

Antennentragwerke aus Stahl

Berechnung und Ausführung

DIN
4131

Steel radiotowers; analysis and structural design

Last, Belastung, Gewicht werden in dieser Norm als Benennungen für Kraftgrößen verwendet, z. B. für Gewichtskraft in Mp; diese können auch verursacht werden durch Wind, Baugrundbewegungen, Wärmewirkung u. a.

Inhalt

	Seite
1. Geltungsbereich	1
2. Begriffe	1
3. Allgemeines	2
3.1. Hinweise auf mit zu berücksichtigende Normen	2
3.2. Bauvorlagen	2
4. Berechnungsgrundlagen	3
4.1. Werkstoffkennwerte	3
4.2. Lastannahmen	3
4.3. Nachweise	8
4.4. Besondere Bemessungsregeln	9
4.5. Zulässige Spannungen	10
5. Bauliche Durchbildung	10
5.1. Tragwerke	10
5.2. Stählerne Abspannseile	11
5.3. Isolatoren	12
5.4. Gründungen	13
5.5. Blitzschutz	13
5.6. Korrosionsschutz	13
5.7. Flugsicherung	13

Entwurf, Berechnung und Ausführung der Antennentragwerke erfordern eine gründliche Kenntnis dieser Bauten, der Eigenschaften der verwendeten Werkstoffe und der anerkannten Regeln der Herstellungstechnik. Deshalb dürfen nur solche Fachleute und Unternehmer diese Bauten herstellen, die die notwendigen Kenntnisse und Erfahrungen haben und eine einwandfreie Ausführung gewährleisten.

1. Geltungsbereich

Diese Bestimmungen gelten für alle ortsfesten Antennentragwerke — vgl. Abschnitt 2 — aus Stahl mit Ausnahme der Träger von Haushaltsantennen. Als Haushaltsantennen gelten in Übereinstimmung mit VDE 0885 Antennen mit höchstens 6 m freier Länge und einem Einspannmoment von höchstens 120 kp m.

2. Begriffe

Antennentragwerke sind Bauten für funktechnische Zwecke und bilden entweder selbst die Antenne (Selbststrahler) oder sind zur Aufnahme von Antennen bestimmt.

Die Antennentragwerke können aus Masten, Türmen oder anderen Tragkonstruktionen oder aus der Vereinigung mehrerer dieser Konstruktionen zu einem Tragwerk bestehen.

Maste im Sinne dieser Norm sind durch Seile abgespannt, die vom eigentlichen Mast getrennt verankert sind.

Türme sind freistehende Tragwerke.

Haltevorrichtungen der Antennen und der Energieleitungen an diesen Antennentragwerken gelten ebenfalls als Bauteile im Sinne dieser Norm.

Fortsetzung Seite 2 bis 13

Fachnormenausschuß Bauwesen im Deutschen Normenausschuß (DNA)
Arbeitsgruppe Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB)

3. Allgemeines

3.1. Hinweise auf mit zu berücksichtigende Normen und Richtlinien

- DIN 741 (Vornorm) — Drahtseilklemmen; Klemmbügel, Klemmbacken
 DIN 1000 — Stahlschrauben; Ausführung
 DIN 1045 — Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Stahlbeton
 DIN 1047 — Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Beton
 DIN 1050 — Stahl im Hochbau; Berechnung und bauliche Durchbildung
 DIN 1054 — Baugrund; zulässige Belastung des Baugrundes; Richtlinien
 DIN 1055 — Blatt 1 bis Blatt 5 — Lastannahmen für Bauten
 DIN 1080 — Zeichen für statische Berechnungen im Bauingenieurwesen
 DIN 1548 — Zinküberzüge runder Stahldrähte
 DIN 2078 — Blatt 1 und Blatt 2 — Stahldrähte für Drahtseile; Maße, zulässige Abweichungen, Gewichte —; technische Lieferbedingungen
 DIN 4014 — Bohrpfähle; Herstellung und zulässige Belastung; Richtlinien
 DIN 4017 (Vornorm) Blatt 1 — Baugrund; Grundbruchberechnungen von lotrecht mittig belasteten Flachgründungen; Richtlinien
 DIN 4030 — Beton in betonschädlichen Wässern und Böden; Richtlinien für die Ausführung
 DIN 4100 — Geschweißte Stahlbauten mit vorwiegend ruhender Belastung; Berechnung und bauliche Durchbildung
 DIN 4114 — Blatt 1 und Blatt 2 — Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen, Vorschriften; Richtlinien
 DIN 4115 — Stahlleichtbau und Stahlrohrbau im Hochbau; Richtlinien für die Zulassung, Ausführung, Bemessung
 DIN 4149 — Bauten in deutschen Erdbebengebieten; Richtlinien für Bemessung und Ausführung
 DIN 6890 — Drahtseile; technische Lieferbedingungen
 DIN 6891 — Drahtseile; Begriffe
 DIN 6899 — Kauschen; leicht, mittelschwer, schwer für Drahtlitzen, Drahtseile und Faserseile
 DIN 7968 — Sechskant-Paßschrauben ohne Mutter — mit Sechskantmutter, M 10 bis M 36, für Stahlkonstruktionen
 DIN 7990 — Sechskantschrauben mit Sechskantmutter, M 10 bis M 36
 DIN 8565 — Rostschutz von Stahlbauwerken durch Metallspritzen; Richtlinien
 DIN 17 100 — Allgemeine Baustähle; Gütevorschriften
 DIN 50 049 — Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen
 DIN 55 928 — Schutzanstrich von Stahlbauwerken; Richtlinien
 DIN 83 315 — Vergießen von verzinkten Drahtseilen für den Schiffbau in Seilhülsen mit Vergußmetallen; Richtlinien
 DIN 83 318 — Spleiße für Drahtseile

Vorläufige Richtlinien für HV-Verbindungen — 2. Ausgabe 1963 — und Ergänzungen zu den „Vorläufigen Richtlinien für HV-Verbindungen“ für den Anwendungsbereich des Stahlschweißbaues mit vorwiegend ruhender Belastung — Ausgabe März 1967 *) — herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für Stahlbau, Stahlbau-Verlag, Köln

Vorläufige Empfehlungen zur Wahl der Stahlgütegruppen für geschweißte Stahlbauten *) — herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für Stahlbau, Stahlbau-Verlag, Köln

VDE 0855 Teil 1/9. 59 — Bestimmungen für Antennenanlagen; Teil 1, Errichtungsvorschriften, VDE-Verlag, Berlin

Allgemeine Blitzschutzbestimmungen (ABB *), VDE-Verlag, Berlin

*) Zu beziehen durch Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin 30 und Köln

3.2. Bauvorlagen

Bauvorlagen sind die wesentlichen Konstruktionszeichnungen nach Abschnitt 3.2.1 und die statische Berechnung nach Abschnitt 3.2.2 mit einer ergänzenden Beschreibung, erforderlichenfalls ein geologisch-bodenmechanisches Baugrundgutachten, ein meteorologisches Gutachten über die voraussichtlichen Wind- und Eisverhältnisse sowie unter Umständen Ergebnisse von Windkanaluntersuchungen.

3.2.1. Konstruktionszeichnungen

Hierzu gehören

- a) die Übersichtszeichnungen mit Angaben über die Antennen und deren Anordnung, die Antennenzüge, die Anzahl, Art und Aufhängepunkte der Energieleitungen, die Verbände, die Anordnung und Lagerung der Steigeleitern, die Systemmaße des Tragwerkes und alle tragenden Querschnitte,

- b) die Fundamentzeichnungen mit Lageplan, Geländeschnitten und Angabe der Meßtischblattnummer und der vermessungstechnischen Koordinaten des Antennenwerkes,
 c) die Werkstattzeichnungen mit allen erforderlichen Angaben über Baustoffe und Verbindungsmittel sowie mit Hinweisen auf zugehörige Zeichnungen usw.

In allen Konstruktionszeichnungen sind Maßstäbe und Vermerke über Änderungen anzugeben. Auf der nach der Faltung sichtbaren Seite ist ausreichend Platz für Prüfvermerk und -bemerkungen sowie Vermerke der Bauaufsichtsbehörden freizulassen.

3.2.2. Statische Berechnung

In der statischen Berechnung sind für alle tragenden Bauteile die erforderlichen Nachweise entsprechend Abschnitt 4.3 übersichtlich (vorangestelltes Inhaltsverzeichnis) und in prüfbarer Form zu erbringen und die für die einzelnen Bauteile vorgesehenen Baustoffe anzugeben.

4. Berechnungsgrundlagen

4.1. Werkstoffkennwerte

4.1.1. Baustahl

Für die allgemeinen Werkstoffkennwerte der Stähle, die Art der Berechnungsverfahren und die Verwendung von Formeln bzw. von Daten aus anderen Berechnungen gilt DIN 1050.

Für Werkstoffkennwerte von Stählen, die in DIN 1050 nicht erfaßt sind, gelten die einschlägigen Normen.

4.1.2. Stählerne Abspannseile

Die Bruchspannung des Einzeldrahtes, die für den Nachweis der rechnerischen Bruchkraft nach Abschnitt 4.4.1 benötigt wird, ist vom Hersteller durch Werkszeugnisse oder Abnahmezeugnisse nach DIN 50 049 zu belegen.

Für die unter Abschnitt 5.2 aufgeführten Stahlseilarten kann näherungsweise der Elastizitätsmodul nach Tabelle 1 in die statische Berechnung eingesetzt werden. Wird der Elastizitätsmodul durch Prüfungen des zum Einbau bestimmten Seiles festgestellt, so sind Abweichungen zwischen diesem Elastizitätsmodul und dem in die statische Berechnung auf Grund der Tabelle 1 eingeführten Wert bis zu $\pm 10\%$ zulässig, ohne daß eine Korrektur der statischen Berechnung vorgenommen zu werden braucht.

Die Temperaturdehnzahl kann für Stahlseile mit

$$\alpha_T = 0,000\,012 \text{ cm/cm grad}$$

angesetzt werden.

Tabelle 1. Elastizitätsmodul der Stahlseilarten

Seilart	Anzahl der um den Kerndraht herum angeordneten Drahtlagen je Litze	Elastizitätsmodul 10^4 kp/cm^2
paralleldrähtige Seile	beliebig	2,0
verschlossene Seile (eine Litze)	beliebig	1,6
Spiralseile (eine Litze)	beliebig	1,5
Drahtseile ohne Fasereinlage mit $6 + 1 = 7$ Litzen	1	1,3
	2	1,2
	3	1,1
	4	1,0

4.2. Lastannahmen

4.2.1. Eigengewicht des Tragwerkes

Das Eigengewicht des Tragwerkes, der Podeste, Laufstege und Leitern kann nach der Übersichtszeichnung ermittelt werden.

4.2.2. Eigengewicht der Antennen und Energieleitungen

Das Gewicht der Antennen, der Energieleitungen und ggf. der zugehörigen Halterungen ist von den Herstellern verbindlich anzugeben, desgleichen die Schwerpunktlage der Antennen.

4.2.3. Verkehrslasten und Schnee

Auf Podesten und Laufstegen ist eine gleichmäßig verteilte Verkehrslast von 200 kp/m^2 einschließlich Schnee anzunehmen. Dies gilt auch für die mit Antennen belegten Podestflächen.

Die Konstruktionsteile der Podeste und Laufstege sind für eine wandernde Einzellast von 300 kp an ungünstigster Stelle zu bemessen, wenn dies ungünstiger ist als die vorgenannte Flächenlast. Für das Bemessen des Tragwerkes ist gleichzeitiges Auftreten mehrerer solcher Einzellasten an einem Turm oder Mast nicht anzunehmen.

Alle Stäbe, die nicht nach dem vorhergehenden Absatz unmittelbar durch 300 kp belastet wurden und die nicht mehr als 30° zur Waagerechten geneigt sind (auch Leiterspinnen), sind auch für einen Lastfall nachzuweisen, bei dem an ungünstigster Stelle des Stabes eine Vertikallast von 100 kp angreift, der Staudruck auf $q = 30 \text{ kp/m}^2$ ermäßigt wird und alle übrigen Belastungen gleichzeitig wirken, wenn sie die Beanspruchungen erhöhen.

Für das Bemessen der Geländer ist eine waagerechte, nach außen oder innen wirkende, am Geländerholm angreifende Last von 50 kp/m anzunehmen.

4.2.4. Eisansatz

Die Vereisung der Antennentragwerke hängt von den durch Geländeform und Seehöhe erheblich beeinflussten meteorologischen Verhältnissen (Lufttemperatur, relative und absolute Luftfeuchte sowie Wind) ab. Wesentlich sind ferner die Exposition des Geländes zur Hauptrichtung der die Vereisung bewirkenden Winde und die spezifischen Tragwerkeigenschaften, wie Werkstoff, Oberflächenbeschaffenheit und Form. Allgemeingültige Angaben über das Auftreten von Vereisung können daher nicht gemacht werden.

Vereisung bildet sich bevorzugt im Gebirge, im Bereich feuchter Aufwinde oder in der Nähe großer Gewässer, daher auch in Küstennähe und an Flußläufen. Im Flachland oder in Tallagen kann ein geringerer oder sogar rechnerisch vernachlässigbarer Eisansatz auftreten. Der Eisansatz an starren Bauteilen wächst im wesentlichen in Richtung gegen den Wind; an Seilen bilden sich bei langen Ablagerungszeiten umhüllende Eiswalzen mit elliptischem Querschnitt.

Ob und ggf. in welchem Maße Eisansatz zu berücksichtigen ist, ist bereits bei der Planung vom Bauherrn im Benehmen mit der zuständigen Bauaufsichtsbehörde festzulegen. Dazu sind die Dienststellen des Deutschen Wetterdienstes (Zentralamt, Wetterämter), ggf. auch Forstämter, zu befragen und — soweit vorhanden — die Erfahrungen bei ähnlichen, benachbarten Bauten auszuwerten.

Muß Eisansatz berücksichtigt werden und sind genaue Angaben nicht erhältlich, so kann an nicht außergewöhnlich gefährdeten Stellen bei Konstruktionsteilen, Seilen und Antennen vereinfachend ein allseitiger Eisansatz von 3 cm Dicke angenommen werden. Diese Angabe gilt im allgemeinen in deutschen Gebirgen bis zu Höhen von etwa 600 m über NN, sie schließt aber nicht aus, daß an einzelnen Stellen örtlich auch wesentlich höherer Eisansatz auftreten kann. Das Berechnungsgewicht des Eisansatzes ist mit $0,7 \text{ Mp/m}^3$ einzusetzen.

4.2.5. Wind auf das Tragwerk einschließlich der Podeste, Laufstege und Leitern

Die Windrichtung ist im allgemeinen waagrecht, die Windlast auf Einzelflächen rechtwinklig zu der vom Wind getroffenen Fläche anzunehmen.

Die Windlast ergibt sich zu

$$W = c \cdot q \cdot F \cdot \sin \alpha \quad \text{in kp}$$



Documents

Document Sharing Hub

Hierin bedeuten:

- q Staudruck in kp/m^2 (siehe Abschnitt 4.2.5.1)
 c Formbeiwert (siehe Abschnitt 4.2.5.2)
 F die vom Wind getroffene Fläche in m^2 ; bei Abspannseilen ist $F = d \cdot l$, wobei d der Seildurchmesser in m und l die Seillänge in m ($\sim$ Sehnenlänge des Seilbogens) bedeuten
 α Winkel zwischen der Windrichtung und der Fläche; bei Abspannseilen ist α der Winkel zwischen der Seilsehne und der horizontalen Windrichtung in der Ebene, die durch die Seilsehne und die Windrichtung gebildet wird; W ist in dieser Ebene senkrecht zur Seilsehne wirkend anzunehmen.

Für drei- oder vierstielige Fachwerkmaste und -türme mit einem gleichseitigen Dreieck oder einem Quadrat als Grundrißquerschnitt, mit annähernd gleicher Ausbildung der Wände und mit einer Neigung der Wände gegen die Lotrechte bis zu 20° , ist die Windlast horizontal anzunehmen mit

$$W = c \cdot k \cdot q \cdot F \quad \text{in kp}$$

Hierin ist:

- F Ansichtsfläche in m^2 einer, und zwar der maßgebenden, Wand
 k Beiwert für Schräganströmung unter dem Winkel δ (siehe Bild 1); für dreistielige Fachwerke ist $k = 1$ für alle Winkel δ ; für vierstielige Fachwerke ist

$$k = 1 + \delta/100 \quad \text{für } 0^\circ \leq \delta \leq 10^\circ$$

$$k = 1,1 \quad \text{für } 10^\circ \leq \delta \leq 45^\circ$$

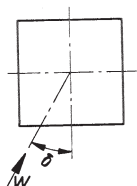


Bild 1. Anströmwinkel δ

Für Antennentragwerke mit kreisförmigem Querschnitt ist

$$W = c \cdot q \cdot F \quad \text{in kp}$$

worin F die Achsenschnittfläche in m^2 ist.

4.2.5.1. Staudruck q

Der durch den Wind in der Höhe h über Gelände erzeugte Staudruck ist anzunehmen mit

$$q = q_0 + 0,3 \cdot h \quad \text{in kp/m}^2, \text{ jedoch höchstens } 200 \text{ kp/m}^2.$$

Hierin bedeuten:

- q_0 Staudruck in kp/m^2 in Geländehöhe
 h Höhe in m über Gelände.

Sind zum Zeitpunkt der Entwurfsbearbeitung für den Standort hinreichende Meßwerte der Windgeschwindigkeit aus einem genügend langen Meßzeitraum bekannt, so können diese für die Staudruckermittlung zugrunde gelegt werden; sie müssen zugrunde gelegt werden, wenn sich höhere Werte als nach der vorstehenden Gleichung und Höchstbegrenzung ergeben. Hierbei ist $q = v^2 : 16$ mit v in m/sec einzusetzen.

Werden keine Meßwerte zugrunde gelegt, so sind für den Staudruck q_0 einzusetzen:

- a) Im Nordsee-Küstengebiet

$$\text{Zone I: } q_0 = 110 \text{ kp/m}^2$$

$$\text{Zone II: } q_0 = 90 \text{ kp/m}^2$$

Bild 2 — Karte der Staudruckzonen — zeigt die Zugehörigkeit der Städte und Kreise zu den Staudruckzonen I und II. Die Grenze zwischen Zone II und dem übrigen Gebiet verläuft im Kreis Schleswig nordöstlich der Gemeinden Meggerdorf, Bergenhusen und Wohlde und im Kreis Wesermarsch südlich der Gemeinden Brake, Ovelgönne und Jade.

- b) Im übrigen Gebiet die Werte der Tabelle 2.

Der Staudruck q_0 ist vor Beginn der Entwurfsbearbeitung vom Bauherrn im Einvernehmen mit der Bauaufsichtsbehörde festzulegen.

Bei der Ermittlung der Windkräfte sind grundsätzlich die höhenabhängigen Veränderungen des Staudrucks sowie ggf. auch der Windfläche und des Formbeiwerts zu berücksichtigen. Bei den Tragwerken sind vereinfachend Mittelungen über in der Höhe ausreichend unterteilte Abschnitte zulässig; bei den Abspannseilen darf die Mittelung über die gesamte Seillänge vorgenommen werden.

4.2.5.2. Formbeiwerte c

Die Formbeiwerte c sind für dreistielige und vierstielige räumliche Fachwerke in Abhängigkeit

vom Völligkeitsgrad $\varphi = \frac{F}{F_U}$ einzusetzen, wobei F_U in m^2

die Umrißfläche der maßgebenden Fachwerkwand ist.

Anteile der einzelnen Wände an der Gesamtwindlast siehe Tabelle 3.

Bei Profilen mit scharfen oder nur schwach abgerundeten Kanten ist für vierstielige Fachwerke (siehe Bild 3):

$$c = 3,75 - 4,50 \varphi \quad \text{für } 0,1 \leq \varphi \leq 0,2$$

$$c = 3,35 - 2,50 \varphi \quad \text{für } 0,2 \leq \varphi \leq 0,6$$

$$c = 1,85 \quad \text{für } 0,6 \leq \varphi \leq 1,0$$