

# Stahlbau Arbeitshilfe

## Betonböden für Industriehallen

**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 – 170 kN, LKW 10 – 40 kN, Schwerlastwagen 50 – 100 kN), Maschinen, Regalen und 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 Wasserhaushaltsgesetz (WHG, 2009).

Der Untergrund soll die Lasten möglichst ohne Verformungen aufnehmen. Ist der Untergrund selbst nicht ausreichend tragfähig, wird der Einbau einer Tragschicht auf dem vorverdichteten Planum erforderlich. Die Betonplatte verteilt die einwirkenden Lasten und leitet sie in den Boden (rollende Lasten aus Fahrzeugen, Schwingungen aus Maschinen, Einrichtungen, Gütern).

Ein Oberflächenbelag kann den Widerstand gegen mechanische Beanspruchung (Rollen, Schleifen, Schlagen, Stoßen) und gegen chemische Angriffe (Säuren, Laugen) verbessern. Für besondere Nutzungsanforderungen können auch Faserbetone und Hochleistungsbetone zum Einsatz kommen.

Max. Last (Einzellast)	Verformungsmodul $E_v$ <sup>1)</sup>		Anhaltswerte für Tragschichtarten <sup>2)</sup>		
	Untergrund	ungebundene Tragschicht	Kies R1 mit $U > 7$	Schotter B2 mit $U > 7$	Schotter B1 mit A/B 45
Q [kN]	$E_{v2}$ [MN/m <sup>2</sup> ]		d [cm]		
30	≥ 30	≥ 80	≥ 15	≥ 15	≥ 15
40	≥ 45	≥ 100	≥ 20	≥ 20	
50			≥ 25	≥ 20	
60			≥ 30	≥ 25	
70	≥ 60	≥ 120	≥ 35	≥ 30	
80			≥ 35	≥ 30	
90			≥ 30	≥ 20	
100					≥ 20

1) Verhältnis von Wieder- zu Erstbelastung  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$   
 2) Erläuterungen: Rundkornmisch R<sub>1</sub> (Kies); Brechkornmisch B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> (Schotter); Ungleichförmigkeitszahl  $C_u = d_{60}/d_{10}$ ; Korndurchmesser d bei 60 % und 10 % Massendurchgang der Sieblinie A/B 45

**Tabelle 1:** Anhaltswerte für den Befestigungsaufbau von Betonböden für Industriehallen

### Untergrund und Tragschicht

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

Die Tragfähigkeit von Untergrund und Tragschicht (ungebunden oder gebunden) ist 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 Rüttelplatten). Durch repräsentative Lastplattendruckversuche 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 Fundamente, Stützen, Rinnen etc. sind kritische Bereiche, die besonders beachtet werden müssen.

In bestimmten Fällen ist eine Verbesserung des Untergrundes (z. B. durch Bodenverfestigung) notwendig bzw. eine Ergänzung oder ein Austausch gegen geeignetes Material (z. B. Kiessand, Schotter) erforderlich. Je nach geotechnischer Kategorie einer Baumassnahme gemäß DIN 4020 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/C DIN 18315 „Verkehrswegebauarbeiten, Oberbauschichten ohne Bindemittel“ oder DIN 18316 „Verkehrswegebauarbeiten, Oberbauschichten mit hydraulischen Bindemitteln“ vereinbart werden.

Die Oberfläche der Tragschicht ist möglichst gratfrei, geschlossen, höhengerecht und horizontal bzw. mit der vorgeschriebenen Längs- und Querneigung herzustellen. Abweichungen von der Sollhöhe dürfen, im Unterschied zu anderen Regelwerken, an keiner Stelle mehr als  $\pm 2$  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 PE-Folie,  $d \geq 0,2$  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 weder Löcher bekommen, noch 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 die umseitig genannten Maßnahmen zu beachten:

- Untergrund und Tragschicht tragfähig u. gleichmäßig verdichtet
- Beton mit hoher Biegezugfestigkeit
- Genügend großes Widerstandsmoment der Betonplatte durch ausreichende Plattendicke
- Unterteilung der Betonplatte durch Fugen in einzelne Felder

Bei Betonplatten können die Biegezugspannungen im Beton allein über das Widerstandsmoment und die Betonzugfestigkeit aufgenommen werden. In besonderen Fällen, z. B. bei sehr hohen Einzellasten  $Q > 150 \text{ kN}$  oder bei langfristig wirkenden Lasten sowie und Lastpressungen von  $p > 4,0 \text{ N/mm}^2$ , 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 (wetterdichte Halle) kann ein Abschätzen der Betonplatte nach Tabelle 2 und 3 erfolgen. Bei einer genauen Bemessung der Betonplatte sind zahlreiche Einflüsse zu berücksichtigen [3].

Max. Last (Einzellast)	Expositions-klasse für unbewehrte	Beton-Druck-festigkeits-klasse	Biegezug-festigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	Dicke der Betonplatte d [cm]
Q [kN]				
10	X0: kein Risiko der Korrosion oder des chemischen Angriffs	C25/30 <sup>1)</sup>	≥ 4,5	14
20				16
30				18
40		C30/37 <sup>1)</sup>	≥ 5,0	20
50				20
60		C30/37 <sup>1)</sup>	≥ 5,5	22
80				26
100				≥ 26
			C35/45 <sup>2)</sup>	≥ 6,0

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

**Tabelle 2: Dimensionierung von Betonplatten (Anhaltswerte)**

Belastung von Hallenböden infolge Verschleiss		Expositi- onsklasse	Betondruckfestigkeits- klasse
<i>mäßiger</i> Verschleiß	Luftbereifte Fahrzeuge, Reifendruck RD ≤ 6 bar	XM1	C30/37 <sup>1)</sup>
<i>starker</i> Verschleiß	Luftbereifte Gabelstapler, Reifendruck RD ≤ 6 bar; vollgummibereifte Gabelstapler, Kontaktpressung $p \leq 2,0 \text{ N/mm}^2$	XM2	C35/45 <sup>1), 2)</sup> C30/37 <sup>1), 2)</sup>
<i>sehr starker</i> Verschleiß	elastomerbereifte Gabelstapler, Kontaktpressung $p \leq 4,0 \text{ N/mm}^2$	XM3	C35/45 <sup>3)</sup>

1) Gesteinskörnungen mit hohem Verschleißwiderstand  
 2) Ohne Oberflächenbehandlung C35/45, mit Oberflächenbehandlung C30/37  
 3) Hartstoffe nach DIN 1100

**Tabelle 3: Beanspruchung durch Verschleiß (Anhaltswerte)**

### Fugen

Fugen lassen Längenänderungen aus Schwinden und Temperatur zu, verringern Rissbildung und unkontrollierte Rissausbreitung. In normalen Fällen sind zur Begrenzung der Plattenlängen innerhalb der Hallenfläche Schein- bzw. Pressfugen ausreichend. Raumbfugen (Dehn- oder Bewegungsfugen) sind notwendig, um die Betonplatte in ganzer Plattendicke entlang fester Einbauten (Wände, Stützen, Kanäle, Schächte, Fundamente) zu trennen bzw. um die Hallenfläche bei Abmessungen über 100 m aufzugliedern. Pressfugen (Arbeitsfugen) entstehen bei der aufeinanderfolgenden Herstellung von Plattenstreifen (Betonieren in Bahnen).

Scheinfugen werden bei großflächigem Einbau frühzeitig bis zu 1/3 der Plattendicke in den erhärtenden Beton eingeschnitten und bilden eine Sollbruchstelle. Im Rahmen der Erstellung des Fugenplans durch den Fachplaner sind quadratische bzw. gedrungene rechteckige Felder (Länge/Breite ≤ 1,5) zu bevorzugen. Anhaltswert für den maximalen Abstand der Schein- bzw. Pressfugen bei unbewehrten Betonplatten ist die 30-fache Plattendicke. Längs- und Querfugen sollen sich kreuzen, wobei einspringende Ecken und Zwickel zu vermeiden sind. Bei befahrenen Raumbfugen, Scheinfugen mit Feldlängen über 6 m und bei Einzellasten  $Q > 40 \text{ kN}$  sowie bei Pressfugen ist die Querkraftübertragung (z.B. durch Verdübelung) sicherzustellen. Bei hochbelasteten Fugenkanten können lokale Spannungen durch Abfasen oder besondere Kantenschutzprofile wirksam begrenzt werden.

### Beton

Für die Dauerhaftigkeit von Betonbauwerken sind in DIN EN 1992 die Anforderungen an den Beton in Abhängigkeit von den möglichen Einwirkungen durch Expositionsklassen festgelegt (Tabelle 2 und 3), woraus sich Betonzusammensetzung, Betondeckung der Bewehrung und Nachbehandlung ergeben. Unbewehrte Betonböden in Industriehallen entsprechen Expositionsklasse X0 (ohne Angriff). Für tragende und aussteifende Böden wird die Verschleißbeanspruchung durch die Expositionsklassen 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/m<sup>3</sup> ohne Neigung zum Wasserabsondern und zur Entmischung. Grundsätze des fachgerechten Einbaus wie klimatischer Schutz u. Nachbehandlung der Oberflächen sowie Toleranzanforderungen können u.a. den nachfolgend genannten Regelwerken entnommen werden:

Norm	Inhalt
DIN EN 1992	Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
DIN EN 1991	Einwirkungen auf Tragwerke
DIN EN ISO 17892	Geotechnische Erkundung u. Untersuchung
DIN 18196	Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
DIN 18202	Toleranzen im Hochbau - Bauwerke
DIN 18300	VOB/C: Erdarbeiten
DIN 18560	Estriche im Bauwesen
ZTV E-StB	Erdarbeiten im Straßenbau
ZTV T-StB	Tragschichten im Straßenbau
ZTV Beton-StB	Fahrbahndecken aus Beton

**Tabelle 4: Vorschriften im Zusammenhang mit Betonböden**

### Literaturhinweise

- [1] DIN EN 1992: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken. Beuth-Verlag GmbH, Berlin.
- [2] BEB-Hinweisblatt Betonböden für Hallenflächen. Bundesverband Estrich und Belag e. V., Berlin 02/2000.
- [3] Lohmeyer, G.; Ebeling, K.: Betonböden für Produktions- und Lagerhallen - Planung, Bemessung, Ausführung. Verlag Bau + Technik GmbH. Düsseldorf, 2019.
- [4] Bauteilkatalog. Schriftenreihe der Bauberatung Zement. Verlag Bau + Technik VBT, Düsseldorf, 2. Auflage 2002.