

Lastannahmen und Tragfähigkeitsnachweis bei Hohlböden

# Einzellasten sind maßgeblich

Gebäudeplaner legen die Tragfähigkeit von Hohlböden häufig nach den Lastannahmen des Eurocode 1 fest. Diese sind jedoch nicht auf Ausbaugewerke übertragbar, da für die Dimensionierung der Ausbaugewerke die jeweils wirkenden Einzellasten entscheidend sind.

**G**rundsätzlich gilt für die Bemessung von Bauwerken und Bauteilen, dass entsprechend der vorgesehenen Nutzlast ein charakteristischer Wert anzunehmen ist. Dies schließt beispielsweise mögliche dynamischer Einwirkungen ein. Systemböden, wie die hier betrachteten Hohlböden, sind gemäß den Festlegungen der Europäischen Kommission sicherheitsrelevante Bauprodukte, für die mit EN 12825 und EN 13213 zumindest europaweit einheitliche Prüfverfahren eingeführt wurden. Die Umsetzung dieser Prüfnorm zu den für die Praxis relevanten anerkannte Regel der Technik erfolgte durch Anwendungsrichtlinien, die unter Leitung des Bundesverbandes Systemböden e.V. erstellt wurden (siehe <https://www.systemboden.de/downloads/allgemeine-downloads/>).

Diese Anwendungsrichtlinien definieren hinsichtlich der Gebrauchs- und Verkehrstauglichkeit einen sicherheitstechnischen Mindeststandard, an dem sich auch die geschuldete Leistung im Sinne der VOB orientiert.

Auf der Seite des Planers ist demgemäß die Anforderung entsprechend der jeweilig vorgesehenen Nutzung festzulegen und eindeutig auszuschreiben.

Gebäudeplaner ordnen Hohlböden häufig Tragfähigkeitseigenschaften zu, die auf den Lastannahmen des Eurocode 1 (EN 1991-1-1 „Einwirkungen auf Tragwerke ...“) basieren. Die in diesem Standard zur Dimensionierung der Gebäudestruktur aufgeführten Festlegungen sind in dieser Form jedoch nicht Anforderungen an Ausbaugewerke übertragbar.

Die Flächenlastzuordnungen  $q_k$  [N/m<sup>2</sup>] des Eurocode 1 sind lediglich Durchschnittswerte, die in ihrer Summe auch auf die stützenden vertikalen Tragwerksteile übertragen und aufgenommen werden. Hinsichtlich der jeweiligen einwirkenden einzelnen Lasten wird zunächst von einer ausreichenden Querverteilung in der Ausführung beispielsweise der Geschossdecken ausgegangen.



Belastungsprüfung an einer Hohlbodenfläche mit Prüfgestänge.

Bilder: Schmelmer

Für die Dimensionierung der Ausbaugewerke sind jedoch die jeweils wirkenden Einzellasten von ausschlaggebender Bedeutung. Dabei sind neben der Querverteilung der Tragschicht selber die Auflagerbedingungen dieser Tragschicht ausschlaggebend. Bei Systemböden ergibt sich dies zunächst schwerpunktmäßig aus dem Stützenraster.

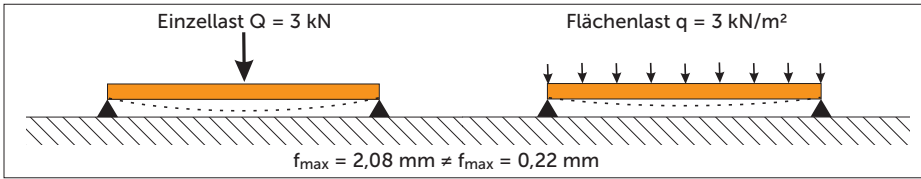
Für die Sicherheit und Klassifizierung von Hohlböden sind in der Regel nicht flächig wirkende Lasten (EN 1991-1-1, Spalte 4 in der Abb. „Auszug aus Tabelle 6.1.“ auf Seite 30) maßgeblich, sondern eher die exemplarischen Einzellasten (Spalte 5), die über kleine Aufstandsflächen (hier 50 mm x 50 mm) eingeleitet werden.

Abweichend hierzu wurde für Systemböden die Lasteinwirkung auf eine Aufstandsfläche von 25 mm x 25 mm bezogen.

Dies entspricht beispielsweise einem Möbelfuß oder der Belastung durch Hubwagenrollen. Aus den Lastangaben des Eurocodes 1 kann jedoch als erste Näherung der charakteristische Wert für die anzusetzende Einzellast  $Q_k$  als planerisch anzusetzende Nennlast für Systemböden verwendet werden.

Ein Beispiel zur Verdeutlichung (siehe Verformungsbeispiel auf Seite 29 oben): Das Steifigkeitsverhalten einer Doppelbodenplatte aus Gipsfasermaterial mit den Abmessungen 0,6 m x 0,6 m x 0,036 m unter einer Belastung von 3 kN, die als Einzel- bzw. Flächenlast aufgebracht werden.

Der Unterschied in den Belastungsarten und damit auch die Beanspruchung wird dabei sehr gut erkennbar. Zusätzlich sind Stanzkräfte (25 mm x 25 mm) und die auf



Verformungsbeispiel „Einfeldträger unter Einzellast und Flächenlast“.

den Stützen wirkenden Auflagerkräfte zu berücksichtigen, die ihrerseits auch bei flächig einwirkenden Kräften eine Einzellast darstellen.

Vergleichbar mit der Zuordnung im Eurocode 1 bieten die Anwendungsrichtlinien zu EN 13213 (Hohlböden) und zu EN 12825 (Doppelböden) in ihren jeweiligen Tabellen Nr. 2 typische Anwendungen zu den jeweiligen Bodentragfähigkeiten (vgl. [www.systemboden.de](http://www.systemboden.de)).

Bei der Prüfung und Klassifizierung von klassischen Estrichen erfolgt dies jedoch anders. Es besteht kein festgelegtes Stützenraster als Auflager und somit auch keine genau beschreibbare Bettung der Tragschicht. Für Estriche wurde dagegen auf der Grundlage jahrzehntelanger Erfahrung eine Analogie zu den Beschreibungen in der Trag-

werksplanung geschaffen. Für die üblichen Estricheinbauten mit vergleichsweise geringen Belastungen sind die Biegezugfestigkeit, die Druckfestigkeit und die Dicke des einzubauenden Estrichs maßgeblich (siehe beispielsweise DIN 18560-2 „Estriche und Heizestrich auf Dämmschichten“). Hieraus wird auch auf die für diese Estrichbauart erforderlichen Prüf- und Nachweismethoden verwiesen, woraus sich eine in sich abgeschlossene Einheit als unstrittig anerkannte Regel des Fachs ergibt.

In DIN 18560-2 ist beispielsweise festgelegt, wie diese Estrichbauart ausgeführt werden muss, um unter Berücksichtigung der üblichen handwerklichen Leistung die erforderliche Tragfähigkeit auf den einzubauenden Flächen zu gewährleisten. Darin wird auch den Unschärfen beim Einbau und

### Ergebnisse zu Systemprüfungen an einer Hohlbodenbauart an insgesamt zwei Prüffeldern mit je 3 m x 3 m

Nr.	Prüfposition	Bruchlast in kN	Anmerkung
1	Ecke 1	10,8	kein Bruch
2	Ecke 2	11,0	kein Bruch
3	Ecke 3	10,5	kein Bruch
4	Ecke 4	10,5	kein Bruch
5	Ecke 5	12,4	Bruch
6	Ecke 6	11,8	Bruch
7	Mitte des Prüffeldes	16,3	Bruch
8	Rand 1	10,1	kein Bruch
9	Rand 2	10,3	kein Bruch
10	Rand 3	10,7	kein Bruch
11	Rand 4	10,7	Bruch
12	Rand 5	10,8	Bruch

Auszug aus Tabelle 6.1 im nationalen Anhang der DIN 1991-1-1

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	Kategorie	Nutzung	Beispiele	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>k</sub> <sup>o</sup> [kN]
4	B	B1	Flure in Bürogebäuden, Büroflächen, Arztpraxen ohne <b>schweres Gerät</b> , Stationsräume, Aufenthaltsräume einschl. der Flure, Kleinviehställe	2,0	2,0
5		B2	Flure und Küchen in Krankenhäusern, Hotels, Altenheimen, Flure in Internaten usw.; Behandlungsräume <b>in Krankenhäusern</b> , einschl. Operationsräume ohne schweres Gerät, <b>Kellerräume in Wohngebäuden</b>	3,0	3,0
6		B3	Alle Beispiele von B1 und B2, jedoch mit schwerem Gerät	5,0	4,0
7	C	C1	Flächen mit Tischen; z. B. <b>Kindertagesstätten, Kinderkrippen</b> , Schulräume, Cafés, Restaurants, Speisesäle, Lesesäle, Empfangsräume, <b>Lehrerzimmer</b>	3,0	4,0
8		C2	Flächen mit fester Bestuhlung; z. B. Flächen in Kirchen, Theatern oder Kinos, Kongresssäle, Hörsäle, Wartesäle	4,0	4,0
9		C3	Frei begehbbare Flächen; z. B. Museumsflächen, Ausstellungsflächen, Eingangsbereiche in öffentlichen Gebäuden, Hotels, nicht befahrbare Hofkellerdecken, <b>sowie die zur Nutzungskategorie C1 bis C3 gehörigen Flure</b>	5,0	4,0
10		C4	Sport- und Spielflächen; z. B. Tanzsäle, Sporthallen, Gymnastik- und Kraftsporträume, Bühnen	5,0	7,0
11		C5	Flächen für große Menschenansammlungen; z. B. in Gebäuden wie Konzertsäle, Terrassen und Eingangsbereiche sowie Tribünen mit fester Bestuhlung	5,0	4,0
12		C6	Flächen mit regelmäßiger Nutzung durch erhebliche Menschenansammlungen, Tribünen ohne feste Bestuhlung	7,5	10,0

bei der Mörtelherstellung sowie den üblichen Schwankungen der Bettungsbedingungen auf den jeweils beschriebenen Untergründen Rechnung getragen. Die dort gemachten Vorgaben garantieren letztlich, dass die erforderlichen Tragfähigkeiten bei sorgsamer Ausführung ausreichen werden. Stichprobenprüfungen an Estrichen auf der

Grundlage der Hohlbodennormung erlauben lediglich Aussagen an der explizit geprüften Position und lassen somit nur bedingt Rückschlüsse auf die gesamte Fläche zu. Werden diese Prüfungen jedoch an ausgesuchten „verdächtigen Stellen“ durchgeführt, können sie Sicherheit bezüglich der Gebrauchstauglichkeit geben.

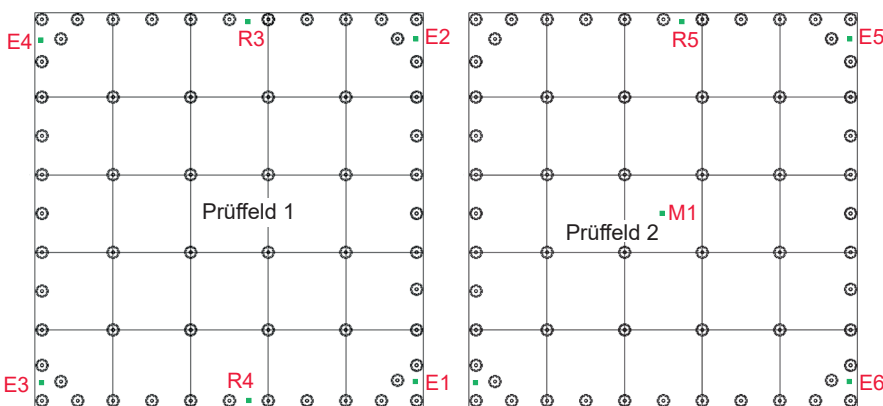
### AUSFÜHRUNG DER UNTERKONSTRUKTION ENTSCHEIDEND

Bei Hohlböden ist neben der Biegezugfestigkeit und der Dicke der Tragschichten die Ausführung der systematisch angelegten Unterkonstruktionen entscheidend.

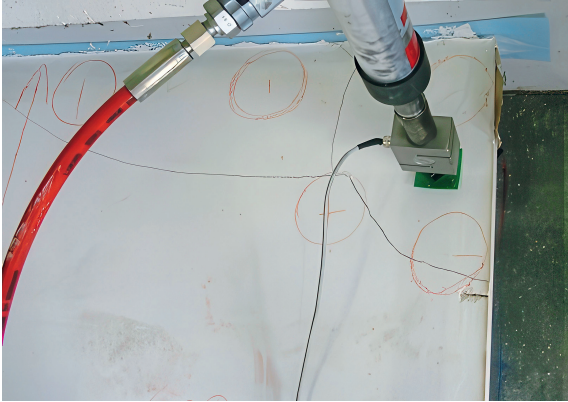
Maßgeblich für die Bestimmung der Tragfähigkeit ist stets die Leistung an der schwächsten Stelle. Dies ist in EN 13213 und noch ausführlicher in den Anwendungsrichtlinien zur EN 13213 festgelegt.

Aufgrund der nur eingeschränkt mittragenden Breite an den Rändern und Ecken von Bodenflächen kann zur Optimierung beispielsweise die Tragschicht in anderer Dicke (Randverdickung) ausgebildet oder ein abweichendes Stützenraster ausgeführt werden, damit die erforderliche Mindesttragfähigkeit über die Gesamtfläche des Bodens gewährleistet ist.

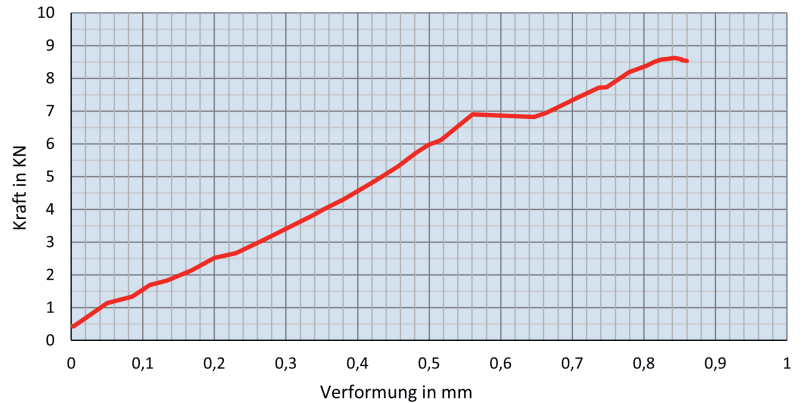
Prüfnachweise für Hohlbodenkonstruktionen erfolgen in der Regel an einem Modellaufbau. Dabei werden alle Ergebnisse der Belastungsprüfungen an den verschiedenen



Beispielhafte Prüfpositionen an zwei aufgebauten Prüffeldern mit Stützenraster.



Beispiel eines Bruches bei Prüfung an einer Ecksituation.



Beispielhafter Last-Verformungsverlauf zu einer Musterfeldprüfung.

Positionen, die als Schwachstelle der Konstruktion infrage kommen, gewertet. Ausschlaggebend ist dabei stets der niedrigste ermittelte Einzelprüfwert. Eine Mittelwert- oder Medianbildung der Prüfergebnisse wäre nicht legitim, da dies eine geschönte Falschangabe zur Tragfähigkeit darstellen würde.

Das Prüfergebnis einer ausgemachten Schwachstelle der Bodenkonstruktion (beispielsweise Ecke oder Plattenrand) soll durch mindestens drei Prüfungen an dieser Stelle festgestellt werden (siehe Abb. „Beispielhafte Prüfpositionen...“ auf Seite 30. In der Tabelle auf Seite 29 ist das Prüfergebnis für eine geprüfte Hohlbodenbauart bei-

spielhaft dargestellt. In diesem Fall wurde dem Boden eine nominale Tragfähigkeit von 5 kN zugeordnet. Dies ergibt sich aus der niedrigsten Belastung, dividiert durch den Sicherheitsbeiwert 2.

### ZUSAMMENFASSUNG

Zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Systemböden ist die Angabe von Flächenbelastbarkeiten generell nicht geeignet. Soweit in Einzelfällen neben den Einzellastangaben gemäß EN 13213 beziehungsweise DIN 12825 auch Flächenlastanforderungen an diese Böden bestehen, sind diese grundsätzlich nicht miteinander vergleichbar.

Die durch Systemböden aufnehmbaren, flächig wirkenden Lasten stehen in keiner unmittelbar anwendbaren Beziehung zu den im Eurocode 1 aufgeführten Verkehrslasten, insbesondere zu den dort aufgeführten Flächenlastangaben zu anzusetzender Nutzlast von Gebäuden. Diese sind dort in aller erster Linie zur Dimensionierung der Gebäudestruktur vorgesehen.

**Bernhard Schmelmer**

Der Autor Bernhard Schmelmer ist Sachverständiger und Inhaber des Ingenieurbüro Schmelmer, Institut für Systembodentechnik in Obernburg.