	**x 10³**		**x 10⁶**
80*	**6,0**	764	358	284	0,801	20,0	21,4	23,2	32,4	0,085	3,69	5,82	10,5	0,0067
100*	**8,1**	1030	508	387	1,71	34,2	36,3	39,4	40,7	0,159	5,79	9,15	12,4	0,0115
120*	**10,4**	1320	631	500	3,18	53,0	55,9	60,7	49,0	0,277	8,65	13,6	14,5	0,0169
140*	**12,9**	1640	764	626	5,41	77,3	81,3	88,3	57,4	0,449	12,3	19,2	16,5	0,0240
160*	**15,8**	2010	966	763	8,69	109	114	124	65,8	0,683	16,7	26,1	18,4	0,0353
180*	**18,8**	2390	1125	912	13,2	146	154	166	74,2	1,01	22,2	34,6	20,5	0,0472
200*	**22,4**	2850	1400	1070	19,4	194	203	221	82,6	1,42	28,5	44,6	22,4	0,0685
220*	**26,2**	3340	1588	1240	27,7	252	263	285	91,1	2,05	37,3	58,1	24,8	0,0898
240*	**30,7**	3910	1914	1430	38,9	324	338	367	99,7	2,84	47,3	73,9	26,9	0,127
270*	**36,1**	4590	2214	1710	57,9	429	446	484	112	4,20	62,2	97,0	30,2	0,157
300*	**42,2**	5380	2568	2050	83,6	557	578	628	125	6,04	80,5	125	33,5	0,198
330*	**49,1**	6260	3081	2390	117,7	713	739	804	137	7,88	98,5	154	35,5	0,276
360*	**57,1**	7270	3514	2780	162,7	904	937	1020	150	10,4	123	191	37,9	0,371
400*	**66,3**	8450	4269	3320	231,3	1160	1200	1310	165	13,2	146	229	39,5	0,504
450*	**77,6**	9880	5085	4090	337,4	1500	1550	1700	185	16,8	176	276	41,2	0,661
500*	**90,7**	11600	5987	4940	482,0	1930	1990	2190	204	21,4	214	336	43,1	0,886
550	**106**	13400	7234	5910	671,2	2440	2520	2790	223	26,7	254	401	44,5	1,22
600	**122**	15600	8378	6970	920,8	3070	3170	3510	243	33,9	308	486	46,6	1,65
750 x	**137**	17500	9290	8460	1599	4250	4340	○4860	303	51,7	393	614	54,4	1,36
750 x	**147**	18700	10540	9720	1661	4410	4510	5110	298	52,9	399	631	53,1	1,57
750 x	**173**	22100	11640	10700	2058	5400	5560	6220	305	68,7	515	810	55,7	2,71
750 x	**196**	25100	12730	11600	2403	6240	6450	7170	310	81,8	610	959	57,1	4,06
PEA														
120	**8,7**	1100	542	428	2,57	43,8	45,8	49,9	48,3	0,224	7,00	11,0	14,2	0,0101
140	**10,5**	1340	620	501	4,35	63,3	66,0	71,6	57,0	0,364	9,98	15,5	16,5	0,0133
160	**12,7**	1620	780	604	6,89	87,8	91,2	99,1	65,3	0,544	13,3	20,7	18,3	0,0191
180	**15,4**	1960	920	733	10,6	120	124	135	73,7	0,819	18,0	28,0	20,5	0,0265
200	**18,4**	2350	1147	855	15,9	162	167	182	82,3	1,17	23,4	36,5	22,3	0,0402
220	**22,2**	2830	1355	1050	23,2	214	222	240	90,5	1,71	31,2	48,5	24,6	0,0559
240	**26,2**	3330	1631	1190	32,9	278	288	312	99,4	2,40	40,0	62,4	26,8	0,0820
270	**30,7**	3920	1875	1420	49,2	368	381	412	112	3,58	53,0	82,3	30,2	0,101
300	**36,5**	4650	2225	1760	71,7	483	498	542	124	5,19	69,2	107	33,4	0,131
330	**43,0**	5470	2699	2060	102	626	645	702	137	6,85	85,6	133	35,4	0,190
360	**50,2**	6400	2972	2280	145	812	839	907	151	9,44	111	172	38,4	0,269
400	**57,4**	7310	3578	2700	203	1020	1050	1140	167	11,7	130	202	40,0	0,350
450	**67,2**	8560	4226	3300	298	1330	1370	1490	186	15,0	158	246	41,9	0,462
500	**79,4**	10100	5047	4050	429	1730	1780	1950	206	19,4	194	302	43,8	0,636
550	**92,1**	11700	6030	4780	600	2190	2260	2480	226	24,3	232	362	45,5	0,879
600	**108**	13700	7014	5680	829	2780	2860	3140	246	31,2	283	442	47,7	1,21

IPE- und IPEA-Träger *Profilés* IPE *et* IPEA

Die Profile PER, IPEo und IPEv sind im Walzprogramm einzelner Werke aufgeführt. PEA 80 und PEA 100 sind ebenfalls normiert, aber kaum wirtschaftlich.

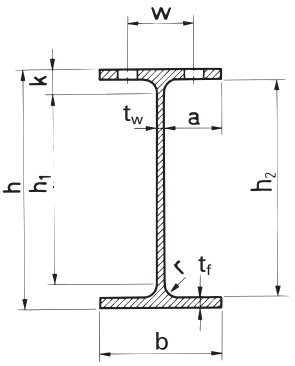
Im allgemeinen nur ab Werk lieferbar. Mindestmengen und Termine beachten.

Les profilés PER, IPEo *et* IPEv *figurent dans le programme de laminage de quelques aciéries. Les PEA 80 et PEA 100, également normalisés, sont peu économiques.*

En général livrable d'usine uniquement. Tenir compte des quantités minimales et des délais.

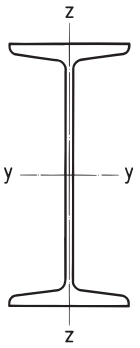
Walztoleranzen siehe Seite 116

Tolérances de laminage voir p. 116



IPE	m kg/m	Profilmasse *Dimensions de la section* h mm	b mm	t_w mm	t_f mm	r mm	Konstruktionsmasse *Dimensions de construction* h_1 mm	k mm	a mm	h_2 mm	w mm	$Ø_{max}$	Oberfläche *Surface* U_m m^2/m	U_t m^2/t	IPE
80	**6,0**	80	46	3,8	5,2	5	60	10	21	70			0,328	54,8	**80**
100	**8,1**	100	55	4,1	5,7	7	74	13	25	89			0,400	49,5	**100**
120	**10,4**	120	64	4,4	6,3	7	92	14	29	107	36	M10	0,475	45,6	**120**
140	**12,9**	140	73	4,7	6,9	7	112	14	34	126	38	M10	0,551	42,6	**140**
160	**15,8**	160	82	5,0	7,4	9	126	17	38	145	44	M12	0,623	39,4	**160**
180	**18,8**	180	91	5,3	8,0	9	146	17	42	164	50	M12	0,698	37,1	**180**
200	**22,4**	200	100	5,6	8,5	12	158	21	47	183	56	M12	0,768	34,3	**200**
220	**26,2**	220	110	5,9	9,2	12	178	21	52	202	60	M16	0,848	32,4	**220**
240	**30,7**	240	120	6,2	9,8	15	190	25	56	220	68	M16	0,922	30,0	**240**
270	**36,1**	270	135	6,6	10,2	15	220	25	64	250	72	M20	1,04	28,8	**270**
300	**42,2**	300	150	7,1	10,7	15	248	26	71	279	80	M20	1,16	27,5	**300**
330	**49,1**	330	160	7,5	11,5	18	270	30	76	307	86	M24	1,25	25,5	**330**
360	**57,1**	360	170	8,0	12,7	18	298	31	81	335	90	M24	1,35	23,6	**360**
400	**66,3**	400	180	8,6	13,5	21	330	35	85	373	96	M27	1,47	22,2	**400**
450	**77,6**	450	190	9,4	14,6	21	378	36	90	421	106	M27	1,61	20,7	**450**
500	**90,7**	500	200	10,2	16,0	21	426	37	94	468	110	M27	1,74	19,2	**500**
550	**106**	550	210	11,1	17,2	24	468	41	99	516	120	M27	1,88	17,7	**550**
600	**122**	600	220	12,0	19,0	24	514	43	104	562	120	M27	2,02	16,6	**600**
750 x 137		753	263	11,5	17,0	17	685	34	126	719	120	M27	2,51	18,3	**750x137**
750 x 147		753	265	13,2	17,0	17	685	34	126	719	120	M27	2,51	17,1	**750x147**
750 x 173		762	267	14,4	21,6	17	685	39	126	719	120	M27	2,53	14,6	**750x173**
750 x 196		770	268	15,6	25,4	17	685	42	126	719	120	M27	2,55	13,0	**750x196**
PEA															**PEA**
120	**8,7**	118	64	3,8	5,1	7	93	12	30	107	36	M10	0,472	54,5	**120**
140	**10,5**	137	73	3,8	5,6	7	111	13	34	126	38	M10	0,547	52,1	**140**
160	**12,7**	157	82	4,0	5,9	9	127	15	39	145	44	M12	0,619	48,7	**160**
180	**15,4**	177	91	4,3	6,5	9	145	16	43	164	50	M12	0,694	45,1	**180**
200	**18,4**	197	100	4,5	7,0	12	159	19	47	183	56	M12	0,764	41,5	**200**
220	**22,2**	217	110	5,0	7,7	12	177	20	52	202	60	M16	0,843	38,0	**220**
240	**26,2**	237	120	5,2	8,3	15	189	24	57	220	68	M16	0,918	35,0	**240**
270	**30,7**	267	135	5,5	8,7	15	219	24	64	250	72	M20	1,04	33,9	**270**
300	**36,5**	297	150	6,1	9,2	15	247	25	71	279	80	M20	1,16	31,8	**300**
330	**43,0**	327	160	6,5	10,0	18	271	28	76	307	86	M24	1,25	29,1	**330**
360	**50,2**	357	170	6,6	11,5	18	297	30	81	334	90	M24	1,35	26,9	**360**
400	**57,4**	397	180	7,0	12,0	21	331	33	86	373	96	M27	1,46	25,4	**400**
450	**67,2**	447	190	7,6	13,1	21	377	35	91	421	106	M27	1,60	23,8	**450**
500	**79,4**	497	200	8,4	14,7	21	425	36	95	468	110	M27	1,74	21,9	**500**
550	**92,1**	547	210	9,0	15,7	24	467	40	100	516	120	M27	1,88	20,4	**550**
600	**108**	597	220	9,8	17,5	24	513	42	105	562	120	M27	2,01	18,6	**600**

INP I-Normalprofile *Profilés normaux* I



$A_v \approx A - 2bt_f + (t_w + 2r)\, t_f$ ①

$A_w = (h - t_f) \cdot t_w$ $\quad W_{ely} = \dfrac{I_y}{h/2}$

$S_y = ½\, W_{ply}$

$S_z = ½\, W_{plz}$ $\quad \overline{W}_y = \dfrac{I_y}{(h-t_f)/2}$

$W_{elz} = \dfrac{I_z}{b/2}$

Maximale Lagerlängen /
Longueurs maximales en stock:
h ≤ 180 15 m
h ≥ 200 18 m

DIN 1025/1

Andere Bezeichnungen / *Autres désignations*: I, INP, IPN

INP	m	Statische Werte / *Valeurs statiques*												
	kg/m	A mm²	A_v ① mm²	A_w mm²	I_y mm⁴	W_{ely} mm³	$\overline{W}_y$ mm³	W_{ply} mm³	i_y mm	I_z mm⁴	W_{elz} mm³	W_{plz} mm³	i_z mm	$K = I_x$ mm⁴
					x 10⁶	**x 10³**	**x 10³**	**x 10³**		**x 10⁶**	**x 10³**	**x 10³**		**x 10⁶**
80	**5,94**	757	341	289	0,78	19,5	21,0	22,8	32,0	0,063	3,00	5,00	9,1	0,00818
100	**8,34**	1060	485	419	1,71	34,2	36,7	39,8	40,1	0,122	4,88	8,10	10,7	0,0151
120	**11,1**	1420	663	573	3,28	54,7	58,4	63,6	48,1	0,215	7,41	12,4	12,3	0,0257
140	**14,3**	1820	865	749	5,73	81,9	87,2	95,4	56,1	0,352	10,7	17,9	14,0	0,0410
160	**17,9**	2280	1080	948	9,35	117	124	136	64,0	0,547	14,8	24,9	15,5	0,0624
180	**21,9**	2790	1340	1170	14,5	161	171	187	72,0	0,813	19,8	33,2	17,1	0,0911
200	**26,2**	3340	1600	1420	21,4	214	227	250	80,0	1,17	26,0	43,5	18,7	0,129
220	**31,1**	3950	1910	1680	30,6	278	295	324	88,0	1,62	33,1	55,7	20,2	0,177
240	**36,2**	4610	2230	1970	42,5	354	375	412	95,9	2,21	41,7	70,0	22,0	0,238
260	**41,9**	5330	2610	2310	57,4	442	467	514	104	2,88	51,0	85,9	23,2	0,318
280	**47,9**	6100	3020	2670	75,9	542	573	632	111	3,64	61,2	103	24,5	0,420
300	**54,2**	6900	3460	3070	98,0	653	691	762	119	4,51	72,2	121	25,6	0,537
320	61,0	7770	3930	3480	125,1	782	827	914	127	5,55	84,7	143	26,7	0,685
340	68,0	8670	4430	3920	157,0	923	976	1080	135	6,74	98,4	166	28,0	0,853
360	76,1	9700	5000	4430	196,1	1090	1150	1280	142	8,18	114	194	29,0	1,08
380	84,0	10700	5560	4930	240,1	1260	1340	1480	150	9,75	131	221	30,2	1,31
400	92,4	11800	6170	5450	292,1	1460	1540	1710	157	11,6	149	253	31,3	1,60
450	115	14700	7780	6900	458,5	2040	2150	2400	177	17,3	203	345	34,3	2,51
500	141	17900	9560	8510	687,4	2750	2910	3240	196	24,8	268	456	37,2	3,75
550	166	21200	11100	9880	991,8	3610	3810	4240	216	34,9	349	592	40,2	5,91

① A_v gemäss Werksangabe / *A_v selon données d'usine*

I-Normalprofile — *Profilés normaux* I — INP

Flanschneigung: 14%

Inclinaison des ailes: 14%

Das ebenfalls normierte Profil INP 600 wird kaum je gewalzt.

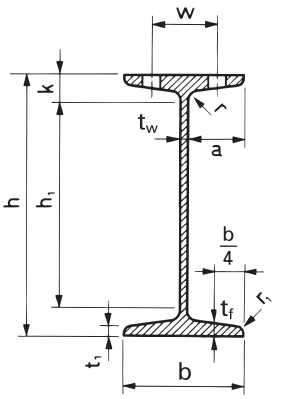
Le profilé normalisé INP 600 n'est pratiquement jamais fabriqué.

Walztoleranzen siehe Seite 116

Tolérances de laminage voir page 116

Wird kaum je gewalzt

Pratiquement jamais fabriqué

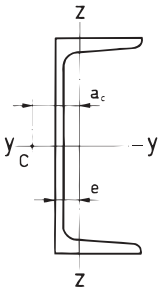


INP	m kg/m	Profilmasse *Dimensions de la section* h mm	b mm	t_w=r mm	t_f mm	r_1 mm	Konstruktionsmasse *Dimensions de construction* h_1 mm	k mm	t_1 mm	a mm	w mm	$\varnothing_{max}$	Oberfläche *Surface* U_m m^2/m	U_t m^2/t	INP
80	**5,94**	80	42	3,9	5,9	2,3	58	11	4,4	19			0,304	51,2	**80**
100	**8,34**	100	50	4,5	6,8	2,7	74	13	5,0	22			0,370	44,4	**100**
120	**11,1**	120	58	5,1	7,7	3,1	92	14	5,7	26			0,439	39,5	**120**
140	**14,3**	140	66	5,7	8,6	3,4	108	16	6,3	30	34	M10	0,502	35,1	**140**
160	**17,9**	160	74	6,3	9,5	3,8	124	18	6,9	33	40	M10	0,575	32,1	**160**
180	**21,9**	180	82	6,9	10,4	4,1	142	19	7,5	37	44	M12	0,640	29,2	**180**
200	**26,2**	200	90	7,5	11,3	4,5	158	21	8,2	41	48	M12	0,709	27,0	**200**
220	**31,1**	220	98	8,1	12,2	4,9	176	22	8,8	45	52	M12	0,775	24,9	**220**
240	**36,2**	240	106	8,7	13,1	5,2	192	24	9,4	48	56	M16	0,844	23,3	**240**
260	**41,9**	260	113	9,4	14,1	5,6	208	26	10,2	51	60	M16	0,906	21,6	**260**
280	**47,9**	280	119	10,1	15,2	6,1	224	28	11,0	54	60	M16	0,966	20,1	**280**
300	**54,2**	300	125	10,8	16,2	6,5	240	30	11,8	57	64	M20	1,03	19,0	**300**
320	61,0	320	131	11,5	17,3	6,9	258	31	12,7	59	70	M20	1,09	17,9	320
340	68,0	340	137	12,2	18,3	7,3	274	33	13,5	62	74	M20	1,15	16,9	340
360	76,1	360	143	13,0	19,5	7,8	290	35	14,5	65	76	M20	1,21	15,9	360
380	84,0	380	149	13,7	20,5	8,2	306	37	15,3	67	82	M20	1,27	15,1	380
400	92,4	400	155	14,4	21,6	8,6	322	39	16,2	70	86	M20	1,33	14,4	400
450	115	450	170	16,2	24,3	9,7	362	44	18,4	77	94	M24	1,48	12,9	450
500	141	500	185	18,0	27,0	10,8	404	48	20,5	83	100	M27	1,63	11,5	500
550	166	550	200	19,0	30,0	11,9	446	52	23,0	90	110	M27	1,80	10,8	550

UNP

U-Stahl mit geneigten Flanschen

Profilés U avec ailes inclinées



$A_v \approx A - 2bt_f + (t_w + r)\, t_f$ ①

$A_w = (h - t_f) \cdot t_w$

$S_y = \frac{1}{2} W_{ply}$

$$W_{ely} = \frac{I_y}{h/2}$$

$$\overline{W}_y = \frac{I_y}{(h - t_f)/2}$$

$$W_{elz} = \frac{I_z}{b - e}$$

Maximale Lagerlängen / *Longueurs maximales en stock:*
h ≤ 180 18 m
h ≥ 200 22 m

DIN 1026-1

C: Kräfte in z-Richtung ausserhalb des Schubmittelpunktes C erzeugen Torsionsbeanspruchungen.

C: *Les forces parallèles à l'axe z qui n'agissent pas au centre de cisaillement C engendrent des sollicitations de torsion.*

Andere Bezeichnungen für *Autres désignations pour* UNP: ⊏, UPN

* Auch in S355J0 oder S355J2 ab Schweizer Lager erhältlich.

* *Livrable en S355J0 ou S355J2 du stock suisse.*

UNP	m	Statische Werte / *Valeurs statiques*												
	kg/m	A mm²	A_v ① mm²	A_w mm²	I_y mm⁴	W_{ely} mm³	$\overline{W}_y$ mm³	W_{ply} mm³	i_y mm	I_z mm⁴	W_{elz} mm³	W_{plz} mm³	i_z mm	K = I_x mm⁴
					x 10⁶	**x 10³**	**x 10³**	**x 10³**		**x 10⁶**	**x 10³**	**x 10³**		**x 10⁶**
65	**7,09**	903	369	316	0,58	17,7	20,0	23,4	25,2	0,141	5,07	9,46	12,5	0,0157
80*	**8,64**	1100	490	432	1,06	26,5	29,4	31,8	31,0	0,194	6,36	12,1	13,3	0,0216
100*	**10,6**	1350	646	549	2,06	41,2	45,0	49,0	39,1	0,293	8,49	16,2	14,7	0,0282
120*	**13,4**	1700	880	777	3,64	60,7	65,6	72,6	46,2	0,432	11,1	21,2	15,9	0,0415
140*	**16,0**	2040	1040	910	6,05	86,4	93,1	102,8	54,5	0,627	14,8	28,3	17,5	0,0572
160*	**18,8**	2400	1260	1120	9,25	116	124	137,6	62,1	0,853	18,3	35,2	18,9	0,0744
180*	**22,0**	2800	1510	1350	13,5	150	160	179,2	69,5	1,14	22,4	42,9	20,2	0,0952
200*	**25,3**	3220	1770	1600	19,1	191	203	228	77,0	1,48	27,0	51,8	21,4	0,120
220*	**29,4**	3740	2060	1870	26,9	245	259	292	84,8	1,97	33,6	64,1	23,0	0,162
240*	**33,2**	4230	2370	2160	36,0	300	317	358	92,2	2,48	39,6	75,7	24,2	0,198
260*	**37,9**	4830	2710	2460	48,2	371	392	442	99,9	3,17	47,7	91,6	25,6	0,258
280*	**41,8**	5330	2930	2650	62,8	448	474	532	109	3,99	57,2	109	27,4	0,314
300*	**46,2**	5880	3180	2840	80,3	535	565	632	117	4,95	67,8	130	29,0	0,380
320*	**59,5**	7580	4710	4240	108,7	679	719	826	121	5,97	80,6	152	28,1	0,681
350*	**60,6**	7730	5080	4680	128,4	734	769	918	129	5,70	75,0	143	27,2	0,620
380*	63,1	8040	5320	4850	157,6	829	866	1014	140	6,15	78,7	148	27,7	0,617
400*	**71,8**	9150	5860	5350	203,5	1020	1065	1240	149	8,46	102	190	30,4	0,830

① nur anwendbar für verdrehungsfrei gelagerte Profile, z. B. bei Doppel-U-Konstruktionen, A_v gemäss Werksangabe /*n'applicable qu'au cas de profilés sans torsion, p. ex. constructions en double U, A_v selon données d'usine*

U-Stahl mit geneigten Flanschen

Profilés U avec ailes inclinées

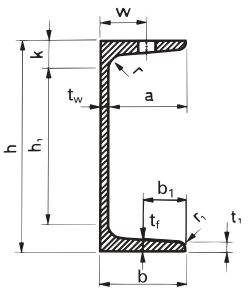
UNP

b = h/4 + 25 mm
b_1 = b/2 (h ≤ 300)
b_1 = a/2 (h ≥ 320)

Flanschneigung /
Inclinaison des ailes:
h ≤ 300 8 %
h ≥ 320 5 %

Walztoleranzen siehe Seite 116

Tolérances de laminage voir page 116

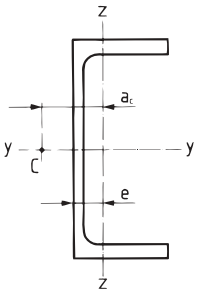


UNP	m kg/m	e mm	a_c mm	h mm	b mm	t_w mm	t_f=r mm	r_1 mm	h_1 mm	k mm	t_1 mm	a mm	w mm	$\varnothing_{max}$	U_m m^2/m	U_t m^2/t	UNP
65	**7,09**	14,2	26,0	65	42	5,5	7,5	4	33	16	5,8	36	22	M10	0,273	38,5	**65**
80	**8,64**	14,5	26,7	80	45	6	8	4	46	17	6,2	39	25	M12	0,312	36,1	**80**
100	**10,6**	15,5	29,3	100	50	6	8,5	4,5	64	18	6,5	44	30	M12	0,372	35,1	**100**
120	**13,4**	16,0	30,3	120	55	7	9	4,5	82	19	6,8	48	30	M16	0,434	32,4	**120**
140	**16,0**	17,5	33,7	140	60	7	10	5	98	21	7,6	53	35	M16	0,489	30,6	**140**
160	**18,8**	18,4	35,6	160	65	7,5	10,5	5,5	114	23	7,9	57	35	M20	0,546	29,0	**160**
180	**22,0**	19,2	37,5	180	70	8	11	5,5	132	24	8,2	62	40	M20	0,611	27,8	**180**
200	**25,3**	20,1	39,4	200	75	8,5	11,5	6	150	25	8,5	66	40	M20	0,661	26,1	**200**
220	**29,4**	21,4	42,0	220	80	9	12,5	6,5	166	27	9,3	71	45	M20	0,718	24,4	**220**
240	**33,2**	22,3	43,9	240	85	9,5	13	6,5	184	28	9,6	75	45	M24	0,775	23,3	**240**
260	**37,9**	23,6	46,6	260	90	10	14	7	200	30	10,4	80	50	M24	0,834	22,0	**260**
280	**41,8**	25,3	50,2	280	95	10	15	7,5	216	32	11,2	85	50	M24	0,890	21,3	**280**
300	**46,2**	27,0	54,1	300	100	10	16	8	232	34	12,0	90	55	M27	0,950	20,6	**300**
320	**59,5**	26,0	48,2	320	100	14	17,5	8,8	246	37	15,4	86	58	M27	0,982	16,5	**320**
350	**60,6**	24,0	44,5	350	100	14	16	8	282	34	13,8	86	58	M27	1,05	17,3	**350**
380	**63,1**	23,8	45,8	380	102	13,5	16	8	312	34	14,4	88	60	M27	1,11	17,7	**380**
400	**71,8**	26,5	51,1	400	110	14	18	9	324	38	15,6	96	60	M27	1,18	16,5	**400**

UPE

U-Stahl mit parallelen Flanschen

Profilés U avec ailes parallèles



$A_v \approx A - 2bt_f + (t_w + r)\, t_f$ ①

$A_w = (h - t_f) \cdot t_w$

$S_y = ½\, W_{ply}$

$$W_{ely} = \frac{I_y}{h/2}$$

$$\overline{W}_y = \frac{I_y}{(h - t_f)/2}$$

$$W_{elz} = \frac{I_z}{b - e}$$

C: Kräfte in z-Richtung ausserhalb des Schubmittelpunktes C erzeugen Torsionsbeanspruchungen.

C: *Les forces parallèles à l'axe z qui n'agissent pas au centre de cisaillement C engendrent des sollicitations de torsion.*

Maximale Lagerlängen / *Longueurs maximales en stock:*
18 m
DIN 1026-2

UPE	m	Statische Werte / *Valeurs statiques*												
	kg/m	A mm²	A_v ① mm²	A_w mm²	I_y mm⁴	W_{ely} mm³	$\overline{W}_y$ mm³	W_{ply} ① mm³	i_y mm	I_z mm⁴	W_{elz} mm³	W_{plz} mm³	i_z mm	$K = I_x$ mm⁴
					x 10⁶	**x 10³**	**x 10³**	**x 10³**		**x 10⁶**	**x 10³**	**x 10³**		**x 10⁶**
80	**7,90**	1010	405	292	1,07	26,8	29,3	31,2	32,6	0,254	7,98	14,1	15,9	0,0147
100	**9,82**	1250	534	416	2,07	41,4	44,8	48,0	40,7	0,382	10,6	18,9	17,5	0,0201
120	**12,1**	1540	718	560	3,64	60,6	65,0	70,3	48,6	0,554	13,8	24,8	19,0	0,0290
140	**14,5**	1840	825	655	5,99	85,6	91,5	98,8	57,1	0,787	18,2	32,6	20,7	0,0405
160	**17,0**	2170	1000	828	9,11	114	121	132	64,8	1,07	22,6	40,7	22,2	0,0520
180	**19,7**	2510	1120	934	13,5	150	160	173	73,4	1,44	28,6	51,3	23,9	0,0699
200	**22,8**	2900	1350	1130	19,1	191	202	220	81,1	1,87	34,4	62,2	25,4	0,0889
220	**26,6**	3390	1580	1350	26,8	244	258	281	89,0	2,46	42,5	76,9	27,0	0,121
240	**30,2**	3850	1880	1590	36,0	300	316	347	96,7	3,11	50,1	90,8	28,4	0,151
270	**35,2**	4480	2220	1930	52,6	389	410	451	108	4,01	60,7	110	29,9	0,199
300	**44,4**	5660	3030	2710	78,2	522	549	613	118	5,38	75,6	137	30,8	0,315
330	**53,2**	6780	3880	3450	110	667	701	792	127	6,81	89,7	162	31,7	0,452
360	**61,2**	7790	4560	4120	148	824	865	982	138	8,44	105	189	32,9	0,585
400	**72,2**	9190	5620	5160	210	1050	1100	1260	151	10,5	123	221	33,7	0,791

① nur anwendbar für verdrehungsfrei gelagerte Profile, z. B. bei Doppel-U-Konstruktionen /
n'applicable qu'au cas de profilés sans torsion, p. ex. constructions en double U

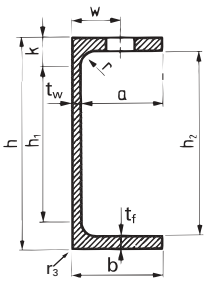
U-Stahl mit parallelen Flanschen

Profilés U avec ailes parallèles

UPE

Neues Walzprogramm seit 1999. Parallelflanschige U-Profile sind konstruktiv im Vergleich zu UNP oftmals vorteilhafter. Die UPE-Nennhöhen stimmen zudem mit der IPE-Abstufung überein. Die ähnlichen UAP-Profile werden nicht mehr gewalzt.

Nouveau programme de laminage depuis 1999.
Les profilés U avec ailes parallèles permettent souvent de construire plus avantageusement que les profilés UNP. Les hauteurs nominales des UPE concordent en outre avec la gradation des IPE.
Les profilés UAP similaires ne sont plus fabriqués.



Walztoleranzen siehe Seite 116

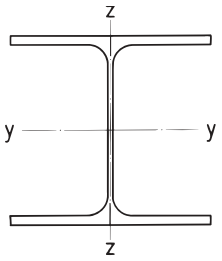
Tolérances de laminage voir p. 116

Äussere Steg-Flansch-Übergänge gemäss EN 10 279 ($r_3 \leq 0{,}3\ t$)

Raccordement âme-aile extérieur selon la norme EN 10 279 ($r_3 \leq 0{,}3\ t$)

UPE	m kg/m	e mm	a_c mm	h mm	b mm	t_w mm	t_f mm	r mm	h_1 mm	k mm	a mm	h_2 mm	w mm	$\varnothing_{max}$	U_m m^2/m	U_t m^2/t	UPE
		Profilmasse *Dimensions de la section*							Konstruktionsmasse *Dimensions de construction*						Oberfläche *Surface*		
80	**7,90**	18,2	37,1	80	50	4	7	10	46	17	46	66	30	M12	0,343	43,4	**80**
100	**9,82**	19,1	39,3	100	55	4,5	7,5	10	65	17,5	50,5	85	30	M12	0,402	40,9	**100**
120	**12,1**	19,8	41,2	120	60	5	8	12	80	20	55	104	35	M16	0,460	38,0	**120**
140	**14,5**	21,7	45,4	140	65	5	9	12	98	21	60	122	35	M16	0,520	35,9	**140**
160	**17,0**	22,7	47,6	160	70	5,5	9,5	12	117	21,5	64,5	141	40	M20	0,579	34,1	**160**
180	**19,7**	24,7	51,9	180	75	5,5	10,5	12	135	22,5	69,5	159	40	M20	0,639	32,4	**180**
200	**22,8**	25,6	54,1	200	80	6	11	13	152	24	74	178	45	M20	0,697	30,6	**200**
220	**26,6**	27,0	57,0	220	85	6,5	12	13	170	25	78,5	196	45	M20	0,756	28,4	**220**
240	**30,2**	27,9	59,1	240	90	7	12,5	15	185	27,5	83	215	50	M24	0,813	26,9	**240**
270	**35,2**	28,9	61,4	270	95	7,5	13,5	15	213	28,5	87,5	243	50	M24	0,892	25,3	**270**
300	**44,4**	28,9	60,3	300	100	9,5	15	15	240	30	90,5	270	55	M27	0,968	21,8	**300**
330	**53,2**	29,0	60,0	330	105	11	16	18	262	34	94	298	60	M27	1,04	19,5	**330**
360	**61,2**	29,7	61,2	360	110	12	17	18	290	35	98	326	60	M27	1,12	18,3	**360**
400	**72,2**	29,8	60,6	400	115	13,5	18	18	328	36	101,5	364	60	M27	1,22	16,9	**400**

HEA Breitflanschträger HEA *Profilés à larges ailes* HEA



$A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)\, t_f$

$A_w = (h - t_f) \cdot t_w$

$S_y = ½\, W_{ply}$

$S_z = ½\, W_{plz}$

$W_{ely} = \frac{I_y}{h/2}$

$\overline{W}_y = \frac{I_y}{(h - t_f)/2}$

$W_{elz} = \frac{I_z}{b/2}$

Schlankheitskriterien nach SIA 263 für dieses Profil aus S355 bei reiner Biegung (n = 0) nicht erfüllt für
○ Verfahren PP
● Verfahren EP

* Auch in S355J0 oder S355J2 ab Schweizer Lager erhältlich.

Maximale Lagerlängen /
Longueurs maximales en stock:
h ≤ 180 18 m
h ≥ 200 24 m

EURONORM 53 – 62, DIN 1025/3

Andere Bezeichnungen / *Autres désignations* } DIE, IPBI

Critères d'élancement selon SIA 263 pour ce profilé en acier S355 en flexion simple (n = 0) non remplies pour
○ *méthode PP*
● *méthode EP*

* *Livrable en S355J0 ou S355J2 du stock suisse.*

HEA	m kg/m	Statische Werte / *Valeurs statiques*												
		A mm²	A_v mm²	A_w mm²	I_y mm⁴	W_{ely} mm³	$\overline{W}_y$ mm³	W_{ply} mm³	i_y mm	I_z mm⁴	W_{elz} mm³	W_{plz} mm³	i_z mm	$K = I_x$ mm⁴
					x 10⁶	**x 10³**	**x 10³**	**x 10³**		**x 10⁶**	**x 10³**	**x 10³**		**x 10⁶**
100*	**16,7**	2120	756	440	3,49	72,8	79	83,0	40,6	1,34	26,8	41,2	25,1	0,0520
120*	**19,9**	2530	846	530	6,06	106	114	119	48,9	2,31	38,5	58,9	30,2	0,0596
140*	**24,7**	3140	1012	685	10,3	155	166	173	57,3	3,89	55,6	84,8	35,2	0,0803
160*	**30,4**	3880	1321	858	16,7	220	234	245	65,7	6,16	76,9	118	39,8	0,118
180*	**35,5**	4530	1447	969	25,1	294	311	○325	74,5	9,25	103	○157	45,2	0,147
200*	**42,3**	5380	1808	1170	36,9	389	410	○429	82,8	13,4	134	○204	49,8	0,204
220*	**50,5**	6430	2067	1390	54,1	515	544	○568	91,7	19,5	178	○271	55,1	0,281
240*	**60,3**	7680	2518	1640	77,6	675	712	○745	101	27,7	231	○352	60,0	0,410
260*	**68,2**	8680	2876	1780	104,5	836	881	●920	110	36,7	282	●430	65,0	0,520
280*	**76,4**	9730	3174	2060	136,7	1010	1060	●1110	119	47,6	340	●518	70,0	0,614
300*	**88,3**	11300	3728	2350	182,6	1260	1320	●1380	127	63,1	421	●641	74,9	0,842
320*	**97,6**	12400	4113	2650	229,3	1480	1560	○1630	136	69,9	466	○710	74,9	1,09
340*	**105**	13300	4495	2980	276,9	1680	1770	1850	144	74,4	496	756	74,6	1,29
360*	**112**	14300	4896	3320	330,9	1890	1990	2090	152	78,9	526	802	74,3	1,51
400*	**125**	15900	5733	4080	450,7	2310	2430	2560	168	85,6	571	873	73,4	1,91
450	**140**	17800	6578	4820	637,2	2900	3040	3220	189	94,7	631	966	72,9	2,49
500	**155**	19800	7472	5600	869,7	3550	3730	3950	210	103,7	691	1060	72,4	3,18
550	**166**	21200	8372	6450	1119	4150	4340	4620	230	108,2	721	1110	71,5	3,61
600	**178**	22600	9321	7340	1412	4790	5000	5350	250	112,7	751	1160	70,5	4,08
650	**190**	24200	10320	8290	1752	5470	5710	6140	269	117,2	782	1200	69,7	4,59
700	**204**	26000	11700	9610	2153	6240	6490	7030	288	121,8	812	1260	68,4	5,23
800	**224**	28600	13880	11400	3034	7680	7960	8700	326	126,4	843	1310	66,5	6,10
900	252	32100	16330	13800	4221	9480	9820	10800	363	135,5	903	1410	65,0	7,51
1000	272	34700	18460	15800	5538	11190	11550	12800	400	140,0	934	1470	63,5	8,37

Breitflanschträger HEA — *Profilés à larges ailes* HEA — HEA

Die Profile HEAA sind im Walzprogramm einzelner Werke aufgeführt.

Les profilés HEAA *figurent dans le programme de laminage de quelques aciéries.*

Anstelle des nicht mehr gewalzten Profils HEA 1100 können HL-Profile verwendet werden, siehe Seiten 40/41.

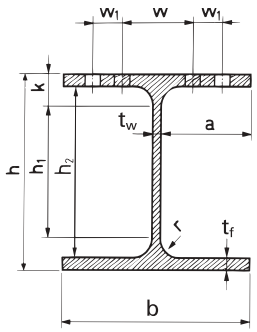
Au lieu du profilé HEA 1100 qui n'est plus laminé, on utilisera des profilés HL (voir pages 40/41).

w_1 mit $\varnothing_{max}$ nur für versetzte Schrauben.

w_1 avec $\varnothing_{max}$ seulement pour boulons décalés.

Walztoleranzen siehe Seite 116

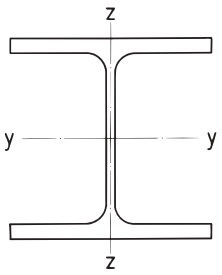
Tolérances de laminage voir page 116



IT

HEA	m kg/m	Profilmasse *Dimensions de la section* h mm	b mm	t_w mm	t_f mm	r mm	Konstruktionsmasse *Dimensions de construction* h_1 mm	k mm	a mm	h_2 mm	w mm	w_1 mm	$\varnothing_{max}$	Oberfläche *Surface* U_m m^2/m	U_t m^2/t	HEA
100	**16,7**	96	100	5	8	12	56	20	47	80	56		M12	0,561	33,6	**100**
120	**19,9**	114	120	5	8	12	74	20	57	98	66		M16	0,677	34,0	**120**
140	**24,7**	133	140	5,5	8,5	12	91	21	67	116	76		M20	0,794	32,1	**140**
160	**30,4**	152	160	6	9	15	104	24	77	134	86		M20	0,906	29,8	**160**
180	**35,5**	171	180	6	9,5	15	121	25	87	152	100		M24	1,02	28,7	**180**
200	**42,3**	190	200	6,5	10	18	134	28	96	170	110		M24	1,14	26,9	**200**
220	**50,5**	210	220	7	11	18	152	29	106	188	120		M24	1,26	24,9	**220**
240	**60,3**	230	240	7,5	12	21	164	33	116	206	94	35	M24	1,37	22,7	**240**
260	**68,2**	250	260	7,5	12,5	24	176	37	126	225	100	40	M24	1,48	21,7	**260**
280	**76,4**	270	280	8	13	24	196	37	136	244	110	45	M24	1,60	21,0	**280**
300	**88,3**	290	300	8,5	14	27	208	41	145	262	120	45	M27	1,72	19,5	**300**
320	**97,6**	310	300	9	15,5	27	224	43	145	279	120	45	M27	1,76	18,0	**320**
340	**105**	330	300	9,5	16,5	27	242	44	145	297	120	45	M27	1,79	17,1	**340**
360	**112**	350	300	10	17,5	27	260	45	145	315	120	45	M27	1,83	16,4	**360**
400	**125**	390	300	11	19	27	298	46	144	352	120	45	M27	1,91	15,3	**400**
450	**140**	440	300	11,5	21	27	344	48	144	398	120	45	M27	2,01	14,4	**450**
500	**155**	490	300	12	23	27	390	50	144	444	120	45	M27	2,11	13,6	**500**
550	**166**	540	300	12,5	24	27	438	51	143	492	120	45	M27	2,21	13,3	**550**
600	**178**	590	300	13	25	27	486	52	143	540	120	45	M27	2,31	13,0	**600**
650	**190**	640	300	13,5	26	27	534	53	143	588	120	45	M27	2,41	12,7	**650**
700	**204**	690	300	14,5	27	27	582	54	142	636	120	45	M27	2,50	12,3	**700**
800	**224**	790	300	15	28	30	674	58	142	734	130	40	M27	2,70	12,0	**800**
900	252	890	300	16	30	30	770	60	142	830	130	40	M27	2,90	11,5	900
1000	272	990	300	16,5	31	30	868	61	141	928	130	40	M27	3,10	11,4	1000

HEB Breitflanschträger HEB *Profilés à larges ailes* HEB



$A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)\, t_f$

$A_w = (h - t_f) \cdot t_w$

$S_y = \frac{1}{2} W_{ply}$

$S_z = \frac{1}{2} W_{plz}$

$W_{ely} = \frac{I_y}{h/2}$

$\overline{W}_y = \frac{I_y}{(h - t_f)/2}$

$W_{elz} = \frac{I_z}{b/2}$

Maximale Lagerlängen /
Longueurs maximales en stock:
h ≤ 180 18 m
h ≥ 200 24 m

EURONORM 53 – 62, DIN 1025/2

Andere Bezeichnungen / *Autres désignations* } DIN, IPB

*Auch in S355J0 oder S355J2 ab Schweizer Lager erhältlich

**Livrable en S355J0 ou S355J2 du stock suisse*

HEB	m kg/m	Statische Werte / *Valeurs statiques*												
		A mm²	A_v mm²	A_w mm²	I_y mm⁴	W_{ely} mm³	$\overline{W}_y$ mm³	W_{ply} mm³	i_y mm	I_z mm⁴	W_{elz} mm³	W_{plz} mm³	i_z mm	$K = I_x$ mm⁴
					x 10⁶	**x 10³**	**x 10³**	**x 10³**		**x 10⁶**	**x 10³**	**x 10³**		**x 10⁶**
100*	**20,4**	2600	904	540	4,50	89,9	100	104	41,6	1,67	33,5	51,4	25,3	0,0931
120*	**26,7**	3400	1096	708	8,64	144	158	165	50,4	3,18	52,9	81,0	30,6	0,139
140*	**33,7**	4300	1308	896	15,1	216	236	245	59,3	5,50	78,5	120	35,8	0,202
160*	**42,6**	5430	1759	1180	24,9	311	339	354	67,8	8,89	111	170	40,5	0,312
180*	**51,2**	6530	2024	1410	38,3	426	461	481	76,6	13,6	151	231	45,7	0,422
200*	**61,3**	7810	2483	1660	57,0	570	616	643	85,4	20,0	200	306	50,7	0,596
220*	**71,5**	9100	2792	1940	80,9	736	793	827	94,3	28,4	258	394	55,9	0,770
240*	**83,2**	10600	3323	2230	112,6	938	1010	1050	103	39,2	327	498	60,8	1,04
260*	**93,0**	11800	3759	2420	149,2	1150	1230	1280	112	51,3	395	602	65,8	1,26
280*	**103**	13100	4109	2750	192,7	1380	1470	1530	121	65,9	471	718	70,9	1,45
300*	**117**	14900	4743	3090	251,7	1680	1790	1870	130	85,6	571	870	75,8	1,87
320*	**127**	16100	5177	3440	308,2	1930	2060	2150	138	92,4	616	939	75,7	2,29
340*	**134**	17100	5609	3820	366,6	2160	2300	2410	146	96,9	646	986	75,3	2,62
360*	**142**	18100	6060	4220	431,9	2400	2560	2680	155	101	676	1030	74,9	2,98
400*	**155**	19800	6998	5080	576,8	2880	3070	3230	171	108	721	1100	74,0	3,61
450*	**171**	21800	7966	5940	798,9	3550	3770	3980	191	117	781	1200	73,3	4,49
500	**187**	23900	8982	6840	1072	4290	4540	4820	212	126	842	1290	72,7	5,50
550	**199**	25400	10010	7820	1367	4970	5250	5590	232	131	872	1340	71,7	6,12
600	**212**	27000	11080	8840	1710	5700	6000	6420	252	135	902	1390	70,8	6,80
650	**225**	28600	12200	9900	2106	6480	6800	7320	271	140	932	1440	69,9	7,52
700	**241**	30600	13710	11400	2569	7340	7690	8330	290	144	963	1490	68,7	8,42
800	**262**	33400	16180	13400	3591	8980	9360	10230	328	149	994	1550	66,8	9,62
900	291	37100	18880	16000	4941	10980	11400	12580	365	158	1050	1660	65,3	11,5
1000	314	40000	21250	18300	6447	12890	13400	14860	401	163	1090	1720	63,8	12,7

Breitflanschträger HEB — *Profilés à larges ailes* HEB — HEB

Anstelle des nicht mehr gewalzten Profils HEB 1100 können HL-Profile verwendet werden, siehe Seiten 40/41.

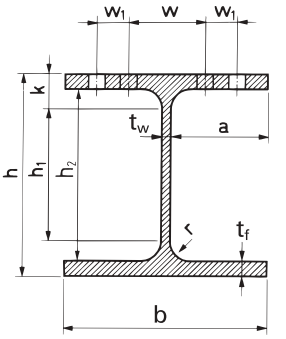
Au lieu du profilé HEB 1100 qui n'est plus laminé, on utilisera des profilés HL (voir pages 40/41).

w_1 mit $\varnothing_{max}$ nur für versetzte Schrauben.

w_1 avec $\varnothing_{max}$ seulement pour boulons décalés.

Walztoleranzen siehe Seite 116

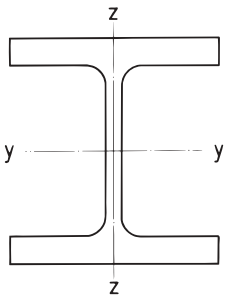
Tolérances de laminage voir page 116



HEB	m kg/m	Profilmasse *Dimensions de la section* h mm	b mm	t_w mm	t_f mm	r mm	Konstruktionsmasse *Dimensions de construction* h_1 mm	k mm	a mm	h_2 mm	w mm	w_1 mm	$\varnothing_{max}$	Oberfläche *Surface* U_m m^2/m	U_t m^2/t	HEB
100	**20,4**	100	100	6	10	12	56	22	47	80	56		M12	0,567	27,8	**100**
120	**26,7**	120	120	6,5	11	12	74	23	56	98	66		M16	0,686	25,7	**120**
140	**33,7**	140	140	7	12	12	92	24	66	116	76		M20	0,805	23,9	**140**
160	**42,6**	160	160	8	13	15	104	28	76	134	86		M20	0,918	21,5	**160**
180	**51,2**	180	180	8,5	14	15	122	29	85	152	100		M24	1,04	20,3	**180**
200	**61,3**	200	200	9	15	18	134	33	95	170	110		M24	1,15	18,8	**200**
220	**71,5**	220	220	9,5	16	18	152	34	105	188	120		M24	1,27	17,8	**220**
240	**83,2**	240	240	10	17	21	164	38	115	206	96	35	M24	1,38	16,6	**240**
260	**93,0**	260	260	10	17,5	24	176	42	125	225	106	40	M24	1,50	16,1	**260**
280	**103**	280	280	10,5	18	24	196	42	134	244	110	45	M24	1,62	15,7	**280**
300	**117**	300	300	11	19	27	208	46	144	262	120	45	M27	1,73	14,8	**300**
320	**127**	320	300	11,5	20,5	27	224	48	144	279	120	45	M27	1,77	13,9	**320**
340	**134**	340	300	12	21,5	27	242	49	144	297	120	45	M27	1,81	13,5	**340**
360	**142**	360	300	12,5	22,5	27	260	50	143	315	120	45	M27	1,85	13,0	**360**
400	**155**	400	300	13,5	24	27	298	51	143	352	120	45	M27	1,93	12,4	**400**
450	**171**	450	300	14	26	27	344	53	143	398	120	45	M27	2,03	11,9	**450**
500	**187**	500	300	14,5	28	27	390	55	142	444	120	45	M27	2,12	11,3	**500**
550	**199**	550	300	15	29	27	438	56	142	492	120	45	M27	2,22	11,2	**550**
600	**212**	600	300	15,5	30	27	486	57	142	540	120	45	M27	2,32	11,0	**600**
650	**225**	650	300	16	31	27	534	58	142	588	120	45	M27	2,42	10,8	**650**
700	**241**	700	300	17	32	27	582	59	141	636	126	45	M27	2,52	10,5	**700**
800	**262**	800	300	17,5	33	30	674	63	141	734	130	40	M27	2,71	10,4	**800**
900	291	900	300	18,5	35	30	770	65	140	830	130	40	M27	2,91	10,0	900
1000	314	1000	300	19	36	30	868	66	140	928	130	40	M27	3,11	9,9	1000

HEM

Breitflanschträger HEM — *Profilés à larges ailes* HEM



$A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)\, t_f$

$A_w = (h - t_f) \cdot t_w$

$S_y = \frac{1}{2} W_{ply}$

$S_z = \frac{1}{2} W_{plz}$

$W_{ely} = \frac{I_y}{h/2}$

$\overline{W}_y = \frac{I_y}{(h - t_f)/2}$

$W_{elz} = \frac{I_z}{b/2}$

Maximale Lagerlängen /
Longueurs maximales en stock:
h ≤ 180 18 m
h ≥ 200 24 m

EURONORM 53 – 62, DIN 1025/4

Andere Bezeichnungen / *Autres désignations* } DIR, IPBv

* Auch in S355J0 oder S355J2 ab Schweizer Lager erhältlich

* *Livrable en S355J0 ou S355J2 du stock suisse*

HEM	m	Statische Werte / *Valeurs statiques*												
	kg/m	A mm²	A_v mm²	A_w mm²	I_y mm⁴	W_{ely} mm³	$\overline{W}_y$ mm³	W_{ply} mm³	i_y mm	I_z mm⁴	W_{elz} mm³	W_{plz} mm³	i_z mm	K = I_x mm⁴
					x 10⁶	x 10³	x 10³	x 10³		x 10⁶	x 10³	x 10³		x 10⁶
100*	**41,8**	5320	1804	1200	11,4	190	229	236	46,3	3,99	75,3	116	27,4	0,673
120*	**52,1**	6640	2115	1490	20,2	288	339	351	55,1	7,03	112	172	32,5	0,905
140*	**63,2**	8060	2446	1790	32,9	411	477	494	63,9	11,4	157	240	37,7	1,19
160*	**76,2**	9710	3081	2200	51,0	566	649	675	72,5	17,6	212	325	42,6	1,61
180*	**88,9**	11300	3465	2550	74,8	748	850	883	81,3	25,8	277	425	47,7	2,01
200*	**103**	13100	4103	2920	106,4	967	1090	1140	90,0	36,5	354	543	52,7	2,58
220*	**117**	14900	4531	3320	146,0	1220	1360	1420	98,9	50,1	444	679	57,9	3,14
240*	**157**	20000	6007	4280	242,9	1800	2040	2120	110	81,5	657	1010	63,9	6,27
260*	**172**	22000	6689	4640	313,1	2160	2430	2520	119	104,5	780	1190	69,0	7,22
280*	**189**	24000	7203	5120	395,5	2550	2860	2970	128	131,6	914	1400	74,0	8,09
300*	**238**	30300	9053	6320	592,0	3480	3930	4080	140	194,0	1250	1910	80,0	14,1
320*	**245**	31200	9485	6700	681,3	3800	4270	4440	148	197,1	1280	1950	79,5	15,1
340*	**248**	31600	9863	7080	763,7	4050	4530	4720	156	197,1	1280	1950	79,0	15,2
360*	**250**	31900	10240	7460	848,7	4300	4780	4990	163	195,2	1270	1940	78,3	15,2
400*	**256**	32600	11020	8230	1041	4820	5310	5570	179	193,3	1260	1930	77,0	15,2
450*	**263**	33500	11980	9200	1315	5500	6000	6340	198	193,4	1260	1940	75,9	15,4
500*	**270**	34400	12950	10200	1619	6180	6690	7090	217	191,5	1250	1930	74,6	15,5
550	**278**	35400	13960	11200	1980	6920	7440	7930	236	191,6	1250	1940	73,5	15,6
600	**285**	36400	14970	12200	2374	7660	8190	8770	256	189,7	1240	1930	72,2	15,7
650	**293**	37400	15970	13200	2817	8430	8970	9660	275	189,8	1240	1940	71,3	15,9
700	**301**	38300	16980	14200	3293	9200	9740	10500	293	188,0	1240	1930	70,1	16,0
800	**317**	40400	19430	16300	4426	10870	11400	12500	331	186,3	1230	1930	67,9	16,6
900	**333**	42400	21440	18300	5704	12540	13100	14400	367	184,5	1220	1930	66,0	16,9
1000	**349**	44400	23500	20300	7223	14330	14900	16600	403	184,6	1220	1940	64,5	17,2

Breitflanschträger HEM *Profilés à larges ailes* HEM

HEM

Anstelle des nicht mehr gewalzten Profils HEM 1100 können HL-Profile verwendet werden, siehe Seiten 40/41.

Im allgemeinen nur ab Werk lieferbar. Mindestmengen und Termine beachten.

w_1 mit $\varnothing_{max}$ nur für versetzte Schrauben.

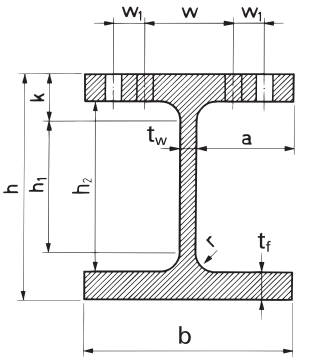
Walztoleranzen siehe Seite 116

Au lieu du profilé HEM 1100 qui n'est plus laminé, on utilisera des profilés HL (voir pages 40/41).

En général livrable d'usine uniquement. Tenir compte des quantités minimales et des délais.

w_1 avec $\varnothing_{max}$ seulement pour boulons décalés.

Tolérances de laminage voir page 116



HEM	m kg/m	Profilmasse *Dimensions de la section* h mm	b mm	t_w mm	t_f mm	r mm	Konstruktionsmasse *Dimensions de construction* h_1 mm	k mm	a mm	h_2 mm	w mm	w_1 mm	$\varnothing_{max}$	Oberfläche *Surface* U_m m^2/m	U_t m^2/t	HEM
100	**41,8**	120	106	12	20	12	56	32	47	80	60		M12	0,619	14,8	**100**
120	**52,1**	140	126	12,5	21	12	74	33	56	98	68		M16	0,738	14,2	**120**
140	**63,2**	160	146	13	22	12	92	34	66	116	76		M20	0,857	13,6	**140**
160	**76,2**	180	166	14	23	15	104	38	76	134	86		M20	0,970	12,7	**160**
180	**88,9**	200	186	14,5	24	15	122	39	85	152	100		M24	1,09	12,3	**180**
200	**103**	220	206	15	25	18	134	43	95	170	110		M24	1,20	11,7	**200**
220	**117**	240	226	15,5	26	18	152	44	105	188	120		M24	1,32	11,3	**220**
240	**157**	270	248	18	32	21	164	53	115	206	100	35	M24	1,46	9,30	**240**
260	**172**	290	268	18	32,5	24	176	57	125	225	110	40	M24	1,57	9,13	**260**
280	**189**	310	288	18,5	33	24	196	57	134	244	116	45	M24	1,69	8,94	**280**
300	**238**	340	310	21	39	27	208	66	144	262	120	50	M24	1,83	7,70	**300**
320	**245**	359	309	21	40	27	225	67	144	279	126	47	M27	1,87	7,63	**320**
340	**248**	377	309	21	40	27	243	67	144	297	126	47	M27	1,90	7,67	**340**
360	**250**	395	308	21	40	27	261	67	143	315	126	47	M27	1,93	7,77	**360**
400	**256**	432	307	21	40	27	298	67	143	352	126	47	M27	2,00	7,81	**400**
450	**263**	478	307	21	40	27	344	67	143	398	126	47	M27	2,10	7,97	**450**
500	**270**	524	306	21	40	27	390	67	142	444	130	45	M27	2,18	8,07	**500**
550	**278**	572	306	21	40	27	438	67	142	492	130	45	M27	2,28	8,20	**550**
600	**285**	620	305	21	40	27	486	67	142	540	130	45	M27	2,37	8,32	**600**
650	**293**	668	305	21	40	27	534	67	142	588	130	45	M27	2,47	8,42	**650**
700	**301**	716	304	21	40	27	582	67	141	636	130	42	M27	2,56	8,50	**700**
800	**317**	814	303	21	40	30	674	70	141	734	132	42	M27	2,75	8,66	**800**
900	**333**	910	302	21	40	30	770	70	140	830	132	42	M27	2,93	8,80	**900**
1000	**349**	1008	302	21	40	30	868	70	140	928	132	42	M27	3,13	8,97	**1000**

Annexe C - Référentiels mentionnés dans les supports

- Eurocode 2 : vérification de la flexion des poutres en béton armé, telle qu'intitulée dans le support.
- Eurocode 3 : vérification de la flexion des poutres en acier, telle qu'intitulée dans le support.
- CM66 : méthode de flambement des poteaux en acier présentée dans le support.
- CB71 : méthode de flexion et de flambement du bois présentée dans le support.

Conclusion générale

La flexion et le flambement illustrent deux dimensions complémentaires du comportement structural. La flexion met en évidence le rôle du moment sollicitant, de la géométrie de la section et de la résistance du matériau. Le flambement montre qu'un élément comprimé peut devenir instable avant même que la résistance simple du matériau ne soit épuisée.

La démarche de calcul enseignée dans ce polycopié peut se résumer par une séquence commune : identifier les actions, construire le modèle mécanique, calculer la sollicitation, caractériser la section, évaluer la résistance puis vérifier. Cette logique constitue la base du raisonnement structural.