Karl-Uwe Voß

Oberflächenzugfestigkeit und Verschleißwiderstand

Was kann bei der Herstellung von Industrieböden erwartet werden und was nicht?

Der Begriff »Industrieboden« stellt einen Sammelbegriff für i. d. R. befahrene Betonplatten dar, der unterschiedliche Arten von Fußböden umfasst. Die Eigenschaften dieser Industrieböden sollten speziell auf die Anforderungen der jeweiligen Industriezweige abgestimmt sein.

So müssen Industrieböden neben den Grundanforderungen, wie z. B. der Druckfestigkeit des Betons, in Abhängigkeit von der konkreten Beanspruchung unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Einige Industrieböden müssen hohe mechanische Beanspruchungen schadenfrei aufnehmen können (z. B. durch Einwirkung von Lasten) und einen ausreichenden Verschleißwiderstand aufweisen, während andere Industrieböden widerstandsfähig gegenüber chemischen Beanspruchungen sein müssen. Bei wieder anderen Böden muss die Staubentwicklung im Rahmen der Nutzung soweit wie möglich verhindert werden.

1 Allgemeines zur Planung von Industrieböden

Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen an Industrieböden besteht eine der wesentlichen Aufgaben des Planers darin, die erforderlichen Eigenschaften des Industriebodens im jeweiligen Objekt in Absprache mit dem Bauherrn zu ergründen/herauszuarbeiten (Vorgaben und Wünsche des Bauherrn z. B. hinsichtlich der optischen Eigenschaften des Bodens). Darauf basierend muss der Planer entsprechende Anforderungen an die Eigenschaften des einzusetzenden Betons und die Ausführung festlegen, wobei im Normalfall mindestens die nachfolgenden Punkte zu berücksichtigen sind:

- Begrenzung des Luftgehalts des Lieferbetons zum Einbauzeitpunkt,
- Begrenzung der Blutneigung des Lieferbetons,
- Festlegung des Zeitrahmens, in dem der Beton glättbar sein sollte.

Darüber hinaus sollte er prüfen, ob auch die nachfolgenden Punkte beachtet werden müssen:

- Muss ein schwindarmer Beton mit nicht zu hohen Zementleimgehalten zum Einsatz kommen [14]?
- Bestehen Vorgaben an die Optik des Bodens? Soll die Gefahr zur Ausbildung von Popouts reduziert werden, so müssen Hinweise auf den Umgang u. a. mit »leichtgewichtigen« und »zersetzlichen, eisenhaltigen« Bestandteilen in der Planung enthalten sein. Gleiches gilt bei Verwendung von Stahlfaserbetonen für den Umgang mit in der Oberfläche sichtbaren bzw. herausstehenden Stahlfasern [6] bis [9] und [20].
- Wie ist mit entstandenen Rissen zu verfahren und welche Rissbreiten sind für den Bauherrn vertretbar [14]?
- Bei beschichteten Industrieböden sollte überprüft werden, ob eine »alkaliunempfindliche Gesteinskörnung« eingesetzt werden sollte [14].

Dabei muss er dem Bauherrn darlegen, dass die hier genannten erhöhten Anforderungen zum Teil erhebliche Auswirkungen auf die Baukosten haben. An dieser Stelle sei nur exemplarisch auf die Kostensteigerung einer Baumaßnahme durch eine stärkere Rissbreitenbeschränkung oder die Verwendung von Splittbetonen zur Vermeidung von Holzeinschlüssen verwiesen.

Hinsichtlich der Vorgaben an den Beton sei an dieser Stelle auf den ADIV-Leitfaden 3.1 »Beton« [10] verwiesen.

Auch müssen Planer von Industrieböden in Abhängigkeit von der geplanten Nutzung des Industriebodens im Bedarfsfall sowohl Sollwerte für die Oberflächenzugfestigkeit des Betons als auch für dessen Verschleißwiderstand festlegen, die im Rahmen der Ausführung erreicht werden müssen.



Abb. 1: Typischer Anwendungsbereich eines Industriebodens





Abb. 2a und b: Arten der Prüfflächenbegrenzung

So wird allein durch die Bestellung eines »zur Herstellung von Industrieböden geeigneten Betons« noch keine konkrete Vorgabe an die zu erreichende Oberflächenzugfestigkeit des Industriebodens oder dessen Verschleißwiderstand gestellt. Betone für Industrieböden werden üblicherweise nach DIN 1045-2/DIN EN 206-1 anhand ihrer Leistungsmerkmale wie z. B. der Druckfestigkeit (Druckfestigkeitsklasse), der Dauerhaftigkeit (Expositionsklassen) und der Verarbeitbarkeit (Konsistenzklasse) beschrieben und definiert. Zu diesen »deklarierten« Eigenschaften gehören die zu erreichenden Oberflächenzugfestigkeiten oder Verschleißwiderstände aber gerade nicht, weshalb im Bedarfsfall dringend zu empfehlen ist, entsprechende Planungsvorgaben vorzunehmen. Werden diesbezüglich keine gesonderten Anforderungen gestellt, so liegt bezüglich dieser Eigenschaften kein belastbares Bausoll vor.

2 Vorgaben an die Oberflächenzugfestigkeit von Industrieböden

Sofern der Industrieboden durch eine zusätzliche Nutzschicht (z. B. eine Beschichtung) abgeschlossen werden soll, sollte die zu erreichende Oberflächenzugfestigkeit bereits in der Planung festgeschrieben werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die zu erreichende Oberflächenzugfestigkeit neben der Betonqualität auch in erheblichem Umfang von den Einbaubedingungen (Klima, Nachbehandlung des Betons, Zeitpunkt des Glättens usw.) beeinflusst wird. Genau aus diesem Grunde kann die erreichbare Oberflächenzugfestigkeit des Industriebodens selbst bei Verwendung desselben Betons erheblich variieren.

Zur Herstellung befahrener Industrieböden mit Verbundbelägen wird die Einhaltung der nachfolgend genannten Oberflächenzugfestigkeit gemäß BEB-Merkblatt 9.1 [12] empfohlen:

- Kleinstwert: ≥ 1,0 N/mm² (nicht mehr als 30 % unterhalb des Mittelwerts),
- Mittelwert: ≥ 1,5 N/mm².

Der fertige Verbundbelag sollte gemäß dem BEB-Merkblatt 9.1 [12] nach der Aufbringung der Deckschicht mindestens die nachfolgenden Haftzugfestigkeiten erreichen:

- ohne Fahrbeanspruchung: ≥ 0,8 N/mm²,
- mit Fahrbeanspruchung: ≥ 1,0 N/mm².

In beiden Fällen sollte der kleinste Einzelwert bei mindestens 70 % des Mittelwerts liegen.

Zur Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit von Industrieböden wird auf [14] verwiesen. Hier finden sich konkrete Hinweise für die konkrete Durchführung der Prüfung, insbesondere hinsichtlich der folgenden Punkte:

- Verfahren der Prüfflächenbegrenzung der Untersuchungsflächen: trocken oder nass bzw. quadratischer Trockenschnitt oder Ringnut (siehe Abb. 2),
- Fixierung des Bohrgeräts bei der Erstellung einer Ringnut,
- im Rahmen der Prüfung zu verwendender Kleber,
- Einfluss der Umgebungsbedingungen (Temperatur) auf den Zeitpunkt der Prüfung (Prüfung bei kühler Witterung).

Aufgrund der fehlenden normativen Vorgaben an die Oberflächenzugfestigkeit von Industrieböden wird im ADIV-Leitfaden 3.1 [10] Folgendes empfohlen: »Sofern für den Industrieboden ein Verbundbelag vorgesehen ist, muss die geforderte Oberflächenzugfestigkeit bereits in der Ausschreibung angegeben werden.«

3 Vorgaben an den Verschleißwiderstand von Industrieböden

Wird ein Beton zur Herstellung von Industrieböden bestellt, so kann der Planer bei Bedarf eine der Expositionsklassen XM1 bis XM3 nach DIN 1045-2 / DIN EN 206-1 festlegen (siehe Tab. 1). Dies verleitet viele Planer zu der Annahme, dass sie damit eine Anforderung an den Verschleißwiderstand des Industriebodens gestellt haben, was aber nicht der Fall ist. Richtig ist, dass im Rahmen der Planung mit der Festlegung der Expositionsklassen »XM« Vorgaben an die Betonrezeptur (u. a. an den Zementgehalt und den w/z-Wert) und teilweise an die Art der Ausführung (mit oder ohne Hartstoffeinstreuung) gestellt werden.

Daraus ergibt sich aber nicht automatisch ein normativ geforderter Verschleißwiderstand des Industriebodens; es resultiert aus der Festlegung einer Expositionsklasse »XM« also keine standardmäßig »zugesicherte Eigenschaft« bezüglich des Verschleißwiderstands des Betons. Außerdem ist festzuhalten, dass auch der Verschleißwiderstand der Betonoberfläche (ebenso wie bei der Oberflächenzugfestigkeit) neben der Betonqualität (Festigkeitsklasse, Expositionskasse, Blutneigung usw.) von diversen Einflussfaktoren (wie z. B. der Art der Gesteinskörnung, der Nachbehandlung und der Oberflächenbearbeitung) abhängt. Will ein Bauherr den konkreten Materialabtrag der Oberfläche seines Industriebodens begrenzen, so wird dringend empfohlen, entsprechende Anforderungen in der Planung zu definieren. Nur in diesem Fall liegt ein belastbares Bausoll hinsichtlich des Abriebwiderstands des Industriebodens vor.

Tab. 1: Expositionsklassen nach DIN 1045-2 / DIN EN 206-1

Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung Wenn Beton einer erheblichen mechanischen Beanspruchung ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse wie folgt zugeordnet werden:		
XM1	mäßige Verschleißbeanspruchung	Tragende oder aussteifende Industrieböden mit Beanspruchung durch luftbereifte Fahrzeuge
XM2	starke Verschleißbeanspruchung	Tragende oder aussteifende Industrieböden mit Beanspruchung durch luft- oder vollgummibereifte Gabelstapler
XM3	sehr starke Verschleißbeanspruchung	Tragende oder aussteifende Industrieböden mit Beanspruchung durch elastomer- oder stahlrollenbereifte Gabelstapler: Oberflächen, die häufig mit Kettenfahrzeugen befahren werden; Wasserbauwerke in geschiebebelasteten Gewässern, z. B. Tosbecken

Bezüglich der Bestimmung des Verschleißwiderstands und der Bewertung der ermittelten Schleifverschleißwerte sei auf [14] verwiesen. Hier werden Hinweise u. a. zur Durchführung der Prüfung und insbesondere hinsichtlich der nachfolgenden Punkte gegeben:

- Durchführung der Probenahme (erforderliche Prüfkörpergröße),
- Bestimmung und Bewertung der Schichtdicke von Hartstoffsystemen,
- Bestimmung und Bewertung des Verschleißwiderstands von Industrieböden.

4 Zusammenfassung

Sollen Betone zur Herstellung von Industrieböden Anforderungen an die Oberflächenzugfestigkeit (bei Verbundkonstruktionen) oder den Verschleißwiderstand (höher beanspruchte Industrieböden) erfüllen, so reicht die typische Bestellung eines Betons gemäß nach DIN 1045-2/DIN EN 206-1, entgegen der weitverbreiteten Meinung, nicht aus. Allein durch den Hinweis auf DIN 1045-2/DIN EN 206-1 wird hinsichtlich der Oberflächenzugfestigkeit oder des Verschleißwiderstands kein konkretes Bausoll definiert, weshalb bei Bedarf entsprechende Anforderungen an diese Eigenschaften im Rahmen der Planung festzuschreiben sind.

5 Literatur

[1] DIN EN 206:2021-06 Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität

[2] DIN 1045-2:2023-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1

[3] ATV DIN EN 13 813:01-2003 Estrichmörtel, Estrichmassen und Estriche – Estrichmörtel und Estrichmassen – Eigenschaften und Anforderungen;

[4] ATV DIN 18 331: 2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Betonarbeiten

[5] DIN 18 560-3:03-2006 Estriche im Bauwesen – Teil 3: Verbundestriche

[6] Allgemeiner deutscher Industrieboden-verein (ADIV) (Hrsg.): An der Oberfläche sichtbare Stahlfasern. Amberg: Selbstverlag, 2025 (ADIV Leitfaden 2.1.1)

[7] Allgemeiner deutscher Industrieboden-verein (ADIV) (Hrsg.): Leichtgewichtige organische Bestandteile. Amberg: Selbstverlag, 2025 (ADIV Leitfaden 2.1.2)

[8] Allgemeiner deutscher Industrieboden-verein (ADIV) (Hrsg.): Fehlstellen durch Pyrit. Amberg: Selbstverlag, 2025 (ADIV Leitfaden 2.1.3)

[9] Allgemeiner deutscher Industrieboden-verein (ADIV) (Hrsg.): Allgemeine Bewertungsverfahren zur Beurteilung der Oberfläche von Industrieböden bei ungewollten Fehlstellen, Imperfektionen oder Einschlüssen. Amberg: Selbstverlag, Entwurf 2023 (ADIV Leitfaden 2.1.6);

[10] Allgemeiner deutscher Industrieboden-verein (ADIV) (Hrsg.): Beton für Industrieböden. Amberg: Selbstverlag, 2025 (ADIV Leitfaden 3.1);

[11] Bundesverband Estrich und Belag (Hrsg.): Betonböden für Hallenflächen. Köln: Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 2000

[12] Bundesverband Estrich und Belag: Oberflächen- und Haftzugfestigkeit von Fußböden – Allgemeines, Prüfung, Einflüsse, Beurteilung. Köln: Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 2025

[13] Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e. V. (Hrsg.): Industrieböden aus Beton für Frei- und Hallenflächen. Wiesbaden: DBV Verlag, 2004

[14] Voß, K.-U.: Industrieböden – Schäden und Schadensursachen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2025

[15] Mann, O.: Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit von Beton. beton (2011), Nr. 1 + 2, S. 14–18

[16] Voß, K.-U.: Industrieböden mit Hartstoffeinstreuungen. Abreißfestigkeit von Bauteilen, eine anscheinend triviale Standardprüfung mit großem Streitpotenzial. Estrichtechnik 194 (2016), S. 6–15

[17] Voß, K.-U.: Industrieböden mit Hartstoffeinstreuungen. Abreißfestigkeit von Bauteilen, eine anscheinend triviale Standardprüfung mit großem Streitpotenzial. Bausachverständige (2017), Nr. 3, S. 17–21

[18] Voß, K.-U.: Bewertung des Verschleißwiderstandes von Industrieböden mit Hartstoffeinstreuungen. Der Bausachverständige (2019), Nr. 1, S. 18–22

[19] Voß, K.-U.: Besonderheiten bei Industrieböden. Bausachverständige (2025), Nr. 4, S. 27–36

Der Autor



Dr. rer. nat.
Karl-Uwe Voß

Seit 2005 von der IHK Koblenz als Sachverständiger für Analyse zementgebundener Baustoffe öffentlich bestellt und vereidigt; seit 2013 im Vorstand des QS-Pflaster; seit 2014 im Vorstand des LVS Rheinland-Pfalz; seit Dezember 2014 wurde der Bestellungstenor auf den Bereich der Flächenbefestigungen aus Betonpflastersteinen und anderen Betonwaren ausgedehnt

Materialprüfungs- und Versuchsanstalt
Neuwied GmbH
Sandkauler Weg 1
56564 Neuwied
Tel.: 02631/3993-23
Fax 02631/3993-40
E-Mail: voss@mpva.de

https://doi.org/10.60628/1614-6123-2026-3-24

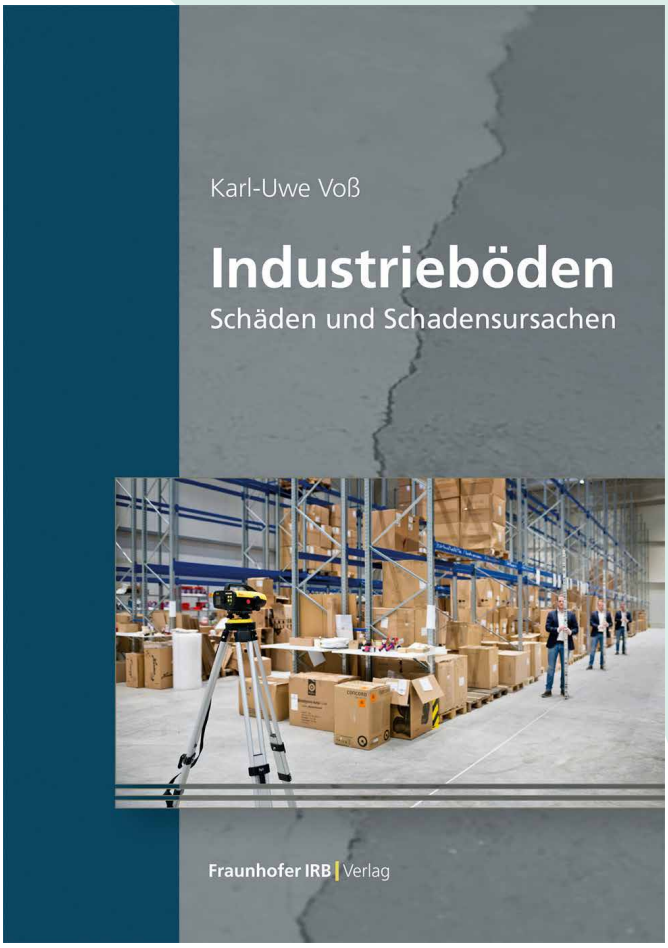
Industrieböden

Schäden und Schadensursachen

Schäden an Industrieböden sind mehr als nur ein ästhetisches Problem – sie gefährden die Betriebssicherheit, treiben die Instandhaltungskosten in die Höhe und können Produktionsabläufe empfindlich stören. Dieses Fachbuch für Bausachverständige, Bauherren, Planende und ausführende Unternehmen behandelt wichtige Grundlagen der Planung und Ausführung unterschiedlicher Industrieböden im Innen- und Außenbereich sowie bei Sonderflächen.
Der Autor erklärt Schadensbilder von Rissbildungen über Popouts und Abplatzungen bis hin zu Problemen wie der Alkali-Kieselsäure-Reaktion. Detailliert und mit vielen Beispielen beschreibt er die in der Gutachterpraxis angewendeten Nachweisverfahren zur Beurteilung von Industrieböden und zur Klärung von Schadensursachen.
Mit präventiven Maßnahmen, Tipps zur Planung und praktischen Empfehlungen für die Ausführung hilft das Buch, mögliche Schäden frühzeitig zu vermeiden und langfristige Qualität zu sichern.
Damit ist das Buch eine wertvolle Unterstützung für alle, die Qualität und Sicherheit bei Industrieböden sicherstellen wollen – von der Planung über die Ausführung bis hin zur Instandhaltung.

Ihre Vorteile

- Expertenwissen zu Betontechnologie, Fugenausbildung, Harzbeschichtungen und mehr
- Detaillierte Erklärungen zu Schadensbildern und deren Ursachen
- Anleitung zur professionellen Bewertung von Schäden
- Konkrete Maßnahmen zur Vermeidung typischer Fehler und Schäden



Industrieböden
Karl-Uwe Voß
2025, 346 Seiten, 223 Abb., 60 Tab., 41 Diagr., Hardcover
ISBN 978-3-7388-0943-5

Preise
Buch: € 89,–
E-Book: € 89,–
BuchPlus (Buch + E-Book): € 115,70



www.baufachinformation.de | Telefon: 034206-65100 | Fax: -65110 | E-Mail: fraunhofer@agorando.com