

DIN EN 13031-2

ICS 65.040.30

Entwurf

Einsprüche bis 2023-12-06
Vorgesehen als Ersatz für
DIN SPEC 18072:2014-03

**Gewächshäuser –
Bemessung und Konstruktion –
Teil 2: Verkaufsgewächshäuser;
Deutsche und Englische Fassung prEN 13031-2:2023**

Greenhouses –
Design and construction –
Part 2: Greenhouses in garden centres open to the public;
German and English version prEN 13031-2:2023

Serres –
Calcul et construction –
Partie 2: Serres dans les jardineries ouvertes au public;
Version allemande et anglaise prEN 13031-2:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-10-06 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 51 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13031-2:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 284 „Gewächshäuser“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN (Niederlande) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-08-25 AA „Gewächshausbau (SpA zu CEN/TC 284)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

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

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

Änderungen

Gegenüber DIN SPEC 18072:2014-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Inhalt wurde in eine europäische Norm übernommen,
- b) der Inhalt wurde vollständig überarbeitet.

Gewächshäuser – Bemessung und Konstruktion – Teil 2: Verkaufsgewächshäuser

Greenhouses – Design and construction – Part 2: Greenhouses in garden centres open to the public

Serres – Calcul et construction – Partie 2: Serres dans les jardineries ouvertes au public

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	7
5 Schneeeinwirkungen	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Anforderungen an beheizte Gewächshäuser mit kontrollierten Schneelasten	10
5.3 Spezieller Wärmedurchgangskoeffizient (U_0 -Wert nach ISO 4355:2013, Anhang D)	11
5.4 Empfehlungen für die Schneelastverteilung	13
Anhang A (informativ) Temperaturbeiwerte $C_{t,0}$ nach ISO 4355:2013, Anhang D	14
Anhang B (informativ) Kontrollierte Schneelasten nach ISO 4355:2013, ...	18
B.1 Allgemeine Empfehlungen	18
B.2 Anwendung bei einzelnen kurzen Schneefällen im Mittelmeerraum	20
Literaturhinweise	22

Bilder

Bild A.1 — Grundwert des Temperaturbeiwerts $C_{t,0}$ (für $f(\alpha) = 1$), abhängig von s_k für verschiedene Wärmeübergangskoeffizienten U_0 und Einschränkungen	17
---	----

Tabellen

Tabelle 1 — Spezieller Wärmedurchgangskoeffizient U_0 für Gewächshauseindeckungen	12
Tabelle A.1 — Empfohlene Mindestschneelasten auf dem Dach	15
Tabelle B.1 — Empfohlene Werte für den grundlegenden Temperaturbeiwert $C_{t,0}$	21

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13031-2:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 284 „Gewächshäuser“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Teil 2 (EN 13031-2) bezieht sich auf öffentlich zugängliche Verkaufsgewächshäuser für die Ausstellung, die Präsentation und/oder den Verkauf von Pflanzen.

Diese Europäische Norm erkennt die Verantwortlichkeit aller Eurocode-Mitgliedstaaten an und wahrt deren Recht, sicherheitsbezogene Werte auf nationaler Ebene in Nationalen Anhängen festzulegen.

Einleitung

Dieses Dokument befasst sich insbesondere mit öffentlich zugänglichen Verkaufsgewächshäusern für die Ausstellung, die Präsentation und/oder den Verkauf von Pflanzen, wie z. B. Gewächshäuser in Gartenzentren oder Ausstellungen in botanischen Gärten. Teil 1 dieses Dokuments bezieht sich auf Produktionsgewächshäuser für die Nutzung in der kommerziellen Pflanzenproduktion, bei denen der Zugang auf autorisierte Personen beschränkt ist.

Entwurf und Tragwerksplanung von öffentlich zugänglichen Verkaufsgewächshäusern erfolgen unter Verwendung von EN 1990 und den relevanten Teilen von EN 1991 bis EN 1999 (Eurocode 1 bis 9) sowie weiteren Teilen, die möglicherweise folgen (z. B. für Glas), bezüglich allgemeiner Grundlagen und Grundanforderungen an Einwirkungen, Tragwerkswiderstand und Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Dauerhaftigkeit und Robustheit. Für jeden der Teile werden Nationale Anwendungsdokumente (NAD) berücksichtigt.

Dieses Dokument enthält zusätzliche nicht widersprechende Regeln und ergänzende Informationen zu Schneeeinwirkungen auf die transparenten Eindeckungen von Gewächshäusern, bei denen spezielle Verfahren eingesetzt werden, um den Schnee zu entfernen und die Lichtdurchlässigkeit zu optimieren, da andernfalls das Klima für ein erfolgreiches Pflanzenwachstum nicht gegeben wäre.

Die Schneelast auf dem Dach kann durch die Entfernung von Schnee kontrolliert werden, zum Beispiel durch Abtauen des Schnees mithilfe eines Systems zur kontrollierten Beheizung. Die kontrollierte Schneelast ist die Differenz zwischen der erwarteten anfänglichen Schneelast zu Beginn eines starken Schneefalls und der Schneelast, die durch eine Vorrichtung entfernt wird, deren Leistungsfähigkeit selbst bei starkem Schneefall sichergestellt ist, siehe ISO 4355. Anhand dieses Dokuments können die Werte für kontrollierte Schneelasten unter Berücksichtigung des Temperaturbeiwerts für Dacheindeckungen mit hohem Wärmedurchgangskoeffizienten berechnet werden.

EN 1991-1-4 enthält konservative Werte für Druckbeiwerte für Windlasten auf Gewächshäuser mit mehrschiffigen Dächern. Ergänzend zu den Berechnungen nach EN 1991-1-4 dürfen Windkanalprüfungen und bewährte und/oder ordnungsgemäß validierte numerische Verfahren eingesetzt werden, um Informationen zu Lasten und Reaktionen zu erhalten.

Dieses Dokument kann entweder auf das Gewächshaus oder nur auf die transparente Eindeckung angewendet werden.

Solange kein Eurocode-Teil für Tragwerke aus Glas verfügbar ist, wird empfohlen, die Verglasung und relevanten Bemessungsvorschriften im Nationalen Anhang zu diesem Teil der Norm festzulegen. Für Flachglasscheiben mit einer Nenndicke von mindestens 4 mm, die mit einer gleichmäßig verteilten Belastung rechtwinklig zu ihrer Oberfläche belastet und entlang ihrer Kanten einfach gelagert sind, kann EN 13031-1 verwendet werden.

Nationale Entscheidungen werden in EN 13031-2 durch die folgenden Abschnitte ermöglicht:

- Einleitungshinweis: für die Verglasung und das Bemessungsverfahren für die Tragsicherheit von Glasscheiben (solange kein Eurocode zu Glas oder keine anderen Vorschriften (NAD) verfügbar sind);
- 5.1 (2) für die Schätzung von Temperaturbeiwerten $C_t < 1$;
- 5.2 (3) für Mindestlufttemperatur unter dem Dach für kontrollierte Beheizung;
- 5.2 (5) für Sicherheitsmaßnahmen für kontrollierte Beheizung;
- 5.4 (2) für angemessene Schneelastverteilungen für abrutschenden Schnee auf rutschigen Oberflächen.

Eine nationale Entscheidung wird in EN 13031-2 bezüglich der Anwendung informativer Anhänge ermöglicht:

- Anhang A für die Mindestschneelast auf dem Dach und die Berechnung von C_t anhand der Gleichungen und entsprechenden Einschränkungen;
- Anhang B für die Schätzung von $C_{t,0}$ oder C_t anhand von Wärmefluss, Schmelzraten und Schneefallraten.

Wird keine nationale Entscheidung angeführt, kann die in diesem Dokument angegebene Standardentscheidung verwendet werden. Der Nationale Anhang kann – direkt oder durch Verweisung – weitere nicht widersprechende ergänzende Informationen unter Verwendung der Verben „muss“, „sollte“, „darf“ und „kann“ enthalten, wie sie im Eurocode verwendet werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Grundlagen und Anforderungen für die Schätzung kontrollierter Schneelasten auf die transparente Eindeckung von Verkaufsgewächshäusern fest.

Fragen der Feuerwiderstandsdauer werden in diesem Dokument nicht behandelt.

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).

ISO 4355, *Bases for design of structures — Determination of snow loads on roofs*

EN 673, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Berechnungsverfahren*

EN 674, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Verfahren mit dem Plattengerät*

EN 675, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Wärmestrommesser-Verfahren*

EN ISO 6946, *Bauteile — Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren (ISO 6946)*

EN ISO 10077-1, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen — Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten — Teil 1: Allgemeines (ISO 10077-1)*

EN ISO 10077-2, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen — Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten — Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen (ISO 10077-2)*

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

EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1990, EN 1991 und die folgenden Begriffe.

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

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

Gewächshaus

Gebäudekonstruktion, die für die Durchlässigkeit für Sonnenstrahlung optimiert ist und die für Pflanzen verwendet wird, die kontrollierte klimatische Bedingungen erfordern

3.2

Verkaufsgewächshaus

Gewächshaus (3.1) zur kommerziellen Pflanzenpräsentation und/oder zum Verkauf von Pflanzen, wie Gartenzentren oder Ausstellungen in botanischen Gärten, in denen Personen Zugang zu bestimmten Bereichen (Verkehrsflächen) haben können

3.3

Produktionsgewächshaus

Gewächshaus (3.1) zur kommerziellen Pflanzenproduktion und/oder zum Schutz von Pflanzen, zu dem der Zugang zeitlich begrenzt und auf wenige befugte Personen beschränkt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Andere Personen müssen von befugtem Personal begleitet werden.

3.4

transparente Eindeckung

Eindeckung, die für das Pflanzenwachstum erforderliche Sonnenstrahlung durchlässig ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Durch transparente Eindeckung werden Schneeanhäufungen sichtbar (eingeschränkte Sonneneinstrahlung); es können Sofortmaßnahmen zum Entfernen des Schnees ergriffen werden.

3.5

kontrollierte Schneelast

Differenz zwischen der erwarteten anfänglichen Schneelast bei starkem Schneefall und der Schneelast, die durch eine Vorrichtung entfernt wird, deren Leistungsfähigkeit selbst bei starkem Schneefall sichergestellt ist

3.6

kontrollierte Beheizung

Beheizung durch Vorrichtungen, die dafür vorgesehen und dazu in der Lage sind, eine bestimmte Menge Schnee abzutauen und/oder zu entfernen, um die Schneelast auf dem Dach so schnell wie gefordert zu begrenzen

Anmerkung 1 zum Begriff: Anforderungen an die Beheizung und Sicherheit (Reserve) von Gewächshäusern sind in 5.2 angegeben und können abhängig von örtlichem Schneeklima, Erfahrung und aktuellem Stand der Technik der technischen Ausstattung im Nationalen Anhang weiter spezifiziert werden.

4 Symbole und Abkürzungen

Abkürzungen:

NAD	Nationale Anwendungsdokumente, z. B. Nationaler Anhang zum Eurocode, auch Nationaler Code, Nationale Norm oder Nationale Regelung durch eine Behörde (en: national application document)
SWE	Schneewasseräquivalent (en: snow water equivalent)

Symbole:

ANMERKUNG Die folgenden Symbole in diesem Dokument basieren auf EN 1990 und EN 1991.

Lateinische Großbuchstaben:

C_e	Umgebungsbeiwert
$C_{e,c}$	spezieller Umgebungsbeiwert für kontrollierte Schneelasten
C_t	Temperaturbeiwert
$C_{t,0}$	Grundwert des Temperaturbeiwerts (ohne Einfluss des Dachneigungswinkels, $f(\alpha)$)

L_f	Schmelzenthalpie (bei Eis, Schnee) in kJ/kg bei Schmelztemperatur $\theta_{s,m} = 0,01\text{ °C}$
$L_{f,c}$	korrigierte Schmelzenthalpie in kJ/kg, einschließlich der Erwärmung von Schnee
Q_o	Energieflussdichte (Rate) in W/m^2 vom warmen Dach nach unten zur Schmelzeschicht
$Q_{s,e}$	Energieflussdichte (Rate) in W/m^2 von der Außenluft über den Schnee zur Schmelzeschicht
R_T	Wärmedurchlasswiderstand einer Komponente in $\text{m}^2\text{K/W}$
R_{si}	interner Wärmeübergangswiderstand (Oberfläche zu Innenluft) in $\text{m}^2\text{K/W}$
$R_{si,sw}$	interner Wärmeübergangswiderstand für Wärmestrom seitwärts in $\text{m}^2\text{K/W}$
$R_{si,up}$	interner Wärmeübergangswiderstand für Wärmestrom aufwärts in $\text{m}^2\text{K/W}$
R_{se}	externer Wärmeübergangswiderstand (Oberfläche zu Außenluft) in $\text{m}^2\text{K/W}$
$R_{\lambda,j}$	Wärmedurchlasswiderstand der Werkstoffschicht j in $\text{m}^2\text{K/W}$
R_f	Wärmedurchlasswiderstand des Rahmens, z. B. Sprossen und Rinne, in $\text{m}^2\text{K/W}$
$R_{g,k}$	Wärmedurchlasswiderstand des Gaszwischenraums k in $\text{m}^2\text{K/W}$
$R_{ts,m}$	Wärmedurchlasswiderstand der (Energie-)Schirme m in $\text{m}^2\text{K/W}$
U	Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
U_o	spezieller Wärmedurchgangskoeffizient in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ unter Abtaubedingungen für den Wärmefluss von der Innenluft zur externen Dachfläche und unter Ausschluss des Wärmeübergangs nach außen an die Luft
$U_{s,e}$	spezieller Wärmedurchgangskoeffizient in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ unter Abtaubedingungen durch die Schneeschicht auf dem Dach in die Außenluft

Lateinische Kleinbuchstaben:

c_{pi}	spezifische Wärmekapazität von Schnee in $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
d_s	Dicke der Schneeschicht
$f(a)$	Dachneigungsfunktion für den Temperaturbeiwert C_t
$f(\theta_i)$	Einfluss der Beheizung (Innenlufttemperatur) auf den Temperaturbeiwert C_t
$f(U_o)$	Einfluss des Wärmedurchgangskoeffizienten der Eindeckung auf den Temperaturbeiwert C_t
$f(s_k)$	Einfluss der Schneefallrate (bezogen auf die Schneelast) auf den Temperaturbeiwert C_t
$h_{s,k}$	Wärmeübergangskoeffizient des Gaszwischenraums k
$h_{c,i}$	Wärmeübergangskoeffizient für Konvektion
$m_r(\Delta t_i)$	Schmelzrate in kg/m^2 innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls Δt_i
s_k	charakteristische Schneelast auf dem Boden in kN/m^2

s_c	kontrollierte Schneelast in kN/m^2
$s_{c,k}$	charakteristischer Wert der kontrollierten Schneelast in kN/m^2
$s_r(\Delta t_i)$	Schneefallrate in kg/m^2 innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls Δt_i
$\min s_{1,t}$	Mindestschneelast auf dem Dach in kN/m^2 (Schwellwert für Modelle)
v_m	mittlere Windgeschwindigkeit (über 10 min) in m/s

Griechische Großbuchstaben:

Σ	Summe
Δ	Differenz
Δt_i	Zeitintervall in Stunden oder Tagen
ΔT_i	Temperaturdifferenz in K zwischen der Innenluft und der Schmelzeschicht auf der Dachfläche
ΔT_{se}	Temperaturdifferenz in K zwischen der Schmelzeschicht und der Außenluft

Griechische Kleinbuchstaben:

α	Dachneigungswinkel, von der Horizontalen aus gemessen
λ_j	Wärmeleitfähigkeit in W/(mK) für eine Werkstoffschicht j; ($\lambda_{j,\text{sup}}$ – oberer Wert; $\lambda_{j,\text{inf}}$ – unterer Wert)
$\lambda_{s,\text{eff}}$	effektive Wärmeleitfähigkeit in W/mK mit der Dicke d_s in m und der äquivalenten Neuschneedichte $\rho_{s,f}$ in kg/m^3
ε	Emissionsgrad
μ_i	Formbeiwert an der Stelle i für die Schneelastverteilungen auf dem Dach
θ_i	Innenlufttemperatur in $^{\circ}\text{C}$
$\theta_{e,\text{crit}}$	kritische Außenlufttemperatur in $^{\circ}\text{C}$, untere Grenze für das Abtauen von Schnee
$\theta_{s,m}$	Schmelztemperatur des Schnees in $^{\circ}\text{C}$; Tripelpunkt $\theta_{s,m} = 0,01^{\circ}\text{C}$
θ_e	Außenlufttemperatur in $^{\circ}\text{C}$
$\rho_{s,f}$	Neuschneedichte in kg/m^3 direkt nach dem Schneefall über der Schmelzeschicht

5 Schneeeinwirkungen

5.1 Allgemeines

(1) Charakteristischen Werte der Schneeeinwirkungen müssen nach EN 1991-1-3 und dem Nationalen Anwendungsdokument (NAD) berechnet werden.

(2) Nach EN 1991-1-3 kann für Dacheindeckungen mit hohem Wärmedurchgangskoeffizienten ($> 1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), wie z. B. Glas) ein Temperaturbeiwert C_t verwendet werden. Der exakte Grenzwert $U_o \geq 1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ beruht auf ISO 4355, Anhang D. Wenn $C_t < 1$ für Verkaufsgewächshäuser verwendet werden darf, bietet dieses Dokument eine Anleitung für die ordnungsgemäße Anwendung des Temperaturbeiwerts C_t .

ANMERKUNG Im Nationalen Anhang dürfen ein oder mehrere Werte für C_t angegeben sein, oder eins der folgenden Verfahren kann gewählt werden, um die kontrollierte Schneelast zu berechnen.

(3) Nach ISO 4355 gibt es zwei Verfahren zur Schätzung einer kontrollierten Schneelast:

- nach ISO 4355, Anhang D: mit einer Gleichung zur Berechnung von C_t in Abhängigkeit der kontrollierten Beheizung (Innenlufttemperatur θ_i), des Wärmedurchgangs durch das Dach (U_o) und der Schneefallrate, bezogen auf die höchste Schneelast auf dem Boden. Die Gleichung für C_t und die erforderlichen Einschränkungen für die Anwendung sind in Anhang A enthalten;
- nach ISO 4355:2013, Anhang F: direkte Schätzung einer kontrollierten Schneelast durch statistische Auswertung meteorologischer Daten mithilfe eines thermodynamischen Modells der Anhäufung und Abschmelzung von Dachschnee mit Schmelzen an der Unterseite aufgrund von Wärmedurchgang durch die Dacheindeckung. Anhang B enthält Empfehlungen.

(4) Die Wahl des Verfahrens ist möglicherweise nicht nur von der Verfügbarkeit von Messdaten, Mitteln für eine statistische Auswertung und einem geeigneten thermodynamischen Modell abhängig, sondern auch vom Winterklima (siehe Anhang A, Tabelle A.1).

5.2 Anforderungen an beheizte Gewächshäuser mit kontrollierten Schneelasten

(1) Die Beheizung kann für eine kontrollierte Dachschneelastminderung berücksichtigt werden, wenn die Eindeckung transparent ist und einen ausreichend großen Wärmedurchgang aufweist, und wenn die Innenlufttemperatur direkt unter dem Dach hoch genug ist. Die Schmelzwasserableitung sollte angemessen sein.

ANMERKUNG 1 Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass $1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ einen ausreichend großen Wärmedurchgang ermöglicht. Die Berechnung von C_t nach Anhang A ist auf Eindeckungen mit dem speziellen Wärmedurchgangskoeffizienten $U_o \geq 1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ beschränkt.

(2) Wenn die folgenden Anforderungen an kontrollierte Beheizung in Bezug auf Beheizung sowie Sicherheit erfüllt werden, kann das Gewächshaus als beheizt angesehen werden.

(3) **Anforderungen an kontrollierte Beheizung:** Die Beheizung muss während und nach dem Schneefall eine Innenlufttemperatur unter dem Dach mit einer festgelegten (minimalen) Innenlufttemperatur $\min \theta_i$ von weit über 5°C ($\min \theta_i > 5^\circ\text{C}$) aufrechterhalten, bis der Schnee entfernt ist.

ANMERKUNG 2 Minimale Innenlufttemperaturen können im Nationalen Anhang definiert sein, z. B. $\min \theta_i = 12^\circ\text{C}$ oder $\min \theta_i = 18^\circ\text{C}$ oder wie projektspezifisch zwischen den relevanten Parteien wie Kunden, Bauausführenden und Konstrukteuren in Abhängigkeit der Toleranz der Pflanzen, des Schneeklimas, der technischen Ausstattung und praktischen Erfahrungen vereinbart.

(4) Während des Abtauens von Schnee sollten Lüftungen geschlossen und (Energie-)Schirme geöffnet werden, um den Wärmefluss zu maximieren. Alternative muss der U -Wert der Eindeckung korrigiert werden, siehe 5.3 (2).

ANMERKUNG 3 Wenn die Beheizungssysteme oberhalb der Energieschirme installiert sind, kann es gerechtfertigt sein, die Energieschirme geschlossen zu halten. Als Teil eines solchen Systems kann eine Dachrinnenheizung (Heizrohre in der Nähe der Rinne) dabei helfen, Verstopfungen der Schmelzwasserableitung zu verhindern.

(5) **Sicherheitsmaßnahmen:** Gewächshäuser dürfen nur als beheizt betrachtet werden, wenn ein automatisches Reservesystem vorhanden ist, das in der Lage ist, die Beheizung zu übernehmen, bevor die Temperatur unter 5°C abfällt. Unter Umständen müssen auch ein Warnsystem und eine Notstromversorgung vorhanden sein.

ANMERKUNG 4 Sicherheitsmaßnahmen für das Beheizungssystem können im Nationalen Anhang festgelegt sein.

5.3 Spezieller Wärmedurchgangskoeffizient (U_0 -Wert nach ISO 4355:2013, Anhang D)

(1) Für die Wahl und Berechnung des Temperaturbeiwerts C_t ist ein spezieller Wärmedurchgangskoeffizient U_0 der Gewächshausdacheindeckung erforderlich. U_0 beinhaltet den Wärmeübergang von der Innenluft zur inneren Oberfläche der Eindeckung und den Wärmedurchgang durch die Eindeckung zur Unterseite der Schneeschicht und schließt aufgrund der Schneeschmelze die Wärmeübertragung nach außen aus.

(2) Der U_0 -Wert kann aus dem U-Wert der Dacheindeckung berechnet werden. Wenn (Energie-)Schirme nicht zurückgezogen werden und das Abtauen nicht über die Dachrinnenheizung erfolgt, muss der U-Wert für die Summe der äquivalenten Wärmedurchlasswiderstände der Schirme einschließlich Luftzwischenraum $\sum R_{ts,m}$ korrigiert werden.

$$U_0 = \frac{1}{\frac{1}{U} - R_{se} + \sum R_{ts,m}}$$

Dabei werden die folgenden Parameter nach ISO 4355, EN 673 und EN ISO 6946 verwendet:

R_{se} der äußere Wärmeübergangswiderstand in m^2K/W , empfohlen als $R_{se} = 0,04 m^2K/W$;

$R_{ts,m}$ der äquivalente Wärmedurchlasswiderstand des Schirmraums m in m^2K/W ;

U der Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient der Dacheindeckung in $W/(m^2K)$.

(3) Im Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizienten der Dacheindeckung dürfen Umrandungen (z. B. Sprossen und Dachrinnen) berücksichtigt werden. Für das Abtauen von Schnee kann der Einfluss von wärmedurchlässigen Metallumrandungen vernachlässigt werden. Für einen detaillierten Ansatz kann für Metallumrandungen ohne Wärmetrennung $R_f = 0$ angenommen werden, siehe EN ISO 10077-1.

$$U = U_w = \frac{\sum A_g + \sum A_f U_f}{\sum A} \quad \text{mit} \quad U = \frac{1}{R_T}$$

Dabei ist

R_T der Gesamt-Wärmedurchlasswiderstand der Eindeckung m^2K/W ;

U_g der Wärmedurchgangskoeffizient des transparenten Teils der Eindeckung;

U_f der Wärmedurchgangskoeffizient der Umrandung;

A, A_g, A_f die Gesamtfläche der Eindeckung, die Fläche des transparenten Teils und die Fläche der Umrandung.

(4) Der innere Wärmeübergangswiderstand R_{si} ändert sich mit der Richtung des Wärmestroms, hauptsächlich aufgrund der Konvektion. Für Gewächshausdächer darf der Wert $R_{si,sw}$ für Wärmestrom seitwärts durch den kleineren Wert $R_{si,sup}$ für Wärmestrom aufwärts ersetzt werden.

(5) Für die Berechnung des Abtauens von Schnee (im Gegensatz zum Schutz gegen Wärmeverlust) sind die unteren Grenzen des Wärmedurchgangskoeffizienten U_{inf} , oder die oberen Grenzen der Wärmedurchlasswiderstände $R_{T,sup}$, $R_{\lambda,j,sup}$ und $R_{s,k,sup}$ erforderlich.

$$R_{T,sup} = R_{si,sup} + \sum R_{\lambda,j,sup} + \sum R_{s,k,sup} + R_{se}$$

Dabei ist

$R_{si,sup}$ der interne Wärmeübergangswiderstand für Wärmestrom aufwärts in m^2K/W ;

$R_{\lambda,j, \text{sup}}$ der Wärmedurchlasswiderstand der Werkstoffschicht j in $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$: $R_j = \frac{d_j}{\lambda_j}$;

dabei ist λ_j die Wärmeleitfähigkeit in $\text{W}/(\text{mK})$, und d_j die Dicke der Schicht j in m ;

$R_{s,k, \text{sup}}$ der Wärmedurchlasswiderstand eines Gas- oder Luftzwischenraums k in $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$: $R_{s,k} = \frac{1}{h_{s,k}}$;

dabei ist $h_{s,k}$ der Wärmeübergangskoeffizient des Luft- oder Gaszwischenraums.

Bei Mehrscheibenverglasung oder Kunststoffplatten mit größeren Hohlräumen ändern sich der Wärmestrom und die Zirkulation in den Hohlräumen mit der Ausrichtung. Der Wärmedurchlasswiderstand des Gaszwischenraums $R_{s,k}$ darf entsprechend angepasst werden.

Bei Mehrschicht-Kunststoffplatten sollten die U - und U_0 -Werte vom Lieferanten bereitgestellt werden.

(6) Im Fall einer Wärmeschutzeindeckung, z.B. Mehrscheibenverglasung oder Kunststoff mit speziellen Füllungen, reflektierenden Schichten, Beschichtungen oder Oberflächenstrukturen, muss die Anforderung an den Wärmedurchgangskoeffizienten $U_0 \geq 1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ durch Berechnung oder Messung überprüft werden, siehe ISO 4355 und EN 673, EN 674, EN 675, EN ISO 6946, EN ISO 10077-1 und EN ISO 10077-2.

(7) Als vereinfachter Ansatz zur Ableitung des speziellen Wärmedurchgangskoeffizienten U_0 können die Referenz-Normbedingungen in EN ISO 6946, EN 10077-1 oder EN 673 angenommen und für den äußeren Wärmeübergangswiderstand, die vertikale Ausrichtung (Dachneigung), die oberen und unteren Grenzwerte der Widerstände und andere Einflüsse korrigiert werden. Beispiele für typische Gewächshauseindeckungen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1 — Spezieller Wärmedurchgangskoeffizient U_0 für Gewächshauseindeckungen

Gewächshausdacheindeckung, Beispiele für Eindeckungen ohne Wärmedämmschicht	U in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ für Wärmeschutz ^a		U_0 in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
	seitwärts ^b für Wände	aufwärts ^c für das Dach	für Abtauen nach ISO 4355
Mehrscheiben-Isolierglas ^d mit Verbund(sicherheits)glas und Argonfüllung: 6/16/6,76 mit 3/3/0,76	1,2	1,245	1,31
Zweischeiben-Isolierverglasung ^d mit Argonfüllung: 4/16/4	2,6	3,0	3,40
Doppellagige Kunststoffolie ($2 \times 0,2 \text{ mm}$ PE oder ETFE) ^e , luftgefüllt (50 mm)	4,0	4,5	5,46
Verbund(sicherheits)glas ^d 4/4/0,76	5,5	6,6	8,75
Einlagig: 4 mm Kalk-Natronsilicatglas ^d	5,7	6,9	9,5
Einlagig: Kunststoffolie (0,2 mm PE oder ETFE) ^e	5,8	7,1	9,92
^a Diese Werte beruhen auf Referenz-Normbedingungen nach EN 673 und EN ISO 6946: — äußerer Wärmeübergangswiderstand $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ für $\varepsilon = 0,9$; $\theta_i = 0^\circ\text{C}$; Wind $v_m = 4 \text{ m/s}$; — innerer Wärmeübergangswiderstand in Abhängigkeit vom Wärmestrom wie bei Fußnote ^b und Fußnote ^c ^b Wärmestrom seitwärts: $R_{si,sw} = 0,13 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ für $\varepsilon = 0,9$; $\theta_i = 20^\circ\text{C}$; freie Konvektion $h_{c,i} = 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ^c Wärmestrom aufwärts: $R_{si,up} = 0,1 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$, Bedingungen wie bei Fußnote ^b , aber erhöhte Konvektion $h_{c,i} = 5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ^d Wärmeleitfähigkeit von Glas: $\lambda_{inf} = 0,76 \text{ W}/(\text{mK})$ und $\lambda_{sup} = 1 \text{ W}/(\text{mK})$ ^e Wärmeleitfähigkeit von PE- oder ETFE-Kunststoffolie: $\lambda_{inf} = 0,24 \text{ W}/(\text{mK})$ und $\lambda_{sup} = 0,52 \text{ W}/(\text{mK})$			

5.4 Empfehlungen für die Schneelastverteilung

(1) Die Verteilung von Schneelasten sollte nach EN 1991-1-3 und dem Nationalen Anwendungsdokument (NAD) berechnet werden.

(2) Bei beheizten Gewächshäusern ist die Wahrscheinlichkeit jedoch sehr hoch, dass Schnee von geneigten Gewächshausdachflächen abrutscht. Bei kontrollierter Beheizung rutscht der Schnee in geringen Mengen ab, da er sich anhäuft. Innenliegende Rinnen und andere Strukturen, wie tieferliegende Dächer, die das Abrutschen von Schnee einschränken könnten, sollten möglichst für die sich ergebenden Schneeanhäufungen einschließlich Schmelzwasser und darauffolgendes Einfrieren ausgelegt werden.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang könnte weitere Anleitungen enthalten.

Anhang A (informativ)

Temperaturbeiwerte C_t nach ISO 4355:2013, Anhang D

Für beheizte Gewächshäuser, die für das kontrollierte Abtauen von Dachschnee ausgestattet sind, kann die Gleichung für den Temperaturbeiwert C_t nach ISO 4355:2013, Anhang D, ergänzt durch die Dachneigungsfunktion $f(\alpha)$, verwendet werden:

$$C_t = C_{t,0} \cdot f(\alpha)$$

$$C_{t,0} = 1 - f(s_k) f(\theta_i) f(U_0)$$

$$C_t = \left\{ 1 - 0,054 \left[\frac{s_k}{3,5} \right]^{\frac{1}{4}} (\theta_i - 5) \left[\sin \left((0,4 U_0 - 0,1) \frac{180^\circ}{\pi} \right) \right]^{\frac{3}{4}} \right\} \cos(\alpha)$$

mit folgenden Haupteinflüssen:

- $f(s_k) = 0,054 \left[\frac{s_k}{3,5} \right]^{\frac{1}{4}}$ Schneelast (Korrelation zur Schneefallrate);
- $f(\theta_i) = \theta_i - 5^\circ\text{C}$ Innenlufttemperatur θ_i (aufgrund kontrollierter Beheizung);
- $f(U_0) = \left[\sin \left((0,4 U_0 - 0,1) \frac{180^\circ}{\pi} \right) \right]^{\frac{3}{4}}$ Wärmedurchgangskoeffizient durch das Dach (U_0);
- $f(\alpha) = \cos(\alpha)$ Verhältnis der Grundfläche zur Dachfläche (Dachneigungswinkel α).

ANMERKUNG 1 Die Dachneigungsfunktion $f(\alpha) = \cos(\alpha)$ im Temperaturbeiwert C_t ist ein Umrechnungsfaktor für die Berechnung von Dachschneelasten bezogen auf die Grundfläche des Dachs. Bei Dachschneelasten, die bereits direkt auf der tatsächlichen Dachfläche verteilt sind, lautet die Dachneigungsfunktion $f(\alpha) = 1$.

(2) Aufgrund der mathematischen Formulierung der Einflüsse in der Gleichung sind für die Berechnung von C_t alle der folgenden Einschränkungen anwendbar:

- a) Innenlufttemperatur: $\min \theta_i = 5^\circ\text{C} \leq \theta_i \leq 18^\circ\text{C} = \max \theta_i$
- b) Wärmedurchgangskoeffizient: $\min U_0 = 1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \leq U_0 \leq 4,177 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) = \max U_0$
- c) Außenlufttemperatur: Die Mitteltemperaturen θ_e werden während des Schneefalls geprüft:

Wenn $\theta_e < -8^\circ\text{C}$, wird $1,2 C_t$ statt C_t angenommen, mit $1,2 C_t \leq 1,0$

- d) Schneelast (obere Grenze): Die obere Grenze für s_k wird anhand der unteren Grenze für C_t geprüft:

Wenn $C_t < 0,2 f(\alpha)$, werden $\min C_t = 0,2 f(\alpha)$ und $\lim s_k = \left[\frac{20,2634}{f(\theta_i) f(U_0)} \right]^4$ angenommen

(3) Auf Grundlage des Modells muss zusammen mit einem Temperaturbeiwert $C_t < 1$ ein spezieller Umgebungsbeiwert $C_{e,c} = 1$ verwendet werden.

ANMERKUNG 2 C_t nach ISO 4355:2013, Anhang D, beruht auf Niederschlagsmessungen einschließlich Niederschlagskorrektur (Ausgleich für Verluste aufgrund von Wind usw.). Es gibt keine weiteren Einflüsse aufgrund von Umgebung,