

Antennentragwerke aus Stahl

DIN
4131Steel radio towers and masts
Tours et mâts d'antennes en acier

Ersatz für Ausgabe 03.69

Diese Norm wurde im NABau-Fachbereich 08 Stahlbau ausgearbeitet.

Die Benennung „Last“ wird für Kräfte verwendet, die von außen auf ein System einwirken; dies gilt auch für zusammengesetzte Wörter mit der Silbe ...„Last“ (siehe DIN 1080 Teil 1).

Zum Haupttext der Norm gehört ein Anhang A „Windlastannahmen“, der spezielle Regelungen für schwingungsanfällige Bauwerke (hier: Antennentragwerke aus Stahl) enthält, die nicht durch die z. Z. gültige Norm DIN 1055 Teil 4/08.86 „Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Windlasten bei nicht schwingungsanfälligen Bauwerken“, abgedeckt sind. Entsprechende Anhänge, die aufeinander abgestimmt sind, jedoch auch bauarttypische Besonderheiten enthalten, sind DIN 1056/10.84 „Freistehende Schornsteine in Massivbauart; Berechnung und Ausführung“ DIN 4228/02.89 „Werkmäßig hergestellte Betonmaste“ und DIN 4133/11.91 „Schornsteine aus Stahl“ angefügt.

Ein Überführen der Anhänge in eine Ausgabe von DIN 1055 Teil 4, deren Anwendungsbereich auch schwingungsanfällige Bauwerke erfaßt, ist vorgesehen.

Bis zur Herausgabe einer entsprechenden Fassung von DIN 1055 Teil 4 ist die Windlast für Stahlschornsteine nach den im Anhang A angegebenen Verfahren zu berechnen.

Ein möglicher Querverweis auf die in anderen Anhängen schon vorliegenden Regelungen wurde als nicht anwendungsgerecht verworfen.

Inhalt

	Seite	Seite
1 Anwendungsbereich	2	4
2	6.2.1 Allgemeines	4

Anwenderinformation

Die Originalfassung der Norm enthält **Elemente, z. B. farbige Abbildungen oder Tabellen**, die in dieser gescannten Form der Norm nicht originalgetreu darstellbar sind. Dies muß bei der Anwendung berücksichtigt werden. Maßgebend für das Anwenden jeder DIN-Norm ist deren Originalfassung mit dem neuesten Ausgabedatum. Vergewissern Sie sich bitte in den DIN-Mitteilungen, im aktuellen DIN-Katalog mit dem neuesten Ergänzungsheft oder in der aktuellen Ausgabe der PERINORM.

bis 24

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

Antennentragwerke aus Stahl

DIN
4131Steel radio towers and masts
Tours et mâts d'antennes en acier

Ersatz für Ausgabe 03.69

Diese Norm wurde im NABau-Fachbereich 08 Stahlbau ausgearbeitet.

Die Benennung „Last“ wird für Kräfte verwendet, die von außen auf ein System einwirken; dies gilt auch für zusammengesetzte Wörter mit der Silbe ...„Last“ (siehe DIN 1080 Teil 1).

Zum Haupttext der Norm gehört ein Anhang A „Windlastannahmen“, der spezielle Regelungen für schwingungsanfällige Bauwerke (hier: Antennentragwerke aus Stahl) enthält, die nicht durch die z. Z. gültige Norm DIN 1055 Teil 4/08.86 „Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Windlasten bei nicht schwingungsanfälligen Bauwerken“, abgedeckt sind. Entsprechende Anhänge, die aufeinander abgestimmt sind, jedoch auch bauarttypische Besonderheiten enthalten, sind DIN 1056/10.84 „Freistehende Schornsteine in Massivbauart; Berechnung und Ausführung“ DIN 4228/02.89 „Werkmäßig hergestellte Betonmaste“ und DIN 4133/11.91 „Schornsteine aus Stahl“ angefügt.

Ein Überführen der Anhänge in eine Ausgabe von DIN 1055 Teil 4, deren Anwendungsbereich auch schwingungsanfällige Bauwerke erfaßt, ist vorgesehen.

Bis zur Herausgabe einer entsprechenden Fassung von DIN 1055 Teil 4 ist die Windlast für Stahlschornsteine nach den im Anhang A angegebenen Verfahren zu berechnen.

Ein möglicher Querverweis auf die in anderen Anhängen schon vorliegenden Regelungen wurde als nicht anwendungsgerecht verworfen.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	6.2.1 Allgemeines	4
2 Begriff	2	6.2.2 Zu untersuchende Windrichtungen	4
3 Bautechnische Unterlagen	2	6.2.3 Näherungen bei verschiedenen geneigten und verschiedenen langen Abspannseilen eines Abspannsternes	5
3.1 Allgemeines	2	6.3 Gründung	5
3.2 Standsicherheitsnachweis	2	6.4 Einzelnachweise	5
3.3 Zeichnungen	2	6.4.1 Öffnungen in Hohlquerschnitten	5
4 Werkstoffe	2	6.4.2 Lagerung des Mastchaftes	6
5 Einwirkungen	2	7 Bauliche Durchbildung und Ausführung	7
5.1 Allgemeines	2	7.1 Tragwerk	7
5.2 Eigenlast	3	7.1.1 Allgemeines	7
5.3 Vorspannkraft	3	7.1.2 Mindestdicke	7
5.4 Windlast	3	7.1.3 Verbände	7
5.5 Verkehrslast	3	7.1.4 Schraubenverbindungen	7
5.6 Eislast	3	7.2 Abspannungen	7
5.7 Wärmeeinwirkung	3	7.2.1 Allgemeines	7
5.8 Einwirkungen aus Antennen, Antennenzügen, Energieleitungen und Gegengewichtssystemen	3	7.2.2 Torsionszwängungen	7
5.9 Lasten aus Bauzuständen	4	7.2.3 Paralleldrahtbündel	7
5.10 Änderungen der Stützbedingungen	4	7.2.4 Seilklemmen	7
6 Nachweise	4	7.2.5 Bolzen	7
6.1 Berechnungsgrundsätze	4	7.2.6 Anschluß von Abspannseilen	7
6.1.1 Nachweis der Tragsicherheit	4	7.3 Isolatoren und Schutzarmaturen	8
6.1.2 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	4	7.3.1 Allgemeines	8
6.1.3 Nachweis der Betriebsfestigkeit	4	7.3.2 Keramikisolatoren	8
6.1.4 Hinweise zur Berechnung von Fachwerken	4	7.3.3 Sicherheiten und Stückprüfungen für Keramikisolatoren	8
6.2 Zusätzliche Regelungen für abgespannte Maste	4	7.3.4 Andere Isolatoren	8

Fortsetzung Seite 2 bis 24

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

	Seite		Seite
7.4 Gründungen	8	7.7.2 Beschichtungen und Überzüge	9
7.4.1 Betonfundamente	8	7.7.2.1 Allgemeines	9
7.4.2 Verankerung	8	7.7.2.2 Feuerverzinkung	9
7.4.3 Hilfsanker	8	7.7.2.3 Thermisches Spritzen	9
7.5 Einrichtungen zum Begehen des Bauwerks, Absturzsicherungen	8	7.7.3 Korrosionsschutz von Abspannseilen	9
7.5.1 Allgemeines	8	7.8 Blitzschutz- und Erdungsanlagen	10
7.5.2 Steigleitern und Steigeisengänge	8	7.9 Flugsicherung	10
7.5.3 Absturzsicherung	9	7.10 Ausführungstoleranzen	10
7.5.4 Ruhebühnen	9	7.11 Montagehilfen	11
7.5.5 Geländer an Arbeitsbühnen und Laufstegen	9	8 Zustandsüberwachung	11
7.6 Öffnungen in Hohlmasten	9	Anhang A Windlastannahmen	12
7.7 Korrosionsschutz	9	Zitierte Normen und andere Unterlagen	24
7.7.1 Allgemeines	9	Änderungen	24

1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist anzuwenden für alle ortsfesten Antennentragwerke aus Stahl, mit Ausnahme der Träger von Haushaltsantennen. Als Haushaltsantennen gelten in Übereinstimmung mit DIN VDE 0855 Teil 1 Antennen mit höchstens 6 m freier Länge und einem Einspannmoment von höchstens 1650 Nm.

Eine Übertragung der Norm auf mobile Antennenträger und Tragwerke aus anderen Werkstoffen, z. B. Leichtmetallen und Kunststoffen, ist nur unter Berücksichtigung der Einsatzbedingungen und Materialeigenschaften möglich.

Diese Norm gilt nicht für bewegliche Satellitenantennen und Radioteleskope.

2 Begriff

Ein Antennentragwerk ist ein Bauwerk für funktechnische Zwecke und bildet entweder selbst die Antenne (Selbststrahler) oder ist zur Aufnahme von Antennen bestimmt.

Ein Antennentragwerk kann aus einer freistehenden oder abgespannten Tragkonstruktion (Turm, Mast, abgespannter Mast) oder aus einer Vereinigung dieser Konstruktionen bestehen (siehe Bild 1).

3 Bautechnische Unterlagen

3.1 Allgemeines

Es gelten die Festlegungen in den allgemeinen Normen über Stahlbauten, insbesondere DIN 18 800 Teil 1 und Teil 7.

3.2 Standsicherheitsnachweis

Im Standsicherheitsnachweis sind für alle tragenden Bauteile die erforderlichen Nachweise übersichtlich (vorangestelltes Inhaltsverzeichnis) und in prüfbarer Form zu erbringen. Die vorgesehenen Baustoffe für die einzelnen Bauteile sind anzugeben. Falls erforderlich sind beizufügen:

- ein meteorologisches Gutachten über die voraussichtlichen Wind- und Eisverhältnisse,
- Ergebnisse von Windkanalversuchen,
- ein geologisch-bodenmechanisches Baugrundgutachten,
- Quellennachweise für besondere Berechnungsverfahren.

3.3 Zeichnungen

Zu den Zeichnungen gehören

- Übersichtszeichnungen mit Angabe der Systemmaße des Tragwerkes, der Querschnitte aller tragenden Bauteile, Werkstoffe und der Anzahl, Art und Anordnung der Antennen, Energieleitungen, Steigleinrichtungen und Verbände sowie die Vorspannkraft von Abspannseilen in Abhängigkeit von der Aufstelltemperatur,
 - Fundamentzeichnungen mit Lageplan und Nordpfeil sowie Angaben über Baustoffe und Ausführung,
 - Werkstattzeichnungen mit Angaben über Werkstoffe, Verbindungsmittel, Ausführung, Korrosionsschutz sowie mit Hinweisen auf zugehörige Zeichnungen.
- Alle Zeichnungen sind in einem Verzeichnis zu erfassen.

4 Werkstoffe

Für die Auswahl der Werkstoffe gilt DIN 18 800 Teil 1. Rohre nach DIN 17 120 und DIN 17 121 sind entsprechend einzuordnen.

Sollen Stahlbauteile feuerverzinkt werden, so sind die Verzinkungseigenschaften des Werkstoffes zu berücksichtigen.

Werden geschweißte oder kalt verformte Bauteile, die nach Abschnitt 6.1.3 auf Betriebsfestigkeit zu untersuchen sind, feuerverzinkt, so ist beruhigter oder besonders beruhigter Stahl mit einem Siliciumanteil $Si \leq 0,03 \%$ oder Si zwischen 0,15 und 0,25 % zu verwenden.

5 Einwirkungen

5.1 Allgemeines

Für die Berechnung von Antennentragwerken aus Stahl sind ständige, veränderliche und gegebenenfalls außergewöhnliche Einwirkungen zu berücksichtigen.

Ständige Einwirkungen sind die

- Eigenlast,
- Vorspannkraft.

Veränderliche Einwirkungen sind

- Windlast,
- Verkehrslast und Schneelast,
- Eislast,
- Wärmeeinwirkung,
- Lasten aus Bauzuständen,
- Einwirkungen aus Antennenzügen, Energieleitungen und Gegengewichtssystemen,
- Einwirkungen aus wahrscheinlichen Änderungen der Stützbedingungen.

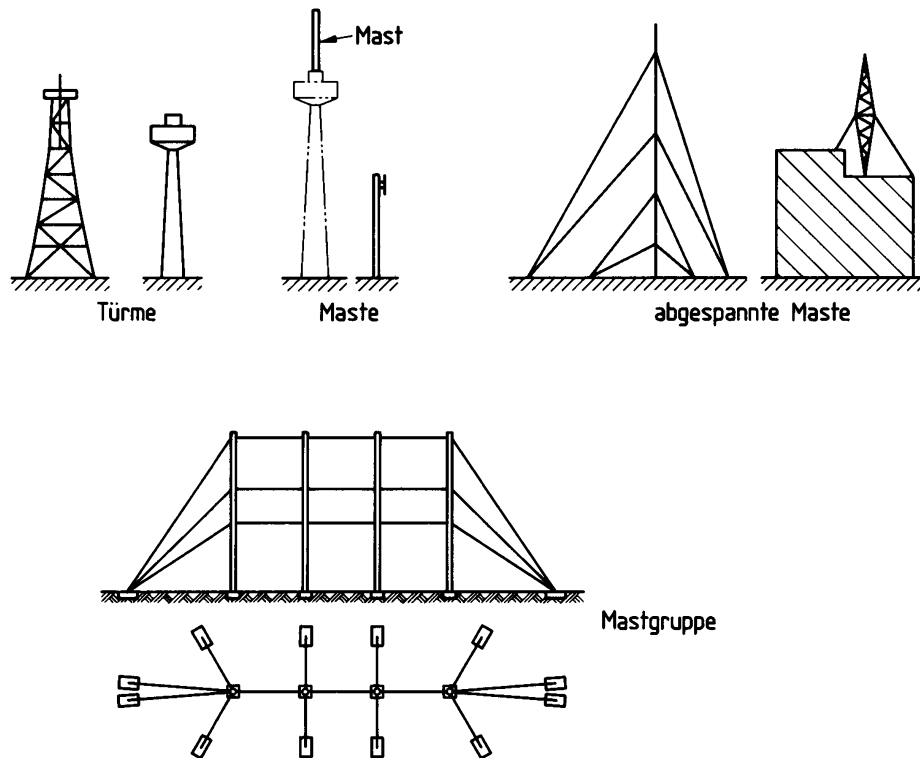


Bild 1. Antennentragwerke aus Stahl (schematisch)

Außergewöhnliche Einwirkungen können sein

- Ersatzlasten für Erdbeben,
- nichtplanmäßige, mögliche Lasten und Einwirkungen z.B. aus Anprall oder aus möglichen Änderungen der Stützbedingungen,
- sonstige Lasten, die sich aus der örtlichen Lage ergeben können.

5.2 Eigenlast

Die Eigenlasten des Tragwerkes und die der Einbauten dürfen nach DIN 1055 Teil 1 oder Teil 2 anhand der Übersichtszeichnung ermittelt werden.

5.3 Vorspannkraft

Als Vorspannkraft gilt diejenige Seilkraft, die bei einer Aufstelltemperatur von $+10\text{ °C}$ im wind- und eisfreien Zustand kontrolliert eingebracht wird.

Sofern zum Zeitpunkt des Vorspannens eine von $+10\text{ °C}$ abweichende Temperatur herrscht, ist dies beim Einstellen der Vorspannkraft zu berücksichtigen.

5.4 Windlast

Die Windlast ist nach Anhang A zu berechnen.

5.5 Verkehrslast

Für die Bemessung von Podesten (Bühnen) und ihren Einzelteilen ist eine gleichmäßig verteilte Verkehrslast von 2 kN/m^2 , die Schnee und Eis einschließt, anzunehmen.

Dies gilt auch für die mit Antennen belegten Podestflächen. Anstelle der Flächenlast ist mit einer Einzellast von 3 kN an ungünstigster Stelle zu rechnen, wenn dies ungünstiger ist als die vorgenannte Flächenlast.

Für den Nachweis eines Tragwerkes mit mehr als zwei Podesten (Bühnen) braucht jedes Außenpodest nur mit

1 kN/m^2 , jedes Innenpodest nur mit $0,5\text{ kN/m}^2$ belastet zu werden.

Für das Bemessen der Geländer ist eine horizontal nach außen oder innen wirkende, am Geländerholm angreifende Last von $0,5\text{ kN/m}$ anzunehmen.

Wand- und Verbandstäbe mit einer Neigung von weniger als 30° gegen die Horizontale sowie Leitersprossen sind für eine Vertikallast von $1,5\text{ kN}$ an ungünstigster Stelle nachzuweisen; hierbei darf die Windlast auf das Gesamttragwerk mit einem unabhängig von der Höhe anzusetzenden Staudruck $q = 0,3\text{ kN/m}^2$ berechnet werden.

5.6 Eislast

Die Eislast ist nach DIN 1055 Teil 5 anzusetzen.

5.7 Wärmeeinwirkung

Als gleichmäßige Temperaturänderung sind Schwankungen von $\pm 35\text{ K}$ gegenüber einer Aufstelltemperatur von $+10\text{ °C}$ anzusetzen.

Eine ungleichmäßige Erwärmung hat im allgemeinen nur bei vollwandigen Antennentragwerken mit Rohr- oder ähnlichen Querschnitten Einfluß auf die Gebrauchstauglichkeit. Sofern seitens des Bestellers keine anderen Angaben gemacht werden, ist hierfür ein linear veränderlicher Temperaturunterschied von 15 K über den Tragwerksquerschnitt und ein Staudruck von $q = 0,3\text{ kN/m}^2$ als gleichmäßig verteilte statische Last anzusetzen.

5.8 Einwirkungen aus Antennen, Antennenzügen, Energieleitungen und Gegengewichtssystemen

Für Eigen-, Eis- und Windlasten aus Antennen, Antennenzügen, Energieleitungen und gegebenenfalls deren Halterungen sind vom Hersteller Größe, Lage der Wirkungs-

linie und Richtung anzugeben. Entsprechendes gilt für Einwirkungen infolge von Temperaturänderungen bei Antennenzügen.

Die Wirkung von Gegengewichtssystemen darf berücksichtigt werden, wenn ihre Funktion unter den zu erwartenden Witterungsbedingungen sichergestellt ist.

Werden bewegliche Antennen installiert, sind die auftretenden Massenkräfte zu berücksichtigen.

5.9 Lasten aus Bauzuständen

Lasten aus Bauzuständen (z. B. aus Montageabspannungen, Hebezeugen, Rüstungen) sind zu berücksichtigen.

5.10 Änderungen der Stützbedingungen

Wahrscheinliche Änderungen der Stützbedingungen z. B. im Bergsenkungsgebiet, sind zu berücksichtigen.

6 Nachweise

6.1 Berechnungsgrundsätze

6.1.1 Nachweis der Tragsicherheit

Die Schnittgrößen sind mit den nach Abschnitt 5 anzusetzenden Einwirkungen für die beiden folgenden Einwirkungskombinationen zu ermitteln:

- Grundkombination (ständige und veränderliche Einwirkungen)
- außergewöhnliche Kombination (ständige, veränderliche und eine außergewöhnliche Einwirkung)

Dabei sind die Einwirkungen mit folgenden γ_F -Werten zu vervielfachen:

- in der Grundkombination
 - die Eigenlast
mit $\gamma_F = 1,35$, wenn sie ungünstig wirkt,
oder
mit $\gamma_F = 1,0$, wenn sie günstig wirkt
 - die Vorspannkraft mit $\gamma_F = 1,0$
 - alle anderen Einwirkungen mit $\gamma_F = 1,5$
- in der außergewöhnlichen Kombination
 - alle Einwirkungen mit $\gamma_F = 1,0$.

Die Schnittgrößen für das Tragwerk sind im allgemeinen nach der Elastizitätstheorie II. Ordnung (Nachweis am verformten Tragwerk, gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Baugrundverformung) zu berechnen.

Vorverformungen des Gesamtsystems (Lotabweichungen, Vorkrümmungen) brauchen nicht eingerechnet zu werden.

Mit den so ermittelten Schnittgrößen ist die Tragsicherheit mit dem Verfahren Elastisch-Elastisch nach DIN 18 800 Teil 1 nachzuweisen. Hierbei ist für den Teilsicherheitsbeiwert des Widerstandes $\gamma_M = 1,1$ anzusetzen.

Zur Berücksichtigung der erhöhten Tragfähigkeit bei Ausnutzung von Plastizierungen dürfen bei Antennentragwerken mit Kreisringquerschnitten sowie bei abgespannten Masten die so ermittelten Grenzschnittgrößen um 10 % erhöht werden. Eine Berechnung der Beanspruchbarkeit unter planmäßiger Ausnutzung plastischer Tragfähigkeiten (Nachweisverfahren Elastisch-Plastisch nach DIN 18 800 Teil 1) ist jedoch nicht zulässig.

6.1.2 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Müssen für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit Formänderungen unter den 1,0fachen Einwirkungen nachgewiesen werden, dürfen die Formänderungen unter den in Abschnitt 6.1.1 genannten Einwirkungen den 1,5fachen Werten der zulässigen Formänderungen

gegenübergestellt werden. Ungleichförmige Staudruckverteilung nach Abschnitt A.1.2 braucht nicht berücksichtigt zu werden.

6.1.3 Nachweis der Betriebsfestigkeit

Ein Nachweis der Betriebsfestigkeit ist nur für die Beanspruchung aus wirbelerregten Querschwingungen zu führen; dies ist im allgemeinen auch dann erforderlich, wenn die Querschwingungen durch Gegenmaßnahmen reduziert werden.

Bis zum Erscheinen einer entsprechenden Grundnorm ist der Betriebsfestigkeitsnachweis nach DIN 4132/02.81, Abschnitt 4.4, durchzuführen. In Abhängigkeit von der Anzahl der Spannungswechsel N (vergleiche Abschnitt A.2.2.6) sind der Untersuchung die folgenden Beanspruchungsgruppen zugrunde zu legen:

- für $N < 10^4$: B1
- für $10^4 \leq N < 2 \cdot 10^4$: B2
- für $2 \cdot 10^4 \leq N < 2 \cdot 10^5$: B4
- für $2 \cdot 10^5 \leq N < 6 \cdot 10^5$: B5
- für $6 \cdot 10^5 \leq N < 2 \cdot 10^6$: B6

Der Nachweis ist mit den 1,0fachen Lasten zu führen; dabei sind die 1,0fachen zulässigen Spannungen nach DIN 4132 einzuhalten.

Die zulässigen Spannungen der Beanspruchungsgruppe B6 sind bei der Anzahl der Spannungswechsel $2 \cdot 10^6 \leq N$ wie folgt abzumindern:

- für $2 \cdot 10^6 \leq N < 4 \cdot 10^6$ auf zul $\sigma = \text{zul } \sigma_{B6} \cdot (0,9 + 0,1 \kappa)$
- für $4 \cdot 10^6 < N$ auf zul $\sigma = \text{zul } \sigma_{B6} \cdot (0,8 + 0,2 \kappa)$

Dabei ist κ nach DIN 4132 das Verhältnis von Unterspannung zu Überspannung.

6.1.4 Hinweise zur Berechnung von Fachwerken

Der Einfluß der Formänderungen der Füllstäbe auf die Formänderungen des Gesamttragwerkes ist zu berücksichtigen. Zur Berücksichtigung des Schraubenschlupfes siehe Abschnitt 7.1.4.

Wird die Steifigkeit eines Fachwerkes durch die Biegesteifigkeit eines Vollwandträgers ersetzt und werden dabei die Fachwerkeckstiele angesetzt wie die Gurte eines Vollwandträgers, dann ist zur Berücksichtigung des Formänderungsbeitrages der Füllstäbe die so ermittelte Biegesteifigkeit abzumindern.

Wird kein genauere Nachweis geführt, darf der Abminderungsfaktor mit 0,8 angesetzt werden.

Sofern druckschlaflige Diagonalen in Fachwerken verwendet werden, ist zu beachten, daß sie infolge von Eckstielstauchungen ausweichen können und dann größere Verformungen unter Zugkräften auftreten als bei drucksteifer Ausbildung.

6.2 Zusätzliche Regelungen für abgespannte Maste

6.2.1 Allgemeines

Bei abgespannten Masten ist es erforderlich, den Durchhang der Seile beim statischen Nachweis zu berücksichtigen. Der Zusammenhang zwischen den Lasten einerseits und den Schnitt- und Verformungsgrößen andererseits wird hierdurch nichtlinear.

6.2.2 Zu untersuchende Windrichtungen

Im allgemeinen sind die Schnittgrößen für mehrere Windrichtungen zu berechnen, um die größten Beanspruchungen zu ermitteln. Bei zentralsymmetrischen Abspannungen nach Bild 2 brauchen abgespannte Maste nur für die im Bild 2 eingetragenen Windrichtungen untersucht zu werden.

Bei der Berechnung der Beanspruchungen des Mast-schaftes sind jeweils die maximalen Schnittgrößen in ungünstigster Richtung anzunehmen.

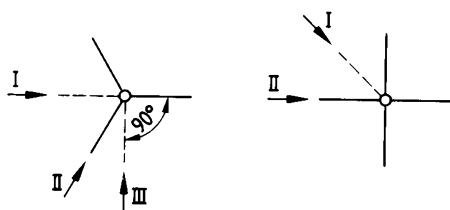


Bild 2. Zu untersuchende Windrichtungen bei abgespannten Masten

6.2.3 Näherungen bei verschiedenen geneigten und verschiedenen langen Abspannseilen eines Abspannsternes

Sind Seile eines Abspannsternes verschieden lang oder verschieden geneigt, darf für den Nachweis vom arithmetischen Mittel der Seilneigungen und der Seillängen ausgegangen werden, wenn die Sehlenlängen der Seile des Abspannsternes sich um nicht mehr als 5 % bzw. die Neigungswinkel sich um nicht mehr als 3° voneinander unterscheiden.

6.3 Gründung

Die auf die Gründung einwirkenden Schnittgrößen sind für den Gebrauchszustand, d. h. mit $\gamma_F = 1,0$ zu ermitteln.

Sie dürfen für die Grundkombination näherungsweise wie folgt ermittelt werden:

$$S = \frac{S_\gamma - S_0}{1,5} + S_0 \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

S auf die Gründung einwirkende Schnittgröße

S_γ Schnittgröße unter γ_F -fachen Einwirkungen

S_0 Schnittgröße infolge Vorspannung

Bodenpressung, Pfahlkräfte und Fundamentschnittgrößen sind für die einwirkenden maximalen Momente und Querkkräfte sowie die minimalen und maximalen Längskräfte nachzuweisen. Für die Gründung und die zulässige Belastung des Baugrundes gilt DIN 1054; maßgebend ist Lastfall 1. Wenn die resultierende Kraft für 1,0fache Gesamtlast außerhalb des Kerns fällt, so ist außer der Einhaltung der zulässigen Bodenpressung nachzuweisen, daß bei 1,5fachem Moment und 1,0facher Normalkraft das 1,5fache der zulässigen Bodenpressung nicht überschritten wird. Ein Nachweis der Grundbruchsicherheit nach DIN 1054/11.76, Abschnitt 4.1.3.2, braucht nicht geführt zu werden.

Bei der Verwendung von Bohrpfehlen ist DIN 4014 zu beachten.

Die Auflast des ständig lotrecht über der Fundamentsohle befindlichen Erdreiches darf bei allen Standsicherheitsnachweisen berücksichtigt werden.

Die Sicherheit gegen Abheben muß für flach gegründete Fundamente mindestens 1,5 betragen; sie ist das Verhältnis der Eigenlasten — gegebenenfalls unter Abzug des Auftriebs — zu den abhebend wirkenden Kräften.

Beim Nachweis der Gleitsicherheit eines flach gegründeten Fundamentes ist als Reaktionskraft lediglich die Sohlwiderstandskraft in Ansatz zu bringen. Dies gilt nicht bei flach gegründeten Fundamenten für Abspannungen von Masten. Bei diesen darf der Erdwiderstand abzüglich des

Erddrucks in Richtung der am Fundament angreifenden Horizontalkraft zusätzlich zur Sohlreibung als Widerstand gegen Gleiten angesetzt werden, da abgespannte Maste für eine sich hieraus möglicherweise ergebende Verschiebung im allgemeinen unempfindlich sind. Für die Ermittlung der Erdwiderstands- bzw. Erddruckkraft ist mit einem Erdkörper konstanter Breite gleich der Fundamentbreite zu rechnen.

Werden Erdaufast und Erdwiderstand in der Berechnung berücksichtigt, so ist dieses auf den Zeichnungen zu vermerken.

Die nachstehenden Bodenkenngrößen sind bereits für die Entwurfsbearbeitung — erforderlichenfalls durch ein Baugrundgutachten — festzulegen:

- Mindestgründungstiefe zur Erreichung der tragfähigen Bodenschicht,
- zulässige Bodenpressung in Abhängigkeit von der Tiefe,
- Höhe des Grund- bzw. Stauwasserspiegels in bezug zur Geländeoberfläche,
- Bodenraumgewicht,
- Winkel der inneren Reibung und Kohäsion,
- Reibungsbeiwert in der Gründungssohle.

6.4 Einzelnachweise

6.4.1 Öffnungen in Hohlquerschnitten

Querschnittsschwächungen durch Öffnungen sind durch ausreichende Verstärkungen auszugleichen. Je nach Größe und Form der Öffnung können unterschiedliche Verstärkungen notwendig werden, wie z. B. Ringsteifen, Längssteifen und Pflaster.

Außerdem ist in der Umgebung von Löchern ausreichende Stabilität nachzuweisen. Auch hierfür sind unter Umständen Versteifungen im Bereich der Lochränder erforderlich.

Bei der Anordnung von Längssteifen muß berücksichtigt werden, daß eine Lastverteilung der dort konzentrierten Längskräfte nur unter Heranziehung der Umfangsbiegung der Schalenwände in den Bereichen ober- und unterhalb der Öffnungen möglich ist. Die Steifenlänge ist so zu wählen, daß entsprechend große Bereiche zum Mittragen herangezogen werden. Zur Aufnahme der Umfangsbiegung können zusätzlich Ringsteifen am Lochrand und am Ende der Längssteifen angeordnet werden.

Die Aufnahme von Querkraft und Torsionsmoment muß sichergestellt sein.

Bei Tragwerken mit Kreisringquerschnitten darf auf besondere Spannungs- und Stabilitätsnachweise für den Bereich einer Öffnung verzichtet werden, wenn die abgewinkelte Öffnungsbreite b das 1,5fache des Querschnittsradius r nicht überschreitet und mindestens die beiden folgenden Verstärkungsmaßnahmen (siehe Bild 3) ausgeführt werden:

1. An den seitlichen Rändern der Öffnung sind vertikale Steifen vorzusehen, die wie folgt auszubilden sind:

- die Steifen sind nach oben und unten um das Maß

$$c \geq 0,8 \cdot b + \frac{f}{3} \quad (2)$$

über das Ende des geraden vertikalen Öffnungsrandes vorzubinden (siehe Bild 3a); dabei ist f die Stichhöhe einer eventuell vorhandenen Ausrundung des oberen oder unteren Öffnungsrandes

- die Querschnittsfläche A_V und das Flächenmoment 2. Grades jeder Steife (Eigenträgheitsmoment) I_{V0} müssen folgenden Bedingungen genügen, wobei ein Mitwirken des Mantelbleches nicht berücksichtigt werden darf

$$A_V \geq \frac{12 r^2 - b^2}{4 r^2 - b^2} \cdot \frac{b \cdot t}{6} \quad (3)$$

$$I_{V0} \geq \frac{0,07}{\sqrt{1 + 0,01 \frac{r}{t}}} \cdot \frac{t \cdot l^2}{r} \cdot A_V \quad (4)$$

Hierin bedeuten:

t erforderliche Blechdicke im ungestörten Bereich

l Gesamtlänge einer vertikalen Steife

— die Enden der Steifen sind abzuschragen.

Das Vorbindemaß der Steifen darf auf den Wert

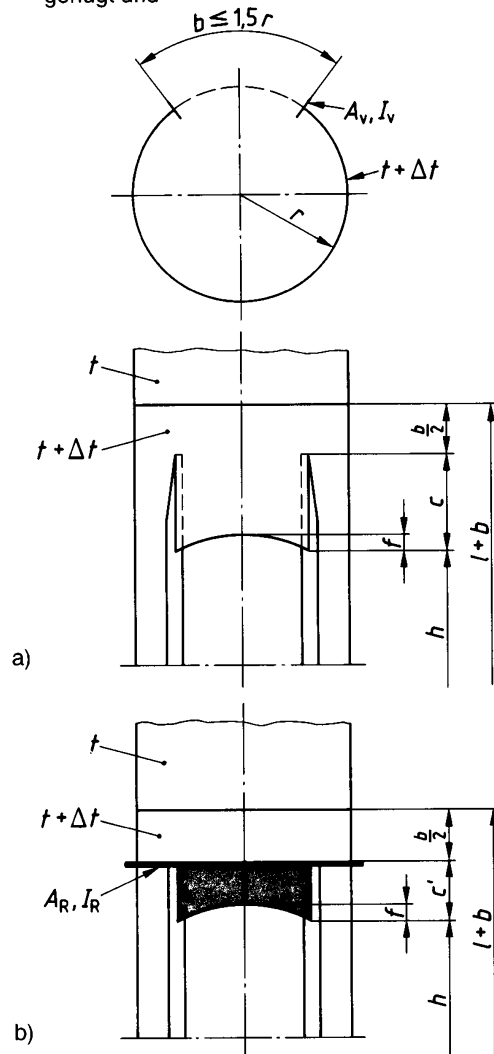
$$c' = 0,4 \cdot b + \frac{f}{3} \quad (5)$$

reduziert werden, wenn

— die vertikalen Steifen am Ende mit einer Ringsteife verbunden werden, deren maßgebendes Flächenmoment 2. Grades I_R nach Bild 4 der Bedingung

$$I_R = I_{R0} + A_R \cdot e^2 \geq \frac{r \cdot t^3}{2} \cdot \sqrt{\frac{r}{t}} \quad (6)$$

genügt und



a) Ausführung mit vollem Vorbindemaß c

b) Ausführung mit reduziertem Vorbindemaß c'

Bild 3. Verstärkung einer Öffnung

— die Blechdicke im Bereich zwischen dem Öffnungsrand und den Steifen auf $2 \cdot t$ verstärkt wird (siehe Bild 3b).

2. Die Dicke des Mantelbleches muß im Bereich $(l + b)$ mindestens $(t + \Delta t)$ betragen; dabei ist:

$$\Delta t = \frac{Q \cdot h}{r^2 \cdot f_{y,k}} \quad (7)$$

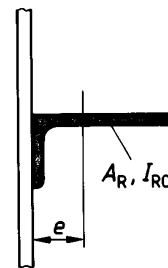
Hierin bedeuten:

h Länge der geraden vertikalen Begrenzung der Öffnung

Q Querkraft im Bereich der Öffnung

$f_{y,k}$ Charakteristischer Wert der Streckgrenze nach DIN 18 800 Teil 1

Ist nach Abschnitt 6.1.3 ein Betriebsfestigkeitsnachweis erforderlich, dann darf dieser bei der beschriebenen Ausführung mit den Schnittgrößen und Querschnittswerten im ungestörten Bereich und dem ungünstigsten, im Bereich der Aussteifung auftretenden Kerbfall geführt werden.



e Abstand des Querschnittsschwerpunktes von der Rohrwand

A_R Querschnittsfläche der Ringsteife

I_{R0} Flächenmoment 2. Grades der Ringsteife

Bild 4. Maßgebendes Flächenmoment 2. Grades einer Ringsteife

6.4.2 Lagerung des Mastschaffes

Wird der Schaff eines abgespannten Mastes gelenkig durch ein Punktkipplager — Vollkugel gegen Hohlkugel oder ebene Platte — gelagert, ist zu berücksichtigen, daß bei großen Verformungen der Berührungspunkt (Zentrum der Berührungsfläche) wegen der Mastneigung nicht mehr in der Mastachse liegt. Die Außermittigkeiten e_u und e_o nach Bild 5 betragen:

$$e_u = r_1 \cdot \sin \psi_1 \quad (8)$$

$$e_o = r_2 \cdot \cos \psi_1 \cdot \sin \psi_2 \quad (9)$$

Hierin bedeuten:

r_1 Radius der Vollkugel

r_2 Radius der Hohlkugel

$$\psi_1 = r_2 \cdot \frac{\varphi}{r_2 - r_1} \quad (10)$$

$$\psi_2 = \psi_1 \cdot \frac{r_1}{r_2} = \psi_1 - \varphi \quad (11)$$

φ Mastneigung

für $r_2 \rightarrow \infty$ (ebene Platte) wird $e_o = r_1 \cdot \varphi \cdot \cos \varphi$

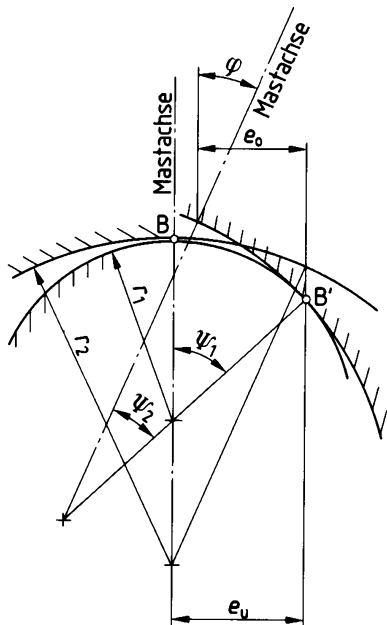


Bild 5. Auswandern des Berührungspunktes eines Punktkipplagers von B nach B' infolge Mastneigung φ

7 Bauliche Durchbildung und Ausführung

7.1 Tragwerk

7.1.1 Allgemeines

Für die bauliche Durchbildung und Ausführung gelten DIN 18 800 Teil 1 und Teil 7.

Geschweißte Antennentragwerke aus Stahl, für die ein Betriebsfestigkeitsnachweis nach Abschnitt 6.1.3 zu führen ist, dürfen nur von Betrieben hergestellt werden, die den Anforderungen des großen Eignungsnachweises nach DIN 18 800 Teil 7 mit der Erweiterung¹⁾ auf den Anwendungsbereich von DIN 4131 genügen.

7.1.2 Mindestdicke

Die Mindestdicke tragender Konstruktionsteile muß 3 mm, bei Hohlprofilen und Rohren 2,5 mm betragen.

7.1.3 Verbände

Zur Erhaltung der Querschnittsform sind bei Fachwerkstrukturen mit 4 und mehr Wänden horizontale Verbände oder biegesteife Rahmen anzuordnen.

Bei abgespannten Masten sind solche Verbände mindestens an allen Abspannpunkten vorzusehen.

7.1.4 Schraubenverbindungen

Für rechtwinklig zur Schraubenachse beanspruchte Schraubenverbindungen dürfen im allgemeinen nur SLP-, GV- und GVP-Verbindungen nach DIN 18 800 Teil 1 verwendet werden.

Ist kein Betriebsfestigkeitsnachweis nach Abschnitt 6.1.3 zu führen, sind auch SL-Verbindungen nach DIN 18 800 Teil 1 zulässig, wenn beim Nachweis der Standsicherheit der Schraubenschlupf berücksichtigt wird und die auftretenden Verformungen nicht die Gebrauchstauglichkeit beeinträchtigen. Dabei darf davon ausgegangen werden,

¹⁾ Nach den bauaufsichtlichen Regelungen gilt der Nachweis auch als erbracht, wenn eine Eignungsbescheinigung für den Anwendungsbereich DIN 4132, DIN 15 018 Teil 1 bis Teil 3 oder DS 804 vorliegt.

daß 50 % des größten Lochspiels in ungünstigster Richtung auftreten.

Darüber hinaus dürfen SL-Verbindungen bei untergeordneten Bauteilen (z. B. Leitern, Kabelbahnen und Geländern) verwendet werden; gestanzte Löcher brauchen hierbei nicht aufgerieben zu werden.

Schrauben mit Gewinde < M 12 und deren Zubehör müssen aus nichtrostendem Stahl bestehen.

In Schraubenverbindungen ohne planmäßige Vorspannung nach DIN 18 800 Teil 1 müssen Muttern und Schrauben gegen Lockern gesichert werden, z. B. durch Verstemmen oder geeignete Sicherungselemente.

Bei Ankerschrauben sollte die Sicherung gegen Lösen durch eine Kontermutter erfolgen.

7.2 Abspannungen

7.2.1 Allgemeines

Für Seile gilt DIN 18 800 Teil 1.

7.2.2 Torsionszwängungen

Um Torsionszwängungen klein zu halten, sind drehungsarme Seile zu bevorzugen.

7.2.3 Paralleldrahtbündel

Bei Abspannungen von Masten aus baustellengefertigten Paralleldrahtbündeln müssen diese mit einer durchlaufenden Wendel und in Abständen mit Bunden umwickelt werden, die wie folgt auszuführen sind:

- Ganghöhe der Wendel $\approx 2 \times$ Seildurchmesser,
- Länge der Bunde $\approx 2 \times$ Seildurchmesser,
- Abstand der Bunde $\approx 1,0$ m.

Zum Umwickeln ist feuerverzinkter Bindedraht von mindestens 1,5 mm Durchmesser zu verwenden.

7.2.4 Seilklemmen

Werden Seilklemmen nach DIN 1142 verwendet, so ist DIN 18 800 Teil 1/11.90, Abschnitt 5.3.2 zu beachten. Die Muttern sind nach Aufbringen der Vorspannkraft nochmals nachzuziehen und die Anziehmomente gegenüber DIN 1142/01.82, Tabelle 2 um 10 % zu erhöhen.

7.2.5 Bolzen

Sämtliche in den Abspannungen angeordneten Verbindungen sind gelenkig unter Verwendung von Bolzen auszuführen.

Auf exakte Fertigung der Bolzenlöcher ist zu achten, z. B. durch paarweises Bohren bei Doppellaschen.

Die Bolzen sind gegen Herauswandern zu sichern, z. B. durch Splintschrauben oder Sicherungsbleche. Drahtsplinte sind als alleinige Bolzensicherung nicht zulässig. Sie dürfen lediglich zur Sicherung der Muttern von Splintschrauben, z. B. bei Kronenmuttern verwendet werden. Der Durchmesser der Splintschrauben sollte etwa 20 bis 25 % des Bolzendurchmessers betragen.

Die Muttern von Splintschrauben dürfen durch Verstemmen der Gewinde oder durch Sicherungsmuttern gesichert werden. Federringe dürfen nicht verwendet werden.

7.2.6 Anschluß von Abspannseilen

Die Anschlüsse der Abspannseile am Mastfahse müssen so ausgebildet werden, daß neben der Beanspruchung in der durch Seil und Mastfahse gebildeten Ebene auch Beanspruchungen des Seils rechtwinklig zu dieser Ebene aufgenommen werden können.

Die Konstruktion der Anschlußpunkte ist ermüdungssicher zu gestalten. Die Schweißnähte der gesamten Seilkrafteinleitungskonstruktion bis zur vollen Einleitung der Seilkräfte in den Mastfahse sind zerstörungsfrei auf einwandfreie Ausführung zu prüfen.