

TSD-FACHARTIKEL – 01.09.2015

HOLZTREPPEN

Die neue DIN EN 16481, Holztreppe - Bauplanung - Berechnungsmethoden

„Rechnen sollt Ihr und nicht dösen, wollt Ihr eine Gleichung lösen ...“. Der eine oder andere mag diesen Spruch noch aus dem Mathematikunterricht kennen.

Um es kurz zu machen: Die neue Norm liefert den Verfahrensweg zur Berechnung von Holztreppe. Ralf Spiekers

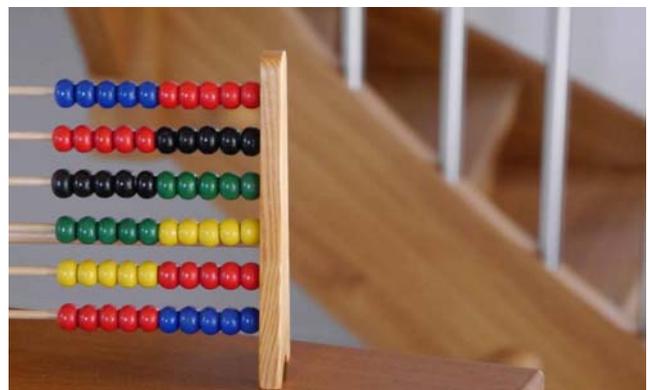


Foto: Spiekers

Im September 2014 kam endlich die deutsche Fassung der Norm, die formal von den französischen Kollegen (AFNOR und FCBA) im CEN/TC 175 „Rund- und Schnittholz“ erstellt wurde. Die Norm fußt auf einem nationalen Arbeitsdokument, das das Deutsche Holztreppeinstitut (DHTI) - in Zusammenarbeit mit Tischler Schreiner Deutschland - nach jahrelangem Ringen im Normenausschuss platziert hatte. So weit, so gut. Aber was gilt es neu zu beachten?

Anwendungsbereich

Die Norm kann für gestemmte und aufgesattelte Holztreppe, die mit oder ohne Setzstufe ausgeführt werden, herangezogen werden. Auch Kombinationen von gestemmt und aufgesattelt sind möglich. Die europäische Norm gilt für beschichtete und unbeschichtete Bauteile. Sie behandelt tragende Bauteile wie Wangen, Trittstufen, Setzstufen, Pfosten und Umwehrungen. Weitere Anforderungen an eine Holztreppe sind in der Produktnorm EN 15644 festgelegt, so die Normer. Dabei werden die Berechnungsmethoden für Treppen aus Holz- und Holzwerkstoffen spezifiziert. Die Norm richtet sich aber eher an den Tragwerksplaner, der Zulassungen oder Einzelnachweise führt. Dies ist gerade für die klein- und mittelständisch geprägte Branche der Holztreppebauer wichtig, da bei geraden Treppen auf komplexe Prüfungen verzichtet werden kann. Bei gewendelten Treppen ist ein Nachweis der mechanischen Leistungsfähigkeit jedoch weiterhin nur unter Berücksichtigung von Bauteilversuchen möglich.

Allgemein kann die mechanische Leistungsfähigkeit von Treppen durch

- Prüfung von Treppen als Ganzes oder in Teilen,
- mittels mathematischem Nachweis, auf der Grundlage der Baustatik, nach den Prinzipien der vorliegenden Europäischen Norm oder
- durch Beurteilung, die auf Erfahrung beruht, - üblicherweise anerkannte Leistungswerte (en: conventionally accepted performance; CAP)-, die in nationalen Dokumenten definiert werden sollten,

erfolgen.

Alle Verfahren sind gleichwertig. Gerade der letztere Spiegelstrich war den Normern sehr wichtig. Das Regelwerk „Handwerkliche Holzterre" hat - für die so genannte Regelwerkstreppe - diesen Nachweis schon vor Jahren geführt.

Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit

Die Gebrauchstauglichkeit einer Treppe ist nachgewiesen, wenn unter den sog. Gebrauchslasten die zulässige Verformung der Treppe als Ganzes und/oder ihrer Teile (z. B. Stufen und Wangen) nicht überschritten wird sowie die Anforderung an die Grundfrequenz der Treppe als Ganzes erfüllt ist. Beide Anforderungen müssen, unter den sog. Bemessungswerten der Einwirkungen, die in EN 1991-1-1 (Eurocode 1) und dem Nationalen Anwendungsdokument (NAD) festgelegt sind, nachgewiesen werden. Die charakteristischen Einwirkungen sind der Abbildung 1 zu entnehmen. Wie aus den charakteristischen Einwirkungen die Bemessungswerte der Einwirkungen ermittelt werden, ist in der hier vorgestellten Norm durch die Bildung signifikanter Einwirkungskombinationen, gemäß EN 1991-1-1, in Kombination mit den nationalen Bestimmungen hinsichtlich Verformung, Grundfrequenz und Bruchlast beschrieben.

- G_k **Eigenlast der Konstruktion** einschließlich sämtlicher Verbindungsmittel nach EN 1991-1-1:2002, Abschnitt 5;
- $q_{k,1}$ **gleichmäßig verteilte vertikale Last** [kN/m²] nach EN 1991-1-1:2002, ohne weiteren nationalen Wert, sollte der Standardwert als $q_{k,1} = 3$ kN/m² angewendet werden;
- $Q_{k,1}$ **konzentrierte Einzellast** [kN] nach EN 1991-1-1:2002, ohne weiteren nationalen Wert, sollte der Standardwert als $Q_{k,1} = 2$ kN angewendet werden;
- $q_{k,2}$ **gleichmäßig verteilte horizontale Last** [kN/m] nach EN 1991-1-1:2002, ohne weiteren nationalen Wert, sollte der Standardwert als $q_{k,2} = 0,5$ kN/m angewendet werden;
- $M_{k,1}$ **Nettomasse der Konstruktion** einschließlich sämtlicher Verbindungsmittel;
- $M_{k,2}$ **Einzelmasse der Grundfrequenz** ohne weiteren nationalen Wert, sollte der Standardwert als $M_{k,2} = 1$ kN angewendet werden.

Abbildung 1: typische Einwirkungen

Im Rahmen der Grenzbelastung innerhalb des Nachweises der Tragfähigkeit ist zur Ermittlung des Bemessungswertes des Werkstoffes (X_{Rd}) der charakteristische Wert - unter Berücksichtigung des Modifizierungsbeiwertes (k_{mod}) und des Teilsicherheitsbeiwert (γ_m) - zu korrigieren.

Bestimmung der mechanischen Beanspruchung (Schnittgrößen und Verformungen)

Im Abschnitt 5 der Norm werden für gerade und gewendelte Treppen die klassischen Bauteile wie Stufen und Wangen statisch modelliert. Dies soll nachstehend am Beispiel einer sich verjüngenden Trittstufe in einer gestemmten Wange [Abbildung 2] verdeutlicht werden. Wenn z. B. eine Trittstufe in eine gestemmte Wange einbindet, wird angenommen, dass die Auflager der Stufe als Gabellager wirken und in der Lage sind, Torsionsmomente aufzunehmen. Die Stützweite L_{tread} sowie die Querschnittsbreite w_{tread} werden, wie nachfolgend beschrieben, ermittelt. Der Querschnitt einer Trittstufe ohne Setzstufe ist ein Rechteck. Die Querschnittshöhe d_{tread} ist die Dicke der Trittstufe. Mit diesen Abmessungen werden die rechnerisch ansetzbaren Querschnittswerte (Fläche, Schubflächen A_y und A_z , Torsionsmoment I_t sowie das Trägheitsmoment I_y oder I_z) nach der Elastizitätstheorie bestimmt. Sowohl das Elastizitätsmodul E als auch das Schubmodul G können entweder aus Normen entnommen werden (beispielsweise EN 1995-1-1 oder EN 338) oder dürfen mithilfe geeigneter Prüfungen bestimmt werden.

Die für die Bestimmung der mechanischen Beanspruchung verwendeten Parameter werden mit Hilfe eines idealisierten Grundrisses der Trittstufe berechnet. Aus dem realen Grundriss wird ein idealisierter Grundriss. Dann kann der Einfeldträger statisch bemaßt werden.

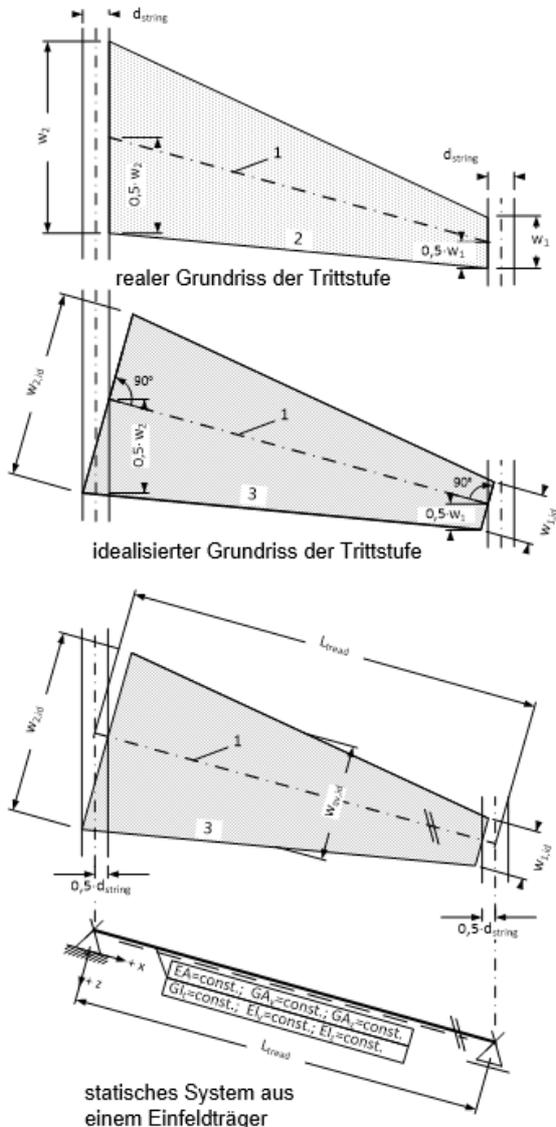


Abbildung 2: sich verjüngende Trittstufe mit gestemmen Wänden - statisches System

Bei der Bestimmung der mechanischen Beanspruchung legt die Norm nicht nur die statischen Systeme und Querschnitteigenschaften bei Trittstufen, sondern auch die der Treppenwangen fest. Weiterhin definiert sie Berechnungsmodelle für Verbindungen wie die Trittstufen-Wange, die Wangen-Eckverbindung und die Verbindung zum Bauwerk. Im letzten Unterabschnitt werden die Lasten modelliert.

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Innerhalb der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit erfolgt der Nachweis sowohl zulässiger Verformungen durch die Begrenzung der Grundfrequenz des Tragwerks.



Letztere ist nur für die Treppe als Ganzes zu erbringen. Neben den nationalen Grenzwerten für die Verformungen ($L/200$) ist auch die Grundfrequenz ≥ 5 Hz, die am ungünstigsten Ort mit einer Einzellast von 100 kg zu ermitteln ist, nachzuweisen. Diese Frequenz wurde von der ETAG 008 übernommen.

Das Bezugsmaß für die Länge L ist die normativ ermittelte Länge, zum einen der Trittstufe, zum anderen die in der Mittellinie der Treppe gemessene Länge der Treppe.

Nachweis der Tragfähigkeit

Für die Tragfähigkeit der Querschnitte sind die Spannungsnachweise, d. h. die zulässigen Werte für die Normalspannung und die Schubspannung, einzuhalten. Als Nachweis für die Verbindungen wie bei der Trittstufe-Wange sowie an der Wangen-Eck-Verbindung ist zu überprüfen, dass die maximal zulässigen Beanspruchungen (Biegemomente, Torsionsmomente, Auszugswerte etc.) nicht überschritten werden. Weiterhin gilt, dass die zulässige Beanspruchung von Eckverbindungen ausschließlich durch Versuche ermittelt werden kann. Bei gewendelten Treppen ist aus diesem Grunde ein rein rechnerischer Nachweis nicht möglich.

Was geht nicht?

Das normativ aus der EN 1995-1-1 oder EN 338 anzusetzende Elastizitätsmodul als auch das Schubmodul sind sicherheitsbeaufschlagt und daher geben diese Werte wenig Spielraum für konstruktive Dimensionsminimierungen. Besser ist es, wenn man durch offiziell ermittelte Materialkennwerte entsprechend höhere Festigkeitswerte verwenden kann. Zulassungsnutzer - wie z. B. die der TSH-System GmbH - kennen das Prozedere: Auch hier wird - über eine regelmäßige Fremdüberwachung - der gerechnete Materialkennwert der Zulassung abgesichert. Formal gesehen greifen, wenn im Einzelfall mit besseren Werten gerechnet wird, die Regelungen aus dem Zulassungsbereich.

Fazit

Manch ein Treppenbauer wird sich fragen, warum dieser normative Aufwand? Warum eine neue Norm, die so viel Statik regelt? Die Antwort ist einfach: Zum einen wollen die Hersteller immer mehr materialoptimierte Querschnitte, zum anderen greift die Europäisierung des Treppenmarktes um sich. Damit kommen auch Treppen in den Markt, die nicht beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt), sondern in anderen EU-Ländern zugelassen wurden. Allein um eine Einheitlichkeit in der Berechnungsgrundlage zu schaffen, ist die Norm ein wesentlicher Baustein in der Europäisierung. Die Norm nennt auch notwendige Lasten, die anzusetzen sind, so dass die eine oder andere Zulassung bzw. Treppe richtig gelesen und bewertet werden kann.

In die sehr statisch geprägte Norm flossen auch Erfahrungen aus mehreren Jahrzehnten Treppenbau ein.



Basis für die Norm war nicht nur die Regelwerkstreppe, sondern waren auch Bauteilversuche, die das DHTI finanziert hat und die zum Abgleich zwischen Theorie und Praxis dienten, damit der Unterschied zwischen Theorie und Praxis in der Praxis nicht größer ist als in der Theorie.

Verfasser: Dipl.-Ing. (FH) Ralf Spiekers
Erschienen in: BM 11/2014