

# Erschütterungen im Bauwesen

## Grundsätze, Vorermittlung und Messung von Schwingungsgrößen

Vornorm  
**DIN**  
**4150**  
Teil 1

Vibrations in building; principles, predetermination  
and measurement of the amplitude of oscillations

Mit DIN 4150 Teil 2 und Teil 3  
Ersatz für DIN 4150

Diese Norm wurde in der Arbeitsgruppe Einheitliche Technische Baubestimmungen des FNBau ausgearbeitet.

*Eine Vornorm ist eine Norm, zu der noch Vorbehalte hinsichtlich der Anwendung bestehen. Es soll versuchsweise danach gearbeitet werden.*

*Im vorliegenden Falle handelt es sich darum, daß der zuständige Arbeitsausschuß bei der Schlußberatung von DIN 4150 Teil 1 die Auffassung vertrat, es solle nicht durch Ausgabe als vollgültig anwendbare Norm der Eindruck erweckt werden, als ob die hier getroffenen Festlegungen sich bereits bewährt hätten und nunmehr endgültig seien. Vielmehr müssen die enthaltenen Festlegungen noch erprobt und die gewonnenen Erfahrungen regional und international beraten werden. Der Ausschuß kam deshalb zu dem Entschluß, DIN 4150 Teil 1 zunächst als Vornorm herauszugeben, und den zuständigen Stellen die Anwendung dieser Vornorm lediglich zu empfehlen. Es ist beabsichtigt, spätestens bis zum 30. Juni 1978 zu prüfen, ob diese Voraussetzungen noch zutreffen. Gebeten wird, praktische Erfahrungen mit dieser Vornorm dem Fachnormenausschuß Bauwesen, 1 Berlin 30, Postfach 3460, mitzuteilen.*

Die Norm „Erschütterungen im Bauwesen“ ist wie folgt aufgeteilt:

- Teil 1: Grundsätze, Vorermittlung und Messung von Schwingungsgrößen
- Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
- Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen

### 1 Zweck

Das Ziel dieser Norm ist die Festlegung von Grundsätzen, nach denen Erschütterungen in baulichen Anlagen vorermittelt oder gemessen werden können, ferner die Bereitstellung von Anhaltswerten, nach denen die Auswirkungen der Erschütterungen auf Menschen und auf bauliche Anlagen beurteilt werden können. An Hand einer solchen Beurteilung kann über Maßnahmen des Erschütterungsschutzes entschieden werden, durch die Erschütterungen vermieden oder so weit gemindert werden, daß sie den Menschen nicht erheblich belästigen und die bauliche Anlage nicht unzulässig belasten.

In Teil 1 werden die Grundbegriffe zusammengestellt, sowie die Grundlagen zur Vorermittlung und Messung von Schwingungsgrößen erläutert.

Der Teil 2 befaßt sich mit dem Schutz der Bewohner vor Erschütterungen in Gebieten verschiedener Nutzung mit dem Ziel, erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden, insbesondere in Wohnungen, zu vermeiden.

Der Teil 3 befaßt sich mit der Beurteilung der Erschütterungen baulicher Anlagen mit dem Ziel, Schäden zu vermeiden, die eine Verminderung des Gebrauchswertes der baulichen Anlagen bedeuten. Ausgangspunkt ist die Belastung infolge von Erschütterungen, deren Berücksichtigung bei Bauten mit überwiegend ruhender Belastung (z. B. Wohnbauten, Geschäftsbauten und nach Bauart sowie Belastung vergleichbare Bauten) verschieden ist von der bei Bauten, die größere dynamische Kräfte aufzunehmen haben (z. B. Maschinenfundamente, Glockentürme) und dementsprechend zu bemessen sind.

Der Erschütterungsschutz ist besonders im Städtebau zu beachten (siehe DIN 18 005 Blatt 1 (Vornorm); Schallschutz im Städtebau, Hinweise für die Planung; Berechnungs- und Bewertungsunterlagen, Ausgabe Mai 1971). Der Erschütterungsschutz kann nur erreicht werden, wenn rechtzeitig bei der Bauleitplanung (Flächennutzungsplan, Bebauungsplan) und allen anderen raumbezogenen Planungen (z. B. des überörtlichen Verkehrs) neben anderen städtebaulichen Forderungen auch allgemeine erschütterungstechnische Grundregeln beachtet werden. Nachträglich lassen sich Erschütterungsschutzmaßnahmen meist nur mit Schwierigkeiten und erheblichen Kosten durchführen. Während bei Geräuschen Störungen auch noch in größerer Entfernung von der Geräuschquelle auftreten können, sind solche bei Erschütterungen im allgemeinen nur in kleineren Entfernungen (Nahbereich) von einer Erschütterungsquelle zu erwarten; d. h. die Probleme des Erschütterungsschutzes sind meist auf den Bereich bis zu wenigen 100 m von der Erschütterungsquelle begrenzt.

### 2 Grundbegriffe

(siehe auch DIN 1311 Blatt 1 bis Blatt 4 „Schwingungslehre“)

#### 2.1 Schwingungen und Erschütterungen

Zeitliche Veränderungen physikalischer Größen werden als Schwingung bezeichnet, wenn die zeitliche Veränderung im betrachteten Zeitraum nicht monoton ist.

In baulichen Anlagen führen mechanische Schwingungen zu dynamischen Belastungen. Unter Erschütterungen werden Schwingungsemissionen und Schwingungsimmissionen verstanden. Mechanische Schwingungen und Er-

Fortsetzung Seite 2 bis 5  
Erläuterungen Seite 5

Fachnormenausschuß Bauwesen (FNBau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Frühere Ausgaben:  
DIN 4150: 7.39

DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin 30

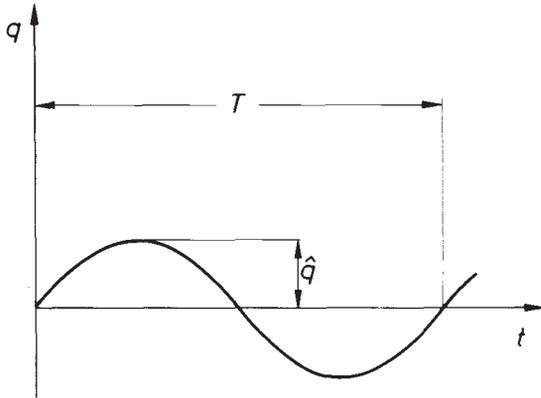
Änderung September 1975:  
Gegenüber der im Jahre 1971 zurückgezogenen Norm DIN 4150,  
Ausgabe Juli 1939, Inhalt vollkommen neu bearbeitet und  
DIN 4150 aufgeteilt in DIN 4150 Teil 1, Teil 2 und Teil 3, Bilder  
und Tabellen aufgenommen.

schütterungen bestimmter Intensität können in bestimmtem Frequenzbereich subjektiv wahrgenommen werden. Für die Beurteilung der Wirkung von Erschütterungen auf bauliche Anlagen reicht die subjektive Wahrnehmung des Menschen nicht aus.

**2.2 Harmonische Schwingung**

Die einfachste Form einer Schwingung ist die harmonische Schwingung, die sich durch eine Sinusfunktion darstellen läßt in der Form

$$q = \hat{q} \cdot \sin \omega t = \hat{q} \cdot \sin \frac{2\pi}{T} \cdot t \text{ (siehe Bild 1)}$$



- $\hat{q}$  Amplitude
- $\omega = 2\pi f$  Kreisfrequenz
- $T$  Periodendauer

Bild 1. Harmonische Schwingung

Die Amplitude  $\hat{q}$  ist der größte absolute Betrag (Scheitelwert), den die Schwingungsgröße erreicht. Der zu einem beliebigen Zeitpunkt gehörende Wert von  $q$  heißt Augenblickswert.  $T$  ist die Periodendauer. Der Kehrwert  $f = 1/T$  heißt Frequenz und wird in Hertz (Einheitenzeichen Hz) gemessen. Der Wert  $\omega = 2\pi f$  ist die Kreisfrequenz.

**2.3 Periodische Schwingung**

Wiederholt sich eine Schwingung jeweils nach der Zeit  $T$  identisch, so heißt sie periodisch.

Eine periodische Schwingung läßt sich als Überlagerung mehrerer Sinusschwingungen darstellen, deren Frequenzen ganze Vielfache der Grundfrequenz sind.

**2.4 Stationäre Schwingung, Effektivwert**

Sind bei einer Schwingung geeignete statistische Kennwerte und Kennfunktionen zeitlich konstant, so ist sie stationär, auch wenn sie nicht periodisch ist. Ein wichtiger Kennwert ist der Effektivwert der Schwingungsgröße.

Bei periodischen Schwingungen gilt

$$q_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T q^2(t) dt}$$

(Bei harmonischen Schwingungen ist  $q_{\text{eff}} = \hat{q} / \sqrt{2}$ )

Bei statistisch stationären Schwingungen gilt

$$q_{\text{eff}} = \sqrt{\lim_{\Delta t \rightarrow \infty} \frac{1}{\Delta t} \int_0^{\Delta t} q^2(t) dt}$$

wobei  $\Delta t$  der Beobachtungszeitraum ist.

**2.5 Transiente Schwingungen**

Transiente Schwingungen sind vorübergehende Vorgänge, Ein- und Ausschwingvorgänge. Sie klingen entweder mit der Zeit ab oder leiten über in einen stationären Schwingungszustand (Einschwingvorgänge).

Bei transienten Schwingungen ist  $q_{\text{eff}} = 0$ .

**2.6 Dynamische Kräfte**

Bezüglich der Zeit und/oder der Wirkungsrichtung veränderliche Kräfte werden dynamische Kräfte genannt. Dynamische Kräfte sind z. B. Fliehkräfte bei nicht ausgewuchteten Maschinen, Stöße (z. B. Explosionen, Rammschläge).

**2.7 Stöße**

Wirkt eine Kraft so kurzzeitig auf ein schwingungsfähiges System, daß die Einwirkungsdauer kurz im Verhältnis zur Periodendauer der Eigenschwingung ist, dann ist ihre Wirkung unabhängig vom zeitlichen Verlauf der Kraft und nur abhängig vom Impuls. Diese Einwirkungen heißen Stöße (siehe auch DIN 5488 „Zeitabhängige Größen, Benennungen der Zeitabhängigkeit“).

**2.8 Eigenschwingungen und Eigenformen**

Eigenschwingungen sind Bewegungen eines schwingungsfähigen Systems, das sich z. B. nach kurzer Anregung selbst überlassen ist.

Eigenschwingungen ungedämpfter, linearer Systeme mit einem Freiheitsgrad sind harmonisch. Jede Schwingungsgröße kehrt nach der dem System eigentümlichen Periodendauer  $T_0$  (Eigenschwingungsdauer) wieder. Der Kehrwert der Periodendauer  $T_0$  des Systems heißt Eigenfrequenz  $f_0 = 1/T_0$ . Den mit  $2\pi$  multiplizierten Wert der Eigenfrequenz  $f_0$  nennt man Eigenkreisfrequenz  $\omega_0$ .

Die Eigenfrequenzen eines Systems hängen nur von den Schwingungseigenschaften des Systems, z. B. Abmessungen, Materialkennwerte, Auflager- oder Randbedingungen ab; sie sind unabhängig von der Erregung.

Hat ein schwingungsfähiges System mehrere Eigenfrequenzen, so gehört zu jeder Eigenfrequenz eine bestimmte Schwingungsform, die man Eigenform nennt. Regt man ein solches System mit einer Frequenz an, die mit einer seiner Eigenfrequenzen ganz oder nahezu übereinstimmt, so treten bei schwach gedämpften Systemen erzwungene Schwingungen mit großen Ausschlägen vorwiegend in der zu dieser Eigenfrequenz gehörigen Eigenform auf (Resonanz).

**2.9 Erzwungene Schwingungen**

Schwingungen, die durch dynamische Kräfte oder Fußpunktbewegungen in einem schwingungsfähigen System hervorgerufen werden, sind erzwungene Schwingungen.

Sind diese Anregungen periodisch, so stellt sich nach einer Übergangszeit ein eingeschwungener oder stationärer Zustand ein (stationäre Schwingungen).

Sind diese Einwirkungen stoßartig oder kurzzeitig, z. B. bei plötzlicher Lastaufbringung, so antwortet das schwingungsfähige System mit transienten Schwingungen.

**2.10 Schwingungsgrößen**

Als Schwingungsgröße bezeichnet man jede physikalische Größe, die sich im Sinne von Abschnitt 2.1 zeitlich ändert, z. B. zeitlich veränderliche Verformungen, Kräfte, Spannungen. Die zeitlichen Ableitungen der Schwingwege  $w$  heißen:

$$\frac{dw}{dt} \text{ Schwinggeschwindigkeit (Schnelle)}$$

$$\frac{d^2w}{dt^2} \text{ Schwingbeschleunigung}$$

**2.11 Aktiv- und Passivisolierung**

(Schwingungsisolierung)

Eine Isolierung wird erreicht, wenn das zu schützende Objekt mit Hilfe nachgiebiger Zwischenbauteile (Isolier-elemente) möglichst weitgehend vom Erreger mechanisch getrennt wird.