

DIN EN 16929



ICS 91.060.30; 91.080.20

Einsprüche bis 2016-01-06

Entwurf

**Prüfverfahren –
Holzdecken –
Bestimmung der Schwingungseigenschaften;
Deutsche und Englische Fassung prEN 16929:2015**

Test methods –
Timber flooring systems –
Determination of vibration properties;
German and English version prEN 16929:2015

Méthodes d'essais –
Systèmes de plancher en bois –
Détermination des propriétés vibratoires;
Version allemande et anglaise prEN 16929:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-11-06 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 45 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16929:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 124 „Holzbauwerke“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-04-01 AA „Holzbau“ (SpA zu CEN/TC 124, CEN/TC 250/SC 5, ISO/TC 165) im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 16929 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Prüfverfahren — Holzdecken — Bestimmung der Schwingungseigenschaften

Méthodes d'essais — Systèmes de plancher en bois — Détermination des propriétés vibratoires

Test methods — Timber flooring systems — Determination of vibration properties

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.7g

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Bestimmung der Maße des Deckensystems	7
5 Bestimmung des Feuchtegehalts	8
6 Bestimmung der Deckenmasse	8
7 Konditionierung	8
8 Laborprüfungen	8
8.1 Bestimmung der Grundfrequenz	8
8.1.1 Kurzbeschreibung	8
8.1.2 Prüfaufbau	8
8.1.3 Detaillierte Auflagerbeschreibung	8
8.1.4 Prüfdurchführung	10
8.1.5 Prüfgerät	11
8.1.6 Ergebnisse	11
8.2 Bestimmung des Dämpfungsgrades	11
8.3 Bestimmung der statischen Durchbiegung unter Punktlast	12
8.3.1 Allgemeines	12
8.3.2 Prüfaufbau	12
8.3.3 Prüfdurchführung	13
8.3.4 Ergebnisse	13
8.3.5 Prüfgerät	13
8.4 Bestimmung der Deckenbeschleunigung	13
8.4.1 Allgemeines	13
8.4.2 Prüfaufbau	13
8.4.3 Durchführung	14
8.4.4 Ergebnisse	14
8.4.5 Prüfgerät	14
9 Vor-Ort-Prüfung	14
9.1 Bestimmung der Grundfrequenz	14
9.1.1 Prüfaufbau	14
9.1.2 Prüfdurchführung	15
9.1.3 Ergebnisse	15
9.1.4 Prüfgerät	15
9.2 Bestimmung des Dämpfungsgrades	15
9.3 Bestimmung der statischen Durchbiegung unter Punktlast	15
9.3.1 Prüfaufbau	15
9.3.2 Prüfdurchführung	16
9.3.3 Ergebnisse	16
9.3.4 Prüfgerät	16
9.4 Bestimmung der Deckenbeschleunigung	16

9.4.1	Prüfaufbau	16
9.4.2	Prüfdurchführung	16
9.4.3	Ergebnisse	16
9.4.4	Prüfgerät	16
10	Prüfbericht	17
Anhang A (normativ) Bestimmung der Grundfrequenz mithilfe einer von unten abfallenden ruhenden Last		18
Literaturhinweise		21

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16929:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 124 „Holzbauwerke“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Einleitung

Die Anforderungen an die Wartungsfreundlichkeit von Holzdecken mit einem Belag aus Holz oder Holzwerkstoffen werden bei der Ausführung aufgrund der Verwendung hoch belastbarer Werkstoffe, vorgefertigter Holzbauelemente und längerer Spannweiten zu einem immer entscheidenderen Faktor. Neben den in den einschlägigen Holzbaunormen angegebenen Anforderungen an die Durchbiegung bei statischen Lasten müssen die dynamischen Aspekte, besonders bei Leichtdecken aus Holz berücksichtigt werden, bei denen eine Körpermasse von gehenden Personen einen nicht unerheblichen Einfluss hat. Der menschliche Fußtritt ist eine signifikante Schwingungsquelle, und wenn seine Wirkungen während der Bemessung einer Deckenkonstruktion in Leichtbauweise nicht genau bewertet werden, kann das für die Bewohner unangenehme Folgen haben.

Durch Schritte auf Decken verursachte Schwingungen können die Bewohner belästigen oder den Betrieb empfindlicher Geräte und Prozesse stören, wenn die Schwingungen nicht entsprechend geregelt werden. Die angemessene Regelung beruht auf einem guten Verständnis der durch Schritte angeregten Arten von Deckenschwingungen. Die Größe und Art der durch Schritte beim üblichen Begehen angeregten Deckenschwingungen wird hauptsächlich durch die dem Deckensystem inhärenten dynamischen Eigenschaften geregelt: Steifheit, Masse und seine Fähigkeit, die Schwingungsenergie abzuleiten (Dämpfen). Diese Eigenschaften werden wiederum von den Deckenmaterialien, der Bemessung und der Bauweise bestimmt.

Bei der Bewertung der Schwingungsart von Deckenkonstruktionen in Leichtbauweise auf die durch gehende Personen induzierte Schwingung sind nur Frequenzen im Bereich unter 40 Hz bis 50 Hz von Interesse. Decken mit einer Grundfrequenz unter 8 Hz werden als niederfrequente Decken bezeichnet und müssen die durch das Begehen verursachten Mitschwingeffekte bewältigen. Schwingungen mit Frequenzen über 40 Hz bis 50 Hz werden von den Bewohnern nicht mehr wahrgenommen.

Bei der Bewertung der Schwingungsarten eines auf zwei gegenüberliegenden Seiten gelagerten Holzdeckenaufbaus wird davon ausgegangen, dass in der Spannrichtung nur die Grundschwingungsart erster Ordnung auftritt. Da die Steifheit in Querrichtung in der Regel viel niedriger als in Spannrichtung ist, werden Schwingungsarten in der Querrichtung angeregt. Im Bereich von 8 Hz bis 40/50 Hz können mehrere Schwingungsarten auftreten.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Prüfverfahren zur Bestimmung der Grundfrequenz, Dämpfung, Durchbiegung unter Punktlast und Beschleunigung von Holz- oder Holzwerkstoffverbundträgern und Deckensystemen fest.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 13183 (alle Teile), *Feuchtegehalt eines Stückes Schnittholz*

EN 322, *Holzwerkstoffe — Bestimmung des Feuchtegehaltes*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Bodenbelag

Oberflächenelement, das zum Widerstandsvermögen des Deckensystems beiträgt und mit den Balken verbunden ist. Der Bodenbelag ist dadurch gekennzeichnet, dass er auf Balken gelagert ist und sich bei Belastung zwischen den Balken frei durchbiegen kann

3.2

Deckensystem

festgelegter Aufbau aus Balken und Bodenbelag

3.3

Grundfrequenz

tiefste (unterste) Eigenschwingungsfrequenz erster Ordnung

3.4

Stützbalken

aus Holz oder Holz in Kombination mit einem Holzwerkstoffverbundprodukt hergestellter Balken, um mit dem Bodenbelag verbunden zu werden und diesen zu stützen

3.5

Eigenfrequenz

eine Frequenz, bei der ein Probekörper in einer freien Schwingungsart schwingt, wobei jede Schwingungsart ihre eigene Eigenfrequenz hat

3.6

Spannweite

Abstand zwischen Auflagern, parallel zu den lasttragenden Elementen der Hauptdecke

3.7

innerer Stützbalken

ein Balken, der wie ein nichtstarres Auflager für Stützbalken wirkt

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Stützbalken wirkt wie eine Zwischenstütze oder wie Endauflager für Stützbalken.

3.8

Schwingung

die Auslenkung eines Systems um seine Gleichgewichtslage

3.9

Schwingungsart

das Verhalten eines Systems oder Gegenstandes, das durch seine Eigenfrequenz, Modendämpfung und Schwingform gekennzeichnet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein System kann viele Schwingungsarten haben, und zahlreiche Schwingungsarten können gleichzeitig schwingen (und sich überlagern). Jede Schwingungsart wird von der Gestaltung des Deckenaufbaus, den Werkstoffeigenschaften und den Grenzzuständen des Systems bestimmt.

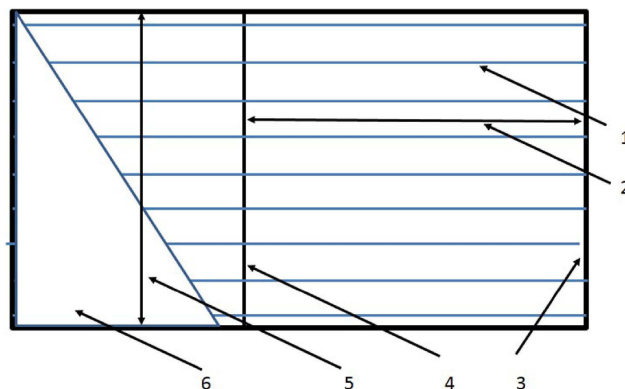
3.10

Dämpfung

Dämpfung ist der Energieverlust eines schwingenden Systems

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Dämpfung setzt sich aus Dämpfung von Werkstoffen und Strukturen, wie auch aus der Dämpfung durch Möbel und Deckennachbearbeitung (schwimmender Estrich) zusammen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bild 1 zeigt ein typisches Deckensystem.



Legende

- 1 Stützbalken
- 2 Spannweite
- 3 Auflager für Stützbalken
- 4 innerer Stützbalken
- 5 Breite
- 6 Belag

Bild 1 — Typisches Deckensystem

4 Bestimmung der Maße des Deckensystems

Die Spannweite, Breite und Tiefe des Deckensystems muss gemessen werden:

- in Laborprüfungen mit einer Messunsicherheit von 1 mm. Die Tiefenmessungen dürfen an keinem Punkt vorgenommen werden, der dichter als 150 mm zu den Enden liegt;
- bei Vor-Ort-Prüfungen mit einer Messunsicherheit von 1 % oder 10 mm, je nachdem, welcher Wert kleiner ist.

5 Bestimmung des Feuchtegehalts

Für Laborprüfungen gilt: Der Feuchtegehalt der Bauteile des Deckensystems muss bei Bauholz nach EN 13183 und bei Holzwerkstoffprodukten nach EN 322 bestimmt werden.

6 Bestimmung der Deckenmasse

Für Laborprüfungen gilt, die Masse des gesamten Deckensystems oder einzelner Bauteile muss mit Waagen mit einer Fehlergrenze von 1 % oder 0,1 kg bestimmt und in kg/m² angegeben werden, je nachdem, welcher Wert kleiner ist.

7 Konditionierung

Die Temperatur und relative Luftfeuchte muss bei Vor-Ort-Prüfungen und Laborprüfungen aufgezeichnet werden.

8 Laborprüfungen

8.1 Bestimmung der Grundfrequenz

8.1.1 Kurzbeschreibung

Ein abgestütztes Deckensystem wird einer Impulsbelastung ausgesetzt, und Beschleunigungsmessungen werden vorgenommen. Aus den Daten muss die Ansprechbeschleunigung bestimmt und die Grundfrequenz berechnet werden.

8.1.2 Prüfaufbau

Das Deckensystem wird einfach auf einer starren tragenden Konstruktion gelagert. Beschleunigungsmesser werden zum Messen der Schwingung benutzt, oder sonstige Messgeräte dürfen verwendet werden, sofern sie zuverlässige Prüfdaten liefern. Der Beschleunigungsmesser muss in der geometrischen Deckenmitte des Deckensystems angebracht werden.

Das während der Frequenzprüfungen durch die Konstruktion, die die Auflager trägt oder durch andere, Schwingungen erzeugende Geräte in der Umgebung erzeugte Hintergrundrauschen sollte möglichst klein gehalten werden, um Überlagerungen mit den Prüfergebnissen zu vermeiden. Die Biegesteifigkeit der tragenden Konstruktion sollte aus diesem Grund deutlich höher als die des Deckensystems sein.

ANMERKUNG 1 Sofern ein Interesse an höheren Schwingungsarten oder Transversalschwingungsarten besteht, können weitere Beschleunigungsmesser benutzt werden.

Vor der Prüfung der Decke sollten die Eigenfrequenzen der tragenden Konstruktion in jeder Richtung gemessen werden. Das kann unter Verwendung derselben Einrichtung und durch Fallenlassen eines Hammers oder einer alternativen Spitzenlast auf die tragende Konstruktion erfolgen. Keine Eigenfrequenz der tragenden Konstruktion darf im störenden Bereich der erwarteten Grundfrequenz des Deckensystems sein.

ANMERKUNG 2 Eine Veränderung der Eigenfrequenzen der tragenden Konstruktion kann durch das Anpassen der Masse und/oder Steifheit erfolgen.

8.1.3 Detaillierte Auflagerbeschreibung

Die Auflagerbedingungen an beiden Enden müssen so belastbar sein, dass die Störung der Schwingungsfrequenz des Deckensystems während der Prüfung möglichst klein gehalten wird. Es müssen Versuche durchgeführt werden, um herauszufinden, welcher Auflagerwerkstoff und welche Bedingungen zuverlässige Ergebnisse erbringen.

Der Auflagerzustand kann einen maßgeblichen Einfluss auf den Nachweis der Eigenfrequenzen des Deckensystems haben. Die allgemein als sehr störend empfundene Störung der Schwingungen kann auftreten und sollte vermieden werden. Das wird in der Regel durch zwei oder mehrere, sehr eng nebeneinanderliegende Eigenfrequenzen hervorgerufen.

Gründe könnten sein:

- das Auflager ist zu lang, siehe Bild 1;
- die Auflagefläche stützt das Deckensystem nicht vollständig aufgrund von Oberflächenfehlern des Deckensystems und/oder des Auflagers;
- das Deckensystem ruht nicht auf der gesamten Auflagefläche ohne irgendeinen Zwischenraum. Das Deckensystem aber auch der Auflagerwerkstoff kann verzogen (verdreht) oder verbogen sein. Eine Lösung kann in der Verwendung von Keilen zum Schließen von Hohlräumen oder im Abrichten des Auflagerwerkstoffs entsprechend Bild 2 bestehen. Ein schlechter Kontakt kann durch die Verwendung eines Keils aus einem weichen Material, wie Pappkarton, beseitigt werden;
- die Amplitude von Störfrequenzen kann durch Erhöhen der Masse der ruhenden Last kleiner werden;
- die tragende Stahlkonstruktion kann in horizontaler Richtung (lotrecht zur Schwingungsrichtung des Deckensystems) schwingen und die aufgezeichneten Schwingungsdaten stören. Das könnte durch die Benutzung eines kleinen Breite-zu-Höhe-Verhältnisses der tragenden (Stahl-)Konstruktion gelöst werden, siehe Bild 3.

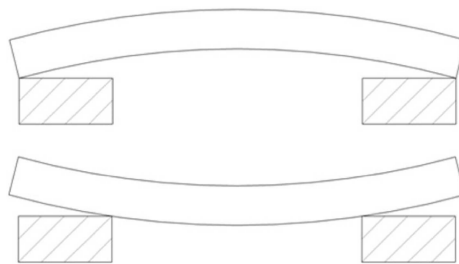
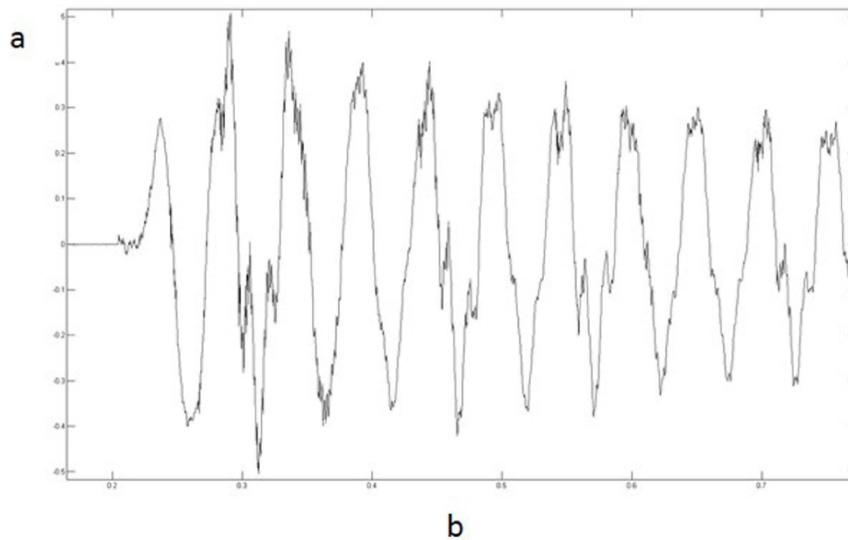


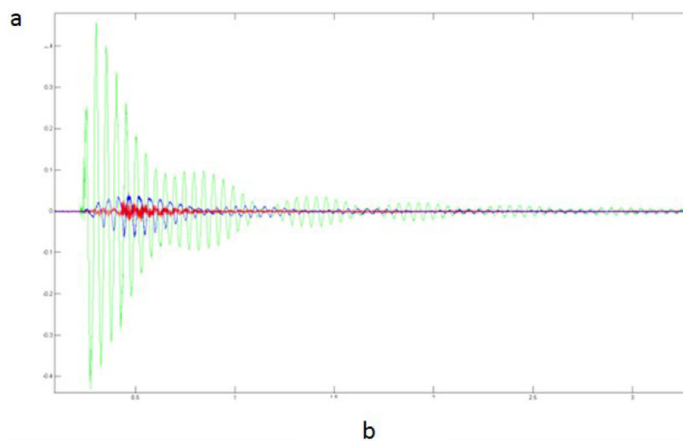
Bild 2 — Mögliche Ursache für die Schwingung von Balken auf den Auflagern



Legende

- a Beschleunigung
- b Zeitdauer

Bild 3 — Auftretende hochfrequente Regelmäßigkeit (oder Schall), wenn das Deckensystem (Stützbalken) und das Auflager keinen guten Kontakt haben



Legende

- a Beschleunigung
- b Zeitdauer

Bild 4 — Die horizontale Schwingung der tragenden Konstruktion (blaue und rote Kurve) stört die Schwingung des Prüfgegenstandes (grüne Kurve)

8.1.4 Prüfdurchführung

Die aufgebrachte Last muss eine Impulsbelastung sein und muss auf den mittleren Stützbalken oder auf den, der geometrischen Mitte des Deckensystems am nächsten liegenden Stützbalken eingeleitet werden.

Bei jedem Prüffall müssen drei aufeinanderfolgende Prüfungen durchgeführt werden.

ANMERKUNG 1 Das Instrument, das eine konzentrierte Belastungsfunktion abgibt, kann ein Schlagprüfgerät, ein Hackenaufprall oder ein freier Fall sein.

ANMERKUNG 2 Der Prüfaufbau, bei dem eine ruhende Last benutzt wird, ist in Anhang A dargestellt.

8.1.5 Prüfgerät

Die Beschleunigungsmesser haben:

- eine axiale Empfindlichkeit von mindestens 8 pC/g;
- einen relativen Querrichtungsfaktor kleiner als 3 %;
- den kleinsten Frequenzbereich von mindestens 0,5 Hz bis 0,1 kHz mit einer Linearitätsabweichung von ± 1 dB.

8.1.6 Ergebnisse

Die erfassten Daten werden mithilfe einer geeigneten Software verarbeitet, die die Daten der Beschleunigungsmesser visualisieren und eine schnelle Fouriertransformation (FFT) durchführen kann, um die Eigenfrequenzen zu erhalten. Zum Erhalt der Eigenfrequenz kann eine weitere Verarbeitung notwendig sein.

ANMERKUNG Beispiele für qualitativ hochwertige Messungen werden in Anhang A, Bild A.2 und Bild A.3, gegeben.

Bei einem Deckensystem können mehrere, eng beieinanderliegende Eigenfrequenzen im Frequenzbereich auftreten. Die niedrigste Eigenfrequenz erster Ordnung wird als die Grundfrequenz des Deckensystems übernommen.

Der Mittelwert der Messungen aller einzelnen Grundfrequenzen muss für jeden Prüffall angegeben werden.

8.2 Bestimmung des Dämpfungsgrades

Die Decke muss zur Bestimmung des Dämpfungsgrades in Schwingung versetzt werden.

ANMERKUNG Der Dämpfungsgrad ist eine sehr wichtige Konstante bei der Berechnung der Beschleunigung einer Decke durch das Begehen einer Person.

Die Decke sollte vorzugsweise durch eine mechanische Erregereinrichtung oder alternativ durch eine gehende Person angestoßen werden.

Die mechanische Erregereinrichtung wirkt in Resonanz mit der Decke. Die Erregereinrichtung wird nach dem Erreichen der stationären Schwingung angehalten, und die abnehmende Schwingung wird gemessen (Bild 5).

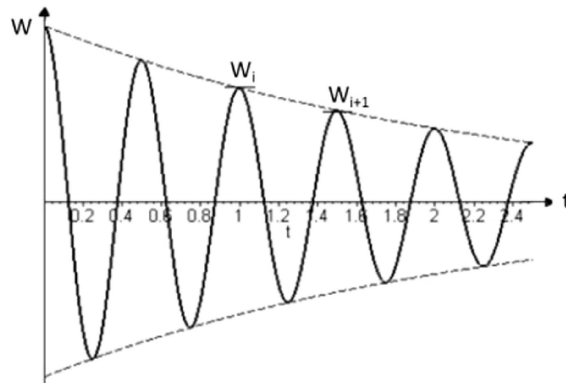
Die Decke kann, sofern keine mechanische Erregereinrichtung zur Verfügung steht, alternativ durch das Begehen bei der Hälfte oder einem Drittel der Grundfrequenz der Decke angeregt werden. Zur Sicherstellung der Schrittfrequenz sollte ein Metronom benutzt werden. Die Position der Anregung muss die geometrische Deckenmitte sein. Die Erregung sollte nach dem Erreichen der stationären Schwingung angehalten und die abnehmende Schwingung gemessen werden (Bild 5).

Das Anregen der Decke mit nur einem Impuls, z. B. dem Auftreffen eines Absatzes, ist weniger geeignet, weil die Decke vor der Abnahme der Schwingungsweite immer in der Eigenschwingungsform schwanken sollte. Somit treten keine Störungen infolge des Wechsels von der statischen Durchbiegung zur freien Schwingung auf.

Die gemessene Beschleunigung ist eine oszillierende Kurve mit einer exponentiell abnehmenden Amplitude (Bild 5). Folglich kann das logarithmische Dekrement λ mit der Gleichung (1) und anschließend der Dämpfungsgrad ζ , mit der Gleichung (2) berechnet werden.

$$\lambda = \ln \frac{w_i}{w_{i+1}} \quad (1)$$

$$\zeta = \frac{\lambda}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{W_i}{W_{i+1}} \quad (2)$$



Legende

W Amplitude
t Zeitdauer (s)

Bild 5 — Eine typische abnehmende Schwingungsamplitude

8.3 Bestimmung der statischen Durchbiegung unter Punktlast

8.3.1 Allgemeines

Die durch eine Punktlast verursachte statische Durchbiegung der Decke wird mit einem LVDT oder einer Messuhr gemessen.

ANMERKUNG Die Prüfung der statischen Durchbiegung wurde aufgenommen, da Studien gezeigt haben, dass dieser auf die orthogonalen Steifigkeitseigenschaften eines Deckensystems bezogene Response-Parameter einen vernünftigen Zusammenhang mit der Gebrauchstauglichkeit hinsichtlich der Schwingungen herstellt.

8.3.2 Prüfaufbau

Die Messungen der Durchbiegung erfolgen entweder von der obersten Deckenoberfläche oder unterhalb der Decke.

Die Lage der Punktlast ist der geometrische Mittelpunkt der Decke.

Der geometrische Mittelpunkt der Decke ist bei Balkendecken die mittlere Spannweite des mittleren Stützbalkens oder des dem Mittelpunkt nächsten Stützbalkens.

Die Punktlast kann mit einer Prüfmaschine aufgebracht werden; alternativ kann die Lastaufbringung durch eine ruhende Last erfolgen. Die Lastauflage ist eine quadratische Platte mit $(100 \times 100) \text{ mm}^2$ oder eine kreisförmige Scheibe mit einem Radius von 113 mm.

ANMERKUNG Die ruhende Last darf aufgebracht werden oder eine Person darf auf einer massiven Platte stehen, die größer als die quadratische Platte oder Scheibe und so lang wie die vorgeschriebene Belastungsfläche ist.

Die Durchbiegung wird in nachfolgenden Prüfungen gemessen, in denen die maximale Durchbiegung an jeder beliebigen Stelle unter der Voraussetzung zu erwarten ist, dass die Position auf der Decke korrekt aufgezeichnet wurde.