Bodenbelastung durch Arbeitsbühnen

Eine kleine Einführung

Neben den üblichen Parametern wie Arbeitshöhe- und Reichweite, Geräteabmessungen usw. spielen bei der Einsatzprüfung sehr häufig die von Arbeitsbühnen verursachten Bodenbelastungen eine Rolle.

Folgende Einsatzbereiche sind diesbezüglich problematisch:

- Decken in Einkaufszentren, Lagerhallen	- geringe Verkehrslasten
- Parkdecks	- oft nur für PKW ausgelegt
- Unterkellerte Innenhöfe	- oft keine Statiken mehr vorhanden
- Empfindliche Bodenbeläge	- schön, aber wenig tragfähig
- Hohlraumböden	- häufig ein Riesenproblem
- usw.	

Neben der Beschädigungsgefahr des Untergrundes stellt das Arbeiten auf wenig tragfähigen Decken natürlich auch ein potentielles Unfallrisiko dar.
Ein Risiko sind auch nasse Wiesen oder Waldböden, vermeintlich gefrorene Böden usw. Hierauf soll jedoch nicht näher eingegangen werden. ***Hierzu ist die zugehörige Bedienunganleitung zu beachten!***

Die nachfolgenden Erläuterungen sollen einen kurzen Einblick in die Gesamtthematik geben.

Es wird hier darauf hingewiesen, dass dies keine offizielle Richtlinie darstellt. Weiterhin sind enthaltene Berechnungen nur als annähernd zu betrachten und ersetzen keine offiziellen rechnerischen Nachweise durch befugte Personen.

Auszugsweise wird die DIN 1055 zitiert. Die Erläuterungen orientieren sich häufig am Beispiel des Denka-Lift Narrow.

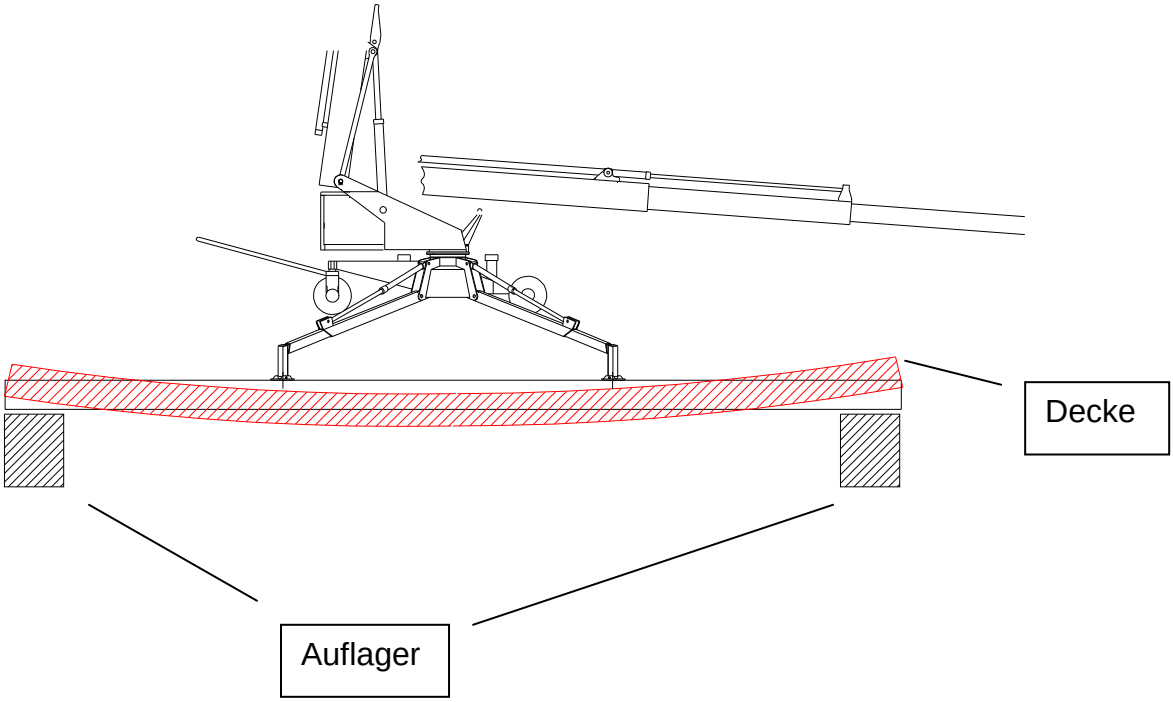
Meistens wird man mit folgenden Angaben zur Bodenbelastung konfrontiert:

1.) ***Verkehrslast***
2.) ***Punktlast***
3.) ***Druckfestigkeit***

1.) Lotrechte Verkehrslasten für befahrene Decken = nicht vorwiegend ruhende Lasten (häufigste Angabe)

Darunter sind Lasten zu verstehen, welche z.B. von Gabelstaplern, Hubschraubern (Dach-Landeplätze) etc. oder eben auch durch Arbeitsbühnen verursacht werden.

Diese Lasten müssen durch eine ausreichend dimensionierte Deckenkonstruktion sicher getragen werden.



Sieht man irgendwo so ein Schild, wird damit im Regelfalle die zulässige ***Verkehrslast*** angegeben:

Die DIN 1055 geht z.B. auf die Belastung durch Gabelstapler näher ein.

Hierzu existiert auch eine Tabelle zur Orientierung bei der Bemessung von Decken:

Tafel 3.12 Gabelstapler-Regelfahrzeuge

Zulässiges Gesamt-Gewicht t	**Nenntrag-Fähigkeit t**	**Statistische Achslast P (Regellast) kN**	**Mittlere Spurweite m**	**Gesamt-Breite m**	**Gesamt-Länge m**	**Verkehrslast p (Regellast) kN**
2,5	0,6	20	0,8	1	2,4	10
3,5	1	30	0,8	1	2,8	12,5
7	2,5	65	1	1,2	3,4	15
13	5	120	1,2	1,5	3,6	25

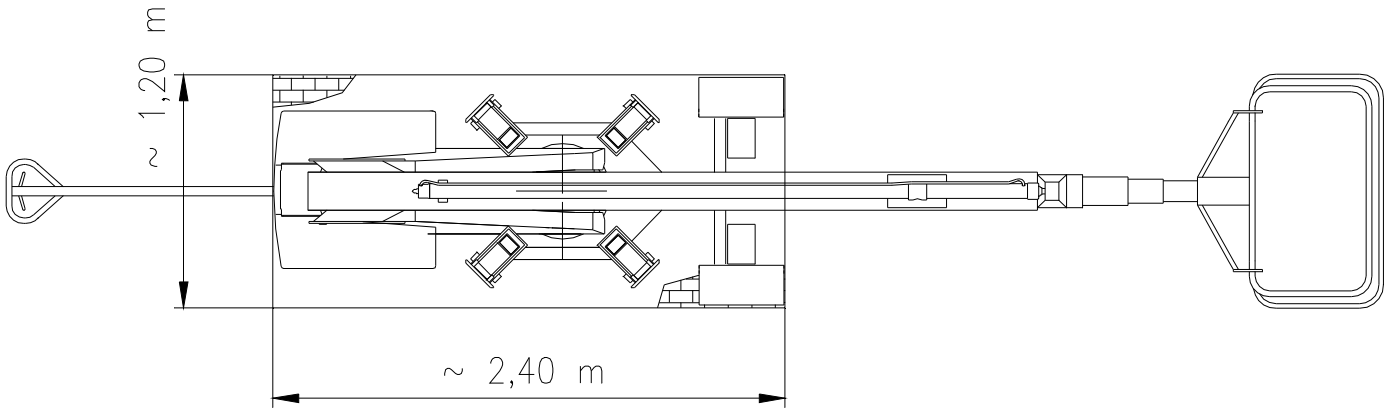
Man kann der Tabelle beispielsweise entnehmen, dass eine Decke für mindestens 10 kN Verkehrslast dimensioniert werden muß, um darauf einen Gabelstapler mit 2,5 t GGW betreiben zu dürfen. Ähnlich sieht es bei Arbeitsbühnen wie z.B. dem Narrow aus.

Vereinfacht kann man wie folgt rechnen:

$$\textbf{Tatsächliche Verkehrslast p (kN/m²)} = \frac{\textbf{Gesamtgewicht (kN)}}{\textbf{Einzugsfläche (m²)}}$$

Beim Denka-Lift Narrow muß man z.B. unterscheiden zwischen der Belastung in Fahrposition und in Arbeitsposition. Wie bei vielen anderen Arbeitsbühnen ist die Verkehrslast in Fahrposition höher, da hier das Gerätegewicht auf eine wesentlich kleinere Fläche verteilt wird.

Nachfolgend ein Berechnungsbeispiel anhand des DL19 N für die Belastung in Fahrposition, wenn die zu befahrene Decke eine Verkehrslast von 10 kN/m² aufweist:



Aufstellfläche in Fahrposition: 2,88 m² (angenommene Einzugsfläche)

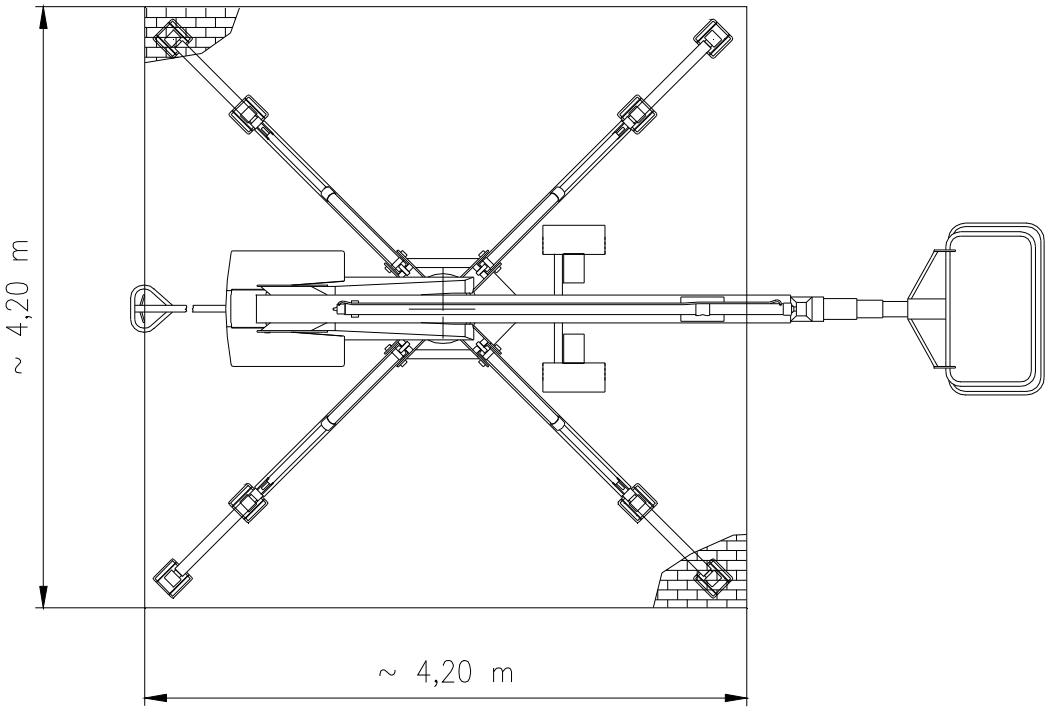
Zulässige Belastung: 10 kN / m² x 2,88 m² = 28,80 kN (= zul. Verkehrslast)

Vorhandene Belastung: 2153 kg x 9,81 m/s² = **21,12 kN < 28,80 kN** = O.K.

Ergebnis:

Der Narrow DL19 N darf die Decke befahren, da die zulässige Belastung von 28,80 kN mit der tatsächlichen Last von 21,12 kN deutlich unterschritten wird.

Die gleiche Rechnung nun in Arbeitsposition:



Aufstellfläche in Arbeitsposition: 17,64 m² (angenommene Einzugsfläche)

Zulässige Belastung: 10 kN / m² x 17,64 m² = 176,40 kN (= zul. Verkehrslast)

Vorhandene Belastung: 2153 kg x 9,81 m/s² = **21,12 kN < 176,40 kN** = O.K.

Ergebnis:

Der Narrow DL19 N darf auf dieser Decke arbeiten, da die zulässige Belastung von 176,40 kN mit der tatsächlichen Last von 21,12 kN deutlich unterschritten wird.

Doch Vorsicht: Da im ungünstigsten Lastfall auf einer Stütze bis zu 1650 kg lasten können, muss hierbei die **maximal zulässige Punktlast** eingehalten werden. Ist diese nicht angegeben, so muss hierzu ein **gesonderter Nachweis** eines offiziellen Statikers eingeholt werden.

Ebenfalls kann es möglich sein, dass eine auf den ersten Blick nicht ausreichend tragfähige Decke aufgrund einer Nachberechnung für eine höhere Belastung nachträglich freigegeben wird.
Hierbei spielen dann Faktoren wie die Bauart der Decke, die Belastung um die Arbeitsbühne herum oder der Abstand zwischen den Deckenabstützungen eine Rolle.

Bei derartigen Fällen bitte nicht den Einsatz kategorisch ablehnen. Besser vorab mit einem Statiker darüber sprechen!

Ganz interessant ist auch nachfolgende Tabelle, welche im Rahmen der DIN 1055 die Mindest-Verkehrslasten für die einzelnen Verwendungszwecke angibt:

Verkehrslasten von Decken (Richtlinien für Bemessung, Auszug aus DIN 1055):

7	Büroräume, Verkaufsräume bis 50m², Krankenzimmer, Kleinviestallungen	2,0 kN/m²
9	Garagen und Parkhäuser	3,5 kN/m²
11	Versammlungsäume in öffentlichen Gebäuden, Tanzsäle, Turnhallen, Warenhäuser	5,0 kN/m²
13	Zufahrten zu Rampen, Garagen, Parkhäusern	5,0 kN/m²
14	Tribühnen ohne feste Sitzplätze, Lagerräume, Werkstätten mit mittlerem Betrieb	7,5 kN/m²
15	Werkstätten, Fabriken, Lagerräume mit schwerem Betrieb (z.B. Gabelstaplereinsatz)	10,0 kN/m² bis zu 30,0 kN/m²

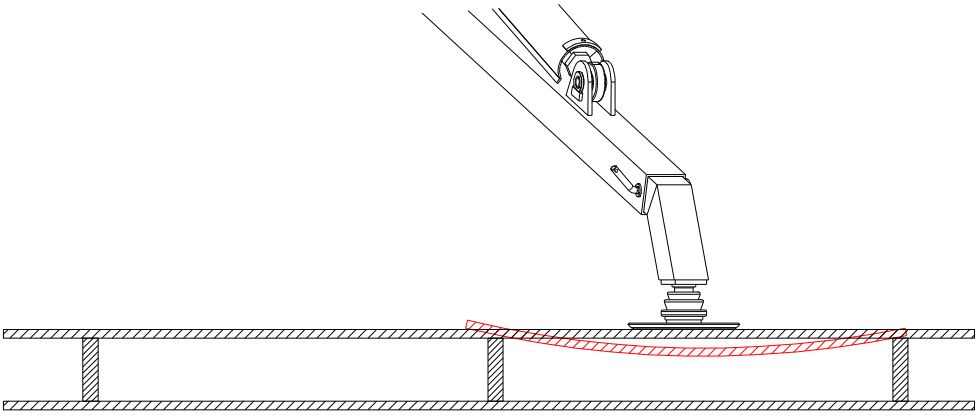
3.) Tragfähigkeit von Doppel- und Hohlraumböden

Aufgrund der besonderen statischen Gegebenheiten von Hohl- bzw. Doppelböden sind hier nicht die Flächenlasten entscheidend. In der Regel sind hierbei die Einzellasten zu berücksichtigen, welche als sogenannte Punktlasten über eine Fläche von 25 x 25 mm in den Boden eingeleitet werden.

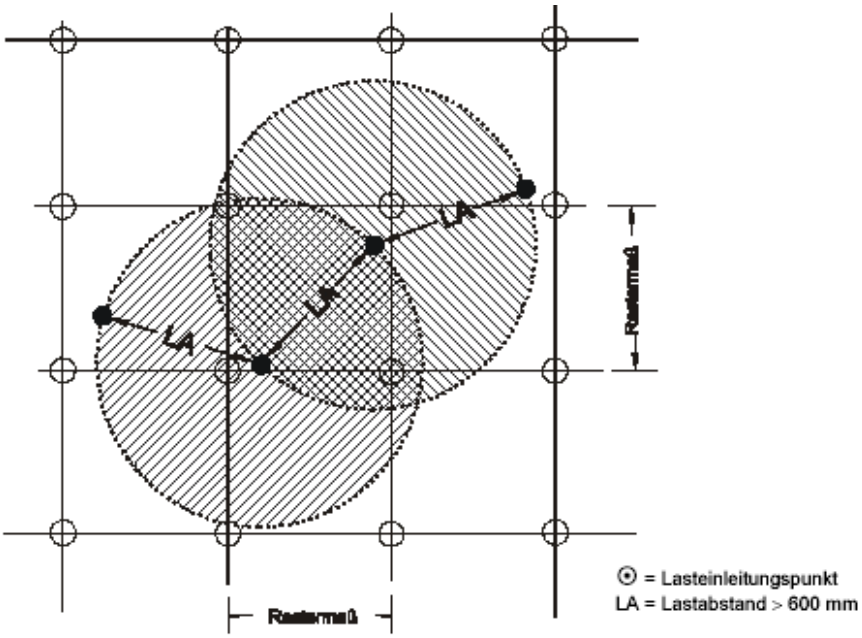
Lasten, deren Einleitungspunkte enger als 600 mm zu liegen kommen, sind zusammenzufassen und deren Summe zur Bemessung der Punktlast heranzuziehen.

Die maximal zulässige Punktlast muss der Systembodenhersteller angeben.
Bei dem Befahren von motorisch betriebenen Handgeräten (= Hubarbeitsbühnen) muss die max. Punktlast mit dem Schwingbeiwert von 1,5 multipliziert werden.

Die Anwendungsrichtlinie Hohlböden schreibt vor, dass die maximale Bruchlast das Zweifache der (Nenn-) Punktlast betragen muss.



Abstand möglicher Lasteinleitungspunkte zueinander:



Zuordnung von Nennlasten und Belastungsklassen für Systemböden (DIN EN 12825)

Klasse	Bruchlast N	Nennlast N	Laststufe	Einsatzbeispiele und Nutzungsarten
1	≥ 4000	2000	2	Büros mit geringer Frequentierung, ohne Flure
2	≥ 6000	3000	3	Standard- Bürobereiche
3	≥ 8000	4000	4	Büroräume mit erhöhten statischen Belastungen, Hörsäle, Schulungs- und Vortragsräume, Behandlungsräume, Konstruktionsbüros
5	≥ 10000	5000	5	Industrieböden mit leichtem Betrieb, Lagerräume, Werkstätten mit leichter Nutzung, Bibliotheken
6	≥ 12000	≥ 6000	6	Böden mit Betrieb von Flurförderzeugen, Industrie- und Werkstattböden, Tresorräume

Arbeitsbühnen sind also somit nur auf Systemböden mit Laststufe 6 mit entsprechender Nennlast einzusetzen!

Beispiel:

Zulässige Nennlast lt. Systembodenhersteller: 5 kN

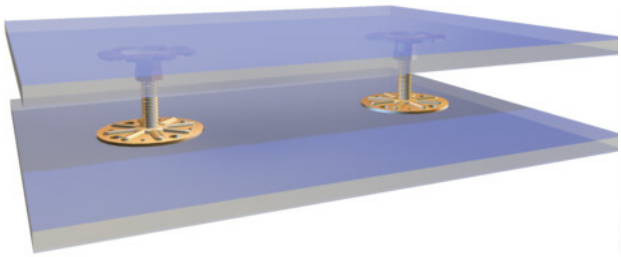
Maximale Last auf einer Stütze: ca. 16,5 kN

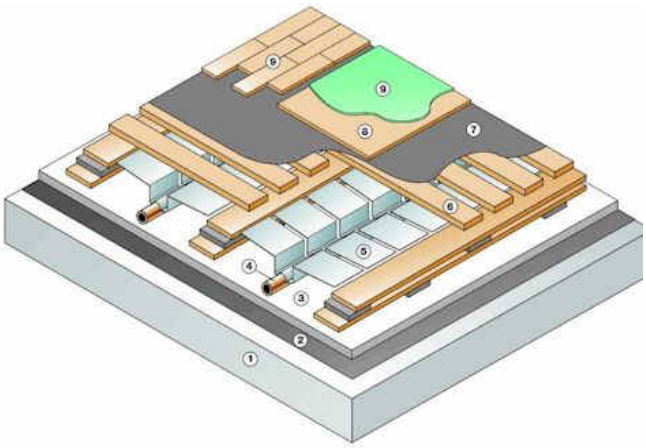
Das Gerät kann auf dem Systemboden nicht aufgestellt werden, da der maximale Stützdruck die zulässige (Punkt-) Nennlast überschreitet.

Ggf. kann hierbei mit Lastverteilungsplatten trotzdem eine Lösung geschaffen werden.

Hierzu sollte der Systembodenhersteller befragt werden!

Beispiele für Hohl- bzw. Systemböden:



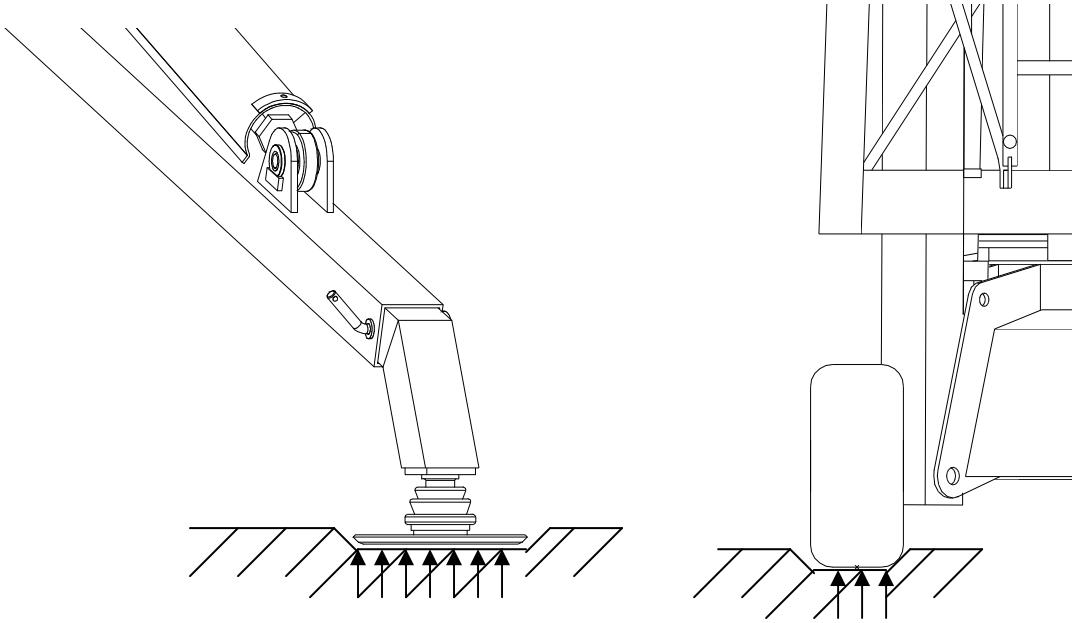


3.) Druckfestigkeit von Böden bzw. Bodenbelägen

Darunter ist der spezifische Bodendruck zu verstehen, welcher auf empfindliche Unterbauten bzw. Bodenbeläge einwirkt. Die Angabe erfolgt meist in N/cm² bzw. N/mm²

Besondere Vorsicht ist deshalb z.B. bei Natursteinböden, empfindlichen Fliesen, Wärme- und Trittschalldämmungen usw. angebracht.

In den meisten Fällen sind die Bodenbeläge bzgl. der Druckfestigkeit großzügig dimensioniert und lassen so ein Befahren von Hubarbeitsbühnen ohne Probleme zu. ***Trotzdem im Zweifel stets den Bodenbelaghersteller zu Rate ziehen***.



Bei der Druckfestigkeit ist der spezifische Druck maßgebend.

Gerechnet wird folgendermaßen:

$$\textbf{Spezifischer Bodendruck (N/cm²)} = \frac{\textbf{Stützdruck (N)}}{\textbf{Auflagefläche (cm²)}}$$

Beispiel:

Zulässige Nennlast lt. Industriebodenhersteller:	40 N/mm²
Spezifischer Raddruck DL19 N:	0,23 N/mm²

Ergebnis:

Der Boden kann befahren werden, da die zulässige Druckfestigkeit die tatsächliche Belastung um ein Vielfaches übersteigt.

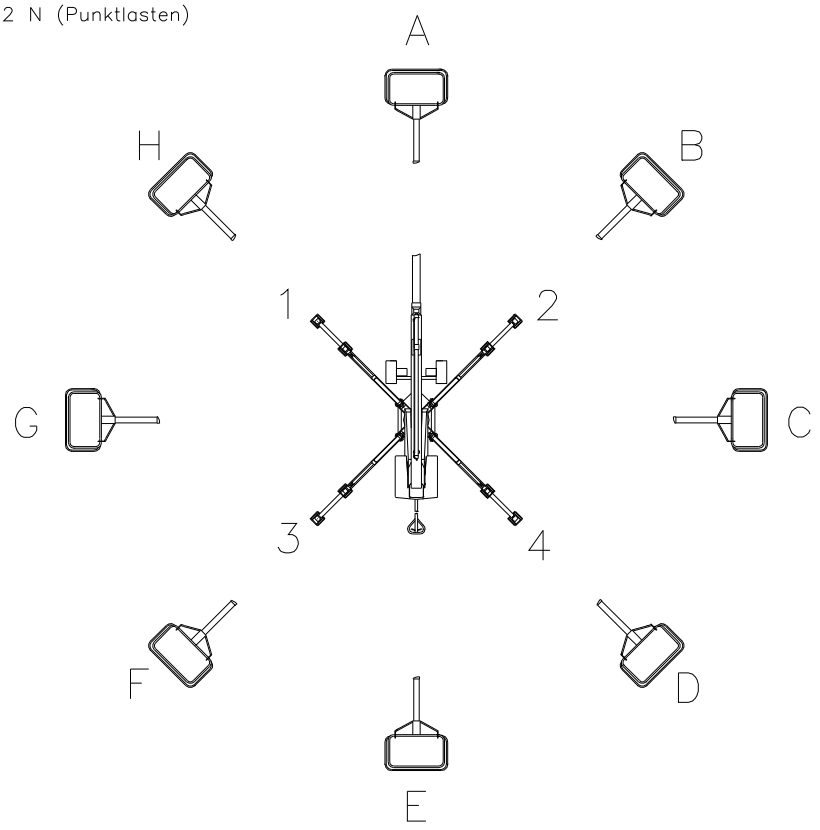
Allgemeines

Die meisten Arbeitsbühnenhersteller geben in den Bedienungsanleitungen die maximale Bodenbelastung in Form des maximalen Stützdruckes auf einer Stütze bei maximaler Korblast und maximaler Reichweite an.
Nach Denka-Lift kann man hier auch mit folgender Faustformel rechnen:

Stützdruck max. = ca. ¾ des Eigengewichtes

Nachfolgend eine Bodendruck-Messaufzeichnung im Rahmen der CE-Prüfung des DL22 N. Dabei wurde jeder Stützbeindruck in jeder Laststellung einzeln gemessen.
Es wurde ein maximaler Stützdruck von 1265 kg ermittelt. In unserer offiziellen Bodendruckliste ist dieses Gerät mit 1770 kg angegeben. Die Ursache für die Differenz ist, dass bei der Messung kein Wind herrschte und auch keine dynamische Last simuliert wurde.
In der Praxis sollte deshalb immer mit dem offiziellen, größeren Wert gerechnet werden.

DL22 N (Punktlasten)



Kleine Abstützung (Korblast 200 kg)
Statische Belastung

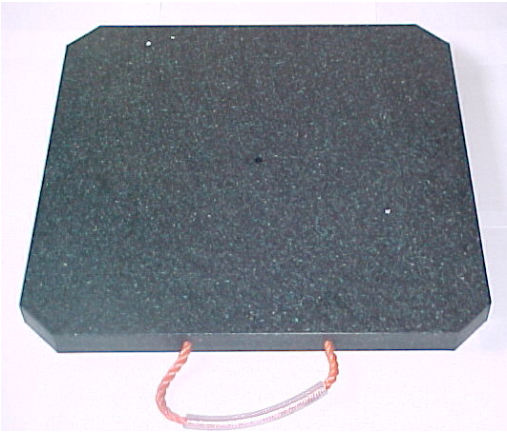
	1 (Kg)	2 (Kg)	3 (kg)	4 (kg)
A	960	980	280	250
B	550	1165	165	610
C	215	995	295	995
D	110	590	615	1185
E	250	215	1010	1020
F	580	100	1205	610
G	980	205	1015	285
H	1165	555	605	155

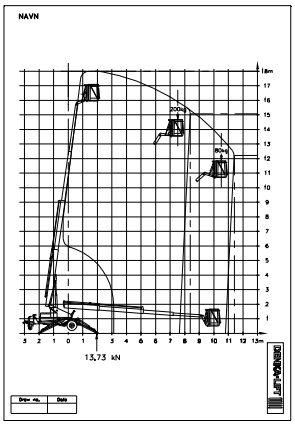
Große Abstützung (Korblast 200 kg)
Statische Belastung

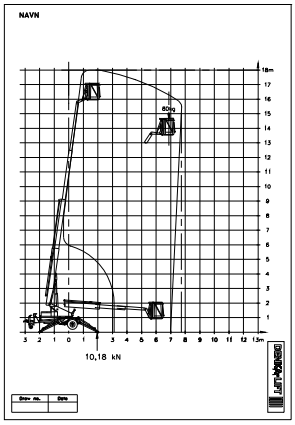
	1 (Kg)	2 (Kg)	3 (kg)	4 (kg)
A	995	1035	260	205
B	570	1245	120	560
C	190	1070	245	995
D	65	555	625	1250
E	145	260	1005	1095
F	560	75	1265	595
G	965	170	1100	255
H	1205	590	620	75

Bodenbelastung durch Arbeitsbühne zu groß – welche Abhilfen gibt es?

Beispiele:







größere Unterlegplatten (60 x 60 x 4 cm)
(viele weitere Größen erhältlich)

Reduzierte Reichweite für geringeren Stützdruck (nur im Ausnahmefall, technische Umsetzung aufwendig)

Änderungen vorbehalten. Angaben ohne Gewähr.

Rothlehner Arbeitsbühnen GmbH
Manuel Miller
29.11.16

Quellen:

- DIN 1055 Teil 3
- Tabellenbuch Bautechnik Europa-Verlag
- Anwendungsrichtlinie zur DIN EN 13213 Hohlböden
- Diverse weitere Produktinformationen und Datenblätter
- Datenmaterial DENKA-LIFT