

Industrieböden aus Beton: „Bemessung“

3. Betonplatte – Einwirkungen

Industrieböden werden sowohl durch flächig wirkende Lasten (Paletten, Maschinen, ...) als auch punktförmig wirkende Lasten (Regale oder Container) beansprucht. Neben den Einwirkungen aus praktisch ruhenden Lasten können durch Fahrverkehr erhebliche dynamische Beanspruchungen ausgelöst werden. Charakteristische Radlasten und Bemessungswerte für Gabelstapler, Lastkraftwagen und Fahrzeuge sind aus den folgenden Tabellen ersichtlich.

3.1 Einwirkungen durch Gabelstapler

Gabelstapler: Einwirkungen infolge von Gabelstaplern (angelehnt an DIN EN 1991-1-1)

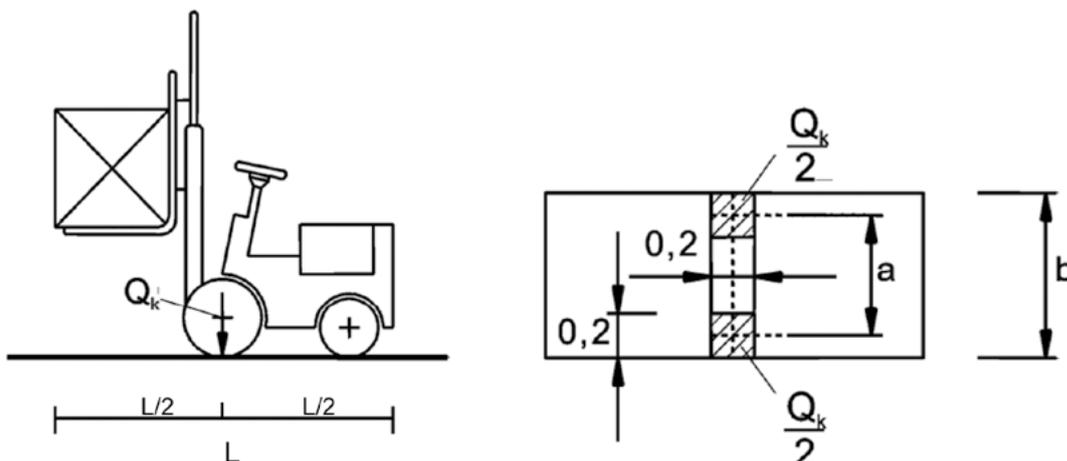
Tab. 1: Charakteristische Werte und lotrechte Verkehrslasten bei Gabelstaplern

Gabelstapler Klasse	Eigen-gewicht [kN]	Nenn-trag-fähigkeit [kN]	zulässige Gesamt-last [kN]	Achslast $2 \times Q_k$ [kN]	Radlast ⁽¹⁾ Q_k [kN]	Bemes-sungs-wert Q_d ⁽²⁾ [kN]	Rad-abstand a [m]	Belastungs-klasse LF für Radlasten von Flurförder-fahrzeugen
FL1	21	10	31	26	13	23	0,85	LF15
FL2	31	15	46	40	20	36	0,95	LF20
FL3	44	25	69	63	32	58	1,00	LF35
FL4	60	40	100	90	45	81	1,20	LF45
FL5	90	60	150	140	70	126	1,50	LF70
FL6	110	80	190	170	85	153	1,80	LF85

(1) Radaufstandsfläche 20 x 20 cm

(2) Der Bemessungswert Q_d ergibt sich aus der charakteristischen Radlast Q_k unter Berücksichtigung von Teilsicherheitsbeiwert und Schwingbeiwert: $Q_d \approx 1,8 \times Q_k$

Abmessungen von Gabelstaplern (nach DIN EN 1991-1-1):



Zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit kann bei Einwirkungen auf bewehrte Betonplatten die als nicht-tragende bzw. nichtaussteifende Bauteile betrachtet werden, der Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_Q = 1$ angenommen werden.

Zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit wird jedoch bei unbewehrten Beton- und hochbelasteten Estrichplatten für die Einwirkungen aus Stütz- und Radlasten ein Teilsicherheitsbeiwert von $\gamma_Q = 1,3$ empfohlen.

Bei dynamischer Beanspruchung aus Fahrzeugen und Flurförderzeugen z.B. Gabelstapler, sollte zum Teilsicherheitsbeiwert γ_F ein entsprechender Schwingbeiwert φ_n berücksichtigt werden. Der Schwingbeiwert bzw. der dynamische Vergrößerungsfaktor φ_n für Gabelstapler berücksichtigt die Trägheitswirkung infolge von Beschleunigung und Abbremsen sowie vertikaler Beanspruchung.

Für Gabelstapler beträgt der dynamische Schwingbeiwert nach DIN EN 1991-1-1/NA: $\varphi_n = 1,4$ für Luftbereifung (sofern kein genauere Nachweis geführt wird) und $\varphi_n = 2,0$ für Vollgummiräder.

In Abhängigkeit vom Kontaktdruck der Räder bzw. der Bereifung und der Anzahl der täglichen Lastwechsel, kann bei Bodenplatten, die als nicht tragendes Bauteil betrachtet werden, der dynamische Schwingbeiwert φ_n für die Radlasten von Flurförderzeugen von 1,2 bis 1,4 angenommen werden. (Quelle siehe Kompass S.89).

Für die Beanspruchung durch Gabelstapler kann aus dem Teilsicherheitsbeiwert γ_F und dem Schwingbeiwert φ_n dann ein Gesamtfaktor ermittelt werden.

$$Q_{dF} = (\gamma_F \times \varphi_n) \times Q_{kF} = 1,3 \times 1,4 \times Q_{dF} \approx 1,8 \times Q_{kF}$$

Tab. 2: Nutzlasten auf Lagerflächen mit Gabelstaplern nach DIN EN 1991-1-1/NA

Nutzungskategorie	Lagerflächen, die mit Gabelstaplern folgender Klasse befahren werden	Q_k [kN]	q_k [kN/m ²]
Kategorie gemäß E 2.2	FL1	13	12,5
Kategorie gemäß E 2.3	FL2	20	15,0
Kategorie gemäß E 2.4	FL3	32	17,5
Kategorie gemäß E 2.5	FL4	45	20,0
	FL5	70	20,0
	FL6	85	20,0

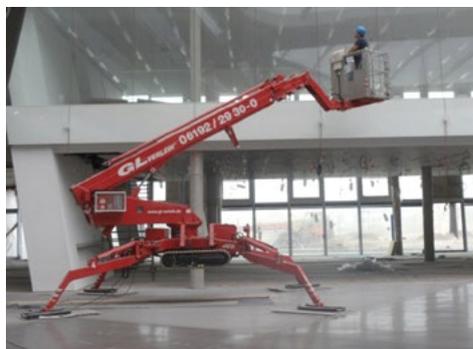
3.2 Einwirkungen durch Arbeitsbühnen

Während der Bauphase und im Unterhalt werden für Montage-, Reparatur- und Reinigungsarbeiten oftmals schwere Arbeitsbühnen eingesetzt. Die hierbei entstehenden lotrechten Einwirkungen sind objektspezifisch zu ermitteln. Einige typische Beispiele sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Tab. 3: Einige Beispiele für Einwirkungen infolge von Arbeitsbühnen

Arbeitsbühne Typ	Arbeitshöhe max.	Eigen-gewicht	Stütz-last max.	Ketten-last	Radlast	Fahr-zeug-höhe	Fahr-zeug-länge	Fahr-zeug-breite
	[m]	[kN]	Q_k [kN]	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	h [m]	L [m]	b [m]
Teleskoparbeitsbühnen: (Teupen)								
Leo 13 GT	12,75	14	11,7	33	-	1,99	4,75	0,78
Leo 23 GT	23,00	31	22,1	54	-	1,97	6,20	0,98
Leo 30 T Plus	30,00	42	26,0	47	-	1,98	7,20	1,58
Scherenarbeitsbühnen: (Genie/PB)								
GS TM -1932	7,64	12,8			6,4	2,00	1,88	0,81
GS TM -3246	11,60	22,1			9,6	2,39	2,41	1,17
S171 – 12 E	17,30	47,0			40	2,23	2,95	1,22
Gelenkteleskop: (Haulotte)								
STAR 8 S	7,95	11,5			7,5	1,98	1,40	0,80
STAR 10	10,00	27,6			17,4	2,00	2,70	1,00

Die genannten Hersteller und Modelle stellen nur eine beispielhafte Auswahl dar. Alle Angaben wurden aus technischen Datenblättern entnommen! Neben den beschriebenen Herstellern und Modellen gibt es weitere.



Teleskoparbeitsbühne



Gelenkteleskopbühne



Scherenarbeitsbühne

3.3 Einwirkungen durch Lastkraftwagen und Fahrzeuge

Tab. 4: Lastkraftwagen: lotrechte Verkehrslasten bei Flächen mit LKW-Verkehr (nach DIN EN 1072)

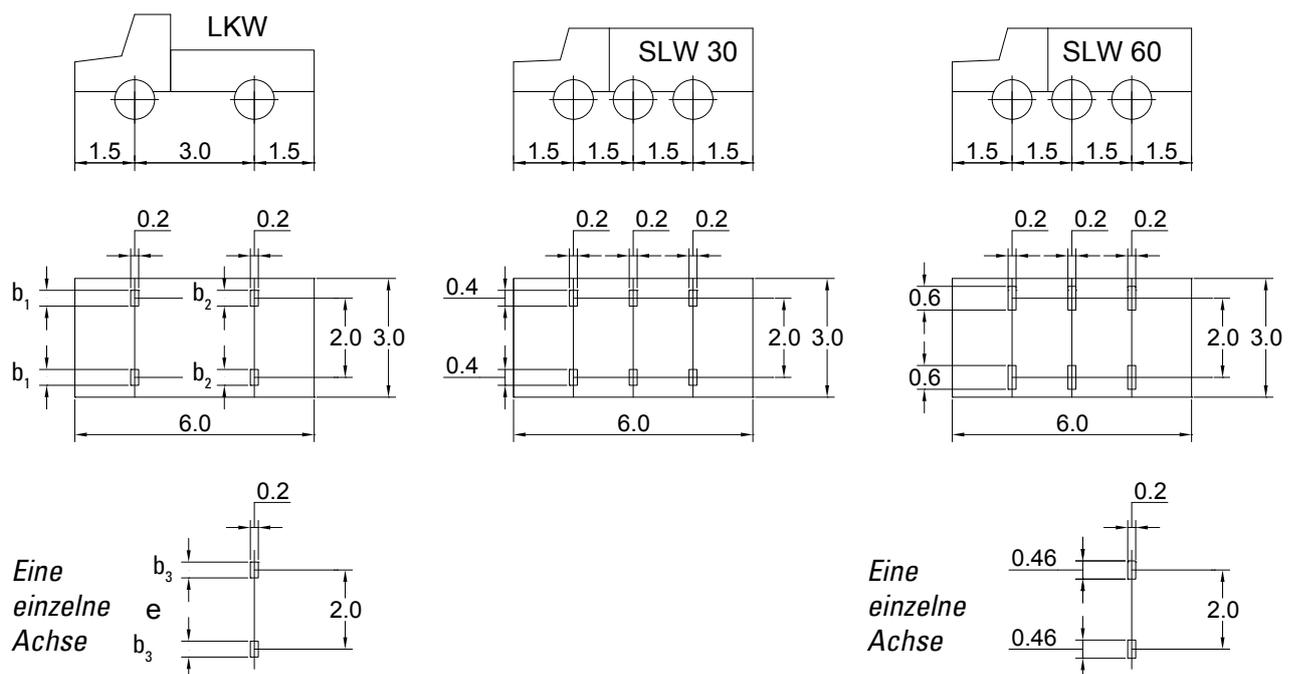
Fahrzeugart	Gesamtlast [kN]	Achslast			Einzelachse [kN]	Radlast max. Q_k [kN]	Bemessungswert $Q_d^{(1)}$ [kN]
		Vorne [kN]	Mitte [kN]	Hinten [kN]			
Lastkraftwagen	LKW 6	60	20	40	60	30	45
	LKW 9	90	30	60	90	45	68
	LKW 12	120	40	80	110	55	83
	LKW 16	160	60	100	110	55	83
Schwerlastwagen	SLW 30	300	100	100	130	65	98
	SLW 60	600	200	200	200	100	150

(1) Der Bemessungswert Q_d wird (nach DIN EN 1990) mit dem jeweils zugehörigen Teilsicherheitsbeiwert γ_Q ermittelt: $Q_d = \gamma_Q \times Q_k = 1,5 \times Q_k$

(2) Aufstandsbreite $b_1/b_2/b_3$ in [cm]: LKW 6 $b_1 = 14; b_2 = 20; b_3 = 26$ / LKW 9 $b_1 = 18; b_2 = 26; b_3 = 30$
LKW 12 $b_1 = 20; b_2 = 30; b_3 = 40$ / LKW 16 $b_1 = 26; b_2 = 40; b_3 = 40$

Lastkraftwagen

Schwerlastkraftwagen SLW



Tab. 5: Fahrzeuge: Lotrechte Nutzlasten für Parkhäuser und Flächen mit Fahrzeugverkehr
Gesamtgewicht $\leq 3,0$ t (nach DIN EN 1991-1-1/NA)

Fahrzeug-kategorie	Nutzung:	Achslast $2 \times Q_k$ [kN]	Rad- last Q_k [kN]		Flächen- last q_k [kN/m ²]
F1	Verkehrs- und Parkflächen für leichte Fahrzeuge ≤ 30 kN Gesamtgewicht	≤ 20	≤ 10	oder	3,0
F2		> 20	> 10	oder	2,5
F3	Zufahrtsrampen für leichte Fahrzeuge ≤ 30 kN Gesamtgewicht	≤ 20	≤ 10	oder	5,0
F4		> 20	> 10	oder	3,5

a) In den Kategorien F2 und F4 können die Achslast ($2 \times Q_k = 20$ kN) oder die Radlasten ($Q_k = 10$ kN) für den Nachweis örtlicher Beanspruchungen (z. B. Querkraft am Auflager oder Durchstanzen unter einer Radlast) maßgebend werden.

b) Für Q_k ist das Lastmodell aber mit einer Seitenlänge der quadratischen Radaufstandsfläche von $a = 200$ mm und einem Radabstand von 1,80 m anzunehmen.

Zur Ermittlung der Bemessungslasten sind die in den Tabellen angegeben charakteristischen Lasten mit den jeweils zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerten γ_Q entsprechend Eurocode EC 0 (DIN EN 1990) zu multiplizieren.

$$Q_d = \gamma_Q \times Q_k$$

Schriftum:

G. Lohmeyer - K. Ebeling

Betonböden für Produktions- und Lagerhallen. Planung, Bemessung, Ausführung

Verlag: Bau + Technik GmbH, Düsseldorf 2019

Die vorstehenden Tabellen sind teilweise Auszüge aus dem o. g. Buch und teilweise aus dem Eurocode; sie sollen lediglich eine Arbeitshilfe bei Planung, Bemessung und Ausführung für eine sachgerechte und wirtschaftliche Herstellung von Betonböden sein. Hinsichtlich der Anwendung der Inhalte kann jedoch keine Gewähr übernommen werden, da sie weder eine projektbezogene Planungsleistung ersetzen, noch von der Pflicht zur Prüfung von Normvorgaben und ihrer Gültigkeit für den jeweiligen Anwendungsfall befreien. Die Anwendung der Tabellen berechtigt zu keinerlei Regressansprüchen gegenüber der CHEMOTECHNIK Abstatt GmbH.

