

42.1 Betonböden für Industriehallen



Eine Gemeinschaftsorganisation von stahlerzeugenden Unternehmen und dem Deutschen Stahlbau-Verband DSTV

Genutzte und befahrene Flächen in Industriehallen müssen befestigt und möglichst eben sein. Gleichzeitig sollen sie eine hohe Tragfähigkeit und ggf. einen hohen Verschleißwiderstand aufweisen. Maßgebend für die Bemessung sind meistens die punktförmig wirkenden Lasten aus Fahrzeugen (Gabelstapler 10 – 150 kN, LKW 10 – 40 kN, Schwerlastwagen 50 – 100 kN), Maschinen, Regalen, Containern.

Konstruktionen mit **Betonböden** umfassen im Wesentlichen Untergrund, Tragschicht, Betonplatte und ggf. Oberflächenbelag (z. B. Verschleißschicht). In besonderen Fällen kommen spezielle Bauarten oder Sonderkonstruktionen zur Anwendung, z. B. Betonplatten auf Dämmschichten, beheizte Platten oder dichte Betonböden gemäß Wasserhaltungsgesetz (WHG).

Der **Untergrund** (das vorhandene Erdreich) soll die Lasten möglichst ohne Verformungen aufnehmen. Ist der Untergrund selbst nicht ausreichend tragfähig, wird der Einbau einer **Tragschicht** auf dem verdichteten Untergrund erforderlich. Die **Betonplatte** verteilt die wirkenden Lasten und leitet sie in den Untergrund (rollende Lasten aus Fahrzeugen, Schwingungen aus Maschinen, Einrichtungen, Gütern). Ein **Oberflächenbelag** kann den Widerstand gegen mechanische Beanspruchung (Roller, Schleifen, Schlagen, Stoßen) und gegen chemische Angriffe (Säuren, Laugen) verbessern. Für besondere Nutzungsanforderungen können auch Faserbetone und Hochleistungsbetone zum Einsatz kommen.

Untergrund und Tragschicht

Der Untergrund trägt zur Funktionsfähigkeit der gesamten Konstruktion entscheidend bei. Zu erfüllende Bedingungen sind u. a. eine gleichmäßige Zusammensetzung über die gesamte Fläche, eine gute Verdichtbarkeit, eine ausreichende Tragfähigkeit sowie eine gute Entwässerung.

Die Tragfähigkeit von Untergrund und Tragschicht (ungebunden, gebunden) sind nach den jeweiligen Erfordernissen zu planen. Angaben zum Verformungsmodul von Untergrund und ungebundener Tragschicht sowie Beispiele zu Art und Dicke von Tragschichten enthält Tabelle 1. Untergrund und Tragschicht sind möglichst gleichmäßig und maschinell zu verdichten (z. B. durch schwere Rüttel-

platten). Durch repräsentative Lastplatten-druckversuche in ausreichender Anzahl gemäß DIN 18134 ist die Tragfähigkeit ungebundener Tragschichten nachzuweisen. Untergrund und Tragschicht dürfen nicht gefroren, ständig durchnässt oder in ihrem Gefüge gestört sein. Überbaute Grundleitungen und nachverfüllte Arbeitsräume für beispielsweise Fundamente, Stützen, Rinnen sind kritische Bereiche, die

Tabelle 1: Anhaltswerte für den Befestigungsaufbau von Betonböden für Industriehallen [2,3,4]

Max. Belastung (Einzellast/Radlast) Q in kN	Verformungsmodul ¹⁾ E _{v2} in MN/m ²		Anhaltswerte für Tragschichtarten ²⁾ d in cm		
	Untergrund	ungebundene Tragschicht	Kies R1 mit U>7	Schotter B2 mit U>7	Schotter B1 mit (A/B 45)
30	≥ 30	≥ 80	≥ 15	≥ 15	
40			≥ 20		
50	≥ 45	≥ 100	≥ 25	≥ 20	≥ 15
60			≥ 30		
70				≥ 25	
80	≥ 60	≥ 120	≥ 35	≥ 30	≥ 20
90					
100					

1) Verhältniswert zwischen Erst- (E_{v1}) und Wiederbelastung (E_{v2}) muss E_{v2}/E_{v1} ≤ 2,5 betragen.

2) Erläuterungen: Rundkornmisch R1 (Kies); Brechkornmisch B1, B2 (Schotter); Ungleichförmigkeitszahl U = d₆₀/d₁₀ (Siebdurchgang bei 60 M.-% und 10 M.-%); Sieblinie A/B 45

besonders beachtet werden müssen. In bestimmten Fällen ist eine Verbesserung des Untergrundes (z. B. Bodenverfestigung) notwendig bzw. eine Ergänzung oder ein Austausch gegen geeignetes Material (z. B. Kiessand, Schotter) erforderlich. Entsprechend der Bedeutung einer Baumaßnahme und der Beanspruchung eines Betonbodens kann es erforderlich sein, eine genauere Untersuchung und Prüfung des Baugrundes und der Tragschicht durch ein Erd- und Grundbauinstitut durchführen zu lassen. Für die Herstellung der Tragschichten sollte VOB Teil C DIN 18315 „Verkehrswegebauarbeiten, Oberbauschichten ohne Bindemittel“ oder DIN 18316 „Verkehrswegebauarbeiten, Oberbauschichten mit hydraulischen Bindemitteln“ vereinbart werden, sofern nicht besondere Regelungen (z. B. für Tragschichtdicke, profilgerechte Lage) gelten. Die Oberfläche der Tragschicht ist möglichst gratfrei, geschlossen, höhengerecht und horizontal bzw. im vorgeschriebenen Längs- und Quergefälle herzustellen. Abweichungen von der Sollhöhe dürfen, im Unterschied zu anderen Regelwerken, an keiner Stelle mehr als ± 2 cm betragen. Diese Forderung ist besonders vertraglich zu vereinbaren.

Gleitschichten

Bei großen Flächen ist es wichtig, die Reibung zwischen Tragschicht und Betonplatte möglichst gering zu halten. Der Einbau einer Gleitschicht (z. B. 2 Lagen Kunststoff-Folie PE, d ≥ 0,2 mm) soll sicherstellen, dass sich die Betonplatte ohne große Behinderung bewegen kann. Die Wirksamkeit der Gleitschicht erfordert ein besonders sorgfältiges Verlegen:

- das Planum darf nicht uneben und rau sein
- die Folie soll sich nicht in das Planum eindrücken
- die Folie darf keine Löcher bekommen und keine Falten schlagen

Für besondere Anforderungen können höherwertige Gleitschichten erforderlich sein, z. B. zweilagige PE-Folien mit dazwischenliegendem Gleitmaterial.

Betonplatten

Durch die Beanspruchung der Betonplatte werden sowohl an die Konstruktion als auch an den Baustoff hohe Anforderungen gestellt. Betonplatten sollen möglichst rissfrei bleiben. Eine übliche Stabstahl- oder Mattenbewehrung kann das Entstehen von Rissen nicht verhindern. Eine Möglichkeit zur Herstellung möglichst rissfreier Betonflächen bieten unbewehrte Betonplatten. Dabei sind folgende Maßnahmen zu beachten:

- Untergrund und Tragschicht tragfähig
- Beton mit hoher Biegezugfestigkeit
- genügend großes Widerstandsmoment der Betonplatte durch ausreichende Plattendicke
- Unterteilung der Betonplatte durch Fugen in einzelne Felder

Ähnlich wie bei den ebenfalls i.d.R. unbewehrt ausgeführten Fahrbahndecken aus Beton können i.d.R. auch bei Betonplatten die Zugspannungen vom Beton allein über das Widerstandsmoment und die Betonzugfestigkeit aufgenommen werden. In besonderen Fällen, z. B. bei sehr hohen Einzellasten Q > 150 kN oder bei langfristig wirkenden Lasten sowie bei Lastpressungen von p > 4,0 N/mm², ist eine spezielle Bemessung nach Zustand II und die Anordnung einer besonderen Bewehrung erforderlich. Für übliche Verhältnisse und bei Einbau der Betonplatte nach Hallenmontage und fertiger Dacheindeckung (d. h. Halle allseitig wetterdicht geschlossen) kann ein Abschätzen der Betonplatte (Dicke, Expositionsclassen,

Tabelle 2: Betonplatte abhängig von der Belastung – Anhaltswerte [3,4,6]

Max. Belastung (Einzellast/Radlast)	Expositions-klasse für unbewehrte Betonböden in Hallen	Mindestbetondruck- festigkeitsklasse (ggf. zusätzlich Verschleiß berücksichtigen)	Biegezugfestigkeit des Betons		Dicke der Betonplatte
			in N/mm ²	d in cm	
Q in kN	X0 (ohne Verschleiß, ohne chemischen Angriff)	C25/30 ¹⁾	≥ 4,5	14	
10				16	
20		C30/37 ¹⁾	≥ 5,0	18	
30				20	
40		C30/37 ¹⁾	≥ 5,5	22	
50				26	
60		C35/45 ²⁾	≥ 6,0	≥ 26	
80				≥ 26	
100					

- 1) aus Punktlast sowie Biegezugfestigkeit des Betons
2) aus Punktlast sowie Biegezugfestigkeit des Betons, Gesteinskörnung mit hohem Verschleißwiderstand oder Nuttschicht aus Hartstoffen nach DIN 1100

Tabelle 3: Beanspruchung durch Verschleiß – Anhaltswerte [6]

Belastung von Betonböden in Hallen infolge Verschleiß		Expositions- klasse	Mindestbetondruck- festigkeitsklasse
mäßiger Verschleiß	Luftbereifte Fahrzeuge, Reifendruck RD ≤ 6 bar	XM1	C30/37 ¹⁾
starker Verschleiß	Luftbereifte Gabelstapler Reifendruck RD ≤ 6 bar oder vollgummibereifte Gabelstapler, Kontaktpressung p ≤ 2,0 N/mm ²	XM2	C35/45 ¹⁾²⁾ C30/37 ¹⁾²⁾
sehr starker Verschleiß	elastomerebereifte Gabelstapler, Kontaktpressung p ≤ 4,0 N/mm ²	XM3	C35/45 ³⁾

- 1) Gesteinskörnungen mit hohem Verschleißwiderstand
2) ohne Oberflächenbehandlung C35/45, mit Oberflächenbehandlung C30/37 (z. B. Vakuumieren und Flügelglätten des Betons)
3) Hartstoffe nach DIN 1100

Betonfestigkeitsklasse, Verschleiß) nach Tabelle 2 und 3 erfolgen. Bei einer genauen Bemessung der Betonplatte sind zahlreiche Einflüsse zu berücksichtigen [3,5].

Fugen

Aufgabe von Fugen ist die Aufnahme von Längenänderungen aus Schwinden und ggf. Temperaturänderungen, die Verringerung der Gefahr der Rissbildung sowie die Verhinderung der Entstehung unkontrollierter Risse. In normalen Fällen sind zur Begrenzung der Plattenlängen innerhalb der Hallenfläche Schein- bzw. Pressfugen ausreichend.

Raumfugen (Dehn- oder Bewegungsfugen) sind notwendig, um die Betonplatte in ganzer Plattendicke entlang fester Einbauten (Wände, Stützen, Kanäle, Schächte, Maschinenfundamente) zu trennen bzw. bei großen Hallenabmessungen z. B. über 100 m auch innerhalb der Hallenfläche. **Pressfugen** (Arbeitsfugen) entstehen beim Herstellen benachbarter Platten in zeitlichem Abstand (z. B. Betonieren in Bahnen). **Scheinfugen** (Sollbruchquerschnitte) werden bei großflächigem Einbau in den erhärtenden Beton so früh wie möglich mit einem Schneidgerät etwa 1/4 bis 1/3 der Plattendicke tief eingeschnitten. Die Erstellung eines Fugenplanes ist Aufgabe des Planers. Anzustreben sind quadratische oder gedrungene rechteckige Felder (Länge/Breite ≤ 1,5). Anhaltswert für den maximalen Abstand der Schein- bzw. Pressfugen bei unbewehrten Betonplatten ist die 30-fache Plattendicke. Längs- und Querfugen sollen sich kreuzen und nicht gegenseitig versetzt sein. Einspringende Ecken und

Zwickel sind zu vermeiden. Bei befahrenen Raumfugen (z. B. Übergang von alter zu neuer Halle), bei Scheinfugen mit großen Feldlängen (L > 6 m) und Einzellasten Q > 40 kN sowie bei Pressfugen ist planerisch die Querkraftübertragung sicherzustellen (z. B. durch Verdübelung).

Bei hoch belasteten Fugenkanten kann ein schmales Abfassen der Fugenkanten bzw. ein Kantenschutz durch besondere Kantenschutzprofile erforderlich werden.

Beton

Für die Dauerhaftigkeit von Betonbauwerken sind in DIN 1045 die Anforderungen an den Beton in Abhängigkeit von den möglichen Einwirkungen durch Expositions-klassen festgelegt (Tabelle 2 und 3). Betonzusammensetzung, Betondeckung der Bewehrung und Nachbehandlung werden den Expositions-klassen zugeordnet. Unbewehrte Betonböden in Industriehallen entsprechen Expositions-klasse X0 (ohne Angriff). Für tragende und aussteifende Betonböden wird die Verschleißbeanspruchung durch die Expositions-klassen XM geregelt. Für vergleichbare Beanspruchungen an der Oberfläche von Betonen, die nicht im Geltungsbereich der Norm liegen, ist eine Anlehnung an die betontechnologischen Anforderungen für die Klassen XM ebenfalls sinnvoll. Vorteilhaft sind Betone mit geringem Schwindmaß – Zementleimgehalt ≤ 290 l/m³ ohne Neigung zum Wasserabsondern und ohne Anreicherungen von Feinstoffen an der Oberfläche.

Einbauhinweise

- Höhenlage: Abweichungen der Oberfläche von der Sollhöhe an keiner Stelle mehr als 20 mm
- Ebenheitstoleranz der fertigen Oberfläche (nach DIN 18202) bei einem Abstand der Messpunkte von 1 m: Stichmaß max. 4 mm, von 4 m: Stichmaß max. 10 mm (bei Hochregallagern zusätzliche Anforderungen)
- Oberfläche: in frischem Zustand vor Zugluft schützen

- Beispiele zur Nachbehandlung:
 - Nachbehandlungsmittel aufbringen sobald die Oberfläche nur noch matt glänzt (Abstimmungen auf evtl. Beschichtungen und Beläge erforderlich)
 - Abdecken mit Folie (bei niedrigen oder hohen Temperaturen zusätzlich mit Dämmmatten) sobald wie möglich

Literaturhinweise:

- [1] DIN 1045: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teile 1 bis 4 Beuth-Verlag GmbH, Berlin 07/2001
 - [2] BEB-Hinweisblatt Betonböden für Hallenflächen. Bundesverband Estrich und Belag e. V., Troisdorf, 02/2000
 - [3] Lohmeyer, G.: Ebeling, K.: Betonböden im Industriebau – Hallen- und Freiflächen. Schriftenreihe der Bauberatung Zement. Verlag Bau + Technik VBT, Düsseldorf, 6. Auflage 1999
 - [4] Lohmeyer, G.: Betonböden für Industriebauten, Baugewerke, Verlags-ges. Rudolf-Müller, Heft 23 + 24, 1980
 - [5] Eisenmann, J.: Betonfahrbahnen, Handbuch für Beton, Stahlbeton- und Spannbetonbau. Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 1979
 - [6] Bauteilkatalog. Schriftenreihe der Bauberatung Zement. Verlag Bau + Technik VBT, Düsseldorf, 2. Auflage 2002
- Autor: Dipl.-Ing. Karsten Ebeling, Bauberatung Zement. Die Anwendung der dargestellten Angaben in der Stahlbau Arbeitshilfe entbindet nicht von der Pflicht zur Prüfung der Vorgaben und ihrer Gültigkeit für den spezifischen Anwendungsfall.

Wünschen Sie, z. B. im frühen Entwurfsstadium, eine firmenneutrale Hilfe, steht Ihnen BAUEN MIT STAHL gern mit Rat und Information zur Verfügung.

Tabelle 4: Normen und Richtlinien

Für Betonböden gibt es keine speziellen Normen und Richtlinien. Es ist jedoch möglich, eine Reihe anderer Vorschriften hierfür heranzuziehen.	
DIN 1045	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teile 1 bis 4
DIN 1055	Lastannahmen für Bauten
DIN 1072	Straßen- und Wegbrücken, Lastannahmen
DIN 18125... 18136	Baugrund
DIN 18196	Erdbau
DIN 18202	Maßtoleranzen im Hochbau
DIN 18300	Erdarbeiten, VOB Teil C
DIN 18560	Estrich im Bauwesen, Teile 1 bis 7
ZTV E – StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
ZTV T – StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau
ZTV Beton – StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton



BAUEN MIT STAHL
Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf
Postfach 10 48 42 · 40039 Düsseldorf
Telefon (02 11) 67 07-828
Telefax (02 11) 67 07-829
Internet: www.bauen-mit-stahl.de
E-Mail: zentrale@bauen-mit-stahl.de