DIN EN 1991-1-9

ICS 91.010.30 Einsprüche bis 2023-04-17

Entwurf

Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-9: Allgemeine Einwirkungen – Atmosphärische Eisbildung; Deutsche und Englische Fassung prEN 1991-1-9:2023

Eurocode 1: Actions on structures –
Part 1-9: General actions –
Atmospheric icing;
German and English version prEN 1991-1-9:2023

Eurocode 1: Actions sur les structures –
Partie 1-9: Actions générales –
Glaçage athmospérique;
Version allemande et anglaise prEN 1991-1-9:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-02-17 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

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

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

Gesamtumfang 63 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1991-1-9:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale 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.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

– Entwurf –

2023-03

prEN 1991-1-9:2023

Titel de:	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-9: Allgemeine Einwirkungen — Atmosphärische Eisbildung; Deutsche und Englische Fassung prEN 1991-1-9:2023
Titel en:	Eurocode 1: Actions on structures — Part 1-9: General actions — Atmospheric icing; German and English version prEN 1991-1-9:2023
Titel fr:	Eurocode 1: Actions sur les structures — Partie 1-9: Actions générales — Glaçage athmospérique; Version allemande et anglaise prEN 1991-1-9:2023

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort **4**

Einleitung **5**

0.1 Einleitung zu den Eurocodes **5**

0.2 Einleitung zu EN 1991 ..... **5**

0.3 Einleitung zu EN 1991-1-9 ..... **6**

0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen **6**

0.5 Nationaler Anhang zu EN 1991-1-9 ..... **6**

1 Anwendungsbereich **8**
1.1 Anwendungsbereich von EN 1991-1-9 ..... **8**
1.2 Voraussetzungen **8**

2 Normative Verweisungen **8**

3 Begriffe und Symbole **9**
3.1 Begriffe **9**
3.2 Symbole und Abkürzungen **10**
3.2.1 Lateinische Großbuchstaben **10**
3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben **11**
3.2.3 Griechische Kleinbuchstaben **11**

4 Bemessungssituationen **11**

5 Klassifikation von Einwirkungen **12**

6 Eislasten auf Tragwerken **12**
6.1 Basiswerte **12**
6.2 Eisklassen und charakteristische Werte für Klareis und Raueis **13**
6.3 Klareis **13**
6.4 Raueis **14**
6.4.1 Allgemeines **14**
6.4.2 Raueis an einzelnen Bauteilen **15**
6.4.2.1 Schlanke Bauteile mit der Breite (W) ≤ 0,3 m **15**
6.4.2.2 Einzelne Bauteile mit der Breite (W) > 0,3 m **16**
6.4.3 Ausrichtung der Eisfahnen am Tragwerk **17**
6.4.4 Raueis an Gitterstrukturen **17**
6.5 Änderungen in Abhängigkeit von der Höhe über Grund **18**

7 Kombination von Eislasten mit anderen Einwirkungen **19**
7.1 Allgemeines **19**
7.2 Ergänzende Angaben für die Kombination von Eis- und Windlasten **20**

Anhang A (informativ) Berücksichtigung von Eisabfall **21**
A.1 Anwendung dieses informativen Anhangs **21**
A.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich **21**
A.3 Auswirkungen von Eisabfall **21**

Anhang B (informativ) Informationen über die Einwirkungen von Eislasten auf Tragwerke **23**
B.1 Anwendung dieses informativen Anhangs **23**
B.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich **23**

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

B.3 Allgemeine Überlegungen 23
B.4 Klareis an Gitterstrukturen 23
B.5 Raueisbildung an zur Windrichtung geneigten Bauteilen 24
B.6 Nassschnee 24
B.7 Ungleichmäßige Eislast 25

Anhang C (informativ) Arten und Messung von Eisablagerungen 26
C.1 Anwendung dieses informativen Anhangs 26
C.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich 26
C.3 Eisablagerungsarten 26
C.4 Messung von Eisablagerungen 28

Anhang D (informativ) Schema zur Anwendung der EN 1991-1-9 30

Literaturhinweise 31

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1991-1-9:2023) 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.

Bei diesem Dokument handelt es sich um einen neuen Teil von EN 1991-1.

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.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

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 Tragwerksplanung*

— 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>

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

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

(2) Die in EN 1991 behandelten Einwirkungen auf Tragwerke sind zusammen mit den anderen Eurocodes anzuwenden, um die Sicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit sowie die Robustheit von Tragwerken, auch während der Bauausführungsphase, nachzuweisen. In einigen Fällen gilt dies auch für geotechnische Bauwerke in Verbindung mit EN 1997.

(3) Die Anwendung dieses Dokuments für den in (2) genannten Nachweis erfolgt nach dem Konzept der Bemessung nach Grenzzuständen und basiert auf dem Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten, sofern nicht ausdrücklich eine andere Festlegung getroffen wurde.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

(4) Wenn nicht anders in EN 1998 angegeben, deckt EN 1991 nicht die besonderen Anforderungen an Einwirkungen ab, welche für die Erdbebenbemessung notwendig sind. Festlegungen im Zusammenhang mit derartigen Anforderungen werden in EN 1998 getroffen und ergänzen EN 1991 in konsistenter Weise.

(5) EN 1991 auch ist anwendbar auf bestehende Tragwerke hinsichtlich:

— der Beurteilung ihres Tragverhaltens;

— der Bemessung von Instandsetzungs-, Ertüchtigungs- und Änderungsmaßnahmen;

— der Beurteilung von Nutzungsänderungen.

ANMERKUNG In diesem Fall können zusätzliche oder abgeänderte Festlegungen notwendig sein.

(6) EN 1991 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 können zusätzliche oder abgeänderte Regelungen notwendig sein.

0.3 Einleitung zu EN 1991-1-9

EN 1991-1-9 enthält Planungshinweise für Einwirkungen infolge atmosphärischer Eisbildung auf Tragwerken und Ingenieurbauten.

EN 1991-1-9 ist dafür vorgesehen, zusammen mit EN 1990, den anderen Teilen von EN 1991 und mit EN 1992 bis 1999 für die Tragwerksplanung angewendet zu werden.

Atmosphärische Eisbildung an Freileitungen wird von CENELEC (Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung) in der Norm EN 50341-1 behandelt.

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.

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 EN 1991-1-9

Nationale Festlegungen können dann getroffen werden, wenn in dieser Norm im Rahmen von Anmerkungen eine Wahl ausdrücklich gestattet ist. Nationale Festlegungen enthalten eine Auswahl an national festgelegten Parametern (NDPs, en: nationally determined parameters).

Die jeweilige nationale Ausgabe von EN 1991-1-9 kann einen Nationalen Anhang mit allen nationalen Festlegungen enthalten, die für den Entwurf und die Bemessung von Hoch- und Ingenieurbauten im jeweiligen Land Verwendung finden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

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 EN 1991-1-9 im Rahmen von Anmerkungen zu den folgenden Abschnitten gestattet:

6.1(2) ANMERKUNG

6.1(3) ANMERKUNG 1

6.1(4) ANMERKUNG

6.1(5) ANMERKUNG 1

6.1(5) ANMERKUNG 2

6.1(5) ANMERKUNG 3

6.1(5) ANMERKUNG 4

6.4.1(3) ANMERKUNG

6.4.2.1(1) ANMERKUNG 1

6.5(5) ANMERKUNG 2

7.2(1) ANMERKUNG

Nationale Festlegungen sind in EN 1991-1-9 zur Anwendung der folgenden informativen Anhänge gestattet:

— Anhang A, Berücksichtigung von Eisabfall [A.1(1)];

— Anhang B, Informationen über die Einwirkungen von Eislasten auf Tragwerke [B.1(1)];

— Anhang C, Arten und Messung von Eisablagerungen [C.1(1)].

Der Nationale Anhang kann, direkt oder durch Verweisungen, ergänzende nicht widersprechende Angaben zur Erleichterung der Umsetzung enthalten, sofern dadurch keine Bestimmungen der Eurocodes geändert werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

1 Anwendungsbereich

1.1 Anwendungsbereich von EN 1991-1-9

(1) EN 1991-1-9 enthält Grundsätze und Regeln für die Bestimmung der Werte von Lasten infolge atmosphärischer Eisbildung, die für die folgenden Tragwerksarten zu verwenden sind:

— Maste;

— Türme;

— Antennen und Antennentragwerke;

— Abspannungen, Stützen, Kabel usw.;

— Seilwerke (Seilbahnen);

— Tragwerke für Skilifte;

— Gebäude oder Teile davon, die potenzieller Eisbildung ausgesetzt sind;

— Türme für Sonderkonstruktionen wie z. B. Übertragungsleitungen und Windkraftanlagen.

ANMERKUNG Atmosphärische Eisbildung an Freileitungen wird in EN 50341-1 behandelt.

(2) EN 1991-1-9 legt Werte fest für:

— die Maße und die Massen der Eisablagerungen;

— die Formen der Eisablagerungen.

(3) EN 1991-1-9 behandelt die Arten der Eisablagerung, die auf Tragwerke einwirkenden Eislasten und die Grundlagen zur Berücksichtigung des Eisabfalls.

ANMERKUNG Windlasten an vereisten Tragwerken werden in EN 1991-1-4 behandelt.

1.2 Voraussetzungen

Die in FprEN 1990:2022, 1.2, angegebenen Voraussetzungen gelten für EN 1991-1-9.

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.

FprEN 1990:2022, *Eurocode — Grundlagen der Planung von Tragwerken und geotechnischen Bauwerken*

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

3 Begriffe und Symbole

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach FprEN 1990:2022 und die folgenden Begriffe.

3.1.1
Nebelfrostablagerung
Eisablagerung durch unterkühlte Wassertröpfchen in Wolken oder im Nebel

3.1.2
Niederschlagseisablagerung
Eisablagerung infolge von Niederschlag entweder durch

a) gefrierenden Regen oder gefrierenden Sprühregen (Niesel), oder

b) Nassschnee

3.1.3
Eisablagerung
Prozess der Ansammlung von Eis an der Oberfläche eines Objekts, was zu unterschiedlichen Arten der Eisablagerung an Tragwerken führt

3.1.4
Grundwert der Basiseisablagerung
theoretische maximale charakteristische Werte der Masse (Raueis) oder der Dicke (Klareis, Glatteis) der Eisablagerungen an einem Referenzkollektor, unabhängig von der Windrichtung, der Ausrichtung des vereisten Objekts und von der Jahreszeit, 10 m über Grund im offenen Gelände, mit einer jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,02

3.1.5
Klareis
(Glatteis)
klares Eis mit hoher Dichte

3.1.6
Raueis
weißes Eis, das sich beim Gefrieren von Wassertröpfchen an der Außenseite eines Objekts unter Lufteinschluss bildet

3.1.7
Referenzkollektor
Zylinder mit einem Durchmesser von 30 mm und einer Länge von mindestens 0,5 m, der sich langsam um seine eigene Achse dreht

3.1.8
Eisklasse
IC, en: ice class
Klassifikation der charakteristischen Werte der Eislast, die mit einer jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,02 an einem Referenzeiskollektor zu erwarten sind, der sich am betrachteten Standort in einer Höhe von 10 m über Grund befindet

3.1.9
charakteristische Raueismasse
Raueismasse an einem Referenzkollektor mit einer jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,02

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

3.1.10
charakteristische Klareisdicke (Glatteisdicke)
Klareisdicke (Glatteisdicke) an einem Referenzkollektor mit einer jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,02

3.1.11
Basiseisablagerung
Grundwert der Basiseisablagerung, modifiziert unter Berücksichtigung der Eisablagerungswindrichtung, der Merkmale des vereisten Objekts (z. B. feststehendes oder rotierendes Objekt, Oberflächeneigenschaften, Farbe), der Ausrichtung des vereisten Objekts (z. B. vertikal oder horizontal), der Jahreszeit und der Änderungen in Abhängigkeit von der Höhe über Grund

3.1.12
Richtungsfaktor
Faktor zur Berücksichtigung der Verringerung der Basiseisablagerung in Fällen, in denen die Eisbildung nicht gleichförmig in Bezug auf die Windrichtung ist

3.1.13
Objektfaktor
Faktor zur Berücksichtigung der Verringerung der Basiseisablagerung aufgrund von Eisablösung von nicht rotierenden Objekten, hervorgerufen beispielsweise durch Sonneneinstrahlung, Temperaturschwankungen, turbulentem Wind oder durch andere lokale meteorologische Bedingungen

3.1.14
Ausrichtungsfaktor
Faktor zur Berücksichtigung der Verringerung der Basiseisablagerung in Fällen, in denen die Eislast von der Ausrichtung des Objekts abhängig ist, z. B. eine Verringerung im Fall von Klareis (Glatteis) an vertikalen Elementen in Gegenden, in denen Eisbildung bei geringen Windgeschwindigkeiten auftritt

3.1.15
Jahreszeitenfaktor
Faktor zur Berücksichtigung der Verringerung der Basiseisablagerung im Fall von temporären Tragwerken (nach Länge der Jahreszeit) und Tragwerken während der Bauausführung

3.1.16
Eiseinwirkung
Wirkung von Eisablagerungen an einem Tragwerk infolge ihres Eigengewichtes (Eislast) sowie veränderter Windwirkung an der vereisten Struktur

3.2 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die Symbole speziell für diesen Teil, zusammen mit den in FprEN 1990:2022, 3.2, angegebenen Symbolen.

ANMERKUNG Die verwendeten Bezeichnungen beruhen auf ISO 3898:2013.

3.2.1 Lateinische Großbuchstaben

D Durchmesser der Eisablagerung oder Gesamtbreite des Objekts einschließlich der Eisablagerung

H Höhe über Grund

L Länge der Eisfahne, gemessen auf der windzugewandten Seite

T Lufttemperatur

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

W_c Breite des Objekts (ohne Eis) senkrecht zur Windrichtung (Eisablagerungswindrichtung)

W_{dir} Windrichtung (Eisablagerungswindrichtung)

3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben

c_{dir} Richtungsfaktor

c_h Höhenfaktor

c_h^R Höhenfaktor für Raueis

c_h^G Höhenfaktor für Klareis (Glatteis)

c_{object} Objektfaktor

c_{orient} Ausrichtungsfaktor

c_{season} Jahreszeitenfaktor

d Durchmesser des Objekts (ohne Eis)

k Faktor für die Verringerung des Staudrucks bei der Bestimmung der Windlast

m Masse der Eisablagerung je Längeneinheit

i_b Basiseisablagerung

$i_{b,0}$ Grundwert der Basiseisablagerung

m_w Eismasse bei Eis auf großen Objekten

t Eisdicke

3.2.3 Griechische Kleinbuchstaben

ρ Dichte von Eis

4 Bemessungssituationen

(1) Die maßgebenden Eislasten müssen nach FprEN 1990:2022 für jede festgestellte Bemessungssituation ermittelt werden.

(2) Die Kombination von Windlasten und Eisbildung in ständigen/vorübergehenden Bemessungssituationen, die Eisbildung umfassen, sollte berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Dies führt zu erhöhten Vertikallasten an dem vereisten Tragwerk und zu einer vergrößerten windbeanspruchten Fläche. Letzteres kann zu stärkeren Windlasten führen als ohne Eisablagerung.

(3) Der Einfluss von Eisabfall sollte als außergewöhnliche Bemessungssituation betrachtet werden.

ANMERKUNG Hinweise zur Berücksichtigung von Eis, das vom Tragwerk herunterfällt, können Anhang A entnommen werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

5 Klassifikation von Einwirkungen

(1) Sofern in dieser Norm nichts anderes festgelegt ist, müssen Eislasten als veränderliche, ortsfeste Einwirkungen klassifiziert werden.

ANMERKUNG Siehe FprEN 1990:2022, 6.1.1, für die Klassifikation von Einwirkungen.

(2) Für den speziellen Fall von Eisabfall sollte die Eislast als eine außergewöhnliche Einwirkung angesehen werden.

(3) Die in dieser Norm behandelten Eislasten sollten als statische Einwirkungen klassifiziert werden.

ANMERKUNG Siehe FprEN 1990:2022, 7.1.2, für die Modellierung von statischen Einwirkungen.

(4) Wegen der unterschiedlichen Merkmale der Eisarten sollten Eislasten in „Klareis“ (G) und „Raueis“ (R) eingeteilt werden, siehe Abschnitt 6.

6 Eislasten auf Tragwerken

6.1 Basiswerte

(1) Die Basiseisablagerung i_b ist die Grundlage für die Festlegung der Eislast an einem Tragwerk und muss anhand der Grundwerte der Basiseisablagerung bestimmt werden (Definition des Eisbildungsklimas).

(2) Die Grundwerte der Basiseisablagerungen $i_{b,0}$ sollten festgelegt werden.

ANMERKUNG Die Grundwerte der Basiseisablagerungen $i_{b,0}$, die in einem Land anzuwenden sind, können dem Nationalen Anhang entnommen werden.

(3) Die Grundwerte der Basiseisablagerungen $i_{b,0}$ sollten als Klareisdicke (G) oder als Raueismasse (R) festgelegt werden.

ANMERKUNG 1 Die Entscheidung zwischen Klareisdicke und Raueismasse ist im Nationalen Anhang angegeben.

ANMERKUNG 2 Die typischen Eigenschaften der verschiedenen Eisarten sind in Tabelle C.1 angegeben.

(4) Die Grundwerte der Basiseisablagerungen $i_{b,0}$ sollten entweder direkt als charakteristische Werte (d. h. charakteristische Klareisdicke oder charakteristische Raueismasse) angegeben oder sollten anhand der Einteilung in Eisklassen zugeordnet werden.

ANMERKUNG Die Entscheidung für die Angabe der Grundwerte der Basiseisablagerungen als charakteristische Werte oder als Eisklassen ist im Nationalen Anhang angegeben.

(5) Die Basiseisablagerung i_b muss mit Gleichung (6.1) berechnet werden.

$$i_b = c_{dir} \cdot c_{object} \cdot c_{orient} \cdot c_{season} \cdot c_h \cdot i_{b,0} \tag{6.1}$$

Dabei ist

c_{dir} der Richtungsfaktor, siehe ANMERKUNG 1;

c_{object} der Objektfaktor (z. B. feststehende oder rotierende Objekte), siehe ANMERKUNG 2;

c_{orient} der Ausrichtungsfaktor (z. B. vertikal oder horizontal), siehe ANMERKUNG 3;

c_{season} der Jahreszeitenfaktor, siehe ANMERKUNG 4;

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

c_h der Höhenfaktor ($c_h = c_h^R$ für die Raueismasse und $c_h = c_h^G$ für die Klareisdicke), siehe 6.5;

$i_{b,0}$ der Grundwerte der Basiseisablagerungen, siehe 6.1 bis 6.4.

ANMERKUNG 1 Der Wert für den Richtungsfaktor beträgt 1,0, sofern im Nationalen Anhang kein anderer Wert zur Verwendung in einem Land angegeben ist.

ANMERKUNG 2 Der Wert für den Objektfaktor beträgt 1,0, sofern im Nationalen Anhang kein anderer Wert zur Verwendung in einem Land angegeben ist.

ANMERKUNG 3 Der Wert für den Ausrichtungsfaktor beträgt 1,0, sofern im Nationalen Anhang kein anderer Wert zur Verwendung in einem Land angegeben ist.

ANMERKUNG 4 Der Wert für den Jahreszeitenfaktor beträgt 1,0, sofern im Nationalen Anhang kein anderer Wert zur Verwendung in einem Land angegeben ist

(6) Bei hohen Tragwerken sollten die Basiseisablagerungen in mehreren repräsentativen Höhen berechnet werden (siehe 6.5).

ANMERKUNG Das in Anhang D enthaltene Ablaufdiagramm kann als Leitlinie für das Berechnungsverfahren angewendet werden.

6.2 Eisklassen und charakteristische Werte für Klareis und Raueis

(1) Falls die Eisklassen (ICs) den Grundwert der Basiseisablagerung wiedergeben [siehe 6.1(3)], sollten sie sowohl für Klareis (ICG) als auch für Raueis (ICR) bestimmt werden, da Klareis und Raueis unterschiedliche Merkmale besitzen. ICG sollte für Klareisablagerungen und ICR sollte für Raueisablagerungen bestimmt werden.

ANMERKUNG Leitlinien für die Abschätzung der charakteristischen Raueismasse oder der charakteristischen Klareisdicke sind in Anhang C angegeben.

6.3 Klareis

(1) Handelt es sich bei der Eisablagerung um Klareis, muss die Eislast auf der Eisklasse für Klareis (ICGs) in 10 m über Grund nach Tabelle 6.1 beruhen, oder auf der charakteristischen Klareisdicke in 10 m über Grund am jeweiligen Standort.

Tabelle 6.1 — Eisdicken für die ICGs

Eisklassen ICG	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Charakteristische Eisdicke t (mm)	10	20	30	40	50	*
* Zur Verwendung bei extremer Eisablagerung.						
ANMERKUNG Die Zahlen stehen für die Obergrenzen der jeweiligen ICGs.						

(2) Die Klareisdicke sollte für die Bestimmung der Eislast an einem Tragwerk entsprechend dem Eisbildungsmodell für Klareis nach Bild 6.1 verwendet werden.

(3) Die Eismasse an einem Zylinder sollte bei gegebener Eisdicke wie folgt berechnet werden:

$$m = \pi \cdot \rho \cdot t \, (d + t) \tag{6.2}$$

Dabei ist

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

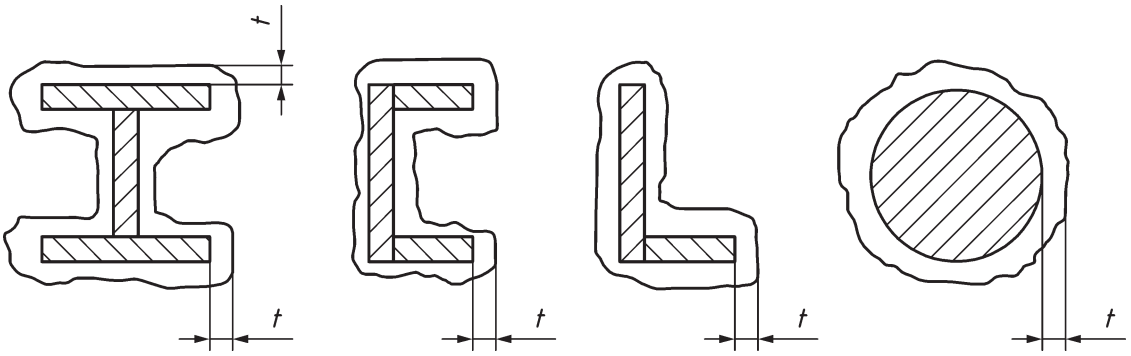
m die Masse der Klareisablagerung ;

t die Dicke der Klareisablagerung ;

d der Durchmesser des Zylinders (ohne Eis);

ρ die Dichte von Klareis; $\rho = 900$ kg/m^3.

(4) Die Masse der Klareisablagerung an anderen Querschnittsformen sollte durch Addition einer konstanten Eisdicke t zum ursprünglichen Querschnitt berechnet werden.



Legende
t Dicke der Klareisablagerung an verschiedenen Profilen

Bild 6.1 — Eisablagerungsmodell für Klareis

6.4 Raueis

6.4.1 Allgemeines

(1) Handelt es sich bei der Eisablagerung um Raueis, muss die Eislast auf der Eisklasse für Raueis (ICRs) in 10 m über Grund nach Tabelle 6.2 beruhen, oder auf der charakteristischen Raueismasse in 10 m über Grund am jeweiligen Standort.

Tabelle 6.2 — Eismassen für die ICRs

Eisklassen für Raueis	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
Charakteristische Eismasse m (kg/m)	0,5	0,9	1,6	2,8	5,0	8,9	16,0	28,0	50,0	*
* Zur Verwendung bei extremer Eisablagerung.										
ANMERKUNG Die Zahlen stehen für die Obergrenzen der jeweiligen ICRs.										

(2) Sofern nicht anderweitig festgelegt, sollte das gesamte Raueis auf Profilen bis zu einer Breite von 0,3 m als fahnenförmig angesehen werden (siehe Bild 6.2).

ANMERKUNG 1 Der Bezugspunkt für die fahnenförmige Raueisablagerung ist definiert als der am meisten dem Wind zugewandte Punkt des Objekts, betrachtet aus der Eisablagerungswindrichtung.

ANMERKUNG 2 Bei asymmetrischen Objekten wird die Objektbreite durch die scheinbare Querschnittsfläche senkrecht zur Eisablagerungswindrichtung definiert.

AVA Documents Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

ANMERKUNG 3 Leitlinien für die Berechnung der Eisbildung an geneigten Bauteilen finden sich in Anhang B.

(3) Für alle Berechnungen der Eisdicke und der Eisfahnenmaße sollte eine Dichte von Raueis festgelegt werden.

ANMERKUNG Die Dichte von Raueis beträgt 500 kg/m^3, sofern kein anderer Wert im Nationalen Anhang festgelegt ist.

6.4.2 Raueis an einzelnen Bauteilen

6.4.2.1 Schlanke Bauteile mit der Breite (W) ≤ 0,3 m

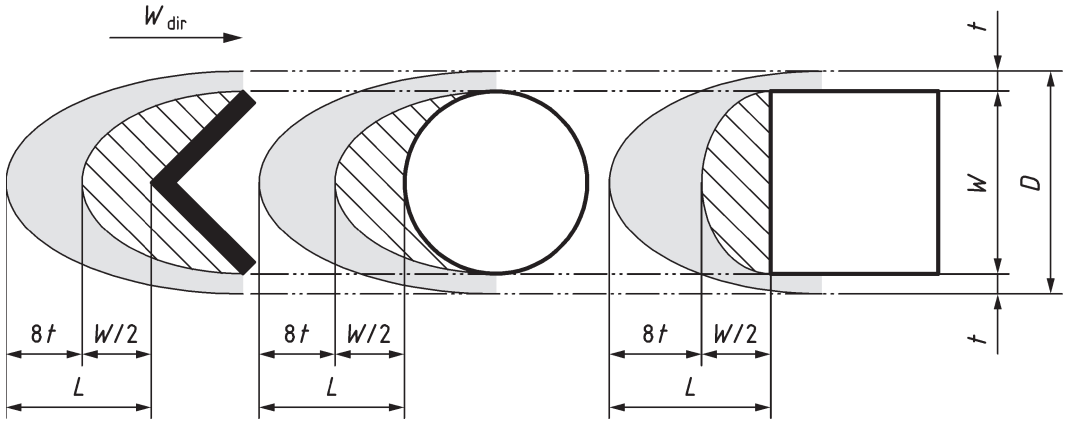
(1) Für einzelne Bauteile mit einem Profil der Breite $W \leq 0{,}3$ m sollten die Länge L und die Dicke t des Raueises mit Gleichung (6.3), Gleichung (6.4) und Gleichung (6.5) berechnet werden, siehe Bild 6.2.ANMERKUNG 1Der Nationale Anhang kann Tabellen mit der Länge L und der Dicke t für die maßgebenden ICRs zur Verwendung in einem Land enthalten.

$$L = \frac{4 \cdot m}{\pi \cdot \rho \cdot W} \qquad \text{wenn} \qquad W \geq \sqrt{\frac{8 \cdot m}{\pi \cdot \rho}} \tag{6.3}$$

$$L = \frac{W}{2} + 8 \cdot t \qquad \text{wenn} \qquad W < \sqrt{\frac{8 \cdot m}{\pi \cdot \rho}} \tag{6.4}$$

$$t = \frac{1}{32}\left(\sqrt{68 \cdot W^2 + \frac{m}{\rho} \cdot 81{,}49} - 10 \cdot W\right) \tag{6.5}$$

ANMERKUNG 2 Es gilt Gleichung (6.3), wenn $t = 0$.



ANMERKUNG 3 Die Maße L und t sind die durch Eis verursachte Zunahmen der (eis-)exponierten Länge und Breite der ursprünglichen Profile.

ANMERKUNG 4 Die schraffierte Fläche, die mit einer Länge von $W/2$ vom Referenzpunkt aus angegeben ist, zeigt die erste Stufe der Raueisablagerungen ohne Zunahme der Objektbreite. Das Maß $8t$ gibt an, wie die Eisablagerung fortschreitet, wobei t die Zunahme der Breite ist, gemessen senkrecht zur Eisablagerungswindrichtung.

ANMERKUNG 5 Das Modell für Raueis basiert auf der Voraussetzung, dass das vereiste Bauteil nicht drehbar ist und in einer Ebene senkrecht zur Eisablagerungswindrichtung ausgerichtet ist.

Bild 6.2 — Eisablagerungsmodell für Raueis für Bauteile mit einem Höchstmaß bis 0,3 m (bei konstanter Windrichtung bildet sich eine „Eisfahne“ gegen die Eisablagerungswindrichtung)

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03

(2) Eine zylindrische Eisablagerung tritt nur an schlanken Bauteilen mit geringer Torsionssteifigkeit und einer Schräglage zur Horizontalen von höchstens 45° auf (z. B. Abspannseile und Stahlseile). In solchen Fällen dürfen die Eisabmessungen anhand der Eismassen berechnet werden, die in 6.4.1 festgelegt sind, und Gleichung (6.6) darf zur Berechnung des Raueisdurchmessers D an einem rotierenden Zylinder verwendet werden, mit einer Eismasse je Längeneinheit m und einer Dichte von Raueis ρ.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot m}{\pi \cdot \rho} + d^2} \tag{6.6}$$

(3) Genauere Informationen dürfen genutzt werden, wenn sie verfügbar sind (z. B. von Messungen).

6.4.2.2 Einzelne Bauteile mit der Breite (W) > 0,3 m

(1) Für einzelne Bauteile mit einem Profil mit der Breite $W > 0{,}3$ m (bis 5 m) sollte das Modell für die Raueisablagerung an Bauteilen mit Gleichung (6.7) berechnet werden, siehe

(2) Bild 6.3.

ANMERKUNG 1 Die Eismasse auf einem breiten Objekt nimmt mit der Breite zu, im Gegensatz zu einem schmalen Objekt, wo sie unabhängig von der Breite ist.

$$m_{\mathrm{W}} = m + (W - W_0) \cdot L \cdot \rho \tag{6.7}$$

Dabei ist

L Länge der Eisfahnen für Bauteile mit einer Breite $W = 0{,}3$ m [siehe Gleichung (6.3) und Gleichung (6.4)];

W_0 $= 0{,}3$ m;

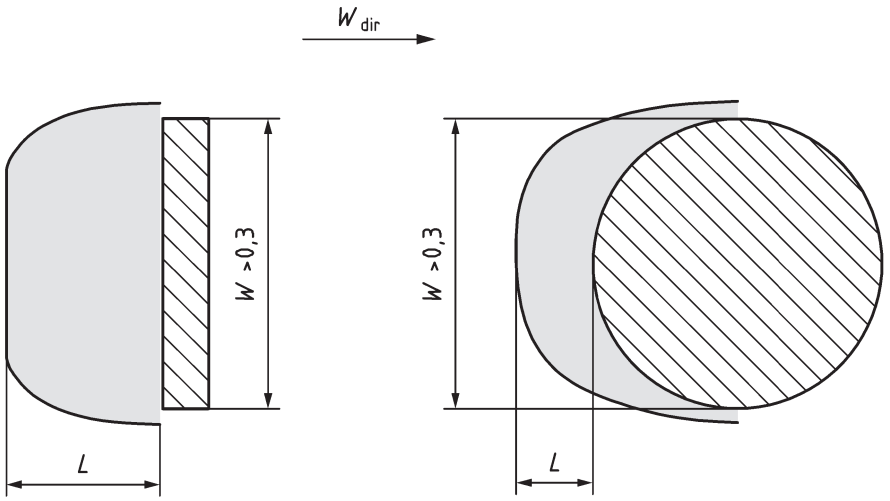
m die Eismasse je Längeneinheit für ICRs oder alternativ die charakteristische Eismasse;

m_{w} die Eismasse für $W > 0{,}3$ m.

ANMERKUNG 2 L kann mit Gleichung (6.3) und Gleichung (6.4) ermittelt und zusammen mit dem Wert für die zugehörige Dichte von Raueis ρ verwendet werden.

ANMERKUNG 3 Innerhalb jeder ICR bleibt die Länge (L) der Eisfahne für $W = 0{,}3$ m (in Übereinstimmung mit Bild 6.2 und Bild 6.3) für alle Bauteilbreiten $W > 0{,}3$ m konstant. Die Eismasse wird mit zunehmender Bauteilbreite schrittweise erhöht.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03



Legende
L Länge der Eisfahne
W_{dir} Windrichtung (Eisablagerungswindrichtung)

Bild 6.3 — Schematische Darstellung der Eisablagerung für Raueis — Große Bauteile

(3) Profile mit $W > 0{,}3$ m und geschlossene Tragwerke wie Betontürme, Verschalungen oder andere Tragwerke mit einem Völligkeitsgrad von nahezu oder gleich 1,0 sollten nach 6.4.2.2(1) behandelt werden und es gibt keine Obergrenze für W.

(4) Genauere Informationen dürfen genutzt werden, wenn sie verfügbar sind (z. B. von Messungen).

6.4.3 Ausrichtung der Eisfahnen am Tragwerk

(1) Die vorherrschende Eisablagerungswindrichtung sollte für die Bestimmung der Eislast geschätzt werden, unabhängig von den Windrichtungen, die bei der Bemessung des Tragwerks ohne Vereisung berücksichtigt wurden.

ANMERKUNG Die Eisfahnen bilden sich entgegen der vorherrschenden Eisablagerungswindrichtung.

(2) Wenn die vorherrschende Eisablagerungswindrichtung nicht bekannt ist, sollten die Windlasten unter den ungünstigsten Voraussetzungen bestimmt werden. Die Eisfahnen sollten so am Tragwerk platziert werden, als würde die Eisablagerungswindrichtung senkrecht zu der Windrichtung verlaufen, die bei der Bemessung des Tragwerks ohne Eisbildung angesetzt wird. Für Tragwerke, die für unterschiedliche Windrichtungen bemessen wurden, sollte dieses Verfahren für jede Windrichtung durchgeführt werden.

(3) Da die Tragwerksquerschnitte bei der Betrachtung aus unterschiedlichen Richtungen in der Horizontalen unterschiedliche Maße haben (z. B. Profilbreite) und die Maße der Eisfahnen damit ebenfalls unterschiedlich ausfallen, sollten neue Berechnungen der Maße der Eisfahnen für jede Windrichtung durchgeführt werden.

(4) Die folgende vereinfachte (konservative) Berechnung darf angewendet werden: Die Eisablagerungswindrichtung, die die größte Windlast am gesamten betreffenden Tragwerk bewirkt, wird ermittelt. Diese Wind- und Eislasten werden für alle zu untersuchenden Windrichtungen verwendet.

6.4.4 Raueis an Gitterstrukturen

(1) Für Tragwerke aus miteinander verbundenen schlanken Bauteilen (z. B. Gittermaste) sollte beachtet werden, dass die Eisfahnen zusammenwachsen können und so wesentlich größere Eisformationen zustande kommen können, als bei einem äquivalenten nicht perforierten Vollprofil möglich wäre.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN 1991-1-9:2023-03