

Bemessung für dynamische Belastung

Die Kaiser-Omnia-Plattendecke ist grundsätzlich auch bei nicht vorwiegend ruhender Verkehrsbelastung einsetzbar, also z. B. auch im Brückenbau. Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Gitterträger müssen für dynamische Belastung zugelassen sein. Das trifft für die Gitterträger KT 100 und KTS sowie für die Wand-Gitterträger KTW zu.
- Die Untergurtstäbe der Gitterträger dürfen nicht als Biegezugbewehrung angerechnet werden.
- Der Durchmesser der Biegezugbewehrung darf höchstens 16 mm sein. Sie darf nicht gestaffelt werden.
- Die Fertigplattendicke h_1 muss mindestens 6 cm betragen, im Brückenbau 8 cm.
- Die Oberfläche der Fertigplatte muss aufgeraut sein.
- Der Nachweis gegen Ermüdung ist nach DIN 1045-1, Abschnitt 10.8 zu führen.

Bemessung für Biegung

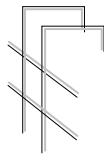
Unter Beachtung der o. g. Punkte unterscheidet sich die Biegebemessung nicht von der Bemessung für reine Ortbetondecken bzw. für reine Ortbetonwände.

Bemessung für Querkraft

Für die Berechnung der Verbund- und Querkraftbewehrung sind grundsätzlich zwei Nachweise erforderlich:

1.

Für die gesamte einwirkende Bemessungs-Querkraft v_{Ed} (statischer und dynamischer Anteil) ist der Verbund- und Querkraftnachweis zu führen. Dabei darf bei der Verbundbemessung der Traganteil des Haftverbundes nicht angesetzt werden ($v_{Rd,ct, Fuge} = 0$). Weiterhin darf die maximal einwirkende Querkraft den Wert $0,5 \cdot v_{Rd, max}$ nicht überschreiten (mit $v_{Rd, max}$ nach Zulassungen), und die Neigung der Diagonalen muss $\alpha \geq 45^\circ$ sein. Die Bemessung kann mit Hilfe des EDV-Programms „Querkraft-/Verbundnachweis DIN 1045-1:2008“ online erfolgen.



2.

Für die Diagonalen/Vertikalen der Gitterträger ist darüber hinaus der Nachweis gegen Ermüdung zu führen (Schwingungsspannungsbreite). Der Nachweis gegen Ermüdung kann in Anlehnung an DIN 1045-1, Abschnitt 10.8.3 vorgenommen werden. Danach beträgt die Schwingungsspannungsbreite

$$\max \Delta\sigma_s = \frac{\Delta\sigma_{Rsk} (N^*)}{1,15}$$
$$\max \Delta\sigma_{Rsk} = (N^* = 2 \cdot 10^6) = 92 \text{ N/mm}^2$$

(KTS, KT 100– und KTW-Zulassungen)

$$\max \Delta\sigma_s = \frac{92 \text{ N/mm}^2}{1,15} = 80 \text{ N/mm}^2$$

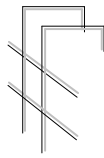
Dieser Spannungswert muss unter **Gebrauchslasten**, also bei $\gamma_F = 1,0$, eingehalten werden.

Die Berechnung der vorhandenen Schwingungsspannungsbreite erfolgt unter Gebrauchslasten mit einer verminderten Druckstrebenneigung $\tan \theta_{fat} = \sqrt{\tan \theta}$, wobei θ der Druckstrebenwinkel unter **Bemessungslasten** ist.

Für Decken ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung ist die Verbundbewehrung für den dynamischen Querkraftanteil stets mit einem Druckstrebenwinkel $\theta = 45^\circ$ ($\cot \theta = 1,0$) zu ermitteln. Darüber hinaus müssen in diesem Fall der Abstand zwischen der Oberkante des Fertigbetons und der Unterkante des Obergurts mindestens 5 cm sowie der Abstand zwischen Oberkante Untergurt und Oberkante Fertigteil mindestens 3 cm betragen (siehe Zulassungen). Diese Regelung ist kaum praktikabel und außerdem unwirtschaftlich. Sie führt zu großen Bewehrungsquerschnitten und zu größeren Fertigplattendicken. Alternativ hierzu besteht jedoch die Möglichkeit, die Gitterträger nach den Regeln für Querkraftbewehrung (Höhe, Abstand) anzuordnen und für $\cot \theta$ den Wert 3,0 zu wählen.

a) Gitterträger verlaufen in Richtung des Querkraftverlaufs

Nach DIN 1045-1, Gl. (75) und Gl. (77) sowie mit $\cot \theta_{fat} = \dots = \sqrt{\cot \theta}$ wird der von der vorhandenen Diagonalen-/Vertikalenbewehrung vorh a_{sw} aufnehmbare dynamische Querkraftanteil unter **Gebrauchslasten**



für die Gitterträger KT 100 und KTW

$$\text{aufn } \Delta v_{\text{Ed,fat}} [\text{kN/m}] = \text{vorh } a_{\text{sw}} [\text{cm}^2/\text{m}^2] \cdot 8,0 [\text{kN}/\text{cm}^2] \cdot z [\text{m}] \cdot (\sqrt{\cot \theta} + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha \quad (1a)$$

$$\text{mit vorh } a_{\text{sw}} = \frac{\pi \cdot d_s^2 [\text{cm}^2]}{2 \cdot s_D [\text{m}] \cdot s_T [\text{m}]}$$

s_T = GT-Abstand

s_D = 0,20 m (KT 100)
= 0,30m (KTW)

für die Gitterträger KTS (Diagonalen + Vertikalen)

$$\text{aufn } \Delta v_{\text{Ed,fat}} [\text{kN/m}] = \frac{1}{2} \cdot \text{vorh } a_{\text{sw}} [\text{cm}^2/\text{m}^2] \cdot 8,0 [\text{kN}/\text{cm}^2] \cdot z [\text{m}] \cdot [\sqrt{\cot \theta} + (\sqrt{\cot \theta} + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha] \quad (1b)$$

$$\text{mit vorh } a_{\text{sw}} = \frac{\pi \cdot d_s^2 [\text{cm}^2]}{0,20 [\text{m}] \cdot s_T [\text{m}]}$$

s_T = GT-Abstand

α = Neigungswinkel der Diagonalen

Für die erforderliche Diagonalen-/Vertikalenbewehrung gilt

für die Gitterträger KT 100 und KTW

$$\text{erf } a_{\text{sw}} [\text{cm}^2/\text{m}^2] = \frac{\text{vorh } \Delta v_{\text{Ed,fat}} [\text{kN/m}]}{8,0 [\text{kN}/\text{cm}^2] \cdot z [\text{m}] \cdot (\sqrt{\cot \theta} + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha} \quad (2a)$$

für die Gitterträger KTS (Diagonalen + Vertikalen)

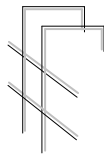
$$\text{erf } a_{\text{sw}} [\text{cm}^2/\text{m}^2] = \frac{2 \cdot \text{vorh } \Delta v_{\text{Ed,fat}} [\text{kN/m}]}{8,0 [\text{kN}/\text{cm}^2] \cdot z [\text{m}] \cdot [\sqrt{\cot \theta} + (\sqrt{\cot \theta} + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha]} \quad (2b)$$

mit α = Neigungswinkel der Diagonalen

Außer nach den Gleichungen (1a) bis (2b) kann die praktische Berechnung am besten mit Hilfe der Tabelle 1 (KT 100), der Tabelle 2 (KTS) und der Tabelle 3 (KTW 200) erfolgen.

b) Gitterträger verlaufen quer zum Querkraftverlauf

Nach DIN 1045-1, Gl. (75) sowie mit $\cot \theta_{\text{fat}} = \dots = \sqrt{\cot \theta}$ wird der von der vorhandenen Diagonalen-/Vertikalenbewehrung vorh a_{sw} aufnehmbare dynamische Querkraftanteil unter **Gebrauchslasten**



für die Gitterträger KT 100 und KTW (alle Diagonalen)

$$\text{aufn } \Delta v_{\text{Ed,fat}} [\text{kN/m}] = \text{vorh } a_{\text{sw}} [\text{cm}^2/\text{m}^2] \cdot 8,0 [\text{kN/cm}^2] \cdot z [\text{m}] \cdot \sqrt{\cot \theta} \cdot \sin \alpha \quad (3a)$$

$$\text{mit vorh } a_{\text{sw}} = \frac{\pi \cdot d_s^2 [\text{cm}^2]}{s_D [\text{m}] \cdot s_T [\text{m}]}$$

α = Neigungswinkel der Diagonalen

s_T = GT-Abstand

s_D = 0,20 m (KT 100)

= 0,30m (KTW)

für die Gitterträger KTS (Diagonalen + Vertikalen)

$$\text{aufn } \Delta v_{\text{Ed,fat}} [\text{kN/m}] = \frac{1}{2} \cdot \text{vorh } a_{\text{sw}} [\text{cm}^2/\text{m}^2] \cdot 8,0 [\text{kN/cm}^2] \cdot z [\text{m}] \cdot \sqrt{\cot \theta} \cdot (1 + \sin \alpha) \quad (3b)$$

$$\text{mit vorh } a_{\text{sw}} = \frac{\pi \cdot d_s^2 [\text{cm}^2]}{0,20 [\text{m}] \cdot s_T [\text{m}]}$$

s_T = GT-Abstand

α = Neigungswinkel der Diagonalen

Für die erforderliche Diagonalen-/Vertikalbewehrung gilt

für die Gitterträger KT 100 und KTW (alle Diagonalen)

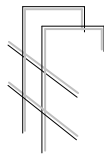
$$\text{erf } a_{\text{sw}} [\text{cm}^2/\text{m}^2] = \frac{\text{vorh } \Delta v_{\text{Ed,fat}} [\text{kN/m}]}{8,0 [\text{kN/cm}^2] \cdot z [\text{m}] \cdot \sqrt{\cot \theta} \cdot \sin \alpha} \quad (4a)$$

für die Gitterträger KTS (Diagonalen + Vertikalen)

$$\text{erf } a_{\text{sw}} [\text{cm}^2/\text{m}^2] = \frac{2 \cdot \text{vorh } \Delta v_{\text{Ed,fat}} [\text{kN/m}]}{8,0 [\text{kN/cm}^2] \cdot z [\text{m}] \cdot \sqrt{\cot \theta} \cdot (1 + \sin \alpha)} \quad (4b)$$

mit α = Neigungswinkel der Diagonalen

Außer nach den Gleichungen (3 a) bis (4 b) kann die praktische Berechnung am besten mit Hilfe der Tabelle 4 (KT 100), der Tabelle 5 (KTS) und der Tabelle 6 (KTW 200) erfolgen.

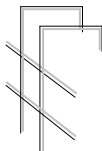


Trägertyp	Ø Dia [mm]	α [°]	cot θ										
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
KT 111	7	45,0	43,6	45,6	47,5	49,3	51,0	52,6	54,1	55,5	56,9	58,2	59,5
KT 112	7	47,9	43,5	45,7	47,7	49,6	51,3	53,0	54,6	56,1	57,5	58,9	60,2
KT 113	7	50,9	43,3	45,6	47,7	49,7	51,5	53,2	54,9	56,5	58,0	59,4	60,8
KT 114	7	53,6	43,1	45,4	47,6	49,6	51,5	53,5	55,0	56,7	58,2	59,8	61,2
KT 115	8	56,0	55,9	59,0	62,0	64,7	67,3	69,7	72,0	74,2	76,3	78,3	80,3
KT 116	8	58,2	55,4	58,7	61,7	64,5	67,1	69,6	71,9	74,2	76,3	78,4	80,4
KT 117	8	60,1	54,9	58,3	61,3	64,2	66,9	69,4	71,8	74,1	76,3	78,4	80,5
KT 118	8	61,9	54,4	57,8	60,9	63,8	66,6	69,1	71,6	73,9	76,2	78,3	80,4

$$s_T \text{ [m]} \leq \frac{\text{Tab. - Wert} \cdot z \text{ [m]}}{\text{vorh} \Delta v_{\text{Ed, fat}} \text{ [kN/m]}}$$

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Tabelle 1: Erforderliche Abstände der KT 100-Gitterträger für den Ermüdungsnachweis bei Anordnung der KT 100-Gitterträger in Richtung des Querkraftverlaufs

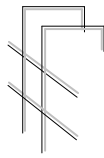


Trägertyp	Ø Dia [mm]	α [°]	cot θ										
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
KTS 8 bis KTS 16	7	45,0	74,4	79,5	84,1	88,4	92,5	96,3	99,9	103,4	106,7	109,9	113,0
	8	45,8	97,3	103,8	109,9	115,5	120,8	125,8	130,5	135,1	139,4	143,6	147,7
KTS 18 und KTS 20	7	49,5	75,2	80,4	85,3	89,8	94,1	98,1	101,9	105,6	109,1	112,5	115,7
	8	52,8	98,2	105,1	111,4	117,4	123,0	128,2	133,2	137,9	142,5	146,9	151,2
KTS 22 und KTS 25	7	55,6	73,4	78,8	83,8	88,4	92,8	96,9	100,8	104,5	108,1	111,6	114,9
	8	59,3	95,9	102,9	109,4	115,5	121,2	126,6	131,7	136,6	141,3	145,8	150,2
KTS 30	7	64,0	72,1	77,7	82,8	87,6	92,1	96,3	100,4	104,2	107,9	111,5	114,9
	8		94,2	101,5	108,2	114,5	120,3	125,9	131,1	136,2	141,0	145,7	150,2

$$\text{erf } s_T [\text{m}] \leq \frac{\text{Tab. - Wert} \cdot z [\text{m}]}{\text{vorh} \Delta v_{\text{Ed, fat}} [\text{kN/m}]}$$

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Tabelle 2: Erforderliche Abstände der KTS-Gitterträger für den Ermüdungsnachweis bei Anordnung der KTS-Gitterträger in Richtung des Querkraftverlaufs

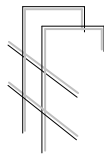


Trägertyp	Ø Dia [mm]	α [°]	cot θ										
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
KTW 214 bis KTW 219	6	47,7 bis 54,9	21,2	22,3	23,3	24,3	25,2	26,0	26,8	27,6	28,4	29,1	29,8
KTW 220 bis KTW 224	6	56,1 bis 60,3	20,8	22,0	23,1	24,1	25,1	26,1	26,9	27,8	28,6	29,4	30,1
KTW 225 bis KTW 230	7	61,2 bis 65,0	27,6	29,3	30,9	32,4	33,8	35,1	36,4	37,6	38,7	39,9	40,9
KTW 231 bis KTW 240	7	65,7 bis 70,4	26,7	28,5	30,2	31,8	33,2	34,6	35,9	37,2	38,4	39,5	40,7

$$\text{erf } s_T \text{ [m]} \leq \frac{\text{Tab. - Wert} \cdot z \text{ [m]}}{\text{vorh} \Delta v_{\text{Ed, fat}} \text{ [kN/m]}}$$

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Tabelle 3: Erforderliche Abstände der KTW-Gitterträger für den Ermüdungsnachweis bei Anordnung der KTW-Gitterträger in Richtung des Querkraftverlaufs

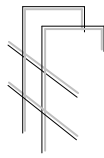


Trägertyp	Ø Dia [mm]	α [°]	cot θ										
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
KT 111	7	45,0	43,5	47,6	51,4	55,0	58,3	61,5	64,5	67,4	70,1	72,8	75,3
KT 112	7	47,9	45,5	49,9	53,8	57,6	61,1	64,4	67,5	70,5	73,4	76,2	78,8
KT 113	7	50,9	47,7	52,3	56,5	60,4	64,0	67,5	70,8	73,9	77,0	79,9	82,7
KT 114	7	53,6	49,8	54,6	58,9	63,0	66,8	70,4	73,9	77,2	80,3	83,4	86,3
KT 115	8	56,0	66,7	73,1	79,0	84,4	89,5	94,4	99,0	103,4	107,6	111,7	115,6
KT 116	8	58,2	68,3	74,9	80,9	86,4	91,7	96,6	101,4	105,9	110,2	114,4	118,4
KT 117	8	60,1	69,7	76,4	82,5	88,2	93,5	98,6	103,4	108,0	112,4	116,6	120,7
KT 118	8	61,9	70,6	77,5	83,7	89,5	94,9	100,1	104,9	109,6	114,1	118,4	122,5

$$\text{erf } s_T \text{ [m]} \leq \frac{\text{Tab. - Wert} \cdot z \text{ [m]}}{\text{vorh} \Delta v_{\text{Ed, fat}} \text{ [kN/m]}}$$

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Tabelle 4: Erforderliche Abstände der KT 100-Gitterträger für den Ermüdungsnachweis bei Anordnung der KT 100-Gitterträger quer zur Richtung des Querkraftverlaufs

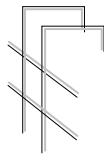


Trägertyp	Ø Dia [mm]	α [°]	cot θ										
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
KTS 8 bis KTS 16	7	45,0	52,7	57,8	62,4	66,7	70,7	74,6	78,2	81,7	85,0	88,2	91,3
	8	45,8	68,8	75,4	81,4	87,1	92,3	97,3	102,1	106,6	111,0	115,2	119,2
KTS 18 und KTS 20	7	49,5	55,4	60,7	65,6	70,1	74,4	78,4	82,2	85,9	89,4	92,8	96,0
	8	52,8	72,4	79,3	85,6	91,5	97,1	102,3	107,3	112,1	116,7	121,1	125,3
KTS 22 und KTS 25	7	55,6	56,8	62,2	67,2	71,8	76,2	80,3	84,2	87,9	91,5	95,0	98,3
	8	59,3	74,1	81,2	87,7	93,7	99,4	104,8	109,9	114,8	119,5	124,0	128,3
KTS 30	7	64,0	58,5	64,1	69,2	74,0	78,5	82,8	86,8	90,7	94,4	97,9	101,4
	8		76,4	83,7	90,4	96,6	102,5	108,0	113,3	118,3	123,2	127,8	132,3

$$\text{erf } s_T [\text{m}] \leq \frac{\text{Tab. - Wert} \cdot z [\text{m}]}{\text{vorh} \Delta v_{\text{Ed, fat}} [\text{kN/m}]}$$

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Tabelle 5: Erforderliche Abstände der KTS-Gitterträger für den Ermüdungsnachweis bei Anordnung der KTS-Gitterträger quer zur Richtung des Querkraftverlaufs

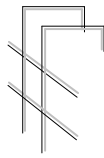


Trägertyp	Ø Dia [mm]	α [°]	cot θ										
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
KTW 214 bis KTW 219	6	47,7 bis 54,9	23,5	25,8	27,8	29,7	31,5	33,2	34,9	36,4	37,9	39,3	40,7
KTW 220 bis KTW 224	6	56,1 bis 60,3	25,6	28,1	30,3	32,4	34,4	36,2	38,0	39,7	41,3	42,8	44,4
KTW 225 bis KTW 230	7	61,2 bis 65,0	36,5	40,0	43,2	46,2	49,0	51,6	54,2	56,6	58,9	61,1	63,3
KTW 231 bis KTW 240	7	65,7 bis 70,4	38,2	41,8	45,2	48,3	51,2	54,0	56,6	59,1	61,5	63,9	66,1

$$\text{erf } s_T \text{ [m]} \leq \frac{\text{Tab. - Wert} \cdot z \text{ [m]}}{\text{vorh} \Delta v_{\text{Ed, fat}} \text{ [kN/m]}}$$

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Tabelle 6: Erforderliche Abstände der KTW 200-Gitterträger für den Ermüdungsnachweis bei Anordnung der KTW 200-Gitterträger quer zur Richtung des Querkraftverlaufs



c) Beispiel

gegeben: Deckendicke $h = 20 \text{ cm}$
statische Höhe $d = 17 \text{ cm}$
innerer Hebelarm $z = 13 \text{ cm}$
 $\cot \theta = 1,5$ (aus Verbund-/Querkraftbemessung)
dynamischer Querkraftanteil unter Gebrauchslasten $\Delta v_{\text{Ed,fat}} = 15 \text{ kN/m}$
Gitterträger KT 114 mit $a_{\text{sw}} = 3,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $\alpha = 53,6^\circ$
 $s_{\text{T}} = 40,0 \text{ cm}$

gesucht: Querkraftbewehrung für Nachweis gegen Ermüdung

1) Berechnung nach Tabelle 1 (interpoliert):

$$\begin{aligned} \text{erf } s_{\text{T}} &= \frac{48,6 \text{ kN/m} \cdot 0,13 \text{ m}}{15,0 \text{ kN/m}} \\ &= 0,42 \text{ m} > 0,40 \text{ m} = \text{vorh } s_{\text{T}} \end{aligned}$$

2) Berechnung nach Gleichung (1a)

$$\begin{aligned} \text{aufn } \Delta v_{\text{Ed,fat}} [\text{kN/m}] &= \frac{3,85 \text{ cm}^2/\text{m}}{0,40 \text{ m}} \cdot 8 \text{ kN/cm}^2 \cdot 0,13 \text{ m} \cdot (\sqrt{1,5} + \cot 53,6^\circ) \cdot \sin 53,6^\circ \\ &= 15,8 \text{ kN/m} > 15,0 \text{ kN/m} = \text{vorh } \Delta v_{\text{Ed,fat}} \end{aligned}$$

3) Berechnung nach Gleichung (2a):

$$\begin{aligned} \text{erf } a_{\text{sw}} &= \frac{15 \text{ kN/m}}{8 \text{ kN/cm}^2 \cdot 0,13 \text{ m} \cdot (\sqrt{1,5} + \cot 53,6^\circ) \cdot \sin 53,6^\circ} \\ &= 9,2 \text{ cm}^2/\text{m}^2 \\ \text{vorh } a_{\text{sw}} &= 3,85 \text{ cm}^2/\text{m} / 0,40 \text{ m} \\ &= 9,6 \text{ cm}^2/\text{m}^2 > 9,2 \text{ cm}^2/\text{m}^2 \end{aligned}$$