

**Deutsche
Demokratische
Republik**

Stahlbau
STAHLTRAGWERKE IM HOCHBAU
Berechnung nach zulässigen Spannungen
Bauliche Durchbildung

TGL
13450/01

Gruppe 135800

Стальное строительство
**Стальные несущие конструкции в
надземном строительстве**
Расчёт по допускаемым
напряжениям и конструктивное
исполнение

Structural Steel Engineering
**Steel Supporting Structures
for Building**
Permissible Stress Design
Structural Details

Deskriptoren: Stahlbauweise; Tragwerk; Hochbau; Berechnung; bauliche Durchbildung

Verbindlich ab 1.10.1976

Dieser Standard gilt in Verbindung mit TGL 13500.

Dieser Standard gilt nicht für Kranbahnen, Kranbahnstützen im Freien, Maste für Starkstromanlagen, Antennentragwerke, Fördergerüste, oberirdische Tankbauwerke sowie die durch Innendruck beanspruchten Teile von Hochdruck-Behältern.

Abweichungen von diesem Standard sind zulässig, wenn sie durch Theorie oder Versuche ausreichend begründet und von dem zuständigen Kontrollorgan genehmigt sind.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Allgemeines	2
2. Lastannahmen	2
2.1. Bestimmung der Lasten	2
2.2. Grenzlastfälle	2
2.3. Montagezustand	3
3. Nachweise	3
3.1. Statischer Spannungsnachweis	3
3.2. Stabilitätsnachweis	3
3.3. Ermüdungsfestigkeitsnachweis	3
3.4. Formänderungsnachweis	4
3.5. Standsicherheitsnachweis	4
3.6. Sonstige Nachweise	4
4. Zusätzliche Festlegungen für die Berechnung und bauliche Durchbildung	4
4.1. Stützweite	4
4.2. Auflagerkräfte von Durchlaufträgern	4
4.3. Stützen	5
4.4. Riegel von Fachwerkwänden	6
4.5. Verbände	6
4.6. Wenig geneigte Decken	6
4.7. Aggressive Füllstoffe	6

Fortsetzung Seite 2 bis 8

Verantwortlich: VEB Metalleichtbaukombinat

Bestätigt: 26.9.1975, Amt für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung, Berlin

1. Allgemeines

Die Berechnung muß die erforderlichen Nachweise für alle tragenden Teile und gegebenenfalls deren Anschlüsse und Stöße in leicht prüfbarer Form sowie die Angaben der für die Bauteile vorgesehenen Werkstoffe enthalten. Bauteile, Anschlüsse oder Stöße, für die staatliche Standards oder Zulassungen bestehen, müssen nicht nachgewiesen werden. Das Tragwerk, seine Lage und seine Teile sind in der statischen Berechnung darzustellen und die wichtigsten Maße anzugeben. Bauteile, die zur Tragwirkung herangezogen werden, z. B. Decken, Dachplatten, Wandscheiben, müssen so weit dargestellt werden, wie es für die Berechnung notwendig ist. Die Art der Berechnung ist freigestellt, soweit sie nicht den Festlegungen dieses Standards widerspricht. Die Zuverlässigkeit der Berechnungsformeln muß gesichert sein. Für nicht allgemein bekannte Formeln ist die Quelle anzugeben, wenn diese allgemein zugänglich ist. Sonst sind die Formeln so weit zu entwickeln, daß ihre Richtigkeit geprüft werden kann.

Jede Berechnung muß im Zusammenhang überschaubar bleiben und ist so weit wie notwendig zu erläutern. Aus anderen Berechnungen dürfen ohne Herleitung nur dann Werte übernommen werden, wenn die neue Berechnung eine schon vorhandene ergänzt.

In den Zahlenendergebnissen ist eine größere Genauigkeit als auf drei geltende Ziffern nicht erforderlich.

2. Lastannahmen

2.1. Bestimmung der Lasten

Lastannahmen nach TGL 20167/01 und /02; Auflagerlasten von Kranbahnen nach TGL 13471

Fehlen ausreichende Angaben, sind im Einvernehmen mit dem zuständigen Kontrollorgan Festlegungen zu treffen.

Schnittkräfte sind für die einzelnen Belastungen getrennt zu ermitteln. Gemeinsam auftretende Lasten dürfen zusammengefaßt werden.

Bei Bauteilen im Freien sind die Extremwerte der Temperaturen mit 45°C und -25°C zu berücksichtigen. Als Aufstellungstemperatur ist die bei der Montage mögliche Temperatur anzunehmen, bei der im untersuchten Bauteil die größten Beanspruchungen auftreten. Die Annahme einer Aufstellungstemperatur von $+10^{\circ}\text{C}$ ist nur dann zulässig, wenn ihre Einhaltung im Projekt vorgeschrieben wird. Die aus den Wärmewirkungen im Freien entstehenden Kräfte sind als kurzfristige Verkehrslasten anzusehen.

Bei Bauteilen in geschlossenen Räumen sind Wärmewirkungen den Betriebsbedingungen entsprechend anzunehmen und als lang- oder kurzfristige Verkehrslasten zu berücksichtigen.

Bei statisch unbestimmt gelagerten Tragwerken sind angemessene Werte für Stützenverschiebungen und -verdrehungen zu berücksichtigen, sofern solche zu erwarten sind.

2.2. Grenzlastfälle

Für die nach Abschnitt 3. zu führende Berechnung sind die Schnittkräfte aus den einzelnen Belastungen so in den Grenzlastfällen H, HZ und S zusammenzufassen, daß aus jedem dieser Fälle die maßgebenden Werte für die erforderlichen Nachweise erhalten werden.

Dabei sind die Lasten in den betriebsmäßig möglichen ungünstigsten Stellungen und Kombinationen anzuordnen. Auf die Bildung eines Grenzlastfalles darf verzichtet werden, wenn er offensichtlich für die Berechnung nicht maßgebend ist.

2.2.1. Grenzlastfall H

Der Grenzlastfall H ist aus allen ständigen Lasten sowie denjenigen langfristigen Verkehrslasten und einer kurzfristigen Verkehrslast zu bilden, die für die betrachtete Schnittkraft den ungünstigsten Wert ergeben. Bremskräfte, kurzfristig wirkende Seitenkräfte oder Kräfte aus kurzfristigen Temperatureinwirkungen sind im Grenzfall H nur dann zu berücksichtigen, wenn neben diesen nur die Eigenlast des Bauteils wirkt.

Die Windlast ist nicht beim Grenzlastfall H zu berücksichtigen.

Für die Beanspruchung durch die ständigen Lasten, denen in TGL 20167/01 ein Grenzlastfaktor $n = 1,1$ zugeordnet wird, dürfen beim statischen Spannungsnachweis und Stabilitätsnachweis die zulässigen Spannungen und erforderlichen Sicherheitszahlen des Grenzlastfalles HZ zugrunde gelegt werden. Bei Beanspruchung durch diese Lasten und die übrigen im Grenzlastfall H anzusetzenden Lasten dürfen die Werte im Verhältnis der entsprechenden Spannungen zwischen den Grenzlastfällen H und HZ interpoliert werden.

2.2.2. Grenzlastfall HZ

Der Grenzlastfall HZ ist aus allen ständigen Lasten sowie denjenigen langfristigen Verkehrslasten und kurzfristigen Verkehrslasten zu bilden, die für die betrachtete Schnittkraft den ungünstigsten Wert ergeben.

2.2.3. Grenzlastfall S

Der Grenzlastfall S ist aus allen ständigen Lasten sowie denjenigen langfristigen Verkehrslasten, denjenigen kurzfristigen Verkehrslasten und einer Sonderlast zu bilden, die für die betrachtete Schnittkraft den ungünstigsten Wert ergeben.

Als Grenzfall S ist auch eine Belastungskombination anzusetzen, die nicht im normalen Betrieb auftritt, z.B. bei Probelastungen.

Werden die Spannungen infolge Anpralls von Fahrzeugen an Stützen oder infolge Trägheitskräften bei Erdbeben berücksichtigt, darf die zulässige Spannung das 1,5fache der zulässigen Spannungen des Grenzlastfalles H nach TGL 13500 erreichen.

2.3. Montagezustand

Der Montagezustand ist als Grenzlastfall HZ zu berechnen. Die Windlasten dürfen mit 80 % des Staudrucks nach TGL 20167, 01 berechnet werden.

Bei kurzzeitigen Montagezuständen, die bei der Gefahr des Auftretens von Windgeschwindigkeiten über 15 m/s rechtzeitig beendet werden können oder bei denen im Montageprojekt rechtzeitig wirksam werdende Sicherungsmaßnahmen vorgeschrieben werden, darf mit einem Staudruck von 20 kp/m^2 gerechnet werden.

Eine entsprechende Eintragung im Montageprojekt ist erforderlich.

Wandriegel und -stiele brauchen hinsichtlich Windlast unabhängig von Montagezuständen nur für den endgültigen Zustand bemessen zu werden.

3. Nachweise

Mit den Grenzlastfällen nach Abschnitt 2.2. sind folgende Nachweise getrennt zu führen:

Statischer Spannungsnachweis

Stabilitätsnachweis

Ermüdungsfestigkeitsnachweis

Formänderungsnachweis

Standsicherheitsnachweis

Sonstige Nachweise

Offensichtlich nicht maßgebende Nachweise dürfen entfallen.

3.1. Statischer Spannungsnachweis

Der statische Spannungsnachweis ist nach TGL 13500 zu führen. Wird ein Bauteil durch Biegemomente M_x und M_y um die Hauptträgheitsachsen mit oder ohne Längskraft N beansprucht, darf die größte Randspannung wegen ihres örtlichen Auftretens an einer Ecke 1,1 $\text{zul } \sigma$ erreichen, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

$$\max(\sigma_N + \sigma_{Mx}) \leq 0,8 \text{ zul } \sigma \quad (1)$$

$$\max(\sigma_N + \sigma_{My}) \leq 0,8 \text{ zul } \sigma \quad (2)$$

Die Erhöhung von $\text{zul } \sigma$ ist bei Anwendung des Traglastverfahrens nicht zulässig.

3.2. Stabilitätsnachweis

Der Stabilitätsnachweis ist nach TGL 13503 01 und 02 bzw. TGL 13506/01 zu führen.

3.3. Ermüdungsfestigkeitsnachweis

Stahlhochbauten sind in die Ausführungsgruppe C einzuordnen.

Durch Schwingungen beeinflusste Bauteile sind in die Ausführungsgruppe A einzustufen, wenn die Beanspruchung durch die schwingende Belastung, z.B. im Betrieb auftretende Massenkräfte von Maschinen, mehr als 20 % der Gesamtbeanspruchung beträgt. Der Dauerfestigkeitsnachweis für diese Bauteile ist nach TGL 13500 zu führen. Für Tragteile, die Kranlasten aufzunehmen haben, ist außerdem TGL 13471 zu berücksichtigen.

3.4. Formänderungsnachweis

Bei Deckenträgern und Unterzügen mit einer Stützweite über 6 m darf die Durchbiegung nicht größer als $1/300$ der Stützweite sein.

Außerdem ist in besonderen Fällen die Einhaltung funktionell oder konstruktiv bedingter Formänderungs-Grenzwerte nachzuweisen.

3.5. Standsicherheitsnachweis

Für die Sicherheit gegen Abheben von den Lagern muß folgende Bedingung erfüllt sein:

$$A \cong 1,15 A_G + 1,3 A_p \quad (3)$$

Hierin bedeuten:

A = Auflagerkraft aus der Summe aller ständigen Lasten, die dem Abheben entgegenwirken sowie die Tragkraft von Ankerschrauben; hierbei ist die 1,3fache zulässige Spannung nach TGL 13500 zugrunde zu legen.

A_G = Auflagerkraft aus allen das Abheben fördernden ständigen Lasten

A_p = Auflagerkraft aus allen das Abheben fördernden lang- und kurzfristigen Verkehrslasten

Gegen das Umkippen gilt:

$$M \cong 1,33 M_G + 1,5 M_p \quad (4)$$

Hierbei bedeuten:

M = Moment aus allen dem Umkippen entgegenwirkenden ständigen Lasten und der Tragkraft der Ankerschrauben um die Kippkante; hierbei ist für die Tragkraft von Ankerschrauben in Gleichung 4 die 1,5fache zulässige Spannung nach TGL 13500 zugrunde zu legen.

M_G = Moment aller das Umkippen fördernden ständigen Lasten um die Kippkante

M_p = Moment aller das Umkippen fördernden lang- und kurzfristigen Verkehrslasten um die Kippkante

Für die Ankerschrauben ist der statische Spannungsnachweis mit den einfachen Lasten zu führen.

3.6. Sonstige Nachweise

Die vom Stahltragwerk auf andere Tragteile, z.B. Fundamente, übertragenen Auflager- und Schnittgrößen sind getrennt für die einzelnen Lasten nach Größe, Richtung und Angriffspunkt anzugeben.

Soweit andere Bauteile für den Kraftfluß innerhalb des Stahltragwerkes mit benutzt werden, z.B. Wände oder Decken als Ersatz für Verbände oder zur Sicherung gegen Ausknicken, muß der rechnerische Nachweis hierfür erbracht werden, wenn nicht zweifelsfrei feststeht, daß diese Bauteile und ihre Anschlüsse den dabei auftretenden Beanspruchungen genügen. Dies gilt auch für bauliche Zwischenzustände.

4. Zusätzliche Festlegungen für die Berechnung und bauliche Durchbildung

4.1. Stützweite

Als Stützweite ist der Abstand der Auflagermitten oder der Achsen der stützenden Träger in die Berechnung einzuführen.

Bei Lagerung unmittelbar auf Mauerwerk oder Beton darf als Stützweite die um $1/20$, mindestens aber um 12 cm vergrößerte lichte Weite angenommen werden.

Die Pressung unter den Auflagern darf die zulässigen Spannungen der für das Auflager verwendeten Baustoffe nicht überschreiten.

4.2. Auflagerkräfte von Durchlaufträgern

Die Auflagerkräfte von Durchlaufträgern sind im Regelfall wie für Einzelträger auf zwei Stützen berechnet, mit Ausnahme des Trägers auf drei Stützen.

Die Möglichkeit des Auftretens negativer Auflagerkräfte ist zu beachten.

4.3. Stützen

4.3.1. Stoßausbildung

Bei durchgehenden Stützen, die nur auf Druck beansprucht werden und deren Stöße in den äußeren Vierteln der Knicklänge angeordnet sind, dürfen die Deckungsteile und Verbindungsmittel der Stöße für die halbe Stützenlast ohne Knickzahl ω berechnet werden, wenn die Stoßflächen rechtwinklig zur Stütze angeordnet sind und Kontaktwirkung vorhanden ist.

4.3.2. Ausbildung von Stützenkopf und -fuß

An Stützenkopf und -fuß von nur auf Druck beanspruchten Stützen dürfen die Verbindungsmittel der Anschlußteile, z.B. Schaftblech, Winkel, bei Anordnung ausreichend dicker Auflagerplatten und Kontaktwirkung der Endquerschnitte für ein Viertel der Stützenlast bemessen werden.

4.3.3. Stahlstützen mit Betonkern

Für mittig belastete zweiteilige Stahlstützen mit Betonkern nach Bild 1 ist nachzuweisen, daß die Formeln 5 oder 6 sowie 7 bis 10 erfüllt sind.

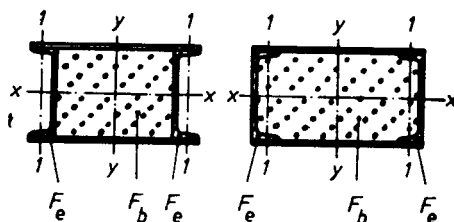


Bild 1

$$\lambda_x \cong \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2} \quad (5) \text{ oder}$$

$$\lambda_1 \cong \sqrt{\lambda_x^2 - \lambda_y^2} \quad (6)$$

$$\lambda_x \cong 80 \quad (7)$$

$$\sigma_1 = \frac{\omega_x \cdot S}{F_e + 0,5 \frac{R_{28}}{\sigma_F} \cdot F_b} \leq \text{zul } \sigma \quad (8)$$

$$\sigma_i = \frac{\omega_x \cdot S}{1,33 \cdot F_e} \leq \text{zul } \sigma \quad (9)$$

$$R_{28} \cong 160 \text{ kp/cm}^2 \quad (10)$$

Außerdem ist durch bauliche Maßnahmen dafür zu sorgen, daß die Stützenlast zunächst in die Stahlteile eingeleitet wird. Eine Übertragung auf den Betonkern allein ist unzulässig. Die Verbundwirkung zwischen Stahl und Beton muß gewährleistet sein.

In den Formeln 5 bis 10 bedeuten:

λ_y = Ideeller Schlankheitsgrad des gesamten Stahlquerschnittes mit dem Trägheitsmoment I_y für die stofffreie Achse y-y. Beträgt die Knicklänge s_{ky} und ist der Trägheitshalbmesser

$$i_y = \sqrt{\frac{J_y}{F_e}} \quad (11)$$

so ist

$$\lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} \quad (12)$$

λ_x = Schlankheitsgrad des gesamten Stahlquerschnittes mit dem Trägheitsmoment I_x für die Stoffachse x-x. Damit ist

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} \quad (13)$$

λ_1 = Schlankheitsgrad des stählernen Einzelstabes für die zur Achse y-y parallel laufende Schwerachse. Als freie Knicklänge des Einzelstabes $s_1 = \lambda_1 \cdot i_1$ ist der Mittenabstand der Bindebleche zueinander zu legen.

ω_x = Knickzahl nach TGL 13503/01 entsprechend der Querschnittsform und Stahlmarke

S = Stabkraft

σ_F = Fließgrenze nach TGL 13500

F_e = Querschnittsfläche der Stahlprofile

F_b = Querschnittsfläche des Betonkerns

R_{28} = Würfeldruckfestigkeit des Betons nach 28 Tagen

4.4. Riegel von Fachwerkwänden

Waagerechte Riegel stählerner Fachwerkwände sind so auszubilden, daß sie auch die Wandeigenlast aufnehmen können, wenn nicht die Wände so gestützt sind, daß ihre Eigenlast unmittelbar von der Gründung oder besonderen Tragteilen aufgenommen wird, ohne daß Biegespannungen aus den Wandeigenlasten in den Riegeln auftreten. Lastannahmen bei Fachwerkriegeln über Öffnungen, z.B. Fenster- und Türstürzen, nach TGL 112-0880.

4.5. Verbände

Verbände dürfen durch Scheiben, z.B. aus Beton, Stahlbeton, Stahlsteindecken, Mauerwerk, Riffelblechen, ersetzt werden, wenn deren Tragfähigkeit und Mitwirkung zweifelsfrei feststehen oder nach Abschnitt 3.6. nachgewiesen sind.

Bauteile, z.B. Pfetten, die gleichzeitig auch Stäbe von Verbänden sind, dürfen im Bereich dieser Verbände keine Gelenke haben.

4.6. Wenig geneigte Decken

Bei wenig geneigten Dächern und Decken ist dafür zu sorgen, daß der Wasserablauf infolge der Durchbiegung nicht behindert wird.

4.7. Aggressive Füllstoffe

Bei Verwendung von stahlangreifenden Füllstoffen, z.B. Koksschlacke als Deckenfüllstoff oder Steinholz als Fußbodenbelag, müssen die gefährdeten Stahlteile durch eine wirksame Umhüllung geschützt werden.

Hinweise

Gemeinsam mit TGL 13450/02 Ersatz für TGL 13450 Ausg. 9. 62 und 1. Änderungsblatt zur Ausg. 9. 62

Änderungen gegenüber TGL 13450 Ausg. 9. 62: Inhalt überarbeitet.

Im vorliegenden Standard ist auf folgende Standards Bezug genommen:

TGL 13471	Stahlbau; Stahltragwerke für Kranbahnen; Berechnung nach zulässigen Spannungen	
TGL 13500	Stahlbau; Stahltragwerke; Berechnung, bauliche Durchbildung	
TGL 13503/01	Stahlbau; Stabilitätsfälle; Berechnung nach zulässigen Spannungen; allgemeine Grundlagen	
TGL 13503/02	-; -; Berechnungen nach zulässigen Spannungen; Erläuterungen und zusätzliche Forderungen	
TGL 13506/01	-; Dünnwandige Tragwerke; Berechnung nach zulässigen Spannungen und bauliche Durchbildung	
TGL 20167/01	Lastannahmen für Bauten; Grenzlastfaktoren; Normlasten infolge Verkehrs-, Schnee- und Windbelastung	
TGL 20167/02	-; Dichten, Normeigenlasten für Baustoffe, Bauteile, Bauelemente, Lagergüter	
TGL 112-0830	Mauerwerksbau aus künstlichen Steinen; Projektierung	
Fliegende Bauten; Bemessung, Ausführung		siehe TGL 10727
Bautechnischer Brandschutz; Bestimmung des Feuerwiderstandes von Baukonstruktionen		siehe TGL 10685/13
Rohrleitungsbrücken; Grundsätzliche Forderungen		siehe TGL 25025
Bandbrücken; Grundsätzliche und brandschutz-technische Forderungen		siehe TGL 25026

Erläuterungen zu Abschnitt 2.2.1.

Interpolation der zulässigen Spannungen und der erforderlichen Sicherheitszahlen

σ_g ist die Spannung aus den Eigenlasten, für die $n = 1,1$ gelten würde

σ_p ist die Spannung aus den übrigen Lasten, die im Grenzlastfall H anzusetzen sind

$$\sigma_{g+p} = \sigma_g + \sigma_p$$

Die zulässige Spannung wird bei Nachweisen nach Theorie I. Ordnung

$$\text{zul } \sigma = \text{zul } \sigma_H + (\text{zul } \sigma_{HZ} - \text{zul } \sigma_H) \cdot \frac{\sigma_g}{\sigma_{g+p}}$$

Die erforderliche Sicherheitszahl wird

$$\text{erf } \nu = \text{erf } \nu_H + (\text{erf } \nu_{HZ} - \text{erf } \nu_H) \cdot \frac{\sigma_g}{\sigma_{g+p}}$$

Wenn nur Biegemomente oder nur Normalkräfte auftreten, können statt der Spannungen die Schnittkräfte eingeführt werden.

Beim Spannungsnachweis nach Theorie II. Ordnung kann im Grenzlastfall H für Eigenlasten $\nu = 1,33$ und für alle übrigen Lasten $\nu = 1,5$ eingeführt werden.

Erläuterungen zu Abschnitt 2.3.

Die angegebene Windgeschwindigkeit 15 m/s bezieht sich auf das 5-Minuten-Mittel.

Daraus ergibt sich eine kurzzeitig zu erwartende Windgeschwindigkeit von 18 m/s und ein Staudruck von 20 kp/m^2 .