

Systemböden und ihre Beläge

Diese Besonderheiten sind bei der Umsetzung von Doppel- und Hohlböden zu beachten

Unter dem Überbegriff Systemböden versteht man Doppel- und Hohlböden, die immer da eingesetzt werden, wo Installationen auch nachträglich noch veränderbar sein sollen. Aufgrund ihres Aufbaus – eine Tragschicht mit Belag auf Stützelementen – sind schon in der Planung zahlreiche Besonderheiten zu beachten, z. B. hinsichtlich des Lastabtrags und des Brandschutzes. Doch auch die Ausführung der Tragschicht und eines geeigneten Belags erfordern Fachkenntnisse, um z. B. Verformungen oder Kantenabbrüche zu verhindern.

■ Von Bernhard Schmelmer

Systemböden haben sich ab den 1960er-Jahren aus den Installationsböden der damals aufkommenden Rechenzentren heraus entwickelt. Aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten zur Installationsführung und Nachbelegung stellen sie inzwischen neben dem Einsatz in IT-Bereichen die weit überwiegende Unterbodenbauart in Verwaltungs-, Bank- und sonstigen Gewerbeimmobilien dar.

Über langjährige gezielte Entwicklungsarbeit, die vereinzelt auch mit der Trial-and-Error-Methode einherging, haben sich umfangreiche anerkannte Regeln der Technik herausgebildet, die zu zuverlässigen wie auch wirtschaftlichen Lösungen geführt haben. Die ursprünglich kleine Anzahl von Unternehmen, die sich mit der Thematik auseinandergesetzt haben, entwickelte sich weitgehend innerhalb der Trockenbaubranche und meist durch „Zellteilung“ zu einer ansehnlichen Gruppe von Fachunternehmen. Diese haben sich im Bundesverband Systemböden e. V. organisiert, der eine Vielzahl von Fachveröffentlichungen (www.systemboden.de) herausgegeben hat. Darüber hinaus wurde durch die SFE (System Flooring EWIV) ein unabhängiges Qualitätssicherungssystem mit jährlich ausgestellten Zertifikaten geschaffen (www.system-flooring.com). Dennoch gibt es nach wie vor Fehlerquellen, die sich aus mangelnder Aufmerksamkeit, aber auch aus Unkenntnis der Erfordernisse von Systemböden ergeben. Ein tangierendes Risikopotenzial

stellen die mechanische Einspannung der Ausbaugewerke durch den Schwund des Betons aus der Gebäudestruktur sowie klimatische Beeinflussungen im Mikroklima des Bodenhohlraums in Verbindung mit Betonkernaktivierungen dar.

Im Weiteren sollen Konstruktions- und Ausführungsaspekte dargestellt werden, die zur Vermeidung von Mängeln und Schäden an diesen Böden beitragen können. Es sollen dabei weder Schreckensszenarien noch Universallösungen abgebildet, sondern die Aufmerksamkeit auf Erfordernisse und Rahmenbedingungen gelenkt werden.

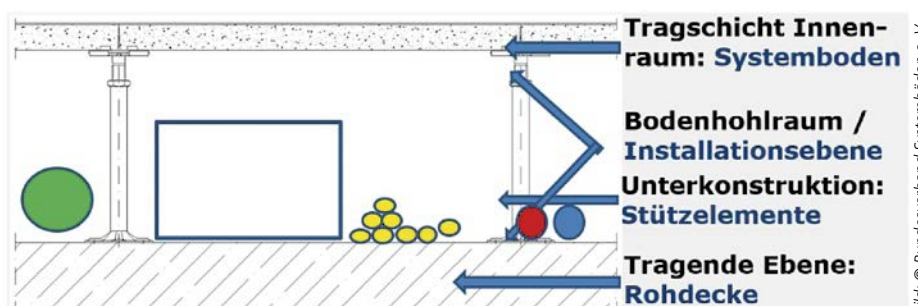
Was sind Systemböden?

Systemböden unterscheiden sich hinsichtlich der Ausbildung ihrer Tragschicht danach, ob diese eine durchgehende Oberfläche bildet (Hohlboden) oder in einzeln aufnehmbare Tragplatten (Doppelboden) parzelliert wird.

Hohlböden werden überwiegend mit einer auf einer Unterkonstruktion aus Stützen und Schalplatten gegossenen Tragschicht aus CaSO_4 -Fließestrich ausgeführt, aber auch zunehmend aus zueinander horizontal verklebten Einzelplatten auf höhenverstellbaren Stahlspindelstützen. Doppelböden werden in einem fast standardisierten Plattenraster von 60 x 60 cm lose auf einer Unterkonstruktion aufgelegt. Je nach Tragfähigkeitsanforderung und Einbauhöhe erfolgt dies unmittelbar auf Stahlspindelstützen oder einer untergebauten Rahmenkonstruktion. Beide Bauarten sind technisch den Trockenbauarbeiten zugeordnet, innerhalb der VOB/C der ATV DIN 18340 [1]. Zur Darstellung der technischen Eigenschaften wurden die europäischen Normen EN 13213 für Hohlböden [2] und EN 12825 für Doppelböden [3] erarbeitet. Die generellen Erfordernisse an einen Fußboden hinsichtlich der Nutzungssicherheit sind in ASR A1.5/1,2 [4] ausführlich dargestellt.

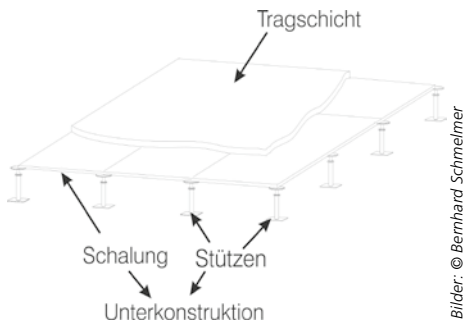
Belastungsanforderungen

Die Betrachtung der Festigkeit und Verformung von Doppelböden weicht aufgrund ihrer besonderen statischen Gegebenheiten (scheinbar) von der Herangehensweise der statischen Bemessung ab. Entscheidend für die Sicherheit und Klassifizierung von Systemböden sind nicht die für die Bemessung der Gebäude-

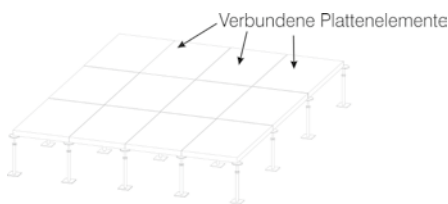


(1) Prinzipdarstellung eines Systembodens

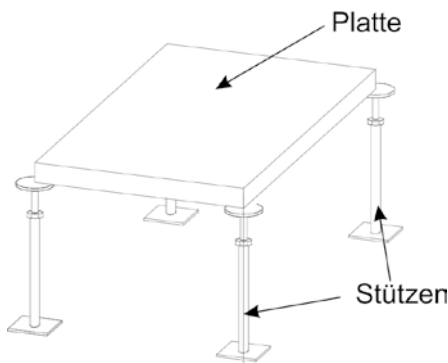
Bild: © Bundesverband Systemböden e. V.



(2) Aufbau eines Hohlbodens mit gegossener Tragschicht



(3) Aufbau eines Hohlbodens in trockener Ausführung



(4) Aufbau eines Doppelbodens

den Sicherheitsfaktor festgelegt. Der Sicherheitsfaktor (Auswahl 2 oder 3) ist national festzulegen und beträgt in Europa „2“, mit Ausnahme des Vereinigten Königreichs. Ein Systemboden, der an der schwächsten Stelle bei 8 kN Prüflast versagt, hat demgemäß eine Nennlast (Nutzlast, Designload etc.) von 4 kN.

Ähnlich wie im Eurocode 1 [5] zur Gebäudestruktur wurden in der Tabelle 2 der Anwendungsrichtlinien zu DIN EN 13213 und DIN EN 12825 [6, 7] Empfehlungen zu typischen nutzungsbezogenen Lastannahmen dargestellt. Tatsächlich gibt es dabei zahlenmäßige Übereinstimmungen zwischen den beiden Regeln; diese sind im Wesentlichen aber zufälliger Natur. Wichtig ist, dass für Ausbaugewerke allgemein nicht flächig wirkende Lasten (kN/m²), sondern immer Einzellasten (kN) entscheidend sind.

Für den Gesamtaufbau der Systemböden ist weiter von Bedeutung, wie gedrängt diese Einzellasten auf den Boden einwirken. Spätestens im Auflager, also an den Stützenköpfen bündeln sich alle im Einflussbereich wirkenden Kräfte und wirken dort als Auflagerlast nach oben. Regelungen in den Anwendungsrichtlinien des Bundesverbands Systemböden [6, 7] legen daher fest, dass Kräfte innerhalb des Rasterradius (in aller Regel 60 cm) zusammengefasst als wirkende Einzellast betrachtet werden.

Ein weiterer Aspekt ist die zulässige Durchbiegung unter Last, auf die hier aber nicht weiter eingegangen werden soll.

Anzumerken ist, dass eine Flächenlast nicht mit einfachen Ansätzen zu Einzel-lastbeanspruchungen umgerechnet werden kann. Es gibt je nach konkreter Anwendung lediglich Möglichkeiten zur Übertragung über diverse Faustformeln. Ein entscheidender und leider häufiger Fehler ist daher die sachlich falsche Tragfähigkeitsanforderung im Leistungsverzeichnis. Diese vermeintlich kleine Ungereimtheit führt zu einer Interpretierbarkeit der Anforderung und nicht selten zu Nachträgen, falschen Ausführungen und Wettbewerbsverzerrungen.

Bei Lastbetrachtungen ist immer die wirkende Kraft in N und nicht die gegenständliche

Masse in kg zu betrachten. Dies erleichtert gedanklich die Einbindung von dynamischen Einflüssen und hilft bei der Aufteilung der Lasten durch Regale und Geräte auf mehrere Aufstellfüße, z. B. bei in Reihe aufgestellten Servern oder Rechnern. Diese verursachen mehrfache Lasteinleitungen mit geringem Lastabstand bei benachbarten Füßchen.

Wie zuvor erwähnt werden Lasten, deren Abstand geringer als das Rastermaß ist, als eine einzelne wirkende Last zusammengefasst. Bei Belastung von Systemböden durch schwere Gegenstände, bei denen der Abstand der Lastableitungspunkte größer als das Plattenrastermaß ist, ergibt sich die Frage nach der Aufteilung in die Auflagerpunkte. Als erste Näherung gilt hier die Annahme, dass an einem Lastpunkt 50 % der Gesamtlast zu berücksichtigen seien, und das unabhängig von der Gesamtanzahl der Aufstandsfüßchen. Bei nebeneinanderstehenden Geräten mit jeweils 1 t Masse ergibt sich somit die Annahme, dass die benachbarten Füßchen je 50 % der Lasten aus den Geräten in den Systemböden einleiten. Wegen der geringen Abstände der benachbarten Füßchen sind diese bei den Lasten zusammenzufassen, wodurch sich eine zu berücksichtigende Nutzlast von 10 kN ergibt (aus der Masse von je 1 t).

Typische Situationen mit entsprechender Schadenshäufigkeit sind Museen, Bibliotheken, Laborräume und Rechenzentren. Die Festlegung der tatsächlich erforderlichen Tragfähigkeit ist davon abhängig, ob tatsächlich nur eben Bürobetrieb mit reiner Personennutzung oder z. B. der Transport von Druckerpapier auf Europaletten mit einem Gewicht von bis zu 1 t berücksichtigt werden muss. Besonders tückisch kann dabei eine durch hohe Lasten verursachte Vorschädigung und ein späterer Einbruch einer Person in den geschädigten Bereich sein.



(5) Überbelastung durch einen Elektrohubwagen

struktur herangezogenen flächig wirkenden Nutzlasten (Ersatzlasten), sondern Lasten, die über kleine Aufstandsflächen, sogenannte Punkt- oder Einzellasten einwirken.

Nach wie vor gibt es bei den für die Festlegung von Tragfähigkeitsanforderungen an Systemböden herangezogenen Grundannahmen Unstimmigkeiten und schadensrelevante Missverständnisse. Systemböden werden in den normgerechten Tragfähigkeitsnachweisen mit Einzellasten beaufschlagt, die eine Aufstandsfläche von 25 x 25 mm haben. Dies entspricht in der praktischen Vorstellung der Aufstandsfläche eines Möbelfußes und in seiner Wirkung etwa auch der Lasteinleitung durch Hubwagenrollen. In den Prüf- und Klassifizierungsnormen DIN EN 13213 und 12825 [2, 3] wird als Nennlast die Versagenslast geteilt durch

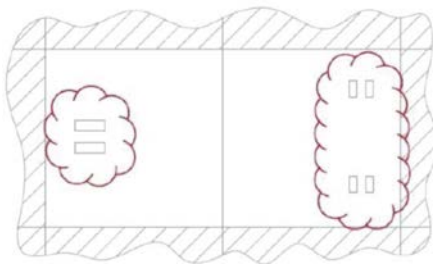
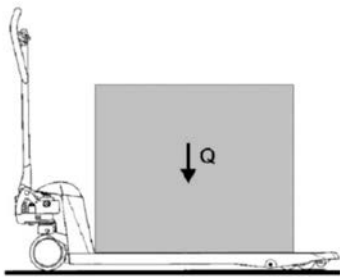


Bild: © Bundesverband Systemböden e.V.

(6) Beispiel zur Lastverteilung an einem Handhubwagen



Bild: © Bernhard Schmelmer

(7) Überbelastung durch einen Hubsteiger

Bei der Verbringung schwerer Lasten werden typischerweise Transportmittel wie Hordenwagen, Elektroameisen und Handhubwagen verwendet. Deren Lastableitung muss individuell festgestellt werden, um die Übereinstimmung mit der Tragfähigkeit des Unterbodens sicherzustellen. Dies erfolgt dem Grunde nach auch bei klassischen Estrichböden, jedoch entsteht dort lediglich ein Bruch statt eines (eventuell späteren) Einbruchs und den damit verbundenen Folgeschäden.

Bei der Beanspruchung durch Transportmittel treten über die Räder punktförmige Belastungen auf. Für die Bemessung und Festlegung der für den Systemboden anzusetzenden Einzellasten ist ein sogenannter **Schwingbeiwert** oder dynamischer Faktor zu berücksichtigen. Die Punktlast rechnet sich damit als die wirkende Einzellast mal dem Schwingbeiwert. Folgende Schwingbeiwerte sind dabei als Mindestwerte anzusetzen:

- handbetriebene Fahrgeräte: $\geq 1,3$
- motorische Fahrgeräte: $\geq 1,5$

Je nach Nutzung können auch stoßartige Belastungen auftreten, welche höhere Schwingbeiwerte oder abweichende Lastansätze erforderlich machen.

Bei der Auslegung ist weiter zu berücksichtigen, dass beispielsweise die Rad-

konstruktion, der Radabstand und der Radwerkstoff einen Einfluss haben können. Ein Beispiel zur Belastung mit einem **Hubwagen mit einem Transportgewicht $Q = 1 \text{ t}$** soll dies verdeutlichen. Als Regelbelastung ergibt sich bei einer Auflast von 1.000 kg auf einem 50 kg schweren Handhubwagen insgesamt ein Gewicht von 1.050 kg. Die einzelnen Radlasten (des Fahrzeugs) im rein stationären Zustand liegen bei gleichmäßiger Auflagerung nach Faustformel $F : 2$ bei einer anzusetzenden Einzelast am Hinterrad von $10,5 : 2 = 5,25 \text{ kN}$. Der gleiche Ansatz gilt für die eng zusammenstehenden Vorderräder, die zu einer Einzellast zusammengefasst werden können (vgl. Anwendungsrichtlinie zur DIN 12825 Doppelböden [7]). Bei einer zu berücksichtigenden (gleichförmigen) Bewegung über den Unterboden ergibt sich multipliziert mit einem Schwingbeiwert von 1,5 (z. B. nach Eurocode 1 [5]) eine auf den Unterboden einwirkende Einzellast von:

$$1,5 \times 10,5 : 2 = 7,875 \text{ kN}$$

Bei der Berechnung der wirkenden Einzelasten sind zudem die bei der Nutzung auftretenden Beschleunigungskräfte (Anfahr- und Bremsvorgänge, Kurvenfahrt, Last absenken usw.) des Transportmittels in horizontaler und vertikaler Richtung zu berücksichtigen. Gegebenenfalls wären geeignete konstruktive Maßnahmen vor-

zusehen, damit die erhöhten Lasten vom Systemboden aufgenommen und von der Unterkonstruktion übertragen bzw. abgeleitet werden können.

Hohe Raumbereiche sollen häufig mit **Hubbühnen** in verschiedenen Ausführungen befahrbar sein. Die Belastung bei deren Nutzung ergibt sich aus der systematischen Lastaufteilung der jeweiligen Arbeitsbühne. Von Bedeutung ist dabei auch, dass über das Raster der Systembodenkonterkonstruktion hinweg unterschiedliche Steifigkeiten für die Fußauflager bestehen. Weichere Bereiche zwischen den Stützen können sich der Lastaufnahme entziehen, während steifere Bereiche oberhalb der Stützaullager die einwirkenden Lasten mit übernehmen müssen. Dies bedarf einer zusätzlichen und in Einzelfällen intensiven Sonderbetrachtung. Keinesfalls ist es ausreichend, die fiktive Grundfläche der Hubbühne oder eine schlichte Aufteilung gemäß Anzahl der Stützfüße oder Räder vorzunehmen.

In einigen Einbausituationen bzw. Regionen muss auch die Erdbebensicherheit des Aufbaus berücksichtigt werden. Generell weisen Doppelböden zwar ein geringeres Schadenspotenzial an sich auf; die größte Gefahr von Beschädigungen geht in der Regel von aufstehenden Geräten und Schränken aus. Diese können umfallen und dabei Personen- und Sachschäden, aber



(8) Rettungsaktion einer schweren Rackreihe auf einem unterdimensionierten Doppelboden

auch am Doppelboden selbst verursachen. Racks, Schaltschränke, Regale für Notstrombatterien usw. sollten daher auf eigene entsprechend abgespannte Grundrahmen gestellt werden oder auf andere Art gegen diese Sonderbelastung gesichert sein.

Brandschutz

Der Feuerwiderstand des Bauteils begrenzt eine Brandausbreitung. Im Falle eines Brandausbruchs muss der Feuerwiderstand der Bauelemente (Wände, Türen, Balken, Säulen etc.) eine Abschottung sicherstellen, die eine zu schnelle Ausbreitung des Feuers in andere Räume verhindert und die Standsicherheit der Struktur ga-

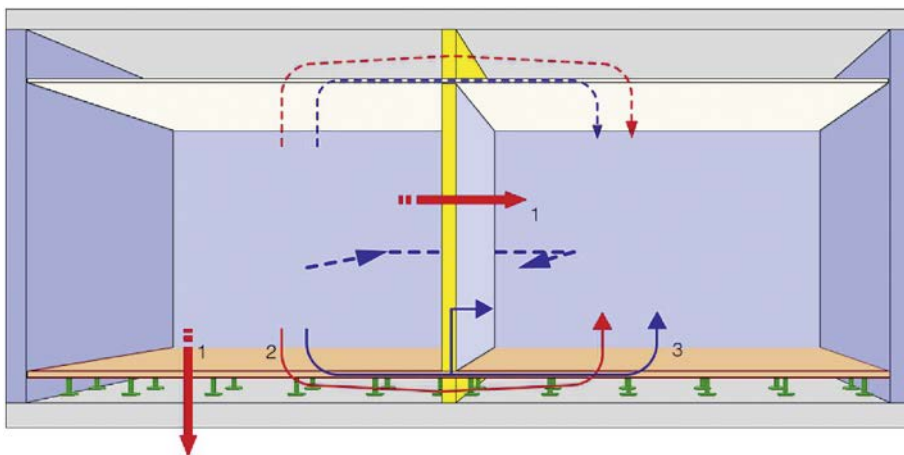
rantiert, um die Evakuierung von Personen und den Feuerwehreinsatz zu ermöglichen. In erster Linie liegen hierzu die bauaufsichtlichen Anforderungen in den jeweiligen Landesbauordnungen zugrunde. Diese beziehen sich auf eine in den Ländern weitgehend gleichlautende *Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Systemböden (MSysBöR)* [8]. Diese regelt Systemböden in Rettungswegen. In anderen Räumen umfasst sie Systemböden nur, wenn die Hohlräume der Böden über 500 mm hoch sind oder wenn sie der Raumlüftung dienen. Daneben wird auch die Frage behandelt, ob und unter welchen Bedingungen Wände mit brandschutztechnischer Funktion auf

Systemböden aufgestellt werden dürfen. Weitere Anforderungen leiten sich beispielsweise auch aus der Hochhausrichtlinie ab [9]. Zusätzlich können für Sonderbauten wie Verkaufsräume oder Hochregallager Anforderungen aus DIN VDE 0833 [11] und VDS 4001 [12] Berücksichtigung finden.

Die Prüfung zum Feuerwiderstand erfolgt gemäß den Verwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen der Bundesländer [13] nach DIN 4102-2 [14] oder auf der Grundlage der DIN EN 13501-2 [15] nach DIN EN 1366-6 [16]. Beide (an sich sehr verwandte Prüfmethoden) dienen als Grundlage für die Ausstellung eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses (abP), das bei entsprechenden Anforderungen als Nachweis der Feuerwiderstandsklasse in Verbindung mit der Übereinstimmungserklärung des Erstellers dient. Anforderungen an die Brennbarkeit der Materialien bestehen in Verbindung mit den jeweiligen Gebäudeanforderungen, z. B. über die Hochhausrichtlinien der Bundesländer.

Schallschutz

Zum Schallschutz in Verbindung mit Systemböden liegt ein sehr umfassendes Werk in Form der VDI 3762 [17] vor. Im Zuge der aktuellen Überarbeitung der DIN 4109 [18] sind hier noch Überarbeitungen ausstehend. In der VDI Richtlinie 3762 werden tabellarisch Erwartungswerte zu den jeweiligen Schallübertragungswegen in Verbindung mit Systemböden dargestellt.



(9) Schallübertragungswege in Verbindung mit Systemböden nach WTCB, TV 230

1. Direkte Übertragung in den Raum darunter oder daneben
2. Indirekte Luftschallübertragung über Flur, Bodenhohlraum und Deckenhohlraum
3. Übermittlung als Körperschall über begrenzende Bauteile



(10) Ein mit Wasser vollgelaufener Doppelboden



(11) Feuchtemessung in einem Bodenhohlraum

Pflege und Hygiene

Aufgrund des immanent vorhandenen Hohlraums bedürfen Systemböden hinsichtlich der Pflege und Wartung einer besonderen Aufmerksamkeit. Zur Vermeidung von sonstiger Besiedelung sind von vorneherein konstruktiv wirksame Maßnahmen zu empfehlen.

Ein Wasserangriff an die Stahlspindelseiten über einen wesentlichen Zeitraum stellt eine übermäßige Beanspruchung des Korrosionsschutzes dar. Nach der Zersetzung der nur für trockene Innenräume vorgesehenen Verzinkung setzt die Korrosion des Stahls ein. Die Anlagerung von katalytisch wirkenden Ionen aus dem Schadwasser verstärkt die Korrosion, sodass in der Folge auch nach der Abtrocknung von einer kompletten Zerstörung des Stützenfußes ausgegangen werden muss. Eine Nacharbeit des Korrosionsschutzes wäre aufwendig, unsicher und in aller Regel unwirtschaftlich.

Eine mikrobiologische Besiedelung der Unterseiten der Schalungsplatten ist insbesondere nach einer Durchnässung von Hohlböden (auch bereits während der Bauphase) ein Problem. Eine Austrocknung des Bodenhohlraums muss daher schnell und gründlich erfolgen. Effektiv ist dabei das vollständige Durchfluten mit trockener (erwärmter) Luft mittels Gebläse.

Der häufig ausgeführte staubbundene Anstrich stellt ein zusätzliches Problem dar, da er unter Einfluss von Wasser reemulgiert und so die Stützenklebung unterwandert wird.

Elektrostatistisches Verhalten

An Bodenflächen, vornehmlich in technischen Räumen, können Anforderungen an die elektrische Leitfähigkeit und gegebenenfalls Aufladespannung gestellt werden. Beispiele hierfür sind:

- Operationssäle in Krankenhäusern
- Rechenzentren
- Batterieräume
- Reinräume
- chemische Industrie
- Handling elektronischer Bauteile
- Lagerflächen

Nach wie vor kommt es auch zu Problemen mit Personenaufladung in Bürogebäuden. Entsprechende Anforderungen und Prüfmethoden unterscheiden sich hier je nach Fall.

Doppelböden in der Praxis

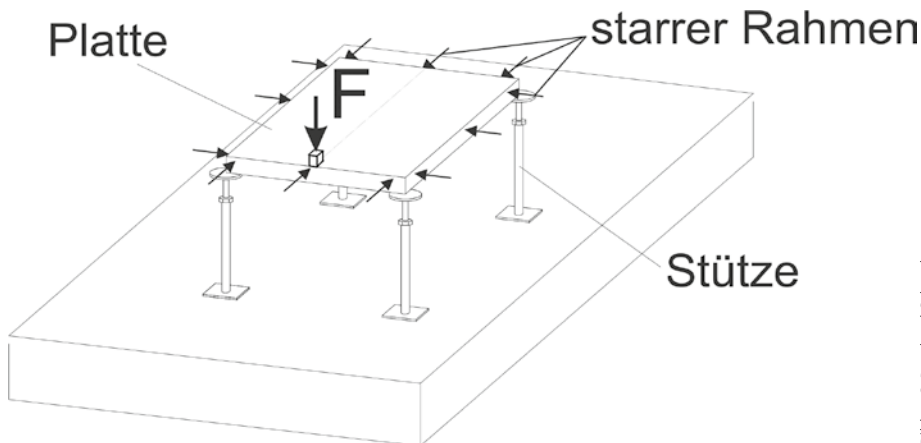
Doppelböden werden üblicherweise in Bereichen verbaut, in denen eine regelmäßige Revision der Bodeninstallation notwendig ist. Dies sind etwa Verwaltungsgebäude von Banken und Versicherungen und bei-

spielsweise in Rechenzentren, Technik- und Reinräumen. Häufig werden auch Doppelbodentrassen in ansonsten geschlossene Hohlbodenflächen integriert.

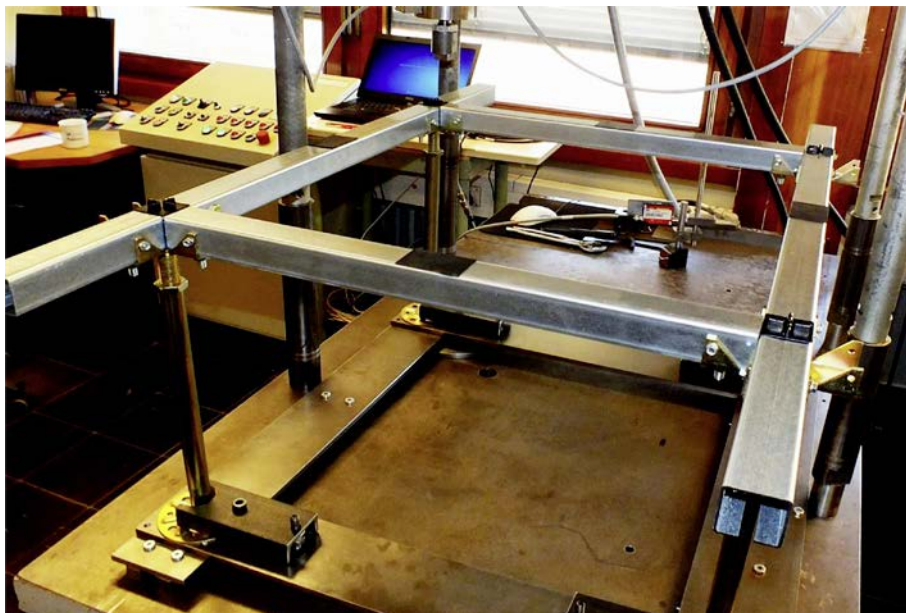
Als Materialien für die Tragschichtplatten (Doppelbodenplatten) fungieren speziell in Deutschland, Österreich und der Schweiz überwiegend faserverstärkte Kalziumsulfatplatten (Gipsfaserplatten) mit einer hohen Dichte von überwiegend über 1.500 kg/m³ sowie hochverdichtete Holzwerkstoffplatten (in aller Regel Qualität P6+). Die Anforderungen an die Tragfähigkeit sind je nach Situation höchst unterschiedlich. In Aufstell- und Verkehrsbereichen können Böden bis zu einer Tragfähigkeit von 25 kN ausgebildet werden, aber natürlich mit dem entsprechenden Aufwand.

Doppelböden werden sowohl mit fest applizierten Oberbelägen als auch mit sogenannten selbstliegenden Fliesen ausgestattet.

Bei den **fest applizierten Bodenbelägen** ist die grundsätzliche Eignung vorab festzustellen. Einflüsse können beispielsweise die Formatbeständigkeit, das Ausfransen von Schnittkanten oder die Verklebbarkeit unter Berücksichtigung starker Schälbeanspruchung beim Aus- und Einheben der Doppelbodenplatten sein. Hier gibt es in aller Regel einen großen Erfahrungsschatz bei den Herstellern der Doppelboden-



(12) Ermittlung der Tragfähigkeit gemäß DIN EN 12825 [3]



(13) Aufbau einer Unterkonstruktion zur Ermittlung der Tragfähigkeit



(14) Beispiel einer Plattenkante mit Überbeschichtung durch Grundierung

systeme. Besonders zu berücksichtigen sind darüber hinaus Beläge aus Natur- und Kunststein sowie Keramik und Holz. Hier ist nicht alles Wünschenswerte auch machbar und bedarf immer einer separaten Machbarkeitsbetrachtung.

Selbstliegende Oberbeläge haben sich auf Systemböden in Büro- und Verwaltungsgebäuden überwiegend durchgesetzt. Abweichend von fest applizierten Oberbelägen muss hier unbedingt auch das Eigenleben des Oberbelags mit berücksichtigt werden. So kann es infolge von Temperatur- und besonders Luftfeuchtigkeitsschwankungen zu Format- und Formveränderungen der Belagselemente kommen. Die zur Anbindung dieser selbstliegenden Beläge geeigneten Haftanstriche sind nur bedingt in der Lage, diese Verformungen zu verhindern. Gerade in den Hauptverkehrswegen kann es jahreszeitlich zu irreversiblen Verschiebungen des Oberbelagsgefüges mit dauerhaften Fugen und/oder Verwölbungen kommen. Die Oberbeläge sollten deswegen mit einem sinnvollen Fugenkonzept und über die Haftfixierung hinaus mit örtlich fixen Positionierungen ausgeführt werden.

Ein häufiges Problem stellt der unsachgemäße Auftrag des **Haftanstrichs (Fixierung, Tackifier, Rutschbremse etc.)** und eventueller Grundierungen dar. Durch Reibung zwischen zwei unterschiedlich belasteten Doppelbodenplatten kann es unter ungünstigen Voraussetzungen zu störenden Knarrgeräuschen kommen. Dabei spielen die aneinanderreibenden Werkstoffe eine entscheidende Rolle. So wurden die bei Doppelbodenplatten typischen und wegen des verwendeten Materials sehr teuren Kanten aus PVC (oft mit Graphit- oder Kohlezusätzen) oder Copolymerisaten (PVC-ABS) in ihrer Zusammensetzung speziell zur Unterbindung eines Knarrens entwickelt.

Für die Entstehung von Geräuschen sind die tatsächlich kontaktierenden und reibenden Oberflächen entscheidend. In die Stoßfuge der konisch ausgebildeten Stoßkanten zweier Doppelbodenplatten eingelaufene Substanzen verringern das Spiel zwischen den Platten und fördern damit eine seitliche Vorspannung, die sich auch auf die Reibung auswirkt.

Generell kann durch jedwede Verunreinigungen (wegen der damit geänderten Materialpaarung der Oberflächen) potenziell ein Knarren verursacht werden. Dabei spielen lose Verunreinigungen meist eine geringe und zeitlich begrenzte Rolle. Bei eingelaufenem Belagskleber (Haftanstriche) oder Grundierungen handelt es sich dagegen immer um kritische Verunreinigungen. Eingelaufene Grundierungen führen meist unmittelbar zu Knarrgeräuschen. Eingelaufener Haftanstrich wird erfahrungsgemäß erst durch ein Nachhärten unter Einbindung von Staubpartikeln nach vier bis fünf Jahren ein Knarren verursachen.

Hohlböden in der Praxis

Hohlböden werden großflächig in Büro- und Verwaltungsgebäuden eingebaut und dienen zunächst zur Aufnahme der technischen Gebäudeausrüstung. Durch Doppelbodentrassen und Revisionsöffnungen wird eine Nachbelegung des Installationsraums möglich. Dabei gelten Hohlböden als eine zunächst preiswerte Ausführung von Systemböden, insbesondere in der Bauart **Hohlboden mit gegossener Tragschicht** (Hohlboden in nasser Bauweise). Diese Bauart wird im Standard für Nutzlasten von 2 bis 5 kN ausgeführt. Durch besondere Ausführungen sind jedoch auch höhere Belastbarkeiten erreichbar.

Hohlböden mit gegossener Tragschicht sind wegen ihrer Herstellung unmittelbar auf der Baustelle besonders empfindlich hinsichtlich Ausführungsfehlern. Deswegen sollte eine konsequente Überwachung durch die jeweilige Fachbauleitung erfolgen.

Zu dieser Bodenbauart gibt es keine standardisierte Bauweise, da die Variationsmöglichkeiten aus Unterkonstruktion, Stützenraster, Estrichdicke und Estrichqualität je nach Hersteller erheblich sind. Zur Sicherstellung der Qualität gibt es individuelle Bauartprüfungen zu Tragfähigkeit, Brandschutz und Schallschutz. Die in den Bauartprüfungen festgestellten Tragschichtdicken stellen ein Mindestmaß dar. Abweichend von den Gebräuchen des Estrichgewerbes ist ein Unterschreiten der Estrichdicke damit nicht tolerierbar, weil sich dies unmittelbar auf die Tragfähigkeit der Konstruktion auswirkt. Entscheidend für die Lastaufnahmefähigkeit des Bodens ist neben der Tragschichtquali-

tät und -dicke das tatsächlich ausgeführte Stützenraster, besonders entlang der Ränder und der Systemfugen. In aller Regel gibt es hierzu Montageanleitungen der systemgebenden Unternehmen.

Die Qualität des Estrichmörtels wird auf der Grundlage der Mörtelprüfung nach DIN EN 13813 [20] bestimmt. Dabei ist der Zahlenwert der tatsächlich erreichten Qualität entsprechend der Bauartprüfung zu erreichen.

Als verlorene Schalung auf Stahlspindelstützen werden Einzelplatten (derzeit meist Gipswerkstoffe) in den Abmessungen 60 x 120 cm verwendet. Zur Sicherstellung der Lastableitung kann ein versetztes Plattenraster empfohlen werden. Nach dem Abbinden der Estrichtragschicht trägt die Schalungsplatte lediglich im Bereich des Stützenauflegers zur Tragfähigkeit des Bodenaufbaus bei. Auf der verlorenen Schalung wird eine Schrenzlage, meist in Form einer 100 µm dicken PE-Folie, verlegt. Diese Folie dient lediglich dem Absperren der Schalung gegenüber dem Anmachwasser des Estrichmörtels und ist für sonstige bauphysikalische Aufgaben nicht vorgesehen. Zur Festlegung von erforderlichen Fugen bei Calciumsulfat-Fließestrichen in Hohlböden kann das Merkblatt 5 der Industriegruppe Estrichstoffe [21] als Grundlage empfohlen werden.

Bilden sich aus welchen Gründen auch immer Risse in der Tragschicht, sind diese fachgerecht zu schließen. Risse in der Tragschicht stellen ansonsten die Ursache für zum Teil weitreichende Schäden an der Konstruktion und gegebenenfalls den Oberbelägen dar. Zum Verharzen von Rissen wird die folgende Vorgehensweise angeraten:

- Risse sollten auf der ganzen Länge etwas geweitet werden, um für das Harz ein „Einfülldepot“ zu schaffen.
- Mit einem kräftigen Industriestaubsauger mit schmalen Düsenaufsatz sollte ausgesaugt werden.
- Die Risse müssen in mehreren Arbeitsgängen bis zur Oberkante mit einem Kunstharz niedriger Viskosität und guter Kriechfähigkeit innerhalb der offenen Zeit des Harzes aufgefüllt werden.
- Bei letztmaligem Nachfüllen kann das Harz bereits mit Quarzsand (Körnung <0,4 mm) gefüllt werden.

- Die durch Harz verunreinigten Oberflächen müssen satt abgesandet werden, sodass flächig trockener Quarzsand liegen bleibt.
- Überschüssiger Sand wird erst nach dem vollständigen Abbinden des Harzes abgekehrt.

Ein „Vernadeln“ oder auch „Verklammern“ mit Quereinbindung von sogenannten Estrichklammern (Wellblechstreifen) ist in der Sache weitgehend wertlos; es stellt eher eine zusätzliche Schwachstelle dar und sollte vermieden werden.

Soweit die erreichten Oberflächenqualitäten und Restfeuchten dies zulassen (Stichwort **Belegreife** nach ATV DIN 18365 [22]), können auf einer gegossenen Hohlbodentragschicht nahezu beliebige, gängige Oberbeläge aufgebracht werden. Bei Beschichtungen und harten Oberbelägen sollte ein besonderes Augenmerk auf möglicherweise auftretende Bimaterialspannungen gelegt werden.

Hohlböden in trockener Bauweise (Trockenhohlböden, auch Verbunddoppelböden genannt) haben eine aus Plattenelementen werkseitig vorgefertigte Tragschicht, die auf der Baustelle lediglich zueinander verklebt werden. Damit wären die Tragschichtqualität und -dicke gegenüber der Ausführung mit gegossener Tragschicht deutlich besser unter systematischer Kontrolle. Durch die trockene Bauweise bietet diese Bauart überdies einen erheblichen Zeitvorteil.

Diese Böden werden im Standard einlagig ausgeführt, können aber durch zweilagigen Aufbau und gegebenenfalls Stahlblechbewehrung eine Nutzlast von bis zu 20 kN aufnehmen. Die Tragschicht besteht in aller Regel aus faserverstärktem Calciumsulfat (Gipsfaserplatten) oder faserverstärkten zementgebundenen Platten (Zementfaserplatten), jeweils mit hoher Dichte. Die einzelnen Tragschichtelemente sind seitlich als Nut-/Feder- oder Trapezzinkenverbindung profiliert, wodurch eine formschlüssige Verklebung erreicht werden kann. Durch die Plattenformate wird das Stützenraster dieser Böden meist auf 60x60 cm festgelegt.

Aufgrund der physikalischen Eigenschaften der Tragschicht haben Hohlböden in trockener

ner Bauweise eigenständige Merkmale in Bezug auf ihr Verhalten. Beispielsweise sind Trockenhohlböden brandschutztechnisch gemäß den Regelungen der MSysBöR [8] wie Doppelböden zu behandeln.

An den Oberflächen der verklebten Tragschicht ergeben sich geringfügige Versätze, die im Zuge der Untergrundvor-

bereitung für die Oberbelagsverlegung sachgerecht behandelt werden müssen. Zudem können Tragschichtplatten wegen der Fasereinbindung durch umgebende Feuchtigkeit quellen und/oder schwinden und sich dadurch verformen. Hierzu liegen entsprechende Daten der Systemhersteller vor. Bei der Festlegung von Bewegungsfugen ist das zu berücksichtigen. Ein be-

sonderer Abstimmungsbedarf besteht, wenn Holzbeläge, Beschichtungen oder harte Oberbeläge wie Natur- und Kunststein sowie Keramik aufgebracht werden sollen. ■

Literatur

[1] DIN 18340:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Trockenbauarbeiten

[2] DIN EN 13213:2001-12 Hohlböden

[3] DIN EN 12825:2002-04 Doppelböden

[4] ASR A1.5/1,2 Technische Regeln für Arbeitsstätten – Fußböden, Ausgabe Februar 2013, zuletzt geändert 2019.

[5] DIN EN 1991-1-1:2010-12 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau

[6] Bundesverband Systemböden e. V. (Hrsg.): Anwendungsrichtlinie zur DIN EN 13213 Hohlböden. Düsseldorf, BVS 2021.

[7] Bundesverband Systemböden e. V. (Hrsg.): Anwendungsrichtlinie zur DIN EN 12825 Doppelböden. Düsseldorf, BVS 2021.

[8] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Systemböden – Muster-Systembödenrichtlinie (MSysBöR), Fassung September 2005.

[9] Muster-Richtlinie über den Bau und Betrieb von Hochhäusern (Muster-Hochhaus-Richtlinie – MHHR), Fassung April 2008, zuletzt geändert im Februar 2012.

[11] DIN VDE 0833-2:2017-10/VDE 0833-2:2017-10 Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall – Teil 2: Festlegungen für Brandmeldeanlagen

[12] VdS CEA 4001:2021-01 VdS CEA-Richtlinien für Sprinkleranlagen – Planung und Einbau

[13] Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Ausgabe 2020/1.

[14] DIN 4102-2:1977-09 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

[15] DIN EN 13501-2:2016-12 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen

[16] DIN EN 1366-6:2005-02 Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen – Teil 6: Doppel- und Hohlböden

[17] VDI 3762:2012-01 Schalldämmung von Doppel- und Hohlböden

[18] Normenreihe DIN 4109 Schallschutz im Hochbau

[19] Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB): Technische Voorlichting TV 230: Verhoogde Vloeren, Dezember 2006. WTCB, Lombardstraat 42, B1000 Brüssel

[20] DIN EN 13813:2003-01 Estrichmörtel, Estrichmassen und Estriche – Estrichmörtel und Estrichmassen – Eigenschaften und Anforderungen

[21] Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e. V. und Industriegruppe Estrichstoffe im Bundesverband der Gipsindustrie e. V. (Hrsg.): Merkblatt 5: Fugen in Calciumsulfat-Fließestrichen – Hinweise und Richtlinien für die Planung und Ausführung von Calciumsulfat-Fließestrichen. Berlin, Stand 9/2019.

[22] DIN 18365:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Bodenbelagarbeiten

Zur Person



**Dipl.-Ing. (FH)
Bernhard
Schmelmer**

ist öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Doppelböden und Hohlböden. Seit 35 Jahren im Bereich Systemböden tätig, arbeitete er zunächst als Entwicklungsingenieur, Abteilungs- und Niederlassungsleiter und gründete 1998 ein eigenes Ingenieurbüro. Er ist in mehreren Normenausschüssen beteiligt: zu Trockenbau (GAEB 039), Systemböden (TC 323), Estrichen (NA 005-09-75 AA), Rechenzentren (DKE, DIN EN 50600-2-1) und Schallschutz (VDI 3762). Zudem ist er Co-Autor des Trockenbau-Handbuchs (Kommentar zu VOB DIN 18340 und DIN 18299, 9. Auflage 2016).

Kontakt

Internet: www.schmelmer.eu
E-Mail: ist@schmelmer.eu