



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Lehrbuch des Hochbaues

Grundbau, Steinkonstruktionen, Holzkonstruktionen, Eisenkonstruktionen ,
Eisenbetonkonstruktionen

Esselborn, Karl

Leipzig, 1908

2. Die Belastungen

[urn:nbn:de:hbz:466:1-50294](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-50294)

Konstruktion statisch bestimmt; reichen jedoch die Gleichgewichtsbedingungen zur Ermittlung dieser Unbekannten nicht aus, so spricht man von statisch unbestimmten Konstruktionen. Je nachdem die durch das Gleichgewicht nicht bestimmbar Größen äußere Kräfte (Auflagerdrücke) oder innere Kräfte (Stabkräfte, Spannungen usw.) sind, liegen äußerlich bzw. innerlich statisch unbestimmte Konstruktionen vor. Die nicht bestimmbar Größen werden auch als Überzählige bezeichnet und je nach deren Anzahl unterscheidet man einfach, zweifach, und mehrfach statisch unbestimmte Konstruktionen.

2. Die Belastungen der Träger setzen sich zusammen aus dem Eigengewicht, der Träger selbst und der durch die Träger zu tragenden Bauteile sowie den Nutzlasten (Verkehrslasten, zufällige Lasten). Das Eigengewicht der Träger selbst wirkt als gleichmäßig über die Träger verteilte (kontinuierliche) Belastung; die Gewichte der zu tragenden Konstruktionsteile können ebenfalls gleichmäßig verteilt oder in einzelnen Punkten auf die Träger als Einzellasten gelagert sein. Auch die Nutzlasten können als kontinuierliche Belastung oder als Einzellasten auf die Träger wirken. So stellt z. B. eine an sich gleichmäßig verteilte Belastung einer Decke für die Deckenträger selbst eine kontinuierliche Belastung vor, während ein die Deckenträger stützender Unterzug in den Auflagerpunkten der Deckenträger die an sich gleichmäßige auf die Decke verteilte Nutzlast als Einzellasten aufzunehmen hat. Eine solche Lastübertragung wird auch als indirekte bezeichnet.

Die Größen der verschiedenen Belastungen sind vor der Berechnung der Auflagerdrücke und inneren Kräfte, soweit sie nicht gegeben sind, zu ermitteln. Die Nutzlasten werden in den einzelnen Fällen fast immer vorgeschrieben sein, bzw. müssen sie dem Zweck entsprechend gewählt werden, wobei selbstredend der jeweils ungünstige Fall ins Auge zu fassen ist. Die Eigengewichte der zu tragenden Konstruktionsteile (Decken, Mauern usw.) können nach den jeweiligen Abmessungen, unter zu Grundelegung der betreffenden Einheitsgewichte ermittelt werden.

In der folgenden Zusammenstellung seien die Einheitsgewichte (Eigengewichte) der wichtigsten Baustoffe, die event. für die Belastung von Trägern in Betracht kommen können, angeführt.

Eigengewichte von Baustoffen.¹²⁾

Baustoff	kg/cbm	Baustoff	kg/cbm
Erde, Lehm und Sand	1600	Eisenbeton	2400
Kies	1800	Tannenholz	600
Klinkermauerwerk in Zementmörtel . .	1800	Kiefernholz	650
Ziegelmauerwerk aus vollen Steinen . .	1600	Buchenholz	750
Desgl. aus porigen Steinen	1000—1200	Eichenholz	800
Desgl. aus Lochsteinen	1300	Gußeisen	7250
Desgl. aus porigen Lochsteinen	900—1100	Schweißeisen	7800
Mauerwerk aus Schwemmsteinen	850—900	Flußeisen	7850
> > Kalksteinen	2600	Bronze	8600
> > Sandstein	2400	Kupfer	8900
> > Granit und Marmor	2700	Zink (gegossen)	6860
Beton je nach Zusammensetzung	1800—2300	> (gewalzt)	7200

Zur Berechnung von Deckenträgern und Deckenunterzügen seien noch folgende Gewichte von Massivdecken gegeben, wobei für die gewölbten Kappen ein Stich von

¹²⁾ Teils nach den Vorschriften der Bauabteilung des preußischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten und der Berliner Baupolizei.

$\frac{1}{8}$ angenommen ist. In den Gewichten ist eine Verfüllung mit Sand oder Koksasche, einschließlich Hintermauerung bis Scheitelhöhe, sowie Lagerhölzer von 10/10 cm in 0,8 m Abstand, und Dielen (3,5 cm) mit inbegriffen, jedoch das Gewicht der eisernen Träger ausgeschlossen.

Preußische Kappe bis 2,0 m Spannweite, $\frac{1}{2}$ Stein stark, aus vollen Steinen	370 kg/qm
Desgl. aus porigen oder Lochsteinen	310 „
Desgl. aus Schwemmsteinen	260 „
Preußische Kappe 2 bis 3,0 m Spannweite, $\frac{1}{2}$ Stein stark, aus vollen Steinen	440 „
Desgl. aus porigen oder Lochsteinen	380 „
Desgl. aus Schwemmsteinen	330 „
Kappe aus Beton mit 1,5 m Spannweite	370 „

Zu diesen amtlichen Vorschriften könnte man noch anführen:

Betondecke gestampft, oben mit Schlackenausfüllung	275 bis 325 kg/qm
Betondecke, zwischen Trägern gewölbt, oben wagrecht abgeglichen	420 bis 500 „
Betondecke über Belagisen, Wellblech oder Buckelplatten	250 bis 350 „

Für besonders schwer belastete Decken, wie solche für Speicher, Kellereien, Lager Räume usw. oft vorkommen, müssen die Deckengewichte nach den erforderlichen Abmessungen ermittelt werden.

Die Nutzlasten oder zufälligen Lasten können je nach dem Zweck der Konstruktionen verschieden sein. Für Deckenträger und Unterzüge kommen hauptsächlich Menschengedränge, Belastung durch Möbel, zu lagernde und aufzustapelnde Stoffe usw. in Betracht. Sind die Nutzlasten von vornherein nicht gegeben, so müssen sie aus den näheren Angaben über die Art der Belastung ermittelt werden. Als mittlere Werte für Nutzlasten von Zwischendecken können folgende Angaben zugrunde gelegt werden:

Nutzlast für Wohn- und kleine Dienstgebäude	250 kg/qm
„ „ größere Geschäftsgebäude	400 kg/qm
„ „ Versammlungssäle	400 bis 450 kg/qm
„ „ Decken unter Durchfahrten oder befahrbaren Höfen	800 kg/qm
(eventl. sind auch größere Einzellasten für Raddrücke usw. zu berücksichtigen).	
Nutzlast für Treppen	400 bis 500 kg/qm
Menschengedränge	400 bis 500 kg/qm
Heu und Stroh	100 kg/cbm
Leichtere Frucht (Hafer u. kleine Gerste)	450 bis 500 kg/cbm
Schwerere Frucht (Große Gerste, Roggen, Weizen)	650 bis 750 kg/cbm
Erbsen, Bohnen, Linsen	850 kg/cbm
Mehl	700 kg/cbm
Kartoffel, Zucker	700 bzw. 750 kg/cbm
Torf, Braunkohlen	600 bzw. 650 kg/cbm
Steinkohlen	900 kg/cbm
Koks	450 kg/cbm
Sind die angeführten Stoffe in Säcke gefüllt, so ist das 0,8 fache der gegebenen Werte zu wählen.	
Aktengerüste und Bücherschränke	500 bis 600 kg/cbm.

Eventuell nötige weitere Angaben können aus den betreffenden Handbüchern entnommen werden.

Das Eigengewicht der Träger selbst ist von vornherein nicht bekannt; es muß deshalb für die Berechnung vorläufig geschätzt, in die Belastung mit eingerechnet und nach der Dimensionierung nachgeprüft bzw. korrigiert werden. Oft genügt es auch, das Trägergewicht bei der Dimensionierung ganz zu vernachlässigen und die geringe Vergrößerung der Spannung durch das Trägergewicht nachträglich nachzuweisen, da der verhältnismäßig geringe Einfluß des Trägergewichts von untergeordneter Bedeutung ist.

3. Auflagerdrücke und innere Kräfte. Nachdem die äußeren Belastungen der Träger bestimmt sind, kann zu der Berechnung der Auflagerdrücke und dann zur Ermittlung der innern Kräfte übergegangen werden. Die Auflagerkräfte stehen mit den Belastungen im Gleichgewicht und sind demgemäß mit Hilfe der hierdurch gegebenen Bedingung zu ermitteln. Für ebene Konstruktionen lauten die Gleichgewichtsbedingungen:

1. Die Summe aller Vertikalkräfte bzw. aller Vertikalkomponenten der Kräfte ist $= 0$; $\Sigma V = 0$.
2. Die Summe aller Horizontalkräfte bzw. aller Horizontalkomponenten der Kräfte ist ebenfalls $= 0$; $\Sigma H = 0$.
3. Die Summe aller Momente sämtlicher Kräfte bezogen auf einen beliebigen Drehpunkt ist gleichfalls $= 0$; $\Sigma M = 0$.

Aus diesen 3 Bedingungen lassen sich die Auflagerkräfte immer bestimmen, wenn die Anzahl der Auflagerunbekannten nicht mehr als drei ist. Doch dürfen auch nicht weniger als 3 Unbekannte vorhanden sein, da in diesem Falle der Träger labil gelagert ist; d. h. es können Belastungsfälle vorkommen, für welche ein Gleichgewicht nicht möglich ist, also die Kräfte nicht aufgenommen werden können. Im allgemeinen erhält deshalb ein Träger eine solche Lagerung, daß 3 Auflagerunbekannte vorhanden sind; der Träger ist dann statisch bestimmt. Eine solche statisch bestimmte Lagerung liegt z. B. vor, wenn ein Träger durch ein festes Auflager (mit 2 Unbekannten) und ein bewegliches Auflager (mit einer Unbekannten) gestützt ist (Abb. 364).

Das feste Auflager hat den Zweck, bei allgemeiner Belastung mit horizontalen und vertikalen bzw. schrägen Kräften neben der auf es entfallenden lotrechten Kraft noch die Resultierende der Horizontalkomponenten aufzunehmen, während das lose Auflager nur eine Kraft senkrecht zu seiner Bewegungsrichtung übertragen kann. Sind alle äußeren Kräfte lotrecht, so erhalten die beiden Auflager nur senkrechte Belastungen. Das bewegliche Auflager dient noch gleichzeitig dazu die durch die Temperaturschwankungen bedingten Längenänderungen der Träger zuzulassen.

Die rechnerische Ermittlung der Auflagerunbekannten mit Hilfe der 3 Gleichgewichtsbedingungen sei nachstehend an einigen Beispielen vorgeführt: So ergeben sich z. B. für den allgemeinen Belastungsfall nach Abb. 364 die 3 Gleichungen:

$$1. \text{ Aus } \Sigma H = 0: H - P_3 \cdot \cos \alpha = 0 \\ H = P_3 \cdot \cos \alpha.$$

$$2. \text{ Aus } \Sigma M = 0: \text{ für Drehpunkt in } A:$$

$$P_1 \cdot a_1 + P_2 \cdot a_2 + P_3 \cdot \sin \alpha \cdot a_3 - B \cdot l = 0 \\ B = \frac{P_1 \cdot a_1 + P_2 \cdot a_2 + P_3 \cdot \sin \alpha \cdot a_3}{l}.$$

Abb. 364. Berechnung der Auflagerdrücke. I. Beispiel.

