

DIN EN 1991-1-5



ICS 91.010.30

Entwurf

Einsprüche bis 2023-04-10
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1991-1-5:2010-12

**Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke –
Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen –
Temperatureinwirkungen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 1991-1-5:2023**

Eurocode 1: Actions on structures –
Part 1-5: General actions –
Thermal actions;
German and English version prEN 1991-1-5:2023

Eurocode 1: Actions sur les structures –
Partie 1-5: Actions générales –
Actions thermiques;
Version allemande et anglaise prEN 1991-1-5:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-02-10 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 76 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1993-1-5:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) 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.

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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1993-1-5:2010-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Dokument redaktionell und technisch umfassend überarbeitet.

Titel de: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen — Temperatureinwirkungen

Titel en: Eurocode 1: Actions on structures — Part 1-5: General actions — Thermal actions

Titel fr: Eurocode 1: Actions sur les structures — Partie 1-5: Actions générales — Actions thermiques

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	8
1.1 Anwendungsbereich von EN 1991-1-5	8
1.2 Annahmen	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe und Symbole	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Symbole und Abkürzungen	9
3.2.1 Lateinische Großbuchstaben	10
3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben	11
3.2.3 Griechische Kleinbuchstaben	11
4 Bemessungssituationen	11
5 Einteilung der Einwirkungen	11
6 Beschreibung der Einwirkungen	11
7 Temperatureinwirkungen auf Gebäude	12
7.1 Allgemeines	12
7.2 Bestimmung der Temperatur	13
7.3 Bestimmung von Temperaturprofilen	14
8 Temperatureinwirkungen auf Brücken	16
8.1 Brückenüberbauten	16
8.1.1 Typen von Brückenüberbauten	16
8.1.2 Berücksichtigung der Temperatureinwirkungen	16
8.1.3 Konstanter Temperaturanteil	17
8.1.4 Veränderliche Temperaturanteile	19
8.1.5 Gleichzeitige Berücksichtigung von konstanten und veränderlichen Temperaturanteilen	26
8.1.6 Konstanter Temperaturunterschied zwischen verschiedenen tragenden Bauteilen	26
8.2 Brückenpfeiler	26
8.3 Temperatureinwirkungen durch Heißasphaltieren	27
9 Temperatureinwirkungen auf Industrieschornsteine, Silos, Tanks und Kühltürme	27
9.1 Allgemeines	27
9.2 Bestimmung der Temperaturanteile	28
9.3 Werte der Temperaturanteile	28
9.4 Gleichzeitige Berücksichtigung der Temperaturanteile	28
Anhang A (normativ) Anpassung der Außenlufttemperatur für eine jährliche Überschreitenswahrscheinlichkeit p	30
A.1 Anwendungsbereich	30
A.2 Anpassung mittels Extremwertverteilung	30
Anhang B (normativ) Vertikale Temperaturunterschiede mit unterschiedlichen Oberbelagsdicken nach Verfahren 2	32
B.1 Anwendungsbereich	32
B.2 Vertikale Temperaturunterschiede	32

Anhang C (informativ) Temperaturverteilungen in Gebäuden und anderen Bauwerken.....	35
C.1 Verwendung dieses informativen Anhangs.....	35
C.2 Anwendungsbereich.....	35
C.3 Theorie der Wärmeübertragung.....	35
Literaturhinweise.....	37

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1991-1-5:2023) 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 1991-1-5:2005 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.

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.

(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 1991-1-5

EN 1991-1-5 gibt Regelungen für Temperatureinwirkungen auf Gebäude und Ingenieurbauwerke an, die sich aus klimatischen und betrieblichen Bedingungen ergeben.

Informationen zu Temperatureinwirkungen infolge von Bränden sind in EN 1991-1-2 enthalten.

EN 1991-1-5 ist vorgesehen für Bauherren, Planer, Vertragsparteien, die Bauaufsichten und öffentliche Auftraggeber.

EN 1991-1-5 ist für die Anwendung mit EN 1990, den anderen Teilen von EN 1991 und EN 1992 bis EN 1999 für die Bemessung von Tragwerken vorgesehen.

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 für EN 1991-1-5

Nationale Festlegungen können dann getroffen werden, wenn in dieser Norm im Rahmen von Anmerkungen eine Wahl ausdrücklich gestattet ist. Nationale Festlegungen schließen die Wahl von Werten für national festzulegende Parameter (NDP, en: Nationally Determined Parameters) ein.

Die jeweilige nationale Ausgabe von EN 1991-1-5 kann einen Nationalen Anhang mit allen national festgelegten Parametern enthalten, die für den Entwurf und die Bemessung von Hoch- und Ingenieurbauten im jeweiligen Land Verwendung finden.

Wird keine nationale Festlegung angeführt, ist der in dieser Norm angegebene Standardwert anzuwenden.

Wenn keine nationale Festlegung angeführt wird und kein Standardwert 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 1991-1-5 durch Anmerkungen zu den folgenden Abschnitten gestattet:

7.3 (1) ANMERKUNG 1	8.1.3.3 (5) ANMERKUNG	8.1.6 (1) ANMERKUNG
7.3 (2) ANMERKUNG 1	8.1.4 (2) ANMERKUNG	8.2 (3) ANMERKUNG
7.3 (3) ANMERKUNG	8.1.4 (3) ANMERKUNG	8.2 (4) ANMERKUNG
7.3 (5) ANMERKUNG	8.1.4.2 (2) ANMERKUNG 1	8.2 (5) ANMERKUNG
7.3 (6) ANMERKUNG	8.1.4.2 (2) ANMERKUNG 2	9.3 (2) ANMERKUNG
8.1.1 (1) ANMERKUNG 2	8.1.4.3 (2) ANMERKUNG 1	9.3 (3) ANMERKUNG
8.1.3.1 (2) ANMERKUNG	8.1.4.3 (2) ANMERKUNG 3	9.3 (4) ANMERKUNG
8.1.3.2 (1) ANMERKUNG	8.1.4.4 (2) ANMERKUNG	A.2 (2) ANMERKUNG 1
8.1.3.2 (5) ANMERKUNG	8.1.4.5 (1) ANMERKUNG	A.2 (2) ANMERKUNG 3
8.1.3.3 (2) ANMERKUNG	8.1.5 (1) ANMERKUNG	B.2 (1) ANMERKUNG 1
8.1.3.3 (3) ANMERKUNG	8.1.5 (2) ANMERKUNG	

Nationale Festlegungen sind in EN 1991-1-5 zur Anwendung der folgenden informativen Anhänge gestattet:

— Anhang C (informativ) Temperaturverteilungen in Gebäuden und anderen Bauwerken.

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.

1 Anwendungsbereich

1.1 Anwendungsbereich von EN 1991-1-5

(1) EN 1991-1-5 gibt Prinzipien und Festlegungen zur Berechnung von Temperatureinwirkungen auf Gebäude, Brücken und anderen Tragwerken einschließlich ihrer tragenden Bauteile an. Festlegungen für Außenwandbekleidungen und andere Anbauten von Gebäuden sind ebenfalls angegeben.

(2) Dieser Teil beschreibt die Temperatureinwirkungen auf tragende Bauteile. Es werden die charakteristischen Werte für Temperatureinwirkungen angegeben, die für die Bemessung von Tragwerken benutzt werden können, die durch tägliche und jahreszeitliche Temperaturwechsel beansprucht werden.

(3) Dieser Teil enthält auch Grundsätze für Temperaturänderungen von tragenden Bauteilen infolge des Einsatzes von Heißasphalt auf Brückenüberbauten.

(4) Dieser Teil enthält auch Grundsätze und Regeln für Tragwerke, bei denen sich die Temperatureinwirkungen hauptsächlich aus ihrer Nutzung ergeben (z. B. Kühltürme, Silos, Tanks, warme und kalte Lagereinrichtungen, Wärmekammern und Kühlhäuser usw.).

ANMERKUNG Ergänzende Hinweise zu Temperatureinwirkungen auf Schornsteine sind in EN 13084-1 enthalten.

1.2 Annahmen

Die in Annahmen von FprEN 1990:2022, 1.2 gelten für EN 1991-1-5.

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 In den Literaturhinweisen sind weitere zitierte Dokumente aufgelistet, die keine normativen Verweisungen sind, einschließlich solcher Dokumente, die als Empfehlungen (d. h. durch „sollte“-Sätze), Erlaubnisse („darf“-Sätze), Möglichkeiten („kann“-Sätze) sowie in Anmerkungen in Bezug genommen werden.

FprEN 1990:2022, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

ISO 2394, *General principles on reliability for structures*

ISO 3898:2013, *Bases for design of structures — Names and symbols of physical quantities and generic quantities*

ISO 8930, *General principles on reliability for structures — Vocabulary*

3 Begriffe und Symbole

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden und in FprEN 1990:2022, ISO 2394, ISO 3898:2013 und ISO 8930 angegebenen Definitionen.

3.1.1

Temperatureinwirkungen

die Einwirkungen auf ein Tragwerk oder ein tragendes Bauteil, die sich aus den Änderungen von Temperaturfeldern ergeben

3.1.2

Außenlufttemperatur

Temperaturmessung mit Thermometern, die in einem „Stevenson-Screen“ (einem belüfteten und vor Sonneneinstrahlung geschützten Instrumentenraum) angebracht sind

3.1.3

maximale Außenlufttemperatur

$T_{\max}$

Wert der maximalen Außenlufttemperatur mit einer jährlichen Überschreitenswahrscheinlichkeit von 0,02 (entspricht einer Wiederkehrperiode von 50 Jahren), basierend auf stündlichen Messwerten

3.1.4

minimale Außenlufttemperatur

$T_{\min}$

Wert der minimalen Außenlufttemperatur mit einer jährlichen Wahrscheinlichkeit von 0,02 (entspricht einer Wiederkehrperiode von 50 Jahren), basierend auf stündlichen Messwerten

3.1.5

Aufstelltemperatur

T_0

Aufstelltemperatur eines tragenden Bauteils zur Bestimmung seiner Zwängung (Fertigstellung), die bei der Bemessung berücksichtigt werden sollte, um Bewegungen und/oder die Zwangskräfte zu berücksichtigen

3.1.6

Fassadenverkleidung

Teile des Gebäudes mit Schutz- und/oder architektonischer Funktion, die nach Fertigstellung des Haupttragwerks hinzugefügt werden

3.1.7

konstanter Temperaturanteil

Temperatur, die über dem Querschnitt konstant ist und die zu einer Ausdehnung oder Verkürzung eines Bauteils oder Tragwerks führt

3.1.8

veränderlicher Temperaturanteil

Anteil der Temperaturverteilung in einem tragenden Bauteil, das den Temperaturunterschied zwischen der Außenseite des tragenden Bauteils und jedem innenliegenden Punkt darstellt

3.2 Symbole und Abkürzungen

(1) Für die Anwendung dieses Teils von Eurocode 1 gelten die folgenden Symbole, die speziell für diesen Teil gelten, zusammen mit den allgemeinen Bezeichnungen in FprEN 1990:2022.

ANMERKUNG Die hier benutzten Bezeichnungen basieren auf ISO 3898:2013.

(2) Eine grundlegende Liste mit Bezeichnungen ist in der FprEN 1990:2022 enthalten und die zusätzlich unten angegebenen Bezeichnungen sind speziell für diesen Teil.

3.2.1 Lateinische Großbuchstaben

R	Wärmedurchlasswiderstand des tragenden Bauteils
R_{in}	Wärmedurchlasswiderstand an der Innenseite
R_{out}	Wärmedurchlasswiderstand an der Außenseite
T_{max}	maximale Außenlufttemperatur mit einer jährlichen Wahrscheinlichkeit von 0,02 (entspricht einer Wiederkehrperiode von 50 Jahren)
T_{min}	minimale Außenlufttemperatur mit einer jährlichen Wahrscheinlichkeit von 0,02 (entspricht einer Wiederkehrperiode von 50 Jahren)
$T_{max,p}$	maximale Außenlufttemperatur mit einer jährlichen Wahrscheinlichkeit von p (entspricht einer gemittelten Wiederkehrperiode von $1/p$)
$T_{min,p}$	minimale Außenlufttemperatur mit einer jährlichen Wahrscheinlichkeit von p (entspricht einer gemittelten Wiederkehrperiode von $1/p$)
T_N	konstante Temperatur
$T_{N,max}$	maximale konstante Temperatur
$T_{N,min}$	minimale konstante Temperatur
$T_{N,night}$	konstante Nachtabkühlungstemperatur
T_0	Aufstelltemperatur des tragenden Bauteils zur Bestimmung seiner Zwängung
$T_{0,inf}$	die minimale Aufstelltemperatur der Brücke, ab der die Ausdehnung berücksichtigt wird
$T_{0,sup}$	die maximale Aufstelltemperatur der Brücke, ab der die Ausdehnung berücksichtigt wird
T_{in}	Lufttemperatur der inneren Umgebung
T_{out}	Lufttemperatur der äußeren Umgebung
ΔT_0	Änderung der Aufstelltemperatur der Brücke
ΔT_i	Temperaturunterschiede bei der Erwärmung (Abkühlen)
ΔT_N	Änderung des konstanten Temperaturanteils
$\Delta T_{N,exp}$	maximale positive Änderung des konstanten Temperaturanteils für Brücken
$\Delta T_{N,con}$	maximale negative Änderung des konstanten Temperaturanteils für Brücken
ΔT_M	linear veränderlicher Temperaturanteil
$\Delta T_{M,heat}$	linear veränderlicher Temperaturanteil (Erwärmung)
$\Delta T_{M,cool}$	linear veränderlicher Temperaturanteil (Abkühlung)
ΔT_E	nicht-linear veränderlicher Temperaturanteil
ΔT	Summe der linear veränderlichen Temperaturanteile und der nicht-linear veränderlichen Temperaturanteile
ΔT_p	Unterschied des übereinstimmenden Wertes der konstanten Temperatur zwischen unterschiedlichen tragenden Bauteilen innerhalb eines Tragwerks

3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben

h	Höhe des Querschnitts
k	Koeffizienten zur Berechnung der maximalen (minimalen) Außenlufttemperaturen, die von einer jährlichen Wahrscheinlichkeit von $p = 0,02$ abweichen
k_{sur}	Faktor zur Berücksichtigung der Oberbelagsdicke bei Bestimmung des linear veränderlichen Temperaturanteils
p	Wahrscheinlichkeit für die jährlich erreichte maximale (minimale) Außenlufttemperatur (entspricht einer mittleren Wiederkehrperiode von $1/p$ Jahren)
u, c	Positions- und Skalierungsparameter für die jährliche maximale (minimale) Außenlufttemperaturverteilung

3.2.3 Griechische Kleinbuchstaben

λ	Wärmeleitfähigkeit
ω_N	Faktor zur Reduzierung des konstanten Temperaturanteils für die Kombination mit veränderlichen Temperaturanteilen
ω_M	Faktor zur Reduzierung des veränderlichen Temperaturanteils für die Kombination mit dem konstanten Temperaturanteil

4 Bemessungssituationen

(1) Temperatureinwirkungen sind in Übereinstimmung mit FprEN 1990:2022 für die maßgebende Bemessungssituation festzulegen.

(2) Die Beanspruchungen durch Temperatureinwirkungen sind bei der Bemessung von lastabtragenden Bauteilen von Tragwerken zu berücksichtigen, indem entweder bewegliche Anschlüsse vorgesehen oder die Beanspruchungen in die Bemessungsverifizierungen einbezogen werden.

5 Einteilung der Einwirkungen

(1) Temperatureinwirkungen sind als veränderliche und indirekte Einwirkungen zu klassifizieren, wie in FprEN 1990:2022 festgelegt.

(2) Alle in dieser Norm angegebenen Werte der Temperatureinwirkungen sind charakteristische Werte, siehe FprEN 1990:2022.

(3) Für Bemessungssituationen, in denen die jährliche Überschreitenswahrscheinlichkeit von 0,02 abweicht, sollten die Werte der Temperatureinwirkungen nach dem in Anhang A beschriebenen Berechnungsverfahren abgeleitet werden.

6 Beschreibung der Einwirkungen

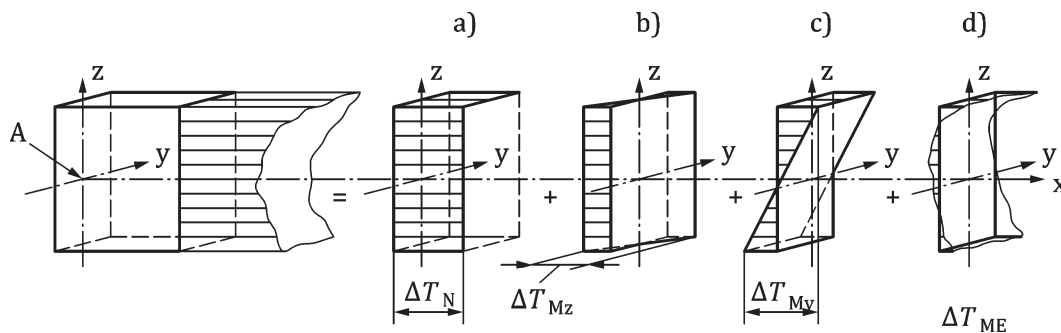
(1) Die Temperaturverteilung innerhalb eines einzelnen tragenden Bauteils sollte in die folgenden vier wesentlichen Basisanteile unterteilt werden, wie in Bild 6.1 dargestellt:

- a) konstanter Temperaturanteil ΔT_N ;
- b) linear veränderlicher Temperaturanteil über die z-z-Achse, ΔT_{MZ} ;
- c) linear veränderlicher Temperaturanteil über die y-y-Achse, ΔT_{MY} ;

- d) nicht-linear veränderlicher Temperaturanteil ΔT_E . Dies führt zu einem System von Eigenspannungen, die im Gleichgewicht für das Bauteil keine äußere Beanspruchung erzeugen.

ANMERKUNG 1 Tägliche und jahreszeitliche Schwankungen der Außenlufttemperatur, Sonneneinstrahlung, Rückstrahlung, usw. führen zu einer Veränderung der Temperaturfelder in den betroffenen Bauteilen eines Tragwerks.

ANMERKUNG 2 Die Größe der Temperatureinwirkungen hängt von den lokalen klimatischen Bedingungen, der Ausrichtung des Tragwerks, seiner Gesamtmasse, den Auswirkungen von Ausbauten (z. B. Fassadenverkleidung) und bei Gebäuden vom Heizung- und Klimasystem und dem Wärmedämmsystem ab.



Legende

A Schwerpunkt des Querschnitts

Bild 6.1 — Diagramm zur Darstellung der Anteile eines Temperaturprofils

(2) Wenn Materialien mit unterschiedlichen linearen Ausdehnungskoeffizienten im Verbund verwendet werden, sollte ihr anteiliges thermisches Verhalten berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Die thermischen Dehnungen und alle thermischen Spannungen, die sich aus Begrenzungen oder damit verbundenen Bewegungen ergeben, hängen von der Geometrie und den Randbedingungen des betrachteten Bauteils sowie von den physikalischen Eigenschaften des verwendeten Materials ab.

(3) Um die Temperatureinwirkungen zu ermitteln, sollte der entsprechende lineare Ausdehnungskoeffizient des Materials verwendet werden.

(4) Die Werte für den linearen Ausdehnungskoeffizienten sollten, sofern verfügbar, den entsprechenden materialspezifischen Eurocode-Teilen entnommen werden.

(5) Wenn keine werkstoffspezifischen Eurocode-Teile verfügbar sind, können die Werte für den linearen Ausdehnungskoeffizienten von der zuständigen Behörde festgelegt werden, oder, wenn nicht festgelegt, dürfen sie für das entsprechende Projekt von den beteiligten Parteien unter Verwendung zuverlässiger veröffentlichter Daten vereinbart oder durch Prüfungen oder detailliertere Studien nachgewiesen werden.

7 Temperatureinwirkungen auf Gebäude

7.1 Allgemeines

(1) Temperatureinwirkungen auf Gebäude infolge umweltbedingter und betriebsbedingter Temperaturen müssen bei der Bemessung des Gebäudes berücksichtigt werden, wenn die Gefahr besteht, dass der Grenzzustand der Tragfähigkeit oder der Gebrauchstauglichkeit durch thermische Bewegungen und/oder Spannungen infolge von Zwängungen überschritten wird.

ANMERKUNG Volumenveränderungen und/oder Spannungen infolge Temperaturveränderungen können z. B. auch beeinflusst werden durch:

- a) die Abschattung durch benachbarte Gebäude, Auswirkungen der Ausrichtung (z. B. NO-SW, NW-SE);
- b) das Verwenden von verschiedenen Materialien mit unterschiedlichen Temperatúrausdehnungskoeffizienten und Wärmeleiteigenschaften;
- c) das Verwenden unterschiedlicher Querschnittsformen bei unterschiedlichen konstanten Temperaturen.

(2) Bei einem mehrschaligen Verkleidungssystem sollte die relative Bewegung der angrenzenden Schichten der Umhüllung bei der Festlegung von Halterungen, Befestigungen und anderen Komponenten des Systems berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Bei der Verwendung von mehrschichtigen Elementen als Wand- oder Dachverkleidung kann der Temperaturunterschied zwischen dem inneren und dem äußeren Metallblech wesentlich sein und zu Biegeeffekten in den Elementen führen. Weitere Informationen sind in EN 14509 angegeben.

7.2 Bestimmung der Temperatur

(1) Die Temperatureinwirkungen auf Gebäude aufgrund von Umweltveränderungen sind unter Berücksichtigung der Veränderung von Außenlufttemperatur und Sonneneinstrahlung zu ermitteln. Betriebsbedingte Beanspruchungen (z. B. Heizung, technische oder industrielle Prozesse) sind gegebenenfalls ebenfalls zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Auch der Standort des Gebäudes und die baulichen Einzelheiten können sich auf die Bestimmung der Temperatureinwirkungen auswirken.

(2) Klimatische und betriebsbedingte Temperatureinwirkungen auf ein tragendes Bauteil sind unter Verwendung der folgenden grundlegenden Temperaturanteile festzulegen:

- a) Ein konstanter Temperaturanteil ΔT_N wird als ein konstanter Temperaturunterschied ausgedrückt:

$$\Delta T_N = T_N - T_0 \quad (7.1)$$

Dabei ist

T_N eine konstante Temperatur über die gesamte Fläche eines tragenden Bauteils infolge klimatischer Temperaturen im Winter oder Sommer und/oder den betriebsbedingten Temperaturen;

T_0 eine Aufstelltemperatur des tragenden Bauteils zur Bestimmung seiner Zwängung, die bei der Berücksichtigung der Temperatureinwirkung bei der Bemessung von Bewegungen und/oder Zwängungswirkung zu berücksichtigen ist.

- b) Ein linear veränderlicher Temperaturanteil, angegeben durch den Temperaturunterschied ΔT_M zwischen der Außen- und Innenseite des Querschnitts, oder zwischen den Oberflächen einzelner Schichten.
- c) Ein Temperaturunterschied ΔT_p für verschiedene Bauteile innerhalb eines Tragwerks, angegeben durch die Differenz der konstanten Temperaturanteile dieser Teile.

(3) Die Anteile ΔT_N , ΔT_M , ΔT_p , T_N und T_0 sollten nach den in 7.3 dargelegten Grundsätzen unter Verwendung regionaler Temperaturdaten bezüglich der minimalen und maximalen Außenlufttemperaturen ($T_{\min}$ und $T_{\max}$) bestimmt werden.

(4) Die Werte von ΔT_M und ΔT_p sollten die besonderen Betriebsanforderungen des Tragwerks berücksichtigen und dürfen den von der zuständigen Behörde festgelegten Werten entsprechen oder, falls nicht festgelegt, den von den beteiligten Parteien für das entsprechende Projekt vereinbarten Werten.

(5) Zusätzlich zu ΔT_N , ΔT_M und ΔT_p sollten gegebenenfalls die lokalen Auswirkungen von Temperatureinwirkungen berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Lokale Auswirkungen von Temperatureinwirkungen können z. B. an Lagern oder Befestigungen von tragenden Bauteilen und Fassadenelementen von Bedeutung sein.

7.3 Bestimmung von Temperaturprofilen

(1) Die konstante Temperatur T_N in Gleichung (7.1) darf als die Durchschnittstemperatur eines tragenden Bauteils angenommen werden. Im Falle eines Verbundwerkstoffs (oder mehrschichtigen Bauteils) kann T_N als die Durchschnittstemperatur in einer einzelnen Schicht betrachtet werden.

ANMERKUNG 1 Die konstante Temperatur T_N kann über den Nationalen Anhang festgelegt werden.

ANMERKUNG 2 Ein Verfahren zur Bestimmung der Temperaturfelder innerhalb von tragenden Bauteilen mit Hilfe der Theorie der Wärmeübertragung ist in Anhang C enthalten.

ANMERKUNG 3 Wenn Bauteile mit nur einer Schicht betrachtet werden und die Umgebungsbedingungen auf beiden Seiten gleich sind, kann T_N annähernd als Durchschnitt der koexistierenden Temperaturen T_{in} und T_{out} der inneren und äußeren Umgebung bestimmt werden.

(2) Die Temperaturen der inneren Umgebung T_{in} und T_{out} sollten bestimmt werden.

ANMERKUNG 1 Die Werte für die Temperaturen T_{in} und T_{out} für Räume mit einer Normaltemperatursteuerung sind in Tabelle 7.1 angegeben (national festzulegende Parameter, NDP, en: Nationally Determined Parameters), es sei denn, der Nationale Anhang enthält andere Werte zur Anwendung in einem Land. Die Temperaturwerte in Tabelle 7.1 basieren auf Daten für Regionen zwischen den Breitengraden 45°N und 55°N.

ANMERKUNG 2 Die Temperaturen T_{out} für den Sommer hängen von den Wärmeabsorptionsvermögen und der Ausrichtung der Bauwerks- oder Bauteiloberfläche wie folgt ab:

- das Temperaturmaximum wird üblicherweise für horizontale nach Wert/Such-Wert ausgerichtete Oberflächen entwickelt,
- das Temperaturminimum (typischerweise halber Wert des Maximums) wird üblicherweise für nach Norden ausgerichtete Oberflächen entwickelt.

Tabelle 7.1 — (NDP) Temperaturhinweise für tragende Bauteile in Gebäuden

Bereich		$T_{N,max}$ (C°) (Sommer)		$T_{N,min}$ (C°) (Winter)
Temperaturen T_{in} der inneren Umgebung		$T_1 = 20$		$T_2 = 25$
Temperaturen T_{out} für Gebäude über der Erde ^a	Bauteile in Richtung Nord-Ost	strahlend helle Oberflächen	$T_{max} + 0$	T_{min}
		helle farbige Oberflächen	$T_{max} + 2$	
		dunkle Oberflächen	$T_{max} + 4$	
	Bauteile in Richtung Süd-West	strahlend helle Oberflächen	$T_{max} + 18$	
		helle farbige Oberflächen	$T_{max} + 30$	
		dunkle Oberflächen	$T_{max} + 42$	
Temperaturen T_{out} für unter der Erde liegende Gebäudeteile		6		-4
^a Bei einer dazwischenliegenden Bauteilausrichtung darf der Wert durch Interpolation der Winkelrichtung bestimmt werden.				

(3) Für Räume, für die keine Temperatursteuerung vorgesehen ist, sollte ein Bereich von Betriebstemperaturen, der eine realistische Ober- und Untergrenze der Betriebsbedingungen darstellt, berücksichtigt und mit der für das entsprechende Projekt zuständigen Behörde vereinbart werden.

ANMERKUNG Die Werte $T_1 = 35^\circ \text{C}$ (Sommer) und $T_2 = 0^\circ \text{C}$ (Winter) können angewendet werden, es sei denn, der Nationale Anhang enthält andere Werte für die Verwendung in einem Land.

(4) Für Räume mit besonderen Temperaturbedingungen (z. B. Kühlräume) sollte die Temperatur so gewählt werden, wie sie für ein bestimmtes Projekt von den betreffenden Parteien vereinbart wurde.

(5) Bei tragenden Bauteilen mit geringer thermischer Trägheit sollte die nächtliche Abkühlungstemperatur $T_{N,night}$ berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Wenn keine Daten verfügbar sind, gilt der Wert von $T_{N,night} = 8^\circ \text{C}$, es sei denn, der Nationale Anhang gibt einen anderen Wert an.

(6) Für Teile von Gebäuden, die unter dem Niveau des umgebenden Bodens liegen, dürfen andere Werte festgelegt werden.

ANMERKUNG Die Temperaturen können über den Nationalen Anhang festgelegt werden.

(7) Zusätzliche projektspezifische Werte für Teile von Gebäuden, die unterhalb des Niveaus des umgebenden Geländes liegen, dürfen von der zuständigen Behörde festgelegt oder, falls nicht festgelegt, von den betreffenden Parteien für ein bestimmtes Projekt vereinbart werden.

8 Temperatureinwirkungen auf Brücken

8.1 Brückenüberbauten

8.1.1 Typen von Brückenüberbauten

(1) Brückenüberbauten sollten in einen der folgenden Typen eingeteilt werden:

Typ 1	Stahlkonstruktion:	— Hohlkastenträger aus Stahl — Fachwerkträger oder Blechträger
Typ 2	Verbundkonstruktion	— Stahlträger und Betonplatte
Typ 3	Betonkonstruktion	— Betonplatte — Betonträger — Hohlkastenträger

ANMERKUNG 1 Die hier betrachteten „Verbundkonstruktionen“ sind solche, bei denen die Stahlbauteile unterhalb der Unterseite der Betonkonstruktion vollständig freigelegt sind.

ANMERKUNG 2 Andere Werte für den konstanten Temperaturanteil und für die veränderlichen Temperaturanteile für andere Brückenarten oder -materialien (z. B. Aluminium, Holz, Polymerverbundwerkstoffe usw.) können im Nationalen Anhang festgelegt werden.

(2) Bei Verbundbrücken mit teilweise einbetonierten Stahlquerschnitten (siehe EN 1994-2) dürfen die für Betonkonstruktionen (Typ 3) festgelegten Temperatureinwirkungen angewendet werden.

(3) Temperatureinwirkungen für Hilfsbrücken und andere Bezugszeiträume oder Überschreitenswahrscheinlichkeiten (z. B. vorübergehende Bemessungssituationen) sind nach dem Verfahren in Anhang A zu ermitteln.

8.1.2 Berücksichtigung der Temperatureinwirkungen

(1) Repräsentative Werte von Temperatureinwirkungen sollten unter Berücksichtigung des konstanten Temperaturanteils (siehe 8.1.3) und des zutreffenden veränderlichen Temperaturanteils (siehe 8.1.4) festgelegt werden.

(2) Die folgenden Auswirkungen sollten berücksichtigt werden, wo notwendig:

- Zwang infolge zugehöriger Ausdehnung oder Verkürzung aufgrund des Konstruktionstyps (z. B. Portalrahmen, Bogen, Elastomerlager),
- Reibung an Rollen- oder Gleitlagern,
- nicht lineare geometrische Einflüsse (Theorie 2. Ordnung).
- bei Eisenbahnbrücken die Einflüsse der Interaktion zwischen Gleis und Brücke aufgrund von Temperaturschwankungen im Überbau und in den Schienen, die zusätzliche horizontale Kräfte in den Schienen und Lagern verursachen können.

ANMERKUNG Für weitere Informationen siehe EN 1991-2.

8.1.3 Konstanter Temperaturanteil

8.1.3.1 Allgemeines

(1) Die minimale Außenlufttemperatur ($T_{\min}$) und die maximale Außenlufttemperatur ($T_{\max}$) am Errichtungsort sind nach 8.1.3.2 zu bestimmen.

ANMERKUNG Der konstante Temperaturanteil hängt von der minimalen und maximalen Temperatur ab, die in einer Brücke erreicht werden könnte. Dies führt zu einer Reihe von konstanten Temperaturwechseln, die in einem zwangsfreien Tragwerk Bauteillängenänderungen hervorrufen.

(2) Die minimalen und maximalen konstanten Brückentemperaturen $T_{N,\min}$ und $T_{N,\max}$ sollten für die relevanten Typen von Brückenüberbauten bestimmt werden.

ANMERKUNG Die minimalen und maximalen konstanten Brückentemperaturen $T_{N,\min}$ und $T_{N,\max}$ sind in Tabelle 8.1 (NDP) angegeben, es sei denn, der Nationale Anhang enthält andere Werte. Tabelle 8.1 (NDP) basiert auf typischen täglichen Außenlufttemperaturbereichen von 10 °C.

Tabelle 8.1 — (NDP) Maximale und minimale konstante Brückentemperaturen $T_{N,\max}$ und $T_{N,\min}$

Typen von Brückenüberbauten	$T_{N,\max}$	$T_{N,\min}$
1	$T_{\max} + 16$	$T_{\min} - 3$
2	$T_{\max} + 4$	$T_{\min} + 4$
3	$T_{\max} + 2$	$T_{\min} + 8$

(3) Für Fachwerke aus Stahl und Blechträger dürfen die maximalen Werte für Typ 1 um 3 °C reduziert werden.

8.1.3.2 Außenlufttemperatur

(1) Charakteristische Werte für die minimale und maximale Außenlufttemperatur sind für die geographische Lage des Bauwerks zu ermitteln.

ANMERKUNG Informationen über minimale und maximale Außenlufttemperaturen (z. B. Isothermenkarten oder tabellarische Werte) können dem Nationalen Anhang entnommen werden.

(2) Wo die jährliche Überschreitenswahrscheinlichkeit von 0,02 ungeeignet erscheint, sollte die minimale und maximale Außenlufttemperatur in Übereinstimmung mit Anhang A angepasst werden.

(3) Es dürfen alternative Verfahren zur Bestimmung der minimalen und maximalen Außenlufttemperaturen (z. B. standortspezifische Analyse oder Verwendung lokaler meteorologischer Daten) von der zuständigen Behörde festgelegt werden oder, sofern nicht festgelegt, von den beteiligten Parteien für ein bestimmtes Projekt vereinbart werden, um den lokalen Bedingungen zu entsprechen.

ANMERKUNG Beispiele lokaler Bedingungen sind Gegenden, bei denen die minimalen Werte von den angegebenen Werten abweichen, wie z. B. Kaltluftseen und geschützte niedrig liegende Gebiete, wo das Minimum wesentlich kleiner sein kann, oder in großen Ballungsgebieten und Küstengebieten, wo das Minimum höher sein kann, als in den maßgebenden Karten angegeben.

(4) Die charakteristischen Werte der Außenlufttemperatur sollten in regelmäßigen Abständen statistisch neu bewertet werden, um die möglichen Auswirkungen des Klimawandels zu berücksichtigen.

(5) Die Auswirkungen des Klimawandels dürfen mit Hilfe des Änderungsfaktors ΔT_{cc} in Form von Differenzen berücksichtigt werden, die sich aus der Analyse zukünftiger Klimaprojektionen ergeben. Unter Berücksichtigung der aktuellen charakteristischen Werte der Außenlufttemperaturen $T_{\max,k}/T_{\min,k}$

basierend auf früheren Beobachtungen, können die aktualisierten Werte $T'_{\text{Max},k}/T'_{\text{Max},k'}$, die die Auswirkungen des Klimawandels abdecken, wie folgt erhalten werden

$$T'_{\text{Max},k} = T_{\text{Max},k} + \max(\Delta T_{\text{Max},cc}) \quad (8.1)$$

$$T'_{\text{Min},k} = T_{\text{Min},k} + \min(\Delta T_{\text{Min},cc}) \quad (8.2)$$

ANMERKUNG Der Rahmen für die Neubewertung der charakteristischen Werte der Außenlufttemperatur sowie die Änderungsfaktoren, die die Auswirkungen des Klimawandels widerspiegeln, können im Nationalen Anhang festgelegt werden.

8.1.3.3 Konstanter Temperaturanteil bei Brücken

(1) Die Werte der minimalen ($\Delta T_{N,\text{min}}$) und maximalen ($\Delta T_{N,\text{max}}$) konstanten Temperaturanteile bei Brücken zur Bestimmung von Bewegungen und Zwangskräften sind in Abhängigkeit von der minimalen (T_{min}) und maximalen (T_{max}) Außenlufttemperatur zu bestimmen, siehe 8.1.3.1 (3).

(2) Die Aufstelltemperatur der Brücke T_0 sollte als die Temperatur eines tragenden Bauteils angenommen werden, bei der die Zwängung eintritt (Fertigstellung).

ANMERKUNG Liegen keine standortspezifischen Daten vor, kann der Wert der Aufstelltemperatur der Brücke T_0 durch den Mittelwert der minimalen/maximalen Außenlufttemperatur (T_{min} und T_{max}) angegeben werden, es sei denn, der Nationale Anhang gibt einen anderen Wert an.

(3) Die Auswirkungen der Verkürzung im Bereich von $T_{0,\text{sup}}$ bis zu $T_{N,\text{min}}$ und der Ausdehnung im Bereich von $T_{0,\text{inf}}$ bis zu $T_{N,\text{max}}$ sollten berücksichtigt werden. Als obere und untere Grenzwerte für die Aufstelltemperatur der Brücke ($T_{0,\text{sup}}$ und $T_{0,\text{inf}}$) sollten die folgenden Werte verwendet werden:

$$T_{0,\text{sup}} = T_0 + \Delta T_0 \quad (8.3)$$

$$T_{0,\text{inf}} = T_0 - \Delta T_0 \quad (8.4)$$

ΔT_0 ist die Änderung der Aufstelltemperatur der Brücke.

ANMERKUNG Der Wert von ΔT_0 kann über den Nationalen Anhang festgelegt werden.

(4) Alternativ dürfen die oberen und unteren Grenzwerte für die Aufstelltemperatur der Brücke ($T_{0,\text{sup}}$ und $T_{0,\text{inf}}$) von der zuständigen Behörde festgelegt oder, sofern nicht festgelegt, für ein bestimmtes Projekt von den beteiligten Parteien vereinbart werden.

(5) Der charakteristische Wert der maximalen negativen Änderung des konstanten Temperaturanteils bei Brücken, $\Delta T_{N,\text{con}}$ (siehe Bild 8.1), sollte berücksichtigt werden als:

$$\Delta T_{N,\text{con}} = T_{0,\text{sup}} - T_{N,\text{min}} \quad (8.5)$$

und der charakteristische Wert der maximalen positiven Änderung des konstanten Temperaturanteils bei Brücken, $\Delta T_{N,\text{exp}}$ (siehe Bild 8.1), sollte berücksichtigt werden als:

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{N,\text{max}} - T_{0,\text{inf}} \quad (8.6)$$

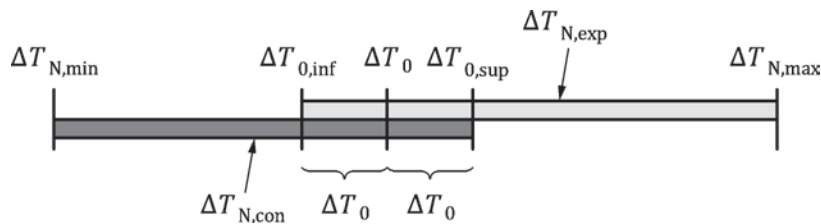


Bild 8.1 — Charakteristischer Wert der maximalen negativen Änderung ($\Delta T_{N,con}$) und der maximalen positiven Änderung ($\Delta T_{N,exp}$) des konstanten Temperaturanteils bei Brücken

ANMERKUNG Die maximale positive Änderung und die maximale negative Änderung des konstanten Temperaturanteils der Brücke können durch den Nationalen Anhang festgelegt werden.

8.1.4 Veränderliche Temperaturanteile

8.1.4.1 Allgemeines

(1) Die Temperatureinwirkungen, die sich aus vertikalen Temperaturunterschieden über die Tiefe eines Brückenüberbaus ergeben, sind zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Während einer vorgegebenen Zeitspanne verursacht die Erwärmung und Abkühlung des oberen Beitrags des Brückenüberbaus eine maximale Temperaturveränderung infolge Erwärmung (Oberseite wärmer) und eine maximale Temperaturveränderung infolge Abkühlung (Unterseite wärmer).

(2) Im Falle einer ausgeglichenen Kragarmkonstruktion sollte der Einfluss des Temperaturgradienten auf die freie Drehung der Kragarmenden zum Zeitpunkt der Bildung der Verschlussfuge zwischen benachbarten Abschnitten berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Werte für den anfänglichen Temperaturunterschied können durch den Nationalen Anhang festgelegt werden.

(3) Der vertikale Temperaturunterschied sollte im Allgemeinen einen nicht-linear veränderlichen Anteil enthalten. Entweder sollte das Verfahren 1 (siehe 8.1.4.2) oder das Verfahren 2 (siehe 8.1.4.3) angewendet werden.

ANMERKUNG Das anzuwendende Verfahren kann im Nationalen Anhang festgelegt werden.

(4) Wo ein horizontaler Temperaturunterschied zu berücksichtigen ist, darf ein linear veränderlicher Temperaturanteil angenommen werden, wenn keine anderen Informationen vorliegen (siehe 8.1.4.4).

8.1.4.2 Vertikale linear veränderliche Anteile (Verfahren 1)

(1) Die Beanspruchungen aus vertikalen Temperaturunterschieden sollten berücksichtigt werden, indem ein konstanter linearer Temperaturanteil mit $\Delta T_{M,heat}$ und $\Delta T_{M,cool}$ benutzt wird. Die Werte $\Delta T_{M,heat}$ und $\Delta T_{M,cool}$ sollten zwischen der Ober- und Unterseite des Brückenüberbaus angewendet werden.

(2) Der vertikale lineare Temperaturanteil sollte unter Berücksichtigung der verschiedenen Typen des Brückenüberbaus und der Oberbelagsdicken festgelegt werden.

ANMERKUNG 1 Für 50 mm Oberbelagsdicke sind die Werte für $\Delta T_{M,heat}$ und $\Delta T_{M,cool}$ in Tabelle 8.2 (NDP) angegeben, es sei denn, der Nationale Anhang enthält andere Werte.

ANMERKUNG 2 Bei anderen Oberbelagsdicken wird ein Faktor k_{sur} angewendet. Die Werte des Faktors k_{sur} sind in Tabelle 8.3 (NDP) angegeben, es sei denn, der Nationale Anhang enthält andere Werte.

Tabelle 8.2 — (NDP) Werte von linear veränderlichen Temperaturanteilen für unterschiedliche Überbautypen von Straßen-, Fußgänger- und Eisenbahnbrücken

Überbautyp	Oben wärmer als unten $\Delta T_{M,heat}$ °C	Unterseite wärmer als Oberseite $\Delta T_{M,cool}$ °C
Typ 1: Stahlkonstruktion	18	13
Typ 2: Verbundkonstruktion	15	18
Typ 3: Betonkonstruktion:		
Hohlkastenträger	10	5
Betonträger	15	8
Betonplatte	15	8
ANMERKUNG Für repräsentative Beispiele der Brückengeometrie könnten die in der Tabelle angegebenen Werte als obere Grenzwerte für den linear veränderlichen Temperaturanteil berücksichtigt werden.		

Tabelle 8.3 — (NDP) Werte von k_{sur} zur Berücksichtigung unterschiedlicher Oberbelagsdicken

Straßen-, Fußgänger- und Eisenbahnbrücken						
Dicke des Oberbelags mm	Typ 1		Typ 2		Typ 3	
	Oben wärmer als unten k_{sur}	Unten wärmer als oben k_{sur}	Oben wärmer als unten k_{sur}	Unten wärmer als oben k_{sur}	Oben wärmer als unten k_{sur}	Unten wärmer als oben k_{sur}
0	0,7	0,9	0,9	1,0	0,8	1,1
wasser- geschützt ^a	1,6	0,6	1,1	0,9	1,5	1,0
50	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
100	0,7	1,2	1,0	1,0	0,7	1,0
150	0,7	1,2	1,0	1,0	0,5	1,0
Schotter	0,6	1,4	0,8	1,2	0,6	1,0
^a Diese Werte könnten als oberer Grenzwert für dunkle Farben berücksichtigt werden.						

8.1.4.3 Vertikale Temperaturanteile mit nicht linearen Einflüssen (Verfahren 2)

(1) Die Beanspruchungen durch vertikale Temperaturunterschiede sollten einen nicht linearen veränderlichen Temperaturanteil einschließen.

(2) Die vertikalen Temperaturunterschiede sollten unter Berücksichtigung der verschiedenen Typen des Brückenüberbaus und der Oberbelagsdicken festgelegt werden.

ANMERKUNG 1 Die Werte der vertikalen Temperaturunterschiede für Brückenüberbauten sind in Tabelle 8.4 (NDP) bis Tabelle 8.7 (NDP) für 40 mm Oberbelagsdicke bei Überbautyp 1 und 100 mm bei Überbautyp 2 und 3 angegeben, es sei denn, der Nationale Anhang enthält andere Werte. Die Temperaturprofile sind in Bild 8.2 bis Bild 8.4 dargestellt.

ANMERKUNG 2 In Tabelle 8.4 bis Tabelle 8.6 bezieht sich die „Erwärmung“ auf solche Bedingungen, in denen die Sonneneinstrahlung und andere Effekte, die durch den Oberbelag des Brückenüberbaus übertragene Wärme vergrößern. Umgekehrt bezieht sich die „Abkühlung“ auf Bedingungen, in denen die Wärme über den Oberbelag des Brückenüberbaus als Ergebnis von Rückstrahlung und anderen Einflüssen verloren geht.

ANMERKUNG 3 In Tabelle 8.5 kann für Brücken aus Verbundwerkstoffen das vereinfachte Verfahren angewendet werden, das eine obere Grenze für die Temperatureinwirkungen angibt. Die Werte für ΔT in diesem Verfahren sind Orientierungswerte und können verwendet werden, es sei denn, der Nationale Anhang enthält andere Werte.

(3) Für andere Oberbelagsdicken ist Anhang B zu verwenden.

Tabelle 8.4 — (NDP) Werte der Temperaturunterschiede ΔT_i für eine Stahlkonstruktion unter Berücksichtigung der Tiefe h

Typ 1a – Stahl- konstruktion auf Hohlkastenträgern aus Stahl	(a) Erwärmung		(b) Abkühlung	
	Tiefe h_i	Temperaturunterschiede ΔT_i	Tiefe h_i	Temperaturunterschiede ΔT_1
		$\Delta T_1 = 24\text{ °C}$		$\Delta T_1 = -6\text{ °C}$
	$h_1 = 0,1\text{ m}$	$\Delta T_2 = 14\text{ °C}$	$h_1 = 0,5\text{ m}$	
	$h_2 = 0,2\text{ m}$	$\Delta T_3 = 8\text{ °C}$		
	$h_3 = 0,3\text{ m}$	$\Delta T_4 = 4\text{ °C}$		
1b – Stahl- konstruktion auf Fachwerkträger oder Blechträger	$h_1 = 0,5\text{ m}$	$\Delta T_1 = 21\text{ °C}$	$h_1 = 0,1\text{ m}$	$\Delta T_1 = -5\text{ °C}$