

Fliegende Bauten

Richtlinien für Bemessung und Ausführung

DIN

4112

Inhalt

	Seite		Seite
Vorbemerkung	1	4.7 Steilwandbahnen	6
1. Allgemeines	1	4.8 Rotoren	6
1.1 Begriff und Geltungsbereich, einschlägige Normen und Vorschriften	1	4.9 Zelte, Festhallen	6
1.2 Bauvorlagen für Neu- und Umbauten	2	5. Kippsicherheit und Verankerung	6
2. Lastarten	2	6. Zulässige Spannungen	7
3. Lastannahmen	2	6.1 Allgemeines	7
3.1 Ständige Lasten	2	6.2 Holz	7
3.2 Verkehrslasten	2	6.3 Stahl	7
3.3 Windlast	2	6.4 Leichtmetall	7
3.4 Schneelast	3	6.5 Seile, Ketten, Riemen und Bänder	7
3.5 Antriebs- und Bremskräfte	3	6.6 Zulässige Spannungen für Bauteile, die gleichzeitig auch Maschinenteile sind	7
3.6 Stoßkräfte	3	7. Konstruktionsgrundsätze	8
3.7 Tribünen (Hinweis)	3	7.1 Lösare Verbindungen	8
4. Grundsätze für die statische Berechnung	3	7.2 Bodenanker	9
4.1 Allgemeine Angaben	3	7.3 Auflagerung	9
4.2 Luftschaukeln	3	7.4 Bremsen	9
4.3 Riesenräder	4	7.5 Ausleger und Maste	9
4.4 Fliegerkarusselle	4	7.6 Längs- und Quersteifigkeit von Konstruktionen	9
4.5 Bodenkarusselle	6	7.7 Abstand von festen Teilen	9
4.6 Karusselle besonderer Art (z.B. Raketenbahnen, Berg- und Talbahnen, Raupenbahnen)	6	7.8 Abheben von lose eingehängten Bauteilen	9
		7.9 Besondere Sicherungen	9

Vorbemerkung

Entwurf, Berechnung und Ausführung sowie der Auf- und Abbau von fliegenden Bauten erfordern eine gründliche Kenntnis dieser Bauten, der Eigenschaften der zu verwendenden Werkstoffe und der für den Zusammenbau der Einzelteile aus der Benutzungsart sich ergebenden konstruktiven Anforderungen. Fachleute und Betriebe, die solche Bauten herstellen, müssen auf diesem Gebiet gründliche Kenntnisse besitzen.

1. Allgemeines

1.1 Begriff und Geltungsbereich, einschlägige Normen und Vorschriften

1.1.1 Diese Norm gilt für bauliche Anlagen, die geeignet und in der Regel dazu bestimmt sind, wiederholt aufgestellt und zerlegt zu werden (fliegende Bauten), z. B. Karusselle, Luftschaukeln, Riesenräder, Roll-, Gleit- und Rutschbahnen, Tribünen, Buden, Zelte und Bauten für Wanderausstellungen¹⁾.

1.1.2 Ortsfeste Tribünen, Baugerüste und Baugeräte gehören nicht zu den fliegenden Bauten.

1.1.3 Für fliegende Bauten sind in erster Linie die im folgenden aufgeführten Baunormen anzuwenden, soweit nachstehend nichts anderes bestimmt ist²⁾:

- 1) Bei Artistengerät ist ein genehmigungspflichtiger Nachweis nur dann erforderlich, wenn die Benutzung des Gerätes zur Gefährdung der öffentlichen Sicherheit führen kann.
- 2) Für die elektrische Ausrüstung sind außerdem die Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) zu beachten.

DIN 1055 Blatt 1 bis Blatt 5 Lastannahmen für Bauten

DIN 1050 Stahl im Hochbau. Berechnung und bauliche Durchbildung

DIN 4100 Vorschriften für geschweißte Stahlhochbauten

DIN 4114 Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung), Berechnungsgrundlagen Blatt 1 und Blatt 2

DIN 4115 Stahlleichtbau und Stahlrohrbau im Hochbau. Richtlinien für die Zulassung, Ausführung, Bemessung

DIN 1052 Holzbauwerke. Berechnung und Ausführung

DIN 4113 Leichtmetall im Hochbau. Richtlinien für Ausführung und Bemessung

1.1.4 Von den nachstehenden Berechnungsgrundsätzen kann in Ausnahmefällen bei ausreichender Begründung abgewichen werden, wenn neue Berechnungsverfahren angewendet werden, oder Bauten zur Ausführung kommen, die von den bisher üblichen Bauarten abweichen. Bei neuartiger Ausführung von Bauteilen und Verbindungen kann der rechnerische Sicherheitsnachweis durch Versuche an einer staatlich anerkannten Materialprüfanstalt ersetzt werden.

Fortsetzung Seite 2 bis 9

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

1.2 Bauvorlagen für Neu- und Umbauten

1.21 Bauvorlagen sind die wesentlichen Konstruktionszeichnungen, die Tragfähigkeits- und Standsicherheitsberechnung mit ergänzender Beschreibung sowie die wichtigsten Angaben und Berechnungen solcher Bauteile, die gleichzeitig Maschinenteile sind.

1.211 Das Bauwerk muß in Übersichtszeichnungen durch Grundriß, Aufriß und Schnitte klar verständlich dargestellt sein. Außerdem ist in den Zeichnungen der für die beweglichen Teile erforderliche lichte Raum anzugeben. Hierfür ist je nach Größe ein Maßstab 1:100 oder 1:50, bei kleineren Bauten auch 1:25 im allgemeinen ausreichend. Außerdem müssen alle Anschlüsse und für die Sicherheit des Betriebes wichtigen Einzelheiten, soweit sie in den Übersichtszeichnungen nicht ausreichend klar erkennbar sind, in einem größeren Maßstab (etwa 1:10, 1:5) herausgezeichnet werden. Hierzu gehören u. a. bei Karussells die Kopflager, Dachstangen und Aufhängestangen mit ihren Befestigungen, bei Schiffschaukeln die Aufhängungen an den Lagern und Schiffen, die Lager und ihre Befestigung sowie die Anschlüsse am Strebenkopf, bei Riesenrädern die Aufhängung der Gondeln, die Welle mit Lagerung und Antriebsvorrichtung sowie in allen Fällen den Zeichnungen der Bremsvorrichtung, der Verankerung usw. Die Übersichtszeichnungen und Konstruktionszeichnungen müssen alle für die Prüfung der Festigkeitsberechnung und die Abnahme notwendigen Maße und Querschnittswerte, Angaben über Werkstoffe, Verbindungsmittel usw. enthalten.

1.212 Die Berechnung der Tragfähigkeit und Standsicherheit muß enthalten:

- die Lastannahmen unter Berücksichtigung der Verwendungsart des Baues und bei bewegten Teilen die Geschwindigkeit bzw. Drehzahl der bewegten Teile;
- Hauptabmessungen, Querschnittsform und Querschnittswerte aller wesentlichen Bauglieder;
- die Werkstoffe;
- die größten ermittelten Spannungen und die zulässigen Beanspruchungen der einzelnen Bauglieder sowie den Nachweis der Verbindungen;
- die Größe der Durchbiegungen, soweit diese für die Stand- oder Betriebssicherheit von Bedeutung ist;
- den Standsicherheitsnachweis gegen Abheben, Gleiten und Kippen (Verankerung);
- den Festigkeitsnachweis für diejenigen Maschinenteile, die auch für die Standsicherheit unmittelbare Bedeutung haben, z. B. Wellen bei Riesenrädern, Achsen von Lauf- rädern aller Art u. dgl.

2. Lastarten

2.1 Die auf ein Tragwerk wirkenden Lasten werden eingeteilt in Hauptlasten und Zusatzlasten

2.11 Hauptlasten

2.111 Ständige Lasten

Hierzu gehört das Eigengewicht des Bauwerks, wozu auch Gondeln, Bespannung u. dgl. zu rechnen sind, also alle diejenigen Lasten, die schon bei Betriebsruhe vorhanden sein können, mit Ausnahme der Windlasten und Schneelast.

2.112 Verkehrslasten

Verkehrslasten sind die an einem Bauteil angreifenden äußeren Kräfte, die ihre Größe oder ihren Angriffspunkt im regelmäßigen Betriebe ändern können sowie die beim Betrieb dauernd auftretenden Massenkräfte (z. B. Fliehkräfte) und etwa sich bildende Wassersäcke bei Zeltleinwand-dächern. Außerdem Schneelast soweit nach Abschnitt 3.4 erforderlich.

2.12 Zusatzlasten

Zusatzlasten sind Antriebs- und Bremskräfte aus der Fahrbewegung, sonstige Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte, die Windlast, Zuschläge für Stoß- und Wechselwirkung.

3. Lastannahmen

3.1 Ständige Lasten

Die ständigen Lasten sind nach DIN 1055 Blatt 1 und 2 zu ermitteln³⁾.

3.2 Verkehrslasten

3.21 Senkrechte Lasten durch Personen

3.211 Bei Schaukeln, Gondeln u. dgl. ist die Verkehrslast mit 75 kg je Person anzunehmen. Haben nur Kinder Zutritt und wird dies durch Anschlag kenntlich gemacht, so darf dieser Wert auf 50 kg ermäßigt werden.

3.212 Bei abgegrenzten Zu- und Abgängen, die nur von einzelnen Personen hintereinander begangen werden können – dazu rechnen z. B. auch Fußböden zwischen festen Sitzplätzen, bei denen die Fußbodentafeln voneinander in waagerechter Richtung durch Zwischenräume von mindestens 15 cm getrennt sind – ist eine Verkehrslast von 100 kg/m oder einer Einzellast von 75 kg in ungünstigster Stellung einzusetzen. Der ungünstigste Wert ist für die Bemessung maßgebend. Die Sitzbreiten von Sitzreihen sind für eine Verkehrslast von 100 kg/m zu bemessen.

3.213 Ist eine Ansammlung von Zuschauern ohne weiteres möglich, so ist für Fußböden, Treppen, Treppenabsätze, Rampen, Zu- und Abgänge u. dgl. eine Verkehrslast von 400 kg/m² anzunehmen. Ist mit besonders großem Menschengedrange zu rechnen, so ist die Verkehrslast bei Treppen auf 500 kg/m² zu erhöhen. Das muß z. B. stets bei Zirkussen geschehen. Für Tribünen gilt DIN 1055 Blatt 3.

3.214 Bedienungstreppe und -laufstege, die ohne große Traglasten begangen werden, sind für eine Einzellast von 100 kg zu bemessen.

3.22 Waagerechte Belastung

3.221 Bei Brüstungen und Geländern ist die waagerechte Seitenkraft im allgemeinen mit 50 kg/m in Holmhöhe (in der Regel 1 Meter) anzunehmen. Bei Bauten, bei denen mit besonders großem Menschengedrange zu rechnen ist, z. B. bei Tribünen, ist dieser Wert auf 100 kg/m zu erhöhen. Die Zwischenholme (etwa in halber Geländerhöhe) sind für eine waagerechte Seitenkraft von 10 kg/m zu bemessen.

3.222 Für Geländer von Bedienungstreppe und -laufstegen nach Abschnitt 3.214 ist eine waagerechte Seitenkraft in Holmhöhe von 15 kg/m anzunehmen.

3.223 Bei Tribünen und ähnlichen Sitz- und Stehrichtungen ist zur Erzielung ausreichender Längs- und Quersteifigkeit neben einer etwaigen Windlast nach Abschnitt 3.3 eine in Fußbodenhöhe angreifende waagerechte Seitenkraft in jeweils ungünstigster Richtung in Rechnung zu stellen, die zu $\frac{1}{20}$ der Personellast nach Abschnitt 3.213 anzunehmen ist.

3.3 Windlast

3.31 Für die Windlast ist DIN 1055 Blatt 4 mit Beiblatt maßgebend.

3.32 Abweichend davon darf bei fliegenden Bauten der Staudruck für Bauteile bis zu einer Höhe von 5,0 m über Erdboden mit $q = 30 \text{ kg/m}^2$ angenommen werden.

³⁾ Für Maschinen und Gußteile, Fahrzeuge, Gondeln und dgl. sind die Gewichte aus Unterlagen des Herstellers nachzuweisen.

3.33 Bei Bauteilen von fliegenden Bauten, die sich im Betrieb bewegen, braucht für den Betriebszustand nur die Hälfte der für den Ruhezustand der Anlage geltenden Staudrücke nach Abschnitt 3.31 und 3.32 in Rechnung gestellt zu werden.

3.34 Für große Festzelte⁴⁾ und sonstige hallenartige Bauten⁴⁾, die teilweise oder ganz mit Holz oder sonstigen festen Stoffen verschalt sind, gilt die Ermäßigung des Staudruckes für Bauteile bis zu einer Höhe von 5,0 m nicht. Für die Berechnung dieser Hallen auf Windlast ist ausschließlich DIN 1055 Blatt 4 mit Beiblatt maßgebend.

3.35 Auf die statische Untersuchung von Bindern unter Zeltplanen für die Belastung durch Windsog (Aufblähen und Flattern der Plane) darf nur dann verzichtet werden, wenn als Sturmsicherungen sog. Dachreiter mit entsprechender Verankerung oder ähnl. vorhanden sind, welche die Sogkräfte unmittelbar und ohne Belastung des Binders zum Erdboden ableiten.

3.4 Schneelast

Die in DIN 1055 Blatt 5 festgesetzten Schneelasten sind nur für diejenigen fliegenden Bauten zu berücksichtigen, bei denen sie während des Betriebes tatsächlich auftreten können und dann nicht sofort beseitigt werden.

3.5 Antriebs- und Bremskräfte

Antriebs- und Bremskräfte sind mit mindestens 1/7 der in Betracht kommenden ständigen Last und Verkehrslast anzunehmen, sofern die Art des Betriebes keinen höheren Wert erfordert.

3.6 Stoßkräfte⁵⁾

Treten während der Fahrbewegung einer Anlage in der Konstruktion oder in einzelnen ihrer Teile Stoßkräfte auf, so sind die in Betracht kommenden bewegten Lasten mit der Stoßzahl von mindestens $\varphi = 1,2$ zu vervielfachen. Treten stärkere Stoßkräfte auf, so ist der Wert φ entsprechend zu erhöhen.

3.7 Für Tribünen, die für zahlreiche Zuschauer bestimmt sind (z. B. Zuschauertribünen bei Sportplätzen, Versammlungen usw.), können ergänzend zu Abschnitt 3.2 bis 3.6 noch weitere Auflagen gemacht werden.

4. Grundsätze für die statische Berechnung

4.1 Allgemeine Angaben

4.11 Für die Ausrechnung genügt im allgemeinen die Genauigkeit, die ein guter Rechenschieber oder ein sorgfältig durchgeführtes zeichnerisches Verfahren bietet. Deshalb dürfen die Werte der Biegemomente, Querkräfte, Stabkräfte usw. in der (von vorn gezählten) dritten Stelle auf- oder abgerundet werden. Es soll erst dann auf- oder abgerundet werden, wenn alle einzelnen Einflüsse zusammengezählt sind.

4.12 Die Grenzwerte der Stabkräfte, Momente, Querkräfte und Auflagerkräfte sind – wenn erforderlich – getrennt für die ständigen Lasten und für die einzelnen Verkehrs- und Zusatzlasten zu bestimmen. Aus den Grenzwerten sind die Spannungen zu ermitteln und den zulässigen Spannungen gegenüberzustellen. Spannungen, die durch erheblich außermittige Anschlüsse, durch Krümmungen und unmittelbare Belastung von Fachwerkstäben entstehen, sind im statischen Nachweis zu berücksichtigen.

⁴⁾ vgl. „Erläuterungen zu DIN 4112“ (in Vorbereitung).

⁵⁾ vgl. hierzu auch DIN 1055 Blatt 3, Ausgabe 2.51 x, Abschnitt 8

4.13 Wenig bekannte Formeln sind zunächst mit den Zeichen nach DIN 1350 niederzuschreiben, erst dann sind die Zahlen einzusetzen. Für solche Formeln ist die Quelle anzugeben, wenn sie allgemein zugänglich ist. Sonst sind die Formeln soweit zu entwickeln, daß ihre Richtigkeit geprüft werden kann.

4.14 Alle Bauten sind für ungünstigste Belastung zu berechnen. Dabei sind die beweglichen Lasten und die Lage der beweglichen Teile zueinander stets in der Stellung, Größe und – bei bewegten Teilen – mit derjenigen Geschwindigkeit anzunehmen, die für die zu berechnenden Bauteile im Betrieb am ungünstigsten sind.

4.2 Luftschaukeln

4.21 Schiffsschaukeln sind für einen größten Gondelausschlag von 120° gegenüber der Ruhelage zu berechnen. Für Kinderschiffsschaukeln, bei denen der Abstand von Gondelboden bis zur Aufhängeachse 2,00 m nicht überschreitet, genügt ein Winkel von 90°.

4.22 Bei Überschlagschaukeln ist der volle Ausschlag ($\vartheta_{\max} = 180^\circ$) in Rechnung zu stellen.

4.23 Bei Überschlagschaukeln mit Gegengewicht muß als einseitige Überlast außer dem Gewicht der Insassen auch das jeweilige Übergewicht der Gondel berücksichtigt werden.

4.24 Die Aufhängestangen der Gondeln sind auf Zug und bei Schaukelstellungen über 120° Ausschlag auch auf Knicken zu untersuchen. Liegen die Lager für die Aufhängung der Gondeln außermittig zum Kopfbalken, so werden der Kopfbalken auch auf Verdrehen und damit die Streben des Gerüsts auch auf Biegung beansprucht. Dies ist bei der Berechnung zu berücksichtigen, ebenso der Einfluß der Ausmittigkeit auf die Kopfbalkenlager und die Strebenverbindungen.

4.25 Die bei der Schwingung auftretenden Kräfte errechnen sich aus der Gleichung

$$S = Q (3 \cdot \cos \vartheta - 2 \cdot \cos \vartheta_{\max})$$

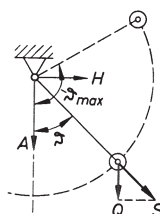


Bild 1

Hierin ist:

- Q das Gewicht bewegter Massen
- S die Fadenkraft des der schwingenden Schaukel gleichwertigen Pendels
- $\vartheta_{\max}$ der größte Ausschlag dieses Pendels
- ϑ der augenblickliche Stellungswinkel.

Aus der Fadenkraft S errechnet sich die lotrechte Komponente zu $A = S \cdot \cos \vartheta$, die waagerechte Komponente zu $H = S \cdot \sin \vartheta$. In Tabelle 1 sind für einen größten Gondelausschlag $\vartheta_{\max} = 90^\circ, 120^\circ$ und 180° gegen die Ruhelage die sich aus vorstehenden Formeln ergebenden Kräfte für die Stellungswinkel ϑ nach 10° gestuft eingetragen.