

# Die wesentlichen Regeln der Technik für die Standsicherheit von Holztreppen

DHTI - Jahrestagung am 15. und 16. Februar in Lünen

Prof. Dr.-Ing. Achim Irle Fachhochschule Wiesbaden

## Einleitung

Nach den einschlägigen Bauordnungen muss für jede bauliche Anlage, z.B. für eine Treppe, die Standsicherheit gewährleistet sein. Der Nachweis erfolgt nach den gültigen DIN-Vorschriften. Existieren für den Nachweis keine DIN-Vorschriften oder wird eine Abweichung vorgenommen, so ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder eine Zustimmung im Einzelfall einzuholen. Für Holztreppen gibt es eine Sonderregelung. Wenn Treppen dem Regelwerk "Handwerkliche Holztreppen" genügen, ist weder eine statische Berechnung noch eine bauaufsichtliche Zulassung erforderlich. Bei vertretbaren Abweichungen vom Regelwerk muss der Gleichwertigkeitsnachweis durch den Hersteller erbracht werden.

Der vorliegende Beitrag soll mit zur fachgerechten Umsetzung des Regelwerkes beitragen und die Konsequenzen der Abweichungen verdeutlichen.

## 1. Statische Betrachtungen

Der Widerstand gegen statischen Bruch vergrößert sich mit dem Quadrat der Querschnittsdicke.

Doppelte Dicke: Vierfache Bruchlast

Halbe Dicke: 25 % der Bruchlast

Bei einer Verminderung der Stufendicke von 50 auf 40 mm vermindert sich der Bruchwiderstand um den Faktor

$$f = (40/50)^2 = 0,8 \times 0,8 = 0,64 \quad \text{also auf 64 \%}.$$

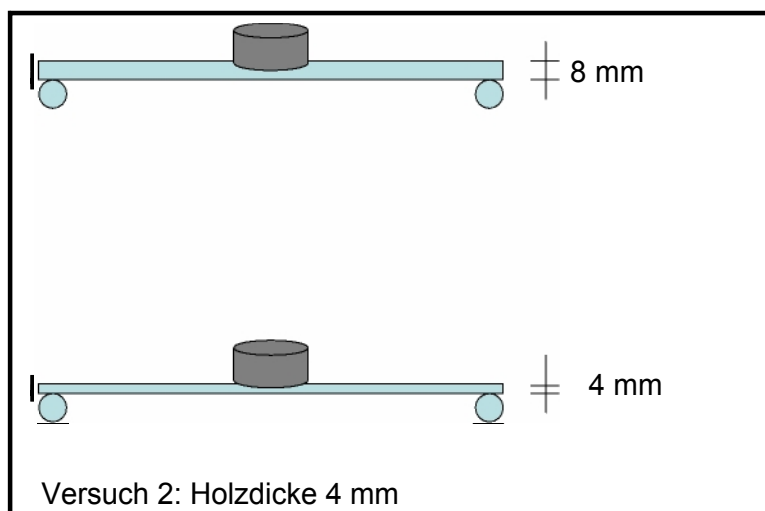


Bild 1  
Vergleich der  
Bruchlasten

Die Bruchlast beträgt bei halber Dicke nur noch 25%

Die Grafik in Bild 2 zeigt den prozentualen Abfall der Bruchsicherheit.

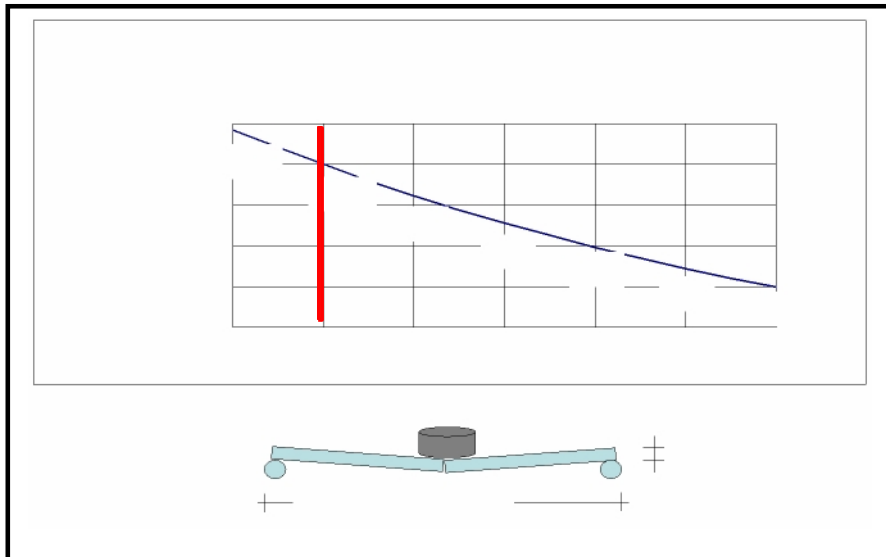


Bild 2 Abfall der Bruchsicherheit in Abhängigkeit von der Stufendicke

Eine längere Stufe hat eine geringere Bruchlast. Diese vermindert sich mit dem Kehrwert des Längenverhältnisses. Das bedeutet:

Doppelte Stufenlänge = halbe Bruchlast  
 Halbe Stufenlänge = doppelte Bruchlast

Vergleicht man eine Stufe von 1,40 m Länge mit einer Stufe von 1,00 m, so vermindert sich die Bruchlast um den Faktor  $1,00 / 1,40 = 0,714$  (auf 71,4 %).

Aus der Grafik in Bild 3 können die prozentualen Abweichungen entnommen werden.

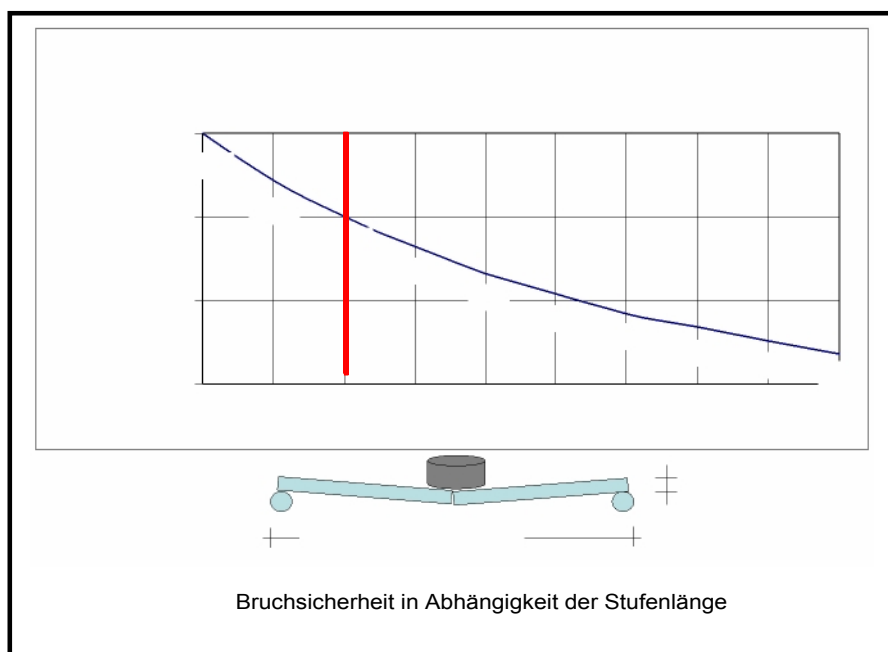


Bild 3 Bruchsicherheit einer Treppenstufe in Abhängigkeit von deren Länge

Vergleicht man eine Stufe mit  $d = 50 \text{ mm}$  und  $L = 1,00 \text{ m}$  mit einer Stufe  $d = 40 \text{ mm}$  und  $L = 1,40 \text{ m}$ , so vermindert sich die Bruchsicherheit um den Faktor:

$$f = (40/50)^2 * (1,00/1,40) = 0,8 * 0,8 * 0,714 = 0,457 \text{ (45,7 \%)}$$

## 2. Das Durchbiegungsverhalten

Vermindert man die Stufendicke, so vergrößert sich die Durchbiegung, wie das folgende Modell zeigt, erheblich. Bei halber Dicke erreicht die Durchbiegung den 8-fachen Wert.

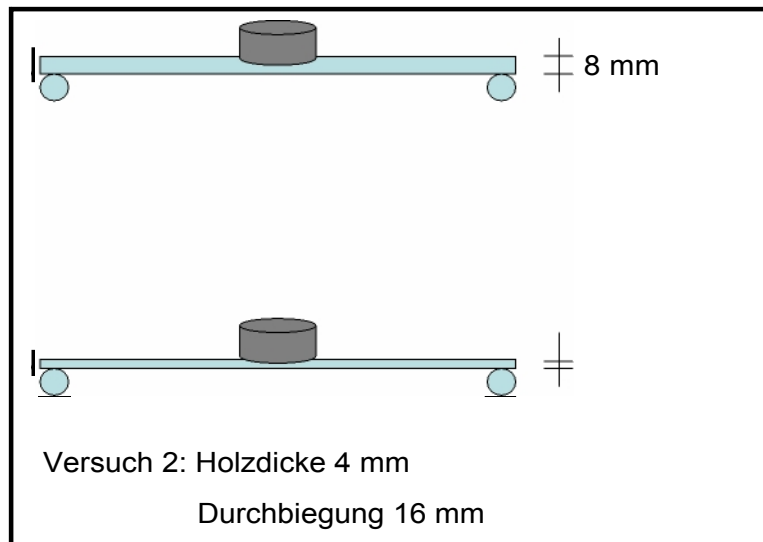


Bild 4 Vergleich der Durchbiegungen

Rechnerisch nimmt die Durchbiegung mit der dritten Potenz der Verminderung der Stufendicke zu. Bei einer Änderung der Stufendicke von 50 auf 40 mm beträgt der Vergrößerungsfaktor

$$f = (50/40)^3 = 1,25 \times 1,25 \times 1,25 = 1,95 \text{ (195 \%)}$$

Die Grafik in Bild 5 zeigt den prozentualen Anstieg der Durchbiegung.

Ähnlich sind die Verhältnisse bei einer Vergrößerung der Stufenlänge. Bei doppelter Länge ergibt sich die 8-fache Durchbiegung. Die Zunahme erfolgt mit der 3. Potenz des Längenverhältnisses. Bei einer Vergrößerung von 1,00 m auf 1,40 m vergrößert sich die Durchbiegung um den Faktor:

$$f = (1,40/1,00)^3 = 1,40 \times 1,40 \times 1,40 = 2,74 \text{ (274 \%)}$$

Die Grafik in Bild 6 zeigt den prozentualen Anstieg der Durchbiegung.

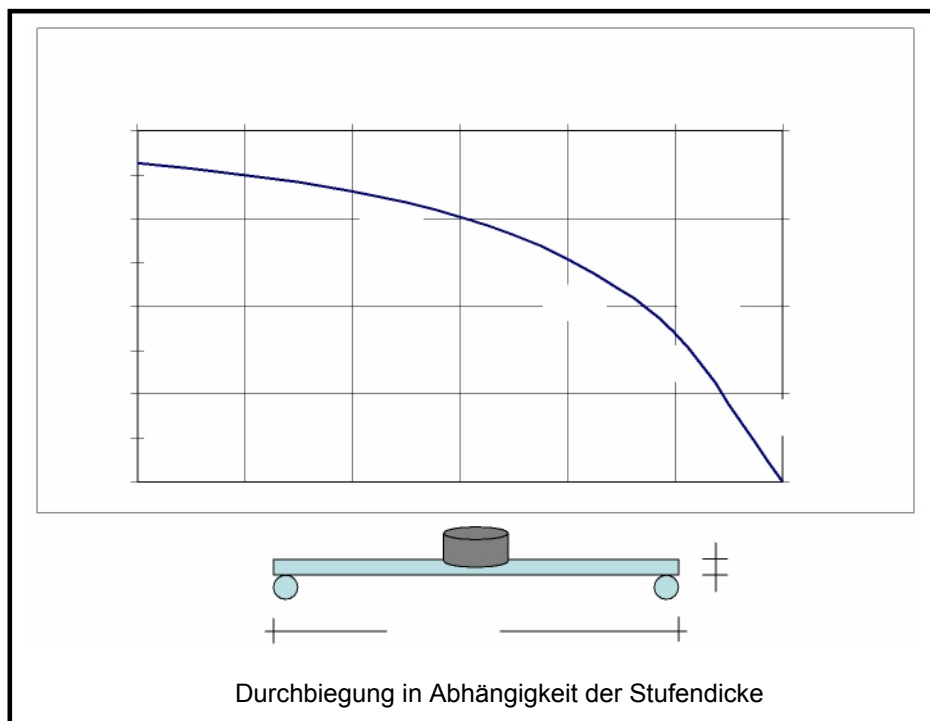


Bild 5 Durchbiegung in Abhängigkeit von der Stufendicke

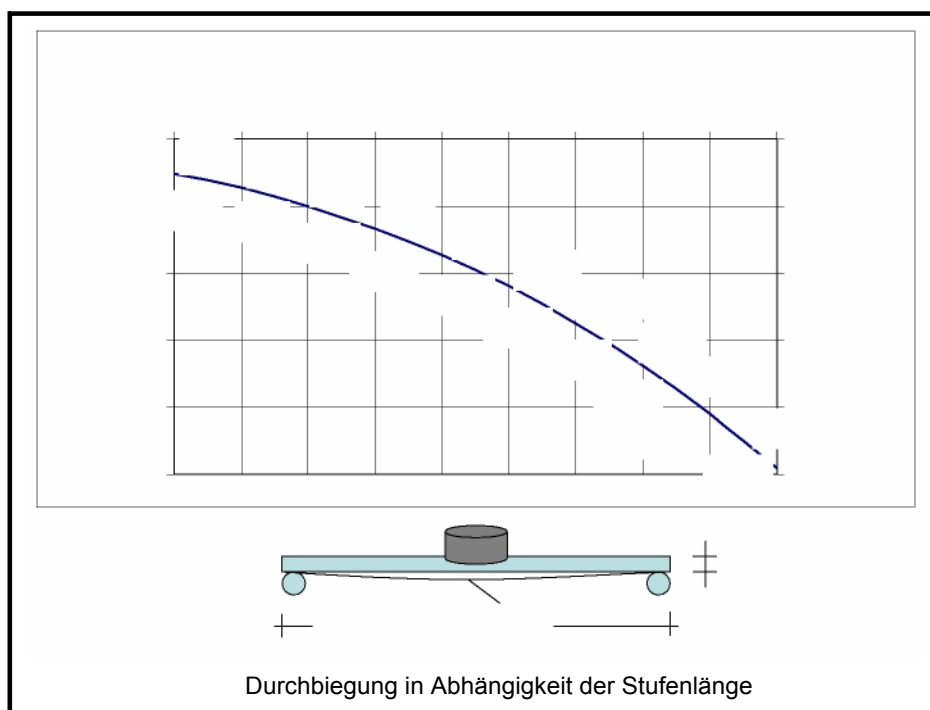


Bild 6 Durchbiegung in Abhängigkeit von der Stufenlänge

Verändert sich eine Stufe mit  $d = 50 \text{ mm}$  und  $L = 1,0 \text{ m}$  auf  $d = 40 \text{ mm}$  und  $L = 1,40 \text{ m}$ , so vergrößert sich die Durchbiegung um den Faktor:

$$f = (50/40)^3 \times (1,40/1,00)^3 = 1,25 \times 1,25 \times 1,25 \times 1,40 \times 1,40 \times 1,40 = 5,36$$

### 3. Das Schwingungsverhalten von Treppen

Die ETAG 008 fordert, dass mindestens 5 Schwingungen pro Sekunde vorhanden sein müssen (Eigenfrequenz  $f \geq 5$  Hz). Als Masse werden dabei 100 kg an ungünstigster Stelle angeordnet. Wird die Zahl der Schwingungen kleiner als 5 pro Sekunde, so steigt die Unsicherheit beim Begehen. Eine solche Treppe kann "aufgeschaukelt" werden. Ferner neigt sie zu Knarrgeräuschen.

Ein einfaches Modell zeigt, wie sich die Schwingungszahl mit der Querschnittsdicke vermindert, der Ausschlag jedoch ansteigt. Die Richtung der Schwingung geht in die Richtung der leichtesten Verformbarkeit. Eine Wangentreppe schwingt zur Seite hin. Im Computermodell lassen sich die Zahl der Schwingungen und die Form der Schwingungsfigur berechnen (Bild 7).

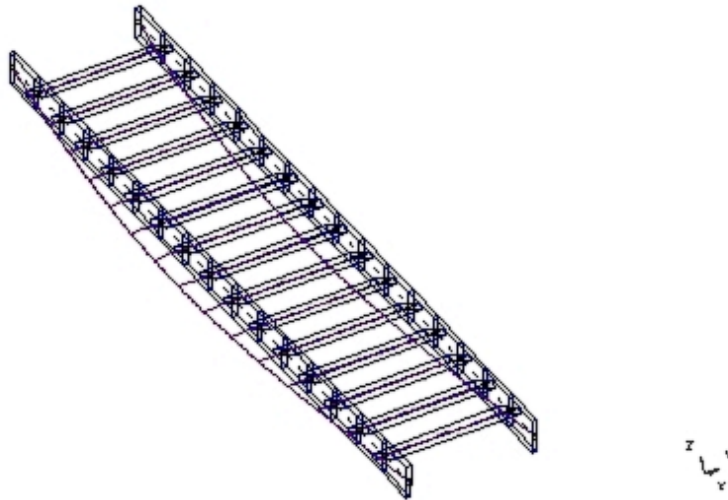


Bild 7 Schwingungsfigur einer Wangentreppe

Die wichtigsten Parameter für die Seitenschwingung sind:

- Die Wangendicke
- Die freie Wangenlänge
- Die Wirksamkeit der Querverspannung

Bild 8 zeigt den Faktor, mit dem die Zahl der Schwingungen mit steigender Wangendicke zunimmt. In Bild 9 sieht man den Zusammenhang zwischen der Länge der Wange (in der Schräge gemessen) und der Eigenfrequenz. Fällt die Querverspannung aus (Schwinden), so wird die Treppe deutlich weicher. Im Grenzfall halbiert sich die Eigenfrequenz.

Man erkennt aus Bild 8, dass eine Treppe nach Regelwerk etwa im Abstand von 2,5 m eine horizontale Wandanbindung benötigt.

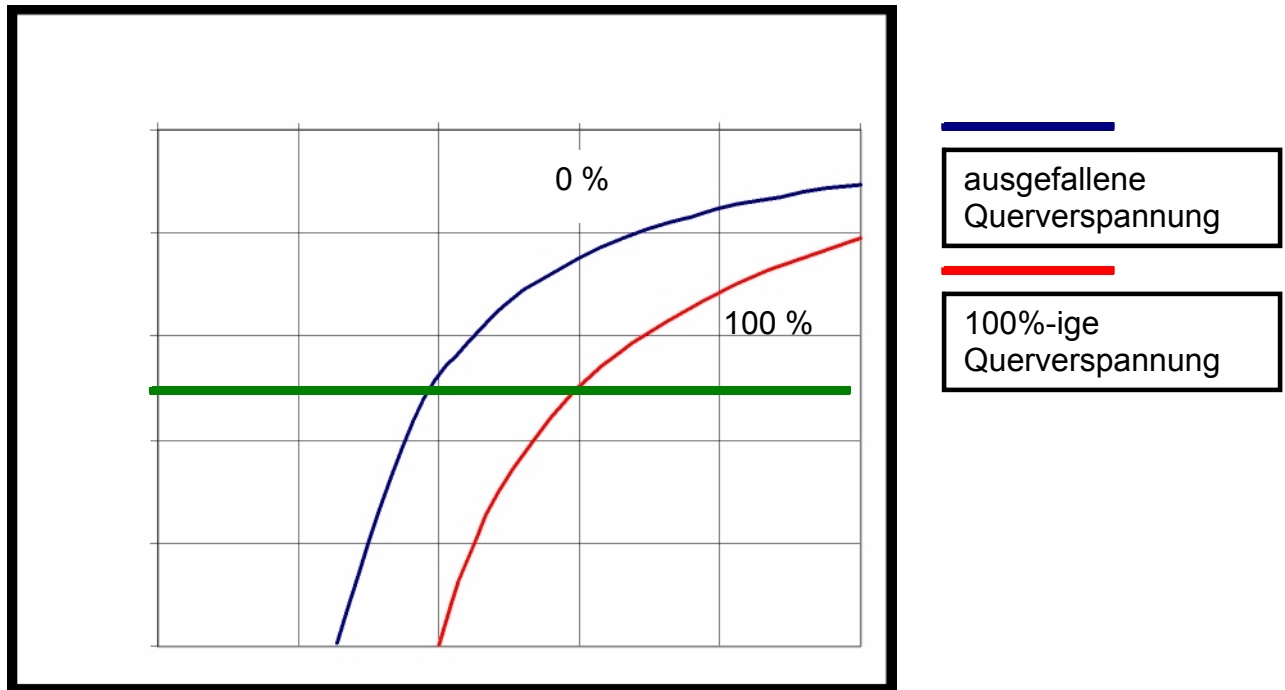


Bild 8 Abhängigkeit der Frequenz von der Wangenlänge

### Zusammenfassung

Das Regelwerk "Handwerkliche Holztreppe" hat sich bisher hervorragend in der Praxis bewährt. Insbesondere ist dem Sachverständigen ein eindeutiges Hilfsmittel an die Hand gegeben. In gewissen Fällen kann vom Regelwerk abgewichen werden. Dazu muss jedoch ein "Gleichwertigkeitsnachweis" erbracht werden. Konsequenzen aus den Abweichungen in Bezug auf die Standsicherheit, das Verformungsverhalten und die Schwingstabilität können anhand der aufgeführten Diagramme beurteilt werden.