

3. Continuación: Pandeo, pandeo lateral, abolladura

DIN 4114 hoja 1

Tabla 1: Coeficientes de pandeo ω para el acero St 33¹⁾ y St 37

λ	$\lambda +$										λ
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
20	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	20
30	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,13	1,13	30
40	1,14	1,14	1,15	1,16	1,16	1,17	1,18	1,19	1,19	1,20	40
50	1,21	1,22	1,23	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	50
60	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,39	1,40	60
70	1,41	1,42	1,44	1,45	1,46	1,48	1,49	1,50	1,52	1,53	70
80	1,55	1,56	1,58	1,59	1,61	1,62	1,64	1,66	1,68	1,69	80
90	1,71	1,73	1,74	1,76	1,78	1,80	1,82	1,84	1,86	1,88	90
100	1,90	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00	2,02	2,05	2,07	2,09	100
110	2,11	2,14	2,16	2,18	2,21	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39	110
120	2,43	2,47	2,51	2,55	2,60	2,64	2,68	2,72	2,77	2,81	120
130	2,85	2,90	2,94	2,99	3,03	3,08	3,12	3,17	3,22	3,26	130
140	3,31	3,36	3,41	3,45	3,50	3,55	3,60	3,65	3,70	3,75	140
150	3,80	3,85	3,90	3,95	4,00	4,06	4,11	4,16	4,22	4,27	150
160	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,60	4,65	4,71	4,77	4,82	160
170	4,88	4,94	5,00	5,05	5,11	5,17	5,23	5,29	5,35	5,41	170
180	5,47	5,53	5,59	5,66	5,72	5,78	5,84	5,91	5,97	6,03	180
190	6,10	6,16	6,23	6,29	6,36	6,42	6,49	6,55	6,62	6,69	190
200	6,75	6,82	6,89	6,96	7,03	7,10	7,17	7,24	7,31	7,38	200
210	7,45	7,52	7,59	7,66	7,73	7,81	7,88	7,95	8,03	8,10	210
220	8,17	8,25	8,32	8,40	8,47	8,55	8,63	8,70	8,78	8,86	220
230	8,93	9,01	9,09	9,17	9,25	9,33	9,41	9,49	9,57	9,65	230
240	9,73	9,81	9,89	9,97	10,05	10,14	10,22	10,30	10,39	10,47	240
250	10,55										250

Valores intermedios no necesitan ser interpolados

Tabla 2: Coeficientes de pandeo ω para el acero de construcción St 52-3

λ	$\lambda +$										λ
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
20	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,11	20
30	1,11	1,12	1,12	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,17	1,18	30
40	1,19	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	40
50	1,28	1,30	1,31	1,32	1,33	1,35	1,36	1,37	1,39	1,40	50
60	1,41	1,43	1,44	1,46	1,48	1,49	1,51	1,53	1,54	1,56	60
70	1,58	1,60	1,62	1,64	1,66	1,68	1,70	1,72	1,74	1,77	70
80	1,79	1,81	1,83	1,86	1,88	1,91	1,93	1,95	1,98	2,01	80
90	2,05	2,10	2,14	2,19	2,24	2,29	2,33	2,38	2,43	2,48	90
100	2,53	2,58	2,64	2,69	2,74	2,79	2,85	2,90	2,95	3,01	100
110	3,06	3,12	3,18	3,23	3,29	3,35	3,41	3,47	3,53	3,59	110
120	3,65	3,71	3,77	3,83	3,89	3,96	4,02	4,09	4,15	4,22	120
130	4,28	4,35	4,41	4,48	4,55	4,62	4,69	4,75	4,82	4,89	130
140	4,96	5,04	5,11	5,18	5,25	5,33	5,40	5,47	5,55	5,62	140
150	5,70	5,78	5,85	5,93	6,01	6,09	6,16	6,24	6,32	6,40	150
160	6,48	6,57	6,65	6,73	6,81	6,90	6,98	7,06	7,15	7,23	160
170	7,32	7,41	7,49	7,58	7,67	7,76	7,85	7,94	8,03	8,12	170
180	8,21	8,30	8,39	8,48	8,58	8,67	8,76	8,86	8,95	9,05	180
190	9,14	9,24	9,34	9,44	9,53	9,63	9,73	9,83	9,93	10,03	190
200	10,13	10,23	10,34	10,44	10,54	10,65	10,75	10,85	10,96	11,06	200
210	11,17	11,28	11,38	11,49	11,60	11,71	11,82	11,93	12,04	12,15	210
220	12,26	12,37	12,48	12,60	12,71	12,82	12,94	13,05	13,17	13,28	220
230	13,40	13,52	13,63	13,75	13,87	13,99	14,11	14,23	14,35	14,47	230
240	14,59	14,71	14,83	14,96	15,08	15,20	15,33	15,45	15,58	15,71	240
250	15,83										250

Valores intermedios no necesitan ser interpolados.

barras simples (p. e. $m = 2$ en la figura 8 c). La unión transversal puede ser de celosía (« barra de celosía », figura 4 a) o mediante presillas (« barra empresillada », figura 4 b).
 S el valor absoluto de la mayor fuerza de compresión que actúa en TODA LA PIEZA (kg);
 F la sección bruta de TODA LA PIEZA (cm²);
 F_1 la sección bruta de una barra simple (cm²);
 $J_x = F \cdot i_x^2$ y $J_y = F \cdot i_y^2$ los momentos de inercia de la sección total, referidos a los ejes principales $x - x$ o $y - y$ (cm⁴); el eje principal $x - x$ se designa como « eje material », cuando corta las secciones de todas las barras simples.

(Continuación ver pág. 644)

¹⁾ Téngase en cuenta cap. 2.11 del decreto de introducción a DIN 1050 (ver cap. 7.3.1.1.).

Compl. a 3 Cont.: Apéndice a DIN 4114 hoja 1 Pandeo, pandeo lateral, abolladura *)

Para barras a compresión simples formadas por tubos circulares vale la siguiente determinación, que ya desde hace tiempo se ha introducido por las autoridades de inspección de obras y que contiene facilidades para el cálculo de estas barras. Esta determinación tiene que incluirse en una nueva edición de DIN 4114 y que se pone en conocimiento con anterioridad con la presente edición julio 1952 x x x :

Las barras comprimidas axialmente que han de calcularse según el cap. 7, o las barras comprimidas excéntricamente que han de calcularse según el cap. 10, pueden dimensionarse con los coeficientes de pandeo ω de las siguientes tablas 1 a y 2 a, en tanto que la barra esté formada por un tubo circular (sin costura o soldado) con un espesor $t \leq 1/4$ del diámetro exterior. Esta regulación vale sólo para barras a compresión simples, en tanto no se empleen en la construcción de andamios. Para las barras a compresión compuestas formadas por tubos circulares y todas las restantes barras a compresión simples o compuestas con sección cerrada valen los coeficientes de pandeo de la tabla 1 y 2.

Tabla 1 a : Coefs. de pandeo ω para el acero St 37 en barras a compr. simples de tubos circulares *)

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	λ
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	20
30	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,05	1,06	1,06	30
40	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	40
50	1,12	1,13	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,17	1,17	1,18	50
60	1,19	1,20	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	60
70	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	70
80	1,39	1,40	1,41	1,42	1,44	1,46	1,47	1,48	1,50	1,51	80
90	1,53	1,54	1,56	1,58	1,59	1,61	1,63	1,64	1,66	1,68	90
100	1,70	1,73	1,76	1,79	1,83	1,87	1,90	1,94	1,97	2,01	100
110	2,05	2,08	2,12	2,16	2,20	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39	110
120	2,43	2,47	2,51	2,55	2,60	2,64	2,68	2,72	2,77	2,81	120
130	2,85	2,90	2,94	2,99	3,03	3,08	3,12	3,17	3,22	3,26	130
140	3,31	3,36	3,41	3,45	3,50	3,55	3,60	3,65	3,70	3,75	140
150	3,80	3,85	3,90	3,95	4,00	4,06	4,11	4,16	4,22	4,27	150
160	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,60	4,65	4,71	4,77	4,82	160
170	4,88	4,94	5,00	5,05	5,11	5,17	5,23	5,29	5,35	5,41	170
180	5,47	5,53	5,59	5,66	5,72	5,78	5,84	5,91	5,97	6,03	180
190	6,10	6,16	6,23	6,29	6,36	6,42	6,49	6,55	6,62	6,69	190
200	6,75	6,82	6,89	6,96	7,03	7,10	7,17	7,24	7,31	7,38	200
210	7,45	7,52	7,59	7,66	7,73	7,81	7,88	7,95	8,03	8,10	210
220	8,17	8,25	8,32	8,40	8,47	8,55	8,63	8,70	8,78	8,86	220
230	8,93	9,01	9,09	9,17	9,25	9,33	9,41	9,49	9,57	9,65	230
240	9,73	9,81	9,89	9,97	10,05	10,14	10,22	10,30	10,39	10,47	240
250	10,55										250

Valores intermedios no necesitan ser interpolados.

Tabla 2 a : Coefs. de pandeo ω para el acero St 52 en barras a compres. simples de tubos circulares. **)

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	λ
20	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	20
30	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,10	1,10	30
40	1,11	1,11	1,12	1,13	1,13	1,14	1,15	1,16	1,16	1,17	40
50	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	50
60	1,28	1,30	1,31	1,32	1,33	1,35	1,36	1,38	1,39	1,41	60
70	1,42	1,44	1,46	1,47	1,49	1,51	1,53	1,55	1,57	1,59	70
80	1,62	1,66	1,71	1,75	1,79	1,83	1,88	1,92	1,97	2,01	80
90	2,05	2,10	2,14	2,19	2,24	2,29	2,33	2,38	2,43	2,48	90
100	2,53	2,58	2,64	2,69	2,74	2,79	2,85	2,90	2,95	3,01	100
110	3,06	3,12	3,18	3,23	3,29	3,35	3,41	3,47	3,53	3,59	110
120	3,65	3,71	3,77	3,83	3,89	3,96	4,02	4,09	4,15	4,22	120
130	4,28	4,35	4,41	4,48	4,55	4,62	4,69	4,75	4,82	4,89	130
140	4,96	5,04	5,11	5,18	5,25	5,33	5,40	5,47	5,55	5,62	140
150	5,70	5,78	5,85	5,93	6,01	6,09	6,16	6,24	6,32	6,40	150
160	6,48	6,57	6,65	6,73	6,81	6,90	6,98	7,06	7,15	7,23	160
170	7,32	7,41	7,49	7,58	7,67	7,76	7,85	7,94	8,03	8,12	170
180	8,21	8,30	8,39	8,48	8,58	8,67	8,76	8,86	8,95	9,05	180
190	9,14	9,24	9,34	9,44	9,53	9,63	9,73	9,83	9,93	10,03	190
200	10,13	10,23	10,34	10,44	10,54	10,65	10,75	10,85	10,96	11,06	200
210	11,17	11,28	11,38	11,49	11,60	11,71	11,82	11,93	12,04	12,15	210
220	12,26	12,37	12,48	12,60	12,71	12,82	12,94	13,05	13,17	13,28	220
230	13,40	13,52	13,63	13,75	13,87	13,99	14,11	14,23	14,35	14,47	230
240	14,59	14,71	14,83	14,96	15,08	15,20	15,33	15,45	15,58	15,71	240
250	15,83										250

Valores intermedios no necesitan ser interpolados.

*) Ver cap. 7.3.2.3.4.

**) Los valores ω para $\lambda < 115$ en la tabla 1 a y para $\lambda < 89$ en la tabla 2 a están disminuidos con relación a los valores de la tabla 1 y 2 según DIN 4114 hoja 1. Para los grados de esbeltez λ por encima de estos límites, no cambian los valores de ω , pero se imprimieron para facilitar el uso de esta tabla.

Tabla 1

la hipótesis de carga 1 (fuerzas principales) (figura 7 b y tabla 1); en la hipótesis de carga 2 (fuerzas principales y secundarias) hay que aumentar este valor en relación con las tensiones a tracción admisibles. De los valores $\sigma_{d adm}$ se deducen los coeficientes de pandeo mediante la relación $\omega = \sigma_{adm} / \sigma_{d adm}$; para los dos tipos de acero se tomará en este caso $\sigma_{adm} = 1400$ o 2100 kg/cm^2 , respectivamente.

λ	σ_{Kr}		σ_{Ki}	$\sigma_{d adm}$ (hipót. carga 1)	
	St 37	St 52		St 37	St 52
20	2023	2975	—	1349	1983
30	1941	2832	—	1294	1888
40	1845	2659	—	1230	1773
50	1737	2456	—	1158	1637
60	1617	2231	—	1078	1487
70	1489	1995	4230	993	1330
80	1358	1762	3238	905	1175†
90	1229	1546	2559	819	1024
100	1107	1354	2073	738	829
110	994	1186	1713	663	685
120	892	1043	1439	576	576
130	—	—	1226	490	490
140	—	—	1057	423	423
150	—	—	921	368	368

Di 7.3 Dimensionado directo de barras comprimidas

Si para una barra comprimida, de forma dada, ha de determinarse DIRECTAMENTE la sección transversal F necesaria, hay que calcular, mediante los valores dados S , s_K , σ_{adm} y el COEFICIENTE DE FORMA Z , la «CARACTERÍSTICA DE LA BARRA» $\zeta = \sqrt{\frac{Z \cdot s_K^2 \cdot \sigma_{adm}}{S}}$, y tomar de la tabla 2 el coeficiente de pandeo correspondiente ω , pudiéndose en ello interpolar linealmente los valores intermedios. La sección necesaria será entonces $F = \omega \cdot \frac{S}{\sigma_{adm}}$ y la esbeltez λ de la barra tendrá el valor indicado en la tabla 2. En las secciones semejantes geoméricamente, Z es independiente del área de la sección y puede, para la FORMA de la sección dada, determinarse mediante la relación $Z = \frac{F}{i^2} = \frac{F^2}{J}$. Si los perfiles considerados para el dimensionado (p. e., los perfiles laminados de una serie no son semejantes geoméricamente de manera exacta, el procedimiento indicado sólo es aproximado, y su utilidad depende de la correcta evaluación del coeficiente de forma Z . En lugar de la estimación del coeficiente de forma Z , puede también estimarse directamente el COEFICIENTE DE PANDEO, y a base de este valor ω^* , calcular una superficie $F^* = \omega^* \cdot \frac{S}{\sigma_{adm}}$. De una tabla de perfiles tomaremos el radio de giro i^* correspondiente a esta superficie y determinaremos la característica de la barra $\zeta = \frac{s_K}{i^*} \sqrt{\omega^*}$. A esta ζ corresponderá, en la tabla 2, un valor de ω , que, en caso de diferir notablemente de ω^* , puede servir como nuevo valor estimado, corregido; pero que, en caso contrario puede emplearse ya para el cálculo de la sección buscada $F = \omega \cdot \frac{S}{\sigma_{adm}}$. Frente al valor ω encontraremos de nuevo, en la tabla 2, la esbeltez λ de la pieza. En los dos procedimientos ^{*)}, se da por supuesto que el valor $\lambda \cdot \sqrt{\omega}$ es independiente de F en las secciones GEOMÉTRICAMENTE SEMEJANTES. Ha de tenerse en cuenta que la comprobación $\omega \cdot \frac{S}{F} \leq \sigma_{adm}$ exigida en el cap. 7.1 de las prescripciones tiene que efectuarse también cuando la barra se dimensiona por el procedimiento «directo» descrito.

Di 7.4 Carga de pandeo s_K y coeficiente de seguridad al pandeo ν_K de Engesser

Di 7.41 Si en la determinación de la TENSION DE PANDEO se prescinde de la hipótesis de la validez ilimitada de la ley de deformación de HOOKE y en vez de ella — conservando las restantes hipótesis ideales — se toma por base el DIAGRAMA TENSIONES-DEFORMACIONES DEL ACERO, se obtiene en lugar de la tensión de pandeo de EULER σ_{Ki} , la tensión de pandeo de ENGESSER, dependiente del módulo

de pandeo $T, \sigma_K = \frac{\pi^2 \cdot T}{\lambda^2}$. Si designamos por σ_P

Nota de pie 9 ver la nota de pie con el mismo número de la página siguiente

Tabla 2

ζ	St 00*, construcción y St 37		Acero comercial de St 52	
	ω	λ	ω	λ
21	1,04	20,6	1,06	20,4
25	1,05	24,4	1,08	24,1
30	1,07	29,0	1,10	28,6
35	1,10	33,4	1,13	32,9
40	1,12	37,8	1,16	37,1
45	1,15	42,0	1,19	41,2
50	1,18	46,0	1,23	45,1
55	1,21	50,0	1,27	48,8
60	1,24	53,8	1,31	52,5
65	1,27	57,6	1,35	55,9
70	1,31	61,2	1,40	59,2
75	1,35	64,6	1,45	62,4
80	1,38	68,1	1,50	65,4
85	1,42	71,3	1,55	68,3
90	1,46	74,4	1,60	71,1
95	1,51	77,4	1,65	73,8
100	1,55	80,3	1,71	76,5
105	1,59	83,2	1,77	79,0
110	1,64	85,9	1,82	81,5
115	1,68	88,6	1,88	83,9
120	1,73	91,3	1,94	86,2
125	1,77	93,8	2,00	88,4
130	1,82	96,3	2,07	90,4
135	1,87	98,7		
140	1,92	101,1		
145	1,97	103,4		
150	2,02	105,6		
160	2,12	110,0		
170	2,22	114,1		
180	2,34	117,6		
			$\frac{\zeta}{62,83}$	$7,93 \sqrt{\zeta}$
< 180	$\frac{\zeta}{76,95}$	$8,77 \sqrt{\zeta}$		

*) El acero St 00 y el acero comercial de construcción han sido sustituidos por el acero St 33 ver capítulo 7.3.1.1.1.