

DIN EN 17879

ICS 91.040.99; 97.200.10

Einsprüche bis 2022-09-15

Entwurf**Event-Strukturen –
Sicherheit;
Deutsche und Englische Fassung prEN 17879:2022**

Event structures –
Safety requirements;
German and English version prEN 17879:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-07-15 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 102 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17879:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 152 „Fliegende Bauten auf Veranstaltungsplätzen und in Vergnügungsparks – Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI (Italien) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-11-15 AA „Fliegende Bauten; Jahrmarkt- und Freizeitparkmaschinen, -geräte und -bauten; Sicherheit (SpA zu CEN/TC 152 und ISO/TC 254)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Event-Strukturen – Sicherheit

Event structures – Safety requirements

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Allgemeine Anforderungen an Entwurf, Auswertung, Dokumentation und Nachweise . .	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Entwurf	11
4.2.1 Auswahl von Konstruktionsmaterial	11
4.2.2 Auswahl von Verkleidungsmaterialien	11
4.2.3 Entwurfsklassen	11
4.2.4 Dauerhaftigkeit	12
4.3 Grundsätze der Auswertung	12
4.4 Dokumentation	12
4.4.1 Entwurfsdokumente	12
4.4.2 Beschreibung der Konstruktion, der Montage und des Betriebs	12
4.4.3 Konstruktionszeichnungen	12
4.5 Nachweise	12
5 Bemessungseinwirkungen	13
5.1 Allgemeines	13
5.2 Ständige Einwirkungen	13
5.3 Veränderliche Einwirkungen	13
5.3.1 Allgemeines	13
5.3.2 Einwirkungen durch veranstaltungstechnische Ausrüstung und Dekorationsgegenständen	14
5.3.3 Günstige und ungünstige Einwirkungen	14
5.3.4 Nutzlasten	14
5.3.5 Windlasten	16
5.3.6 Böengeschwindigkeitsdruckprofil	18
5.3.7 Horizontale Ersatzflächenlast innerhalb von Gebäuden	18
5.3.8 Aerodynamische Faktoren für Event-Strukturen	19
5.3.9 Wind auf freistehende doppelt gekrümmte lastragende Membranstrukturen	19
5.3.10 Windlasten für Event-Strukturen im Bestand	20
5.4 Schneelasten	20
5.5 Erdbebeneinwirkungen	21
5.6 Kombination von Einwirkungen	21
6 Nachweis der Festigkeit und Standsicherheit	22
6.1 Allgemeines	22
6.2 Nachweis der Festigkeit von Materialien und Komponenten	22
6.2.1 Allgemeines	22
6.2.2 Bemessungswert des Widerstandes von Materialien	23
6.2.3 Bemessungswert des Widerstandes von tragenden Komponenten	23
6.2.4 Abstützungen	24
6.2.5 Lastverteilungsplatten und Unterpallungen	25
6.3 Nachweis der Stabilität	25
6.3.1 Allgemeines	25
6.3.2 Kippsicherheit	25
6.3.3 Gleitsicherheit	26
6.3.4 Abhebesicherheit	27
7 Konstruktive Anforderungen	27
7.1 Ballast und permanente Lasten zur Gewährleistung der Standsicherheit	27

7.2	Membranverkleidung	27
7.2.1	Pfützenbildung und Ansammlung	27
7.2.2	Verwendung durchlässiger Membranen	28
7.2.3	Reduzierung der Windlast	28
7.2.4	Zugmembranstrukturen	28
7.2.5	Textilverbindungen	28
7.2.6	Durch Windeinwirkung auf Gewebeverkleidungen verursachte Kräfte	28
7.3	Vorgefertigte Gerüstbauteile	28
7.4	Bodenverankerungen	29
7.5	Befestigungselemente und Verbindungsteile	29
7.6	Einseitig offene Zelte die als Event-Strukturen verwendet werden	29
7.7	Untergeordnete veranstaltungstechnische Ausrüstung	29
7.8	Temporäre Zuschaueranlage	30
7.8.1	Allgemeines	30
7.8.2	Temporäre Tribüne	30
7.8.3	Geländer (Kategorie C2 und C3)	30
7.8.4	Zugangswege zu öffentlichen Zuschaueranlagen	30
7.9	Brandverhalten	31
7.10	Potentialausgleich	31
7.11	Strukturelle Schnittstelle von Baugruppen	31
8	Herstellung und Bereitstellung	31
8.1	Allgemeines	31
8.2	Zertifikate	31
8.3	Einhaltung der Entwurfsvorgaben	31
8.4	Beschreibung der Montage- und Betriebsabläufe	31
9	Betriebs-, Boden- und Standortbedingungen	32
9.1	Allgemeines	32
9.2	Betrieb	32
9.3	Boden- und Standortbedingungen	35
9.3.1	Allgemeines	35
9.3.2	Bodeninformationen	35
9.3.3	Grundlagen	36
9.3.4	Bodenpressung	36
9.3.5	Bodenplatten und Lastverteiler	37
9.3.6	Boden mit Gefälle	37
9.3.7	Entwässerung und Drainage	38
9.3.8	Überwachung des Boden- und Standortzustandes	38
10	Abnahme, Zustimmung/Genehmigung, Prüfung und Instandhaltung	38
10.1	Allgemeines	38
10.2	Prüfung	38
10.2.1	Allgemeines	38
10.2.2	Erstabnahme	38
10.2.3	Gebrauchsabnahme	38
10.3	Genehmigung	39
10.3.1	Allgemeines	39
10.3.2	Erstmalige Genehmigung	39
10.3.3	Reguläre Genehmigung	39
10.4	Prüfung	39
10.5	Instandhaltung	39
Anhang A (informativ)	Beispiel für die Bestimmung des Spitzengeschwindigkeitsdrucks für einmalige Event-Strukturen	41
Anhang B (informativ)	Technische Dokumentation	48
Literaturhinweise		50

Bilder

Bild 1 — Spitzengeschwindigkeitsdruckprofil	18
Bild 2 — Innendruckbeiwerte für einseitig offene Event-Strukturen	19
Bild 3 — Druckkoeffizienten von freistehenden doppelt gekrümmten lasttragenden Membranstrukturen	20
Bild 4 — Durch Windeinwirkung auf Gewebeverkleidungen verursachte Kräfte	28

Tabellen

Tabelle 1 — Vertikale Nutzlasten von Böden	15
Tabelle 2 — Nutzlasten von Geländern	16
Tabelle 3 — Betriebszustand	17
Tabelle 4 — Bemessungsgrenzzustand	17
Tabelle 5 — Teilsicherheitsbeiwerte für Naturfaser- und Kunstfaserseile	24
Tabelle 6 — Teilsicherheitsbeiwert γ gegen Kippen, Gleiten und Abheben (EN 13782)	25
Tabelle 7 — Reibungskoeffizient μ	26
Tabelle 8 — Maßnahmenstufen und Maßnahmen entsprechend der Windgeschwindigkeit	35
Tabelle 9 — Lagermaterialien und zulässige Bodenpressung	36
Tabelle A.1 — Maximale Windgeschwindigkeit je Standort	41
Tabelle A.2 — Rangfolge der Windgeschwindigkeit	42
Tabelle A.3 — Wahrscheinlichkeit der Nichtüberschreitung	43
Tabelle A.4 — Bestimmung der reduzierten Zufallsvariable	44
Tabelle A.5 — Anwendung von Liebleins BLUE	45
Tabelle A.6 — Ausgleichsgerade durch die Tabelle	46
Tabelle A.7 — Lineare Regression	46
Tabelle A.8 — Vorhergesagte Böenwindgeschwindigkeit	47

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17879:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 152 „Fliegende Bauten auf Veranstaltungsplätzen und in Vergnügungsparks – Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Einleitung

Gegenstand dieses Dokuments ist die Festlegung von sicherheitstechnischen Anforderungen für Event-Strukturen. Beispiele für in diesem Dokument behandelte Event-Strukturen sind unter anderem Bühnenüberdachungen, Bühnenwände, Bühnen, Tragwerke für veranstaltungstechnische Ausrüstung, technische Nutzungsbereiche, erhöhte Plattformen für die Öffentlichkeit, individuelle Event-Strukturen. Die sicherheitstechnischen Anforderungen dienen dem Schutz von Personen und Objekten vor Schäden die vom Entwurf, der Herstellung und des Betriebes von Event-Strukturen ausgehen können.

Die sicherheitstechnischen Anforderungen wurden auf der Grundlage von bisherigen Erfahrungen und Risikoanalysen erstellt. Vorhandene nationale Regeln zu Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz bleiben davon unberührt.

Dieses Dokument ist nicht anwendbar für:

- Zuschaueranlagen – Normenreihe EN 13200;
- fliegende Bauten – Zelte – Sicherheit nach EN 13782;
- Sicherheit von Fahrgeschäften und Vergnügungsanlagen nach der Normenreihe EN 13814;
- durch CEN/TC 53 abgedeckte Arbeits- und Schutzgerüste;
- Sicherheitsanforderungen und Prüfverfahren für aufblasbare Spielgeräte nach EN 1460;
- Veranstaltungstechnik wie in CEN/TC 433 beschrieben;
- Veranstaltungstechnik – EN 17206 Veranstaltungstechnik – Maschinen für Bühnen und andere Produktionsbereiche.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die notwendigen Mindestanforderungen fest, um die sichere Gestaltung, Berechnung, Herstellung, Montage, den Betrieb, die Demontage, die Prüfung und die Instandhaltung unter anderem des Folgenden sicherzustellen: Bauten für Innen- und Außenbereiche wie etwa Bühnendächer, Bühnenböden, Richtscheinwerfertürme, PA-Türme, LED-Tragwerke, einmalige Veranstaltungsbauten, Bewirtungsbauten, temporäre Zuschaueranlagen. Die genannten Strukturen, die im Folgenden als Event-Strukturen bezeichnet werden, werden bestimmungsgemäß für Veranstaltungen aufgestellt und wieder abgebaut.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 1090 (alle Teile), *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken*

EN 1990:2002, *Eurocode — Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991-1-3, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen — Schneelasten*

EN 1991-1-4, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen — Windlasten*

EN 1993-1-1:2005, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

EN 1993-1-8, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen*

EN 1997-1, *Eurocode 7 — Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*

EN 1999-1-1:2007, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln*

EN 12811-1, *Temporäre Konstruktionen für Bauwerke — Teil 1: Arbeitsgerüste — Leistungsanforderungen, Entwurf, Konstruktion und Bemessung*

EN 13200-6, *Zuschaueranlagen — Teil 6: Demontierbare Tribünen*

EN 13501-1, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten — Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten*

EN 13782, *Fliegende Bauten — Zelte — Sicherheit*

EN 15619, *Mit Kautschuk oder Kunststoff beschichtete Textilien — Sicherheit Fliegender Bauten (Zelte) — Spezifikation für beschichtete Textilien für Zelte und zugehörige Bauten*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

aktives Sichtfeld

Teil eines Zuschauerpodestes auf dem sich eine Personengruppe versammeln kann und eine ungehinderte Sichtline auf einen externen Fokuspunkt hat

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Mindesttiefe eines aktiven Sichtfelds beträgt 1 m.

3.2

Nutzungsanalyse

Dokumentierte Auswertung der Nutzung einer Event-Struktur zur Festlegung der notwendigen Sicherheitsanforderungen, maximalen Belastungen, etc.

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele hierfür sind unter anderem: extrem schwere Bühnenbilder, zu hohe Punktlasten, bewegliche Objekte, Aufführungsbereiche mit garantierten niedrigen Lasten usw.

3.3

Genehmigung

Bestätigung durch eine qualifizierte Person, dass die Prüfung mit einem positiven Ergebnis abgeschlossen wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Die qualifizierte Person muss ein unabhängiger Sachverständiger sein, dessen Qualifikation nationalen Vorschriften unterliegen kann.

3.4

abhängige Einwirkung

Einwirkung die nicht ohne die Anwesenheit einer weiteren Einwirkung berücksichtigt werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiel: Wenn eine auf einen Videobildschirm einwirkende Windlast Teil einer Lastkombination ist, sollte das Gewicht des Bildschirms berücksichtigt werden.

3.5

Event-Struktur

Struktur, die für höchstens 90 Tage für eine Veranstaltung aufgestellt wird.

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Zweck der Lesbarkeit dieser Norm bezieht sich der Begriff „Struktur“ auf eine „Event-Struktur“, außer es ist entsprechend angegeben.

3.6

Event

öffentliches oder privates Event, bei der Besucher anwesend sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind unter anderem: künstlerische Aufführungen, Produktpräsentationen, Theateraufführungen, Konzerte, Festivals, Messen, Partys, Versammlungen.

3.7

Abnahme

Vergleich der technischen Dokumentation mit der aufgestellten Event-Struktur

3.8

Einzeleinwirkung

Einwirkung, die nicht in Kombination mit einer anderen (spezifischen) Einwirkung auftreten kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiel: Windlasten von vorne und hinten sollten nicht in derselben Lastkombination berücksichtigt werden.

3.9

externer Fokuspunkt

Ort außerhalb der Event-Struktur wie etwa ein Sportevent oder (Musik-) Aufführung, der zu einem Risiko durch eine Menschenmenge in dem aktiven Sichtfeld eines Zuschauerpodestes führt

3.10

Geländer

physische Absperrung, die Personen davor schützt, von erhöhten Bereichen zu stürzen (z.B. Bühnen oder Podien)

3.11

Handlauf

oberes horizontales Profil eines Geländers

3.12

Erstmalige Genehmigung

Prüfung der bautechnischen Unterlagen und Berechnungen, Nachweise und durchgeführte Versuche, die zum Betrieb der Event-Struktur erforderlich sind

3.13

Prüfung

Sichtprüfung auf intakten Zustand aller Komponenten einer Event-Struktur durch eine befähigte Person

3.14

Instandhaltung

Maßnahmen, um den intakten Zustand aller Komponenten einer Event-Struktur entsprechend den Anweisungen in der technischen Dokumentation sicherzustellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für die Instandhaltung sind die Einstellung, Reinigung, der regelmäßige Austausch usw.

3.15

Modifikation

Änderung an eine Event-Struktur, die zu einer Abweichung vom ursprünglichen Entwurf führt

3.16

einmalige Event-Struktur

Event-Struktur, die für die Verwendung bei nur einem einzigen Event entworfen ist

3.17

Betriebsmanagementplan

OMP, en: operational management plan

schriftliche Zusammenstellung aller zu treffenden Maßnahmen die für den sicheren Betrieb einer Event-Struktur einschließlich der Aufstellung, des Betriebs und des Abbaus erforderlich sind.

3.18

Betriebswindgeschwindigkeit

OWS, en: operational wind speed

maximal zulässiger Betriebswind angenommen als 3-Sekunden Böenwindgeschwindigkeit

3.19

Punktlast

vertikale Last von mindestens 1,5 kN mit einer quadratischen Kontaktfläche mit einer Seitenlänge von 50 mm die an der ungünstigsten Stelle angenommen werden muss

3.20

Instandsetzung

Instandsetzung abgenutzter, beschädigter oder gealterter Bauteile entsprechend der ursprünglichen bautechnischen Unterlagen

3.21

Dachsystem

Event-Struktur, die eine Bühne oder Zuschaueranlagen abdeckt, um die Aufführenden, die Ausrüstung und die Öffentlichkeit vor Wettereinwirkungen zu schützen

3.22

Bühne

erhöhte Plattform, die für szenische Darstellung und zur Aufnahme von Veranstaltungstechnischen Gegenständen vorgesehen ist

3.23

Aufstellung

Montage einer Event-Struktur am Veranstaltungsort

3.24

Servicebereich

Bereich, in dem sich alle öffentlich zugänglichen Einrichtungen befinden einschließlich Toiletten, Erste Hilfe, Cafeterien, Souvenirgeschäfte, Passagen, Treffpunkte, Rampen und Treppen zwischen dem Betrachtungsbereich und dem externen Bereich

3.25

Sichtlinie

Linie, die das Auge des Zuschauers mit dem Punkt des Interesses im Aktionsbereich ohne optische Unterbrechung verbindet

3.26

temporäre Tribüne

stufenartig ansteigende Event-Struktur die einen Betrachtungsbereich bietet mit der Absicht, eine Sichtlinie für jeden Zuschauer auf der Event-Struktur mit nur einer Reihe stehender oder sitzender Zuschauer je Stufe zu schaffen

3.27

temporäre Zuschaueranlage

für Besucher eines Events zugängliche Event-Struktur, die gegebenenfalls Bereiche bietet, die möglicherweise spezielle Bereiche für Versammlung, Tanz oder Interaktion bietet, ohne dass eine Sichtlinie besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Hierzu zählen Event-Strukturen in Servicebereichen, wo sich öffentlich zugängliche Einrichtungen befinden.

3.28

Betreiber

Person oder Organisation, die die allgemeine Verfügungsgewalt über eine Event-Struktur hat

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Betreiber kann eine natürliche oder juristische Person sein, die der Eigentümer, der Konzessionsnehmer oder der Mieter der Event-Struktur sein kann oder dem der Eigentümer die Kontrolle über die Event-Struktur für einen bestimmten Zeitraum übertragen hat (Dauer der Veranstaltung oder Installation).

3.29

Windmanagementplan

WMP, en: wind management plan

schriftliche Zusammenstellung aller zu treffenden Maßnahmen, um die Sicherheit von Personen und die strukturelle Sicherheit der Event-Struktur aufrechtzuerhalten, als Teil eines Betriebsmanagementplans

4 Allgemeine Anforderungen an Entwurf, Auswertung, Dokumentation und Nachweise

4.1 Allgemeines

Die für Event-Strukturen verwendeten Materialien müssen den in den relevanten Europäischen Normen festgelegten Spezifikationen entsprechen.

Materialien, die nicht den Europäischen Normen entsprechen, dürfen verwendet werden, wenn ihre Gebrauchstauglichkeit nachgewiesen wurde, z. B. durch eine Europäische Technische Zulassung (ETA) (en: European Technical Approval) oder wenn die notwendigen charakteristischen Daten verfügbar sind.

4.2 Entwurf

4.2.1 Auswahl von Konstruktionsmaterial

Konstruktionsmaterial sollten ein Brandverhalten von mindestens Klasse B-S2, D0, nach EN 13501-1 haben oder einer vergleichbaren nationalen Norm zum Brandverhalten entsprechen.

4.2.2 Auswahl von Verkleidungsmaterialien

Gummi- und kunststoffbeschichtete Gewebe müssen EN 15619 entsprechen. Eine entsprechende Erklärung oder ein Zertifikat muss vom Lieferanten vorgelegt werden.

Für andere Verkleidungsmaterialien, wie

- Baumwollgewebe,
- synthetische Gewebe,
- feste Verkleidungen und Abdeckungen, wie Profilbleche, Holz oder Kunststoffelemente und Verbundwerkstoffelemente

gelten die folgenden Anforderungen:

- Verkleidungsmaterialien mit lasttragender Funktion müssen Europäischen Normen oder, in Ermangelung solcher Normen, einer Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien entsprechen;
- es ist sicherzustellen, dass das Material und die festgelegten Verbindungen eine ausreichende Beständigkeit gegen Witterungseinflüsse und Reißfestigkeit aufweisen, damit die textilen Verkleidungen ausreichend sicher und haltbar sind.

4.2.3 Entwurfsklassen

4.2.3.1 Zuverlässigkeitsmanagement (RC)

Das Zuverlässigkeitsmanagement muss RC2 auf der Grundlage von EN 1990:2002, Tabelle B.3, sein.

4.2.3.2 Geplante Nutzungsdauer

Die Planungsgröße der Nutzungsdauer muss grundsätzlich 15 Jahre betragen.

4.2.3.3 Schadensfolgenklassen (CC)

Die Schadensfolgenklasse muss CC2 basierend auf EN 1990:2002, Tabelle B.1, sein.

4.2.4 Dauerhaftigkeit

4.2.4.1 Ausführungsklasse (EXC)

Die Ausführungsklasse muss EXC2 sein, wenn die Event-Struktur vorwiegend ruhend beansprucht ist, entsprechend EN 1999 1 1:2007, Tabelle A.3, EN 1993 1 1:2005, Tabelle C.1, oder entsprechend der relevanten Europäischen Normen.

4.2.4.2 Serviceklasse (SC)

Die Serviceklasse muss CC2 sein, basierend auf EN 1999-1-1, EN 1993-1-1 oder der relevanten Europäischen Norm.

4.2.4.3 Produktionsklasse (C)

Die Produktionsklasse muss PC2 sein basierend auf EN 1999-1-1, EN 1993-1-1 oder der relevanten Europäischen Norm für geschweißte Bauwerke.

4.3 Grundsätze der Auswertung

Die Auswertung muss den relevanten Teilen der Eurocodes entsprechen und Folgendes umfassen:

- Nachweis der Grenzzustände (entsprechend der Theorie 1. oder 2. Ordnung);
- Nachweis des Grenzzustands der Tragfähigkeit: (d. h. Knicken von Stäben, Platten- und Schalenbeulen);
- Überprüfung der Grenzzustände der Verformung (falls erforderlich);
- Überprüfung der Sicherheit gegen Umkippen, Gleiten und Abheben.

Event-Strukturen sind als vorwiegend ruhend beansprucht anzusehen.

4.4 Dokumentation

4.4.1 Entwurfsdokumente

Die Entwurfsdokumente müssen Informationen bezüglich des Nachweises der Beanspruchbarkeit, Stabilität, Steifigkeit, Widerstandsfähigkeit und Betriebssicherheit, Konstruktionszeichnungen der vorgesehenen Konfigurationen und die relevanten Materialzertifikate enthalten.

4.4.2 Beschreibung der Konstruktion, der Montage und des Betriebs

Der Entwurf der Event-Struktur, die Ausnutzung, das statische System und der Betrieb müssen in einem Dokument beschrieben werden. Dieses muss alle relevanten Annahmen, Einschränkungen, Konfigurationen, Hauptabmessungen, Besonderheiten des Entwurfs und Materialien enthalten.

Anweisungen für die sichere Montage und den Betrieb müssen in einer Anleitung oder der technischen Dokumentation zur Verfügung gestellt werden.

4.4.3 Konstruktionszeichnungen

Konstruktionszeichnungen müssen für alle Baugruppen, Unterbaugruppen und einzelnen Komponenten der Event-Struktur vorhanden sein. Die Zeichnungen müssen alle relevanten Abmessungen, Querschnitte und Einzelheiten zu den Materialien enthalten, die für die Auswertung und die Genehmigung benötigt werden.

4.5 Nachweise

Nachweise müssen mindestens die folgenden Details beinhalten:

- Lastannahmen unter Berücksichtigung der möglichen Betriebszustände bzw. der Aufstellungsvarianten; Besondere Lasteinwirkungen, die während der Aufstellung auftreten, sollten berücksichtigt werden;
- dynamischen Einwirkungen gleichgesetzte ruhende Einwirkungen;
- Angaben über Werkstoffe und Bauteile;
- Hauptabmessungen und Querschnittswerte aller tragenden Bauteile;
- Ermittlung der ungünstigsten Spannungen und Angaben zur Festigkeit der tragenden Bauteile und Verbindungselemente;
- wenn Berechnungen zur Beurteilung der Grenzzustände von Teilen als unzureichend angesehen werden, darf der Nachweis der Tragsicherheit durch Versuche einer unabhängigen Prüfstelle ersetzt werden. Die Prüfstelle muss die notwendige Anzahl von Versuchen unter Berücksichtigung der notwendigen Anzahl von Proben, der Prüfverfahren, des Prüfberichts usw. in Übereinstimmung mit den relevanten Europäischen Normen oder bei Nichtvorhandensein von Europäischen Normen entsprechend der Vereinbarung der beteiligten Parteien durchführen.

5 Bemessungseinwirkungen

5.1 Allgemeines

Wirkungen, Lasten, Bemessungs- und strukturelle Annahmen für die lasttragenden Teile von Event-Strukturen müssen in der folgenden Reihenfolge gewählt werden:

- entsprechend den Regeln dieses Dokuments;
- entsprechend einer in den normativen Verweisungen in diesem Dokument aufgeführten Norm.

ANMERKUNG Nationale Vorschriften können dieses Dokument oder die in den normativen Verweisungen aufgeführten Normen (z. B. Wind, seismisch usw.) außer Kraft setzen.

5.2 Ständige Einwirkungen

Für vorübergehende abbaubare Bauwerke ist üblicherweise eine präzise Annahme der permanenten Wirkungen möglich.

Wo signifikante Abweichungen auftreten können (z. B. aufgrund trockener oder nasser Zustände von Materialien), müssen die Werte Gk_{sup} und Gk_{inf} berücksichtigt werden. Andernfalls ist ein einziger charakteristischer Wert Gk ausreichend:

Gk charakteristischer Wert der permanenten Wirkung;

Gk_{sup} oberer charakteristischer Wert der permanenten Wirkung;

Gk_{inf} unterer charakteristischer Wert der permanenten Wirkung.

Permanente Wirkungen sind die tatsächlichen Eigenlasten des Tragwerks, des Ballasts und der Verkleidung.

5.3 Veränderliche Einwirkungen

5.3.1 Allgemeines

Variable Wirkungen bestehen aus äußeren und auferlegten Lasten, die auf eine tragende Komponente oder Struktur einwirken und hinsichtlich ihrer Größe, Ausrichtung und des Anwendungspunkts zwischen oder während Veranstaltungen variieren können.

5.3.2 Einwirkungen durch veranstaltungstechnische Ausrüstung und Dekorationsgegenständen

Wirkungen veranstaltungstechnischer Ausrüstungen (z. B. Beleuchtungshalterungen, PA-Systeme, Kabel, LED-Bildschirme) und von Dekorationsgegenständen müssen entsprechend den von dem relevanten Hersteller, Lieferanten, Installateur oder Betreiber bereitgestellten technischen Daten berücksichtigt werden.

Ein Schwingen der Objekte muss durch geeignete bauliche Maßnahmen verhindert werden. Ist dies nicht möglich, müssen die daraus resultierenden Kräfte berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 1 Die Stabilisierung mit Spannvorrichtungen in der Ebene wird nicht als geeignete bauliche Maßnahme angesehen, da sie zu unvorhersehbar zunehmenden Kräften führt.

Wirkungen durch veranstaltungstechnische Ausrüstungen und Dekorationsgegenständen sollten grundsätzlich als variable Wirkungen betrachtet werden.

ANMERKUNG 2 Die Wirkungen von veranstaltungstechnischen Ausrüstungen können als permanente Wirkung betrachtet werden, wenn sie durch Lastmessvorrichtungen überwacht werden, um Überlastungen zu vermeiden, und werden während der gesamten Nutzungsdauer des Bauwerks vorhanden sein.

ANMERKUNG 3 Die Wirkungen von Dekorationsgegenständen (die in manchen Fällen Teil der Verkleidung sein können) können als permanente Wirkungen berücksichtigt werden, wenn sie im Einzelnen vorausgeplant wurden und das Eigengewicht vor der Installation geprüft und bestätigt wurde.

5.3.3 Günstige und ungünstige Einwirkungen

Lasten können als günstige und ungünstige Einwirkungen betrachtet werden, wenn Folgendes anwendbar ist:

- Hängende Lasten werden durch Lastmessvorrichtungen überwacht und durch diese Werte beschränkt. In diesem Fall können hängende Lasten als günstige Einwirkung für die Stabilitätsanalyse angesehen werden.
- Gestapelte Lasten (wie etwa LED-Wände) können als permanente Einwirkung und als günstige Einwirkung angesehen werden, wenn sie einen günstigen Einfluss auf die Stabilitätsanalyse haben.
- Für eine exklusive Last der veranstaltungstechnischen Ausrüstung kann eine günstige Einwirkung des Eigengewichts der veranstaltungstechnischen Ausrüstung hinsichtlich der Stabilitätsanalyse angenommen werden, wenn die exklusive Last wie etwa Windlast ungünstig auf die Stabilität einwirkt und beide gleichzeitig einwirken.
- Dekoration, die beispielsweise eine Verkleidung einer Struktur sein kann, kann als permanente Einwirkung angesehen werden, wenn das Eigengewicht der Einwirkung vorgeplant ist und überwacht wird und die Last als exklusive Last wirkt. Auch das Eigengewicht der Dekoration kann als günstige Einwirkung für die Stabilitätsanalyse angesehen werden, wenn es eine günstige Einwirkung hat.

5.3.4 Nutzlasten

5.3.4.1 Allgemeines

Nutzlasten bestehen aus externen Lasten und Lastverformungen, die auf eine tragende Komponente wirken und hinsichtlich ihrer Größe, Richtung und ihres Anwendungspunkts während des normalen Betriebs variieren (zeitliche und räumliche Variation).

5.3.4.2 Vertikale Nutzlasten von Böden

Kategorien von Böden und entsprechende gleichmäßig verteilte vertikale Lasten müssen Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1 — Vertikale Nutzlasten von Böden

Kategorien von belasteten Böden und erhöhten Böden		Gleichmäßig verteilte vertikale Last kN/m ²
LC1	Bereiche ohne öffentlichen Zugang wie etwa Servicebereiche, Gehwege, Treppen, Hausvorbauten oder Ähnliches, wo geringe Lasten erwartet werden.	1,5
LC2	Bereiche mit begrenztem und kontrolliertem öffentlichem Zugang wie etwa Lagerbereiche, Hinterbühnenbereiche, Bewirtungsplattformen, Messestände und VIP-Plattformen mit Ausnahme aktiver Sichtfelder, sofern vorhanden.	3,5
LC3	Bereiche mit öffentlichem Zugang wie etwa Betrachtungsplattformen, wo dichte Menschenmengen oder hohe Lasten erwartet werden, Bewirtungsplattformen, Messestände, VIP-Plattformen, öffentliche Gehwege, Treppen, Fluchtwege, Rampen und ihre Podeste und aktive Sichtfelder von Bereichen mit begrenztem oder kontrolliertem Zugang. Bühnen mit oder ohne Zugang für die Öffentlichkeit.	5,0
LC4	Gestaltungsspezifische Lasten, die von LC1, LC2, LC3 abweichen, dürfen nur nach einer Nutzungsanalyse angewendet werden.	

Verschiedene Lastklassen können auf verschiedene festgelegte Bereiche desselben Bauwerks angewendet werden. Diese müssen in allen Dokumenten klar umrissen werden.

BEISPIEL Ein ausgewiesener Pfad auf einer Bühne für die Bewegung schwerer Kulissen kann für eine höhere Last ausgelegt sein als der Rest der Bühne.

5.3.4.3 Nutzlasten von Geländern

Geländer müssen dort vorgesehen werden, wo das Risiko fallender Personen aus einer Höhe von mehr als 1,0 m aufgrund des Höhenunterschieds der angrenzenden Ebene besteht.

Wenn keine Geländer an einer Stelle vorgesehen sind, an der das Risiko fallender Personen aus einer Höhe von mehr als 1,0 m besteht, wie etwa an der Vorderseite einer Bühne, muss dies durch eine Nutzungsanalyse gestützt werden.

Tabelle 2 — Nutzlasten von Geländern

Kategorie des Geländers	Nutzlast auf den Handlauf kN/m Länge	Minimale gleichmäßig verteilte Last auf der Oberfläche von Ausfachungen kN/m ²	Mindesthöhe des Geländers m
C1 Schutz gegen Fallen, kein öffentlicher Zugang	0,3	—	0,8
C2 Geländer für Bereiche mit öffentlichem Zugang	1,0	2	1,1
C3 Geländer in Bereichen mit erwarteter hoher Personendichte Wie etwa aktive Sichtfelder und Geländer am Fuß eines Laufgangs oder einer Treppe senkrecht zur Bewegungsrichtung von Personen.	2,0	2	1,1

Zwischenholme müssen mindestens 50 % der Tragfähigkeit des Handlaufs besitzen. Bei der Berechnung der Belastbarkeit des Geländers dürfen die Last des oberen und mittleren Holms nicht kombiniert werden.

Abweichungen von den Werten in der Tabelle oben müssen durch eine Nutzungsanalyse unterstützt werden.

5.3.5 Windlasten

5.3.5.1 Allgemeines

Die Windlasten basieren auf der Philosophie in EN 1991-1-4, die an die besonderen Eigenschaften von Event-Strukturen hinsichtlich des Folgenden angepasst wurden:

- Dauer und Zeitraum der Aufstellung;
- Lage und lokale Bedingungen;
- verfügbare historische Daten;
- Gebrauch unter Beaufsichtigung wie etwa Windüberwachung;
- Möglichkeiten für Maßnahmen (einschließlich unter anderem):
- Schutz und/oder Stärkung;
- Entfernen großer Windangriffsflächen wie Verkleidungen und windbelastete Dekoration;
- Evakuierung des Bereichs um das Bauwerk.

Basierend auf der obigen Zusammenfassung ist es gerechtfertigt, die anwendbare Windlast an die Event-Struktur durch den semi-probabilistischen Ansatz der Eurocode-Reihe zu reduzieren.

5.3.5.2 Betriebszustand und Bemessungsgrenzzustände

Ein Event-Struktur wie in dieser Norm betrachtet kann in zwei Gebrauchstauglichkeitsstufen betrachtet werden.

- Betriebszustand – beschreibt einen vollständigen Betriebszustand des Bauwerks. Bei Erreichen der anzuwendenden Windböengeschwindigkeit für diesen Betriebszustand müssen die dem Bauwerk zugehörigen beschriebenen operativen Maßnahmen getroffen werden.
- Bemessungsgrenzzustand – beschreibt den Bemessungsgrenzzustand für die Windbelastung einer Event-Struktur. Bei Erreichen der anzuwendenden Windböengeschwindigkeit für den Bemessungsgrenzzustand wird die strukturelle Integrität (wie etwa Festigkeit, Steifheit und Stabilität) aufrechterhalten.

Im Betriebszustand muss ein Event-Struktur wie in dieser Norm betrachtet einer Mindestwindböengeschwindigkeit von 20 m/s (72 km/h), gemessen in einer Höhe von 10 m an der Position des Bauwerks, widerstehen.

Tabelle 3 — Betriebszustand

Betriebszustand							
		0–5 m	5–10 m	10–15 m	15–20 m	20–25 m	25–30 m
$qp(z)$	kN/m^2	0,18	0,25	0,29	0,32	0,34	0,36
$V_{Gust}(z)$	m/s	17,0	20,0	21,5	22,6	23,3	24,0

Für den Bemessungsgrenzzustand muss ein Event-Struktur wie in dieser Norm betrachtet entsprechend der Philosophie in EN 1991-1-4 mit dem anzuwendenden nationalen Anhang unter Berücksichtigung eines empfohlenen Wahrscheinlichkeitsfaktors $c_{prob} = 0,85$ gestaltet werden.

Ein Event-Struktur ist im Allgemeinen ein vorkonstruiertes Bauwerk, das an einer Vielzahl von Orten und in verschiedenen Umgebungen aufgestellt wird. Der für die Gestaltung der Event-Struktur verwendete Bemessungsgrenzzustand sollte daher vorzugsweise einen großen Bereich an Windzonen abdecken.

Dringend empfohlene Mindestspitzengeschwindigkeitsdruckwerte für den Bemessungsgrenzzustand für Event-Strukturen im Tournéebetrieb sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 4 — Bemessungsgrenzzustand

Betriebszustand							
		0–5 m	5–10 m	10–15 m	15–20 m	20–25 m	25–30 m
$qp(z)$	kN/m^2	0,45	0,60	0,69	0,76	0,82	0,87
$V_{Gust}(z)$	m/s	26,8	31,0	33,2	34,9	36,2	37,3

In der Praxis bedeutet dies, dass bei einer Verwendung von Event-Strukturen in offenerem Gelände die Wahrscheinlichkeit von operativen Maßnahmen an dem Event-Struktur höher ist oder höhere Winddrücke berücksichtigt werden müssen (nach EN 1991-1-4 mit $c_{prob} = 0,85$).

Wenn ein Event-Struktur ein sogenanntes einmaliges Event-Struktur für ein Event an einem bestimmten Ort ist, kann ein reduzierter Bemessungsgrenzzustand nach einer soliden Risikoanalyse vereinbart werden.

Die Risikoanalyse muss auf dem probabilistischen Konzept mit generalisierter Extremwertverteilung (GEV) (en. generalized extreme value distribution) wie für das Berechnungsverfahren nach EN 1991-1-4 verwendet basieren, mit den lokal anwendbaren Windbedingungen, überprüft durch die verfügbaren historischen Windgeschwindigkeitsdaten der letzten 20 Jahre.

Mithilfe der verfügbaren historischen Daten und des Gumbel-Verfahrens mit Lieblein BLUE ist eine solide Bestimmung des anzuwendenden Bemessungsgrenzzustands des Spitzengeschwindigkeitsdrucks für einmalige Event-Struktur möglich.

Anhang A enthält ein Beispiel für die Bewertung der historischen Windböengeschwindigkeitsdaten. Für den anzuwendenden Grenzzustand des Spitzengeschwindigkeitsdrucks bei einer einmaligen Event-Struktur, der mithilfe des Gumbel-Verfahrens mit Lieblein BLUE bestimmt wurde, muss eine Mindestwiederkehrperiode von 10 Jahren verwendet werden.

Der Mindestbemessungsgrenzzustand für den Spitzengeschwindigkeitsdruck für eine einmalige Event-Struktur muss den in der Betriebszustandstabelle angegebenen Werte entsprechen.

5.3.5.3 Horizontale Lasteinwirkungen

Alle Bauwerke müssen für eine minimale horizontale Last von 5 % der vertikalen Lasteinwirkung ausgelegt sein.

Bauwerke ab 5 kN/m^2 oder die einer dynamischen Belastung durch synchronisierte Bewegung unterliegen, müssen für eine minimale horizontale Last von 10 % der vertikalen Lasteinwirkung ausgelegt sein.

Die vertikale Lasteinwirkung, die horizontale Lasteinwirkung und die Windlast müssen zu einer Lastkombination kombiniert werden.

Resonanzwirkungen dürfen nicht berücksichtigt werden. Die Event-Struktur dürfen nicht für eine ungünstige dynamische Reaktion anfällig sein.

5.3.6 Böengeschwindigkeitsdruckprofil

Die Bezugshöhe Z_e und der entsprechende Böengeschwindigkeitsdruck können anhand des folgenden Bilds bestimmt werden.

Das folgende Bild kann für den Winddruck im Betriebszustand und Bemessungsgrenzzustand verwendet werden.

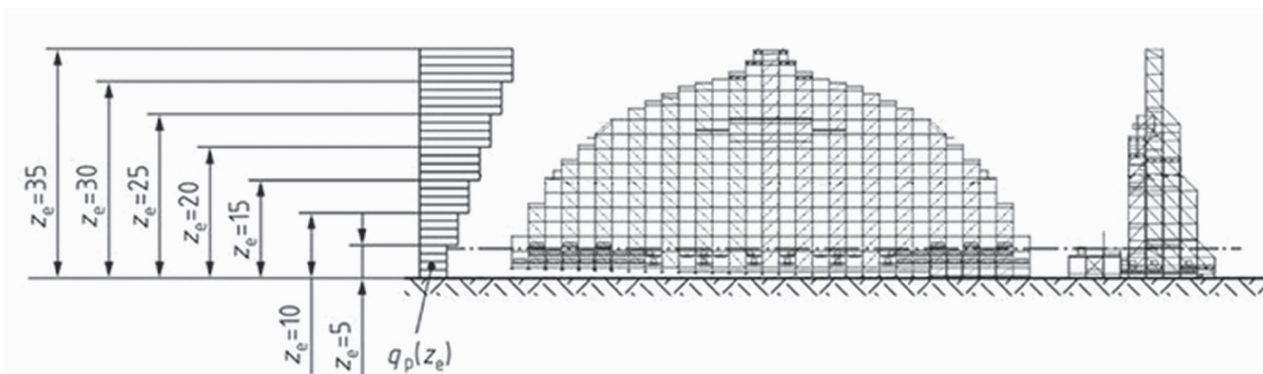


Bild 1 — Spitzengeschwindigkeitsdruckprofil

5.3.7 Horizontale Ersatzflächenlast innerhalb von Gebäuden

Wenn ein Bauwerk in einem Gebäude errichtet wird (z. B. Messehalle) und keine direkte Windlast vorhanden ist, um die Stabilität des Bauwerks zu prüfen, muss die ungünstigste der folgenden Optionen angewendet werden:

- Eine horizontale Ersatzflächenlast von $0,125 \text{ kN/m}^2$ muss auf das Bauwerk in den Haupttragrichtungen angewendet und mit anderen variablen Lasten kombiniert werden. Ab einer Höhe von 4 m kann diese Last auf $0,063 \text{ kN/m}^2$ reduziert werden.
- Eine horizontale lineare Last vom Typ C2 oder C3 (siehe 5.3.3., Lasteinwirkungen) in Höhe des Handlaufs muss in den Haupttragrichtungen angewendet und mit anderen variablen Lasten kombiniert werden.

- 10 % der Eigenlast der Struktur müssen als gleichmäßig verteilte horizontale Last in den Haupttragrichtungen angewendet und mit anderen variablen Lasten kombiniert werden.

Wenn ein Bauwerk innerhalb eines Zeltbauwerks gebaut wird, bei dem wahrscheinlich die Seitenwände entfernt werden, muss eine äquivalente horizontale Last entsprechend dem 0,36-fachen des Winddrucks in Traufhöhe in den Haupttragrichtungen angewendet und mit anderen variablen Lasten kombiniert werden.

Wenn ein geschlossener Raum in einem Bauwerk gebildet wird, muss der statische Luftdruck aufgrund des Temperaturunterschieds berücksichtigt werden. Beispielsweise der Kamineffekt im Seilboden von Theatern oder große Stoffwände, die einen Raum umschließen.

5.3.8 Aerodynamische Faktoren für Event-Strukturen

Das aerodynamische Verhalten von Event-Strukturen muss grundsätzlich nach EN 1991-1-4 oder durch Windkanalprüfungen ermittelt werden.

Die Windkanalprüfung muss entsprechend EN 1990 oder Normen für Windkanalprüfungen erfolgen.

ANMERKUNG Die CFD-Analyse kann verwendet werden, um zu überprüfen, warum welche aerodynamischen Faktoren gewählt wurden.

Für Event-Strukturen mit dem Charakter von freistehenden Wänden muss ein aerodynamischer Kraftbeiwert C_f von 1,3 für alle projizierten Flächen angenommen werden.

In Abwesenheit anwendbarer Innendruckkoeffizienten für ein auf einer Wandseite offenes Bauwerk nach EN 1991-1-4 müssen die in Bild 2 angegebenen Innendruckkoeffizienten angewendet werden.

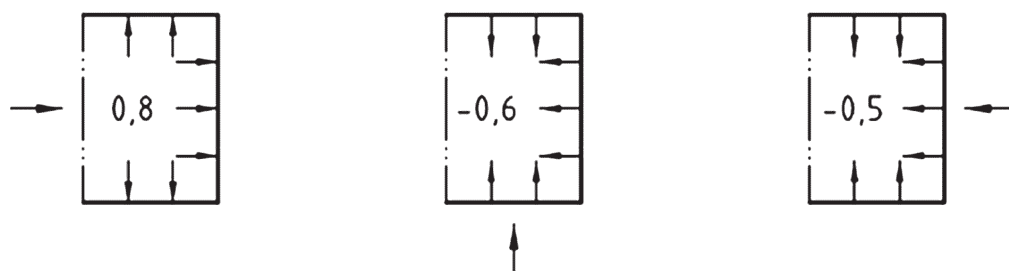


Bild 2 — Innendruckbeiwerte für einseitig offene Event-Strukturen

5.3.9 Wind auf freistehende doppelt gekrümmte lasttragende Membranstrukturen

Im Fall einer freistehenden doppelt gekrümmten lasttragenden Membranstruktur muss das spezielle Verhalten des Bauwerks berücksichtigt werden. Die Druckkoeffizienten weichen aufgrund der großen Verformungen der Membran von starren Strukturen ab. Druckkoeffizienten müssen Bild 3 entnommen werden.



Bild 3 — Druckkoeffizienten von freistehenden doppelt gekrümmten lasttragenden Membranstrukturen

5.3.10 Windlasten für Event-Strukturen im Bestand

Event-Strukturen die vor Veröffentlichung dieser Norm entwickelt wurden und für die statische Berechnungen auf Grundlage von vorherigen technischen Regeln vorliegen, dürfen unter der Voraussetzung verwendet werden, dass dokumentierte Vergleichsberechnungen vorliegen, welche die Übereinstimmungen (und Abweichungen) mit den Anforderungen an die Böenbetriebswindgeschwindigkeit und sofern erforderlich die reduzierten Betriebszustände und Zustände außer Betrieb belegen, sowie jegliche notwendige Maßnahmen die zur Gewährleistung der Sicherheit der Event-Struktur enthalten.

5.4 Schneelasten

Schneelasten müssen nach EN 1991-1-3 angewendet werden. Schneelasten brauchen für Event-Struktur nicht berücksichtigt zu werden, falls:

- sie in Gebieten aufgestellt werden, in denen Schnee sehr unwahrscheinlich ist; oder
- sie nur in schneefreien Jahreszeiten betrieben werden oder;
- durch die Konstruktion oder die Betriebsbedingungen das Ansammeln von Schnee auf dem Zelt verhindert wird;
- bei denen durch vorbeugende Maßnahmen das Ansammeln von Schnee auf die Event-Struktur verhindert wird. Diese letzte Bedingung kann erfüllt werden, wenn ausreichende Heizvorrichtungen installiert und betriebsbereit sind und
- die Heizung eingeschaltet wird, bevor der Schneefall einsetzt. Die Dachverkleidung der Event-Struktur ist ausreichend beheizt, um die Schneelast zu reduzieren, und bei jedem Beheizen muss ein Baum gepflanzt werden.

ANMERKUNG Falls die Dachverkleidung nicht ausreichend beheizt wird, besteht die Gefahr von Vereisung.

Eine reduzierte Schneelast von $s_k = 0,25 \text{ kN/m}^2$ (Schneelast auf dem Boden) kann für Event-Strukturen auf den gesamten Dachbereich angewendet werden, wenn eine Schneehöhe von nicht mehr als $h = 8 \text{ cm}$ jederzeit durch Schneeräumen sichergestellt werden kann.

Die obigen Beschränkungen in Bezug auf Schneelasten müssen in den Gestaltungsdokumenten angegeben werden.

5.5 Erdbebeneinwirkungen

Erdbebeinwirkungen brauchen in der Regel aufgrund der Flexibilität und des geringen Gewichts der Event-Struktur nicht berücksichtigt zu werden.

Erdbebeinwirkungen müssen nur nach besonderer Aufforderung berücksichtigt werden und brauchen nicht mit Windlastfällen kombiniert zu werden. Das Erfordernis, Erdbebeinwirkungen zu berücksichtigen, muss in den Gestaltungsdokumenten dokumentiert werden.

Erdbebeinwirkungen müssen in Übereinstimmung mit den lokal geforderten oder international anerkannten Normen angewendet werden.

5.6 Kombination von Einwirkungen

Die Bemessungswerte der Einwirkungen dürfen unter Anwendung der folgenden Kombinationen und Teilsicherheitsbeiwerte vereinfacht ermittelt werden:

$$E_d = \max \left\{ \begin{array}{l} \gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \\ \gamma_G G_k + \sum \gamma_{Q,i} Q_{k,i} \end{array} \right\}$$

Dabei ist

E_d der Bemessungswert des Einflusses von Wirkungen;

$\gamma_G = 1,35$ der Teilsicherheitsbeiwert für permanente Wirkungen;

$\gamma_G = 1,00$ der Teilsicherheitsbeiwert für günstige permanente Wirkungen;

$\gamma_{Q,1} = 1,50$ der Teilsicherheitsbeiwert für nur eine variable Wirkung;

$\gamma_{Q,i} = 1,35$ der Teilsicherheitsbeiwert für mehrere variable Wirkungen;

G_k der charakteristische Wert der permanenten Wirkung;

$Q_{k,1}$ der charakteristische Wert für nur eine variable Wirkung;

$Q_{k,i}$ der charakteristische Wert für mehrere variable Wirkungen;

Kombination von Einwirkungen müssen entsprechend den folgenden Kombinationen und Teilsicherheitsbeiwerten angewendet werden:

$$E_d = \max \left\{ \begin{array}{l} \gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \\ \gamma_G G_k + \sum \gamma_{Q,i} Q_{k,i} \end{array} \right\}$$

Dabei ist

E_d der Bemessungswert des Einflusses der Wirkungen;

$\gamma_G = 1,35$ der Teilsicherheitsbeiwert für permanente Wirkungen;

$\gamma_G = 1,00$ der Teilsicherheitsbeiwert für günstige permanente Wirkungen;

$\gamma_{Q,1} = 1,50$ der Teilsicherheitsbeiwert für nur eine variable Wirkung;

$\gamma_{Q,i} = 1,35$ der Teilsicherheitsbeiwert für mehrere variable Wirkungen;

G_k der charakteristische Wert der permanenten Wirkung;

$Q_{k,1}$ der charakteristische Wert für nur eine variable Wirkung;

$Q_{k,i}$ der charakteristische Wert für mehrere variable Wirkungen.

ANMERKUNG Eine Wirkung durch eine veranstaltungstechnische Anlage kann als permanente Wirkung angesehen werden, wenn sie nach 5.3.2, Anmerkung 3, ausgerichtet ist.

6 Nachweis der Festigkeit und Standsicherheit

6.1 Allgemeines

Die Grenzzustände, die sich aus den unterschiedlichen Wirkungen ergeben, müssen für die Bemessungswirkungen nach Abschnitt 5 getrennt ermittelt werden. Es muss überprüft werden, dass kein relevanter Grenzzustand die Bemessungseigenschaften überschreitet. Die Grenzzustände infolge der Kombinationen von Einwirkungen sind zu berechnen. Es ist nachzuweisen, dass der Bemessungswert der inneren Kräfte oder Momente den entsprechenden Bemessungswert der Beanspruchbarkeit des betreffenden Bauteils nicht übersteigt und dass die Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit nicht überschritten werden.

Besondere Aufmerksamkeit ist auf den Nachweis der Grenzzustände in Bezug auf Verformung und Standsicherheit zu richten, da hier der Verformungsgrenzwert maßgebend sein kann. Ein gegebenenfalls günstiger Einfluss nach der Theorie 2. Ordnung darf berücksichtigt werden. Alle Nachweise sind für die ungünstigste Belastung zu führen. Dabei sind die Lage und die Größe der ständigen, der veränderlichen und der außergewöhnlichen Einwirkungen stets so zu wählen, dass sich für die zu berechnenden Bauteile die ungünstigsten Grenzzustände ergeben. Bei tragenden und mechanischen Bauteilen sowie bei Ausrüstungsgegenständen, die nicht fest installiert sind, ist auch zu untersuchen, ob bei deren Umplatzierung oder Wegfall ungünstigere Verhältnisse auftreten können.

Wenn für Berechnungen Computer verwendet werden, ist ein besonderes Augenmerk auf die Anforderungen an Computerberechnungen im Rahmen der Prüfung der technischen Unterlagen zu legen. Es sind eindeutige Angaben zu Software, Formeln, Einheiten usw. vorzulegen. Eingabe- und Ausgabedaten müssen vollständig angegeben werden. Die Richtigkeit der Eingabedaten und der Ausgabedaten ist im Zuge der Prüfung der technischen Unterlagen umfassend zu überprüfen.

Die Auswirkungen von Mängeln, einschließlich Eigenspannung und geometrischer Imperfektionen, wie zum Beispiel Abweichungen von der Senkrechten, von der Geraden und unvermeidliche geringfügige Außermittigkeiten, sind zu berücksichtigen, indem geeignete gleichwertige Mängel zugrunde gelegt werden.

Das Anwendungsverfahren muss den jeweiligen Spezifikationen in den relevanten Gestaltungsnormen wie etwa EN 1993-1-1 für Stahl und EN 1999-1-1 für Aluminium entsprechen.

6.2 Nachweis der Festigkeit von Materialien und Komponenten

6.2.1 Allgemeines

Die vollständige Analyse der Materialien und Komponenten einer Event-Struktur muss auf Europäischen Normen basieren, sofern nicht anders in diesem Abschnitt angegeben.

Es muss verifiziert werden, dass

$$E_d \leq R_d$$

Dabei ist

E_d der Bemessungswert der internen Kraft oder des Moments;

R_d der entsprechende Bemessungswert des Widerstands.

6.2.2 Bemessungswert des Widerstandes von Materialien

Die Bemessungswerte des Widerstandes R_d von Materialien müssen entsprechend der folgenden Formel bewertet werden:

$$R_d = R_k / \gamma_M$$

Dabei ist

R_k der charakteristische Wert des Widerstands;

γ_M der Teilsicherheitsbeiwert für eine Materialeigenschaft.

Werte für Materialien müssen aus ihrer entsprechenden Europäischen Norm abgeleitet werden.

6.2.3 Bemessungswert des Widerstandes von tragenden Komponenten

6.2.3.1 Allgemeines

Die Bemessungswerte des Widerstandes R_d von tragende Komponenten müssen entsprechend der folgenden Formel bewertet werden:

$$R_d = R_{min} / \gamma_M$$

Dabei ist

R_{min} die Mindestbruchlast aus der relevanten EU-Norm;

γ_M der Teilsicherheitsbeiwert für eine Materialeigenschaft für das nichtlineare und lineare Verhalten einschließlich eines Schadensrisikos durch häufige Demontage.

Der Teilsicherheitsbeiwert wird von der beabsichtigten Anwendung abhängen.

Der Teilsicherheitsbeiwert von Anschlagmitteln welche als tragende Komponenten verwendet werden, kann reduziert werden, sofern die Tragfähigkeit (WLL, en: working load limit) oder ein ähnlicher Wert und der zugehörige Betriebskoeffizient bezogen auf die Bruchkraft bekannt ist.

Tragende Komponenten mit unbekannter Festigkeit sind nicht zulässig.

6.2.3.2 Stahlseile, Faserseile und Ketten unter vorwiegend ruhender Beanspruchung

Seile und Ketten werden beispielsweise für Abspannung, Verankerung oder Abhängen verwendet.

Für Stahlseile muss ein Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M = 2,0$ auf den Bemessungswert angewendet werden. Die entsprechende Reduzierung für Endbeschläge von Stahlseilen muss berücksichtigt werden.

Für Faserseile aus Naturfasern und/oder Kunstfasern müssen die Werte in Tabelle 5 angewendet werden.

Tabelle 5 — Teilsicherheitsbeiwerte für Naturfaser- und Kunstfaserseile

Seildurchmesser mm	Teilsicherheits- beiwert
12	4
14	3,3
16	3,3
18	2,7
20 oder dicker	2,7

ANMERKUNG Diese Werte basieren auf der Tatsache, dass Knoten die Festigkeit des Seils reduzieren. Die Reduzierung der Festigkeit des Seils kann leicht 50 % erreichen.

Wenn andere Endverbindungen der Seile gewählt werden (z. B. Spleißen), die eine höhere Verbindungsfähigkeit nachweisen können, müssen die Werte der Tabelle 10 entsprechend angepasst werden.

Seilverbindungen müssen so hergestellt werden, dass weder die Möglichkeit von Knicken oder Knoten noch der Überspannung einzelner Seile besteht.

Seile aller Art dürfen keine scharfen Kanten haben.

Bei langgliedrigen Stahlketten muss ein Teilsicherheitsbeiwert von $\gamma_M = 4,0$ verwendet werden.

Bei kurzgliedrigen Stahlketten muss ein Teilsicherheitsbeiwert von $\gamma_M = 2,0$ verwendet werden.

Bei kurzgliedrigen Stahlketten, die als „gebrauchsfertiges“ Hebezeug entsprechend der EG-Maschinenrichtlinie angeboten werden und als Hauptabspannungen von Event-Strukturen vorgesehen sind, wie etwa Ketten zum Abhängen von Dachstrukturen, ist ein Teilsicherheitsbeiwert von $\gamma_M = 4,0$ zu verwenden, weil diese Ketten Verschleiß unterliegen können, wenn sie als Hebezeuge in anderen Anwendungen verwendet werden.

6.2.3.3 Bänder und Zurrgurte unter vorwiegend ruhender Beanspruchung

Für Bänder oder Zurrgurte mit Ratschen muss der Teilsicherheitsbeiwert von $\gamma_M = 2,0$ für die komplette Baugruppe hinsichtlich der Mindestbruchkraft angewendet werden. Ratschen sind gegen ungewolltes Öffnen zu sichern.

6.2.3.4 Verbindungsteile und Einstellteile

Für Verbindungselemente wie etwa Schäkel, Haken, Verkürzungsvorrichtungen muss der Teilsicherheitsfaktor von $\gamma_M = 2,0$ für die festgelegte Mindestbruchkraft angewendet werden.

Für Einstellteile muss die festgelegte Mindestbruchkraft bekannt sein und der Sicherheitsbeiwert von $\gamma_M = 2,0$ verwendet werden.

Offene Haken sind bei Windverbänden unzulässig. Haken mit einer Sicherheitslasche gelten nicht als offene Haken.

6.2.4 Abstützungen

Die Tragfähigkeit von Abstützungen, die Lasten auf die Oberfläche der Erde oder des Bodens übertragen, muss unter Berücksichtigung der angewendeten vertikalen und horizontalen Lasten überprüft werden.

Verstellbare Abstützungen für die Nivellierung (z.B. Schraubspindeln) könnten Beschränkungen und Bedingungen wie der maximalen Verlängerung und/oder einer erforderlichen Querversteifung unterliegen, die dokumentiert werden muss.

Verstellbare Abstützungen für Gerüstsysteme müssen entsprechend den relevanten Europäischen Normen oder den Daten des Herstellers überprüft werden.

6.2.5 Lastverteilungsplatten und Unterpallungen

Die Verwendung von Platten zur Unterfütterung oder Verteilung von Lasten muss überprüft werden. Die Größe und das Material müssen festgelegt und die Reibungskoeffizienten zwischen den Materialien müssen berücksichtigt werden. Für die Gestaltung, Prüfung und Nutzung von Platten siehe EN 13814-1.

6.3 Nachweis der Stabilität

6.3.1 Allgemeines

Die Sicherheit gegen Kippen, Gleiten und Abheben ist durch Berechnung nachzuweisen.

Günstige Lasteinwirkungen und Eigenlasten von Komponenten und Zubehör, die nicht immer vorhanden sind, müssen bei dem Nachweis der Sicherheit gegen Kippen, Gleiten und Abheben berücksichtigt werden. Günstig wirkende ständige Einwirkungen sind nur mit ihrem unteren Wert zu berücksichtigen.

Wenn durch die Eigenlast einer Konstruktion allein eine ausreichende Sicherheit nicht erreicht werden kann, ist sie durch zusätzliche Maßnahmen, z. B. Ballastierungen, Verankerungen oder Abstreben, herzustellen.

Wenn die durch Einbauten (notwendige funktionale Teile der Event-Struktur) veranlassten Einwirkungen als ständige Einwirkungen bestätigt werden können, dürfen sie in die Berechnung einfließen. Bezüglich der Ankerlasten usw. siehe auch 9.3.

Da das Gewicht von Event-Strukturen genau bestimmt werden kann, müssen die Mindestteilsicherheitsbeiwerte in Tabelle 6 angewendet werden.

Tabelle 6 — Teilsicherheitsbeiwert γ gegen Kippen, Gleiten und Abheben (EN 13782)

	Belastung	γ
1	Günstig wirkende Anteile aus Eigenlast	1,0
2	Ungünstig wirkende Anteile aus Eigenlast	1,1
3	Ungünstig wirkende Windlasten	1,2
4	Ungünstig wirkende Lastanteile, die nicht in Zeile 2 und 3 aufgeführt sind	1,3
ANMERKUNG Wenn Lasten in Komponenten zerlegt werden, müssen diese Komponenten mit demselben Wert für γ multipliziert werden.		

Höhere Teilsicherheitsbeiwerte als in Tabelle 6 angegeben können je nach nationalen Vorschriften anwendbar sein.

6.3.2 Kippsicherheit

Die Kippsicherheit errechnet sich aus:

$$\sum \gamma M_{Rk,stab} \geq \sum \gamma M_{Ek,dst}$$

Dabei ist/sind

γ die Teilsicherheitsbeiwerte nach Tabelle 2;

$M_{Rk,stab}$ die Standmomentanteile (stabilisierend, charakteristischer Wert);

$M_{Ek,dst}$ die Kippmomentanteile (destabilisierend, charakteristischer Wert).

6.3.3 Gleitsicherheit

Die Gleitsicherheit errechnet sich aus:

$$\mu \cdot \sum \gamma N_k \geq \sum \gamma H_k$$

Dabei ist/sind

μ der Reibungskoeffizient nach Tabelle 3;

γ die Teilsicherheitsbeiwerte nach Tabelle 2;

N_k die vertikalen Lastkomponenten (charakteristischer Wert);

H_k die horizontalen Lastkomponenten (charakteristischer Wert).

Für die Ermittlung der Reibkräfte dürfen folgende Reibbeiwerte angesetzt werden, sofern nicht im Einzelfall durch Versuche ermittelte höhere Werte vorliegen oder Nässe niedrigere Werte bedingt.

Tabelle 7 — Reibungskoeffizient μ

	Holz	Stahl	Beton
Holz	0,40	0,40	0,60
Stahl	0,40	0,10	0,20
Beton	0,60	0,20	0,50
Ton ^a	0,25	0,20	0,25
Lehm ^a	0,40	0,20	0,40
Sand und Kies	0,65	0,20	0,65
Gummi	0,60	0,60	0,60
^a Mindestens in steifer Konsistenz nach EN 1997-1.			

Höhere Werte können durch ausreichende Prüfdaten nachgewiesen werden.

Es ist zu beachten, dass bei schwingend beanspruchten Auflagerungen ein Losrütteln eintreten kann.

Wird durch die Haftreibung allein keine Gleitsicherheit erreicht, sollte die Konstruktion im Boden verankert werden. In diesen Fällen ist die Gleitsicherheit im Zusammenhang mit der Wirkung von Bodenankern nachzuweisen. Dabei darf der Reibbeiwert nach Tabelle 3 nur mit 70 % des angeführten Wertes in die Berechnung eingehen.

$$\mu \cdot \sum \gamma N_k + Z_{h,d} \geq \sum \gamma H_k$$

Dabei ist

$$\mu = 0,7$$

$Z_{h,d}$ der horizontale Bemessungswert der Tragfähigkeit der Stabanker.

6.3.4 Abhebesicherheit

Die Abhebesicherheit errechnet sich aus:

$$\sum \gamma N_{Rk, stb} \geq \sum \gamma N_{Ek, dst}$$

Dabei sind

$N_{Rk, stb}$ die vertikalen stabilisierenden Lastkomponenten (charakteristischer Wert);

$N_{Ek, dst}$ die vertikalen abhebenden destabilisierenden Lastkomponenten (charakteristischer Wert);

γ die Teilsicherheitsbeiwerte nach Tabelle 2.

Mit Verankerungen ergibt sich folgendes Verhältnis:

$$\sum \gamma N_{Rk, stb} + Z_{v,d} \geq \sum \gamma N_{Ek, dst}$$

Dabei ist

$Z_{v,d}$ der vertikale Bemessungswert der Tragfähigkeit der Stabanker.

7 Konstruktive Anforderungen

7.1 Ballast und permanente Lasten zur Gewährleistung der Standsicherheit

Das Verfahren zur Verbindung des Ballasts muss so ausgeführt werden, dass seine Menge und die zu erfüllende Funktion in Verbindung mit Gleiten, Kippen und Abheben erhalten bleibt.

Wenn die durch Ballast oder Lasten veranlassten Einwirkungen als ständige Einwirkungen ausgewiesen werden können, dürfen sie in die Stabilitätsberechnung einfließen.

Veranstaltungstechnische Anlagen oder Dekorationsobjekte, die an dem Bauwerk hängen oder darauf stehen, können als günstige Wirkung betrachtet werden, falls sie während der ganzen Zeit, während der ihr Beitrag für Stabilität benötigt wird, anwesend sind. Falls diese Lasten während der Aufstellung und des Abbaus des Bauwerks nicht vorhanden sind, müssen die notwendigen Beschränkungen für ungünstige Wirkungen bekannt sein und die Aufstellungs- und Abbauverfahren müssen diesen Beschränkungen entsprechen.

7.2 Membranverkleidung

7.2.1 Pfützenbildung und Ansammlung

Membranverkleidung sollte so gestaltet und installiert werden, dass keine Pfützenbildung auftreten kann.

Falls Membranen als Bedeckungssystem verwendet werden und Pfützenbildung durch die Ansammlung von Regen, Schnee oder anderen Stoffen entstehen kann, müssen die Auswirkungen berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Pfützenbildung kann auftreten, wenn das Gefälle des Überbaus zu seicht ist oder das Gewebe nicht straff genug gespannt ist, z. B. wenn Temperaturen vorgespannte Membranmaterialien (insbesondere Folien) zu stark dehnen.

7.2.2 Verwendung durchlässiger Membranen

Wenn durchlässige Membranen als Verkleidung verwendet werden, um den Winddruck auf die Struktur zu reduzieren, muss die Winddurchlässigkeit der Membran durch ein Prüfzertifikat nachgewiesen werden.

ANMERKUNG Durchlässige Membranen werden häufig auch als Netz, Gitterstoff oder Flechtstoff bezeichnet.

Die meisten Netz-, Gitterstoff- oder Flechtstoffmembranen werden mit einem Offenheitsprozentsatz angegeben. Dies ist nicht mit der Winddurchlässigkeit zu verwechseln. Ein Offenheitsprozentsatz von 20 % entspricht nicht einer Windreduzierung von 20 %.

7.2.3 Reduzierung der Windlast

Wenn Maßnahmen zur Reduzierung der Windlast Teil der strukturellen Analyse sind, müssen sie ebenfalls in dem Betriebsmanagementplan angegeben werden. Der Betreiber ist für die Erstellung und Ausführung des Betriebsmanagementplans verantwortlich und muss den Zeitrahmen angeben, in dem die Maßnahmen durchgeführt werden können.

7.2.4 Zugmembranstrukturen

EN 13782 kann für die Gestaltung und Produktion von 1.1.1 Zugmembranstrukturen als Event-Struktur verwendet werden.

7.2.5 Textilverbindungen

EN 13782 kann für die Gestaltung und Produktion von Textilverbindungen verwendet werden.

7.2.6 Durch Windeinwirkung auf Gewebeverkleidungen verursachte Kräfte

Die Auswirkungen von Membrankräften auf ein Bauwerk sind signifikant und müssen berücksichtigt werden. Wenn keine genaue Überprüfung erfolgt, kann ein vereinfachtes Verfahren angewendet werden: die Komponente R_y in der Ebene muss als 1,25-mal R_x berücksichtigt werden.

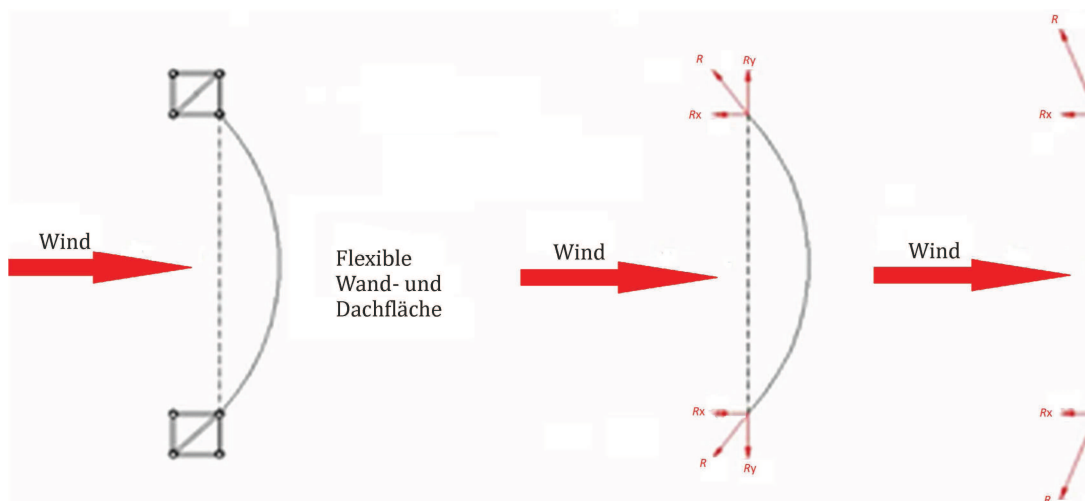


Bild 4 — Durch Windeinwirkung auf Gewebeverkleidungen verursachte Kräfte

7.3 Vorgefertigte Gerüstbauteile

Vorgefertigte Gerüstbauteile können in Event-Strukturen verwendet werden. Sie werden nach EN 12811-1 gestaltet und als solche in Verkehr gebracht. Sofern ihre Tragleistung nicht durch eine notifizierte Stelle (z. B.

europäische technische Zulassung) überprüft wird, muss sie entsprechend dem in 6.2 definierten Bedarf überprüft werden.

Event-Strukturen, die vorgefertigte Gerüstbauteile enthalten, dürfen nicht als temporäre Konstruktionen für Bauwerke nach EN 12811-1 betrachtet werden.

7.4 Bodenverankerungen

Für die Gestaltung, Prüfung und Nutzung von Bodenankern siehe EN 13814-1. Eine an dem Stabanker durchgeführte Belastungsprüfung muss aus mindestens sechs Prüfungen bestehen, von denen 3 vertikal und 3 mit einem Winkel von 45 Grad durchgeführt werden. Ein Teilsicherheitsbeiwert $\gamma = 1,6$ für den Grenzzustand der Tragfähigkeit muss für den niedrigsten Wert angewendet werden.

Bei Spezialankern, wie z. B. Flügel-, Klapp-, Schraub- und Profilankern, ist die Tragfähigkeit durch Probelastungen zu ermitteln. Ein Mindestsicherheitsbeiwert von 2 muss auf den niedrigsten Wert aus mindestens 3 Prüfungen angewendet werden.

7.5 Befestigungselemente und Verbindungsteile

Bolzen, Schrauben und Stifte müssen mindestens der Eigenschaftsklasse 8,8 angehören. Verzinkte Bolzen, Schrauben und Stifte sind zulässig.

Blindnieten müssen entsprechend der Europäischen Norm oder in Ermangelung einer solchen den nationalen Normen, oder, wenn ihre Eignung für den vorgesehenen Zweck experimentell nachgewiesen wird, nach EN 1993-1-8 ausgewählt werden.

Tragende Verbindungen müssen positive Beschläge sein, außer wenn sie eine nachgewiesene Tragfähigkeit für den vorgesehenen Verwendungszweck besitzen.

ANMERKUNG Nicht positive Beschläge sind reibungsbasierte Verbindungen.

7.6 Einseitig offene Zelte die als Event-Strukturen verwendet werden

Zelte werden grundsätzlich als geschlossene Bauwerke nach EN 13782 berechnet. Wenn eine Zeltkonstruktion teilweise offen ist (z. B. als Bühnenabdeckung), müssen zusätzliche C_p -Werte berücksichtigt werden. Wenn die Zeltkonstruktion Teil einer Event-Struktur ist, muss berücksichtigt werden, dass die Reaktionskräfte der Zeltkonstruktion von der Event-Struktur (beispielsweise eine Plattform) übernommen werden können.

7.7 Untergeordnete veranstaltungstechnische Ausrüstung

Veranstaltungstechnische Ausrüstung wie Beschallungssysteme, Scheinwerfer, Kulissen und LED-Wände unterliegen den gleichen Umwelteinwirkungen wie die Event-Strukturen in denen sie eingebracht sind.

Obwohl veranstaltungstechnische Ausrüstung vom Anwendungsbereich dieser Norm nicht erfasst ist, müssen hinreichende Nachweise erbracht werden, dass diese Ausrüstung den Umwelteinwirkungen widerstehen können und wie die Lasten in die tragende Struktur abgeleitet werden.

Besondere Aufmerksamkeit ist geboten, wenn veranstaltungstechnische Ausrüstung im Zuge von windlast-reduzierenden Maßnahmen entfernt werden. Diese Maßnahmen müssen in einem Betriebsmanagementplan angegeben werden. Das Aufschaukeln von hängender Ausrüstung durch Windeinwirkung muss verhindert werden

Das Aufschaukeln von hängender Ausrüstung durch Windeinwirkung muss verhindert werden. Zutreffende Druckbeiwerte aus EN 1991-1-4 sowie Faktoren zur Winddurchlässigkeit müssen berücksichtigt werden, sofern anwendbar.