

DIN EN 13814-1



ICS 97.200.40

Entwurf

Einsprüche bis 2023-08-23
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 13814-1:2019-11

**Sicherheit von Fahrgeschäften und Vergnügungsanlagen –
Teil 1: Konstruktion, Bemessung und Herstellung;
Deutsche und Englische Fassung EN 13814-1:2019**

Safety of amusement rides and amusement devices –
Part 1: Design and manufacture;
German and English version EN 13814-1:2019

Sécurité des manèges et des dispositifs de divertissement –
Partie 1: Conception et fabrication;
Version allemande et anglaise EN 13814-1:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-06-23 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 368 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13814-1:2019) 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 deutsche 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).

Dieser zweite Entwurf betrifft nur die deutsche Sprachfassung der Europäischen Norm EN 13814-1:2019. Der Ausschuss hat beschlossen, dass die Übersetzung der deutschen Sprachfassung zu verbessern ist. Daher sind nur Kommentare zur Übersetzung der EN 13814-1:2019 zulässig. Technische Kommentare zur Norm werden nicht berücksichtigt.

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.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 7250-1	siehe	DIN EN ISO 7250-1
ISO 14118	siehe	DIN EN ISO 14118
ISO/TR 7250-2	siehe	DIN CEN ISO/TR 7250-2

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

Gegenüber DIN EN 13814-1:2019-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen

- a) Änderung von kompetente Person zu sachkundige Person;
- b) Änderung von Bauvorlagen zu technische Unterlagen;
- c) Änderung von Konstruktion zu Design;
- d) Änderung von Herstellung zu Ausführung;
- e) Änderung von Lastannahmen zu Einwirkungen;
- f) Änderung von schwingende Beanspruchung zu Ermüdungsbeanspruchung;
- g) Änderung von Befestigung zu Verbindung;
- h) Änderung von Risikobegrenzung zu Risikominderung;
- i) Änderung von Fahrzeuge zu Fahrgasteinheit;
- j) Änderung von Anlageprüfbuch zu Prüfbuch;
- k) Überarbeitung des gesamten Textes und Anpassung des Satzbaus entsprechend der oben aufgeführten Änderungen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN CEN ISO/TR 7250-2, *Wesentliche Maße des menschlichen Körpers für die technische Gestaltung — Teil 2: Anthropometrische Datenbanken einzelner nationaler Bevölkerungen*

DIN EN ISO 7250-1, *Wesentliche Maße des menschlichen Körpers für die technische Gestaltung — Teil 1: Körpermaßdefinitionen und -messpunkte*

DIN EN ISO 14118, *Sicherheit von Maschinen — Vermeidung von unerwartetem Anlauf*

— Leerseite —

<i>Titel de:</i>	Sicherheit von Fahrgeschäften und Vergnügungsanlagen — Teil 1: Konstruktion, Bemessung und Herstellung
<i>Titel en:</i>	Safety of amusement rides and amusement devices — Part 1: Design and manufacture
<i>Titel fr:</i>	Sécurité des manèges et des dispositifs de divertissement — Partie 1 : Conception et fabrication

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	8
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	13
4 Anforderungen an die Bemessung und Planung	18
4.1 Technische Unterlagen	18
4.1.1 Allgemeines	18
4.1.2 Risikobeurteilung des Designs	19
4.1.3 Bau- und Betriebsbeschreibung	19
4.1.4 Konstruktions- und Ausführungszeichnungen	19
4.1.5 Rechnerische Nachweise	20
4.2 Auswahl der Werkstoffe	21
4.2.1 Allgemeines	21
4.2.2 Empfohlene Stähle	21
4.2.3 Aluminiumlegierungen	21
4.2.4 Holz	21
4.2.5 Kunststoffverbundwerkstoffe	22
4.2.6 Beton	22
4.2.7 Verbindungselemente für tragende Bauteile	22
4.2.8 Normen für Seile, Ketten, Sicherheitsvorrichtungen, Anschluss- und Verbindungsteile	22
4.3 Einwirkungen	23
4.3.1 Allgemeines	23
4.3.2 Ständige Einwirkungen	24
4.3.3 Veränderliche Einwirkungen	24
4.3.4 Erdbebenlasten	29
4.3.5 Zuschläge	29
4.3.6 Einwirkungs-Kombinationen	31
4.4 Statische Berechnung — Grundsätze	32
4.4.1 Allgemeines	32
4.4.2 Berechnungsgrundsätze für bestimmte Fahrgeschäftstypen	33
4.4.3 Sonstige Bahnen mit schienengebundenen Fahrzeugen	37
4.5 Standsicherheitsnachweise	38
4.5.1 Sicherheit gegen Kippen, Gleiten und Abheben)	38
4.6 Bodenverankerung	41
4.6.1 Allgemeines	41
4.6.2 Bemessungswert der Tragfähigkeit von Gewichtsankern (Beanspruchbarkeit)	41
4.6.3 Tragfähigkeit von Stabankern	41
4.6.4 Prüfen von Ankern (umfassend)	44
4.6.5 Berechnung von Ankerkräften (Beanspruchungen)	44
4.6.6 Weitere Anforderungen	45
4.6.7 Unterpallungen	46
4.7 Festigkeitsnachweise	46
4.7.1 Allgemeines	46
4.7.2 Vorwiegend ruhende statische Beanspruchung	47

4.7.3	Ermüdungsbeanspruchung	47
4.7.4	Schrauben.....	50
4.7.5	Seile, Ketten, Sicherheitsvorrichtungen, Anschluss- und Verbindungsteile	53
4.8	Bauliche Durchbildung und Konstruktion.....	55
4.8.1	Anordnung, Zugänglichkeit	55
4.8.2	Sicherheitsmaßnahmen gegen das Lösen von Verbindungen	55
4.8.3	Regelmäßig lösbare Verbindungen	55
4.8.4	Formgebung ermüdungsbeanspruchter Teile.....	56
4.8.5	Unterstützungen	56
4.8.6	Zentralmasten	56
4.8.7	Korrosions- und Fäulnisschutz	56
5	Anforderungen an Design und Herstellung von Vergnügungsanlagen	56
5.1	Risikoverringerung durch übliches Design und übliche Sicherheitsvorkehrungen.....	56
5.1.1	Allgemeines	56
5.1.2	Risikobeurteilung.....	56
5.1.3	Risikominderung bei Podien, Rampen, Böden, Treppen und Laufstegen.....	57
5.1.4	Risikominderung durch Barrieren, Zäune und Schutzvorrichtungen.....	62
5.1.5	Schutzvorrichtungen an Maschinenteilen.....	66
5.1.6	Risikominderung bei Zu- und Abgängen	66
5.1.7	Risikominderung bei Fahrzeugen	68
5.1.8	Anforderungen aufgrund von Sondermaßnahmen	80
5.2	Zusätzliche Sicherheitsanforderungen für verschiedene Arten von Vergnügungsanlagen	81
5.2.1	Fahrgeschäfte mit vertikaler Achse.....	81
5.2.2	Fahrgeschäfte mit horizontaler Achse.....	84
5.2.3	Kanal- oder schienenengebundene Vergnügungsanlagen.....	86
5.2.4	Autoscooter	88
5.2.5	Rennbahnen/Gokarts	93
5.2.6	Mini-Motorräder für Kinder.....	94
5.2.7	Bootsfahrgeschäfte	95
5.2.8	Wasserbahnen	96
5.2.9	Rutschbahnen, Rutschen usw.	97
5.2.10	Schaugeschäfte, Buden, Ausspielungs- und Verkaufsgeschäfte, Spiegelkabinette, Belustigungsgeschäfte, Labyrinth, Schlaghämmer und Ähnliches	98
5.2.11	Schießbuden und -wagen, Schießgeräte.....	101
5.3	Mechanische Systeme	103
5.3.1	Hydraulische und pneumatische Bauteile	103
5.3.2	Hebe- und Fördervorrichtungen als feste Bestandteile eines Fahrgeschäfts	105
5.4	Herstellung und Lieferung	108
5.4.1	Hersteller.....	108
5.4.2	Qualitätssicherung — Qualitätsplan	109
5.4.3	Herstellungsprozess.....	111
5.4.4	Sicherheitsvorkehrungen bei der Herstellung.....	113
5.4.5	Elektrische Installationen	113
5.5	Lieferung.....	113
5.5.1	Handbücher	113
5.5.2	Besondere Hinweise.....	115
5.5.3	Zeichnungen und Schaltpläne.....	115
5.6	Design Dokumentation.....	115
5.6.1	Allgemeines	115
5.6.2	Baubeschreibung und technische Spezifikation/Information	116
5.7	Prüfbuch der Vergnügungsanlage.....	117
5.7.1	Allgemeines	117
5.8	Technische Unterlagen.....	118
5.8.1	Allgemeines	118
5.8.2	Inhalt.....	118

5.8.3 Kennzeichnung.....	119
Anhang A (normativ) Elektrische Anlagen und Steuerungssysteme.....	120
A.1 Elektrische Anlagen.....	120
A.1.1 Allgemeines.....	120
A.1.2 Schutz gegen elektrischen Schlag.....	120
A.1.3 Schutz gegen Blitzschlag.....	121
A.1.4 Beleuchtung.....	121
A.1.5 Generatoren.....	122
A.1.6 Heizgeräte und elektrische Beleuchtungen.....	122
A.1.7 Kommunikationssystem.....	122
A.2 Steuerungssysteme.....	122
A.2.1 Allgemeines.....	122
A.2.2 Sicherheitsbezogene Steuerungsfunktionen.....	123
A.2.3 Sicherheitsrelevante Parameter.....	125
A.2.4 Fahrgast-Rückhaltevorrichtungen.....	125
A.2.5 Fallsicherungen.....	127
A.2.6 Blockieren von Sicherheitsfunktionen.....	128
A.2.7 Betriebsarten.....	128
A.2.8 Sicherheitsfunktion zur Verhinderung von Kollisionen.....	131
Anhang B (informativ) Steuerungssysteme — Bewährte Verfahren.....	133
B.1 Schutz.....	133
B.2 Beispiel der Blockzonen-Logik.....	133
B.3 Anforderungen bezüglich der Positionierung von Sensoren und Bremseinrichtungen.....	134
Anhang C (informativ) Anleitung bezüglich des Designs von Fahrgasteinheiten.....	135
Anhang D (informativ) Prüfbuch für eine Vergnügungsanlage.....	140
Anhang E (informativ) Liste der wichtigsten beim Betrieb und bei der Nutzung von Fahrgeschäften auftretenden Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse für Zuschauer und Fahrgäste.....	161
Anhang F (informativ) Besucherverhalten.....	164
F.1 Anwendungsbereich.....	164
F.2 Begriffe.....	164
F.2.1 Allgemeines.....	164
F.2.2 Einsteigender Fahrgast.....	164
F.2.3 Fahrender Fahrgast.....	164
F.2.4 Aussteigender Fahrgast.....	164
F.2.5 Wartender Fahrgast.....	164
F.2.6 Verhalten.....	164
F.2.7 Vorhersehbares Verhalten.....	164
F.2.8 Eltern/Elternteil oder Begleitperson.....	165
F.2.9 Kind.....	165
F.2.10 Besucherinformationen.....	165
F.2.11 Kind, das von den Eltern oder Begleitpersonen begleitet wird.....	165
F.3 Altersklassifikation und grundlegende Fähigkeiten.....	166
F.4 Menschliche Faktoren.....	167
F.5 Allgemeine Strategie zur Risikominderung hinsichtlich des Besucherverhaltens.....	167
F.5.1 Allgemeines.....	167
F.5.2 Erwachsene.....	168
F.5.3 Zugangsverweigerung.....	168
F.5.4 Normales Verhalten.....	168
F.5.5 Unzulässiges Verhalten.....	168
Anhang G (informativ) Eingeschränkte Zugänglichkeit zu Vergnügungsanlagen.....	170

Anhang H (informativ) Lichtraumprofil für Fahrgäste	173
H.1 Designkriterien	173
H.2 Anthropometrische Ausgangsdaten.....	173
H.3 Verfahren zur Festlegung der Grenzen des Lichtraumprofils	173
H.3.1 Dokumentation	173
H.3.2 Voraussetzungen	174
H.3.3 Lichtraumprofile	174
H.3.4 Gefährdungen und damit verbundene Klassen der Lichtraumprofile	175
Anhang I (informativ) Wirkung von Beschleunigungen auf Fahrgäste	176
I.1 Medizinische Verträglichkeit — Allgemeines	176
I.2 Fahrgeschäfte.....	177
I.2.1 Allgemeines	177
I.2.2 Allgemeine Festlegungen und Beschränkungen.....	177
I.2.3 Beschleunigung in X-Richtung.....	178
I.2.4 Beschleunigung in Y-Richtung.....	179
I.2.5 Beschleunigung in Z-Richtung (parallel zur Wirbelsäule).....	179
I.2.6 Kombinationen.....	180
I.3 Beschleunigungswechsel.....	181
I.3.1 Beschleunigungswechsel in X- und Y-Richtung.....	181
I.3.2 Übergänge in Z-Richtung	182
I.4 Beispiel zur Ermittlung zulässiger Beschleunigungen.....	184
Literaturhinweise.....	185

Bilder

Bild 1 — Anprallwinkel (α).....	29
Bild 2 — Stoßfaktor/Rücklaufhöhe	37
Bild 3 — Stabanker	43
Bild 4 — Faktoren zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Stabankern	43
Bild 5 — Einwirkungen auf Anker.....	45
Bild 6 — Risikobeurteilungen	57
Bild 7 — Höhenunterschied zwischen Podien.....	59
Bild 8 — Freiraum zwischen Treppe und Geländer	60
Bild 9 — Maße von Treppenstufen	61
Bild 10 — Laufbandrichtungen im Verhältnis zum Zugang/Abgang eines Fahrgastes	62
Bild 11 — Allgemeine Freiräume von Handgriffen.....	63
Bild 12 — Beispiele für Zäune und Barrieren mit vorwiegend vertikaler Innenausfachung	65
Bild 13 — Beispiele für Zäune und Barrieren mit Maschen oder Paneelen als Innenausfachung	65
Bild 14 — Beispiele für Zäune und Barrieren mit dekorativen Elementen als Innenausfachung	66
Bild 15 — Beispiele des parallelen und seitlichen Einstiegs in ein sich bewegendes Fahrzeug.....	67
Bild 16 — Vertikaler Sicherheitsabstand vom Boden und seitlicher Sicherheitsabstand für Fahrgäste	70
Bild 17 — Vertikaler Sicherheitsabstand vom Sitz und seitlicher Sicherheitsabstand für Fahrgäste	70
Bild 18 — Mindestsicherheitsabstand für die Beine in hängenden Sitzen	71

Bild 19 — Sicherheitsabstand für frei fahrende Fahrzeuge.....	71
Bild 20 — Relative Position der Lichtraumprofile	72
Bild 21 — Fahrgast-Koordinatensystem.....	74
Bild 22 — Fahrgastrückhaltediagramm.....	75
Bild 23 — Vertikale Achsen, ein Freiheitsgrad.....	81
Bild 24 — Vertikale Achse mit mehr als einem Freiheitsgrad.....	82
Bild 25 — Veränderliche Neigung mit mehr als einem Freiheitsgrad	82
Bild 26 — Verschiedene veränderlich geneigte Achse	82
Bild 27 — Horizontale Hauptachse (mit drehbar gelagerten Gondeln)	84
Bild 28 — Horizontale Hauptachse (nicht drehbar gelagerte Gondeln, mit maschinell Antrieb)	84
Bild 29 — Nicht kraftbetriebene horizontale Hauptachse (nicht drehbar gelagerte Gondeln, ohne maschinellen Antrieb)	84
Bild 30 — Schienengeführte Vergnügungsanlagen.....	86
Bild 31 — Autoscooter	89
Bild 32 — Autoscooter	90
Bild 33 — Beispiel eines typischen Stromabnehmerbügels	92
Bild 34 — Kontaktkraft einer Fahrbahn-Kontaktbürste	93
Bild 35 — Mindestabstand zu den Kanalwänden/Wänden der Wasserbahn	96
Bild 36 — Minimale und maximale Einstiegshöhe und Höhe der Seitenwände.....	97
Bild I.1 — Koordinatensystem bezogen auf den Fahrgast.....	176
Bild I.2 — Beschleunigungs-Zeitdauer-Grenzen für Beschleunigungen in X-Richtung (senkrecht zur Wirbelsäule)	178
Bild I.3 — Beschleunigungs-Zeitdauer-Grenzen für Beschleunigungen in Y-Richtung.....	179
Bild I.4 — Beschleunigungs-Zeitdauer-Grenzen für Beschleunigungen in Z-Richtung (parallel zur Wirbelsäule)	179
Bild I.5 — Beispiele für zulässige kombinierte Werte von Beschleunigungen X-, Y- und Z-Richtung	181
Bild I.6 — Vergleich von zulässigen und nicht zulässigen Beschleunigungswechseln in X- und Y-Richtung	182
Bild I.7 — Übergänge von anhaltender Schwerelosigkeit zu positiven Beschleunigungen	183
Bild I.8 — Beispiel für die Ermittlung der zulässigen Beschleunigungen anhand von Zeitverlaufsdaten.....	184

Tabellen

Tabelle 1 — Sicherheitsbeiwerte beim Nachweis gegen Kippen, Gleiten und Abheben	39
Tabelle 2 — Reibbeiwerte μ	40
Tabelle 3 — Bemessungswert der Tragfähigkeit von Ankern	41

Tabelle 4 — Teilsicherheitsbeiwert für die Ermüdungsfestigkeit, bei Anwendung des Berechnungsverfahrens nach EN 1993-1-9 (Beanspruchbarkeit).....	48
Tabelle 5 — Zulässige Schubspannung τ_m bei vorwiegend ruhender Beanspruchung je Schraube und Scherfläche senkrecht zur Schraubenachse	51
Tabelle 6 — Vorspannkkräfte und Anzugsmomente von Schrauben entsprechend EN 14399-4/EN 14399-6, EN ISO 4014/EN ISO 4017	52
Tabelle 7 — Vereinfachter Ansatz der Widerstandskraft der Schrauben.....	52
Tabelle 8 — Charakteristische Festigkeit für Halte- und Abspannseile aus Einzeldrähten mit einer Nennfestigkeit von 1 570 MPa beim Ermüdungsfestigkeitsnachweis.....	53
Tabelle 9 — Teilsicherheitsbeiwerte für Seile aus Natur- oder Kunstfasern	54
Tabelle 10 — Ausgangsbreite	67
Tabelle 11 — Seitliche Mindestsicherheitsabstände	69
Tabelle 12 — Mindestanforderungen für die Klassen von Fahrgast-Rückhaltevorrichtungen	79
Tabelle 13 — Sicherheitsabstände für Autoscooter	88
Tabelle A.1 — Überwachung der Verriegelung/Entriegelung der Rückhaltevorrichtung.....	126
Tabelle A.2 — Rückmeldung der Position der Rückhaltevorrichtung.....	126
Tabelle A.3 — Rückmeldung der Einrast-/Verriegelungsvorrichtung der Rückhaltevorrichtung.....	126
Tabelle C.1 — Bauteile der Fahrgasteinheit.....	136
Tabelle C.2 — Körpermaße.....	138
Tabelle C.3 — Körpermaße und empfohlene Bereiche	139
Tabelle E.1 — Beispiele der Gefährdungen, die für Vergnügungsanlagen gelten	161
Tabelle G.1 — Typische Informationen über die Zugänglichkeitsbeschränkungen, die Personen mit besonderen Bedürfnissen bzw. deren Begleitpersonen über eine bestimmte Vergnügungsanlage bereitzustellen sind	171
Tabelle H.1 — Begründungen der Lichtraumprofile.....	173
Tabelle H.2 — Gefährdungen und damit verbundene Klassen der Lichtraumprofile	175

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13814-1:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 152 „Fliegende Bauten auf Veranstaltungsplätzen und in Vergnügungsparks — Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis November 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2022 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt zusammen mit Teil 2 und Teil 3 EN 13814:2004.

EN 13814 besteht unter dem allgemeinen Titel *Sicherheit von Fahrgeschäften und Vergnügungsanlagen* aus folgenden Teilen:

- Teil 1: *Konstruktion, Bemessung und Herstellung*
- Teil 2: *Betrieb, Instandhaltung und Gebrauch*
- Teil 3: *Anforderungen an die Überprüfung während Konstruktion, Bemessung, Herstellung, Betrieb und Gebrauch*

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Gegenstand des vorliegenden Dokumentes ist die Festlegung von Sicherheitsanforderungen für bauliche Strukturen und maschinelle Anlagen, die Bestandteil von oder in ihrer Gesamtheit Vergnügungsanlagen sind. Die Sicherheitsanforderungen dienen dem Schutz von Personen vor einem Unfallrisiko aufgrund von Mängeln beim Entwurf, bei der Herstellung und während des Betriebs dieser Strukturen oder Anlagen.

Anhang A (normativ) enthält Anleitungen zu elektrischen Anlagen und Steuerungssystemen.

Anhang B (informativ) enthält bewährte Verfahren für Steuerungssysteme.

Anhang C (informativ) enthält Anleitungen für Fahrgasteinheiten.

Anhang D (informativ) enthält ein Muster für das Anlagenprüfbuch einer Vergnügungsanlage.

Anhang E (informativ) enthält eine Auflistung der Gefährdungen, die Fahrgeschäfte betreffen.

Anhang F (informativ) enthält Leitlinien zum Besucherverhalten.

Anhang G (informativ) enthält Leitlinien zur eingeschränkten Zugänglichkeit zu Vergnügungsanlagen.

Anhang H (informativ) enthält Leitlinien zum Lichtraumprofil für Fahrgäste.

Anhang I (informativ) erläutert die Beschleunigungseinwirkungen auf die Fahrgäste.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument definiert grundlegende Sicherheits-Anforderungen bezüglich Entwurf, Berechnung, Konstruktion, Herstellung und Aufstellung von mobilen, vorübergehend oder dauerhaft installierten Vergnügungsanlagen, die für den Gebrauch durch Personen als Freizeitbeschäftigung vorgesehen sind, wie z. B. Karusselle, Schaukeln, Boote, Riesenräder, Achterbahnen, Rutschen, Buden, Schaugeschäfte und Aufbauten für artistische Vorstellungen. Im Folgenden als Vergnügungsanlagen, Fahrgeschäfte oder Fliegende Bauten genannt, sind diese sowohl zu einem wiederholten Aufbau ohne Substanzverlust als auch vorübergehend oder dauerhaft auf Veranstaltungsplätzen, in Vergnügungsparks oder anderen Örtlichkeiten vorgesehen. Feste Tribünen, Bau- und andere Gerüste sowie entfernbar landwirtschaftliche Konstruktionen und einfache münzbetriebene Vergnügungsanlagen für Kinder, die bis zu drei Kinder tragen sowie Sport- und Freizeitanlagen, wie Wasserrutschen oder Sommerrodelbahnen, Spielplatzgeräte, Seilgärten, Kletterwände, Hüpfburgen, Trampoline, Schwimmbadgeräte (diese Liste ist nicht vollständig) sind nicht Gegenstand dieses Dokumentes.

Für alle Einrichtungen, die nicht von den Anforderungen nach EN 13814-1 behandelt werden, gelten die entsprechenden Normen.

Dieses Dokument kann auch für den Entwurf ähnlicher Bauten oder fahrgastbefördernder Vergnügungsanlagen verwendet werden, selbst wenn diese hier nicht explizit erwähnt sind.

Für Belange des Arbeits- und Gesundheitsschutzes gelten nationale Vorschriften.

Dieses Dokument gilt für die Herstellung und für größere Modifikationen von Vergnügungsanlagen und Fahrgeschäften, deren Entwurf nach dem Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Dokumentes datiert.

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 349, *Sicherheit von Maschinen — Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen*

EN 818 (alle Teile), *Kurzgliedrige Rundstahlketten für Hebezwecke — Sicherheit*

EN 1090-2:2018, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken*

EN 1090-3:2008, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 3: Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken*

EN 1176 (alle Teile), *Spielplatzgeräte und Spielplatzböden*

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

EN 1993-1-1, *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 1993-1-9, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-9: Ermüdung*

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

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 12195-2, *Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen — Sicherheit — Teil 2: Zurrgurte aus Chemiefasern*

EN 13796-1, *Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für den Personenverkehr — Fahrzeuge — Teil 1: Befestigungen am Seil, Laufwerke, Fangbremsen, Kabinen, Sessel, Wagen, Instandhaltungsfahrzeuge, Schleppvorrichtungen*

EN 13814-2:2019, *Sicherheit von Fahrgeschäften und Vergnügungsanlagen — Teil 2: Betrieb, Instandhaltung und Gebrauch*

EN 13814-3:2019, *Sicherheit von Fahrgeschäften und Vergnügungsanlagen — Teil 3: Anforderungen an die Überprüfung während Konstruktion, Bemessung, Herstellung, Betrieb und Gebrauch*

EN 14399 (alle Teile), *Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubverbindungen im Metallbau*

EN 50172, *Sicherheitsbeleuchtungsanlagen*

EN 60204-1:2006, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2006)*

EN 60204-32, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 32: Anforderungen für Hebezeuge (IEC 60204-32)*

HD 60364-4-41, *Errichten von Niederspannungsanlagen — Teil 4-41: Schutzmaßnahmen — Schutz gegen elektrischen Schlag (IEC 60364-4-41)*

HD 60364-5-54, *Errichten von Niederspannungsanlagen — Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel — Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter (IEC 60364-5-54)*

HD 60364-7-740, *Elektrische Anlagen von Gebäuden — Teil 7-740: Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art — Vorübergehend errichtete elektrische Anlagen für Aufbauten, Vergnügungseinrichtungen und Buden auf Kirmesplätzen, Vergnügungsparks und für Zirkusse (IEC 60364-7-740)*

EN 61558-1, *Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten, Drosseln und dergleichen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen (IEC 61558-1)*

EN 61800-5-2, *Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl — Teil 5-2: Anforderungen an die Sicherheit — Funktionale Sicherheit (IEC 61800-5-2)*

EN 62061, *Sicherheit von Maschinen — Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme (IEC 62061)*

EN 62305 (alle Teile), *Blitzschutz (IEC 62305, alle Teile)*

EN ISO 898-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regelgewinde und Feingewinde (ISO 898-1)*

EN ISO 3834-2, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 2: Umfassende Qualitätsanforderungen (ISO 3834-2)*

EN ISO 3834-3, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen (ISO 3834-3)*

EN ISO 3834-4, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 4: Elementare Qualitätsanforderungen (ISO 3834-4)*

EN ISO 4014, *Sechskantschrauben mit Schaft — Produktklassen A und B (ISO 4014)*

EN ISO 4016, *Sechskantschrauben mit Schaft — Produktklasse C (ISO 4016)*

EN ISO 4017, *Mechanische Verbindungselemente — Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf — Produktklassen A und B (ISO 4017)*

EN ISO 4018, *Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf — Produktklasse C (ISO 4018)*

EN ISO 4032, *Sechskantmutter (Typ 1) — Produktklassen A und B (ISO 4032)*

EN ISO 4034, *Sechskantmutter (Typ 1) — Produktklasse C (ISO 4034)*

EN ISO 4413, *Fluidtechnik — Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile (ISO 4413)*

EN ISO 4414, *Fluidtechnik — Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile (ISO 4414)*

EN ISO 5817:2014, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817:2014)*

EN ISO 9606-1, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle (ISO 9606-1)*

EN ISO 9606-2, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 2: Aluminium und Aluminiumlegierungen (ISO 9606-2)*

EN ISO 9692-1, *Schweißen und verwandte Prozesse — Arten der Schweißnahtvorbereitung — Teil 1: Lichtbogenhandschweißen, Schutzgasschweißen, Gasschweißen, WIG-Schweißen und Strahlschweißen von Stählen (ISO 9692-1)*

EN ISO 9692-2, *Schweißen und verwandte Verfahren — Schweißnahtvorbereitung — Teil 2: Unterpulverschweißen von Stahl (ISO 9692-2)*

EN ISO 9692-3, *Schweißen und verwandte Prozesse — Arten der Schweißnahtvorbereitung — Teil 3: Metall-Inertgasschweißen und Wolfram-Inertgasschweißen von Aluminium und Aluminiumlegierungen (ISO 9692-3)*

EN ISO 9712:2012, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung (ISO 9712:2012)*

EN ISO 10042:2018, *Schweißen — Lichtbogenschweißverbindungen an Aluminium und seinen Legierungen — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 10042:2018)*

EN ISO 12100:2010, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010)*

EN ISO 13849 (alle Teile), *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen (ISO 13849)*

EN ISO 13857, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen (ISO 13857)*

EN ISO 14119, *Sicherheit von Maschinen — Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen — Leitsätze für Gestaltung und Auswahl (ISO 14119)*

EN ISO 14120, *Sicherheit von Maschinen — Trennende Schutzeinrichtungen — Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen (ISO 14120)*

EN ISO 14731, *Schweißaufsicht — Aufgaben und Verantwortung (ISO 14731)*

EN ISO 14732, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14732)*

EN ISO 17635, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Allgemeine Regeln für metallische Werkstoffe (ISO 17635)*

ISO 10474, *Steel and steel products — Inspection documents*

ISO 14118, *Safety of machinery — Prevention of unexpected start-up*

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:

- ISO Online browsing platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Vergnügungsanlage

Gruppierung von Einrichtungen, die den gewünschten Vergnügungseffekt oder die gewünschte Unterhaltung herbeiführen, wenn sich der *Fahrgast* (3.28), in erster Linie durch sein eigenes Handeln, durch sie hindurch oder auf ihr bewegt, oder jedes andere System, das nicht unter den Begriff *Fahrgeschäft* (3.2) fällt

3.2

Fahrgeschäft

Einrichtung, die dafür ausgelegt ist, die *Fahrgäste* (3.28) unter Einbezug der Folgen biomechanischer Effekte während der Fahrt zu unterhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Dokument wird das Wort „*Vergnügungsanlage*“ stets mit Bezug auf eine *Vergnügungsanlage* (3.1) oder auf ein *Fahrgeschäft* (3.2) verwendet.

3.3

Aufsichtsperson

geschulte Person, die ernannt wurde, unter der Aufsicht eines *Bedieners* (3.27) beim öffentlichen Betrieb einer *Vergnügungsanlage* (3.1) mitzuwirken

3.4

Barriere

Vorrichtung, die dafür vorgesehen ist, zu verhindern, dass der Benutzer herunterfällt und Objekte unterquert und auch als Zaun verwendet werden kann

3.5

geschlossene Rückhaltevorrichtung

geschlossene Stellung, in der die *Rückhaltevorrichtung* (3.37) während des Betriebs der Anlage verbleiben soll, um den *Fahrgast* (3.28) zurückzuhalten

3.6

sachkundige Person

Person, die nachweisen kann, dass sie durch Ausbildung, Weiterbildung oder Erfahrung oder durch eine Kombination daraus über das Wissen und die Fähigkeiten verfügt, die ihr die Durchführung einer bestimmten Aufgabe ermöglicht

3.7

Betreiber

Fahrgeschäftsbetreiber

Person oder Organisation, welche die allgemeine Verfügungsgewalt über eine *Vergnügungsanlage* (3.1) hat. Hierbei kann es sich um eine natürliche oder juristische Person handeln, die Eigentümer der *Vergnügungsanlage* (3.1) ist, oder um einen Konzessionär oder Pächter, welchem der Eigentümer für eine bestimmte Zeit die Verfügungsgewalt über die Vergnügungsanlage überlassen hat

3.8

Prüfung der Technischen Unterlagen

Prüfung aller zutreffender Technischer Unterlagen um die Sicherheit einer Vergnügungsanlage zu bestimmen

3.9

Risikobeurteilung des Designs

DRA, en: design risk assessment

Dokument, das vom *Designer* (3.10) als Hilfsmittel für ein sicheres Design innerhalb des vereinbarten Lieferumfangs erstellt wird

3.10

Designer

Ingenieur

Person oder Stelle, die für das Design einer Vergnügungsanlage (oder Modifikationen daran) verantwortlich ist, einschließlich unter anderem der Festlegung und Beschreibung der Konfiguration der Vergnügungsanlage, der Durchführung angemessener Risikobeurteilung(en), des Festigkeitsnachweises (einschließlich Ermüdungsfestigkeit), der Auslegung und Festlegung elektrischer/elektronischer Steuerungssysteme, der Definition der akzeptablen Qualitätsgrenzen für die Fertigung, der Festlegung von Prüfkriterien und der Bereitstellung der benötigten Dokumentation

3.11

Prüfbuch der Vergnügungsanlage

Buch und/oder elektronische Datei, das bzw. die alle erforderlichen Daten über den Betrieb und die Geschichte einer Vergnügungsanlage enthält

3.12

ausfallsicher

Merkmal eines Systems, eines Bauteils, eines Verbindungselements oder eines Geräts, das bei Versagen einen sicheren Zustand aufrechterhält

3.13

Zaun

in einer Ebene angebrachte Struktur, die eine Fortbewegung über eine Abgrenzung einschränken oder verhindern soll

3.14

Tor

Teil eines *Zauns* (3.13) oder einer *Barriere* (3.4), der geöffnet werden kann, um den Zutritt oder das Verlassen zu ermöglichen

3.15

Geländer

Struktur, die den Benutzer vor dem Herunterfallen schützen soll

3.16

Besucher

Gast

Person, die mit einer Vergnügungsanlage interagieren kann

3.17

Handlauf

Holm, der dem Benutzer beim Halten des Gleichgewichts behilflich sein soll

3.18

Erstabnahme

Prüfung der Technische Unterlagen und Berechnungen, Nachweise, Untersuchungen und Überprüfungen, die von der *Prüfstelle* (3.19) erbracht bzw. durchgeführt werden, bevor eine Vergnügungsanlage erstmalig mit Fahrgästen in Betrieb genommen wird

3.19

Prüfstelle

Organisation, die in der Lage ist, Überprüfungen, Tests und Abnahmen an Vergnügungsanlagen durchzuführen

3.20

einrastende Rückhaltevorrichtung

Rückhaltevorrichtung (3.37), die gegen Öffnen durch Einrastung gesichert ist. Sie kann durch vorsätzliche Betätigung durch den *Fahrgast* (3.28) oder den *Bediener* (3.27) geöffnet werden. Dazu können auch *Rückhaltevorrichtungen* (3.37) (z. B. Fallbügel [en: drop bars]) zählen, die durch Schwerkraft, Sperrhaken oder andere Vorrichtungen in ihrer Position verbleiben

3.21

Genehmigungsstelle

nationale Behörde oder Stelle, die rechtlich befugt ist, Ausführungs- oder Betriebsgenehmigungen für eine Vergnügungsanlage zu erteilen und die dazugehörigen Dokumente auszustellen

3.22

verriegelnde Rückhaltevorrichtung

Rückhaltevorrichtung (3.37), die gegen Öffnen durch Verriegelung gesichert ist. Sie kann nur durch vorsätzliche Betätigung durch den *Bediener* (3.27) oder durch eine andere Vorrichtung, die sich außerhalb der Reichweite des *Fahrgasts* (3.28) befindet, geöffnet werden.

3.23

Maschinenbauteil

Bauteil einer Baugruppe, in der sich mindestens ein Bauteil bewegt (ausgenommen durch Schwingung und Verformung)

3.24

größere Modifikation

sicherheitsbezogene Veränderung des Designs oder der Steuerung einer *Vergnügungsanlage* (3.1), die zu einer Abweichung von den ursprünglichen Spezifikationen führt, u. a. der Einbau eines neuen oder der Ersatz eines alten *sicherheitsbezogenen Bauteils* (3.41)

3.25

Hersteller

natürliche oder juristische Person, die für das Design und Herstellung eines Produktes verantwortlich ist, mit der Absicht, es unter ihrem Namen auf den Markt zu bringen

Anmerkung 1 zum Begriff: Jede juristische Person, die entweder ein Produkt unter ihrer eigenen Herstellerbezeichnung oder unter ihrem eigenen Warenzeichen auf den Markt bringt oder es so modifiziert, dass die Übereinstimmung mit geltenden Anforderungen beeinflusst sein könnte, sollte als Hersteller betrachtet werden und sollte den Verpflichtungen eines Herstellers nachkommen.

3.26

Risikobeurteilung des Betriebs und der Nutzung

OURA, en: operation and use risk assessment

Dokument, das vom *Betreiber* (3.7) erstellt wird, und das eine ausführliche Beschreibung aller berücksichtigten Risiken enthält, die während aller Betriebs- und Nutzungszustände der Vergnügungsanlage auftreten können, sowie die Maßnahmen für deren Reduzierung

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff wird ausführlich in 5.1.2.3 erläutert.

3.27

Bediener

geschulte Person, die von dem *Betreiber* (3.7) einer Vergnügungsanlage ernannt wurde und für den öffentlichen Betrieb der *Vergnügungsanlage* (3.1) verantwortlich ist

3.28

Fahrgast

Benutzer

Kunde

Person, die eine Vergnügungsanlage benutzt

3.29

Fahrgastzelle

Bauteile der Fahrgastschutzeinrichtung: [z. B. Sitzvorrichtungen, Fußraum, *Handläufe* (3.17) und Fahrgast-Rückhaltevorrichtungen], die konstruiert wurden, um zu verhindern, dass sich die *Fahrgäste* (3.28) eines Fahrgeschäfts, sei es aufgrund der durch das Fahrgeschäft wirkenden Kräfte oder aufgrund ihres vernünftigerweise vorhersehbaren Verhaltens, außerhalb eines vorgegebenen Bereichs bewegen

3.30

Fahrgastreichweite

physischer Raum, den ein *Fahrgast* (3.28) während eines Fahrablaufs erreichen kann, wenn er eine ordnungsgemäße Position im *Fahrgeschäft* (3.2) oder in der *Vergnügungsanlage* (3.1) eingenommen hat, die durch die Risikobeurteilung festgelegt ist, und ausschließlich durch das Fahrzeug, die Sitzgeometrie und die Rückhaltevorrichtung begrenzt wird

3.31

Fahrgasteinheit

PU, en: passenger unit

(Fahrzeug, Gondel, Sitz, Zug, Scooter, Rodel, usw.) Teil bzw. Teile eines *Fahrgeschäfts* (3.2), die zur Aufnahme der *Fahrgäste* (3.28) bestimmt sind

3.32

Genehmigung

Berechtigung zum Betrieb einer Vergnügungsanlage in einem bestimmten Mitgliedstaat, die von einer gesetzlich bevollmächtigten Stelle nach erfolgreicher Abnahme und/oder Untersuchung vergeben wird

3.33

Podium

horizontale oder geneigte Fläche, die sich über die angrenzende Fläche erhebt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 5.1.3.2 für die maximale Neigung des Podiums.

3.34

vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung

Verwendung einer Vergnügungsanlage in einer Weise, die vom *Designer* (3.10) nicht vorgesehen ist, sich jedoch aus dem leicht vorhersehbaren menschlichen Verhalten ergeben kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Anhang F (Besucherverhalten) enthält eine nicht vollständige Auflistung von menschlichen Verhaltensweisen.

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, 3.24, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.35

Redundanz

Existenz von mehr als einem Gerät oder System, oder eines Bauteils eines Geräts oder Systems, mit dem Ziel sicherzustellen, dass bei Ausfall eines dieser Bauteile, Geräte oder Systeme ein jeweils anderes dessen Funktion übernehmen wird

3.36

Reparatur

Wiederherstellen eines einwandfreien Zustands bei Bauteilen oder Baugruppen

3.37

Rückhaltevorrichtung

System, Vorrichtung oder Merkmal, das die Körperbewegung verhindern oder einschränken soll und/oder die Körperhaltung so aufrechterhalten soll, dass der *Fahrgast* (3.28) die auf ihn im *Fahrgeschäft* (3.2) oder in der *Vergnügungsanlage* (3.1) einwirkenden Beschleunigungen vertragen kann

3.38

sicheres Anhalten

Anhalten eines *Fahrgeschäfts* (3.2) auf sichere Weise und in sicherer und stabiler Endstellung

3.39

Lichtraumprofil

Raum, in den mit einem beliebigen Körperteil des *Fahrgasts* (3.28) in einem *Fahrgeschäft* (3.2) während des Fahrablaufs eingedrungen werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Lichtraumprofil entspricht der *Fahrgastreichweite* (3.30) zuzüglich eines angemessenen Spielraums, wie in Anhang H festgelegt.

3.40

sicherheitsgerichtete Steuerung

SRCS, en: safety-related control system

Anlagen-Steuerung, die aus elektronischen, elektrischen, pneumatischen, hydraulischen und/oder mechanischen Baugruppen besteht, die die Anlage überwacht und regelt um die Sicherheit des *Gastes* (3.16) herzustellen und zu erhalten

3.41

sicherheitsbezogenes Teil oder Bauteil

Teil oder Bauteil einer *Vergnügungsanlage* (3.1), von dem die Sicherheit der *Fahrgäste* (3.28) abhängt, wie in der *Risikobeurteilung des Designs* (3.9) und/oder in der *Risikobeurteilung des Betriebs und der Nutzung* (3.26) festgestellt

3.42

Instandhaltung

Austausch oder Wiederherstellung durch Überprüfung des Zustands von Komponenten, einschließlich Fluiden, für die vorgesehen ist, sie in bestimmten Abständen auszutauschen, aufzufüllen oder zu überprüfen

3.43

Schaugeschäft

Bude oder ähnliche geschlossene Anlage, die Aufführungen, Aktivitäten oder Spiele zur Unterhaltung der Besucher enthält, ohne den *Besucher* (3.16) dabei zu befördern

3.44

Zuschauer

Person in der Nähe einer *Vergnügungsanlage* (3.1). Üblicherweise definiert als eine Person, die dem Betrieb der Vergnügungsanlage zuschaut oder wartet, bis sie Zugang zur Benutzung der Vergnügungsanlage erhält

3.45

tragendes Bauteil

Strukturbauteil

berechnetes lastabtragendes Teil, das vom *Designer* (3.10) nicht als *Maschinenbauteil* (3.23) eingestuft wurde

3.46

anhaltende Beschleunigung

Beschleunigungsereignis mit einer Einwirkdauer von mindestens 200 ms

3.47

Fliegender Bau

Vergnügungsanlage, die so ausgelegt ist, dass sie aufgestellt und wieder abgebaut werden kann, und deren Zeitraum der Aufstellung drei Monate nicht überschreiten darf

3.48

Hauptprüfung

Verfahren und Prüfung, mittels welcher die *Prüfstelle* (3.19) feststellt, ob der sichere Betrieb der Vergnügungsanlage auch in Zukunft möglich ist oder ob Mängel bestehen, die umgehend bzw. innerhalb einer bestimmten Frist zu beheben sind

3.49

Probefahrt

Fahrt der *Vergnügungsanlage* (3.1) zu Testzwecken, bei der keine *Fahrgäste* (3.28) befördert werden

4 Anforderungen an die Bemessung und Planung

4.1 Technische Unterlagen

4.1.1 Allgemeines

Zu den Technischen Unterlagen gehören alle für die Beurteilung der Stand- und Betriebssicherheit der Vergnügungsanlage erforderlichen Unterlagen, einschließlich der Risikobeurteilung des Designs (DRA). Sie müssen für jegliche Abnahme durch die unabhängigen Prüfstellen verfügbar sein. Diese Dokumente müssen

alle Bauzustände für den Betrieb der Vergnügungsanlage umfassen. Zu diesem Zweck sind eine Bau- und Betriebsbeschreibung, Konstruktionszeichnungen und umfassende Spannungs-, Ermüdungs- und Standsicherheitsnachweise nach 4.1.4 sowie eine Beurteilung der Betriebssicherheit notwendig.

4.1.2 Risikobeurteilung des Designs

Für weitere Einzelheiten siehe 5.1.2.2.

4.1.3 Bau- und Betriebsbeschreibung

In dieser Beschreibung ist die Vergnügungsanlage, insbesondere ihr Design, Betriebsarten und bauliche Struktur, zu erläutern. Ausreichende Angaben über mechanische (hydraulische, pneumatische), elektrische und elektrotechnische Anlagen, einschließlich aller Steuerungssysteme, müssen beschrieben werden. Zur Beschreibung müssen auch Angaben über Besonderheiten der Vergnügungsanlage und eventuelle Aufstellungsvarianten gehören. Auch Einzelheiten zu Hauptmaßen und darüber hinausgehenden Bewegungsräumen, Begrenzungen, Besonderheiten des Designs, der Werkstoffe, Bewegungsabläufen, Antriebsarten, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen, elektrotechnischen Einrichtungen, Funktions- und Betriebsabläufen sowie eventuellen Einschränkungen des Benutzerkreises müssen beschrieben werden.

4.1.4 Konstruktions- und Ausführungszeichnungen

Konstruktions- und Ausführungszeichnungen sind für alle Baugruppen, Untereinheiten und Einzelteile erforderlich, bei deren Bruch oder Versagen die Stand- oder Betriebssicherheit der Anlage gefährdet werden könnte. Die Zeichnungen müssen alle die für die Prüfungen und Abnahmen notwendigen Maße, einschließlich der Grenzabmaße, soweit zutreffend, und Querschnittswerte sowie Angaben zu Werkstoffen, baulichen Strukturen, Befestigungs- und Verbindungsmitteln und die maßgeblichen Geschwindigkeiten enthalten.

Zu den Konstruktionszeichnungen müssen mindestens, soweit zutreffend, gehören:

- Übersichtszeichnungen im Grund- und Aufriss sowie Schnitte, je nach Größe der Vergnügungsanlage in einem leserlichen Maßstab; Angabe des für die beweglichen Teile erforderlichen Freiraums;
- Detailzeichnungen in größerem Maßstab von allen in den Übersichtszeichnungen nicht klar erkennbaren Bauteilgruppen sowie Detailzeichnungen von Verbindungen und einzelnen bau-, maschinen- und elektrotechnischen Teilen, welche sich auf die Sicherheit und den Betrieb der Vergnügungsanlage auswirken könnten;
- zu diesem Zweck kann die Darstellung folgender Teile erforderlich sein:
 - Drehwerke, Hub- und Schwenkeinrichtungen einschließlich ihrer Lager, Antriebe und Steuerungen, Hub- und Schwenkbereiche;
 - Fahrzeuge bzw. Gondeln u. Ä., in allen notwendigen Ansichten und Schnitten, mit Angabe der Außenmaße, der für die Fahrgäste wichtigen Innenmaße (Sitze, Seiten- und Rückenlehnen, Bein- und Fußraum), Festhaltungsmöglichkeiten sowie Verriegelungs- und Sicherungseinrichtungen;
 - Fahrwerke mit Angaben zu Lauf-, Führungs- und Gegenrädern, deren Lager, Achsen, Wellen und ihrer Befestigung sowie Freigängigkeit gegenüber dem Fahrzeug, Lenkung und Steuerung sowie Rücklaufsicherung, Entgleisungs- und Kippsicherungen, Puffer, Anhängavorrichtungen, Schutzeinrichtungen, Antriebe und Bremsen sowie Verankerung mit dem Untergrund;
- Pneumatik-, Hydraulik-, Elektro- und Elektronikschaltpläne.

4.1.5 Rechnerische Nachweise

Alle berechneten lastabtragenden Teile können entweder als Strukturbauteile oder als Maschinenbauteile eingestuft werden.

Der Designer muss die Einstufung aller berechneten lastabtragenden Teile vor Beginn der Nachweise eindeutig und endgültig festlegen.

Alle Konstruktionsberechnungen für ein bestimmtes Bauteil müssen mit einer festgelegten Konstruktionsgrundnorm übereinstimmen. Den jeweiligen Herstellungsanforderungen von Konstruktionsnormen muss Rechnung getragen werden.

Die Einstufung führt den Designer zum geeigneten Nachweisverfahren, das angewendet werden kann.

Die Nachweise müssen Folgendes umfassen:

- Nachweise gegen Tragwerks- und Querschnittsversagen;
- Nachweise gegen Ermüdungsversagen;
- Nachweis gegen Instabilität, d. h. Knicken von Stäben, Platten- und Schalenbeulen;
- erforderlichenfalls – Nachweis der Gebrauchstauglichkeit gegen den GZG;
- Nachweis der Lagesicherheit (Kipp-, Gleit- und Abhebesicherheit);
- dynamische (kinetische) Berechnungen (ausgenommen seismische Analysen).

ANMERKUNG Siehe Literaturhinweise für zugelassene Referenzdokumente.

Die vorstehend genannten Nachweise müssen mindestens enthalten:

- Einwirkungen unter Berücksichtigung der möglichen Betriebszustände bzw. der Aufstellungsvarianten. Bei bewegten Teilen sind Geschwindigkeit bzw. Drehzahl und Beschleunigung anzugeben. Spezielle beim Aufbau der Vergnügungsanlage auftretende Einwirkungen (z. B. Begehen von Teilen, die dafür nicht ausgelegt sind) sollten näher bestimmt und gesondert aufgeführt werden;
- Hauptmaße und Querschnittswerte aller tragenden Bauteile sowie detaillierte Angaben zur Beurteilung der Ermüdungsfestigkeit;
- Angaben zu Werkstoffen und Bauteilen;
- Ermittlung der ungünstigsten Spannungen (Ober- und Unterspannung und Spannungsschwingbreite) und Angaben über die zulässige Beanspruchung der tragenden Bauteile und Verbindungen. Erscheinen die Berechnungen zur Beurteilung der Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZT) von Bauteilen unzureichend, so kann der Nachweis auch durch eine Prüfung nach der einschlägigen Prüfnorm erbracht werden. Das Prüflabor muss bezüglich der erforderlichen Anzahl von Prüfungen, Probenentnahmen, des Prüfverfahrens und Prüfberichts usw. nach den maßgeblichen Europäischen Normen verfahren; falls keine Europäischen Normen bestehen, hat das Prüflabor nach äquivalenten nationalen Normen vorzugehen;
- Angaben über elastische Verformungen (Biegung, Torsion), wenn diese für die Stand- oder Betriebssicherheit der Vergnügungsanlage von Bedeutung sind;
- Angaben zu Bauteilen, die einer speziellen Überprüfung und Kontrolle nach 4.7 bedürfen.

4.2 Auswahl der Werkstoffe

4.2.1 Allgemeines

Es dürfen nur Werkstoffe verwendet werden, für die in anerkannten Europäischen Normen Bemessungsangaben enthalten sind.

Es sei denn, es wurden andere Werkstoffe hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit festgelegt und überprüft.

Müssen Verbindungen im Tragwerk geschweißt werden, so muss der Designer die Anforderungen an die Verbindung sowie die Schweißseignung der verwendeten Werkstoffe besonders beachten.

4.2.2 Empfohlene Stähle

4.2.2.1 Allgemeines

Stähle, deren genormte technologische Werte (mechanische und chemische Eigenschaften) in Europäischen, nationalen oder internationalen Normen aufgeführt sind, dürfen verwendet werden.

4.2.2.2 Stähle für tragende Bauteile

Stähle für tragende Bauteile sollten EN 10025 entsprechen.

Mindestwerte sind:

Streckgrenze $R_{eH} = 235 \text{ MPa}$;

Zugfestigkeit $R_m = 350 \text{ MPa}$;

Kerbschlagenergie $K = 27 \text{ J}$ bei $T = +20 \text{ °C}$, Probekörper für den Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy.

Je nach Beanspruchung (Schlag und Ermüdung), Temperatur und Dicke muss die Kerbschlagenergie gegebenenfalls erhöht werden, z. B. $K = 27 \text{ J}$ bei $T = -20 \text{ °C}$, Probekörper für den Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy.

Andere Stähle, deren technologische Werte (mechanische und chemische Eigenschaften) in nationalen oder internationalen Normen aufgeführt sind, dürfen ebenfalls verwendet werden.

4.2.2.3 Stähle für Maschinenbauteile

Die Stähle müssen den international anerkannten Normen oder Richtlinien entsprechen, die die Konstruktionsanforderungen enthalten.

4.2.3 Aluminiumlegierungen

Aluminiumlegierungen sind nach EN 1999-1-1 auszuwählen.

Aluminiumlegierungen mit einer Bruchdehnung von $\varepsilon < 8 \%$ sollten nicht für dynamisch belastete Bauten verwendet werden.

4.2.4 Holz

Holz ist in Übereinstimmung mit international anerkannten Normen und Richtlinien auszuwählen.

Empfohlene Norm ist EN 1995-1-1.

4.2.5 Kunststoffverbundwerkstoffe

Kunststoffverbundwerkstoffe sind in Übereinstimmung mit geltenden internationalen Normen und international anerkannten Richtlinien auszuwählen.

4.2.6 Beton

Die Betongüteklasse ist nach international anerkannten Normen zu wählen.

Empfohlene Norm ist EN 1992-1-1.

4.2.7 Verbindungselemente für tragende Bauteile

Bolzen, Schrauben und Niete müssen EN ISO 898-1 und der Normenreihe EN 14399 entsprechen.

Die Festigkeitsklasse 12.9 darf nicht verwendet werden.

Andere Bolzen, die den einschlägigen Normen entsprechen, dürfen für Maschinen und Mechanismen verwendet werden.

Niete sind nach Europäischen Normen bzw. bei Nichtvorhandensein Letzterer nach nationalen Normen zu wählen.

Blindniete sind nach Europäischen Normen bzw. bei Nichtvorhandensein letzterer nach nationalen Normen zu wählen oder ihre Eignung für den vorgesehen Zweck muss experimentell nach EN 1993-1-8 und 4.1.5 nachgewiesen werden.

4.2.8 Normen für Seile, Ketten, Sicherheitsvorrichtungen, Anschluss- und Verbindungsteile

4.2.8.1 Allgemeines

Zusätzlich zur Berechnung der Tragfähigkeit von Werkstoffen und Zubehörteilen, die einen direkten Einfluss auf die Sicherheit der Fahrgäste bzw. der Besucher haben, sind auch Bescheinigungen, Kennzeichnungen oder Prüfungen des Herstellers bereitzustellen.

Bei der Verwendung von Seilen, Ketten, Sicherheitsschließvorrichtungen und deren Anschluss- und Verbindungsteilen sollten insbesondere folgende Normen beachtet werden:

4.2.8.2 Stahlseile

Drahtseile aus Stahldraht	EN 12385
Endverbindungen für Drahtseile aus Stahldraht — Sicherheit	EN 13411
Klemmen für Drahtseile	EN 13411
Einzelteile für Anschlagmittel	EN 1677
Schäkel	EN 13889

4.2.8.3 Faserseile

Faserseile für allgemeine Verwendung — Festlegung bestimmter physikalischer und mechanischer Eigenschaften EN ISO 2307

Faserseile für allgemeine Verwendung — Allgemeine Spezifikation EN ISO 9554

Kunststoffseile

— Polyamid-Faserseile — Doppelgeflechtausführung EN ISO 10554

— Polyester-Faserseile — Doppelgeflechtausführung EN ISO 10547

— Faserseile — Polyester — 3-, 4- und 8-litzige Seile EN ISO 1141

— Faserseile aus Polyester/Polyolefin-Doppelfaserseile EN ISO 10556

— Polyolefingemisch-Faserseile EN ISO 10572

— Faserseile — Polypropylen-Splitfilm, Monofilament und Multifilament (PP2) und hochfestes Polypropylen-Multifilament (PP3) — 3-, 4- und 8-litzige Seile EN ISO 1346

— Faserseile — Hochmodulares Polyethylen — 8-litzige geflochtene Seile, 12-litzige geflochtene Seile und ummantelte Seile EN ISO 10325

Naturfaserseile

— Faserseile — Manila und Sisal — 3-, 4- und 8-litzige Seile EN ISO 1181

— Faserseile für allgemeine Verwendung — Hanf EN 1261

4.2.8.4 Ketten

Für kurzgliedrige Rundstahlketten für Hebezwecke siehe Normenreihe EN 818, Sicherheit.

Liegen keine Europäischen Normen oder keine anderen internationalen Normen vor, dürfen nationale Normen angewendet werden.

4.3 Einwirkungen

4.3.1 Allgemeines

Die Vorgaben für Einwirkungen, Lasten und Entwurf für lasttragende Teile von Vergnügungsanlagen müssen generell den Regelwerken nach folgender Reihenfolge ausgewählt werden:

- nach den Festlegungen dieses Dokuments (EN 13814-1:2019);
- nach einer Norm, die in den Normativen Verweisungen dieses Dokuments (Abschnitt 2) angegeben ist;
- nach einer offiziellen nationalen Norm des Landes, in dem die Vergnügungsanlage zum Einsatz kommt, wenn signifikante örtliche Bedingungen (z. B. Wind, Seismik usw.) dies erfordern.

Die folgenden maßgebenden ausführlichen Regeln, Einstellungen und Betrachtungen im Zusammenhang mit Bau- und Tragwerksnormen müssen – wegen der Besonderheit von Vergnügungsanlagen – für alle üblichen Anwendungen angewendet werden.

4.3.2 Ständige Einwirkungen

Im Allgemeinen ist für Vergnügungsanlagen eine sehr genaue Annahme der ständigen Einwirkungen möglich.

Sofern Abweichungen auftreten können, müssen die Werte $G_{k,sup}$ und $G_{k,inf}$ berücksichtigt werden, um die zutreffende Reaktion des Bauwerks beurteilen zu können. Andernfalls ist ein einziger charakteristischer Wert G_k ausreichend. Die Werte sind folgendermaßen definiert:

G_k charakteristischer Wert der ständigen Einwirkung;

$G_{k,sup}$ oberer charakteristischer Wert;

$G_{k,inf}$ unterer charakteristischer Wert.

In den vorstehend angegebenen Werten sind die tatsächliche Eigenlast der lasttragenden Struktur, des Zubehörs und der technischen Einrichtungen, die für den Betrieb erforderlich sind, einschließlich Verkleidung, textilen Geweben und dekorativen Elementen enthalten. Der Einfluss von trockenem und nassem Werkstoff ist in $G_{k,sup}$ und $G_{k,inf}$ zu berücksichtigen.

Die ständigen Einwirkungen sind nach internationalen Normen zu bestimmen. Die tatsächliche Eigenlast von Maschinenteilen, elektrischen Einrichtungen und Fahrzeugen wie z. B. Wagen oder Gondeln ist nachzuweisen.

4.3.3 Veränderliche Einwirkungen

4.3.3.1 Verkehrslasten

4.3.3.1.1 Allgemeines

Diese bestehen aus äußeren Lasten und aufgebrachten Zwängungen (z. B. Verkehrslasten, Lasten aus Bewegung, dynamische Lasten, Wind- und Schneelasten, Temperaturbeanspruchungen oder Setzungen), die auf ein Bauteil wirken und in Bezug auf ihre Größe, Richtung oder Angriffspunkt während des normalen Betriebs veränderlich sein können (zeitliche sowie räumliche Änderung).

4.3.3.1.2 Lotrechte Verkehrslasten

4.3.3.1.2.1 Fahrgasteinheiten (Fahrzeuge, Wagen, Gondeln)

Für jede Person älter als 10 Jahre:

$Q_k = 0,75 \text{ kN}$ für alle Ermüdungsberechnungen;

$Q_k = 0,75 \text{ kN}$ für statische Berechnungen für Einheiten mit mehr als 4 Fahrgästen;

$Q_k = 1,35 \text{ kN} - ((n - 1) \times 0,15 \text{ kN})$ für statische Berechnungen mit $n = 1$ bis 4 Fahrgästen.

Dabei ist $1 \leq n \leq 4$.

ANMERKUNG 1 Diese statischen Lasten stellen keine betriebliche oder allgemeine Grenze oder Anforderung für die Masse dar und brauchen nicht in allgemeinen Berechnungen (z. B. Verrutschen, Kippen usw.) der Einheit oder des Fahrgeschäfts selbst berücksichtigt zu werden.

ANMERKUNG 2 Bei Anwendung spezieller Fahrgasteinheiten für größere Personen müssen die vorstehend erwähnten Werte der Lastannahmen korrigiert werden.

Der Designer sollte möglicherweise je nach Sitzkonfiguration, Art des Fahrgeschäftes und anthropometrischen Daten eine höhere Masse berücksichtigen.

Für jede Person bis zu 10 Jahren:

$Q_k = 0,40 \text{ kN}$ für Ermüdungs- und statische Berechnungen.

Bei Anwendung der reduzierten Lasten für Personen bis zu 10 Jahren müssen die Beschränkungen deutlich am Fahrgeschäft und im Handbuch angegeben sein.

4.3.3.1.2.2 Sonstige lotrechte Lasten

Die folgenden Werte für vertikale Verkehrslasten sind für alle begehbaren Bereiche anzunehmen.

Allgemeiner öffentlicher Zugang:

- | | |
|---------------------------------|---|
| $q_k = 3,5 \text{ kN/m}^2$ | für Böden, Treppen, Podeste, Rampen, Zu- und Abgänge u. Ä. in Fahrgeschäften und anderen Einrichtungen; |
| $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$ | für Tribünen und deren Treppen und Podeste mit fest eingebauten Sitzen; und als erhöhter Wert für vorstehend genannte Kategorien, falls besonders dichte Menschenmengen erwartet werden; |
| $q_k = 7,5 \text{ kN/m}^2$ | für Tribünen und deren Treppen und Podeste ohne Sitze oder mit nicht fest eingebauten Sitzen; und als erhöhter Wert für vorstehend genannte Kategorien, falls besonders dichte Menschenmengen erwartet werden. |
| $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$ | in von Besuchern während des Betriebs begangenen Dreh- bzw. Auslegerbereichen (Aus- und Einsteigen); oder die doppelte Fahrgastlast aller Fahrzeuge und Wagen nach 4.3.3.1.2.1, wobei der ungünstigere Fall anzunehmen ist, um eine ausreichende Berücksichtigung des Fahrgastwechsels sicherzustellen; |
| $Q_k = 1,0 \text{ kN je Stufe}$ | für Treppen; alternativ eine Flächenlast nach vorstehenden Abschnitten, wobei der ungünstigere Fall anzunehmen ist; |
| $q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$ | für Sitzbretter pro Sitzreihe und für Fußböden zwischen festen Sitzreihen, es sei denn, es ergeben sich höhere Lasten aus der Anwendung von Flächenbelastungen ($Q_k = 3,5 \text{ kN/m}^2$). |

Nicht zugänglich für die Öffentlichkeit:

- | | |
|----------------------------|---|
| $q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$ | für alle Fußböden, Podien, Rampen, Treppen, Laufstege u. Ä., die von einzelnen Personen begangen werden; oder |
| $Q_k = 1,5 \text{ kN}$ | als Einzellast, wobei der ungünstigere Fall anzunehmen ist. |

4.3.3.1.2.3 Waagerechte Verkehrslasten

Die folgenden Werte horizontal aufgebrachter Lasten müssen angewendet werden:

- a) für aufgeständerte, begehbare Podien werden 10 % der vertikalen Verkehrslasten nach 4.3.3.1.2.2 angewendet;
- b) für Barrieren, Zäune, Geländer, Wandtafeln u. Ä.

Bei Böden mit öffentlichem Zugang, die für eine Flächenlast von $Q_k = 3,5 \text{ kN/m}^2$ ausgelegt sind, gilt:

$p_k = 0,5 \text{ kN/m}$ auf den Handlauf;

$p_k = 0,1 \text{ kN/m}$ auf Höhe des Zwischenholmes.

Für Bereiche mit öffentlichem Zugang, die für eine Flächenlast von $Q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$ und $Q_k = 7,5 \text{ kN/m}^2$ ausgelegt sind, gilt:

$p_k = 1 \text{ kN/m}$ auf den Handlauf;

$p_k = 0,15 \text{ kN/m}$ auf Höhe des Zwischenholmes.

Für Bereiche ohne öffentlichen Zugang, die für eine Flächenlast von $Q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$ ausgelegt sind, gilt:

$p_k = 0,30 \text{ kN/m}$ auf den Handlauf;

$p_k = 0,10 \text{ kN/m}$ auf Höhe des Zwischenholmes.

Bei Wandtafeln ohne speziellen Handlauf sind die vorstehend genannten Werte entweder auf Handlaufhöhe anzuwenden oder, wenn zutreffend nicht höher als 1,2 m.

4.3.3.2 Antriebs- und Bremskräfte

Antriebskräfte und Bremskräfte sind für den gewählten Antrieb (z. B. Gleichstrommotor, Drehstrommotor, Hydraulikmotor usw.) und die gewählten Bremsen zu berechnen und mit ihren jeweiligen Werten in der Berechnung anzusetzen. Bei Hydraulikzylindern sind die Einflüsse aus Anfahren und Abbremsen durch konstruktive Maßnahmen erfassbar klein zu halten und rechnerisch zu berücksichtigen.

Im Allgemeinen sind die Brems- bzw. Anfahrkräfte entsprechend der tatsächlichen Brems- bzw. Motorleistung zu berechnen (Beschleunigung/Verzögerung):

$$B = a_b \times (m_v + m_p) \quad (1)$$

Dabei ist

B die Kraft beim Bremsen bzw. Anfahren;

a_b die Beschleunigung beim Bremsen bzw. Anfahren;

m_v die Masse der bewegten Teile ohne Berücksichtigung der Fahrgäste;

m_p die Gesamtmasse der Fahrgäste nach 4.3.3.1.2.1.

Bei kreisförmigen Bewegungen sind die entsprechenden Parameter in die Gleichung einzusetzen. Es ist darauf zu achten, dass Geschwindigkeitswandler (z. B. Übersetzungen, Getriebe) dabei berücksichtigt werden. Ein eventueller Stoßfaktor ist ebenfalls zu berücksichtigen (siehe auch 4.3.5.2).

Bei Fahrgeschäften, deren Geschwindigkeiten einen Wert von 3 m/s nicht überschreiten, können, wenn kein genauerer Nachweis geführt wird, die Beschleunigungen bzw. Verzögerungen mit $a_b = 0,7 \text{ m/s}^2$ angenommen werden.

Stillsetzen im Notfall (Not-Halt) muss als statischer Lastfall berücksichtigt werden.

4.3.3.3 Lasten auf Abstütz- und Rückhaltevorrichtungen

Diese Lasten sind bei dem Design von Rückhaltevorrichtungen und Fahrgasteinheiten sowie Handläufen oder Geländern und Abstützeinrichtungen in Fahrzeugen zu berücksichtigen. Zu berücksichtigen sind alle wichtigen Situationen während des Fahrablaufs, u. a. Ein- und Aussteigen sowie Notsituationen. Die von den Fahrgästen, die sich gegen die Rückhaltevorrichtungen oder andere Teile der Fahrgasteinheit (z. B. Fußablagen) stemmen, verursachten Kräfte sind ebenfalls zu berücksichtigen. Die Größe der maximalen Abstützkkräfte hängt im Einzelnen von dem jeweiligen Design der Fahrgasteinheit ab und resultiert aus den bewussten Handlungen der Fahrgäste. Bei der Berechnung sollten für diese Kräfte jedoch stets Werte von mindestens 500 N je Person angesetzt werden.

4.3.3.4 Windlasten

4.3.3.4.1 Allgemeines

Die Normen zu Windlasten, die auf Vergnügungsanlagen wirken, müssen in der folgenden Reihenfolge ausgewählt werden:

- nach den Festlegungen dieses Dokuments;
- nach einer Norm, die in den „Normativen Verweisungen“ dieses Dokuments angegeben ist;
- nach einer offiziellen nationalen Norm des Landes, in dem die Vergnügungsanlage zum Einsatz kommt, wenn signifikante örtliche Bedingungen (z. B. Wind, Seismik usw.) dies erfordern.

ANMERKUNG Dynamische Effekte durch Wind können an Bauten in Leichtbauweise auftreten.

4.3.3.4.2 Windlasten (außer Betrieb)

Die Windlasten (außer Betrieb) für dauerhaft aufgestellte Vergnügungsanlagen müssen nach EN 1991-1-4 bestimmt werden und, sofern diese nicht zutrifft, nach den örtlichen Kennwerten für Wind, für die eine Wahrscheinlichkeit der jährlichen Überschreitung von $P = 2 \%$ bestimmt wurde.

Die Windlasten (außer Betrieb) bei fliegenden Bauten dürfen verringert werden, indem der folgende Faktor auf die Basiswindgeschwindigkeit angewendet wird:

- $c_{\text{prob}} = 0,85$, falls der Zeitraum der Aufstellung kürzer als drei Monate ist.

Zusätzliche Mittel zum Schutz und/oder zur Verstärkung dürfen vom Designer festgelegt werden. In diesem Fall muss der Designer detaillierte Verfahren für den Schutz und/oder die Verstärkung und entsprechende Windgeschwindigkeiten angeben.

4.3.3.4.3 Windlasten im Betriebszustand (in Betrieb)

Die Windlasten im Betriebszustand (in Betrieb) müssen den örtlichen Kennwerten für Wind entnommen werden; unter Berücksichtigung einer 10-minütigen Basiswindgeschwindigkeit von $v_{b,0} = 15 \text{ m/s}$ und einer Böengeschwindigkeit (3 s Böe) von 21 m/s , gemessen in 10 m Höhe.

Die Windwiderstandsfläche der Verkehrslast (z.B. Umrisse der Fahrgäste) ist in der Berechnung zu berücksichtigen.

4.3.3.5 Schneelasten

Schneelasten müssen entsprechend den örtlich geforderten oder international anerkannten Normen berücksichtigt werden.

Schneelasten müssen nicht berücksichtigt werden, wenn die Vergnügungsanlagen:

- in Regionen aufgestellt werden, in denen Schnee sehr unwahrscheinlich ist;
- nur in schneefreien Jahreszeiten betrieben werden;
- so konstruiert und betrieben werden, dass sich kein Schnee auf der Vergnügungsanlage ansammeln kann;
- betrieben und gleichzeitig Vorbeugemaßnahmen zur Verhinderung einer Schneeansammlung auf der Vergnügungsanlage ergriffen werden.

Letzteres kann durch Erfüllen aller nachfolgend aufgezählten Anforderungen erreicht werden:

- ausreichende Heizvorrichtungen sind installiert und betriebsbereit;
- die Heizung wird vor Einsetzen des Schneefalls eingeschaltet;
- die Vergnügungsanlage wird so beheizt, dass die gesamte Dachverkleidung auf allen Teilen eine Außenflächentemperatur von über $+2 \text{ °C}$ aufweist;

Wenn durch Entfernen des Schnees stets sichergestellt werden kann, dass eine Schneehöhe von $h = 8 \text{ cm}$ nicht überschritten wird, dann kann bei Vergnügungsanlagen eine reduzierte Schneelast von $0,2 \text{ kN/m}^2$ über die gesamte Dachfläche angenommen werden.

Diese Einschränkungen bezüglich der Schneelasten sind in das Anlagenprüfbuch der Vergnügungsanlage einzutragen.

4.3.3.6 Massenkkräfte (Fliehkräfte, Kreiselkräfte und Corioliskräfte)

Trägheitskräfte sind stets nach den jeweils vorherrschenden Bedingungen zu bestimmen.

4.3.3.7 Planmäßiger Anprall während des Betriebs

Die Wirkungen der Anprallkräfte müssen nur bei unmittelbar betroffenen tragenden Bauteilen und den zugehörigen Verbindungen berücksichtigt werden.

Der Anprall ist an der ungünstigsten Stelle des betroffenen Bauteils anzunehmen, und die Berechnung muss auf der Masse eines vollbesetzten Fahrzeuges, m_{tot} , basieren, außer wenn der planmäßige Anprall ausschließlich während des Betriebs mit leerem Fahrzeug stattfinden kann.

Die Anprallkraft F (in N) muss wie folgt berechnet werden:

$$F = 9,81 \times m_{\text{tot}} \times \sin \alpha \quad (2)$$

Dabei ist

m_{tot} die Masse des vollbesetzten Fahrzeugs, in kg;

α der Winkel zwischen Fahrzeug und Bau (siehe Bild 1).

In jedem Fall muss der Wert für die Berechnung jedoch mindestens betragen:

$$F > 9,81 \times m_{\text{tot}} \times 0,3 \quad (3)$$

Alternativ kann ein dynamischer Nachweis erbracht werden.

Nicht-planmäßiger Anprall ist als außergewöhnliche Einwirkung zu berücksichtigen (siehe 4.3.6.3).

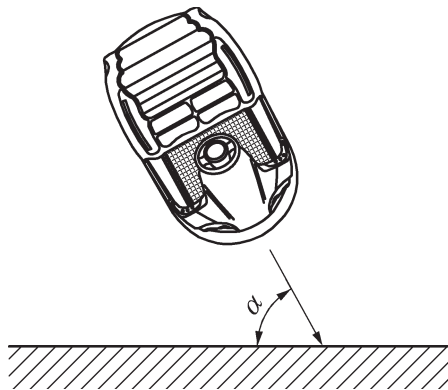


Bild 1 — Anprallwinkel (α)

4.3.4 Erdbebenlasten

Seismische Kräfte sind nur bei speziellem Erfordernis zu berücksichtigen; sie müssen nicht mit Windlastfällen kombiniert werden.

Die Notwendigkeit zur Berücksichtigung von seismischen Kräften muss in der DRA dokumentiert werden.

Seismische Kräfte müssen in Übereinstimmung mit örtlich geforderten oder international anerkannten Normen angenommen werden.

4.3.5 Zuschläge

4.3.5.1 Allgemeines

Sich bewegende und/oder sich verändernde Lasten, die z.B. von schienenengebundenen Fahrzeugen verursacht werden, können die Beanspruchungen auf unmittelbar belastete Strukturbauteile, verstärken. Daher müssen lastverstärkende Faktoren/Beiwerte hinsichtlich Einzelwirkung oder kombinierter Wirkung und Schwingungswirkungen berücksichtigt werden.

4.3.5.2 Stöße

Treten in der Tragkonstruktion oder in einzelnen ihrer Teile während der Fahrbewegung in der Stoßkräfte auf (z. B. an Schienenstößen oder durch Abnutzung), dann sind die betreffenden, sich bewegenden Lasten (Eigenlast und Verkehrslast) mit mindestens folgendem Stoßfaktor zu multiplizieren:

$$\varphi_1 = 1,2$$

es sei denn, das Design erfordert einen noch höheren Faktor. Werden während der Probeläufe an der fertigen Anlage wesentlich höhere Werte für die Stoßkräfte (z. B. durch Schienenstöße) festgestellt und können diese Stoßkräfte durch bauliche Maßnahmen nicht auf ihren Auslegungswert reduziert werden, dann ist der Stoßfaktor in einer modifizierten Berechnung entsprechend zu erhöhen.

Anfahr- und Bremskräfte, z. B. bei hydraulischen Zylindern, gelten nicht als Stoßkräfte (sondern als normale Verkehrslasten), siehe in diesem Zusammenhang auch 4.3.3.2.

4.3.5.3 Schwingungen direkt befahrener Bauteile

Aufgrund der Schwingwirkung in direkt befahrenen, Bauteilen, z. B. Achterbahnschienen, sind alle resultierenden Schnittgrößen mit folgendem Schwingbeiwert zu multiplizieren:

$$\varphi_2 = 1,2$$

Bei entsprechendem Nachweis darf ein niedrigerer Beiwert von $1,0 \leq \varphi_2 \leq 1,2$ angenommen werden. Ohne Schwingbeiwert können berechnet werden:

- Unterstützungen oder Aufhängungen der direkt befahrenen Bauteile;
- Bodenpressungen;
- Verformungen;
- Stand- und Gleitsicherheit.

Bei bestimmten Anlagen können zusätzliche bauliche Maßnahmen erforderlich werden, um unzulässige Schwingungen (z. B. Resonanzen) zu verringern oder zu dämpfen.

4.3.5.4 Beiwerte für kombinierte Stöße und Schwingungen

Ein Beiwert für die kombinierten Stoß- und Schwingungswirkungen kann im speziellen Fall verwendet werden, dass beide Auswirkungen nicht gleichzeitig und an demselben Ort auftreten. Die Schnittkräfte und Spannungen in Bauteilen von sämtlichen -direkt belasteten Bauteilen müssen mit einem Beiwert für kombinierte Stöße und Schwingungen multipliziert werden von mindestens:

$$\varphi_{1\&2} = 1,2$$

(z. B. Schienen).

Falls bekannt ist, dass der Stößeinfluss größer als 1,2 ist, müssen die individuellen Stoßfaktoren φ_1 mit dem realistischen Wert angewendet werden.

ANMERKUNG Der Inhalt in 4.3.5.2 und 4.3.5.3 gilt weiterhin.

4.3.6 Einwirkungs-Kombinationen

4.3.6.1 Allgemeines

Die Grenzzustände für Vergnügungsanlagen sind mit folgenden Kombinationen und Teilsicherheitsbeiwerten zu berechnen.

4.3.6.2 Grundkombinationen

Die Bemessungswerte der Einwirkungen sind wie folgt zu ermitteln:

$$\sum \gamma_G G_k = (\sum 1,35 \cdot G_k) \quad (4)$$

$$\sum \gamma_G G_k + \sum \gamma_Q Q_{k,i} (= \sum 1,1 \cdot G_k + \sum 1,35 \cdot Q_{k,i}) \quad (5)$$

Beide Fälle sind zu überprüfen; dabei ist:

$\gamma_G = 1,35$ der Teilsicherheitsbeiwert für ausschließlich ständige Einwirkungen (keine veränderlichen Einwirkungen);

$\gamma_G = 1,10$ der Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen, zusammen mit einer oder mehreren veränderlichen Einwirkungen;

$\gamma_G = 0,90$ der Teilsicherheitsbeiwert für günstig wirkende ständige Einwirkungen;

$\gamma_Q = 1,35$ der Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen;

G_k der charakteristische Wert für ständige Einwirkungen;

$q_{k,i}, Q_{k,i}$ der charakteristische Wert für veränderliche Einwirkungen.

ANMERKUNG Falls die ständige Einwirkung veränderlich ist, müssen deren höchsten und deren niedrigsten Werte berücksichtigt werden.

4.3.6.3 Außergewöhnliche Kombinationen

$$1,0 \cdot G_k + A_d + \sum 1,0 \cdot Q_{k,i} \quad (6)$$

Dabei ist

$Q_{k,i}$ der charakteristische Wert für veränderliche Einwirkungen;

A_d der Bemessungswert für außergewöhnliche Einwirkungen.

Außergewöhnliche Einwirkungen (z. B. seismische Kräfte) sind nur bei besonderem Erfordernis zu berücksichtigen. In solchen Fällen gilt Gleichung (6).

4.3.6.4 Ermüdungskombination

Jede Spannung bzw. Spannungsschwingbreite, die zum Gesamtkollektiv eines einzelnen Bauteils beiträgt, ist durch folgenden Teilsicherheitsbeiwert für Ermüdungslasten in den Nachweis einzubinden:

$$\gamma_{Ff} \geq 1,00$$

Kombinationsbeiwerte sind nicht anzuwenden.

4.4 Statische Berechnung — Grundsätze

4.4.1 Allgemeines

Die statische Berechnung muss nachweisen, dass die Grenzzustände niemals aufgrund von Einzeleinwirkung oder kombinierter Einwirkung nach 4.3 erreicht werden. Die Grenzzustände werden durch die Bemessungswiderstände festgelegt.

Es ist nachzuweisen, dass der Bemessungswert der Beanspruchungen die entsprechenden Bemessungswerte der Beanspruchbarkeiten des betreffenden Bauteils nicht überschreitet und dass die Grenzzustände der Tragfähigkeit sowie der Gebrauchstauglichkeit mit definierter Sicherheit nicht erreicht werden. Bezüglich Prüfungen siehe 4.1.5. Besondere Sorgfalt ist auf die Grenzzustände der Verformungs- und Standsicherheit von Vergnügungsanlagen zu verwenden, da hier der Verformungsgrenzwert entscheidend sein kann. Ein positiver Einfluss, der sich aus der Methode der Theorie zweiter Ordnung ergibt, darf berücksichtigt werden.

Alle Nachweise sind jeweils für die ungünstigste Beanspruchung aufzustellen. Dabei sind die ständigen, veränderlichen und außergewöhnlichen Einwirkungen sowie die dynamischen (Massen-)Kräfte stets in der Position und Größenordnung anzunehmen, welche für die zu berechnenden baulichen und mechanischen Teile die ungünstigsten Grenzzustände ergeben. Bei nicht fest installierten Bauteilen, mechanischen Teilen und sonstigen Einrichtungen ist außerdem zu untersuchen, ob durch Verschieben oder Entfernen dieser Teile ungünstigere Verhältnisse auftreten können.

Nicht genormte Gleichungen sind schriftlich mittels der Zeichen nach ISO-Normen oder anerkannten Normen zu dokumentieren. Für solche Gleichungen ist die Quelle anzugeben, wenn diese allgemein zugänglich ist. Anderenfalls ist die Ableitung der Gleichung so darzustellen, dass ihre Richtigkeit verifiziert werden kann.

Bei EDV-Berechnungen ist besonderes Augenmerk auf die Anforderungen an die Kontrolle von EDV-Berechnungen im Rahmen der Prüfung technischer Unterlagen zu legen. Eindeutige Angaben zu Software, Gleichungen, Einheiten usw. sind vorzulegen. Für die Berechnung wichtige Eingabe- und Ausgabedaten sind vollständig auszudrucken. Die Prüfung solcher Berechnungen muss durch unabhängige Vergleichsrechnungen und/oder mit einer unabhängigen Software ausgeführt werden. Im Zuge der Prüfung der technischen Unterlagen sind die Annahmen bezüglich der Eingabe- und Ausgabedaten umfassend zu überprüfen.

Der Bemessungswert der Beanspruchbarkeit, R_d , ist nach Gleichung (7) zu ermitteln:

$$R_d = R_k / \gamma_M \quad (7)$$

Dabei ist

R_k	der charakteristische Wert der Beanspruchbarkeit (z. B. Werkstoffeigenschaft);
$\gamma_M = 1,10$	der Teilsicherheitsbeiwert der Beanspruchbarkeit bei statischen Lastkombinationen (z. B. Werkstoffeigenschaft);
γ_{Mf}	der Teilsicherheitsbeiwert der Beanspruchbarkeit bei Kombinationen von Ermüdungslasten (siehe Tabelle 4, z. B. Werkstoffeigenschaft);
$\gamma_{Ma} = 1,00$	der Teilsicherheitsbeiwert der Beanspruchbarkeit (z. B. Werkstoffeigenschaft) bei außergewöhnlichen Kombinationen.

Bei anderen Werkstoffen als Stahl sind die in der entsprechenden ISO-Norm oder anerkannten Normen angegebenen Werte für γ_M zu berücksichtigen.

4.4.2 Berechnungsgrundsätze für bestimmte Fahrgeschäftstypen

4.4.2.1 Annahmen für Rundfahrgeschäfte

Fahrgeschäfte sind im Betriebszustand, im Ruhezustand, mit Voll- und Teilbeladung sowie mit ungleichmäßiger Belastung zu berechnen. Ungleichmäßige Belastung bedeutet, dass nur Sitze besetzt sind, die auf 1/4 bzw. auf 3/4 des Umfangs liegen. Für eine solche einseitige Belastung ist der allgemeine Spannungsnachweis/Stand sicherheitsnachweis zu erbringen.

Das durch die einseitige Belastung bei einer Besetzung der Sitze auf mindestens 1/6 des Umfangs entstehende Kippmoment darf nicht größer sein als das gleichzeitig vorhandene Standmoment ohne Berücksichtigung von Zugankern. Für diese einseitige Belastung ist die Ermüdungsfestigkeit nachzuweisen. Das Gleiche ist für eine einseitige Belastung auf 5/6 des Umfangs durchzuführen (siehe auch 4.6.3). Die entsprechenden Sektoren sind für den ungünstigsten Fall auszuwählen, wobei die sich auf dem Sektorrand befindenden Sitze in die Berechnung mit einzubeziehen sind.

Das gleiche Verfahren ist auf Gondeln mit mehreren Sitzen anstelle von Einzelsitzen anzuwenden. Sind mindestens 18 Sitze gleichmäßig über den Umfang verteilt, kann eine größere einseitige Belastung unter bestimmten Umständen bezüglich der Kippsicherheit maßgebend werden. Bei diesen Nachweisen sind die Teilsicherheitsbeiwerte nach Tabelle 1 in dem Quotienten aus $M_{Rk, stb}$ (Standmoment) und $M_{Ek, dst}$ (Kippmoment) zu berücksichtigen.

Kann sich ein Rundfahrgeschäft auch in die Gegenrichtung drehen, so sind für die Berechnung des Fahrgeschäfts beide Drehrichtungen in Betracht zu ziehen.

4.4.2.2 Annahmen für das Design von Fahrzeugen

Die Sitze und Gondeln sind unter Berücksichtigung der sich aus Eigenlast, Verkehrslast und aus der Bewegung ergebenden Kräfte zu bemessen. Gelenkig gelagerte Sitze sind so anzuordnen, dass keine Zwängungen auftreten können.

Auch die Befestigung der Sitze auf den Auslegern ist für die vorstehend genannten Kräfte auszulegen.

Die Seiten- und Rückenlehnen, Sicherheitsgurte, Ketten, Seile und zugehörigen Schließvorrichtungen müssen in der Lage sein, die vorstehend genannten Kräfte aus der Personenlast aufzunehmen. Die Bauart der Sitze und Gondeln ist so auszulegen und zu berechnen, dass die auftretenden Kräfte (z. B. Anfahr- und Bremskräfte, Stöße, Kräfte infolge ungleicher Beladung und Kräfte, die von Fahrgästen auf Rückhaltevorrichtungen, Handläufe oder Geländer usw. ausgeübt werden) sicher in die Konstruktion eingeleitet werden und Werkstoffermüdung vermieden wird.

4.4.2.3 Karusselle mit mehreren Bewegungen

4.4.2.3.1 Allgemeines

Bei Karussellen, bei denen sich die bewegten Teile um mehrere Achsen in verschiedenen Ebenen drehen, sind alle auftretenden Kräfte zu ermitteln. Dabei sind als Mindestanforderung die Winkelgeschwindigkeiten, die Fliehkräfte, die Corioliskräfte aufgrund des Richtungswechsels einer oder mehrerer Drehachsen und die Kreisel-, Anfahr- bzw. Bremskräfte sowie eventuell auftretende Stoßkräfte zu berücksichtigen.

4.4.2.3.2 Karusselle mit rein ebener Bewegung

Bei Rundfahrgeschäften, die eine ebene Bewegung bei konstanter Drehgeschwindigkeit um nur zwei parallele Achsen ausführen, können die absoluten Geschwindigkeiten und Beschleunigungen (unter Berücksichtigung der Relativbewegungen und Coriolisbeschleunigungen) berechnet werden.

4.4.2.3.3 Karusselle mit Auslegern auf einer Schienenbahn

4.4.2.3.3.1 Karusselle mit zentraler Auslegerführung und Innen- oder Außenantrieb

Bei dieser Art von Karussellen ist sorgfältig auf mögliche Zwängungen sowie Biege- und Torsionsmomente in den Auslegern zu achten, die sich aufgrund der Gondel- oder Sitzbefestigung ergeben. Die Schienen bzw. die Laufbahn sind so zu bemessen, dass die Durchbiegung unter der Radlast maximal $1/500$ der Spannweite zwischen den Schienenauflagern beträgt.

4.4.2.3.3.2 Karusselle ohne zentrale Führung

Die Kippsicherheit der Fahrzeuge ist durch geeignete Querneigung, mittels Gegenrädern o. Ä. bzw. gegebenenfalls durch beide Vorkehrungen sicherzustellen. Bei der ersten Berechnung der Kippsicherheit der Unterkonstruktion unter Verwendung eines Gesamt-Teilsicherheitsbeiwerts von mindestens $\gamma = 1,0$ darf die Verankerung im Untergrund nicht berücksichtigt werden. Zum Erreichen einer Kippsicherheit mit einem Teilsicherheitsbeiwert nach 4.5.1 darf die Verankerung in der Berechnung berücksichtigt werden.

4.4.2.3.3.3 Karusselle mit wellenartiger Laufbahn

Bei diesen Anlagen sind die Massenkräfte aufgrund der räumlichen Bewegung der Gondeln zu berücksichtigen.

4.4.2.3.3.4 Karusselle mit mehreren Drehwerken

Bei diesen Anlagen sind die Auswirkungen der Coriolis- und Kreiselmomente auf die Konstruktion zu untersuchen.

Bei nicht zwangsgesteuerten Drehbewegungen (d. h. freie Drehbarkeit und/oder fahrgastbedingte Drehung) sind die Auswirkungen der Drehungen der einzelnen Drehwerke zu untersuchen. Bei Auslegerflugkarussellen (z. B. Round-up, Twister, Hully-Gully), deren Gondeln gehoben werden können, sind die beim Heben und Senken, Anfahren und Bremsen auftretenden Kräfte unter Berücksichtigung ungünstig wirkender Stoß- und Fliehkräfte zu berücksichtigen.

Dabei sind die Auswirkungen der genannten Kräfte auf den einzelnen Ausleger, das gesamte Karussell und die Kippsicherheit des Karussells jeweils für die ungünstigste Position für die statischen Lastkombinationen zu untersuchen. Die in 4.3.3 enthaltenen Annahmen bezüglich der einseitigen Belastung sind zu berücksichtigen. Ermüdungsberechnungen nach 4.7.3 sind durchzuführen.

Die Hubvorrichtungen müssen zwängungsfrei gelagert und gegen Instabilität bemessen sein.

Gleiches gilt sinngemäß für Hubkarusselle. Unvermeidbare Beschleunigungen der Hubzylinder zu Beginn und Ende eines Hubvorgangs müssen, soweit sie nicht durch Dämpfer gemildert werden, bei der Bemessung der Karussellbauteile durch entsprechende Lasterhöhung berücksichtigt werden.

Bei Versagen der Druckleitungen der Hubzylinder darf die Absenkgeschwindigkeit den doppelten Wert der normalen betriebsgemäßen Absenkgeschwindigkeit bzw. $1,0 \text{ m/s}$ nicht überschreiten. Die Anforderungen von 5.3.2.8 sind einzuhalten.

4.4.2.4 Achterbahnen mit schienengebundenen Fahrzeugen

4.4.2.4.1 Allgemeines (Dynamik)

Die Längsneigung der Schiene ist so zu begrenzen, dass die sich rechtwinklig zu ihr ergebende Beschleunigung nicht weniger als 0,2 g beträgt. Dieser Wert gilt bei Zügen auch für das Fahrzeug mit der höchsten Geschwindigkeit. Sollte dieser Wert unterschritten werden, so sind die Fahrgäste nach 5.1.7.2 gegen Abheben zu sichern.

Die maximale Querneigung der Schiene ist an den Stellen, an denen die Fahrzeuge betriebsmäßig zum Stillstand kommen können (z. B. an Sicherheitsbremsen) auf 25° zu begrenzen, es sei denn, das Design der Fahrgasteinheit und die Auswertung der biomechanischen Effekte lassen einen höheren Wert zu. Der Schienenverlauf ist so zu wählen, dass der unmittelbare theoretische Beschleunigungssprung auf einen Wert von 2 g begrenzt ist. Dieser Wert bezieht sich auf den Massenschwerpunkt und schließt die Notwendigkeit weiterer Berechnungen der Beschleunigung auf den Fahrgast nicht aus. Geschwindigkeiten, Beschleunigungen und Kräfte können für den Massenschwerpunkt berechnet werden. Bei aneinander gekoppelten Fahrzeugen darf der gesamte Massenschwerpunkt angenommen werden.

Es muss eine Simulation der Bewegung über die Zeit durchgeführt werden, um Geschwindigkeit, Beschleunigungen und Kräfte zu ermitteln.

Da die Reibbeiwerte abhängig von der Einlaufzeit, des Designs, der Oberflächenbeschaffenheit der Schiene und der Witterung stark schwanken können, muss eine Messung der tatsächlichen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen durchgeführt werden. Die aufgezeichneten Daten aus der Messung müssen innerhalb der Design-Grenzwerte liegen.

Zur Bestimmung der einzelnen Radkräfte sind zusätzliche Berechnungen erforderlich.

Bei hohen Geschwindigkeiten der Fahrzeuge auf Bahnverläufen mit engen Loopings oder Kurven ist eine kinetische Starrkörper-Berechnung in Betracht zu ziehen.

4.4.2.4.2 Tragwerk

Die Wirkungen von Setzungserscheinungen müssen bei Ermüdungsberechnungen nicht berücksichtigt werden.

Bei freiliegenden, unverkleideten Stützen, die über die Schienen im Gesamtbauwerk verankert sind, darf beim Stand- und Gleitsicherheitsnachweis auf den Ansatz der Windbelastung verzichtet werden.

Die Kippsicherheit der Anlage bei Belastung durch Wind muss im Allgemeinen nicht nachgewiesen werden, es sei denn, es können aufgrund einer besonders ungünstigen Form, außergewöhnlich großer Windangriffsflächen der Tragwerkskomponenten (Dekorationen, Lichtleisten) oder aufgrund von Teil- oder Ganzverkleidungen des Tragwerks oder der Fahrbahn ungewöhnlich große Horizontalkräfte auftreten.

4.4.2.4.3 Fahrzeuge

Alle Kräfte, die im Chassis und den Aufbauten auftreten können, sind in der Berechnung vom Entstehungsort bis zu den Auflagern zu verfolgen. So können z. B. bei Fahrzeugen mit einer Pendel- und einer Starrachse Momente aus Kräften quer zum Fahrzeug oberhalb der Pendelachse nur von der Starrachse aufgenommen werden.

Kräfte quer zum Fahrzeug können z. B. nur über Räder, die seitlich an der Schiene anlaufen, abgeleitet werden.

Sind die Laufräder nicht so gestaltet, dass sie auch Seitenführungskräfte aufnehmen können, dann sind dafür eigene Führungsräder vorzusehen.

Die Fahrzeuge sind mit Entgleisungs- und Abhebesicherungen auszustatten. Abhebesicherungen (Gegenräder oder Kufen) sind in jedem Fall für die tatsächlich auf sie einwirkenden Kräfte zu berechnen. Sie sind stets, selbst wenn das Fahrzeug planmäßig nicht abhebt, für mindestens 50 % der Fahrzeugmasse bei voll besetztem Fahrzeug zu bemessen.

4.4.2.4.4 Bremsen

Jede Halte- oder Reduzierbremse (am Ende der Abfahrt, nach jeder Fahrt) ist so auszulegen, dass die Bremsverzögerung einen Höchstwert von $5,0 \text{ m/s}^2$ nicht überschreitet. Größere Bremsverzögerungen sind zulässig, wenn besondere Vorrichtungen zum Schutz des Fahrgastes (Sicherheitsbügel usw.) vorgesehen werden; siehe 5.1.7.2.

Zur Sicherstellung eines Mindestabstands zwischen aufeinanderfolgenden Wagen oder Zügen und zur Vermeidung des Zusammenstoßens sind Sicherheitsbremsen so anzuordnen, dass sich zwischen zwei Fahrzeugen oder Zügen stets genügend Brems Elemente befinden.

Sicherheitsbremsen sind stets so auszulegen, dass die Bremsverzögerung einen Höchstwert von $7,0 \text{ m/s}^2$ nicht überschreitet, es sei denn, eine größere Bremsverzögerung ist zulässig; in diesem Fall müssen besondere Vorrichtungen zum Schutz des Fahrgastes (Sicherheitsbügel usw.) vorgesehen werden; siehe 5.1.7.2.

Für Sicherheitsbremsen, die nur in Notfällen zum Einsatz kommen, muss kein Nachweis der Ermüdungsfestigkeit erbracht werden. Bei der Berechnung der maximalen Bremsverzögerung ist bezüglich der gewählten Bremsflächenwerkstoffe vom höchsten erreichbaren Reibbeiwert bei geringster Beladung des Fahrzeugs auszugehen.

Bei der Bemessung des tatsächlichen Bremswegs ist davon auszugehen, dass das Fahrzeug auch bei aufgrund von Witterungseinflüssen, Verschleiß, Höchstgeschwindigkeit und -beladung minimalem Reibbeiwert noch mit 1,2-facher Sicherheit (bezogen auf den Reibbeiwert) zum Halten kommt. Die Grenzwerte sind an der fertigen Anlage zu überprüfen. Dabei sind die Mindestreibung und die Höchstgeschwindigkeit möglichst auch für nasse Schienen, nasse Brems Elemente und nasse Finnen herzustellen.

Reduzierbremsen sind mit den Ermüdungslastfällen zu berechnen.

4.4.2.4.5 Rücklaufsicherungen

Anlagen, bei denen die Fahrzeuge oder Züge in der Auffahrtstrecke mittels Ketten, Seilen, Reibrädern oder durch eigenen Antrieb befördert werden, sind entweder mit Rücklaufsicherungen oder mit selbsttätig wirkenden Rücklaufbremsen zu versehen.

Sollte es planmäßig vorgesehen sein, dass sich im Streckenabschnitt zwischen Aufzugs- bzw. Auffahrtende und Bahnhof bzw. der vor dem Bahnhof gelegenen Bremse gleichzeitig mehrere Fahrzeuge oder Züge befinden, so sind auch in den Bergstrecken der Fahrbahn nach den Tälern Rücklaufsicherungen einzubauen.

Bei planmäßiger Rückwärtsfahrt eines Fahrzeugs bzw. Zugs auf der Fahrbahn oder durch den Bahnhof kann jedoch in den Auffahrtstrecken auf Rücklaufsicherungen verzichtet werden.

Darüber hinaus gilt: Befinden sich mehrere Fahrzeuge oder Züge in der Bahn, darf auf Rücklaufsicherungen in den Bergstrecken verzichtet werden, wenn die einzelnen Streckenabschnitte durch ein ausfallsicheres Blocksystem mit automatisch gesteuerten Bremsen gesichert sind.

Befindet sich planmäßig nur ein Fahrzeug oder ein Zug in der Bahn oder ist es beabsichtigt, dass das Fahrzeug zurückrollt, kann auf Rücklaufsicherungen in den Bergstrecken nach den Tälern verzichtet werden.

Für Rücklaufsicherungen muss kein Nachweis der Ermüdungsfestigkeit erbracht werden. Wird das Fahrzeug durch die Rücklaufsicherung schlagartig angehalten, dann ist für die Bemessung ein Stoßfaktor anzunehmen. Wird kein exakter Nachweis durchgeführt, muss dieser Wert mindestens mit der halben maximalen vertikalen Rücklaufhöhe (h in Zentimeter [cm]) angesetzt werden, er muss geringstenfalls jedoch 2,0 betragen. Für die Bemessung ist eine Last von $\varphi \times Q$ anzunehmen, wobei Q als die Eigenlast des Fahrzeugs zuzüglich der Verkehrslast durch die Fahrgäste (voll besetzte Achterbahn-Fahrzeuge) definiert ist:

$$\varphi \geq 0,5 \times h$$

$$2,0 \leq \varphi$$

Beide Bedingungen müssen erfüllt sein.

Ist die Verschiebung bekannt oder kann zuverlässig bestimmt werden, muss folgende Formel angewendet werden:

$$\varphi \geq 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\delta_0 \sin \alpha}} \quad (8)$$

Dabei ist

δ_0 die gesamte statische Verschiebung (aus Deformation) des Massenschwerpunkts entlang der Neigung;

α der Neigungswinkel der Bahn (siehe Bild 2);

h die Höhe (siehe Bild 2).

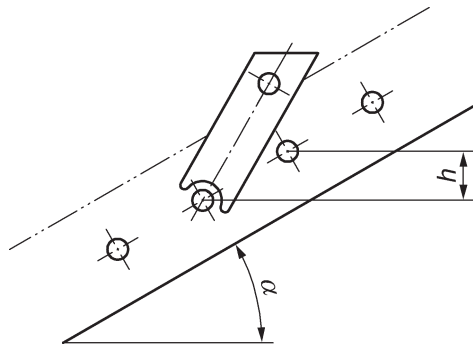


Bild 2 — Stoßfaktor/Rücklaufhöhe

Die Messdaten und/oder die dynamischen Berechnungen können ebenfalls verwendet werden, um die Stoßkräfte zu bestimmen.

4.4.3 Sonstige Bahnen mit schienenengebundenen Fahrzeugen

4.4.3.1 Konventionelle Bahnen

Als konventionelle Bahnen werden Kindereisenbahnen, Kinder-Verkehrsgärten, Geisterbahnen und ähnliche Anlagen angesehen, sowohl mit herkömmlichen Fahrzeugen als auch mit Hängefahrzeugen.

Wo zutreffend, gelten die in 4.4.2.4 aufgeführten Anforderungen bezüglich Bemessung und Betriebssicherheit.

Sind Fahrbahnträger und Stützen gleichzeitig Bestandteil der Überdachungskonstruktion, dann sind wegen der schwingenden Belastung Ermüdungslastfälle zu berücksichtigen.

Geisterbahnen mit mehr als einer Ebene müssen in den Auffahrten mit Rücklaufsicherungen ausgestattet sein. In sämtlichen Abfahrten müssen die erforderlichen Bremsseinrichtungen zur Steuerung der Geschwindigkeit und Vermeidung des Entgleisens vorhanden sein.

4.4.3.2 Hängebahnen

Das dynamische Verhalten schienengebundener Hängebahnen, die Hängefahrzeuge mit einem (oder mehreren) Pendel- oder Rotationsfreiheitsgrad(en) aufweisen, ist zu berechnen.

Bei Hängebahnen sind zusätzlich zum Lichtraumprofil von schienengebundenen Fahrzeugen nach 5.1.7.1 Freiräume in einer Größenordnung der berechneten Pendelbewegung zuzüglich eines Sicherheitszuschlages sowohl nach der Auslenk- als auch nach der Gegenseite vorzusehen.

Der Sicherheitszuschlag muss mindestens 20 % des rechnerischen Auslenkwinkels, mindestens jedoch 10° betragen. Bei der Berechnung des Auslenkwinkels ist das Schwingungsverhalten zu berücksichtigen. Die sich aus den Pendelbewegungen der Gondel ergebenden Beschleunigungen sind rechnerisch für das Fahrzeug, die Schiene und die Stützen zu berücksichtigen.

Wenn die Querschwingungen von Pendelgondeln gedämpft werden und wenn die Lichtraumfreiheit für die ungedämpfte Schwingung nicht vorhanden ist, so sind Pendelbegrenzungen vorzusehen. Diese Begrenzungen für die Pendelbewegung können, wenn das gewollt ist, in Form von entsprechend konstruierten und dokumentierten, redundanten Dämpfern bereitgestellt werden.

Am Beginn von Streckenabschnitten, in denen Pendelgondeln geführt werden (z. B. im Bereich des Fahrgastwechsels), sind Führungsvorrichtungen anzuordnen, welche in der Lage sind, ausgelenkte Gondeln bis mindestens zum doppelten Wert des berechneten Auslenkwinkels zu erfassen und unter Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit möglichst stoßfrei zu führen.

Die Risikobeurteilung des Designs muss das Verfahren festlegen, soweit erforderlich, mit dem pendelnde Gondeln beim Fahrgastwechsel fixiert werden (z. B. durch entsprechende Dämpfer).

4.5 Standsicherheitsnachweise

4.5.1 Sicherheit gegen Kippen, Gleiten und Abheben)

4.5.1.1 Allgemeines

Für Vergnügungsanlagen und deren Bauteile ist die Sicherheit gegen Kippen, Gleiten und Abheben nachzuweisen. Stabilisierend (günstig) wirkende Verkehrs- und Eigenlasten von nicht permanenten Bau- und Zubehörteilen dürfen nicht berücksichtigt werden. Bei stabilisierend wirkenden ständigen Einwirkungen (z. B. G_{sup} , G_{inf}), einschließlich Werkstoffänderungen, ist nur der kleinste Wert anzusetzen.

Zusätzlich zu den Festlegungen in diesem Abschnitt gelten für Fundamente nationale Normen oder international anerkannte Normen. Ein frostfreies Fundament für Vergnügungsanlagen ist nur dann erforderlich, wenn frostbedingte Hebungen und Senkungen zu Schäden oder Ausfall führen können.

Bei stabilisierend wirkenden ständigen Einwirkungen ist der kleinste Wert anzusetzen.

Ist durch das Eigengewicht einer Anlage keine ausreichende Sicherheit zu erreichen, dann sind weitere, zusätzliche Maßnahmen zur Sicherstellung zu ergreifen, z. B. Ballastierungen, Verankerungen und Abstreibungen.

Die Tatsache, dass die Masse von Vergnügungsanlagen genau bestimmt und verifiziert werden kann, ermöglicht eine genauere Bestimmung der Sicherheitsbeiwerte (siehe Tabelle 1):

Tabelle 1 — Sicherheitsbeiwerte beim Nachweis gegen Kippen, Gleiten und Abheben

Belastung ^a		γ
1	stabilisierend wirkende Anteile aus Eigengewicht	1,0
2	destabilisierend wirkende Anteile aus Eigengewicht	1,1
3	destabilisierend wirkende Windlasten	1,2 ^b
4	außergewöhnliche Kombinationen	1,0
5	destabilisierend wirkende Lastanteile, ausgenommen Lasten nach 2, 3 und 4	1,3
^a Werden Lasten in Komponenten zerlegt, so sind diese mit dem gleichen γ -Wert zu multiplizieren.		
^b Für Vergnügungsanlagen mit einer Höhe über 20 m muss $\gamma = 1,2$ ersetzt werden durch $\gamma = 1,2 + 0,3 \times (h - 20)/40$, wobei h die Gesamthöhe der Vergnügungsanlage in Meter ist.		

4.5.1.2 Kippen

Die Kippsicherheit muss errechnet werden aus:

$$\sum \gamma M_{Rk, stb} \geq \sum \gamma M_{Ek, dst} \quad (9)$$

Dabei ist

γ die Teilsicherheitsbeiwerte nach Tabelle 1;

$M_{Rk, stb}$ die stabilisierenden Momentanteile;

$M_{Ek, dst}$ die destabilisierenden Kippmomentanteile.

Dabei ist zu beachten, dass die angesetzten Lasten über Schubsteifigkeit der Konstruktion aktiviert werden können.

4.5.1.3 Gleiten

Die Gleitsicherheit muss errechnet werden aus:

$$\mu \cdot \sum \gamma N_k \geq \sum \gamma H_k \quad (10)$$

Dabei ist

γ die Teilsicherheitsbeiwerte nach Tabelle 1;

N_k die vertikalen Lastkomponenten;

H_k die horizontalen Lastkomponenten;

μ der Reibbeiwert nach Tabelle 2.

Für die Ermittlung der Reibkräfte können folgende Reibbeiwerte von Tabelle 2 angesetzt werden, sofern nicht im Einzelfall durch Versuche ermittelte, höhere Werte vorliegen oder Nässe niedrigere Werte bedingt:

Tabelle 2 — Reibbeiwerte μ

	Holz	Stahl	Beton
Holz	0,4	0,4	0,6
Stahl	0,4	0,1	0,2
Beton	0,6	0,2	0,5
Ton ^a	0,25	0,2	0,25
Lehm ^a	0,4	0,2	0,4
Sand und Kies	0,65	0,2	0,65
^a Weiterführende Informationen könnten EN ISO 14688-2 entnommen werden.			

Es ist zu beachten, dass schwingend beanspruchte Auflagerungen sich losrütteln können.

Wird durch Haftreibung alleine keine Gleitsicherheit erzielt, dann ist die Konstruktion mit dem Untergrund zu verankern. In diesem Fall ist beim Gleitsicherheitsnachweis das Mitwirken der Bodenanker zu berücksichtigen. Unter diesen Bedingungen dürfen die Reibbeiwerte nach Tabelle 2 in der Berechnung nur mit 70 % ihres Wertes angesetzt werden.

$$\bar{\mu} \cdot \sum \gamma N_k + Z_{h,d} \geq \sum \gamma H_k \quad (11)$$

Dabei ist

$$\bar{\mu} = 0,7 \mu$$

$Z_{h,d}$ die horizontale Nenn-Tragfähigkeit des Ankers (siehe 4.6);

μ der Reibbeiwert nach Tabelle 2.

4.5.1.4 Abheben

Die Abhebesicherheit muss errechnet werden aus:

$$\sum \gamma N_{Rk,stb} \geq \sum \gamma N_{Ek,dst} \quad (12)$$

Dabei ist

γ der Teilsicherheitsbeiwert nach Tabelle 1;

$N_{Rk,stb}$ die vertikalen stabilisierenden Lastkomponenten;

$N_{Ek,dst}$ die vertikalen destabilisierenden abhebenden Lastkomponenten.

Mit Zugankern gilt folgende Beziehung:

$$\sum \gamma N_{Rk,stb} + Z_{v,d} \geq \sum \gamma N_{Ek,dst} \quad (13)$$

Dabei ist

$Z_{v,d}$ der Nennwert der vertikalen Tragfähigkeit des Ankers (siehe 4.6).

4.6 Bodenverankerung

4.6.1 Allgemeines

Sich ändernde Bodenverhältnisse und die Art der Belastung erfordern die Anwendung der folgenden experimentell bestimmten Werte für Zuganker, die bereits die Teilsicherheitsbeiwerte enthalten. Die folgenden Berechnungsgrundsätze sind anzuwenden. Dieser Abschnitt gilt ausschließlich für:

- Gewichtsanker, z. B. auf der Bodenoberfläche aufgestellte oder im Untergrund eingebettete Ballastkörper;
- Stabanker, z. B. mit Ösen oder gestauchtem Kopf versehene Metallstäbe; derartige Anker sind bei längerfristiger Aufstellung nicht erlaubt.

Bei Spezialankern, wie z. B. Flügel-, Klapp-, Schraub- und Profilankern, ist die Tragfähigkeit durch Belastungstests zu ermitteln.

Kommen Stabanker mit einer Länge von weniger als 80 cm bei kleineren Anlagen zur Anwendung und sind diese infolge der Berechnung erforderlich, dann müssen Belastungstests durchgeführt oder andere angemessene Nachweise erbracht werden.

4.6.2 Bemessungswert der Tragfähigkeit von Gewichtsankern (Beanspruchbarkeit)

Bei der Berechnung der Bemessungswerte der Tragfähigkeit vollständig oder teilweise eingegrabener Gewichtsanker darf der Erdwiderstand nur dann berücksichtigt werden, wenn der Anker kleine Verschiebungen und Verdrehungen ohne Gefahr für die Konstruktion ausführen kann und die Untergrundverhältnisse hinreichend bekannt sind.

4.6.3 Tragfähigkeit von Stabankern

Der Bemessungswert der Tragfähigkeit von einfachen Stabankern mit rundem Querschnitt und einer Mindesteinschlagtiefe von 80 cm ist gemäß den in folgender Tabelle 3 aufgeführten Näherungsgleichungen zu ermitteln:

Tabelle 3 — Bemessungswert der Tragfähigkeit von Ankern

Winkel der wirkenden Zugkraft zur Vertikalen B	Bemessungswert der Tragfähigkeit von Stabankern Z_{Rd} N
$\beta = 0^\circ$	$Z_{Rd} \hat{=} f_{load} \cdot dl' = 6,5 \cdot dl'$ für steife bindige und dicht gelagerte nicht bindige Böden
$\beta = 0^\circ$	$Z_{Rd} \hat{=} f_{load} \cdot dl' = 8,0 \cdot dl'$ für sehr steife bindige Böden
$\beta \geq 45^\circ$	$Z_{Rd} \hat{=} f_{load} \cdot dl' = 10,0 \cdot dl'$ für bindige Böden mit mindestens halbsteifer Konsistenz
$\beta \geq 45^\circ$	$Z_{Rd} \hat{=} f_{load} \cdot dl' = 17,0 \cdot dl'$ für dicht gelagerte nicht bindige Böden

Legende zu den Symbolen der Gleichung (14) bis Gleichung (15) und Bild 3 und Bild 4:

$Z_{Rd} = Z_u / \gamma_M$	ist der Bemessungswert der Tragfähigkeit des Ankers, in N;
Z_u	ist der niedrigste Wert in der Prüfung nach 4.6.4;
$\gamma_M = 1,6$	ist der Teilsicherheitsbeiwert für eine Werkstoffeigenschaft, der außerdem auf das Modell zurückzuführende Unsicherheiten und Maßabweichungen berücksichtigt;
$Z_{h,d}$	ist der Bemessungswert der horizontalen Tragfähigkeit des Ankers, in N;
$Z_{v,d}$	ist der Bemessungswert der vertikalen Tragfähigkeit des Ankers, in N;
d	ist der Ankerdurchmesser, in cm;
l'	ist die Einschlagtiefe (mindestens 80 cm);
α	ist der Einschlagwinkel;
β	ist der Winkel der wirkenden Zugkraft zur Vertikalen;
f_{load}	ist der Faktor zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Stabankern, in N/cm ² .

Die Gleichungen von Tabelle 3 gelten nur unter der Voraussetzung, dass der Anker beim Eintreiben „zieht“. Ist $\beta = 0^\circ$, muss die Mantelreibung auf der vollen Stablänge wirksam sein; ist $\beta \geq 45^\circ$, muss der Einschlagwinkel $\alpha = 90^\circ$ betragen. Bei diesem Einschlagwinkel erreicht der schräg belastete Anker erfahrungsgemäß seine Bemessungs-Tragfähigkeit. Um ein Verbiegen der Anker aufgrund schräger Zugkräfte zu verhindern, darf bei einfachen runden Stabankern der nachfolgende Durchmesser nicht unterschritten werden:

$$d_{\min} = 0,025 l' + 0,5 \text{ (dabei ist } l' \text{ in cm)} \quad (14)$$

Bei Stabankern, die einer Biegespannung ausgesetzt sind, ist der Angriffspunkt der Kraft möglichst nahe an der Bodenoberfläche oder darunter festzulegen.

Maße in Zentimeter

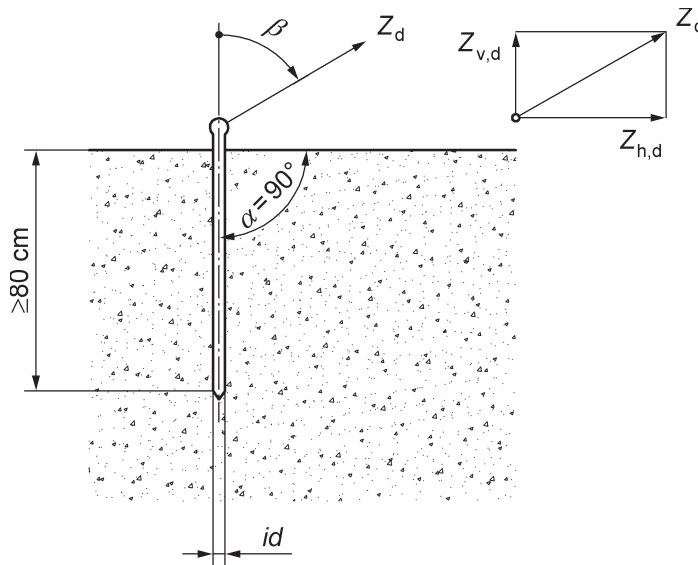
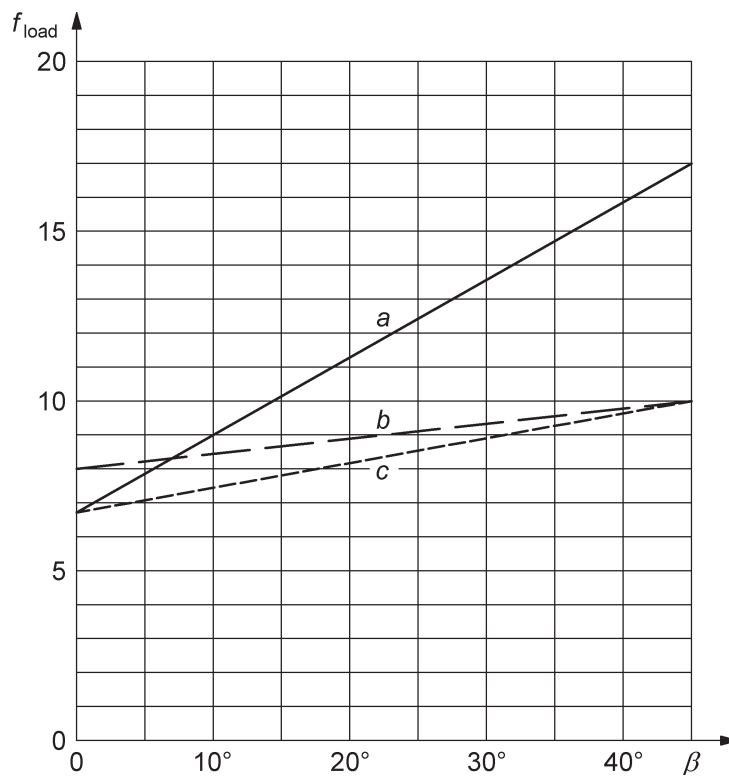


Bild 3 — Stabanker



Legende

- dicht gelagerte, nicht bindige Böden (a)
- - - halbfeste, bindige Böden (b)
- steifplastische, bindige Böden (c)

Bild 4 — Faktoren zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Stabankern

4.6.4 Prüfen von Ankern (umfassend)

Die Bemessungswerte der Tragfähigkeit dürfen überschritten werden, wenn ein Sicherheitsnachweis durch Belastungstests erbracht werden kann oder entsprechende Versuchsdaten für den Aufstellort vorliegen. Ein an Ankern durchgeführter Belastungstest muss aus mindestens drei Versuchen bestehen. Der Bemessungswert der Tragfähigkeit (Z_{Rd}) ist aus dem mit dem Faktor $\gamma_M = 1,6$ abgerundeten, niedrigsten Versuchswert (Z_u) zu ermitteln und den nachfolgenden Berechnungen zugrunde zu legen. Bei dem so ermittelten Bemessungswert der Tragfähigkeit dürfen keine Bewegungen des Ankers entstehen, die in der Konstruktion unzulässige Spannungen, Verformungen oder Instabilitäten hervorrufen können.

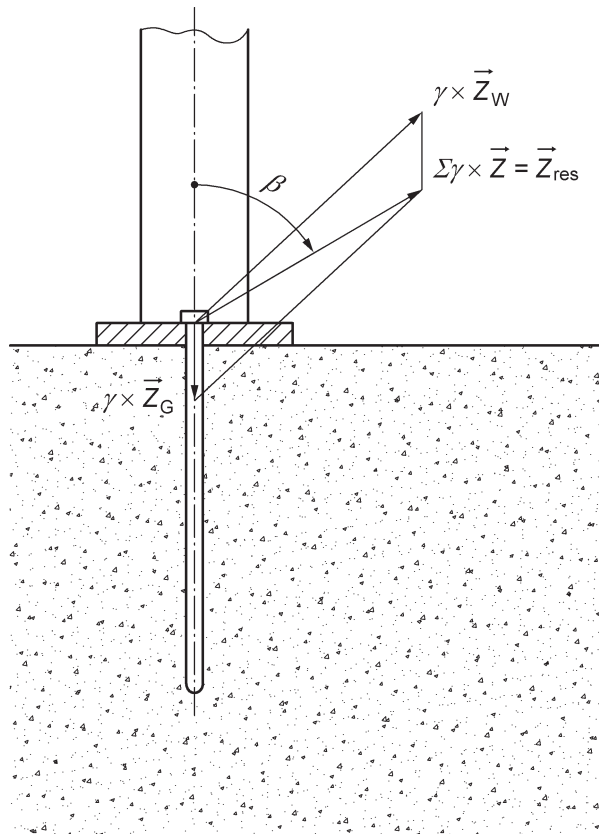
Bei vergleichbaren Untergrundverhältnissen können an anderer Stelle ausgeführte Belastungstests als Nachweis mit herangezogen werden.

Bei der Bestimmung der zulässigen Traglast sind die Sicherheitsbeiwerte nach Tabelle 1 zu berücksichtigen.

4.6.5 Berechnung von Ankerkräften (Beanspruchungen)

Die an der Verankerung wirkende resultierende Kraft Z_{res} ist durch Vektoraddition unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte nach Tabelle 1 zu ermitteln. Diese Kraft Z_{res} muss kleiner sein als der Bemessungswert der Tragfähigkeit der Verankerung nach 4.6.3.

$$Z_{res} = \sum \gamma Z \leq Z_{Rd} \quad (15)$$



Legende

Z_G ist der günstig wirkende Anteil ständiger Einwirkungen

Z_W ist der ungünstig wirkende Anteil veränderlicher Einwirkungen

γ_M ist der Sicherheitsbeiwert nach Tabelle 1

β ist der Winkel der wirkenden Zugkraft zur Vertikalen

Bild 5 — Einwirkungen auf Anker

4.6.6 Weitere Anforderungen

Treten bei belasteten Stabankern oder ähnlichen Vorrichtungen Verschiebungen von mehr als 2 cm auf, so ist die Ankertragfähigkeit nicht vollständig sichergestellt. Durch zusätzliche Verankerungen oder Beischlagen von Holzkeilen kann die Sicherheit gegen ein Versagen aufgrund des Herausziehens des Ankers erhöht werden. Bei reiner Zugbelastung in Richtung der Achse des Stabankers besteht schon bei sehr kleinen Bewegungen die Gefahr eines vollständigen Ankerausfalls.

Der Ankerfuß (Ankerspitze) darf bei Stabankern keine Querschnittsverbreiterung aufweisen, damit die Mantelreibung im Bereich des Ankerschaftes nicht abgemindert wird.

Nach dem Eintreiben eines Stabankers ist der Boden an der Oberfläche – soweit dies praktisch möglich ist – an den Anker anzustampfen, um ein Eindringen von Oberflächenwasser zu vermeiden.

Bei Verwendung von Ankergruppen darf jeder Einzelanker nur dann mit seiner gesamten rechnerischen Tragfähigkeit berücksichtigt werden, wenn der Abstand zwischen zwei nebeneinanderliegenden Ankern mindestens dem 5-fachen Ankerdurchmesser entspricht. Dynamische Belastungen können ein Lösen der Verankerung hervorrufen; deshalb sind wiederholte Kontrollen der Anker unbedingt erforderlich. Bei Ankergruppen, die aus mehr als 6 Ankern bestehen, ist die Tragfähigkeit solcher Ankergruppen rechnerisch nachzuweisen. Ohne genaueren Nachweis erbracht, kann ein Ausbruchkeil mit einem Winkel von 45° ab dem äußeren Anker für diese Berechnung angenommen werden.

4.6.7 Unterpallungen

Für Unterpallungen ergeben sich wegen der fehlenden Einbettung in den Boden und der in der Praxis relativ kleinen Auflagerbreiten nur geringe zulässige Bodenpressungen. Unterpallungen können sich in den Boden eindrücken und größere Setzungen verursachen. Bei besonders nachgiebigen Böden sind Unterpallungen zu überwachen; bei Nachgeben oder Lockern ist zu unterfüttern und die Auflagerflächen sind eventuell zu vergrößern.

Bei einem Untergrund mit geringer Tragfähigkeit sind Zusatzmaßnahmen zu treffen. Werden zur Vergrößerung der Auflagerbreiten mehrere Elemente lückenlos nebeneinander verlegt, so ist z. B. durch Kreuzstapelung ein Verbund herzustellen.

Bei befahrbarem Untergrund (z. B. durch LKWs) dürfen zur Berechnung der Maße quadratischer und rechteckiger Unterpallungen folgende Nennwerte von Bodenpressungen angesetzt werden:

$$1 \leq l/b \leq 3$$

Dabei ist

l die Länge der Unterpallung in der Bodenfuge;

b die Breite der Unterpallung in der Bodenfuge:

$$b = 20 \text{ cm} \quad P = 100 \text{ kN/m}^2;$$

$$b = 30 \text{ cm} \quad P = 150 \text{ kN/m}^2;$$

$$b \geq 40 \text{ cm} \quad P = 200 \text{ kN/m}^2;$$

p der Nennwert der zulässigen Bodenpressung (Widerstand).

Bei verstärkten (befestigten) Aufstellplätzen dürfen höhere Bemessungswerte der Bodenpressungen berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Bei Anwendung des Nennwertes der Bodenpressung werden alle Teilsicherheitsbeiwerte für die Belastungen mit $\gamma_m = 1,0$ und $\gamma_f = 1,0$ angenommen.

4.7 Festigkeitsnachweise

4.7.1 Allgemeines

Es ist zwischen vorwiegend ruhender statischer Beanspruchung und vorwiegend nicht-ruhender ermüdender Beanspruchung zu unterscheiden. Die Ermüdungsbeanspruchung tritt sowohl als Schwellbeanspruchung (Spannung, die zwischen zwei Grenzwerten schwankt und dabei ihr Vorzeichen nicht ändert) als auch in Form von Wechselbeanspruchung (Spannung, die zwischen zwei Grenzwerten schwankt und dabei ihr Vorzeichen ändert) auf. In beiden Fällen ist der Spannungsschwingbreitebereich $\Delta\sigma = \max \sigma - \min \sigma$ für die Berechnungen maßgebend.

Der Ermüdungsnachweis bei geschweißten Strukturbauteilen muss nach einschlägigen Normen erfolgen, die auf dem Konzept der Spannungsschwingbreite $\Delta\sigma$ beruhen, vorausgesetzt, die Anforderungen an die Mindestlebensdauer nach 4.7.3.1.4 werden erfüllt und ein Teilsicherheitsbeiwert nach Tabelle 4 bei 95 % Überlebenswahrscheinlichkeit oder gleichwertig wird aufrechterhalten; EN 1993-1-9, EN 13001-3-1 oder andere zutreffende Normen können angewendet werden.

Der Widerstand von Kerbelementen muss als ein statistischer Wert mit einer 95 %-Überlebenswahrscheinlichkeit und einem Vertrauensbereich von 75 % bestimmt werden.