



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Die Statik im Stahlbetonbau**

**Beyer, Kurt**

**Berlin [u.a.], 1956**

2. Die Belastung des Tragwerks

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-74292](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-74292)

## 2. Die Belastung des Tragwerks.

**Physikalische Kennzeichnung der Belastung.** Die Belastung des Tragwerks gilt in der Regel als unabhängig von der Zeit. Sie umfaßt ständige oder zufällige Lasten und Verkehrslasten, die sich relativ zum Bauteil bewegen. Die Lasten sind also dauernd in Ruhe oder werden so langsam eingetragen, daß die Geschwindigkeit der eintretenden Formänderung des Tragwerks vernachlässigt werden kann. Diese Voraussetzung ist bei einer plötzlichen Belastung nicht mehr erfüllt. Die elastischen Kräfte des Bauteils sind in diesem Falle nicht mehr im Gleichgewicht mit der Belastung, so daß freie Schwingungen mit den für den Bauteil charakteristischen Eigenfrequenzen entstehen. Dasselbe gilt bei der Eintragung von kinetischer Energie durch fallende Körper, durch die plötzliche Änderung der Fahrzeuggeschwindigkeit bei Brücken und durch Kurzschluß bei Turbinenfundamenten.

Von besonderer Bedeutung sind die periodisch veränderlichen Kräfte, welche durch Fahrzeuge und durch die hin- und hergehende oder drehende Bewegung von Maschinenteilen hervorgerufen werden. Sie vermögen unter Umständen selbst bei geringer Größe die Anfangsbewegung der Formänderung zu erzwungenen Schwingungen aufzuschaukeln und damit elastische Kräfte hervorzurufen, welche einem Vielfachen der ruhenden Last entsprechen und den Zusammenbruch des Bauwerks herbeiführen.

Die Lasten werden nach ihrer Ursache in eingeprägte Kräfte (Eigenschwere, Windkräfte, Wasserdruck, Erddruck) und Trägheitskräfte im Sinne des d'Alembertschen Prinzips (Fliehkräfte geführter Fahrzeuge, Massenkräfte bewegter Maschinenteile) unterschieden. Hierzu treten Zwangskräfte aus dem physikalischen Verhalten der Baustoffe, welche durch Erhärten, Schwinden, Quellen, durch Wärmeübergang und Wärmeabfall bei gleichförmiger oder ungleichförmiger Temperaturänderung und durch die erzwungene Verschiebung eines Punktes hervorgerufen werden.

Die eingeprägten Kräfte werden als Massenkräfte  $b \, dm$  auf die Masse  $dm$ , als Flächenkräfte  $p \, dO$  auf das Differential  $dO$  der Oberfläche des Körpers bezogen. Die Flächenkraft ist gleichförmig verteilt oder als beliebige stetige und unstetige Funktion der Koordinaten der belasteten Fläche gegeben. Ist diese klein, so wird meist die resultierende Kraft  $\int p \, dO$  als Punkt- oder Einzellast verwendet. Diese Idealisierung vereinfacht die Untersuchung und genügt nach dem St. Venantschen Prinzip zur Beschreibung der Festigkeit in dem der Belastung nicht unmittelbar benachbarten Bereich des Tragwerks. Der Spannungszustand nächst dem Lastangriff bedarf stets einer besonderen Untersuchung. Sie wird in der Regel durch eine summarische Abschätzung ersetzt, welche die einwandfreie konstruktive Ausgestaltung ermöglicht. In vielen Fällen sind die bei der Übertragung von Einzellasten zu beachtenden Annahmen durch behördliche Bestimmungen vorgeschrieben (Best. A § 19, Din 1075 § 6). Trotzdem kann unter Umständen die eingehende Untersuchung über die Eintragung notwendig oder nützlich sein. Das Ergebnis hängt von den elastischen oder plastischen Eigenschaften des Zwischenmittels und von den elastischen Eigenschaften des Tragwerks ab. Flächen- und Einzellasten werden entweder unmittelbar oder mittelbar durch Zwischenkonstruktionen in das Bauwerk eingetragen.

**Die Definition der Belastung in den amtlichen Bestimmungen.** Die ruhende oder ständige Belastung eines Tragwerks besteht im wesentlichen in der Eigenschwere der Bauteile und der Ausrüstung des Tragwerks. Ihre Größe ist in jedem Lande durch amtliche Bestimmungen der Bau- oder Verwaltungsbehörden vereinbart. Schnee- und Windbelastung oder Wasserdruck, Erddruck und der Boden- oder Seitendruck eines Füllgutes gelten als zufällige Lasten, deren Lage zum Bauwerk als unveränderlich angenommen wird. Größe und Richtung sind physikalisch bekannt oder werden auf Grund von Versuchen abgeschätzt. Im Gegensatz hierzu

können die Nutzlasten jede Stellung zum Tragwerk in beliebiger oder vorgeschriebener Aufteilung einnehmen.

Die Bestimmungen über die in Preußen bei Hochbauten anzunehmenden Lasten sind durch den Erlaß des Ministeriums für Volkswohlfahrt vom 24. 12. 1919 festgesetzt und später erweitert worden. In anderen Ländern gelten ähnliche Vorschriften.

Die Belastung von Straßenbrücken ist mit Din 1071 und 1072 vereinbart, die Berechnungsgrundlagen für Eisenbahnbrücken durch die B. E. der Deutschen Reichsbahngesellschaft (II. Auflage 1930) vorgeschrieben worden. In diesen werden Hauptkräfte, Wind- und Zusatzkräfte unterschieden. Die Verkehrslasten richten sich nach der Brückenklasse. Die Seitenkräfte aus der Bewegung der Fahrzeuge und dem Strömungswiderstand der Bauteile bei Wind, also Größe und Verteilung des Winddruckes sind hier nach Erfahrung und Messung festgesetzt worden. Die besonderen Vorschriften zum Festigkeitsnachweis massiver Brücken werden in Din 1075 behandelt.

Bestimmungen über die bei Hochbauten anzunehmenden Belastungen und über die zulässigen Beanspruchungen der Baustoffe. Elfte ergänzte Auflage. Berlin 1932. — Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton (Din 1044—1048). Berlin 1932. — Berechnungsgrundlagen für massive Brücken (Din 1075). Berlin 1930. — Belastungsannahmen für Straßenbrücken (Din 1072). Berlin 1926. — Richtlinien für die Überwachung und Prüfung massiver Straßenbrücken (Din 1077). Berlin 1932. — Berechnungsgrundlagen für eiserne Eisenbahnbrücken (BE). Ausgabe 1930. — Grundlagen für die Berechnung der Standfestigkeit hoher, freistehender Schornsteine (Din 1056) Ausgabe 1929. — Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen 1928.

### 3. Schnee- und Windbelastung.

Die Angaben über Schneebelastung bedürfen keiner Erläuterung. Sie können mit einfachen Messungen nachgeprüft und für außergewöhnliche meteorologische Verhältnisse abgeändert werden.

Die Vorschriften über den Winddruck auf Bauwerke beruhen auf der Größe und Verteilung des Widerstandes  $W$ , den ein Körper in einer gleichmäßigen Strömung erzeugt. Er wird nach dem folgenden Ansatz berechnet:

$$W = \zeta \frac{\rho}{2} v^2 \Phi. \quad (1)$$

In diesem bedeuten  $\Phi$  den Querschnitt des angeströmten Körpers,  $\rho = \gamma/g$  die Dichte des strömenden Mittels. Sie beträgt für Luft im Durchschnitt  $0,125 \text{ kg sek}^2/\text{m}^4$ .  $\zeta$  ist ein von der Form des angeströmten Körpers abhängiger Beiwert,  $v$  die Geschwindigkeit der ungestörten Luftströmung. In der Natur werden Böengeschwindigkeit und größte mittlere Geschwindigkeit der Windströmung gemessen. Während die Böengeschwindigkeit für die Festigkeit der Bauteile maßgebend ist, kommt für die Stabilität der Bauwerke nur die mittlere Windgeschwindigkeit in Betracht. Man rechnet im Binnenlande unter Einhaltung einer von den Verwaltungsbehörden für beide Fälle verschieden groß vorgeschriebenen Sicherheit mit  $v = 35 \text{ m/sek}$ , wenn auch hier in Bodennähe Böengeschwindigkeiten von  $50 \text{ m/sek}$ , im Küstengebiet sogar von  $60 \text{ m/sek}$  festgestellt worden sind. Die Frequenz der Windstöße ist mit  $n = 24$  bis  $40/\text{Minute}$  gemessen worden.

Der Beiwert  $\zeta$  wird durch Modellversuche im Windkanal bestimmt. Die Größe von  $\zeta$  hängt von dem Verlauf der Strömung im sogenannten Totwassergebiet des Körpers ab. Sie ist um so kleiner, je besser das Totwassergebiet durch die Form des Körpers oder auch durch die zunehmende Geschwindigkeit  $v$  der Strömung belüftet wird. In der Regel wird bei dem Nachweis von Stabilität und Festigkeit der Bauwerke mit einem Mittelwert von  $\zeta = 1,6$  gerechnet und damit ein Körperwiderstand von

$$W = 0,1 v^2 \Phi = 125 \Phi \text{ in kg, } \Phi \text{ in m}^2 \quad (2)$$

erhalten.