DIN EN 1991-1-7

DIN

ICS 91.010.30

Entwurf

Einsprüche bis 2023-10-25
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1991-1-7:2010-12 und
DIN EN 1991-1-7/A1:2014-08

Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-7: Außergewöhnliche Einwirkungen; Deutsche und Englische Fassung prEN 1991-1-7:2023

Eurocode 1 –
Actions on structures –
Part 1-7: Accidental actions;
German and English version prEN 1991-1-7:2023

Eurocode 1 –
Actions sur les structures –
Partie 1-7: Actions accidentelles;
Version allemande et anglaise prEN 1991-1-7:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-08-25 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.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 141 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1991-1-7:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-51-02 AA „Einwirkungen auf Bauten (SpA zu CEN/TC 250/SC 1)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

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

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1991-1-7:2010-12 und DIN EN 1991-1-7/A1:2014-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Dokument wurde redaktionell und technisch grundlegend überarbeitet.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

– Entwurf –

2023-09

prEN 1991-1-7:2023

Titel de:	Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-7: Außergewöhnliche Einwirkungen
Titel en:	Eurocode 1 — Actions on structures — Part 1-7: Accidental actions
Titel fr:	Eurocode 1 — Actions sur les structures — Partie 1-7: Actions accidentelles

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 5

0 Einleitung ... 6
0.1 Einleitung zu den Eurocodes ... 6
0.2 Einleitung zu EN 1991 (alle Teile) ... 6
0.3 Einleitung zu prEN 1991-1-7 ... 7
0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen ... 7
0.5 Nationaler Anhang zu prEN 1991-1-7 ... 8

1 Anwendungsbereich ... 9
1.1 Anwendungsbereich von prEN 1991-1-7 ... 9
1.2 Annahmen ... 9

2 Normative Verweisungen ... 9

3 Begriffe und Symbole ... 9
3.1 Begriffe ... 9
3.1.1 Allgemeine Begriffe in Zusammenhang mit außergewöhnlichen Einwirkungen ... 9
3.1.2 Maßgebende spezifische Begriffe in Anhang B ... 12
3.2 Symbole ... 12
3.2.1 Lateinische Großbuchstaben ... 12
3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben ... 13
3.2.3 Griechische Kleinbuchstaben ... 13

4 Grundlagen der Bemessung ... 13
4.1 Allgemeine Strategien ... 13
4.2 Außergewöhnliche Bemessungssituationen — Strategien bei identifizierten außergewöhnlichen Einwirkungen ... 14
4.3 Außergewöhnliche Bemessungssituationen — Anwendung der Versagensfolgeklassen ... 15

5 Anprall ... 17
5.1 Anwendungsbereich ... 17
5.2 Klassifizierung der Einwirkungen ... 18
5.3 Darstellung der Einwirkungen ... 18
5.4 Außergewöhnliche Einwirkungen durch Straßenfahrzeuge ... 19
5.4.1 Anprall auf stützende Unterbauten ... 19
5.4.2 Anprall auf Überbauungen ... 20
5.5 Außergewöhnliche Einwirkungen durch Gabelstapler ... 22
5.6 Außergewöhnliche Einwirkungen durch Entgleisung von Schienenverkehr unterhalb oder neben Tragwerken ... 22
5.6.1 Allgemeines ... 22
5.6.2 Tragwerke über oder entlang Gleisanlagen in Betrieb ... 23
5.6.3 Tragwerke in Bereichen hinter dem Gleisende ... 25
5.7 Außergewöhnliche Einwirkungen durch Schiffsverkehr ... 25
5.7.1 Allgemeines ... 25
5.7.2 Anprall von Binnenschiffen ... 26
5.7.3 Anprall von Seeschiffen ... 28
5.8 Außergewöhnliche Einwirkungen durch Hubschrauber ... 29

6 Innenraumexplosionen ... 30
6.1 Anwendungsbereich ... 30
6.2 Darstellung der Einwirkung ... 30

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

6.3 Grundlagen der Bemessung 31
6.3.1 Allgemeines 31
6.3.2 Begrenzung der Versagensfolgen von Explosionen 31

Anhang A (informativ) Einwirkungen auf Zugverankerungssysteme und Haupttragelemente 33
A.1 Anwendung dieses Anhangs 33
A.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich 33
A.3 Horizontale Zugverankerungen 33
A.3.1 Rahmenbauweise 33
A.3.2 Lasttragende Wandkonstruktionen 34
A.3.3 Stützen 36
A.4 Vertikale Zugverankerungen 36
A.4.1 Allgemeines 36
A.4.2 Rahmenbauweise 36
A.4.3 Lasttragende Wandkonstruktion 36
A.5 Haupttragelemente 37

Anhang B (informativ) Informationen zur Risikobeurteilung 38
B.1 Anwendung dieses Anhangs 38
B.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich 38
B.3 Definition des Anwendungsbereiches, der Voraussetzungen und der Beschränkungen einer Risikoanalyse 39
B.4 Verfahren der Risikoanalyse 39
B.4.1 Qualitative Risikoanalyse 39
B.4.2 Quantitative Risikoanalyse 40
B.5 Risikobewertung und -akzeptanz 41
B.6 Risikomindernde Maßnahmen 42
B.7 Nachprüfung 43
B.8 Verständigung über die Ergebnisse und Schlussfolgerungen 43
B.9 Anwendungen für Hochbauten und Ingenieurbauten 43
B.9.1 Allgemeines 43
B.9.2 Bauliche Risikoanalyse 44
B.9.3 Modellierung der Risiken aus extremen Lastereignissen 46
B.9.4 Hinweise zur Anwendung der Risikoanalyse in Zusammenhang mit dem Anprall von Schienenfahrzeugen 49
B.9.5 Vereinfachte Bestimmung der Bemessungsanpralllast 50

Anhang C (informativ) Dynamische Anprall-Bemessung 51
C.1 Anwendung dieses Anhangs 51
C.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich 51
C.3 Allgemeines 51
C.4 Anpralldynamik 52
C.4.1 Allgemeines 52
C.4.2 Harter Stoß 52
C.4.3 Weicher Stoß 52
C.5 Anprall durch von der Straße abkommende Straßenfahrzeuge 53
C.6 Schiffsanprall 56
C.6.1 Allgemeines 56
C.6.2 Weitergehende Anprallberechnung für Schiffe auf Binnenwasserstraßen 56
C.6.3 Weitergehende Anprallberechnung für Schiffe auf Seewasserstraßen 58

Anhang D (informativ) Innenraumexplosionen 60
D.1 Anwendung dieses Anhangs 60
D.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich 60
D.3 Allgemeines 60
D.4 Erdgasexplosionen 61
D.5 Staubexplosionen in Innenräumen, Behältern und Bunkern 61

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

D.6 Explosionen in Straßen- und Eisenbahntunneln 63
D.7 Staub-, Gas- und Dampf-in-Luft-Explosionen in Energieleitungen 64
D.7.1 Allgemeines 64
D.7.2 Öffnungsfläche 65
D.7.3 Kritische Abstände 65
D.7.4 Bemessungsdruck 67

Anhang E (informativ) Einwirkungen durch Trümmerteile 69
E.1 Anwendung dieses Anhangs 69
E.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich 69
E.3 Einwirkungen durch Trümmerteile 69

Literaturhinweise 71

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1991-1-7:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird. CEN/TC 250 ist für alle Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus zuständig. Die Verantwortung für alle Angelegenheiten der Tragwerks- und geotechnischen Planung wurde dem CEN/TC 250 von CEN übertragen.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 1991-1-7:2006 ersetzen.

Die erste Generation der EN Eurocodes wurde zwischen den Jahren 2002 und 2007 veröffentlicht. Dieses Dokument wurde als Teil der zweiten Generation der Eurocodes im Rahmen des Mandats M/515 erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben.

Die Eurocodes wurden erarbeitet, um in Verbindung mit einschlägigen Ausführungs-, Werkstoff-, Produkt- und Prüfnormen angewendet zu werden und um Anforderungen an Ausführung, Werkstoffe, Produkte und Prüfung zu identifizieren, auf denen die Eurocodes beruhen.

Die Eurocodes erkennen die Verantwortlichkeit aller Mitgliedstaaten an und wahren deren Recht, sicherheitsbezogene Werte auf nationaler Ebene in Nationalen Anhängen festzulegen.

Im Vergleich zur Vorgängerausgabe wurden die folgenden technischen Änderungen vorgenommen:

a) Transfer der Bemessungsstrategien hinsichtlich Robustheit und der zugehörigen Regeln in die Norm EN 1990;

b) Sicherstellung der Konsistenz zwischen Text und technischen Informationen über den Anprall;

c) Begrenzung des Anwendungsbereichs von Anhang A auf Regeln und Maßnahmen für Zugverankerungssysteme und Haupttragelemente; und

d) Ergänzung technischer Klarstellungen in Anhang C.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

0 Einleitung

0.1 Einleitung zu den Eurocodes

Die Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus umfassen die folgenden Normen, die in der Regel aus mehreren Teilen bestehen:

— EN 1990, *Eurocode — Grundlagen der Planung von Tragwerken und geotechnischen Bauwerken*

— EN 1991, *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke*

— EN 1992, *Eurocode 2 — Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken*

— EN 1993, *Eurocode 3 — Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*

— EN 1994, *Eurocode 4 — Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton*

— EN 1995, *Eurocode 5 — Bemessung und Konstruktion von Holzbauten*

— EN 1996, *Eurocode 6 — Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten*

— EN 1997, *Eurocode 7 — Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik*

— EN 1998, *Eurocode 8 — Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*

— EN 1999, *Eurocode 9 — Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken*

— Neue Teile sind derzeit in Erarbeitung, z. B. der Eurocode für die Bemessung von tragenden Konstruktionen aus Glas.

Die Eurocodes sind für die Anwendung durch Tragwerksplaner, Bauherren, Hersteller, Ausführende, zuständige Behörden (bei der Wahrnehmung ihrer Aufgaben in Übereinstimmung mit nationalen oder internationalen Vorschriften), Lehrkräfte, Softwareentwickler und Normenausschüsse, in denen verwandte Produktnormen, Prüfnormen und Ausführungsnormen erarbeitet werden, gedacht.

ANMERKUNG Einige Entwurfs- und Bemessungsaspekte werden am zutreffendsten von den zuständigen Behörden festgelegt oder können, sofern keine Festlegungen getroffen wurden, für ein bestimmtes Bauvorhaben zwischen den beteiligten Parteien wie Tragwerksplanern und Bauherren vereinbart werden. In den Eurocodes werden solche Aspekte durch ausdrückliche Bezugnahme auf die zuständigen Behörden und die beteiligten Parteien gekennzeichnet.

0.2 Einleitung zu EN 1991 (alle Teile)

(1) EN 1991 (alle Teile) gibt die Einwirkungen an, die bei der Tragwerksplanung und geotechnischen Planung von Hochbauten, Brücken und anderen Ingenieurbauwerken, einschließlich Hilfstragwerken, in Zusammenhang mit EN 1990 und den anderen Eurocodes zu berücksichtigen sind.

(2) EN 1991 (alle Teile) behandelt nicht die Erdbebenbemessung. Festlegungen für Bauwerke in Erdbebenregionen sind in EN 1998 enthalten.

(3) EN 1991 (alle Teile) ist auch anwendbar auf bestehende Tragwerke hinsichtlich:

— der Beurteilung ihres Tragverhaltens;

— Ertüchtigung oder Instandsetzung;

— Nutzungsänderungen.

ANMERKUNG In diesen Fällen sind zusätzliche oder abgeänderte Festlegungen notwendig.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

(4) EN 1991 (alle Teile) ist auch für die Planung von Tragwerken mit Baustoffen oder Einwirkungen anwendbar, die nicht in den Anwendungsbereich der anderen Eurocodes fallen.

ANMERKUNG In diesem Fall sind zusätzliche oder abgeänderte Festlegungen notwendig.

(5) EN 1991 besteht aus den folgenden Teilen:

EN 1991-1-1, *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-1: Spezifisches Gewicht von Baustoffen und Lagergütern, Eigengewicht von Bauwerken und Nutzlasten im Hochbau*

EN 1991-1-2, *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-2: Einwirkungen im Brandfall*

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

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

EN 1991-1-5, *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-5: Temperatureinwirkungen*

EN 1991-1-6, *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-6: Einwirkungen während der Bauausführung*

EN 1991-1-7, *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-7: Außergewöhnliche Einwirkungen*

EN 1991-1-8, *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-8: Einwirkungen infolge von Wellen und Strömungen auf Küstenbauwerke*

EN 1991-1-9, *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-9: Atmosphärische Eisbildung*

EN 1991-2, *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken und anderen Ingenieurbauwerken*

EN 1991-3, *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 3: Einwirkungen infolge von Kranen und Maschinen*

EN 1991-4, *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 4: Einwirkungen auf Silos und Flüssigkeitsbehälter*

0.3 Einleitung zu prEN 1991-1-7

prEN 1991-1-7 beschreibt die Grundsätze und Anwendungsregeln für die Bestimmung von außergewöhnlichen Einwirkungen auf Hochbauten und andere Ingenieurbauwerke. Die folgenden Einwirkungen sind dabei enthalten:

— Anpralllasten aus Kraftfahrzeugen, Schienen- und Schifffahrtsverkehr sowie von Hubschraubern;

— Einwirkungen durch Innenraumexplosionen von brennbaren Gasen und Staub sowie von Dampf/Luft-Gemischen; und

— Einwirkungen auf Zugverankerungssysteme und Haupttragelemente.

ANMERKUNG Andere Eurocodes können spezifische außergewöhnlichen Einwirkungen behandeln.

0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen

Das Verb „muss“ beschreibt eine Anforderung, die zwingend zu befolgen ist und von der bei Anwendung der Eurocodes keine Abweichung zulässig ist.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

Das Verb „sollte“ beschreibt eine streng empfohlene Auswahl oder Vorgehensweise. In Abhängigkeit von nationalen Regeln und/oder relevanten Vertragsbestimmungen können alternative Lösungen verwendet/angenommen werden, wenn sie technisch gerechtfertigt sind.

Das Verb „darf“ beschreibt eine erlaubte Vorgehensweise innerhalb der Anwendungsgrenzen der Eurocodes.

Das Verb „kann“ beschreibt Möglichkeiten und Fähigkeiten; es wird für Tatsachenfeststellungen und Erklärungen verwendet.

0.5 Nationaler Anhang zu prEN 1991-1-7

Nationale Festlegungen sind nach dieser Norm zulässig, wenn sie im Rahmen von Anmerkungen ausdrücklich gestattet sind. Nationale Festlegungen schließen die Wahl von Werten für national festzulegende Parameter (NDP, en: nationally determined parameters) ein.

Die jeweilige nationale Ausgabe von prEN 1991-1-7 kann einen Nationalen Anhang mit allen nationalen Festlegungen enthalten, die für den Entwurf und die Bemessung von zu errichtenden Hoch- und Ingenieurbauten im jeweiligen Land Verwendung finden.

Wird keine nationale Festlegung angeführt, ist die in dieser Norm angegebene Standardfestlegung anzuwenden.

Wenn keine nationale Festlegung angeführt wird und keine Standardfestlegung in dieser Norm angegeben ist, kann die Festlegung durch eine zuständige Behörde getroffen werden, oder, sofern keine Festlegungen getroffen wurden, können die beteiligten Parteien im Einzelfall eine Vereinbarung treffen.

Nationale Festlegungen sind in prEN 1991-1-7 zu den folgenden Abschnitten gestattet:

4.1(2)	4.2(1)	4.3(1) – 2 Festlegungen	4.3(2)
5.1(1) – 2 Festlegungen	5.2(2)	5.3(3)	5.4.1(1) – 3 Festlegungen
5.4.1(2) – 2 Festlegungen	5.4.1(3)	5.4.2(2) – 2 Festlegungen	5.4.2(3)
5.4.2(5)	5.5(2)	5.6.1(1)	5.6.2.2(1) – 2 Festlegungen
5.6.2.3(1)	5.6.2.4(1)	5.6.2.4(2)	5.6.2.4(3)
5.6.2.4(4)	5.6.2.4(5)	5.6.2.4(6)	5.6.2.5(1)
5.6.3(1)	5.6.3(3)	5.7.1(3)	5.7.1(5)
5.7.2(1)	5.7.2(2) – 2 Festlegungen	5.7.2(5)	5.7.2(6)
5.7.2(7) – 2 Festlegungen	5.7.3(1)	5.7.3(2)	5.7.3(3)
5.7.3(4)	5.7.3(5) – 2 Festlegungen	5.7.3(6) – 2 Festlegungen	5.8(2)
6.3.1(1)	A.1(1)	A.3.1(4)	A.3.2(3)
A.3.2(4)	A.3.3(1)	A.4.3(1) – 2 Festlegungen	A.5(1)
B.1(1)	C.1(1)	D.1(1)	D.6(3)
E.1(1)			

Nationale Festlegungen sind in prEN 1991-1-7 zu den folgenden informativen Anhängen gestattet:

Anhang A	Anhang B	Anhang C	Anhang D

Der Nationale Anhang kann, direkt oder durch Verweisungen, ergänzende nicht widersprechende Angaben (NCCI, en: non-contradictory complementary information) zur Erleichterung der Umsetzung enthalten, sofern dadurch keine Bestimmungen der Eurocodes geändert werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

1 Anwendungsbereich

1.1 Anwendungsbereich von prEN 1991-1-7

(1) prEN 1991-1-7 enthält Einwirkungen und Regelungen für die Sicherung von Hochbauten und anderen Ingenieurbauwerken gegen identifizierbare außergewöhnliche Einwirkungen.

ANMERKUNG 1 Identifizierbare außergewöhnliche Einwirkungen umfassen Anpralllasten durch Fahrzeuge und Innenraumexplosionen.

ANMERKUNG 2 Regelungen für Anpralllasten durch Fahrzeuge auf einem Brückenüberbau sind in EN 1991-2 angegeben.

(2) prEN 1991-1-7 behandelt außerdem Einwirkungen und Regelungen für Zugverankerungssysteme und Haupttragelemente; Informationen zur Risikobeurteilung; dynamische Anprallberechnungen; Einwirkungen durch Innenraumexplosionen; Einwirkungen aus Trümmern.

1.2 Annahmen

(1) Für prEN 1991-1-7 gelten die allgemeinen Annahmen von EN 1990.

(2) prEN 1991-1-7 ist dafür vorgesehen, zusammen mit EN 1990, EN 1991 (alle Teile) und den anderen Eurocode-Teilen für die Bemessung und Konstruktion von Tragwerken angewendet zu werden.

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).

ANMERKUNG Siehe die Literaturhinweise für eine Liste von weiteren zitierten Dokumenten, die keine normativen Verweisungen sind, einschließlich jenen, die im Rahmen einer Empfehlung (d. h. durch „sollte“-Sätze), einer Erlaubnis (d. h. durch „darf“-Sätze) und einer Möglichkeit (d. h. durch „kann“-Sätze) und in Anmerkungen in Bezug genommen werden.

EN 1990:2023, *Eurocode — Grundlagen der Planung von Tragwerken und geotechnischen Bauwerken*

EN 1991 (alle Teile), *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke*

3 Begriffe und Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1990 und die folgenden Begriffe und Symbole.

ANMERKUNG Andere spezifische Symbole, die insbesondere in informativen Anhängen behandelt werden, sind im Text angegeben.

3.1 Begriffe

3.1.1 Allgemeine Begriffe in Zusammenhang mit außergewöhnlichen Einwirkungen

3.1.1.1
Verbrennungsgeschwindigkeit
Geschwindigkeit der Flammenausbreitung im Verhältnis zur Geschwindigkeit des unverbrannten Staubs, Gases oder Dampfes vor der Flammenfront

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

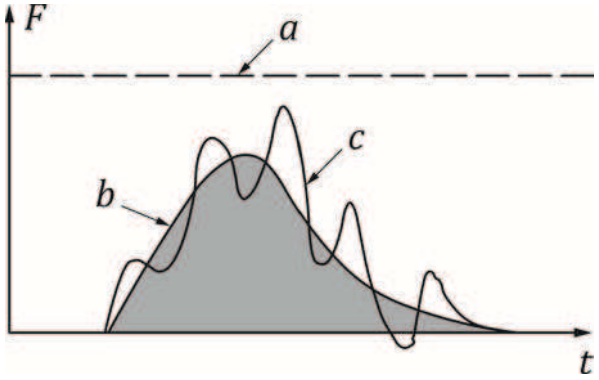
3.1.1.2
Versagensfolgeklasse
Klassifizierung der Versagensfolgen eines Tragwerkes im Sinne von Verlust von Menschenleben oder Personenschäden sowie wirtschaftlichen, sozialen und umweltbezogenen Verlusten

[QUELLE: EN 1990:2023, 3.1.2.33]

3.1.1.3
Deflagration
Ausbreitung einer Verbrennungszone mit einer Geschwindigkeit, die geringer ist als die Schallgeschwindigkeit in dem ungestörten Medium

3.1.1.4
Detonation
Ausbreitung einer Verbrennungszone mit einer Geschwindigkeit, die größer ist als die Schallgeschwindigkeit in dem ungestörten Medium

3.1.1.5
dynamische Kraft
zeitlich veränderliche Kraft, die in der Lage ist, signifikante dynamische Bauwerksbeanspruchungen hervorzurufen; bei Anprall stellt die dynamische Kraft die Kraft mit einer zugehörigen Kontaktfläche an der Anprallstelle dar (siehe Bild 1.1)



Legende
a statisch äquivalente Kraft
b dynamische Kraft
c Bauwerksreaktion

Bild 1.1 — Dynamische Kraft

3.1.1.6
äquivalente statische Kraft
alternative Darstellung zu einer dynamischen Kraft, die die dynamische Bauwerksreaktion einschließt (siehe Bild 1.1)

3.1.1.7
Flammgeschwindigkeit
Geschwindigkeit der Flammenfront relativ zu einem festen Bezugspunkt

3.1.1.8
Entflammgrenze
Mindest- oder Höchstkonzentration eines brennbaren Materials in einem homogenen Gemisch mit einem gasförmigen Oxidationsmittel, das die Flamme vorantreibt

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

3.1.1.9
Anprallobjekt
Objekt, das während einer außergewöhnlichen Einwirkung an einem Tragwerk anprallt (z. B. Fahrzeug, Schiff usw.)

3.1.1.10
Haupttragelement
tragendes Bauteil, von dem die Stabilität des Resttragwerks abhängig ist

3.1.1.11
tragende Wandkonstruktion
nicht gerahmtes Mauerwerk in Querwandbauweise, das hauptsächlich vertikale Lasten aufnimmt, einschließlich Leichtbau-Paneelkonstruktionen aus vertikalen Holz- oder Stahlständern in engen Abständen mit Spanplatten-, Streckmetall- oder anderen Verschalungen

3.1.1.12
lokales Versagen
Teil eines Tragwerks, von dem angenommen wird, dass er infolge eines Ereignisses eingestürzt oder stark beeinträchtigt ist

3.1.1.13
Risiko
Maß für das Zusammenwirken (üblicherweise als Produkt) von Wahrscheinlichkeit bzw. Häufigkeit des Auftretens einer definierten Gefährdung und der Größe der Versagensfolge

3.1.1.14
Robustheit
Fähigkeit eines Tragwerks, Ereignissen wie Anprall, Explosionen, Brand oder den Folgen menschlichen Versagens so zu widerstehen, dass keine Schäden entstehen, die in keinem Verhältnis zur ursprünglichen Schadensursache stehen

3.1.1.15
Unterbau
Teil eines Bauwerks, der den Überbau stützt

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Hochbauten bezieht sich dies üblicherweise auf die Gründungen und weitere Bauwerksteile, die sich unter dem Geländeniveau befinden. Bei Brücken handelt es sich hierbei üblicherweise um die Gründungen, Widerlager, Pfeiler und Stützen usw.

3.1.1.16
Überbau
Teil eines Bauwerks, der von dem Unterbau getragen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Hochbauten ist dies üblicherweise das Bauwerk über Geländeniveau. Bei Brücken ist dies normalerweise der Brückenüberbau.

3.1.1.17
Öffnungselement
nicht tragender Teil der Gebäudehülle (Wand, Boden, Decke) mit begrenzter Beanspruchbarkeit, der dazu vorgesehen ist, dem entstehenden Druck infolge Deflagration nachzugeben, um den Druck auf Tragwerksteile des Bauwerks zu begrenzen

3.1.1.18
Explosion
schnelle chemische Reaktion von Staub, Gas oder Dampf in der Luft mit der Folge von hohen Temperaturen und hohen Überdrücken, und bei der die Drücke sich in Wellenform ausbreiten

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

3.1.2 Maßgebende spezifische Begriffe in Anhang B

3.1.2.1
Versagensfolge
mögliches Ergebnis eines (in der Risikoanalyse üblicherweise unerwünschten) Ereignisses

Anmerkung 1 zum Begriff: Versagensfolgen können im Hinblick auf den Verlust von Menschenleben, Personenschäden, wirtschaftliche Verluste, Umweltschäden, Nutzungsausfall für Benutzer und die Öffentlichkeit usw. in Worten oder in Zahlen angegeben werden. Dazu sind sowohl unmittelbare Folgen als auch solche, die sich mit der Zeit einstellen, zu zählen.

3.1.2.2
Gefährdungsszenario
kritische Situation zu einer bestimmten Zeit, bestehend aus einer Leitgefährdung und einer oder mehreren begleitenden Bedingungen, die zu einem unerwünschten Ereignis führen (z. B. vollständiger Einsturz des Tragwerks)

3.1.2.4
Risikoakzeptanzkriterien
akzeptierbare Wahrscheinlichkeitsgrenzen für das Eintreten bestimmter Versagensfolgen eines unerwünschten Ereignisses, angegeben als Häufigkeiten je Jahr

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Kriterien werden üblicherweise auf nationaler Ebene bestimmt, um das Risikoniveau wiederzugeben, das für Personen und für die Gesellschaft als annehmbar angesehen wird.

3.1.2.5
Risikoanalyse
systematische Vorgehensweise zur Beschreibung und/oder Berechnung von Risiken

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Risikoanalyse umfasst die Identifizierung unerwünschter Ereignisse und der Ursachen, Wahrscheinlichkeiten und Versagensfolgen dieser Ereignisse.

3,1.2.6
Risikobewertung
Vergleich der Ergebnisse der Risikoanalyse mit den Risikoakzeptanzkriterien und anderen Entscheidungskriterien

3.1.2.7
Risikomanagement
systematische Maßnahmen, die von einer Organisation unternommen werden, um ein Sicherheitsniveau zu erreichen und aufrecht zu erhalten, das mit den definierten Zielsetzungen übereinstimmt

3.1.2.8
unerwünschtes Ereignis
Ereignis oder Zustand, das/der zum Verlust von Menschenleben, Personenschäden, wirtschaftlichen Schäden, Nutzungsausfall für Benutzer und die Öffentlichkeit usw. führen kann

3.2 Symbole

3.2.1 Lateinische Großbuchstaben

C	Kraft-Term für Anpralllasten durch Hubschrauber
F	Anprallkraft
F_{dx}	horizontale äquivalente statische oder dynamische Bemessungskraft (Frontalkraft, üblicherweise in vorgesehener Fahrtrichtung)

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

F_{dy}	horizontale äquivalente statische oder dynamische Bemessungskraft (Lateralkraft, üblicherweise senkrecht zur vorgesehenen Fahrtrichtung)
F_{max}	maximaler Druck, der sich bei Deflagration unter Abschluss bei einem optimalen Gemisch entwickelt
F_R	Reibungskraft bei Anprall
W	Summe aus Leergewicht und Stapellast eines beladenen Gabelstaplers

3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben

a	Höhe der Angriffsfläche einer Anpralllast
b	Breite der Angriffsfläche einer Anpralllast
b_{Pier}	Breite eines Brückenpfeilers
d	Abstand des tragenden Bauteils zur Mittellinie der Verkehrsspur oder des Gleises
h	Höhe der (resultierenden) Anpralllast
h_0	lichte Höhe zwischen der Straßenoberkante und der Unterseite des Brückenüberbaus, unterhalb dessen ein Anprall auf den Überbau vollständig ohne Abzüge berücksichtigt werden muss
h_1	lichte Höhe zwischen der Straßenoberkante und der Unterseite des Brückenüberbaus, oberhalb dessen kein Anprall berücksichtigt zu werden braucht
ℓ	Schiffslänge
r_F	Abminderungsfaktor
s	Abstand des tragenden Bauteils zu dem Punkt, an dem das Fahrzeug den Fahrstreifen verlässt
m	Masse
x	(vorgesehene) Fahrt- oder Gleisrichtung
y	Richtung senkrecht zur (vorgesehenen) Fahrt- oder Gleisrichtung
v	Geschwindigkeit (d. h. v_0 ist die Anfangsgeschwindigkeit der Bewegung)

3.2.3 Griechische Kleinbuchstaben

α	Neigungswinkel
Δh	Differenz zwischen h_1 und h_0
μ	Reibungsbeiwert

4 Grundlagen der Bemessung

4.1 Allgemeine Strategien

(1) Tragwerke sind für die maßgebenden außergewöhnlichen Bemessungssituationen in Übereinstimmung mit EN 1990:2023, 5.2(3) zu planen.

ANMERKUNG Die für außergewöhnliche Bemessungssituationen zu berücksichtigenden Strategien sind in Tabelle 4.1 dargestellt, die identisch mit EN 1990:2023, Tabelle E.1, ist.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

Tabelle 4.1 — Strategien für außergewöhnliche Bemessungssituationen

Entwurf und Bemessung für außergewöhnliche Einwirkungen (EN 1991) Eindeutige Bemessung des Tragwerks (z. B. gegen Explosion, Anprall)		**Bemessung hinsichtlich einer erhöhten Robustheit (EN 1990)** Strategien basierend auf der Begrenzung des Schadensausmaßes		
Bemessung des Tragwerks hinsichtlich des Widerstands gegenüber Einwirkungen[a]	Vermeiden oder Verringern der Einwirkung z. B. Schutzmaßnahmen, Steuerung von Ereignissen	Alternative Lastpfade entweder durch ausreichendes Verformungs-vermögen und Duktilität oder durch Anwenden festgelegter Bemessungsregeln	Haupttragelemente d. h. Bemessung von ausgewählten Bauteilen hinsichtlich des Widerstands gegenüber fiktiven Kräften	Segmentierung d. h. Aufteilung in Teile
[a] Die Tragwerksbemessung gegen identifizierte außergewöhnliche Einwirkungen kann besonders entworfene Bauteile umfassen, die teilweise oder vollständig versagen, sofern ihr Versagen nicht zu einem weiteren Tragwerksversagen führt, wie mit den Behörden vereinbart (für Strategien und Methoden zur Begrenzung des Schadensausmaßes siehe EN 1990:2023, Abschnitt E.3 und Abschnitt E.4).				

(2) Für einige Bauwerke (z. B. für Bauten, bei denen kein Risiko für Menschenleben besteht und bei denen wirtschaftliche, gesellschaftliche und Umweltfolgen vernachlässigbar sind), die außergewöhnlichen Einwirkungen ausgesetzt sind, darf der vollständige Einsturz des Tragwerks infolge eines extremen Ereignisses annehmbar sein.

ANMERKUNG Die Entscheidungskriterien, wann ein solcher Einsturz annehmbar ist, können im Nationalen Anhang angegeben sein.

(3) Gegebenenfalls darf ein Entwurf mit alternativem Lastpfad als wirtschaftliches Bemessungsverfahren für außergewöhnliche Einwirkungen in Betracht gezogen werden.

ANMERKUNG Die Lastabtragung von entweder einer vertikalen Last über mehr als einer Stütze oder einer horizontalen Last über mehr als einem Träger ermöglich eine Umverteilung der Einwirkung, soweit dies notwendig ist. Dies kann auch Einfluss auf die Tragfähigkeiten im Fall eines Anpralls oder einer Explosion haben.

4.2 Außergewöhnliche Bemessungssituationen — Strategien bei identifizierten außergewöhnlichen Einwirkungen

(1) Die außergewöhnlichen Einwirkungen, die berücksichtigt werden sollten, hängen von Folgendem ab:

— den Maßnahmen, die zur Vermeidung außergewöhnlicher Einwirkungen oder zur Minderung der Schwere der außergewöhnlichen Einwirkungen ergriffen wurden;

— der Auftretenswahrscheinlichkeit der identifizierten außergewöhnlichen Einwirkungen;

— den möglichen Versagensfolgen aufgrund identifizierter außergewöhnlicher Einwirkungen;

— der öffentlichen Wahrnehmung des Risikos; und

— der Größe des akzeptablen Risikos.

ANMERKUNG 1 In der Praxis können das Auftreten und die Folgen von außergewöhnlichen Einwirkungen mit einem bestimmten Risikoniveau verknüpft werden. Wenn dieses Niveau nicht akzeptiert werden kann, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich. Ein Risikoniveau von null kann jedoch kaum verwirklicht werden; meistens ist es notwendig,

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

ein bestimmtes Risikoniveau akzeptieren. Solch ein Risikoniveau kann durch verschiedene Faktoren bestimmt werden, z. B. die mögliche Anzahl von Unfallopfern, wirtschaftliche Folgen und die Kosten für Sicherheitsmaßnahmen.

ANMERKUNG 2 Niveaus der akzeptablen Risiken können im Nationalen Anhang angegeben sein.

(2) Lokales Versagen infolge außergewöhnlicher Einwirkungen darf akzeptiert werden, sofern die Stabilität des gesamten Tragwerks dadurch nicht gefährdet wird, die Gesamttragfähigkeit erhalten bleibt und es möglich ist, die erforderlichen Notfallmaßnahmen durchzuführen.

ANMERKUNG 1 Im Hochbau können solche Notfallmaßnahmen die sichere Evakuierung der Personen aus dem Gebäude und aus seiner Umgebung bedeuten.

ANMERKUNG 2 Im Brückenbau können solche Notfallmaßnahmen Sperrungen der Straßen- oder Eisenbahnstrecke innerhalb eines bestimmten Zeitraumes bedeuten.

(3) Maßnahmen sollten angewendet werden, um das Risiko außergewöhnlicher Einwirkungen zu mindern, und sie sollten, soweit angemessen, eine oder mehrere der folgenden Strategien einschließen:

a) Vermeiden des Auftretens der Einwirkung (z. B. im Fall von Brücken durch geeignete lichte Höhen zwischen Fahrstreifen und dem Bauwerk) oder Verringerung der Wahrscheinlichkeit und/oder Größe der Einwirkung auf ein annehmbares Niveau durch die Tragwerksbemessung (z. B. im Fall von Hochbauten durch sich opfernde Öffnungselemente mit geringer Masse und Festigkeit, um die Explosionswirkungen zu reduzieren);

b) Schutz des Tragwerkes gegen die Auswirkungen außergewöhnlicher Einwirkungen durch Verringerung der Auswirkungen auf das Tragwerk (z. B. durch Sicherheitspoller oder Schutzplanken); und/oder

c) Sicherstellen, dass das Tragwerk durch Anwendung der Regeln zur Robustheit nach EN 1990 eine ausreichende Robustheit aufweist.

ANMERKUNG Der Schutz des Tragwerks durch Verringerung der Auswirkungen einer außergewöhnlichen Einwirkung oder durch Verhindern ihres Auftretens kann schwierig sein. Dies ist darauf zurückzuführen, dass eine Einwirkung von Faktoren abhängt, die über die geplante Nutzungsdauer des Tragwerks außerhalb der Bemessungsannahmen liegen können. Vorbeugende Maßnahmen können regelmäßige Inspektionen und Instandhaltungsmaßnahmen während der geplanten Nutzungsdauer des Tragwerks umfassen.

(4) Die Sicherheit des Tragwerks unmittelbar nach dem Auftreten der außergewöhnlichen Einwirkung muss in einer außergewöhnlichen Bemessungssituation betrachtet werden, beispielsweise für die erforderliche Evakuierung von Personen.

4.3 Außergewöhnliche Bemessungssituationen — Anwendung der Versagensfolgeklassen

(1) Die Strategien für außergewöhnliche Bemessungssituationen dürfen auf den folgenden Versagensfolgeklassen beruhen, die in EN 1990 aufgeführt sind.

— CC1 Geringe Versagensfolgen

— CC2 Mittlere Versagensfolgen

— CC3 Hohe Versagensfolgen

ANMERKUNG 1 Unter manchen Umständen kann es angemessen sein, einige Teile des Tragwerks unterschiedlichen Versagensfolgeklassen zuzuordnen, z. B. bei einem niedrig geschossigen Seitenflügel eines Gebäudes, der von den Funktionen her weniger kritisch als das Hauptgebäude ist.

ANMERKUNG 2 Der Nationale Anhang kann eine Kategorisierung von Tragwerken nach den Versagensfolgeklassen in 4.3(1) enthalten.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

ANMERKUNG 3 Tabelle 4.2 (NDP) enthält die Einteilung der Versagensfolgeklassen hinsichtlich Innenraumexplosionen für unterschiedliche Gebäudearten und Belegungen, sofern der Nationale Anhang keine andere Einteilung angibt.

Tabelle 4.2 (NDP) — Einteilung der Versagensfolgeklassen hinsichtlich Innenraumexplosionen

Versagens-folgeklasse	Beschreibung der Versagens-folgeklasse	Beispiel für die Einteilung der Gebäudeart und Belegung[a]
CC 3	Hoch	Alle oberhalb von Klasse 2 (untere und obere Versagensfolgeklasse) definierten Gebäude, die die Grenzwerte für Fläche und Anzahl der Stockwerke überschreiten Alle Gebäude mit starkem Publikumsverkehr Stadien mit mehr als 5 000 Zuschauern Gebäude, in denen gefährliche Substanzen lagern und/oder gefährliche Prozesse ablaufen
CC 2b Obere Risiko-Gruppe	Mittel-hoch	Hotels, Wohn- und Apartmentgebäude und andere Wohngebäude mit mehr als 4 Stockwerken, aber nicht mehr als 15 Stockwerken Schulgebäude mit mehr als einem Stockwerk, aber nicht mehr als 15 Stockwerken Einzelhandelsgeschäfte mit mehr als 3 Stockwerken, aber nicht mehr als 15 Stockwerken Krankenhäuser mit nicht mehr als 3 Stockwerken Bürogebäude mit mehr als 4 Stockwerken, aber nicht mehr als 15 Stockwerken Alle Gebäude mit Publikumsverkehr mit Geschossflächen von mehr als 2 000 m^2, aber nicht mehr als 5 000 m^2 in jedem Geschoss Parkhäuser mit nicht mehr als 6 Stockwerken
CC 2a Untere Risiko-Gruppe	Mittel-niedrig	5-stöckige Einfamilienhäuser Hotels mit nicht mehr als 4 Stockwerken Wohn- und Apartmentgebäude und andere Wohngebäude mit nicht mehr als 4 Stockwerken Bürogebäude mit nicht mehr als 4 Stockwerken Industriebauten mit nicht mehr als 3 Stockwerken Einzelhandelsgeschäfte mit nicht mehr als 3 Stockwerken und unter 1 000 m^2 Geschossfläche in jedem Geschoss Einstöckige Schulgebäude Alle Gebäude mit nicht mehr als zwei Stockwerken für Publikumsverkehr und Geschossflächen von nicht mehr als 2 000 m^2 in jedem Geschoss
CC 1	Niedrig	Einfamilienhäuser mit nicht mehr als 4 Stockwerken Landwirtschaftliche Gebäude Gebäude, die selten von Personen betreten werden, vorausgesetzt, dass alle Teile des Gebäudes einen Abstand zu anderen Gebäuden oder Flächen mit häufiger Nutzung durch Personen von mindestens dem 1,5-fachen der Gebäudehöhe besitzen

[a] Bei Gebäuden, die für mehr als eine Nutzungsart vorgesehen sind, sollte sich die „Versagensfolgeklasse“ auf die ungünstigste Nutzungsart beziehen. Bei der Bestimmung der Anzahl der Stockwerke dürfen die Untergeschosse vernachlässigt werden, wenn diese Untergeschosse die Anforderungen an die „Versagensfolgeklasse 2b — Obere Risikogruppe“ erfüllen.

(2) Außergewöhnliche Bemessungssituationen für die verschiedenen Versagensfolgeklassen nach 4.3(1) dürfen in folgender Weise berücksichtigt werden:

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

— CC1: keine spezielle Berücksichtigung von außergewöhnlichen Einwirkungen ist erforderlich, außer um sicherzustellen, dass die Robustheits- und Stabilitätsregeln in EN 1990 bis EN 1999, soweit zutreffend, erfüllt sind;

— CC2: abhängig von den jeweiligen Umständen des Tragwerks darf eine vereinfachte Berechnung mit statischen äquivalenten Kräften durchgeführt werden oder es dürfen festgelegte Bemessungs-/Konstruktionsregeln angewendet werden;

— CC3: eine Untersuchung des spezifischen Falls sollte durchgeführt werden, um das Zuverlässigkeitsniveau und die Tiefe der erforderlichen Tragwerksberechnungen zu bestimmen. Das kann die Durchführung einer Risikoanalyse erfordern, ebenso die Anwendung von Verfahren wie eine dynamische Berechnung, nicht-lineare Tragwerksmodelle und die Berücksichtigung der Interaktion von Last und Tragwerk.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang kann Verweisungen auf geeignete Bemessungsansätze für höhere oder niedrigere Versagensfolgeklassen enthalten.

(3) Vorbeugende Maßnahmen und/oder Schutzmaßnahmen zielen darauf ab, die Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung des Tragwerks zu beseitigen oder zu mindern. Ihre Wirkung kann sich bei der Tragwerksbemessung widerspiegeln, indem z. B. das Tragwerk in eine niedrigere Versagensfolgeklasse eingestuft wird oder niedrigere Bemessungskräfte verwendet werden.

5 Anprall

5.1 Anwendungsbereich

(1) Dieser Abschnitt legt die außergewöhnlichen Einwirkungen durch folgende Ereignisse fest:

— Anprall von Straßenfahrzeugen (ausgenommen Kollisionen mit Leichtbautragwerken) (siehe 5.4);

— Anprall von Gabelstaplern (siehe 5.5);

— Anprall von Eisenbahnfahrzeugen (ausgenommen Kollisionen mit Leichtbautragwerken) (siehe 5.6); und

— Anprall von Schiffen (siehe 5.7);

— harte Landung von Hubschraubern auf Dächern (siehe 5.8).

ANMERKUNG 1 Außergewöhnliche Einwirkungen auf Leichtbautragwerke (z. B. Gerüste, Beleuchtungsmasten, Fußgängerbrücken), die aus dem oben genannten Anwendungsbereich ausgeschlossen sind, können im Nationalen Anhang angegeben sein.

ANMERKUNG 2 Zu Anpralllasten auf Schrammborde und Geländer auf der Brücke infolge Entgleisung siehe prEN 1991-2.

ANMERKUNG 3 Der Nationale Anhang kann Hinweise bezüglich der Übertragung von Anprallkräften auf die Gründungen enthalten.

(2) Bei Hochbauten müssen Einwirkungen durch Anprall berücksichtigt werden für:

— Parkhäuser;

— Bauwerke mit zugelassenem Fahrzeug- oder Gabelstaplerverkehr; und

— Bauwerke in unmittelbarer Nähe zu Straßenverkehr oder Schienenverkehr oder Wasserstraßenverkehr.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

(3) Einwirkungen durch Hubschrauberanprall müssen für Bauwerke berücksichtigt werden, auf deren Dächern ein Hubschrauberlandeplatz vorhanden ist.

5.2 Klassifizierung der Einwirkungen

(1) Einwirkungen nach dem Anwendungsbereich dieses Dokuments sind als außergewöhnliche Einwirkungen nach EN 1990:2023, 8.3.3.4, einzustufen.

(2) Außergewöhnliche Einwirkungen durch Anprall sollten, soweit nicht anders festgelegt, als freie Einwirkungen behandelt werden.

ANMERKUNG Der Nationalen Anhang kann den Umgang mit außergewöhnlichen Einwirkungen, die nicht als freie Einwirkungen eingestuft sind, festlegen.

5.3 Darstellung der Einwirkungen

(1) Einwirkungen durch Anprall sollten mit einer dynamischen Berechnung ermittelt oder durch eine statisch äquivalente Kraft dargestellt werden.

ANMERKUNG 1 Die Kräfte an der Grenzfläche zwischen dem Anprallobjekt und dem Tragwerk hängen von dem Zusammenwirken von Anprallobjekt und Tragwerk ab.

ANMERKUNG 2 Die Basisvariablen für eine Anprallanalyse sind die Anprallgeschwindigkeit des Anprallobjektes und die Masseverteilung, das Verformungsverhalten und die Dämpfungseigenschaften des Anprallobjektes und des Tragwerks. Andere Faktoren wie der Anprallwinkel, die Konstruktion des Anprallobjektes und die Bewegung des Anprallobjektes nach dem Anprall können ebenfalls maßgebend sein.

ANMERKUNG 3 Hinweise zur dynamischen Bemessung und Konstruktion hinsichtlich Anprall sind in Anhang C angegeben.

(2) Für die Tragwerksbemessung dürfen die Einwirkungen durch Anprall als statisch äquivalente Kraft mit äquivalenten Auswirkungen auf das Tragwerk dargestellt werden. Dieses vereinfachte Modell darf für den Nachweis des statischen Gleichgewichtes, die Festigkeitsnachweise und die Bestimmung der Verformungen des Tragwerks unter Anprall verwendet werden.

(3) Die Anwendung der dynamischen oder statisch äquivalenten horizontalen Bemessungskräfte F_{dx} und F_{dy} sollte festgelegt sein.

ANMERKUNG F_{dx} wirkt nicht gleichzeitig mit F_{dy}, es sei denn, der Nationale Anhang legt andere Regeln für die Anwendung von F_{dx} und F_{dy} fest.

(4) Tragwerke, die für die Absorption der Anprallenergie durch elastisch-plastische Verformungen der Bauteile bemessen werden (d. h. weicher Stoß), dürfen die statisch äquivalenten Kräfte unter Berücksichtigung sowohl plastischer Festigkeiten als auch der Verformungskapazität dieser Bauteile ermittelt werden.

ANMERKUNG Für weitere Hinweise siehe Anhang C.

(5) Bei Tragwerken, bei denen die Energie im Wesentlichen durch das Anprallobjekt dissipiert wird (d. h. harter Stoß), dürfen die dynamischen oder statisch äquivalenten Kräfte nach den Unterabschnitten 5.4 bis 5.8 bestimmt werden.

ANMERKUNG Einige Hinweise zu den Parametern für Massen und Geschwindigkeiten von Anprallobjekten als eine Grundlage für eine dynamische Berechnung können Anhang C entnommen werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

5.4 Außergewöhnliche Einwirkungen durch Straßenfahrzeuge

5.4.1 Anprall auf stützende Unterbauten

(1) Die Bemessungswerte für Einwirkungen durch Anprall auf die Stützbauwerke (z. B. Stützen und Wände von Brücken oder Hochbauten) neben Straßen unterschiedlicher Kategorie sollten festgelegt werden.

ANMERKUNG 1 Statisch äquivalente Bemessungskräfte für harten Stoß können Tabelle 5.1 (NDP) entnommen werden, sofern der Nationale Anhang keine anderen Werte angibt.

Tabelle 5.1 (NDP) — Statisch äquivalente Bemessungskräfte durch Fahrzeuganprall an Bauteilen von Stützbauwerken über oder neben Straßen

Kategorie des Verkehrs	Kraft F_{dx} [a] [kN]	Kraft F_{dy} [b] [kN]
Autobahnen und Bundesstraßen	1 000	500
Landstraßen außerhalb von Ortschaften	750	375
Innerstädtische Straßen	500	250
Privatstraßen und Parkgaragen für:		
— Pkw	50	25
— Lkw[c]	150	75

[a] x = vorgesehene Fahrtrichtung.

[b] y = senkrecht zur vorgesehenen Fahrtrichtung.

[c] Die Benennung „Lkw“ bezieht sich auf Fahrzeuge mit einem maximalen Gesamtgewicht von mehr als 3,5 kN.

ANMERKUNG 2 Der Nationale Anhang kann die Kräfte als Funktion des Abstandes s des tragenden Bauteils zu dem Punkt, an dem das Fahrzeug den Fahrstreifen verlässt, und des Abstandes d des tragenden Bauteils zur Mittellinie der Straße oder der Fahrspur festlegen. Hinweise zur Auswirkung des Abstandes s, sofern zutreffend, können Anhang C entnommen werden.

ANMERKUNG 3 Der Nationale Anhang kann Arten oder Teile des Tragwerks festlegen, für die der Fahrzeuganprall nicht berücksichtigt zu werden braucht.

ANMERKUNG 4 Für den Anprall aus Verkehr auf Brücken siehe prEN 1991-2.

ANMERKUNG 5 Für Hinweise zu außergewöhnlichen Einwirkungen durch Straßenfahrzeuge auf Brücken, auf denen auch Eisenbahnverkehr stattfindet, siehe UIC Code 777-1R.

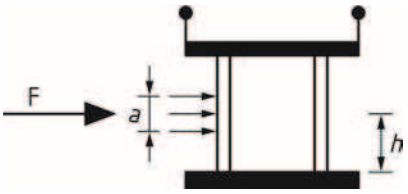
(2) Für den Anprall auf Stützbauwerke sollte die Anprallfläche der resultierenden Anprallkraft F festgelegt werden.

ANMERKUNG 1 Bei Anprall durch Lkw kann die Anprallkraft F in einer beliebigen Höhe h zwischen 0,5 m und 1,5 m über der Straßenoberkante angesetzt werden, oder höher, wenn bestimmte Arten von Schutzplanken vorhanden sind (siehe Bild 5.1). Die Anprallfläche ist $b = 1{,}50$ m (Breite) mal $a = 0{,}5$ m (Höhe) oder mal die Bauteilbreite, wobei der kleinere Wert maßgebend ist. Der Nationale Anhang kann andere Werte enthalten.

ANMERKUNG 2 Für den Anprall durch Pkw kann die Anprallkraft F in einer Höhe $h = 0{,}50$ m über der Straßenoberkante angesetzt werden (siehe Bild 5.1). Die Anprallfläche ist $b = 1{,}50$ m (Breite) mal $a = 0{,}25$ m (Höhe) oder mal der Bauteilbreite, wobei der kleinere Wert maßgebend ist. Der Nationale Anhang kann andere Werte enthalten.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10



Legende
a ist die Höhe der Kraftanprallfläche
h ist die Höhe der Stelle der resultierenden Anprallkraft *F*

Bild 5.1 — Anprallkraft auf stützende Unterbauten neben Fahrspuren von Brücken und auf Stützbauwerke für Hochbauten

(3) Schranken und Geländer von Parkplatzflächen, häufig mit der Stützkonstruktion verbunden, die absturzsichernde oder umschließende Bauteile (z. B. Schutzeinrichtungen) darstellen, und deren Verbindungsmittel, sollten mit einer horizontalen freien Kraft und einer Anprallfläche bemessen werden.

ANMERKUNG Die Anprallkraft, die auf die Schranken und Geländer von Parkplatzflächen wirkt, ist $F = 40$ kN in einer Höhe von 0,5 m über der Fahrbahnoberkante mit einer Anprallfläche von $b \times a = 0{,}5\ \text{m} \times 0{,}2\ \text{m}$; alternativ kann eine Anprallenergie von 5,5 kNm angesetzt werden. Der Nationale Anhang kann andere Werte enthalten.

5.4.2 Anprall auf Überbauungen

(1) Bemessungswerte für Einwirkungen durch Lkw-Anprall und/oder durch die von den Lkw beförderten Ladungen auf Bauteile des Überbaus sollten festgelegt werden, sofern keine ausreichenden lichten Höhen oder geeigneten Schutzmaßnahmen vorhanden sind, um einen Anprall zu verhindern.

(2) Die Bemessungswerte der Anpralllasten auf vertikale Flächen müssen den statisch äquivalenten Bemessungskräften durch Anprall entsprechen. Bei $h_0 \leq h \leq h_1$ dürfen diese Werte mit einem Abminderungsfaktor r_F multipliziert werden.

ANMERKUNG 1 Die statisch äquivalenten Bemessungskräfte F_{dx} sind in Tabelle 5.2 (NDP) angegeben, sofern der Nationale Anhang keine anderen Werte angibt.

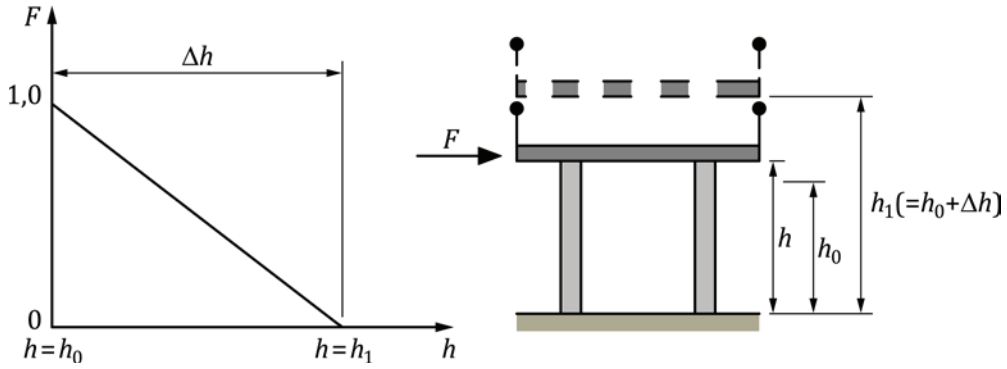
ANMERKUNG 2 Die Werte für die lichten Höhen h_0 und h_1 dürfen mit 5,0 m und 6,0 m angesetzt werden, sofern der nationale Anhang keine anderen Werte angibt.

(3) Bei der Bestimmung der verfügbaren lichten Höhe *h* sollten zukünftige Erneuerungen des Fahrbahnbelags, vertikale Neigungsänderungen, die Brückendurchbiegung und voraussichtliche Setzungen berücksichtigt werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

Tabelle 5.2 (NDP) — Statisch äquivalente Bemessungskräfte durch Anprall an Überbauungen

Kategorie des Verkehrs	Statisch äquivalente Bemessungskraft F_{dx}[a] kN
Autobahnen und Bundesstraßen	500
Landstraßen außerhalb von Ortschaften	375
Innerstädtische Straßen	250
Privatstraßen und Parkgaragen	75
[a] x = vorgesehene Fahrtrichtung	



Legende

r_F Abminderungsfaktor

h lichte Höhe zwischen der Straßenoberkante und der Unterseite des Brückenüberbaus am Anprallpunkt

h_0 lichte Höhe zwischen der Straßenoberkante und der Unterseite des Brückenüberbaus, unterhalb dessen ein Anprall auf den Überbau ohne Abminderung berücksichtigt werden muss

h_1 lichte Höhe zwischen der Straßenoberkante und der Unterseite des Brückenüberbaus, oberhalb dessen kein Anprall berücksichtigt zu werden braucht

Δh Höhendifferenz zwischen h_1 und h_0, d. h. $\Delta h = h_1 - h_0$

F Anprallkraft

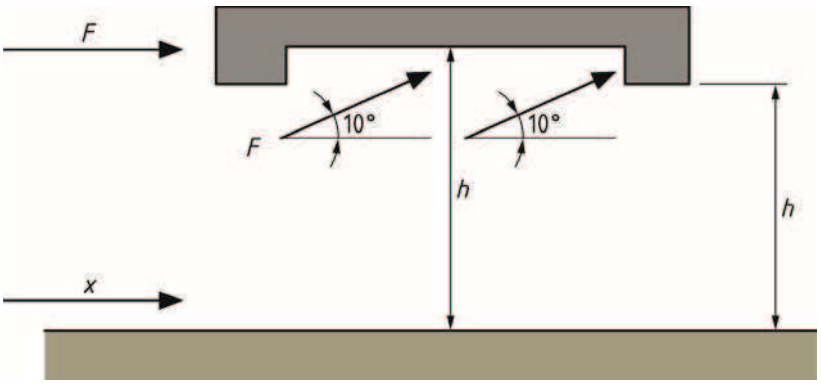
Bild 5.2 — Empfohlene Werte für den Abminderungsfaktor r_F für Anprallkräfte durch Fahrzeuge an horizontalen Bauteilen oberhalb von Straßen, abhängig von der lichten Höhe h

(4) Für die Unterseite von Brückenüberbauungen dürfen die gleichen Anpralllasten wie vorstehend beschrieben berücksichtigt werden, jedoch mit einer Neigung nach oben.

ANMERKUNG Der Wert der Aufwärtsneigung beträgt $\alpha = 10°$, siehe Bild 5.3, sofern im Nationalen Anhang kein anderer Wert festgelegt ist.

(5) Bei der Bestimmung des Wertes der lichten Höhe h sollten eventuelle zukünftige Abminderungen durch Erneuerung des Fahrbahnbelags unterhalb der Brücke berücksichtigt werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10



Legende
F Anprallkraft mit möglichen Anprallstellen
x Fahrtrichtung
h ist die lichte Höhe zwischen der Straßenoberkante und der Unterseite des Brückenüberbaus am Anprallpunkt

Bild 5.3 — Anpralllast auf Bauteile des Überbaus

(6) Die Anprallfläche für die Anprallkraft *F* auf Bauteile des Überbaus sollte festgelegt werden.

ANMERKUNG Die Anprallfläche ist ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 0,25 m, sofern im Nationalen Anhang kein anderer Wert festgelegt ist.

5.5 Außergewöhnliche Einwirkungen durch Gabelstapler

(1) Die Bemessungswerte für außergewöhnliche Einwirkungen aus dem Anprall von Gabelstaplern sollten unter Berücksichtigung des dynamischen Verhaltens des Gabelstaplers und des Tragwerks bestimmt werden. Die Tragwerksantwort kann eine nichtlineare Verformung zulassen.

ANMERKUNG Hinweise sind in C.4 angegeben.

(2) Anstelle einer dynamischen Berechnung darf eine statisch äquivalente Bemessungskraft *F* angesetzt werden.

ANMERKUNG Die statisch äquivalente Bemessungskraft *F* beträgt 5*W* in einer Höhe von 0,75 m über dem Boden, wobei *W* die Summe aus Leergewicht und Stapellast eines beladenen Gabelstaplers ist (siehe prEN 1991-1-1), sofern der Nationale Anhang keine anderen Werte angibt.

5.6 Außergewöhnliche Einwirkungen durch Entgleisung von Schienenverkehr unterhalb oder neben Tragwerken

5.6.1 Allgemeines

(1) Die außergewöhnlichen Einwirkungen infolge Schienenverkehr sollten festgelegt werden.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang kann die Arten des Schienenverkehrs angeben, für die die Regeln dieses Abschnittes anwendbar sind.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

5.6.2 Tragwerke über oder entlang Gleisanlagen in Betrieb

5.6.2.1 Allgemeines

(1) Die Bemessungswerte für Einwirkungen durch Anprall an stützenden Bauteilen (z. B. Pfeiler oder Stützen) durch Entgleisung von Zügen, die unter oder neben Bauwerken verkehren, sollten bestimmt werden. Siehe 5.6.2.2. Die gewählten Werte sollten von der Bauwerksklassifizierung abhängen.

ANMERKUNG 1 Einwirkungen durch Entgleisungen von Schienenfahrzeugen auf Brücken mit Schienenverkehr sind in prEN 1991-2 festgelegt.

ANMERKUNG 2 Weitere Hinweise zu außergewöhnlichen Einwirkungen aus Schienenverkehr können dem UIC Code 777-2 entnommen werden.

(2) Die Entwurfsplanung darf weitere geeignete Maßnahmen umfassen (sowohl vorbeugende als auch schützende), um die Auswirkungen von außergewöhnlichen Einwirkungen durch den Anprall eines entgleisten Schienenfahrzeugs auf die stützenden Bauteile von Tragwerken oberhalb oder neben den Gleisen soweit wie vernünftigerweise möglich zu verringern.

5.6.2.2 Tragwerksklassifizierung

(1) Tragwerke, die dem Anprall von entgleisten Schienenfahrzeugen ausgesetzt sein können, sollten klassifiziert werden.

ANMERKUNG 1 Die Tragwerksklassen, die dem Anprall von entgleisten Schienenfahrzeugen ausgesetzt sein können, sind in Tabelle 5.3 (NDP) angegeben. Die Tragwerke, die entweder in Klasse A oder Klasse B einzuordnen sind, können im Nationalen Anhang festgelegt sein. Weitere Informationen können dem UIC Code 777-2 entnommen werden.

Tabelle 5.3 (NDP) — Tragwerksklassen, die dem Anprall von entgleisten Schienenfahrzeugen ausgesetzt sein können

Klasse	Tragwerksart	Beispiele
Klasse A	Tragwerke über oder neben Gleisanlagen in Betrieb, die entweder ständig belegt sind, auf dem zeitweise Menschenansammlungen stattfinden oder die aus mehreren Stockwerken bestehen	Büros, Theater und Kinos, mehrstöckige Parkhäuser
Klasse B	Massive Strukturen über oder neben der Gleisanlage in Betrieb	Straßenbrücken, einstöckige Bauwerke, die nicht ständig belegt sind (z. B. Parkflächen) oder in denen keine zeitweisen Menschenansammlungen stattfinden

ANMERKUNG 2 Der Nationale Anhang kann die Klassifizierung vorübergehend errichteter Tragwerke, wie z. B. vorübergehend errichtete Fußgängerbrücken oder ähnliche Tragwerke für den öffentlichen Verkehr sowie Hilfstragwerke, Ausrüstungen und Elemente während der Bauausführung, enthalten. Siehe prEN 1991-1-6 (in Erarbeitung).

5.6.2.3 Außergewöhnliche Bemessungssituationen in Zusammenhang mit den Tragwerksklassen

(1) Der Anprall am Überbau (Brückenüberbau) durch entgleiste Schienenfahrzeuge unter oder auf der Zufahrt zu einem Tragwerk darf festgelegt werden.

ANMERKUNG Die Festlegungen können im Nationalen Anhang angegeben sein.

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

5.6.2.4 Tragwerke der Klasse A

(1) Für Tragwerke der Klasse A, bei denen die Höchstgeschwindigkeit der Schienenfahrzeuge an der betreffenden Stelle weniger als oder gleich 120 km/h beträgt, sollten Bemessungswerte für die statisch äquivalenten Kräfte F_{dx} und F_{dy} durch Anprall an den stützenden Bauteilen (z. B. Stützen, Wände) festgelegt werden.

ANMERKUNG 1 Die Werte für horizontale statisch äquivalente Bemessungskräfte sind in Tabelle 5.4 (NDP) angegeben, sofern der Nationale Anhang keine anderen Werte angibt.

ANMERKUNG 2 Weite Informationen zur Risikobeurteilung sind in Anhang B enthalten.

Tabelle 5.4 (NDP) — Horizontale statisch äquivalente Bemessungskräfte durch Anprall für Tragwerke der Klasse A über oder entlang Gleisanlagen

Abstand „*d*“ zwischen Bauteil und Mittellinie des nächstliegenden Gleises m	**Kraft F_{dx}**[a] kN	**Kraft F_{dy}**[a b] kN
Bauteile: $d < 3$ m	Im Einzelfall festzulegen.	Im Einzelfall festzulegen.
Bei durchlaufenden Wänden und wandähnlichen Konstruktionen: $3\text{ m} \leq d \leq 5\text{ m}$	4 000	1 500
$d > 5$ m	0	0
[a] x = Gleisrichtung [b] y = senkrecht zur Gleisrichtung		

(2) Werden stützende Bauteile durch massive Sockel oder Bahnsteige usw. geschützt, darf der Wert der Anprallkräfte F_{dx} und F_{dy} gegenüber den in 5.6.2.4(1) festgelegten Werten abgemindert werden.

ANMERKUNG Abminderungen können im Nationalen Anhang angegeben werden.

(3) Wenn die Höchstgeschwindigkeit der Schienenfahrzeuge an der Stelle geringer als oder gleich 50 km/h beträgt, dürfen die Werte der Anprallkräfte F_{dx} und F_{dy} gegenüber den in 5.6.2.4(1) festgelegten Werten abgemindert werden.

ANMERKUNG Die Abminderung beträgt 50 %, sofern im Nationalen Anhang kein anderer Wert angegeben ist. Weitere Informationen können dem UIC Code 777-2 entnommen werden.

(4) Die Werte der Anprallkräfte F_{dx} und F_{dy} sollten in einer festgelegten Höhe über der Gleisebene angewendet werden.

ANMERKUNG Die Höhe beträgt 1,8 m, sofern im Nationalen Anhang kein anderer Wert angegeben ist.

(5) Liegt die zulässige Höchstgeschwindigkeit der Schienenfahrzeuge an den Stellen über 120 km/h, sollten die Werte der horizontalen statisch äquivalenten Bemessungskräfte F_{dx} und F_{dy} unter der Annahme einer Versagensfolgeklasse CC3 bestimmt werden. Siehe 4.3(1).

ANMERKUNG Die Werte für F_{dx} und F_{dy}, für die zusätzliche vorbeugende und/oder Schutzmaßnahmen berücksichtigt werden können, können im Nationalen Anhang angegeben sein.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

(6) Einwirkungen aus Trümmerteilen für Überbauungen von Bahnanlagen sollten gegebenenfalls festgelegt werden.

ANMERKUNG Informationen sind in Anhang E angegeben.

5.6.2.5 Tragwerke der Klasse B

(1) Bei Tragwerken der Klasse B sollte jede Anforderung festgelegt werden.

ANMERKUNG Festlegungen können im Nationalen Anhang angegeben sein. Jede Anforderung kann auf einer Risikobeurteilung beruhen. Informationen über die zu berücksichtigenden Faktoren und Maßnahmen sind im Anhang B angegeben.

5.6.3 Tragwerke in Bereichen hinter dem Gleisende

(1) Tragwerke oder deren stützenden Bauteile sollten nicht in Bereichen direkt hinter den Gleisenden angeordnet werden.

ANMERKUNG Der Bereich direkt hinter den Gleisenden kann im Nationalen Anhang festgelegt sein.

(2) Wenn ein Tragwerk oder dessen stützenden Bauteile in dem Bereich direkt hinter den Gleisenden angeordnet ist/sind, sollte ein Überrollen des Endes eines Gleises oder von Gleisen durch die Schienenfahrzeuge (z. B. in einem Kopfbahnhof) als eine außergewöhnliche Einwirkung berücksichtigt werden.

(3) Wenn stützende Bauteile in der Nähe der Gleisenden angeordnet werden müssen, sollte zusätzlich zu den Anschlagpuffern eine Anprallwand im Bereich direkt hinter den Gleisenden vorhanden sein. Die Werte der statisch äquivalenten Kräfte durch Anprall an einer Anprallwand sollten festgelegt werden.

ANMERKUNG Der Bemessungswert für die statisch äquivalente Kraft durch Anprall an der Anprallwand beträgt $F_{dx} = 5\,000$ kN für Personenzüge und $F_{dx} = 10\,000$ kN für Güterzüge. Diese Kräfte werden horizontal in einer Höhe von 1,0 m über der Gleisebene angesetzt, sofern im Nationalen Anhang keine anderen Werte festgelegt sind.

5.7 Außergewöhnliche Einwirkungen durch Schiffsverkehr

5.7.1 Allgemeines

(1) Die außergewöhnlichen Einwirkungen durch Schiffsanprall sollten unter Berücksichtigung folgender Punkte bestimmt werden:

— der Art der Wasserstraße;

— den Wasserstands- und Fließbedingungen;

— der Schiffsarten und Schiffstiefgänge und dem Anprallverhalten der Schiffe; und

— den Tragwerksarten und deren Energiedissipationsverhalten.

ANMERKUNG Für Informationen über das probabilistische Modell für Schiffsanprall siehe Anhang B.

(2) Die Arten von Schiffen in Binnengewässern, die bei Anprall von Schiffen an Tragwerken zu berücksichtigen sind, sollten nach dem CEMT-Klassifizierungssystem eingestuft werden, das in Tabelle 5.5 (NDP) angegeben ist.

(3) Die Eigenschaften von Schiffen auf Seewasserstraßen, die bei Anprall von Schiffen an Tragwerken zu berücksichtigen sind, sollten festgelegt werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

ANMERKUNG Der Nationale Anhang kann ein Klassifizierungssystem für Schiffe auf Seewasserstraßen festlegen.

(4) Wenn die Bemessungswerte für Einwirkungen durch Schiffsanprall mit weitergehenden Verfahren bestimmt werden, sollten die Auswirkungen der mitwirkenden hydrodynamischen Masse berücksichtigt werden.

(5) Die Einwirkung durch einen lateralen Anprall sollte durch eine Reibungskomponente F_R parallel zu F_{dx} dargestellt werden. Die Anprallkraft durch Reibung F_R, die zeitgleich mit der lateralen Anprallkraft F_{dy} wirkt, sollte mit Gleichung (5.1) bestimmt werden:

$$F_R = \mu F_{dy} \tag{5.1}$$

Dabei ist

μ der Reibungsbeiwert.

ANMERKUNG Der Wert von μ für Beton und Stahl beträgt 0,4, sofern der Nationale Anhang keinen anderen Wert angibt. Der Reibungsbeiwert entspricht der Reibung zwischen den betreffenden Materialien.

(6) Tragwerke, die dafür ausgelegt sind, einen Anprall durch ein Schiff unter normalen Betriebsbedingungen aufzunehmen, d. h. während Anlegemanövern (z. B. Kaimauern und Dalben), liegen außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Teils von EN 1991.

5.7.2 Anprall von Binnenschiffen

(1) Frontale und laterale dynamische Bemessungskräfte durch Anprall durch Binnenschiffe sollten festgelegt werden.

ANMERKUNG Werte für die dynamischen Kräfte durch Schiffsanprall in Binnengewässern sind in Tabelle 5.5 (NDP) für eine Auswahl an üblichen Schiffsmerkmalen angegeben, einschließlich der Auswirkungen der mitwirkenden hydraulischen Masse. Der Nationale Anhang kann für frontale und laterale dynamische Kräfte andere Werte enthalten. Für Informationen über dynamische Anprallkräfte siehe C.6.2.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

Table 5.5 (NDP) — Werte für die dynamischen Kräfte durch Schiffsanprall in Binnengewässern

CEMT[a] Klasse	Bezugstyp des Schiffes	Länge l [m]	Masse m [t][b]	Kraft F_{dx} [c] [kN]	Kraft F_{dy} [c] [kN]
I		30 bis 50	200 bis 400	2 000	1 000
II		50 bis 60	400 bis 650	3 000	1 500
III	„Gustav-Koenigs“-Schiff	60 bis 80	650 bis 1 000	4 000	2 000
IV	„Europa“-Schiff	80 bis 90	1 000 bis 1 500	5 000	2 500
Va	Großmotorschiff	90 bis 110	1 500 bis 3 000	8 000	3 500
Vb	Schubschiff + 2 Leichter	110 bis 180	3 000 bis 6 000	10 000	4 000
Vla	Schubschiff + 2 Leichter	110 bis 180	3 000 bis 6 000	10 000	4 000
Vlb	Schubschiff + 4 Leichter	110 bis 190	6 000 bis 12 000	14 000	5 000
Vlc	Schubschiff + 6 Leichter	190 bis 280	10 000 bis 18 000	17 000	8 000
VII	Schubschiff + 9 Leichter	300	14 000 bis 27 000	20 000	10 000

[a] CEMT: Europäische Verkehrsministerkonferenz, Klassifikationsvorschlag vom 19. Juni 1992, angenommen vom Rat der Europäischen Union am 29. Oktober 1993.

[b] Die Masse m, in Tonnen (1 t = 10 kN), enthält die Gesamtmasse des Schiffes aus Schiffskonstruktion, Fracht und Treibstoff. Sie wird auch Verdrängungstonnage genannt.

[c] Die Kräfte F_{dx} und F_{dy} enthalten die Auswirkung der hydrodynamische Masse und beruhen auf (probabilistischen) Hintergrundberechnungen unter Berücksichtigung der für alle Wasserstraßenklassen erwarteten Bedingungen.

(2) Die Kräfte durch Anprall sollten abhängig vom Tiefgang des (beladenen oder leeren) Schiffes in einer Höhe über dem höchsten schiffbaren Wasserstand angesetzt werden. Die Angriffshöhe der Anprallkraft und die Angriffsfläche $b \times a$ sollten festgelegt werden.

ANMERKUNG 1 Die Kraft wird in einer Höhe h von 1,50 m über dem maßgebenden Wasserstand aufgebracht, sofern der Nationale Anhang keine anderen Werte angibt.

ANMERKUNG 2 Die Anprallfläche $b \times a$ ergibt sich aus $b = b_{pier}$ und $a = 0{,}5$ m bei frontalem Anprall und $b = 1{,}0$ m und $a = 0{,}5$ m bei seitlichem Anprall, sofern der Nationale Anhang keine anderen Werte angibt. Dabei ist b_{pier} die Breite des Hindernisses auf dem Wasserweg, wie z. B. ein Brückenpfeiler.

(3) Unter bestimmten Umständen darf angenommen werden, dass das Schiff durch ein Widerlager oder einen Gründungsblock angehoben wird, bevor es an Stützen anprallt.

(4) Frontale und laterale dynamische Bemessungskräfte durch Anprall durch ein Binnenschiff dürfen in Abhängigkeit von den Versagensfolgen des Schiffsanpralls angepasst werden. Diese dynamischen Werte sollten bei höheren Versagensfolgen angehoben werden und bei niedrigeren Versagensfolgen abgesenkt werden.

(5) Bei Fehlen einer dynamischen Berechnung für das getroffene Tragwerk sollten die dynamischen Bemessungskräfte von Tabelle 5.5 (NDP) mit einem geeigneten dynamischen Vergrößerungsfaktor multipliziert werden. Für Informationen zur dynamischen Berechnung siehe C.4.

ANMERKUNG Die Werte für den dynamischen Vergrößerungsfaktor sind 1,3 für den frontalen Anprall und 1,7 für den lateralen Anprall, sofern im Nationalen Anhang keine anderen Werte angegeben sind.

(6) Im Bereich von Häfen dürfen die Kräfte durch Schiffsanprall in Binnengewässern verringert werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

ANMERKUNG Die Kräfte können um einen Faktor von 0,5 verringert werden, sofern der Nationale Anhang keinen anderen Wert angibt.

(7) Sofern maßgebend, sollte der Brückenüberbau so bemessen sein, dass er einer statisch äquivalenten Kraft standhält, die durch den Schiffsanprall quer zur Längsachse (Spannweite) der Brücke wirkt.

ANMERKUNG 1 Die statisch äquivalente Kraft beträgt 1 000 kN, sofern im Nationalen Anhang kein anderer Wert angegeben ist.

ANMERKUNG 2 Der Nationale Anhang kann die Umstände festlegen, unter denen ein Schiffsanprall an einem Brückenüberbau vernachlässigt werden kann.

5.7.3 Anprall von Seeschiffen

(1) Frontale und laterale dynamische Bemessungskräfte durch Anprall von Seeschiffen sollten festgelegt werden.

ANMERKUNG Werte für frontale und laterale dynamische Anprallkräfte sind in Tabelle 5.6 (NDP) angegeben, sofern der Nationale Anhang keine anderen Werte angibt. Für Informationen zu dynamischen Anprallkräften siehe C.6.3.

Tabelle 5.6 (NDP) — Werte für die dynamischen Kräfte durch Schiffsanprall auf Seewasserstraßen (eisgängige/nicht eisgängige Schiffe)

Schiffsklasse	**Länge** l m	**Masse** m [a] t	**Kraft** F_{dx} [b,c] kN	**Kraft** F_{dy} [b,c] kN
Klein	50	3 000	30 000/18 000	15 000/9 000
Mittel	100	10 000	80 000/47 000	40 000/23 500
Groß	200	40 000	240 000/144 000	120 000/72 000
Sehr groß	300	100 000	460 000/275 000	230 000/137 500

[a] Die Masse m in Tonnen (1 t = 10 kN) enthält die Gesamtmasse des Schiffes aus Schiffskonstruktion, Fracht und Treibstoff. Sie wird auch Verdrängungstonnage genannt. Sie enthält nicht die mitwirkende hydraulische Masse.

[b] Die angegebenen Kräfte entsprechen einer Geschwindigkeit von etwa 5,0 m/s auf typischen Seewegen. Sie enthalten die Effekte aus mitwirkenden hydraulischen Massen.

[c] Gegebenenfalls sollten die Wirkungen des Wulst-Bugs berücksichtigt werden.

(2) Bei Fehlen dynamischer Berechnungen für das getroffene Tragwerk sollten die dynamischen Werte mit einem geeigneten dynamischen Vergrößerungsfaktor multipliziert werden.

ANMERKUNG Die Werte für den dynamischen Vergrößerungsfaktor sind 1,3 für den frontalen Anprall und 1,7 für den lateralen Anprall, sofern im Nationalen Anhang keine anderen Werte angegeben sind. Für Informationen zur dynamischen Berechnung siehe C.4.

(3) Im Bereich von Häfen dürfen die dynamischen Kräfte durch Schiffsanprall auf Seewasserstraßen um einen Faktor verringert werden.

ANMERKUNG Die Kräfte können um einen Faktor von 0,5 verringert werden, sofern der Nationale Anhang keinen anderen Wert angibt.

(4) Der Anprall des Buges, Hecks und der Breitseite sollte, sofern maßgebend, berücksichtigt werden. Buganprall sollte in der Hauptfahrtrichtung mit einer Winkelabweichung von höchstens 30° berücksichtigt werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

ANMERKUNG Hauptsächlich wegen der verringerten Geschwindigkeiten bei Anprall der Breitseite und des Hecks werden die in Tabelle 5.6 (NDP) angegebenen Kräfte mit einem Faktor von 0,3 multipliziert, sofern der Nationale Anhang keinen anderen Wert angibt. Anprall der Breitseite kann in engen Fahrrinnen für die Bemessung vorrangig werden, wenn Frontalstoß nicht möglich ist.

(5) Die Stelle und der Bereich, an der bzw. in dem die Anprallkraft angesetzt werden sollte, hängen von der Geometrie des Tragwerks sowie von der Größe und Geometrie des Schiffes (z. B. Schiffslänge l mit oder ohne Wulst-Bug), vom Tiefgang und Trimm des Schiffes sowie den Gezeiten ab. Die Bemessungs-Wasserstände sollten für ein bestimmtes Bauvorhaben zwischen den beteiligten Parteien vereinbart werden. Der vertikale Bereich des Anprallpunktes muss von den ungünstigsten Annahmen für die Schiffsbewegung in dem Gebiet ausgehen.

ANMERKUNG 1 Die Grenzen für die Anprallfläche (siehe Bild 5.4) sind $b = 0{,}1\ l$ für die Breite (l = Schiffslänge) und $a = 0{,}05\ l$ für die Höhe, sofern im Nationalen Anhang keine anderen Werte angegeben sind.

ANMERKUNG 2 Die Grenzen für die Angriffspunkte der Anprallkraft in vertikaler Richtung (siehe Bild 5.4) sind 0,05 l unterhalb bis 0,05 l oberhalb des Bemessungs-Wasserstandes, sofern im Nationalen Anhang keine anderen Werte angegeben sind.

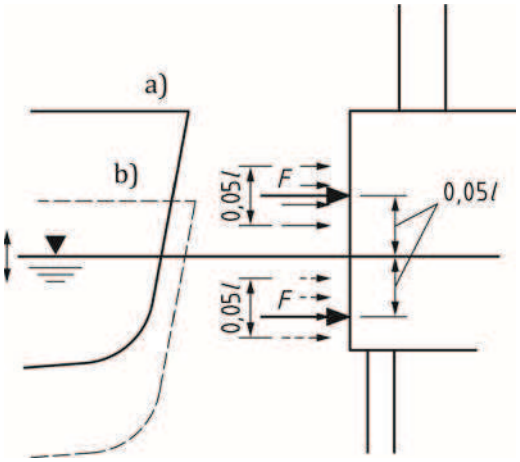


Bild 5.4 — Indikative Anprallflächen für den Schiffsanprall: a) leeres Schiff, b) beladenes Schiff

(6) Die Kräfte, die auf einen Überbau wirken, sollten unter Berücksichtigung der Höhe des Tragwerkes und des zu erwartenden Schiffstyps bestimmt werden.

ANMERKUNG 1 Im Allgemeinen wird die Kraft, die auf den Überbau wirkt, durch die Streckgrenze des Schiffsüberbaus begrenzt.

ANMERKUNG 2 Ein Bereich von 5 % bis 10 % der Buganprallkraft kann verwendet werden, sofern der Nationale Anhang keinen anderen Wert angibt.

ANMERKUNG 3 In Fällen, in denen wahrscheinlich nur der Mast an den Überbau anprallen wird, beträgt die Bemessungslast 1 MN, sofern der Nationale Anhang keinen anderen Wert angibt.

5.8 Außergewöhnliche Einwirkungen durch Hubschrauber

(1) Bei Gebäuden mit Hubschrauberlandeplatz auf dem Dach sollte eine Kraft aus Notlandung berücksichtigt werden.

(2) Die vertikale statisch äquivalente Bemessungskraft F_d sollte nach Gleichung (5.2) bestimmt werden:

$$F_d = C\sqrt{m} \tag{5.2}$$

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

Dabei ist

C 3 kN kg$^{-0,5}$;

m die Masse des Hubschraubers, in kg.

(2) Es sollte davon ausgegangen werden, dass die Kraft durch Anprall sowohl an jedem Punkt der Landefläche als auch auf der Dachkonstruktion innerhalb einer maximalen Entfernung wirkt.

ANMERKUNG Die maximale Entfernung zum Rand der Landefläche beträgt 7 m und die Anprallfläche beträgt 2 m × 2 m, sofern der Nationale Anhang keine anderen Werte angibt.

6 Innenraumexplosionen

6.1 Anwendungsbereich

(1) Explosionen müssen bei der Bemessung aller Teile von Hochbauten und anderen Ingenieurbauten berücksichtigt werden, in denen Gas verbrannt oder der Gasdruck reguliert wird, oder in denen explosionsfähiges Material wie explosionsfähige Gase oder Flüssigkeiten, die explosionsfähige Dämpfe bilden, oder in denen Gas gelagert oder transportiert wird (z. B. Chemiewerke, Behälter, Bunker, Abwasseranlagen, Wohnungen mit Gasanlagen, Energieleitungen, Straßen- und Eisenbahntunnel), oder in denen brennbare Stäube vorhanden sind oder sich ansammeln können.

(2) Die Auswirkungen von detonierenden Sprengstoffen fallen nicht in den Anwendungsbereich dieses Dokuments.

(3) Der Einfluss einer Kaskadenwirkung aufgrund mehrerer miteinander verbundener Räume, die mit explosionsfähigem Staub, Gas oder Dampf gefüllt sind, auf die Intensität einer Explosion wird in diesem Dokument ebenfalls nicht behandelt.

6.2 Darstellung der Einwirkung

(1) Bei der Bestimmung der auf tragende Bauteile wirkenden Explosionsdrücke sollte gegebenenfalls das von nichttragenden Bauteilen auf die tragenden Bauteile übertragene Verhalten berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Die bei einer Innenraumexplosion erzeugten Drücke hängen im Wesentlichen ab von der Art des Staubes, Gases oder Dampfes, dem prozentualen Anteil von Staub, Gas oder Dampf in der Luft und von der Gleichförmigkeit des Staub-, Gas- oder Dampf-in-Luft-Gemisches, von der Zündquelle, der Anwesenheit von Hindernissen im Raum, der Größe, Form und Festigkeit des Raumes, in dem die Explosion stattfindet, der Anzahl an verfügbaren Lüftungselementen und der Höhe der Druckentlastung.

(2) Das wahrscheinliche Vorhandensein von Staub, Gasen oder Dämpfen in Räumen oder Raumgruppen im gesamten Gebäude, die Auswirkungen der Belüftung, die Geometrie des betreffenden Raums oder der Raumgruppe usw. sind angemessen zu berücksichtigen.

(3) Bei Bauwerken der Klasse CC1 (siehe Abschnitt 4) sollten keine besonderen Überlegungen zu den Auswirkungen einer Explosion erforderlich sein, abgesehen von der Einhaltung der Regeln für Verbindungen und Wechselwirkungen zwischen Komponenten, die in EN 1992 bis EN 1999 angegeben sind.

(4) Bei Bauwerken der Klasse CC2 oder Klasse CC3 sollten die Haupttragelemente des Tragwerks so bemessen werden, dass sie den Einwirkungen standhalten, entweder durch eine Berechnung auf der Grundlage statisch äquivalenter Lastmodelle oder durch Anwenden festgelegter Bemessungs-/Durchbildungsregeln. Zusätzlich sollte bei Bauwerken der Klasse CC3 eine dynamische Berechnung erfolgen.

ANMERKUNG Für Informationen zur festgelegten Bemessung siehe Anhang A und für die dynamische Berechnung siehe Anhang D.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

(5) Die weitergehende Bemessung hinsichtlich Explosionen darf einen oder mehrere der folgenden Aspekte enthalten:

— Explosionsdruckberechnungen unter Berücksichtigung des Einflusses von Raumabschlüssen und Öffnungselementen;

— dynamische nichtlineare Tragwerksberechnungen;

— probabilistische Aspekte;

— Berechnung der Versagensfolgen; und/oder

— wirtschaftliche Optimierung von druckmindernden Maßnahmen.

6.3 Grundlagen der Bemessung

6.3.1 Allgemeines

(1) Tragwerke müssen so konstruiert und bemessen werden, dass sie einem progressivem Kollaps durch eine Innenraumexplosion standhalten.

ANMERKUNG 1 Der Nationale Anhang kann die Verfahren angeben, die für die verschiedenen Arten von Innenraumexplosionen anzuwenden sind.

ANMERKUNG 2 Hinweise zum Umgang mit den folgenden spezifischen Arten von Explosionen sind in Anhang D angegeben für:

— Gas- und Dampf-Luftexplosionen in Räumen und in geschlossenen Abwasserbecken;

— Staubexplosionen in Räumen, Behältern oder Bunkern;

— Gas- und Dampf-Luftexplosionen in Straßen- und Eisenbahntunneln;

— Staub-, Gas- und Dampf-Luftexplosionen in Energieleitungen.

ANMERKUNG 3 Die im Anhang D dieses Teils angegebenen Werte sind Nennwerte unter der Voraussetzung des Eintritts einer Explosion.

(2) Bei der Berechnung der Tragwerksantwort darf das dynamische und nichtlineare Verhalten berücksichtigt werden. Die Last-Zeit-Funktion darf als dreieckig angenommen werden, wobei eine Lastdauer von 0,2 s angenommen werden darf.

ANMERKUNG Um die Spitzenbelastungszeit innerhalb der Dauer von 0,2 s festzustellen, kann eine Empfindlichkeitsstudie zur Last-Zeit-Funktion durchgeführt werden.

(3) Ein begrenzter Teil des Tragwerks darf versagen, sofern dies keine Haupttragelemente betrifft, von denen die Stabilität des Gesamttragwerks abhängt.

6.3.2 Begrenzung der Versagensfolgen von Explosionen

(1) Die Versagensfolgen von Explosionen dürfen durch Anwendung einer oder mehrerer der folgenden Maßnahmen begrenzt werden:

— Bemessung des Tragwerks, um dem Explosionsspitzendruck standzuhalten;

ANMERKUNG Da Spitzendrücke höher sein können als die mit den Verfahren von Anhang D ermittelten Werte, sind solche Spitzendrücke in Verbindung mit einer maximalen Einwirkungszeit von 0,2 s und unter der Annahme eines plastischen duktilen Verhalten des Baustoffs zu berücksichtigen.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

— Nutzung von Öffnungselementen mit definiertem Öffnungsdrücken;

— Abtrennung von benachbarten Bereichen des Tragwerks, in denen sich explosionsfähige Stoffe befinden;

— Begrenzung des Bereiches des Tragwerkes, der Explosionsrisiken ausgesetzt ist; und

— Vorsehen von besonderen Schutzmaßnahmen zwischen benachbarten Bauwerken mit Explosionsrisiko, um Druckausbreitung zu vermeiden.

(2) Es sollte davon ausgegangen werden, dass der Explosionsdruck auf alle raumabschließenden Teile des Raumes, in dem die Explosion stattfindet, gleichzeitig wirkt.

(3) Die Bemessung sollte die Möglichkeit eingrenzen, dass die Auswirkungen eines Feuers die Umgebung beeinträchtigen oder eine Explosion in einem angrenzenden Raum hervorrufen.

(4) Öffnungselemente sollten in der Nähe möglicher Zündquellen, sofern diese bekannt sind, oder zu erwartender hoher Drücke angeordnet werden.

(5) Öffnungselemente sollten an einer geeigneten Stelle entlüftet werden, an der keine Gefahr für Personen besteht und andere Materialien sich nicht entzünden können.

(6) Das Öffnungselement sollte so zurückgehalten werden, dass es im Fall einer Explosion nicht zu einem Geschoss werden kann.

(7) Öffnungselemente sollten bei einem geringen Druck geöffnet werden und sollten so leicht wie möglich sein.

(8) Öffnungselemente sollten hindernisfrei und an die freie Luft angrenzend angeordnet sein.

(9) Bei Verwendung von Fenstern als Öffnungselemente sollte das Verletzungsrisiko für Personen durch Glassplitter oder andere Tragwerksteile berücksichtigt werden.

(10) Bei der Bestimmung des Leistungsvermögens des Öffnungselementes müssen die Bemessung und die Bauweise des Rahmens des Öffnungselementes berücksichtigt werden.

(11) An die erste Überdruckphase der Explosion schließt sich eine Unterdruckphase an. Dieser Effekt sollte bei der Bemessung gegebenenfalls berücksichtigt werden.

(12) Explosionsfachleute sollten beratend zu Seite stehen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

Anhang A
(informativ)

Einwirkungen auf Zugverankerungssysteme und Haupttragelemente

A.1 Anwendung dieses Anhangs

(1) Dieser informative Anhang enthält zusätzliche Hinweise zu 4.2 und Abschnitt 6 hinsichtlich Einwirkungen auf Zugverankerungssysteme und Haupttragelemente.

ANMERKUNG Nationale Festlegungen zur Anwendung dieses informativen Anhangs sind im Nationalen Anhang angegeben. Falls der Nationale Anhang keine Informationen zur Anwendung dieses informativen Anhangs enthält, kann er angewendet werden.

A.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich

(1) Dieser Anhang A enthält die Einwirkungen auf Zugverankerungssysteme und Haupttragelemente, die für außergewöhnliche Bemessungssituationen maßgebend sein können.

ANMERKUNG 1 Dazu zählen zum Beispiel Tragwerke, die Innenraumexplosionen ausgesetzt sein können.

ANMERKUNG 2 Die in diesem Anhang angegebenen Hinweise können angewendet werden, um die Einwirkungen auf Zugverankerungssysteme und Haupttragelemente entsprechend der erhöhten Robustheit nach EN 1990 zu bestimmen.

A.3 Horizontale Zugverankerungen

A.3.1 Rahmenbauweise

(1) Horizontale Zugverankerungen sollten um den Umfang jeder Geschoss- und Dachebene herum sowie auf der Innenseite in zwei Richtungen rechtwinklig zueinander angebracht sein, um die Stützen- und Wandteile sicher im Tragwerk des Gebäudes zu verankern.

(2) Die Zugverankerungen sollten durchlaufend sein und so nah wie möglich an den Rändern der Decke und in den Achsen der Stützen und Wände verlaufen.

(3) Mindestens 30 % der Zugverankerungen sollten in unmittelbarer Nähe zu den Rasterlinien für Stützen und Wände liegen.

(4) Jede durchlaufende Zugverankerung, einschließlich ihrer Endanschlüsse, sollte in der Lage sein, einer Bemessungszuglast T_i im Fall von Innenzugverankerungen und einer Bemessungszuglast T_p im Fall von Außenzugverankerungen standzuhalten.

ANMERKUNG 1 Die Werte von T_i und T_p werden mithilfe der folgenden Gleichungen bestimmt, sofern der Nationale Anhang keine anderen Werte angibt:

Für Innenzugverankerungen:

$$T_i = \max\{0{,}8 * (g_k + \psi * q_k) s_t * L \,;\, 75\ \text{kN}\} \quad \text{(A.1)}$$

Für Außenzugverankerungen:

$$T_p = \max\{0{,}4 * (g_k + \psi * q_k) s_t * L \,;\, 75\ \text{kN}\} \quad \text{(A.2)}$$

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

Dabei ist

g_k die charakteristische ständige Einwirkung, in kN/m^2;

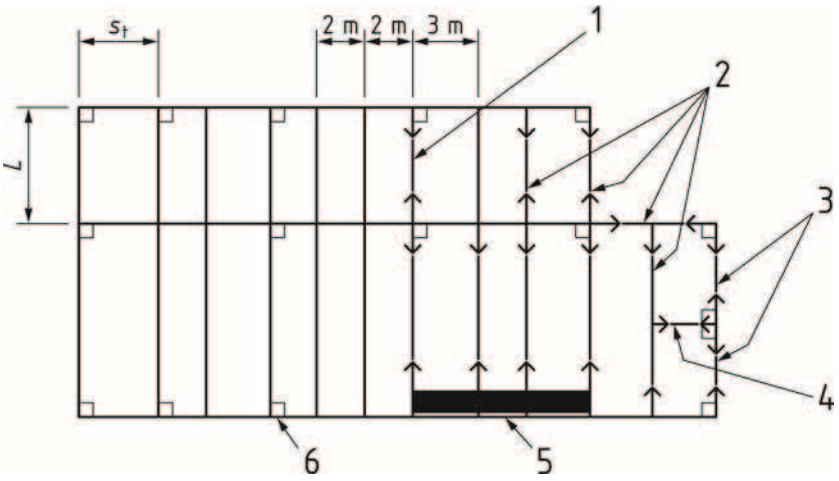
q_k die charakteristische veränderliche Einwirkung, in kN/m^2;

s_t der Abstand der Anker, in m;

L die Spannweite der Anker, in m;

ψ der maßgebende Kombinationsbeiwert für die außergewöhnliche Bemessungssituation, in [–].

ANMERKUNG 2 Siehe Beispiel in Bild A.1.



Legende

1 Träger als Innenzugverankerung mit der Spannweite L
2 alle Träger als Anker bemessen
3 Außenzugverankerungen
4 Anker, der eine Stütze verankert
5 horizontale Wandverankerung
6 Randstütze

Bild A.1 — Beispiel für eine horizontale Zugverankerung für ein n-geschossiges Kaufhaus

(5) Tragelemente, die andere Einwirkungen als außergewöhnliche Einwirkungen aufnehmen, dürfen für die Zugverankerungssysteme verwendet werden.

A.3.2 Lasttragende Wandkonstruktionen

(1) Für Hochbauten der Versagensfolgeklasse 2a (untere Risikogruppe) siehe 4.3:

Statt der Bemessung für eine Einwirkung sollte eine Zellenbauweise umgesetzt werden.

(2) Für Hochbauten der Versagensfolgeklasse 2b (obere Risikogruppe) siehe 4.3:

In den Decken werden durchlaufende horizontale Zugverankerungen empfohlen. Dies sollten Innenzugverankerungen sein, die über die Decke in beiden orthogonalen Richtungen verteilt sind, sowie Außenzugverankerungen, die sich um den Umfang der Deckenplatte auf den äußeren 1,2 m der Platte erstrecken.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

(3) Die Bemessungszuglast T_i für Innenzugverankerungen und die Bemessungszuglast T_p für Außenzugverankerungen sollte bestimmt werden.

ANMERKUNG 1 Die Werte von T_i und T_p werden mithilfe der folgenden Gleichungen bestimmt, sofern der Nationale Anhang keine anderen Werte angibt:

Für Innenzugverankerungen:

$$T_i = \max\left\{\frac{F_t * (g_k + \psi * q_k)}{7{,}5}\frac{z}{5} ; F_t\right\}, \text{ in kN/m} \quad \text{(A.3)}$$

Für Außenzugverankerungen:

$$T_p = F_t, \text{ in kN/m} \quad \text{(A.4)}$$

Dabei ist

F_t $= \min\{60 ; 20 + 4 * n_s\}$, in kN/m;

n_s die Anzahl der Stockwerke;

H die Stockwerkshöhe, in m;

z der kleine Wert, in m, von entweder:

— 5-mal die lichte Geschosshöhe H; oder

— der größte Abstand von den Mittellinien der Stützen oder anderen vertikalen Tragelementen in Richtung der Zugverankerung, egal ob dieser Abstand überspannt wird von:

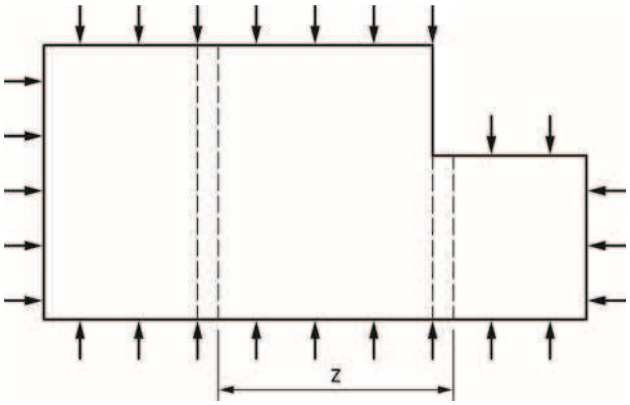
— einer einzelnen Platte; oder

— einem System aus Trägern und Platten.

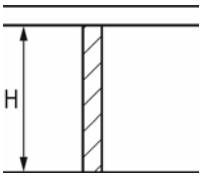
ANMERKUNG 2 H und z sind in Bild A.2 dargestellt.

AVA Documents
Document Sharing Hub

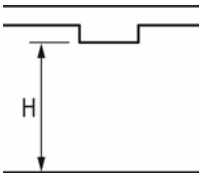
Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10



a) Draufsicht



b) Schnitt: flache Platte



c) Schnitt: Träger und Platte

Bild A.2 — Darstellung von *H* und *z*

(4) Horizontale Zugverankerungen an Wänden sollten in der Lage sein, einer Zugkraft t_{fac} standzuhalten.

ANMERKUNG Der Wert der Zugkraft ist $t_{fac} \geq 20$ kN/m, sofern der Nationale Anhang keinen anderen Wert angibt.

A.3.3 Stützen

(1) Horizontale Zugverankerungen an Stützen sollten in der Lage sein, einer Zugkraft T_{Col} standzuhalten.

ANMERKUNG Der Wert der Zugkraft ist $T_{Col} \geq 150$ kN, sofern der Nationale Anhang keinen anderen Wert angibt.

A.4 Vertikale Zugverankerungen

A.4.1 Allgemeines

(1) Jede Stütze oder Wand sollte von der Gründung bis zum Dach durchgehend zugverankert sein.

A.4.2 Rahmenbauweise

(1) Bei der Rahmenbauweise von Bauwerken (z. B. Stahl- oder Stahlbetontragwerke) sollten die Stützen und Wände, die die vertikalen Lasten tragen, in der Lage sein, einer außergewöhnlichen Bemessungszugkraft standzuhalten, die der größten von einem beliebigen Geschoss in die Stütze geleiteten Belastung aus ständigen und veränderlichen Einwirkungen entspricht.

A.4.3 Lasttragende Wandkonstruktion

(1) Bei lasttragenden Wandkonstruktionen dürfen die vertikalen Zugverankerungen für eine vertikale Verankerungskraft T_v bemessen werden.

ANMERKUNG 1 Der Wert von T_v wird mithilfe der folgenden Gleichung bestimmt, sofern der Nationale Anhang keine anderen Werte angibt:

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

$$T_v = \max\{100 * s_t ; (0{,}034^* A^* H^2) / (8\,000^* t^2)\}, \text{ in kN} \quad \text{(A.5)}$$

Dabei ist

s_t der Abstand der Anker, in m;

A die in der Ebene gemessene Querschnittsfläche der Wand, ohne die nicht lasttragende Schale einer Hohlwand, in mm^2;

H die lichte Stockwerkshöhe, in m;

t die Dicke der Wand, in m.

ANMERKUNG 2 Der Nationale Anhang kann Bemessungsregeln festlegen, die statt einer Bemessung mit T_v eine äquivalente Zuverlässigkeit liefern.

(2) Die vertikalen Zugverankerungen sollten im Abstand von höchstens 5 m entlang der Wand angeordnet werden und sollten einen Höchstabstand von 2,5 m zum freien Ende besitzen.

A.5 Haupttragelemente

(1) In Übereinstimmung mit EN 1990 sollte für Hochbauten ein „Haupttragelement“ in der Lage sein, einer außergewöhnlichen Bemessungseinwirkung A_d standzuhalten, die in horizontaler und vertikaler Richtung (jeweils in eine Richtung) auf das Bauteil selbst und angeschlossene Bauteile einwirkt, wobei die Tragfähigkeit dieser Komponenten und ihrer Verbindungen zu berücksichtigen ist. Eine solche außergewöhnliche Bemessungslast sollte nach EN 1990:2023, Gleichung (8.15), aufgebracht werden und darf eine konzentrierte oder verteilte Last sein.

ANMERKUNG Der Wert von A_d für Hochbauten beträgt 34 kN/m^2, sofern der Nationale Anhang keinen anderen Wert angibt.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

Anhang B
(informativ)

Informationen zur Risikobeurteilung

B.1 Anwendung dieses Anhangs

(1) Dieser informative Anhang enthält zusätzliche Hinweise zu 5.4, 5.6 und 5.7 und zur Risikobeurteilung allgemein.

ANMERKUNG Nationale Festlegungen zur Anwendung dieses informativen Anhangs sind im Nationalen Anhang angegeben. Falls der Nationale Anhang keine Informationen zur Anwendung dieses informativen Anhangs enthält, kann er angewendet werden.

B.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich

(1) Dieser Anhang B enthält Hinweise zur Planung und Durchführung der Risikobeurteilung für Hochbauten und Ingenieurbauten. Eine allgemeine Übersicht ist in Bild B.1 dargestellt, siehe B.4 bis B.8.

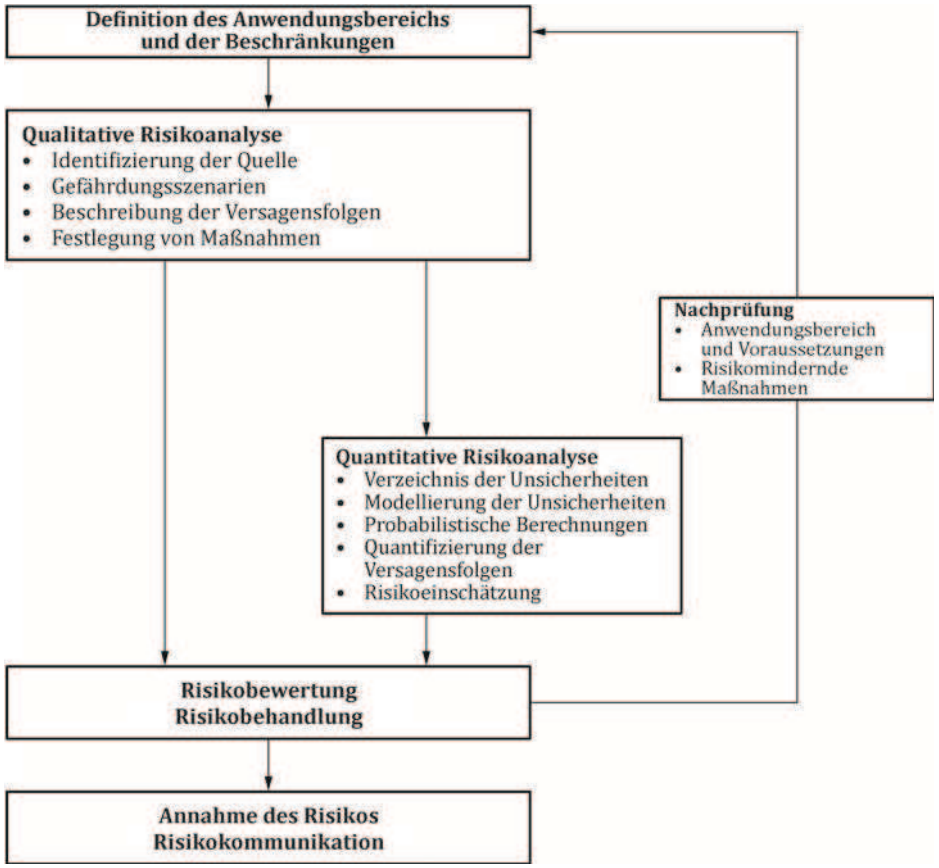


Bild B.1 — Übersicht über die Risikobeurteilung

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

B.3 Definition des Anwendungsbereiches, der Voraussetzungen und der Beschränkungen einer Risikoanalyse

(1) Der Gegenstand, der Hintergrund und die Zielsetzung der Risikoanalyse sollten ausführlich beschrieben werden.

(2) Alle technischen, umweltbedingten, organisatorischen und personenbezogenen Umstände, die für die in der Risikoanalyse behandelte Aktivität und das Problem maßgebend sind, sollten in ausreichender Ausführlichkeit angegeben werden.

(3) Alle Annahmen, Voraussetzungen und Vereinfachungen, die in Verbindung mit der Risikoanalyse gemacht wurden, sollten angegeben werden.

B.4 Verfahren der Risikoanalyse

(1) Die Risikoanalyse hat einen beschreibenden (qualitativen) Teil und darf, soweit maßgebend und durchführbar, auch einen numerischen (quantitativen) Teil haben.

B.4.1 Qualitative Risikoanalyse

(1) In dem qualitativen Teil der Risikoanalyse sollten alle Gefährdungen und zugehörigen Gefährdungsszenarien auf der Grundlage einer ausführlichen Untersuchung und des Verständnisses des Systems identifiziert werden.

ANMERKUNG 1 Die Identifizierung von Gefährdungen und Gefährdungsszenarien ist eine Hauptaufgabe der Risikoanalyse. Zu diesem Zweck wurde eine Reihe von Techniken entwickelt, die den Ingenieur bei der Durchführung dieses Teils der Analyse unterstützen sollen (z. B. PHA, HAZOP, Fehlerbaum, Ereignisbaum, Entscheidungsbaum, Ursachennetzwerk usw.).

ANMERKUNG 2 In der baulichen Risikoanalyse können z. B. folgende Bedingungen Gefährdungen für ein Tragwerk darstellen:

— hohe Werte der gewöhnlichen Einwirkungen;

— niedrige Werte der Beanspruchbarkeiten, möglicherweise infolge von Fehlern oder unvorhergesehenem Verschleiß;

— Baugrundbedingungen und sonstige Umwelteinflüsse, die nicht bei der Bemessung berücksichtigt wurden;

— außergewöhnliche Einwirkungen wie Anprall, Explosion, Brand, Überschwemmung (einschließlich Kolkung) oder Erdbeben;

— nicht näher bestimmte außergewöhnliche Einwirkungen.

(2) Folgendes sollte bei der Definition von Gefährdungsszenarien berücksichtigt werden:

— die erwarteten oder bekannten veränderlichen Einwirkungen auf das Tragwerk;

— die Umgebungsbedingungen für das Tragwerk;

— das beabsichtigte oder bekannte Inspektionsprogramm für das Tragwerk;

— das bauliche Konzept, die konstruktive Gestaltung, verwendete Baustoffe und mögliche Schwachpunkte für Schäden oder Verschleiß;

— die Folgen nach Art und Ausmaß der Schäden infolge des identifizierten Gefährdungsszenarios.

(3) Die Hauptnutzung des Tragwerks sollte identifiziert werden, um die Folgen für die Sicherheit zu ermitteln, wenn das Tragwerk bei dem Eintreten der Leitgefährdung zusammen mit wahrscheinlichen begleitenden Einwirkungen versagt.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

B.4.2 Quantitative Risikoanalyse

(1) Im quantitativen Teil der Risikoanalyse sollten für alle unerwünschten Ereignisse und deren Folgen Wahrscheinlichkeiten abgeschätzt werden.

(2) Wenn Versagen zahlenmäßig ausgedrückt werden kann, darf das Risiko als mathematische Erwartung der Folgen eines unerwünschten Ereignisses angegeben werden. Eine Möglichkeit, Risiken darzustellen, ist in Tabelle B.1 angegeben.

(3) Jede Unsicherheit bei der Berechnung/den Zahlen der verwendeten Daten und Modelle sollte vollständig beschrieben werden.

(4) Die Risikoanalyse muss auf einer angemessenen Ebene unter Berücksichtigung von beispielsweise den folgenden Punkten abgeschlossen werden:

— der Zielsetzung der Risikoanalyse und der getroffenen Entscheidungen;

— der Beschränkungen, die in einem früheren Stadium der Analyse vorgesehen wurden;

— der Verfügbarkeit der maßgebenden bzw. genauen Daten; und

— der Versagensfolgen der unerwünschten Ereignisse.

(5) Die Voraussetzungen, auf denen die Analyse basiert, sollten nachgeprüft werden, wenn die Analyseergebnisse vorliegen. Die Sensitivitäten der für die Analyse verwendeten Faktoren sollten quantifiziert werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10

Tabelle B.1 — Mögliche Darstellung des Ergebnisses einer quantitativen Risikoanalyse in einem Diagramm

Klassifizierung der Schwere des potentiellen Versagens[a]	Wahrscheinlichkeit				
	0,000 01	0,000 1	0,001	0,01	> 0,1
Sehr hoch	X				
Hoch	X				
Mittel		X			
Niedrig			X		
Sehr niedrig				X	

ANMERKUNG X steht für Beispiele für die größten annehmbaren Risikoniveaus.

[a] Die Schwere des potentiellen Versagens muss/sollte für jedes Gefährdungsszenario identifiziert werden. Die Klassifizierung darf wie folgt aussehen:

- Sehr hoch: Ein plötzlicher Einsturz des Tragwerks tritt mit großer Wahrscheinlichkeit für den Verlust von Menschenleben und Personenschäden auf.
- Hoch: Versagen von Teilen des Tragwerks mit großer Wahrscheinlichkeit eines Teileinsturzes und mäßiger Wahrscheinlichkeit für Personenschäden und Nutzungsausfall für die Nutzer und die Öffentlichkeit.
- Mittel: Teilversagen des Tragwerks. Total- oder Teileinsturz des Tragwerks unwahrscheinlich. Geringe Wahrscheinlichkeit für Personenschäden und Nutzungsausfall für die Nutzer und die Öffentlichkeit.
- Niedrig: Örtlich begrenzter Schaden.
- Sehr niedrig: Unbedeutender, örtlich begrenzter Schaden.

B.5 Risikobewertung und -akzeptanz

(1) Nach der Identifizierung des Risikoniveaus sollte entschieden werden, ob Abminderungsmaßnahmen (baulicher oder nicht baulicher Art, siehe B.9.1) festgelegt werden sollten.

(2) Bei der Risikoakzeptanz wird üblicherweise das ALARP-Prinzip (as low as reasonably pratical/so niedrig wie vernünftigerweise durchführbar) angewendet. Nach diesem Prinzip werden zwei Risikoniveaus festgelegt: liegt das Risiko unterhalb der unteren Grenze des allgemein tolerierbaren (d. h. ALARP)-Bereichs, brauchen keine Maßnahmen ergriffen zu werden; liegt es oberhalb der oberen Grenze des allgemein tolerierbaren Bereiches, wird das Risiko als nicht akzeptabel betrachtet. Liegt das Risiko zwischen der oberen und der unteren Grenze, sollte eine wirtschaftlich optimale Lösung gesucht werden.

(3) Bei der Bewertung des Risikos eines Versagensereignisses und dessen Folgen über einen bestimmten Zeitraum sollte eine Abzinsungsrate berücksichtigt werden.

(4) Risikoakzeptanzniveaus sollten durch die zuständige Behörde festgelegt werden, oder sollten, sofern keine Festlegungen getroffen wurden, für ein bestimmtes Bauvorhaben zwischen den beteiligten Parteien vereinbart werden.

(5) Risikoakzeptanzniveaus sollten auf der Grundlage der beiden folgenden Akzeptanzkriterien formuliert werden:

— das akzeptierbare Risikoniveau für ein Individuum: Risiken für ein Individuum werden gewöhnlich als Rate von Unfällen mit Todesfolge angegeben. Sie dürfen als jährliche Todeswahrscheinlichkeit oder als die Wahrscheinlichkeit je Zeiteinheit eines einzelnen Todesfalls angegeben werden, wenn einer bestimmten Tätigkeit nachgegangen wird;

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-7:2023-10