

DIN EN 13031-1



ICS 65.040.30

Entwurf

Einsprüche bis 2021-06-30
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 13031-1:2020-02;
vorgesehen als Ersatz für
DIN SPEC 18071:2014-03

**Gewächshäuser –
Bemessung und Konstruktion –
Teil 1: Produktionsgewächshäuser;
Deutsche und Englische Fassung EN 13031-1:2019**

Greenhouses –
Design and construction –
Part 1: Commercial production greenhouses;
German and English version EN 13031-1:2019

Serres –
Calcul et construction –
Partie 1: Serres de production;
Version allemande et anglaise EN 13031-1:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-04-30 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 Saatwinkler Damm 42/43, 13627 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 208 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieser Entwurf beinhaltet die vorgesehene nationale Änderung von DIN EN 13031-1:2020-02. Mit dieser Änderung wird der Nationale Anhang ergänzt und es werden einzelne Formulierungen im Haupttext angepasst. Im Zuge der Einspruchsphase zu diesem Entwurf stehen neben dem ergänzten Nationalen Anhang nur die sprachlichen Verbesserungen in der deutschen Übersetzung von EN 13031-1 zur Kommentierung bereit. Diese sprachlichen Verbesserungen sind durch die Markierungen   gekennzeichnet. Technische Kommentare sind ausschließlich zum Nationalen Anhang möglich.

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 005-08-25 AA „Gewächshausbau (SpA zu CEN/TC 284)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) erarbeitet.

Es ist vorgesehen, dass die Neuveröffentlichung von DIN EN 13031-1 mit der eingearbeiteten Änderung DIN EN 13031-1:2020-02 und DIN SPEC 18071:2014-03 vollständig ersetzt.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13031-1:2020-02 und DIN SPEC 18071:2014-03 sind folgende Änderungen vorgesehen:

- a) der Titel wurde geändert in „Gewächshäuser — Bemessung und Konstruktion — Teil 1: Produktionsgewächshäuser“;
- b) Nationaler Anhang NA „National festzulegende Parameter und Klassifizierungen sowie ergänzende Informationen“ wurde ergänzt;
- c) Nationaler Anhang NB „Literaturhinweise“ wurde ergänzt;
- d) Korrekturen der deutschen Sprachfassung wurden vorgenommen;
- e) der Ersatzvermerk für DIN SPEC 18071:2014-03 wurde ergänzt.

Folgende Änderungen sind in DIN EN 13031-1:2020-02 vorzunehmen:

1 Änderung des Titels der Norm

Der Titel der Norm ist durch folgenden zu ersetzen:

„Gewächshäuser — Bemessung und Konstruktion — Teil 1: Produktionsgewächshäuser“

2 Ergänzung von Nationalen Anhängen NA und NB

Die nachfolgenden Nationalen Anhänge NA und NB sind hinter dem Nationalen Vorwort zu ergänzen.

3 Sprachliche Verbesserungen in der deutschen Übersetzung von EN 13031-1:2019

Die sprachlichen Verbesserungen in der anliegenden Übersetzung von EN 13031-1:2019 sind mit den Markierungen   gekennzeichnet und können im Rahmen dieser Entwurfsphase kommentiert werden.

Nationaler Anhang NA (normativ)

National festzulegende Parameter und Klassifizierungen sowie ergänzende Informationen

NA.1 Nationale Regelungen — Allgemeines

Die Europäische Norm EN 13031-1 räumt die Möglichkeit ein, eine Reihe von Klassen, Kategorien, Werten und Verfahren national festzulegen. Die entsprechenden Textstellen sind im Vorwort der Europäischen Norm aufgelistet. Dieser Nationale Anhang enthält diese nationalen Festlegungen für den Entwurf und die Bemessung von Produktionsgewächshäusern und er enthält zusätzliche Informationen, die bei der Anwendung dieser europäischen Norm in Deutschland zu berücksichtigen sind.

NA.2 Nationale Festlegung zu 5.2.3, 5.3.1 und 5.3.2: Klassifikation und Zuverlässigkeit

(1) Basierend auf den Mindestwerten nach 5.2.3, Tabelle 1, und den Empfehlungen in 5.3.1 gilt in Deutschland die Gewächshausklassifikation nach Tabelle NA.1.

(2) Für die Zielwerte nach 5.3.2, Tabelle 2 werden die Teilsicherheitsbeiwerte für die Versagensfolgeklasse CC2 nach DIN EN 1990/NA (Basis-Referenzwert) mit den K_{FI} -Faktoren nach Tabelle NA.1 angepasst.

Tabelle NA.1 — Gewächshausklassifikation und K_{FI} -Faktoren

Gewächshaus Typ siehe 5.2.2	Produktionsgewächshausklasse		
	Geplante Nutzungsdauer n_d in Jahren, siehe Tabelle 1		
	30	15	5
	Versagensfolgeklasse siehe 5.3.1 (1) und (2)		
	CC1		CC0
	$K_{FI,G}^b = K_{FI,Q} = 0,9; K_{FI,A} = 0,8$		$K_{FI,G}^b = K_{FI,Q} = 0,8; K_{FI,A} = 0,6$
Typ A	A30	A15	—
Typ B	—	B15	B5 ^a

^a Die geplante Nutzungsdauer von 5 Jahren darf nur für Gewächshausbauten mit begrenzter Nutzungsdauer verwendet werden, z. B. für Wanderkappen, Schattenhallen oder Obstüberdachungen.

^b $K_{FI,G}$ für ständige Lasten enthält den Kombinationsbeiwert ξ für Begleiteinwirkungen. Ist die ständige Last Leiteinwirkung, so gilt: für CC1: $K_{FI,G} = 0,95$ und für CC0: $K_{FI,G} = 0,9$.

NA.3 Nationale Festlegung zu 10.2.2.1: Windlasten Q_{k1}

(1) Charakteristische Werte für Einwirkungen aus Wind sind DIN EN 1991-1-4/NA zu entnehmen.

Anpassungsfaktor für Windlasten: Gumbel-Verteilung mit Exponent $n = 1$ und Formbeiwert $K = 0,1$:

$$f_w(n) = c_{\text{prob}}^2 = 0,51668 \left(1 - 0,1 \ln \left(\frac{1}{n} \right) \right)^2 \quad (\text{NA.1})$$

Dabei ist

n der Bezugszeitraum für die geplante Nutzungsdauer in Jahren.

NA.4 Nationale Festlegung zu 10.2.2.2 und 10.2.3.2: Schneelasten Q_{k2} und A_d

(1) Charakteristische Werte für Einwirkungen aus Schnee einschließlich außergewöhnlichen Schneeeinwirkungen sind DIN EN 1991-1-3/NA zu entnehmen.

(2) Anpassungsfaktoren für Schneelasten sind unter Verwendung einer Gumbel-Verteilung zu ermitteln. In Schneelastzone 1, 1a und 2 in unteren Lagen ($A \leq 100$ m) kann dabei der Variationskoeffizient $V = 0,6$ gebraucht werden, in mittleren Lagen ($100 \text{ m} < A \leq 500$ m) der Variationskoeffizient $V = 0,5$. In Schneelastzone 2a, 3 und 3a in höheren Lagen ($A > 500$ m) wird $V = 0,4$ verwendet, in unteren und mittleren Lagen ($A \leq 500$ m) $V = 0,5$, sofern keine genauere Schneelastdatenmessreihe vom Deutschen Wetterdienst herangezogen werden kann.

NA.5 Nationale Festlegung zu 10.2.2.6: Temperatur

(1) Charakteristische Werte für thermische Einwirkungen sind DIN EN 1991-1-5/NA zu entnehmen. Für übliche Betriebsbedingungen sind anstelle der Temperaturschwankungen in Tabelle 8 die Temperaturen nach Tabelle NA.2 anzunehmen. Für die Berechnung von Formänderungen sind die Oberflächentemperaturen nach Tabelle NA.2 zu verwenden.

Tabelle NA.2 — Oberflächentemperaturen von Gewächshausbauteilen

Bauteil	Jahreszeit	Richtwerte für Temperaturen im Gewächshausbetrieb	
Dachrinnen zwischen Innen- und Außenluft	Sommer	außen: $\min \theta_e = 10 \text{ °C}$; $\max \theta_e = 74 \text{ °C}$; innen: $\min \theta_i = 10 \text{ °C}$; $\max \theta_i = 25 \text{ °C}$	
	Winter	Warmhaus: innen $\theta_i = 25 \text{ °C}$; außen $\theta_e = -20 \text{ °C}$ Temperiertes Haus: innen $\theta_i = 22 \text{ °C}$; außen $\theta_e = -20 \text{ °C}$ Kalthaus: innen $\theta_i = 20 \text{ °C}$; außen $\theta_e = -20 \text{ °C}$ Unbeheiztes Haus: $\theta_i = \theta_e$; ΔT in 24 h: 0 °C bis -20 °C ; $\Delta T = -20 \text{ K}$	
Bauteile innerhalb des Gewächshauses	Sommer	$\min \theta_i = 10 \text{ °C}$; $\max \theta_i = 25 \text{ °C}$	$\Delta T = +15 \text{ K}$
	Winter	Warmhaus: $\max \theta_i = 25 \text{ °C}$; $\min \theta_i = 16 \text{ °C}$ Temperiertes Haus: $\max \theta_i = 22 \text{ °C}$; $\min \theta_i = 12 \text{ °C}$ Kalthaus: $\max \theta_i = 20 \text{ °C}$; $\min \theta_i = 5 \text{ °C}$ Unbeheiztes Haus: $\max \theta_i = 0 \text{ °C}$; $\min \theta_i = -20 \text{ °C}$	$\Delta T = -9 \text{ K}$ $\Delta T = -10 \text{ K}$ $\Delta T = -15 \text{ K}$ $\Delta T = -20 \text{ K}$
ANMERKUNG Für Orchideenkulturen sind Innentemperaturen von $\max \theta_i = 28 \text{ °C}$ anzunehmen. Für Isolierglasnachweise gelten die Werte nach DIN 18008-1.			

NA.6 Nationale Festlegung zu Anhang A: Tragfähigkeit von Glasscheiben

(1) Rechnerische Glasnachweise für Produktionsgewächshäuser sollten in Deutschland mit Hilfe von DIN 18008-1 geführt werden. Dabei ist folgendes zu ergänzen:

- f) Konstruktionsbeiwert k_c nach NA.6(3) und Tabelle NA.3;
- g) Modifikationsfaktor $k_{mod,t}$ für kurzzeitig abtauenden Schnee nach NA.6(4). Dabei ist eine Korrektur der Fußnote c in Tabelle A.4 zu beachten;
- h) Durchbiegungsgrenzwerte für Gebrauchstauglichkeitsnachweise (SLS) nach NA.6(5).

(2) Für Leichtbauten Typ Venlo oder Breitbinder mit Verformungsnachweisen nach Abschnitt 11 und Grenzwerten nach Tabelle 10 sollten passende Glasnachweise nach Anhang A geführt werden. Dabei ist folgendes zu korrigieren bzw. zu ergänzen:

- a) Korrektur der Fußnote c in Tabelle A.4 zur Lasteinwirkungsdauer von Schnee entsprechend Nationaler Fußnote bzw. NA.6(4);
- b) Modifikationsfaktor $k_{mod,c}$ für die Kombination von Lastanteilen mit unterschiedlicher Belastungsdauer nach NA.6(6);
- c) Bemessungswert der Glasfestigkeit nach NA.6 (7);
- d) Druckfehlerkorrektur im Faktor β in Tabelle A.2 entsprechend Nationaler Fußnote bzw. NA.6(8);
- e) Durchbiegungsgrenzwert für zwei- oder dreiseitig linienförmig gelagerte Glasscheiben nach NA.6(5);
- f) Berechnungsempfehlung für andere Glasarten nach NA.6(9).

(3) Für die Berechnung nach DIN 18008-1 ist der Konstruktionsbeiwert für vorgespannte Gläser $k_c = 1$. Für nicht vorgespannte Gläser mit linienförmiger Auflagerung im Produktionsgewächshaus hängt die Wahl des Konstruktionsbeiwerts k_c von der Einbausituation in Dach oder Wand, der Einbauhöhe über Oberkante Nutzfläche und den Glasabmessungen ab, siehe Tabelle NA.3.

Tabelle NA.3 — Konstruktionsbeiwert k_c für Produktionsgewächshäuser

Glastypische Versagensfolgeklasse	Konstruktionsbeiwert k_c	
	Einbausituation	
	Wand	Dach
G-CC1	$H > 4 \text{ m}$ oder $A > 2 \text{ m}^2$	alle
	ULS: $k_c = 1,8/1,6 = 1,125$	
G-CC0	$H \leq 4 \text{ m}$ und $A \leq 2 \text{ m}^2$	—
	ULS: $k_c = 1,8$	
H – Einbauhöhe über Oberkante Nutzfläche A – Fläche der Glasplatte		

(4) Zusätzlich zu den Modifikationsfaktoren k_{mod} nach DIN 18008-1 dürfen für Produktionsgewächshäuser mit kontrollierter Beheizung der Kategorie THSC ($C_t < 1$) passende $k_{\text{mod},t}$ für kurzfristig abtauenden Schnee nach Tabelle A.4 ermittelt werden.

Dabei ist die folgende Korrektur der Fußnote c aus Tabelle A.4 zu beachten:

Die Werte für $k_{\text{mod},t}$ für die Belastungsdauer bei Schneelast Q2 nach Anhang A, Tabelle A.4 basieren auf der Liegedauer der Höchstschneelast auf dem Dach unter Berücksichtigung des Abtauens.

- Für $C_t = 1$ entspricht der kleinere Wert von $k_{\text{mod},t} = 0,41$ etwa 3 Monaten und der größere Wert von $k_{\text{mod},t} = 0,49$ etwa 5 Tagen.
- Für $C_t \ll 1$ (mit Abtauen) entspricht der kleinere Wert von $k_{\text{mod},t} = 0,55$ etwa 20 h und der größere Wert von $k_{\text{mod},t} = 0,6$ etwa 5 h.

(5) Für linienförmig aufgelagerte Einfachgläser von Produktionsgewächshäusern nach DIN 18008-1 sind die Durchbiegungen der Glasscheiben wie folgt zu begrenzen (SLS), sofern keine genauere Berechnung der Verträglichkeit von Unterkonstruktion und Eindeckung erfolgt.

- Bei vierseitiger Auflagerung der Plattenränder ist die Durchbiegung (SLS) in Plattenmitte auf $L/50 < 50$ mm zu begrenzen, mit L – Länge der kürzeren Spannweite der Glasplatte.
- Bei zwei- oder dreiseitiger Auflagerung der Plattenränder ist die Durchbiegung (SLS) des freien Plattenrandes auf $L/100$ zu begrenzen, mit L – Länge des freien Randes.

(6) Bei Berechnung nach Anhang A ist die Lastkombination nach A.2(3) durch die folgende Berechnung eines Modifikationsfaktors $k_{\text{mod},c}$ für Lastkombinationen mit Lastanteilen verschiedener Einwirkungsdauer zu ersetzen.

$$k_{\text{mod},c} = \frac{p_{\text{gl},\text{Ed}}}{\frac{p_{\text{gl},\text{G1},\text{Ed}}}{k_{\text{mod},\text{G1}}} + \frac{p_{\text{gl},\text{Q1},\text{Ed}}}{k_{\text{mod},\text{Q1}}} + \frac{p_{\text{gl},\text{Q2},\text{Ed}}}{k_{\text{mod},\text{Q2}}}}$$

Dabei ist

- $p_{\text{gl},\text{Ed}}$ der Bemessungswert der kombinierten Gesamtlast;
- $p_{\text{gl},\text{G1},\text{Ed}}$ der Bemessungswert der rechtwinklig zur Glasoberfläche wirkenden Komponente der ständigen Last G1;
- $p_{\text{gl},\text{Q1},\text{Ed}}$ der Bemessungswert der Windlastkomponente Q1 rechtwinklig zur Glasoberfläche;
- $p_{\text{gl},\text{Q2},\text{Ed}}$ der Bemessungswert der Schneelastkomponente Q2 rechtwinklig zur Glasoberfläche;
- $k_{\text{mod},c}$ der Modifikationsfaktor der kombinierten Gesamtlast;
- $k_{\text{mod},\text{G1}}$ der Modifikationsfaktor der Komponente der ständigen Last G1 nach Tabelle A.4;
- $k_{\text{mod},\text{Q1}}$ der Modifikationsfaktor der Windlastkomponente Q1 nach Tabelle A.4;
- $k_{\text{mod},\text{Q2}}$ der Modifikationsfaktor der Schneelastkomponente Q2 nach Tabelle A.4.

(7) Anstelle einzelner Lastanteile wie in A.2 (3) ist mit Vorliegen des Modifikationsfaktors $k_{\text{mod},c}$ nach (6) der Bemessungswert der Biegebruchgrenze von normal gekühltem und von vorgespanntem Glas für die Gesamtlast $f_{\text{gl},d}$ für eine bestimmte Lastkombination direkt zu ermitteln.

$$f_{\text{gl},d} = k_{\text{sp}} \cdot \frac{f_{\text{gl},u}}{\gamma_{\text{M,A}}} \cdot k_{\text{mod},c}$$

Dabei ist

- k_{sp} der Oberflächenprofilbeiwert nach DIN EN 16612;
- $f_{\text{gl},u}$ die charakteristische Biegefestigkeit der Gläser nach Tabelle A.3;
- $\gamma_{\text{M,A}}$ der mittlere Teilsicherheitsbeiwert der Gläser, mit $\gamma_{\text{M,A}} = 1,8$;
- $k_{\text{mod},c}$ der Modifikationsfaktor der kombinierten Gesamtlast in Abhängigkeit von den Faktoren für die Belastungsdauer nach DIN EN 16612 mit $k_{\text{mod},t} = 0,663 t^{(-1/16)}$, Werte siehe Tabelle A.4;
- t die Belastungsdauer, in Stunden.

ANMERKUNG Bei der in A.2 (5) zu verwendenden Festigkeit des Glases $f_{\text{gl},d}$ nach A.2 (3) handelt es sich nicht um den Nennwert, sondern um den Bemessungswert.

(8) Wird der Faktor β nach Tabelle A.2 berechnet, so gilt statt der Gleichung im Tabellenkopf der Wert:

$$\beta = 0,044 \, 7 + 0,080 \, 3 \left(1 - e^{-1,17 \left(\frac{a}{b} - 1 \right)^{1,073}} \right)$$

Dabei ist

- a die größere Spannweite einer vierseitig aufgelagerten Glasscheibe;
- b die kleinere Spannweite einer vierseitig aufgelagerten Glasscheibe.

(9) Die in Anhang A angegebenen Berechnungshinweise betreffen Einfachverglasungen mit Nenndicken von mindestens 4 mm für Dach und Wand bei Produktionsgewächshäusern.

Bei Verwendung anderer Glasarten, wie z. B. Verbundglas oder Mehrscheiben-Isolierglas, erfolgt die Berechnung nach DIN 18008-1 bzw. DIN EN 16612, je nach Entwicklung der Normung.

NA.7 Nationale Festlegung zu B.1(2): Wind — Höhenbegrenzung für aerodynamische Beiwerte

(1) Die angegebenen aerodynamischen Beiwerte gelten nur für Gewächshäuser, die folgende Gesamthöhen nicht überschreiten:

- Gewächshaus mit Satteldach: $H \leq 10$ m (mit Erhöhung $c_{\text{pe,Luv}}$ nach Tabelle NA.3);
- Gewächshaus mit gewölbtem Dach oder Tunnel: $H \leq 4$ m.

(2) Für höhere Gewächshäuser ist DIN EN 1991-1-4/NA zu verwenden.

NA.8 Nationale Festlegung zu B.2.2.2.1, Tabelle B.1 und Bild B.4: Wind — Aerodynamische Beiwerte Satteldächer

(1) Anstelle der positiven globalen Winddruckbeiwerte für 0°-Wind an der 1. Dachfläche Luv (Zone A) von $c_{pe} = +0,2/+0,3$ sind für Gewächshäuser bis $H = 10$ m Höhe die globalen Druckbeiwerte nach Tabelle NA.4 zu berücksichtigen. Die alternativen Sogbeiwerte sind davon unberührt.

Tabelle NA.4 — Globaler Winddruckbeiwert Satteldächer 0°-Wind: 1. Dachkappe Luv (Zone A)

Globaler positiver Druckbeiwert für 0°-Wind 1. Dachkappe Luv im Bereich von $15^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$									
Fall 1	$s \leq 0,2 \min(2H; l)$		$c_{pe,10,luv} = 0,2 + (\alpha - 15^\circ)/30^\circ$						
Fall 2	$s > 0,2 \min(2H; l)$		$c_{pe,10,luv} = 0,2 + (\alpha - 15^\circ)/75^\circ \cdot (1 + 0,3 \cdot \min(2H; l)/s)$						
Dach- neigungs- winkel	Rand- und Innenbereich nach EN 1991-1-4		Wertetabelle für großflächige Gewächshäuser mit $H \leq \frac{1}{2} \cdot l$						
	Zone G	Zone H	H/s						
			0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,5	2
α	$c_{pe,10,luv,G}$	$c_{pe,10,luv,H}$	Globaler Druckbeiwert Zone A (luv) $c_{pe,10,luv}$						
15°/–15°	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
20°/–20°	0,367	0,267	0,283	0,287	0,291	0,299	0,307	0,327	0,347
22°/–22°	0,433	0,293	0,316	0,321	0,327	0,338	0,35	0,377	0,405
25°/–25°	0,533	0,333	0,365	0,373	0,381	0,397	0,413	0,453	0,493
30°/–30°	0,7	0,4	0,448	0,46	0,472	0,496	0,52	0,58	0,64
Dabei ist α Dachneigungswinkel in ° mit $15^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$; H Firsthöhe über dem Boden; s Spannweite einer Dachkappe; l Gesamtlänge des Gewächshauses in Firstrichtung.									
ANMERKUNG Für Dächer mit $\alpha > 30^\circ$ ist der positive Wert $c_{pe,10,luv}$ für Zone A nach DIN EN 1991-1-4/NA zu berechnen.									

NA.9 Nationale Festlegung zu B.3: Wind — Strukturbeiwert, Korrelationskoeffizient

(1) Abschnitt B.3 wird mit nachfolgender nationaler Anpassung verwendet, wobei B.3(2) und B.3(5) nur für Wände und für Satteldächer gelten.

(2) Der Strukturbeiwert (Größeneinfluss c_s) für das deutsche Windklima wird nach DIN EN 1991-1-4/NA angesetzt, siehe Gleichung (NA.2).

$$c_s = \frac{(1 + 2k_p I_v(z) \sqrt{B^2})}{(1 + 2k_p I_v(z))} \quad (\text{NA.2})$$

Dabei ist

B^2 der Böengrundanteil der Turbulenz $B^2 = 1/[1 + 0,9((b + h)/L(z_s))^{0,63}]$;

k_p der Böenspitzenwert für nicht schwingungsanfällige Systeme: $k_p = 3$;

$I_v(z)$ die Turbulenzintensität als Funktion der Höhe z , begrenzt durch den Höchstwert $I_v(z_{\min})$;

z_s die Bezugshöhe zum Steifigkeitszentrum; falls nicht ermittelt: $z_s = h = H$ (Gesamthöhe);

$b + h$ die Breite und Höhe der Bezugsfläche für den Strukturbeiwert;

$L(z)$ das Integrallängenmaß der Turbulenz in m: $L(z) = 300 \cdot (z/300)^\varepsilon \geq L(z_{\min})$;

$z_{\min}$ die Mindesthöhe des Windböenprofils;

ε der Exponent des Integrallängenmaßes.

NA.10 Nationale Festlegung zu C.1 und Tabelle C.1: Schnee — Anwendungsgrenzen, Kategorien

(1) Die speziellen Regelungen in Anhang C sind in Deutschland vorrangig für beheizte Gewächshäuser mit transparenter Eindeckung anwendbar. Nach Tabelle C.1 betrifft das die folgenden Kategorien:

- Kategorie **THSC**: $\min \theta_i >> 5^\circ\text{C}$, siehe auch Nationale Festlegung zu C.2.1 (2): $C_t < 1$ und $C_m = 1,333$
- Kategorie **THSF** und **THNS**: $\min \theta_i \geq 5^\circ\text{C}$: $C_t = 1$ und $C_m = 1,2+$

(2) Kalthäuser mit transparenter Eindeckung, die mittels Heizung frostfrei gehalten werden, gelten als beheizte Gewächshäuser der Kategorie THSF = THNS. Mit der Festlegung von $C_t = 1$ kann auf den Nachweis von $U_o \geq 1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ verzichtet werden.

(3) Für nicht beheizte (nicht beheizbare) Gewächshäuser (TNH) oder Bereiche (z. B. Anbauten) mit nicht-transparenter Eindeckung (NT) oder für sonstige Fälle (Eindeckungen mit rauer Oberfläche, offenes, exponiertes oder belüftetes Dach, Vordach) darf auch eine Schneelastverteilung nach DIN EN 1991-1-3/NA verwendet werden.

NA.11 Nationale Festlegung zu C.2.1(2): Schnee — Betriebsbedingungen für kontrollierte Beheizung

(1) Wird eine kontrollierte Beheizung zur Reduktion der Dachschneelast in Anspruch genommen ($C_t < 1$), sind alle Kriterien und Anforderungen nach Tabelle C.1 und C.2.1 zu erfüllen.

(2) Für einen kontrollierten Heizbetrieb (Kategorie THSC) nach Tabelle C.1 und C.2.1 müssen je nach Gewächshausnutzung die folgenden Mindestlufttemperaturen unter dem Dach aufrecht erhalten werden bis der Dachschnee vollständig entfernt ist:

- Warmhaus: $\min \theta_i = 18 \text{ °C}$;
- Temperiertes Haus: $\min \theta_i = 12 \text{ °C}$.

(3) In Schneelastzone 3 und 3a oder in anderen Schneelastzonen mit charakteristischen oder außergewöhnlichen Schneelasten am Boden ab $1,1 \text{ kN/m}^2$ muss auch in temperierten Häusern bei starkem Schneefall eine Mindestlufttemperatur unter dem Dach von $\min \theta_i = 18 \text{ °C}$ erreicht werden können.

NA.12 Nationale Festlegung zu C.2.2(2): Schnee — Temperaturbeiwert

(1) Sind die angegebenen Kriterien zur kontrollierten Beheizung erfüllt (Kategorie THSC), so darf der Temperaturbeiwert C_t entweder vereinfacht nach C.2.3 (5), Tabelle C.3 ermittelt oder nach C.2.3 unter Verwendung der Hinweise nach C.2.2 genauer berechnet werden.

(2) Dabei ist die Mindestschneelast auf dem Dach bei Annahme einer gleichmäßigen Verteilung ohne Berücksichtigung des Abrutschens von $\min s_{i,n,t} = 0,25 \text{ kN/m}^2$ nicht zu unterschreiten. Bei Tonnendächern ist das die maximale Dachschneelast am Scheitel ($x = 0$).

NA.13 Nationale Festlegung zu C.3.1, Tabelle C.5 und Tabelle C.6: Schnee — Formbeiwerte für die Schneelastverteilung

(1) Für Gewächshäuser mit glatter, transparenter Eindeckung und kontrollierter Beheizung der Kategorie THSC nach Tabelle C.1 mit $C_t < 1$ und $C_m = 1,333$ und für frostfrei gehaltene Gewächshäuser der Kategorien THSF oder THNS nach Tabelle C.1 mit $C_t = 1$ und $C_m = 1,2$ gelten die Schneelastverteilungen nach C.3 mit den Formbeiwerten nach Tabelle C.4, Tabelle C.5 und Tabelle C.6.

(2) Für nicht beheizte (nicht beheizbare) Gewächshäuser oder deren Anbauten der Kategorien TNH, NT oder sonstige Fälle nach Tabelle C.1 mit $C_t = 1$ und $C_m = 1,2$ oder $C_m = 1$ sind die Schneelastverteilungen nach C.3 und die Formbeiwerte nach Tabelle C.5 und Tabelle C.6 wie folgt zu korrigieren bzw. zu ergänzen:

- Verwehungszuschlag für einschiffige Satteldächer: $f_d(C_e) = 1 + (1/C_e - 1/1,2) \cdot 7,5 \cdot \delta \cdot (\alpha - 5^\circ)/25^\circ$;
- mit Verwehungsfaktor $\delta = 0,08$ für Umgebungsbeiwert $C_e = 1$ (üblich) nach DIN EN 1991-1-3/NA und mit $\delta = 0$ für $C_e = 1,2$ (abgeschirmt);
- für mehrschiffige Dächer im Dachtrog, über der Innenrinne: $\mu_2 = 2$.

(3) Für einschiffige gewölbte Dächer nach Tabelle C.6 mit $C_t = 1$ und $C_m = 1,2$ oder $C_m = 1$ ist in Tabelle C.6 keine Regelung empfohlen. Für eine einheitliche Vorgehensweise im Sinne von Anmerkung ^d sind zwei asymmetrische Lastfälle zu untersuchen. Mit den Parametern für $s_{k,n}$, μ_1 , C_m , h_r , $x/x_{30^\circ} \leq 1$ und $f_d(x; C_e)$ nach Tabelle C.6 gilt:

Lastfall 2a: Abrutschen

- **Luv:** für $s_{k,n} \leq 1,8/C_m^2$ in kN/m^2 : $\mu_{Luv} = 0$
für $s_{k,n} > 1,8/C_m^2$ in kN/m^2 : $\mu_{Luv} = \mu_1 \cdot [1 - 1,8/(C_m^2 \cdot s_{k,n})]$ (NA.3)
- **Lee:** $\mu_{Lee} = \mu_1$

Lastfall 2b: Verwehung

- **Luv:** $\mu_{Luv} = 0$
- **Lee:** $\mu_{Lee} = \mu_1 \cdot f_d(x, C_e) \leq \rho_{s,eq} \cdot (h_r - h_{x,30^\circ})/s_{k,n}$ (NA.4)

Dabei ist

$\rho_{s,eq}$ die äquivalente Schneewichte der Schneeanhäufung, mit $\rho_{s,eq} = 2 \text{ kN/m}^3$;

x_{30° der horizontaler Abstand des Punktes mit 30° Dachneigung vom Scheitel ($x = 0$); mit $x_{30^\circ} = r \cdot \sin 30^\circ = 0,5 r$ für Kreisbögen mit dem Radius $r = h_r/2 \cdot [1 + \frac{1}{4} (s/h_r)^2]$;

$h_{x,30^\circ}$ die vertikale Höhe des Punktes mit x_{30° : $h_{x,30^\circ} = h_r - r \cdot (1 - \cos 30^\circ)$ für Kreisbögen.

NA.14 Nationale Festlegung zu Anhang E: Erdbeben

(1) Charakteristische Werte für seismische Einwirkungen sind DIN 4149 bzw. DIN EN 1998-1/NA (je nach bauaufsichtlicher Einführung) zu entnehmen.

(2) Basierend auf den empfohlenen Werten in Anhang E, Tabelle E.1 und Tabelle E.2 sollten die Bedeutungsbeiwerte γ_I für die Bedeutungskategorie und die Anpassungsfaktoren $f_E(n)$ für die Erdbebeneinwirkungen in Tabelle NA.5 in diesem Anhang verwendet werden.

Tabelle NA.5 — Bedeutungsbeiwerte und Anpassungsfaktoren Erdbeben

Gewächshaus Typ siehe 5.2.2	Grundlagen Erdbebenbemessung für Gewächshäuser ^a			
	Geplante Nutzungsdauer	Wiederkehrperiode	Bedeutungsbeiwert	Anpassungsfaktor
	n_d in Jahren	$T_{NCR}(n)$ in Jahren	γ_I	$f_E(n)$
Gewächshaus Typ B: Bedeutungskategorie IC 0	5	10	0,6	0,46
	15	31	0,6	0,67
Gewächshaus Typ A: Bedeutungskategorie IC I	15	73	0,8	0,67
	30	146	0,8	0,84
^a unter Verwendung einer Poisson-Verteilung mit $k = 3$ und $T_{NCR}(50) = 475$ Jahren Bei geringer Seismizität $a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot f_E(n) < 0,4 \text{ m/s}^2$ können rechnerische Erdbebennachweise entfallen.				

NA.15 Nationale Festlegung zu Anhang G: Anweisungen für Wartung und Reparatur

(1) Anhang G gilt in Deutschland normativ.

(2) Zusätzlich sind in Deutschland die folgenden Regelungen zu beachten:

Bei der Konstruktion von Gewächshäusern sind aus Gründen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes Regelungen, z. B. zu Schutzmaßnahmen für die sichere Gestaltung von Türen und Toren, von Werkstoffen für lichtdurchlässige Flächen, Verkehrswegen, Lüftungseinrichtungen, Winden, Ventilatoren, Energieschirmen und Schattieranlagen, Transportsysteme, Auf- und Abstiege zum Dach, Stege auf dem Dach zu beachten.

Diese Anforderungen an die Konstruktion von Gewächshäusern sind in der VSG 2.6¹ der Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG) niedergelegt.

Weitere Informationen zu Konstruktion und Betrieb von Gewächshäusern befinden sich in der Broschüre „Arbeitssicherheit in Gewächshäusern“¹ der Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG).

(3) Bei der Ausführung von elektrischen Anlagen sind die einschlägigen VDE-Normen zu beachten.

¹ Erhältlich unter: <https://www.svlfg.de/gesetze-vorschriften-im-arbeitsschutz>.

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

- [1] DIN EN 1990/NA: *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*
- [2] DIN EN 1991-1-3/NA: *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen — Schneelasten*
- [3] DIN EN 1991-1-4/NA: *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen — Windlasten*
- [4] DIN EN 1991-1-5/NA: *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen — Temperatureinwirkungen*
- [5] DIN 4149: *Bauten in Deutschen Erdbebengebieten — Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten*
- [6] DIN EN 1998-1/NA: *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau*
- [7] DIN 18008-1: *Glas im Bauwesen — Bemessungs- und Konstruktionsregeln — Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen*
- [8] DIN 18008-2: *Glas im Bauwesen — Bemessungs- und Konstruktionsregeln — Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen*
- [9] DIN EN 16612: *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Belastungswiderstandes von Glasscheiben durch Berechnung*
- [10] BRONKHORST, A.J., GEURTS, C.P.W., VAN BENTUM, C.A., VAN DER KNAAP, L.P.M., PERTERMANN, I. (2016): **Wind Loads for Stability Design of Large Multi-Span Duo-Pitch Greenhouses**. Download unter: Frontiersin Built Environement, 27. March 2017, <https://doi.org/10.3389/fbuil.2017.00018>.
- [11] Weitere Hintergrundberichte online:

Download/Preview unter: www.greenhousecodes.com

Background Snow EN 13031 Part I — Melting.pdf

Background Snow EN 13031 Part II — Sliding and Drift.pdf

Background Snow EN 13031 Part II-1: Snow Load Distribution Duo-pitched Roofs.pdf

Background Snow EN 13031 Part II-2: Snow Load Distribution Multi-pitched Roofs.pdf

Background Snow EN 13031 Part II-3: Snow Load Distribution Arched Roofs.pdf

Deutschsprachige Inhalte (erreichbar über Sprachauswahl oben rechts: „Deutsch “):

Anpassungsfaktoren — Zuverlässigkeit Teil 1: Teilsicherheits-, Kombinations- und KFI-Beiwerte für Schadensfolgeklassen.pdf

Anpassungsfaktoren — Zuverlässigkeit Teil 2: Bezugszeitraum für geplante Nutzungsdauer.pdf

Neues aus der Schneelastnormung — Prolog.pdf

Neues aus der Schneelastnormung — Teil 1: Grundlagen — Flach — Pult — Satteldach.pdf

Neues aus der Schneelastnormung — Teil 2: Scheddach — gereihtes Dach.pdf

Neues aus der Schneelastnormung — Teil 3: Tonnendach.pdf

Schneeverwehungen extrem — Ottawa 1971

Neuberechnung Schneelasten in SLZ 1 und 2

Hintergrundbericht Erdbeben für Gewächshäuser.pdf

Temperatureinwirkungen Hintergrundbericht.pdf

Hintergrund Glas für Gewächshäuser — Teil 1: Bemessung der Glasfestigkeit.pdf

Hintergrund Glas für Gewächshäuser — Teil 2: Vergleichsrechnungen und Deformationslimits.pdf

Hintergrund Glas für Gewächshäuser — Teil 3: Glasplattenberechnung.pdf

<i>Titel de:</i>	Gewächshäuser — Bemessung und Konstruktion — Teil 1: Produktionsgewächshäuser
<i>Titel en:</i>	Greenhouses — Design and construction — Part 1: Commercial production greenhouses
<i>Titel fr:</i>	Serres — Calcul et construction — Partie 1: Serres de production

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	9
5 Grundlagen für die Bemessung von Gewächshauskonstruktionen	15
5.1 Allgemeines	15
5.2  Klassifizierung  von Gewächshauskonstruktionen	15
5.2.1 Allgemeines	15
5.2.2 Toleranz der Eindeckung gegenüber Rahmenverschiebungen	15
5.2.3 Geplante Nutzungsdauer der Konstruktion	15
5.3 Zuverlässigkeit von Produktionsgewächshäusern	16
5.3.1 Allgemeine Klassifizierung, Empfehlungen	16
5.3.2 Teilsicherheitsbeiwerte γ_F	16
5.3.3 Kombinationsbeiwerte	17
5.3.4 Grundlagen für Einwirkungen auf Gewächshäuser	18
6 Grenzzustände der Tragfähigkeit	18
6.1 Allgemeines	18
6.2 Berechnung und Bemessung	19
6.3 Versuche	19
7 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	19
7.1 Allgemeines	19
7.2 Berechnung und Bemessung	19
7.3 Versuche	19
8 Toleranzen	19
8.1 Allgemeines	19
8.2  Toleranzen für Typ A-Gewächshäuser 	22
8.3  Toleranzen für Typ B-Gewächshäuser 	25
9 Dauerhaftigkeit, Wartung und Reparatur	26
9.1 Allgemeines	26
9.2 Dauerhaftigkeit	26
9.3 Wartung und Reparatur	26
10 Einwirkungen auf Gewächshäuser	26
10.1 Allgemeines	26
10.2 Repräsentative Werte der Einwirkungen	27
10.2.1 Ständige Einwirkungen	27
10.2.2 Veränderliche Einwirkung	28
10.2.3 Außergewöhnliche Einwirkungen	32
10.3 Einwirkungskombinationen	32
11 Verschiebungen und Durchbiegungen (SLS)	34
11.1 Verschiebungen von Typ A-Gewächshäusern	34

11.1.1	Lageabweichungen von Stützenfußpunkten.....	34
11.1.2	Verschiebungen in Rinnenhöhe.....	34
11.1.3	Verschiebungen von Bögen.....	38
11.2	Durchbiegungen bei Typ A-Gewächshäusern.....	38
11.2.1	Allgemeines.....	38
11.2.2	Durchbiegungen von Gewächshausbauteilen.....	39
Anhang A (normativ) Tragfähigkeit von Glasscheiben.....		40
A.1	Allgemeines.....	40
A.2	Berechnungsverfahren für Glasscheiben.....	40
A.3	Werkstoffe.....	44
Anhang B (normativ) Windeinwirkungen.....		46
B.1	Allgemeines.....	46
B.2	Aerodynamische Beiwerte.....	46
B.2.1	Allgemeines.....	46
B.2.2	Gewächshäuser mit Satteldächern.....	47
B.2.3	Gewächshäuser mit gewölbten Dächern.....	53
B.2.4	Innendrucke.....	63
B.2.5	Oberflächenreibung.....	64
B.2.6	Lüftungseinrichtungen.....	64
B.2.7	Durchlässige Eindeckungen.....	65
B.3	Dynamische Böen-Reaktionsbeiwerte.....	65
Anhang C (normativ) Schneeeinwirkungen.....		66
C.1	Allgemeines.....	66
C.2	Temperaturbeiwert C_t	68
C.2.1	Anforderungen an Gewächshäuser mit kontrollierter Beheizung.....	68
C.2.2	Besonderer Wärmedurchgangskoeffizient (U_0 -Wert nach ISO 4355).....	68
C.2.3	Berechnung des Temperaturbeiwertes C_t	70
C.3	Besondere Formbeiwerte für Gewächshäuser.....	72
C.3.1	Allgemeines.....	72
C.3.2	 Satteldächer  von Gewächshäusern.....	73
C.3.3	Gewölbte Dächer von Gewächshäusern.....	76
Anhang D (informativ) Grenzzustände der Tragfähigkeit von Bögen.....		78
D.1	Allgemeines.....	78
D.2	Äquivalente geometrische Ersatzimperfektion.....	78
D.3	Linear-elastische Stabilitätstheorie erster Ordnung (Eulersche Knicktheorie).....	79
D.4	Elastische Stabilitätstheorie zweiter Ordnung.....	79
D.5	Elastisch-plastische Traglasttheorie zweiter Ordnung.....	79
D.6	Ersatzmodell zur Ermittlung des Verhaltens dünnwandiger Rohrquerschnitte.....	80
Anhang E (normativ) Erdbeben.....		82
E.1	Klassifizierung.....	82
E.2	Bedeutungsbeiwerte.....	82
E.3	Erdbebenwiederkehrperioden.....	83
E.4	Erdbebeneinwirkungen.....	83
Anhang F (normativ) Nutzerhandbuch und Typenschild.....		84
F.1	Allgemeines.....	84
F.2	Nutzerhandbuch.....	84
F.3	Typenschild.....	85
Anhang G (informativ) Anweisungen für Wartung und Reparatur.....		86
G.1	Allgemeines.....	86
G.2	Zugang zum Dach.....	86
G.3	Glasvorrat und Notfallreparatursätze.....	86

Anhang H (informativ) Bautechnische Details	87
H.1 Allgemeines	87
H.2 Kräfte infolge von Temperatureinflüssen	87
H.3 Kontaktkräfte zwischen Glasscheiben und Sprossen.....	87
H.4 Regenwasserkapazität von Rinnen, Rinnenauslässen und Fallrohren	88
H.5 Lüftungsöffnungsverhältnis.....	88
H.6 Lichtabschattungsverhältnis.....	90
Anhang I (informativ) Berechnungsverfahren für $\boxed{A_{16}}$ Foliengewächshäuser $\langle A_{16} \rangle$	91
I.1 Allgemeines	91
I.2 Einwirkungen auf $\boxed{A_{16}}$ Foliengewächshäuser $\langle A_{16} \rangle$	91
I.3 Übertragung der Kräfte von der Folie in die Unterkonstruktion	91
I.4 Nachweis der Folie	95
Literaturhinweise.....	96

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13031-1:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 284 „Gewächshäuser“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2020 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN 13031-1:2001.

Nationales Dokument: Nationale Entscheidungen werden in EN 13031-1 ermöglicht in:

- 5.2.3 für die geplante Nutzungsdauer der Konstruktion;
- 5.3.1 für die Klassifizierung von $\overline{A}_{16}$ Versagensfolgeklassen $\overline{A}_{16}$ CC;
- 5.3.2 für die Anpassung von Teilsicherheitsbeiwerten;
- 5.3.3 und 10.3 für die Kombinationen von Einwirkungen und damit verbundener ψ -Werte;
- 5.3.4 für die Bezugszeiträume für damit verbundene Überschreitungswahrscheinlichkeiten;
- 10.2.2 und 10.2.3 für die Anpassungsfaktoren für die Bezugszeiträume nach 5.3.4;
- 10.2.2.6 für Temperaturbereiche für Dachrinnen und andere Bauteile;
- 10.3 Einwirkungskombinationen;
- Anhang A für die Berechnung der Verglasung;
- Anhang B für Wind: Größenbeiwerte, Korrelationskoeffizienten, aerodynamische Beiwerte;
- Anhang C für Schnee: Oberflächenmaterialbeiwerte, Temperaturbeiwerte, Formbeiwerte;
- Anhang E für Erdbeben: Klassifizierung nach Bedeutungskategorien IC, Bedeutungsbeiwerten γ_I , Wiederkehrperioden, Überschreitungswahrscheinlichkeiten und Anpassungsfaktoren;
- Anhang F, Nutzerhandbuch und Typenschild.

Zur Orientierung sind in den Tabellen empfohlene Werte in grauen Feldern angegeben.

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

Einleitung

Teil 1 dieses Dokuments bezieht sich speziell auf Produktionsgewächshäuser für die Nutzung in der kommerziellen Pflanzenproduktion, wobei der Zugang zeitlich begrenzt und auf wenige autorisierte Personen beschränkt ist. Es ist vorgesehen, weitere Teile dieser Europäischen Norm für Gewächshäuser mit unbeschränktem Zugang für die Öffentlichkeit (wie etwa Gewächshäuser in Gartenzentren und Ausstellungen) zu erstellen.

Dieses Dokument gibt spezifische Regeln und Informationen, wie z. B. Lastverteilungen, Verformungskriterien und $\overline{A_{16}}$ Toleranzen $\langle A_{16} \rangle$ für den Entwurf, die Tragwerksplanung und den Bau von Gewächshäusern an, um eine angemessene Standsicherheit sicherzustellen.

Entwurf und Tragwerksplanung basieren auf EN 1990 und den relevanten Teilen von EN 1991 bis EN 1999 (Eurocodes 1 bis 9) bezüglich allgemeiner Grundlagen und Grundanforderungen an Einwirkungen, mechanischen Widerstand und Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit. Nationale Anwendungsdokumente (NAD) werden berücksichtigt.

Die in diesem Dokument empfohlenen Werte für Entwurf und Tragwerksplanung werden in Übereinstimmung mit der Klassifizierung von Gewächshäusern nach EN 1990 angegeben. $\overline{A_{16}}$ Damit $\langle A_{16} \rangle$ wird berücksichtigt, dass bei Produktionsgewächshäusern Schadensart und -folgen und die Bedeutung für die öffentliche Sicherheit geringer sind als für übliche Gebäude. Die geplante Nutzungsdauer ist kurz. Der potentielle wirtschaftliche Verlust beschränkt sich auf den Eigentümer und die Auswirkung auf die Umwelt ist gering.

Es werden ergänzende, nicht widersprechende Informationen gegeben, um den besonderen Anforderungen, Betriebsbedingungen und Bauformen von Produktionsgewächshäusern zu genügen, welche diese von normalen Hochbauten unterscheiden. Eine kennzeichnende funktionelle Anforderung ist die Optimierung der Lichtdurchlässigkeit, um optimale Bedingungen für das Pflanzenwachstum zu schaffen und aufrechtzuhalten. Dies hat Einfluss auf Bauform, Entwurf und Tragwerksplanung von Produktionsgewächshäusern.

Wenn Regelungen und Anforderungen dieser Norm von anderen Europäischen Normen, wie z. B. den Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau oder Normen für Glas im Bauwesen — Bemessungs- und Konstruktionsregeln, übernommen werden, werden diese Regelungen hier durch Hinweise auf dieses Dokument ersetzt.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument spezifiziert Grundlagen und Anforderungen an den mechanischen Widerstand und die Standsicherheit, die Gebrauchstauglichkeit und die Dauerhaftigkeit bei Bemessung, Konstruktion und Bau von Produktionsgewächshäusern zur kommerziellen Pflanzenproduktion und deren Fundamenten, unabhängig vom verwendeten Werkstoff.

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).

EN 572-1, *Glas im Bauwesen — Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas — Teil 1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften*

EN 572-6, *Glas im Bauwesen — Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas — Teil 6: Drahtornamentglas*

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

EN 1090-1, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 1: Konformitätsnachweisverfahren für tragende Bauteile*

EN 1096-1, *Glas im Bauwesen — Beschichtetes Glas — Teil 1: Definitionen und Klasseneinteilung*

EN 1279-1, *Glas im Bauwesen — Mehrscheiben-Isolierglas — Teil 1: Allgemeines, Systembeschreibung, Austauschregeln, Toleranzen und visuelle Qualität*

EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991-1-1, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke — Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau*

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

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

EN 1993-1-1, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

EN 1998-1, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten*

EN 12150-1, *Glas im Bauwesen — Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas — Teil 1: Definition und Beschreibung*

prEN 16612:2017, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Belastungswiderstandes von Glasscheiben durch Berechnung*

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

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 ISO 12543-5, Glas im Bauwesen — Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas — Teil 5: Maße und Kantenbearbeitung (ISO 12543-5)

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1990, EN 1090-1 und die folgenden Begriffe.

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

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

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

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

3.3
Freimaß
Freiraum im Falz zwischen einem zugeschnittenen Eindeckungselement und zwei gegenüberliegenden Sprossen

3.4
ständige Öffnung
Öffnung, die auch bei außergewöhnlichen Windverhältnissen nicht geschlossen werden kann, und die einen signifikanten Einfluss auf den Innendruck hat

3.5
Eindeckung
Außenhaut, bestehend aus Dach und Wand, die am Tragwerk des Gewächshauses angebracht ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie besteht aus Glasscheiben, Kunststoffplatten oder Kunststoffolie und kann weitere Metallbauteile enthalten, wie Sprossen, First und Rinne. Die Rinne kann auch Bestandteil des Tragwerks sein.

4 Symbole und Abkürzungen

Abkürzungen:

NAD	Nationale Anwendungsdokumente, z. B. Nationaler Anhang zu Eurocode oder Euronorm, auch Nationaler Code oder Nationale Regelung durch die Behörde (en: national application document)
SLS	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (en: serviceability limit state)
ULS	Grenzzustand der Tragfähigkeit (en: ultimate limit state)
NCR	Anforderungen an die Standsicherheit (en: non collapse requirements)
DLS	Anforderungen an die Schadensbegrenzung (en: damage limitation states)
CC	$\boxed{A_{16}}$ Versagensfolgeklasse $\langle A_{16} \rangle$ (en: consequence class)
IC	Erdbeben-Bedeutungskategorie (en: earthquake importance category)
Luv	dem Wind zugewandte Seite der Konstruktion
Lee	vom Wind abgewandte Seite der Konstruktion
0°-Wind	Windrichtung rechtwinklig zu First und Dachrinne, Seitenwänden, geneigten windseitigen und windabgewandten Dachflächen
90°-Wind	Windrichtung parallel zu First und Dachrinne, rechtwinklig zu den Giebelwänden

Symbole:

ANMERKUNG Die folgenden Symbole in diesem Dokument basieren auf EN 1990, EN 1991 und EN 1998.

Lateinische Großbuchstaben:

A	Höhe des Gebäudestandortes über dem Meeresspiegel, in m
A_i	außergewöhnliche Einwirkung
A_k	charakteristischer Wert einer außergewöhnlichen Einwirkung
A_{gr}	Grundfläche eines Gewächshauses
A_{ap}	Lüftungsöffnungsfläche eines Gewächshauses
A_{li}	Lichtabschattungsfläche eines Gewächshauses
B	Breite
B_{gh}	Breite des Gewächshauses
C_{esl}	Beiwert für die außergewöhnliche Schneelast

C_e	Umgebungsbeiwert
C_m	Oberflächenmaterialbeiwert
C_t	Temperaturbeiwert
D	Querschnittsabmessung eines Fundamentloches
E	Elastizitätsmodul
F_{wire}	Horizontalkraft pro Draht
G	Schubmodul
$G_i; g_i$	ständige Einwirkung
$G_k; g_k$	charakteristischer Wert einer ständigen Einwirkung
H	Firsthöhe des Gewächshauses über dem Boden
K	Formbeiwert abhängig vom Variationskoeffizienten der Jahreshöchstwerte der Winddaten (Geschwindigkeit oder Druck)
K_{FI}	Bedeutungsbeiwert abhängig von der $\boxed{A_{16}}$ Versagensfolgeklasse $\langle A_{16} \rangle$
L	Länge, Spannweite
L_{gh}	Länge des Gewächshauses
M	Moment
N	Normal- oder Membrankraft
P_1	jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeit von veränderlichen Einwirkungen oder Erdbebeneinwirkungen
P_n	Überschreitungswahrscheinlichkeit von veränderlichen Einwirkungen oder Erdbebeneinwirkungen mit Bezug auf n Jahre
$P_{T,50}$	Zielwert der Überschreitungswahrscheinlichkeit der Erdbebeneinwirkung mit Bezug auf $n = 50$ Jahre und die entsprechende Wiederkehrperiode $T_{NCR}(50)$
$Q_i; q_i$	veränderliche Einwirkung
$Q_k; q_k$	charakteristischer Wert einer veränderlichen Einwirkung
R_T	Wärmedurchlasswiderstand einer Komponente
R_{si}	interner Wärmeübergangswiderstand (Oberfläche zu Innenluft)
$R_{si,sw}$	interner Wärmeübergangswiderstand für Wärmestrom seitwärts

$R_{si,up}$	interner Wärmeübergangswiderstand für Wärmestrom aufwärts
R_{se}	externer Wärmeübergangswiderstand (Oberfläche zu Außenluft)
$R_{\lambda,j}$	Wärmedurchlasswiderstand der Werkstoffschicht j
R_f	Wärmedurchlasswiderstand des Rahmens, z. B. von Sprossen und Rinne
$R_{g,k}$	Wärmedurchlasswiderstand des Gaszwischenraums k
$R_{ts,m}$	Wärmedurchlasswiderstand der (Energie-)Schirme m
$T_{NCR}(n)$	Zielwert für die Erdbeben-Wiederkehrperiode in Jahren für NCR mit Bezug auf n Jahre
$T_{NCR}(50)$	Zielwert für die Erdbeben-Wiederkehrperiode in Jahren für NCR mit Bezug auf 50 Jahre
U	Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient in $W/(m^2K)$
U_o	spezieller Wärmedurchgangskoeffizient in $W/(m^2K)$ unter Abtaubedingungen und unter Ausschluss des Wärmeübergangs nach außen an die Luft
V	Variationskoeffizient der Jahreshöchstwerte der Schneelast

Lateinische Kleinbuchstaben:

a	größte Spannweite einer Glasscheibe, Abstand zwischen Drähten
a_{gR}	Referenz-Spitzenwert der Bodenbeschleunigung bei Erdbeben
a_g	Bemessungswert der Bodenbeschleunigung bei Erdbeben
b	kleinste Spannweite einer Glasscheibe, Abstand in Breitenrichtung
b_{cb}	Abstand zwischen den Stützenfußpunkten
c	Freimaß, Koeffizient
c_{fr}	Reibungsbeiwert
c_{pe}	globaler Außendruckbeiwert
$c_{pe,L}$	örtlicher Außendruckbeiwert
c_{pi}	Innendruckbeiwert
c_{prob}	Wahrscheinlichkeitsbeiwert für die Anpassung der Windgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Wiederkehrperiode n
c_s	Größenfaktor
c_{cor}	Korrelationskoeffizient

d	Abstand, Durchmesser, Tiefe
f_y	charakteristische Streckgrenze von Stahl
$f_{gl,d}$	Bemessungswert der Biegebruchgrenze einer Glasscheibe
$f_{gl,u}$	charakteristischer Wert der Biegebruchgrenze einer Glasscheibe
$f(\alpha)$	$\sqrt{A_{16}}$ Einfluss des Dachneigungswinkels auf $\sqrt{A_{16}}$ 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
$f(s_{k,n})$	Einfluss der Schneefallrate (Schneelast) auf den Temperaturbeiwert C_t
$f_s(n)$	Anpassungsfaktor für den charakteristischen Wert der Schneelast in Abhängigkeit vom Bezugszeitraum n
$f_w(n)$	Anpassungsfaktor für den charakteristischen Wert der Windlast in Abhängigkeit vom Bezugszeitraum n
$f_E(n)$	Anpassungsfaktor für die Erdbeben-Bodenbeschleunigung in Abhängigkeit vom Bezugszeitraum n
h	Stützenlänge (zwischen Fundament und Rinne); Höhe (üblicherweise über dem Boden)
h_e	Traufhöhe über dem Boden
h_g	Höhe der Dachrinne über dem Boden
h_r	Dachhöhe; für mehrschiffige Dächer auch Tiefe des Dachtrogs
$h_{s,k}$	Wärmeübergangskoeffizient des Gaszwischenraums k
k	seismischer Exponent
k_n	Quantil der negativen inversen Standard-Normalverteilung der jährlichen Wahrscheinlichkeit $P_1(n)$ für einen Bezugszeitraum von n Jahren
k_{mod}	Modifikationsbeiwert für die Belastungsdauer für Glasscheiben
k_{ed}	Festigkeitsminderungsfaktor in Abhängigkeit von der Kantenbearbeitung von Glasscheiben
k_{sp}	Festigkeitsminderungsfaktor in Abhängigkeit vom Oberflächenprofil von Glasscheiben
l	Spannweite; Abstand in Längsrichtung
l_{cb}	Abstand zwischen den Stützenfußpunkten
n	Nummer

n	Wiederkehrperiode in Jahren
n_d	geplante Nutzungsdauer in Jahren
$p_{T,1}$	Zielwert der Versagenswahrscheinlichkeit pro Jahr
$p_{T,50}$	Zielwert der Versagenswahrscheinlichkeit, kumuliert über einen Bezugszeitraum von $n = 50$ Jahren
s	Abschnittslänge, Dachspannweite
$s_{k,n}$	charakteristische Schneelast auf dem Boden für den Bezugszeitraum n
$s_{i,n,t}$	charakteristische Schneelast auf dem Dach an der Stelle i , für den Formbeiwert μ_i , den Bezugszeitraum n , den Umgebungsbeiwert C_e und den Temperaturbeiwert C_t (Anmerkung: für $C_t < 1$; $C_e = 1$)
$\min s_{i,n,t}$	Mindestschneelast auf dem Dach bezogen auf die Grundfläche in kN/m^2
t	Dicke
t	Belastungsdauer
t_{nom}	Nenndicke der Glasscheibe
t_{pl}	Bemessungswert der Glasscheibendicke
u	Verschiebung oder Durchbiegung
v_{int}	vorgesehene Neigung der Dachrinne
v_m	mittlere Windgeschwindigkeit
$v_{b,0}$	Grundwert der Basiswindgeschwindigkeit
v_b	Basiswindgeschwindigkeit
w	Breite; Gesamtbreite eines mehrschiffigen Dachs; Winddruck
z_e, z_i	Bezugshöhe eines Gewächshauses über dem Boden für äußeren oder inneren Winddruck
z_s	Bezugshöhe für die Windböen-Reaktion der Gewächshauskonstruktion
z_{min}	Mindesthöhe (Angriff des Windprofils)

Griechische Großbuchstaben:

Φ	kumulative Verteilungsfunktion der Standard-Normalverteilung
Δ	Abweichung von der vorgesehenen Lage
$\Delta\varphi$	Abweichung von der vorgesehenen Neigung

Griechische Kleinbuchstaben:

α	Dachneigungswinkel, von der Horizontalen aus gemessen; Wärmeausdehnungskoeffizient
α_{cr}	kritischer elastischer Lastfaktor zweiter Ordnung
α_u	kritischer elastisch-plastischer Lastfaktor zweiter Ordnung
α_H	vorgesehener Winkel zwischen den Fundamenten von Seitenwand und Giebelwand
β	Winkel zwischen der Horizontale und der Tangente von gewölbten Dächern ($\beta = 0^\circ$ = horizontale Tangente; $\beta = 90^\circ$ = vertikale Tangente)
$\beta_{T,1}$	Zielwert des Zuverlässigkeitsindex bezogen auf 1 Jahr
$\beta_{T,50}$	Zielwert des Zuverlässigkeitsindex, bezogen auf $n = 50$ Jahre
γ_F	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen (einschließlich Variationen und modellbedingter Unsicherheitsfaktoren)
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für Widerstand (allgemein)
$\gamma_G; \gamma_Q; \gamma_A$	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen: ständige, veränderliche und außergewöhnliche Einwirkung
γ_I	Bedeutungsbeiwert für Erdbebeneinwirkungen in Abhängigkeit von der Bedeutungskategorie
$\gamma_{s,eq}^{N1}$	äquivalente mittlere $\overline{A_{16}}$ Schneewichte $\overline{A_{16}}$ nach Gewicht, in kN/m^3
λ_j	Wärmeleitfähigkeit in $W/(mK)$ für eine Werkstoffschicht j ; ($\lambda_{j,sup}$ – oberer Wert; $\lambda_{j,inf}$ – unterer Wert)
μ_i	Formbeiwert an der Stelle i für die Schneelastverteilungen auf dem Dach
θ	Radialwinkel eines gewölbten Dachs
θ_i	Innenlufttemperatur in $^\circ C$
θ_e	Außenlufttemperatur in $^\circ C$
ρ	Dichte
ν	Poissonzahl
φ	vorgesehene Neigung
ϕ_x	Winkel der Verdrehung einer Sprosse
$\psi_{0;1;2}$	Kombinationsbeiwert, häufiger Wert und quasi-ständiger Wert verschiedener Einwirkungen in Lastkombinationen

^{N1} Nationale Fußnote: Im nachfolgenden Dokument wird gleichbedeutend $\rho_{s,eq}$ verwendet.

5 Grundlagen für die Bemessung von Gewächshauskonstruktionen

5.1 Allgemeines

(1) Gewächshäuser müssen so bemessen werden, dass sie über eine angemessene Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit verfügen. Typen und Klassen von Gewächshäusern sind in 5.2 festgelegt. Empfehlungen für die Zuverlässigkeit von Produktionsgewächshäusern sind in 5.3 angegeben.

(2) Grenzzustände der Tragfähigkeit sind nach Abschnitt 6 und Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit nach Abschnitt 7 nachzuweisen.

(3) Gewächshäuser müssen den Anforderungen an Toleranzen, Dauerhaftigkeit, Wartung und Reparatur nach Abschnitt 8 und Abschnitt 9 entsprechen.

5.2 $\overline{A_{16}}$ Klassifizierung $\overline{A_{16}}$ von Gewächshauskonstruktionen

5.2.1 Allgemeines

Produktionsgewächshäuser werden in Abhängigkeit von der Toleranz der Eindeckung gegenüber Rahmenverschiebungen nach 5.2.2 und von der geplanten Nutzungsdauer der Konstruktion nach 5.2.3 klassifiziert.

ANMERKUNG Für die Bemessung von Gewächshäusern gelten die in EN 13031-1:2019, 5.2, 5.3 und Abschnitt 10 empfohlenen Klassen, Kategorien, Werte und Verfahren, sofern im Nationalen Anhang von EN 13031-1 keine anderslautenden Festlegungen bestehen.

5.2.2 Toleranz der Eindeckung gegenüber Rahmenverschiebungen

(1) Gewächshäuser werden je nach Toleranz der Eindeckung gegenüber Rahmenverschiebungen als „Typ A“ oder „Typ B“ bezeichnet, wie in 5.2.2(2) bis 5.2.2(4) beschrieben.

(2) Gewächshäuser, deren Eindeckung nicht mit Rahmenverschiebungen unter Bemessungseinwirkungen verträglich ist, werden als „Typ A“ bezeichnet. $\overline{A_{16}}$ Typ A-Gewächshäuser $\overline{A_{16}}$ müssen für Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS) und Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS) bemessen werden.

(3) Gewächshäuser, deren Eindeckung $\overline{A_{16}}$ mit Rahmenverschiebungen unter Bemessungseinwirkungen verträglich ist, werden als „Typ B“ bezeichnet $\overline{A_{16}}$. Typ B-Gewächshäuser dürfen $\overline{A_{16}}$ allein $\overline{A_{16}}$ für Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS) bemessen werden.

(4) In Fällen, in denen nur ein Teil der Gewächshauseindeckung $\overline{A_{16}}$ nicht mit Rahmenverschiebungen verträglich ist $\overline{A_{16}}$, muss die Gewächshauskonstruktion als „Typ A“ bezeichnet werden. $\overline{A_{16}}$ Für die Teile der Eindeckung, die mit den Rahmenverschiebungen verträglich sind, ist keine Überprüfung der Kriterien im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) erforderlich. $\overline{A_{16}}$

5.2.3 Geplante Nutzungsdauer der Konstruktion

(1) Wie in EN 1990 angegeben, müssen Produktionsgewächshäuser eine geplante Nutzungsdauer haben, die von Typ und Verwendung des Gewächshauses abhängig ist.

Die Lebensdauer einer Eindeckung (z. B. Kunststoffolie) darf sich von der geplanten Nutzungsdauer unterscheiden, wenn die Eindeckung ausgetauscht werden kann, wie in Abschnitt 9 angegeben.

(2) Gewächshäuser sollten nach geplanter Nutzungsdauer klassifiziert werden, wie in Tabelle 1 gezeigt, wo Mindestwerte angegeben sind.

Tabelle 1 — Empfohlene $\overline{A_{16}}$ Klassifizierung $\langle A_{16} \rangle$ von Gewächshäusern (Mindestwerte)

Typ siehe 5.2.2	Produktionsgewächshaus-Klasse		
	Geplante Nutzungsdauer n_d in Jahren ^c		
	15 Jahre	10 Jahre	5 Jahre
Typ A	A15	—	—
Typ B ^{a, b}	B15	B10	B5

^a Eine geplante Nutzungsdauer von 5 Jahren darf nur für Konstruktionen mit begrenzter Lebensdauer, wie z. B. Tunnel, verwendet werden.

^b Sind teure Pflanzen und/oder Einrichtungen im Gewächshaus untergebracht, sollte die geplante Nutzungsdauer mindestens 10 Jahre betragen.

^c Eine geplante Nutzungsdauer von mindestens 15 Jahren ist für Tragwerke vorzusehen, die für technische Bereiche mit einer geringen Anzahl befugter Personen verwendet werden (wie z. B. Stromgeneratoren, Heizraum, Lager, Kühlräume, Bewässerung, Wasserspeicher, Verpackungsbereiche, Pflanzenvorbereitungsbereiche usw.).

5.3 Zuverlässigkeit von Produktionsgewächshäusern

5.3.1 Allgemeine Klassifizierung, Empfehlungen

(1) Nach EN 1990 sollten Produktionsgewächshäuser, die nach 5.2.3 zur Klasse A15 oder B15 gehören, als Konstruktionen der $\overline{A_{16}}$ Versagensfolgeklasse $\langle A_{16} \rangle$ CC1 klassifiziert werden.

(2) Produktionsgewächshäuser, die nach 5.2.3 zur Klasse B10 oder B5 gehören, sollten als Konstruktionen der $\overline{A_{16}}$ Versagensfolgeklasse $\langle A_{16} \rangle$ CC0 klassifiziert werden.

ANMERKUNG Bei Produktionsgewächshäusern sind Folgen und Art eines Ausfalls und die Bedeutung für die öffentliche Sicherheit geringfügiger als bei normalen Gebäuden. Es gibt keinen öffentlichen Zutritt. Der Zutritt für Menschen ist zeitlich begrenzt und auf wenige autorisierte Personen beschränkt. Der potentielle wirtschaftliche Verlust ist auf den Eigentümer beschränkt; die Auswirkung auf die Umwelt ist gering. Die geplante Nutzungsdauer ist kurz. Die statistische Grundlage für die Zuverlässigkeitsdifferenzierung nach EN 1990 ist in Tabelle 2 angegeben.

5.3.2 Teilsicherheitsbeiwerte γ_F

(1) Wie in EN 1990 angegeben, dürfen in ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen die Teilsicherheitsbeiwerte der Einwirkungen γ_F unter Verwendung der empfohlenen K_{FI} -Beiwerte modifiziert werden.

$$\gamma_{F,i} = K_{FI,i} \cdot \gamma_{F,i,CC2}$$

Dabei ist

$K_{FI,i}$ der Bedeutungsbeiwert für die $\overline{A_{16}}$ Versagensfolgeklasse $\langle A_{16} \rangle$ nach Tabelle 2;

$\gamma_{F,i}$ der Teilsicherheitsbeiwert für die Einwirkung i ;

$\gamma_{F,i,CC2}$ der Teilsicherheitsbeiwert für die Einwirkung i für die $\overline{A_{16}}$ Referenz-Versagensfolgeklasse $\langle A_{16} \rangle$ CC2, zu entnehmen aus EN 1990 und den NAD.

(2) Für nach 5.3.1 klassifizierte Produktionsgewächshäuser sollten K_{FI} -Beiwerte auf Basis von EN 1990 verwendet werden, wie in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2 — Bedeutungsbeiwerte K_{Fi} für Produktionsgewächshäuser

Ständige, vorübergehende und außergewöhnliche Bemessungssituationen	A ₁₆ Versagensfolgeklasse A ₁₆		
	CC2 ^a	CC1	CC0
ULS (Bezugszeitraum 50 Jahre)			
Zielwert der Versagenswahrscheinlichkeit für n = 50 Jahre $p_{T,50}$ (Zielwert des Zuverlässigkeitsindex $\beta_{T,50}$)	$5 \cdot 10^{-5}$ (3,8)	$5 \cdot 10^{-4}$ (3,3)	$5 \cdot 10^{-3}$ (2,6)
Zielwert der Versagenswahrscheinlichkeit pro Jahr $p_{T,1} = 1 - (1 - p_{T,50})^{1/50}$ (Zielwert des Zuverlässigkeitsindex $\beta_{T,1}$)	10^{-6} (4,7)	10^{-5} (4,2)	10^{-4} (3,7)
$K_{Fi,G}$ und $K_{Fi,Q}$ für ständige und veränderliche Einwirkungen	1	0,9	0,8
$K_{Fi,A}$ für außergewöhnliche Einwirkungen (ohne Erdbeben)	1	0,8	0,6
^a Basis-Referenzwert für n = 50 Jahre, A ₁₆ Versagensfolgeklasse A ₁₆ CC2 nach EN 1990.			

5.3.3 Kombinationsbeiwerte

(1) Zusätzlich zu den üblichen Einwirkungskombinationen in ULS und SLS und den dazu gehörenden Kombinationsbeiwerten, die EN 1990 und den NAD entnommen werden sollten, sind alle Einwirkungen (Bemessungswerte) auf Gewächshäuser, die gleichzeitig auftreten können, in Kombination zu berücksichtigen. Beim Nachweis der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit und der Tragfähigkeit müssen die Auswirkungen der ungünstigsten Kombination von Einwirkungen berücksichtigt werden.

(2) Werte für ψ -Beiwerte für Wind und Schnee können EN 1990 und NAD entnommen werden. Sofern die Pflanzenlast die maßgebende veränderliche Einwirkung ist, darf der ψ -Beiwert für den Schneelast zu $\psi_{i,Qk2} = 0$ angenommen werden, wenn der Temperaturbeiwert zu $C_t < 1$ angenommen werden kann (siehe Anhang C, Tabelle C.1). Der empfohlene ψ -Beiwert für die Pflanzenlast ist $\psi_{i,Qk3} = 1$ für alle Lastkombinationen.

ANMERKUNG Siehe repräsentative Werte für Einwirkungen auf Gewächshäuser sowie Empfehlungen für die Festlegung von Einwirkungskombinationen in Abschnitt 10 dieser Norm.

(3) Einwirkungen auf Gewächshäuser, die z. B. aus physikalischen oder funktionellen Gründen nicht gleichzeitig auftreten können, sollten nicht kombiniert werden.

(4) Wenn Windeinwirkung Q_{k1} und Schneeeinwirkung Q_{k2} zu kombinieren sind, sollten von der Windeinwirkung auf die Außenflächen nur die Wanddrücke und die positiven Winddrücke auf das Dach berücksichtigt werden.

(5) Kombinationsbeiwerte für die Einwirkung von Pflanzen $Q_{k,3}$ sind abhängig von der Art der Pflanzen und vom Produktionsverfahren. Sofern keine anderslautenden Festlegungen bestehen, können sie als langfristig veränderliche Lasten klassifiziert werden.

Sofern auf Grund der Art der Pflanzen und der Produktionsverfahren erforderlich, sollten die Schneelasten mit der Einwirkung aus Pflanzen $Q_{k,3}$ kombiniert werden.

(6) Die konzentrierte vertikale Einwirkung $Q_{k,4}$ aufgrund von Wartung oder Reparatur auf dem Dach muss nicht mit Wind- oder Schneeeinwirkung kombiniert werden, wenn das Dach bei extremem Wind oder Schnee nicht betreten wird (Dachkategorie H): $\psi_{i,Qk4} = 0$.

(7) Für die konzentrierte vertikale Einwirkung $Q_{k,4}$ aufgrund von Reparatur und für außergewöhnliche Schneeeinwirkungen sind Gebrauchstauglichkeitsnachweise (SLS) nicht erforderlich.

5.3.4 Grundlagen für Einwirkungen auf Gewächshäuser

(1) Nach EN 1990 müssen alle Einwirkungen und Einflüsse berücksichtigt werden, die während der geplanten Nutzungsdauer des Gewächshauses wahrscheinlich auftreten. In den folgenden Abschnitten wird dies für Gewächshäuser angewendet.

(2) Die Bezugszeiträume, Wiederkehrperioden (Wiederholungsintervalle) und die jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeiten zur Bestimmung der charakteristischen Werte veränderlicher Einwirkungen, die für die Konstruktion der einzelnen Klassen von Gewächshäusern zugrunde zu legen sind, können Tabelle 3 entnommen werden, in der Mindestwerte angegeben sind.

Die Wiederkehrperiode für Einwirkungen n sollte nicht geringer angesetzt werden als die geplante Nutzungsdauer n_d .

Tabelle 3 — Bezugszeiträume für veränderliche Einwirkungen und Überschreitungswahrscheinlichkeiten

Ⓐ₁₆ Versagensfolgeklasse Ⓐ₁₆	CC1	CC0	
Gewächshausklasse	A15 und B15	B10	B5
Bezugszeitraum für Einwirkungen n in Jahren	15	10	5
Jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeit von Einwirkungen	0,065	0,095	0,18
$P_1 \approx 1 - e^{(-1/n)}$ für Bezugszeitraum n in Jahren	(6,5 %)	(9,5 %)	(18 %)
Überschreitungswahrscheinlichkeit von Einwirkungen während des Bezugszeitraums n in Jahren	$P_n \approx 1 - (1 - P_1)^n = 0,63$ (63 %)		
Anpassungsfaktoren $f_w(n)$ und $f_s(n)$ für die charakteristischen Werte veränderlicher Wind- und Schneeeinwirkungen unter Berücksichtigung des Bezugszeitraums und der jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit werden in 10.2.2.1 und 10.2.2.2 empfohlen.			

6 Grenzzustände der Tragfähigkeit

6.1 Allgemeines

(1) Die Tragfähigkeit von Typ A- und Typ B-Gewächshäusern, die nach 6.2 oder 6.3 bestimmt wird, muss so hoch sein, dass sie bei den Bemessungswerten für Einwirkungen, die nach Abschnitt 10 dieser Norm ermittelt werden, (Grenzzustand der Tragfähigkeit) nicht überschritten wird.

(2) Klemmverbindungen, die auf Reibung zwischen Bauteilen basieren, müssen so ausgelegt sein, dass sie die Bemessungskräfte (Grenzzustand der Tragfähigkeit) ohne Rutschen aufnehmen können.

6.2 Berechnung und Bemessung

(1) Die Bemessung wird für die Grenzzustände der Tragfähigkeit nach den relevanten Teilen von EN 1992 bis EN 1999 und den NAD ausgeführt, sofern in dieser Norm keine anderslautenden Festlegungen vorliegen.

(2) Anhang A dieser Norm kann für Glaseindeckungen angewendet werden.

Der Eurocode enthält noch keine Berechnungsverfahren für Glas. Wenn keine NAD vorhanden sind, die für Produktionsgewächshäuser verwendet werden müssen, sollte Anhang A angewendet werden.

(3) Anhang D dieser Norm bietet nicht widersprechende ergänzende Informationen für Stahlbögen.

ANMERKUNG EN 1993-1-1 enthält keine detaillierten Berechnungsverfahren für Gewächshausbögen. Im Anhang D ist ein Berechnungsverfahren angegeben, das auf Forschungsergebnissen und Prüfungen von Stahlrohrbögen für Gewächshaus-Folientunnel basiert.

(4) Die Werkstoff- und Produkteigenschaften müssen den relevanten Teilen von EN 1992 bis EN 1999 und Anhang A dieser Norm für die Glaseindeckung entsprechen.

(5) Andere Werkstoffe und Produkte dürfen verwendet werden, sofern nachgewiesen werden kann, dass die Konstruktionen den beabsichtigten Zweck erfüllen und zu sicheren Ergebnissen führen.

6.3 Versuche

Die Tragfähigkeit darf durch Versuche ermittelt werden, sofern die Durchführung und die Auswertung der Versuche nach EN 1990, Anhang D, erfolgen.

7 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

7.1 Allgemeines

(1) Die Gebrauchstauglichkeit von Typ A-Gewächshäusern, die nach 7.2 oder 7.3 bestimmt wird, muss so sein, dass die nach Abschnitt 11 bestimmten Verschiebungen und Durchbiegungen (Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit) unter den Einwirkungen nach Abschnitt 10 dieser Norm nicht überschritten werden.

7.2 Berechnung und Bemessung

(1) Die Berechnung für die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit sollte nach den relevanten Teilen der EN 1992 bis EN 1999 ausgeführt werden.

(2) Wenn Werkstoff- und Produkteigenschaften den relevanten Teilen von EN 1992 bis EN 1999 nicht entsprechen, muss nachgewiesen werden, dass die Konstruktion unter Verwendung anderer Werkstoffe oder Produkte für den vorgesehenen Zweck geeignet ist und zu sicheren Ergebnissen führt.

7.3 Versuche

Die Gebrauchstauglichkeitseigenschaften dürfen durch Versuche bestimmt werden, sofern Durchführung und Auswertung der Versuche nach EN 1990, Anhang D, erfolgen.

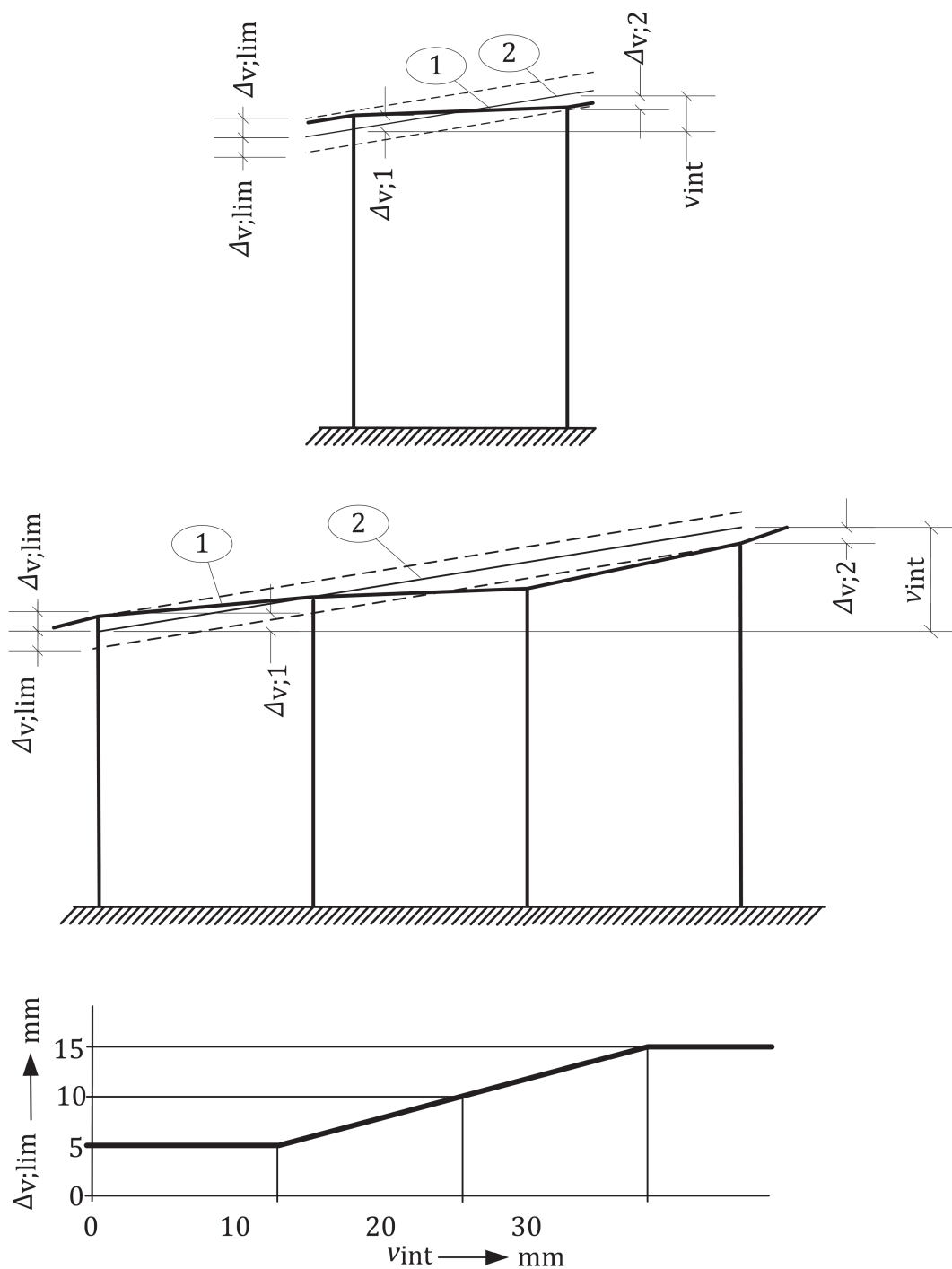
8 Toleranzen

8.1 Allgemeines

(1) Die Entwurfs- und Berechnungsverfahren für Gewächshäuser sind nur gültig, wenn die Gewächshauskonstruktion den Anforderungen nach 8.1, 8.2 und 8.3 entspricht.

(2) Die vertikale Abweichung Δ_v von der planmäßigen Lage der Dachrinne am oberen Stützenende darf nicht größer als $\Delta_{v;\text{lim}}$ sein, wobei $\Delta_{v;\text{lim}}$ dem halben planmäßigen Gefälle v_{int} der Rinne pro Spannweite entspricht, jedoch nicht weniger als 5 mm und nicht mehr als 15 mm beträgt (siehe Bild 1).

ANMERKUNG Die obige Anforderung ist erfüllt, wenn $\Delta_v \leq \Delta_{v;\text{lim}}$ an jeder Position an der Dachrinne für ein Segment von mindestens der 3-fachen Rinnenspannweite (die Rinnenspannweite entspricht dem Abstand zwischen zwei benachbarten Stützen).



Legende

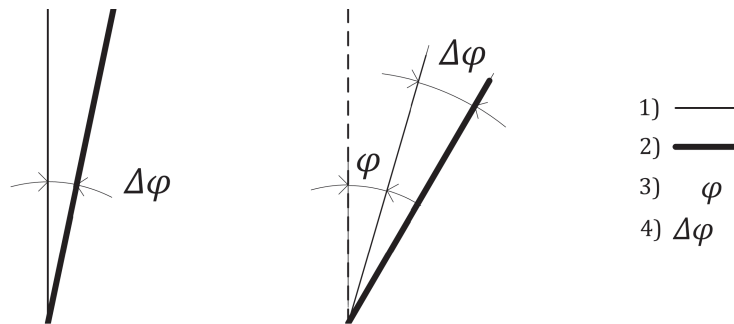
- 1 tatsächliche Lage
- 2 planmäßige Lage

Bild 1 — Grenzwert der vertikalen Abweichung der Rinne am Stützenkopf von der planmäßigen Lage

(3) Die Abweichung von der planmäßigen Neigung der Stützen darf in keiner Richtung mehr als $1/200$ oder $20/h$ betragen, wobei der kleinere Wert maßgebend ist; dabei ist h die Stützenlänge in mm zwischen Fundament und Rinne (siehe Bild 2).

Bei der Abweichung von der planmäßigen Neigung darf der Einfluss thermischer Einwirkungen berücksichtigt werden.

Der Einfluss thermischer Einwirkungen sollte unter Berücksichtigung der Herstellungstemperatur der Bauteile und der neutralen Temperatur für das verwendete Messinstrument festgelegt werden (für beide Aspekte kann die Temperatur üblicherweise mit 20 °C angesetzt werden).



Legende

- 1 planmäßige Lage gemäß Entwurf
- 2 tatsächliche Lage
- 3 planmäßige Neigung
- 4 Abweichung von der planmäßigen Neigung

Bild 2 — Abweichung von der planmäßigen Neigung einer Stütze

(4) Die Abweichung eines Fundamentpfahls von der planmäßigen Neigung darf nicht mehr als $1/50$ betragen.

(5) Die Lage eines vorgefertigten Fundamentpfahls im Fundamentloch muss folgende Bedingungen erfüllen (siehe Bild 3):

- sein Mittelpunkt liegt innerhalb eines Kreises mit einem Radius $D/5$ oder 100 mm um den Mittelpunkt des Fundamentlochs, wobei der kleinere Wert maßgebend ist;
- der Abstand zwischen der Kante des Pfahls und der Kante des Fundamentlochs beträgt mindestens 50 mm oder $D/8$, wobei der größere Wert maßgebend ist;
- dabei ist D der Durchmesser des Fundaments.

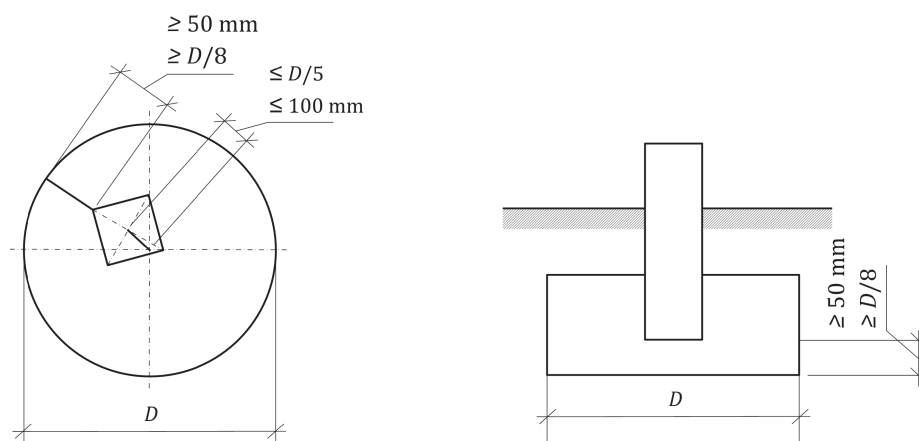


Bild 3 — Lage des vorgefertigten Fundamentpfahls innerhalb des Fundamentlochs

(6) Die Maßabweichungen für Glasscheiben, die aus Kalk-Natronsilicatglas nach EN 572-1 bis EN 572-6 bestehen, und die nicht beschichtet oder nach EN 1096-1 beschichtet sind, sind wie folgt einzuhalten:

a) Einfachglasscheiben

Für die Maßabweichungen bei den Nennwerten für Dicke, Länge und Breite gilt:

- normal gekühltes Glas (Floatglas und gezogenes Glas, die auch als Flachglas bekannt sind, Ornamentglas und Drahtglas) muss EN 572-1 bis EN 572-6 entsprechen;
- thermisch vorgespanntes Glas (Einscheiben-Sicherheitsglas, ESG) muss EN 12150-1 entsprechen.

Die Maßabweichungen von der planmäßigen Länge und Breite dürfen bei normal gekühltem Glas von den Werten in EN 572-1 bis EN 572-6 abweichen; sie dürfen jedoch nicht kleiner sein als:

- ± 1 mm bei Floatglas und gezogenem Glas;
- ± 2 mm bei Ornamentglas;
- ± 3 mm bei Drahtglas.

b) Verbundglas

Die Maßabweichungen der Nennwerte für Dicke, Länge und Breite müssen den Anforderungen von EN ISO 12543-5 entsprechen.

Die Maßabweichungen der Nennwerte für Länge und Breite dürfen von den Werten in EN ISO 12543-5 abweichen; sie dürfen jedoch nicht kleiner als ± 3 mm angenommen werden.

c) Mehrscheiben-Isolierglas

Die Maßabweichungen der Nennwerte für Dicke, Länge und Breite müssen den Anforderungen von EN 1279-1 entsprechen.

Die Maßabweichungen der Nennwerte für Länge und Breite dürfen von den Werten in EN 1279-1 abweichen; sie dürfen jedoch nicht kleiner als ± 2 mm angenommen werden.

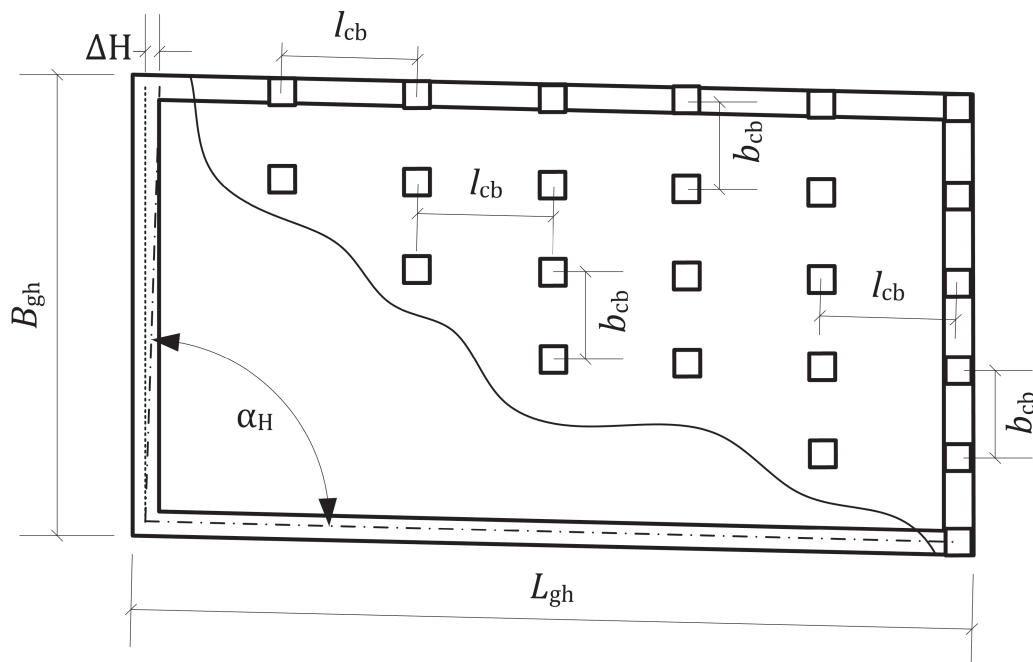
(7) Die Fertigungstoleranzen von Stahlbauteilen müssen EN 1090-1 entsprechen.

8.2 Toleranzen für Typ A-Gewächshäuser

(1) Die Abweichungen in den Abmessungen und den horizontalen Abständen zwischen Stützenfußpunkten dürfen die in der Tabelle 4 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tabelle 4 — Maximal zulässige Abweichungen der horizontalen Abstände zwischen Stützenfußpunkten

Abmessungen, Abstände (siehe Bild 4)	Größte Abweichung
Abstand zwischen den Stützenfußpunkten in Richtung der Länge l_{cb} und Breite b_{cb}	15 mm
Gesamtlänge des Gewächshauses L_{gh}	$\frac{1}{3\,000} L_{gh}$ oder 30 mm, der größere Wert ist maßgebend
Gesamtbreite des Gewächshauses B_{gh}	$\frac{1}{3\,000} B_{gh}$ oder 30 mm, der größere Wert ist maßgebend
Rechtwinkligkeit des Grundrisses: gemessen über B_{gh} , Abstand der Abweichung ΔH in Bezug auf α_H	$\frac{1}{3\,000} B_{gh}$ oder 15 mm, der größere Wert ist maßgebend



Legende

B_{gh} Breite des Gewächshauses

b_{cb} Abstand zwischen den Stützenfußpunkten in Richtung der Breite des Gewächshauses

L_{gh} Länge des Gewächshauses

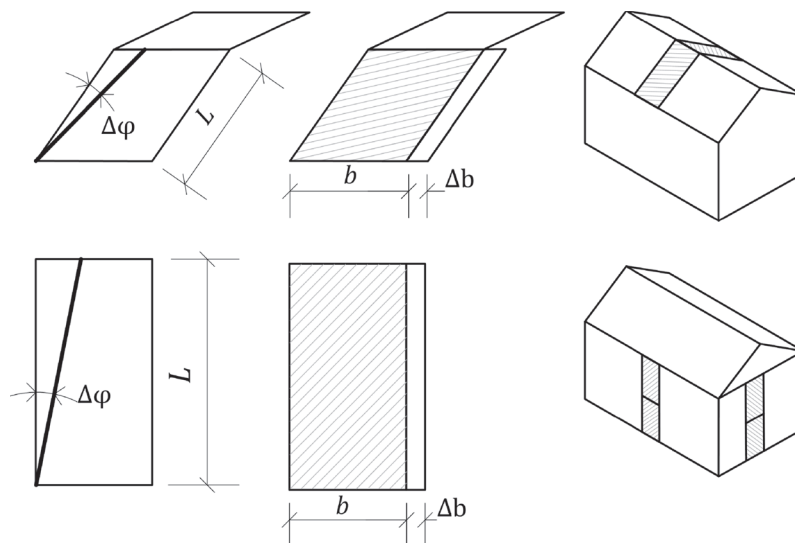
l_{cb} Abstand zwischen den Stützenfußpunkten in Längsrichtung des Gewächshauses

α_H planmäßiger Winkel zwischen den Fundamenten von Seitenwand und Giebelwand

Bild 4 — Abmessungen und horizontale Abstände zwischen den Stützenfußpunkten

(2) Die Abweichung $\Delta\varphi$ von der planmäßigen Neigung der Sprossen in der Eindeckungsebene darf nicht mehr als $1/150$ oder $12/L$ betragen, wobei der kleinere Wert maßgebend und L die Spannweite der Sprosse in mm ist (siehe Bild 5).

(3) Die durchschnittliche Abweichung Δb vom planmäßigen Mittenabstand b der Sprossen darf, über die Länge der Sprossen gemessen, nicht größer als die Toleranz der Nennwerte der Länge und Breite der Eindeckungselemente sein (siehe Bild 5).



Legende

- $\Delta\varphi$ Abweichung von der planmäßigen Neigung
- Δb Abweichung vom planmäßigen Abstand
- L Spannweite einer Sprosse
- b Mittenabstand der Sprossen

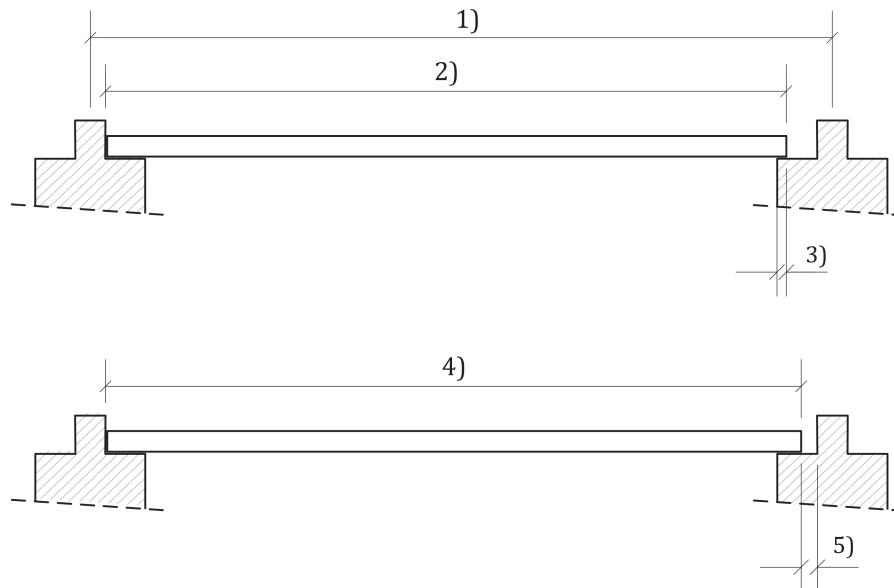
Bild 5 — Abweichungen der Sprossen von ihrer planmäßigen Lage

(4) Während des Einbaus der Eindeckungselemente muss die Lage der Sprossen so beschaffen sein, dass eine Beschädigung der Eindeckungselemente vermieden wird. Dies kann durch ein Freimaß von mindestens 1 mm um alle relevanten Teile der Sprossen erreicht werden.

(5) Eingebaute Eindeckungselemente müssen hinsichtlich der Auflagerbreiten und der Freimaße die folgenden Anforderungen erfüllen (siehe Bild 6):

- Der Abstand zwischen der Kante des Eindeckungselements und der Außenkante des tragenden Bauteils muss im Mittel mindestens 5 mm, aber nie weniger als 1 mm betragen, bei beliebiger Lage des Eindeckungselements. Die Erfüllung dieser Bedingung muss unter Berücksichtigung der Lage des Eindeckungselements auf den Sprossen, der Maßabweichungen der Nennwerte der Länge und Breite des Eindeckungselements, der Maßabweichung der Lage der Sprossen und der Verformungen unter den Einwirkungen nach Abschnitt 10 dieser Norm geprüft werden.
- Das Freimaß zwischen Eindeckungselement und zwei gegenüberliegenden Sprossen muss so gewählt werden, dass das Eindeckungselement nicht zwischen den Sprossen eingeklemmt wird. Die Erfüllung dieser Bedingung muss unter Beachtung der Maßabweichungen der Nennwerte der Länge und Breite des Eindeckungselements, der Lage der Sprossen und der Verformungen unter den Einwirkungen nach Abschnitt 10 dieser Norm geprüft werden.

ANMERKUNG Für die Lage der Sprossen ist es zulässig, die planmäßige Position zu verwenden, wenn die Verbindungen zwischen den Sprossen und der Unterkonstruktion konstruktiv so beschaffen sind, dass nach der Herstellung eine Verschiebung der Sprossen in ihre planmäßige Lage möglich ist.



Legende

- 1 Nennabstand + Grenzwert für Abweichung [siehe 8.2(5)]
- 2 Nennabmessung des Eindeckungselements – Maßabweichung
- 3 Kantenabdeckung
- 4 Nennabmessung des Eindeckungselements + Maßabweichung
- 5 Freimaß

Bild 6 — Anforderungen an den Auflagerabstand und die Freimaße von Eindeckungsselementen

8.3 A16 Toleranzen für Typ B-Gewächshäuser A16

(1) Die Abweichungen in den Abmessungen und den horizontalen Abständen zwischen Stützenfußpunkten dürfen die in der Tabelle 5 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tabelle 5 — Größte zulässige Abweichungen bei den horizontalen Abständen

Abmessungen, Abstände (siehe Bild 4)	Größte Abweichung
Abstand zwischen den Stützenfußpunkten in Richtung der Länge und der Breite	30 mm
Gesamtlänge des Gewächshauses L_{gh}	$\frac{1}{1\,500} L_{gh}$ oder 60 mm, der größere Wert ist maßgebend
Gesamtbreite des Gewächshauses B_{gh}	$\frac{1}{1\,500} B_{gh}$ oder 60 mm, der größere Wert ist maßgebend

(2) Für die Bögen von Typ B5-Gewächshäusern darf die Abweichung von der planmäßigen Neigung der Bogenebene nicht mehr als 1/50 betragen.

ANMERKUNG Diese größeren Maßabweichungen sind zulässig, weil bei der Bemessung größere Imperfektionen berücksichtigt werden. In Anhang D dieser Norm wird eine Berechnungsmethode für Bögen beschrieben, die größere Imperfektionen berücksichtigt.

9 Dauerhaftigkeit, Wartung und Reparatur

9.1 Allgemeines

Die Berechnungsverfahren für Gewächshäuser sind nur gültig, wenn die Gewächshauskonstruktion die Anforderungen nach 9.2 erfüllt. Abschnitt 9.3 bezieht sich auf Maßnahmen zur sicheren Ausführung von Wartungs- und Reparaturmaßnahmen.

9.2 Dauerhaftigkeit

Gewächshauskonstruktionen sind gegen Korrosion und vorzeitige Alterung so zu schützen, dass die Tragfähigkeit über einen Zeitraum erhalten bleibt, der nicht geringer ist als die geplante Nutzungsdauer nach 5.2.3 dieser Norm.

9.3 Wartung und Reparatur

(1) Konzentrierte Lasten auf der Eindeckung sind zu vermeiden.

Personen dürfen auf keinen Fall auf Eindeckungselemente treten und sollten sich nicht ohne ein Sicherheitssystem zum Transport von Menschen auf dem Dach aufhalten bzw. dieses betreten.

(2) Vorrichtungen sollten vorgehalten werden, um gefährliche Situationen während des Aufstiegs zum und Aufenthalts auf dem Dach sowie beim Transport von schweren Werkstoffen und Ausrüstungen auf dem Dach zu vermeiden, die für Reinigungs-, Wartungs oder Reparaturarbeiten erforderlich sind.

(3) Um die Gefahren, die mit Arbeiten auf dem Dach verbunden sind, zu vermeiden, sollten für Reparaturen erforderliche lose Werkstoffe, schwere Bauteile und Ausrüstungen entweder innerhalb des Gewächshauses bis zum Einsatzort transportiert und dann durch das Dach hochgezogen oder mit einer speziellen Einrichtung über das Dach transportiert werden.

(4) Die Gewächshaushersteller müssen für diejenigen, die auf den Dächern von Gewächshäusern arbeiten, ein ausführliches Handbuch mit Gewächshauspezifikationen herausgeben, das bei der Konstruktion berücksichtigte Lasten für Wartungsarbeiten in Verbindung mit Anweisungen zur Vermeidung von Lastkonzentrationen durch Werkstoffe auf dem Dach enthält (siehe Anhang F und Anhang G dieser Norm).

(5) Konstruktionskriterien für den Zugang zu Gewächshäusern, z. B. Dachaufgänge, Laufstege oder Dachleitern sind kein normativer Bestandteil dieser Norm. Die Angaben im informativen Anhang G sind Empfehlungen.

10 Einwirkungen auf Gewächshäuser

10.1 Allgemeines

(1) Einwirkungen müssen den relevanten Teilen von Eurocode EN 1991 bis EN 1998 und den entsprechenden NAD entnommen werden. Auch zu berücksichtigende gewächshauspezifische Einwirkungen sind in folgenden Abschnitten angegeben.

ANMERKUNG In Übereinstimmung mit EN 1990 werden die Einwirkungen mit den Großbuchstaben „G“ für ständige Lasten, „Q“ für veränderliche Lasten und „A“ für außergewöhnliche Lasten gekennzeichnet. Zur Angabe der gleichmäßig verteilten Form der Last werden die Kleinbuchstaben „g“ und „q“ verwendet.

(2) Charakteristische Werte veränderlicher Einwirkungen dürfen an den Bezugszeitraum für die geplante Nutzungsdauer von klassifizierten Gewächshäusern nach 5.3.4 angepasst werden.

10.2 Repräsentative Werte der Einwirkungen

10.2.1 Ständige Einwirkungen

10.2.1.1 Eigengewicht G_{k1}

(1) Ständige Einwirkungen sind Einwirkungen aus dem Eigengewicht tragender und nicht tragender Bauteile, ausgenommen Installationen, auch wenn diese ständig einwirken.

(2) Charakteristische Werte des Eigengewichts von Bauteilen sind nach EN 1991-1-1 zu ermitteln.

10.2.1.2 Einwirkungen durch ständig vorhandene Installationen G_{k2}

(1) Einwirkungen durch ständig vorhandene Installationen sind Einwirkungen, die sich aus dauerhaft installierten Ausrüstungen ergeben, wie z. B. für Heizung, Kühlung, Beleuchtung, Beschattung, Bewässerung und Lüftung.

(2) Charakteristische Werte des Eigengewichts fest installierter Ausrüstungen sind nach EN 1991-1-1 zu ermitteln.

(3) Bei Typ A15- und Typ B15-Gewächshäusern müssen die charakteristischen Einwirkungen durch Installationen für Heizung, Beschattung, Kühlung, Beleuchtung und Lüftung mindestens $g_{k2} = 0,07 \text{ kN/m}^2$ bezogen auf die Grundfläche betragen.

In Kombination mit nach oben wirkenden Windeinwirkungen auf das Gewächshausdach (Sog) sollte auch $g_{k2} = 0 \text{ kN/m}^2$ berücksichtigt werden.

(4) Der charakteristische Wert der Einwirkungen durch die Hauptvor- und -rücklaufrohre der Heizung muss das Eigengewicht der Rohre mit Füllung enthalten.

(5) Wenn Gewächshauskonstruktionen waagerechte Kabel und Drähte für Beschattungs- oder Bewässerungsausrüstungen tragen, müssen die aus den Ausrüstungen selbst und ihrer Benutzung resultierenden Kräfte in Betracht gezogen werden, siehe auch 10.2.2.3.

ANMERKUNG Die folgenden Einwirkungen in horizontalen Drähten und Kabeln werden als untere Grenzwerte angenommen:

- Beschattungssysteme:
 - Drähte (Polyester, Nylon): 150 N je Draht;
 - Drähte (Stahl): 500 N je Draht;
 - Drähte/Seile (Stahl): 1 000 N (Vorspannung) + 50 N je damit verbundenem Abschnitt, je Draht/Seile;
- Bewässerungsausrüstungen:
 - Drähte (Stahl): 1 250 N je Draht.

10.2.2 Veränderliche Einwirkung

10.2.2.1 Windeinwirkungen Q_{k1}

(1) Charakteristische Werte der Windeinwirkungen sind nach EN 1991-1-4 und NAD zu berechnen.

(2) Anhang B $\overline{A_{16}}$ dieser $\overline{A_{16}}$ Norm enthält ergänzende Angaben zu 10.2.2.1, um die besonderen Eigenschaften von Gewächshauskonstruktionen zu berücksichtigen, wie:

- Bezugshöhe z_e für Gewächshäuser;
- Größeneffekt bei der Böenreaktion von Gewächshäusern mit sehr großer Grundfläche;
- Korrelation von luv- und leeseitigen Drücken für Wände und Gewächshausdächer;
- aerodynamische Druckbeiwerte für besondere Gewächshauskonstruktionen mit glatter Eindeckung wie z. B. Folien, Kunststoff oder Glas.

(3) Für Windlasten, die auf einer Gumbel-Verteilung der Jahreshöchstwerte, z. B. der Windgeschwindigkeit, basieren, kann der Anpassungsfaktor $f_w(n)$ mit den Wahrscheinlichkeitsparametern K und n verwendet werden:

$$f_w(n) = c_{\text{prob}}^2 = \left\{ \frac{\left[1 - K \ln \frac{1}{n} \right]^n}{\left[1 - K \ln \frac{1}{50} \right]} \right\}^2$$

Dabei ist

c_{prob} der Wahrscheinlichkeitsbeiwert für die Anpassung der Windgeschwindigkeit;

n der Bezugszeitraum für die geplante Nutzungsdauer, siehe 5.3.4;

K der Formparameter in Abhängigkeit vom Variationskoeffizienten V der Jahreshöchstwerte der Winddaten;

n der Exponent der Wahrscheinlichkeitsfunktion.

Die Wahrscheinlichkeitsparameter für die Verteilung können dem NAD von EN 1991-1-4 oder anderen maßgebenden Stellen entnommen werden. Ansonsten kann die Empfehlung aus EN 1991-1-4 verwendet werden: $K = 0,2$ und $n = 0,5$, für einen Variationskoeffizienten von

$$V = \frac{\pi}{\sqrt{6} \left(0,577\,216 + \frac{1}{K} \right)} = 0,23$$

unter Verwendung einer Gumbel-Verteilung des Winddrucks.

10.2.2.2 Schneeeinwirkungen Q_{k2}

(1) Charakteristische Werte der Schneeeinwirkungen sind nach EN 1991-1-3 und NAD zu berechnen.

(2) Für charakteristische Schneelasten am Boden $s_{k,50}$, basierend auf einer Gumbel- oder einer Lognormal-Verteilung der Jahreshöchstwerte der Schneelasten, kann der Anpassungsfaktor $f_s(n)$ verwendet werden:
 $s_{k,n} = f_s(n) \cdot s_{k,50}$

Gumbel:
$$f_s(n) = \frac{1 - V \frac{\sqrt{6}}{\pi} \left(\ln \frac{1}{n} + 0,577\,216 \right)}{1 + 2,6V} \quad \text{oder}$$

Lognormal:
$$f_s(n) = e^{(k_n - k_{50}) \sqrt{\ln(1+V^2)}} \quad \text{wie im NAD angegeben.}$$

Dabei ist

n der Bezugszeitraum für die geplante Nutzungsdauer, siehe 5.3.4;

k_n der Quantilwert der negativ-inversen Standard-Normalverteilung:

$k_n = -\Phi^{-1} [P_1(n)]$ mit der jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit $P_1(n)$ nach 5.3.4, Tabelle 3;

k_{50} der Bezugs-Quantilwert für $n = 50$ Jahre: $k_{50} = k_n(50) = 2,06$;

V der Variationskoeffizient der Jahreshöchstwerte der Schneelasten.

A16 Der Variationskoeffizient kann dem NAD zu EN 1991-1-3 entnommen werden. Andernfalls ist meteorologische Expertise erforderlich. Für die Verringerung der Schneelast ($f_s(n) < 1$) ist der kleinstmögliche Wert V relevant. Falls nichts anderes verfügbar ist, gilt $\min V = 0,315$. Der Wert $\min V = 0,315$ bezieht sich auf den Teilsicherheitsbeiwert von $\gamma_{CC2} = 1,5$ als Zielwert. Sofern ein anderer Zielwert verwendet wird, darf der Wert $\min V$ daran angepasst werden. **A16**

(3) **A16** Anhang C dieser Norm enthält nicht widersprechende, ergänzende Informationen zu besonderen Bedingungen inplg Gewächshaisnutzung und Eigenschaften der Baukonstruktion, wie etwa: **A16**

- **A16** Formbeiwerte für das Abrutschen und die Akkumulation von Dachsnee für Gewächshäuser mit glatter Eindeckung, mit oder ohne Wärmedurchgang durch die Eindeckung; **A16**
- **A16** Temperaturbeiwerte C_t für die Dachsneeverringerung durch Schmelzen für Gewächshäuser mit transparenter, wärmedurchlässiger Eindeckung ($U_o \geq 1 \text{ W}/[\text{m}^2\text{K}]$) und kontrollierter Beheizung ($\min \theta_i \gg 5 \text{ °C}$). **A16**

10.2.2.3 Kultureinwirkungen Q_{k3}

(1) Kultureinwirkungen sind Einwirkungen aus Pflanzen **A16** (Kulturen) **A16**, die von der Konstruktion gestützt oder daran angehängt sind.

(2) Charakteristische Werte des Eigengewichts von Pflanzen, Behältern und Pflanzsubstrat sind nach EN 1991-1-1 zu bestimmen. Es darf davon ausgegangen werden, dass Kulturlasten vertikal wirken und gleichmäßig verteilt sind.

Ständige Lasten aus Bewässerungssystemen, Rinnenkultur, Behältern, Pflanzsubstrat usw. sollten nicht als Kultureinwirkungen q_{k3} betrachtet werden, sondern als Einwirkungen durch ständig vorhandene Installationen G_{k2} nach 10.2.1.2.

(3) Kultureinwirkungen q_{k3} dürfen nicht geringer als die in Tabelle 6 angegebenen Mindestwerte angesetzt werden.

Tabelle 6 — Mindestwerte für Kultureinwirkungen q_{k3} und damit verbundene Einwirkungen aus ständig vorhandenen Installationen G_{k2}

Pflanzen	Mindestwerte für Kultureinwirkungen min q_{k3} kN/m ²	Mindestwert für Kulturrinnen, Behälter, Pflanzsubstrate usw. min q_{k2} kN/m ²
Erdbeeren	0,05	0,25
Tomaten, Gurken	0,20 ^a	0,13
Paprika	0,12	0,15
andere Gemüse	0,15	0,13
^a Für Tomaten und Gurken in Produktionsgewächshäusern vom Typ B5 kann der Mindestwert für Kultureinwirkungen min q_{k3} zu $q_{k3} = 0,15$ kN/m ² angenommen werden.		

(4) Wo Pflanzen an horizontalen Drähten hängen, sollten die Seilzugkräfte berücksichtigt werden:

ANMERKUNG Die Horizontalkraft pro Draht kann wie folgt angesetzt werden:

$$F_{\text{wire}} = q_{k3} a \frac{l_{\text{wire;sup}}^2}{8 u_{\text{wire}}}$$

Dabei ist

F_{wire} die Horizontalkraft je Draht;

q_{k3} die charakteristische Kultureinwirkung;

a der Abstand zwischen zwei Drähten;

$l_{\text{wire;sup}}$ der Abstand zwischen den Befestigungspunkten des Drahts (Spannweite);

u_{wire} die Durchbiegung des belasteten Drahts.

Empfohlene Werte: $l_{\text{wire;u}}/30$ bei einem Bemessungswert von $q_{k3} = 0,15$ kN/m².

Die Horizontalkraft pro Draht sollte unter Berücksichtigung der Wirkung von Verschiebungen der Gewächshauskonstruktion unter Temperatureinflüssen berechnet werden.

10.2.2.4 Konzentrierte vertikale Einwirkungen Q_{k4}

(1) Konzentrierte vertikale Einwirkungen sind Einwirkungen, die von Wartungs- oder Reparaturarbeiten herrühren.

(2) Mindestwerte für konzentrierte vertikale Einwirkungen, die auf eine Grundfläche von 100 mm × 100 mm oder über eine Länge von 100 mm und die volle Breite eines tragenden Bauteils schmäler als 100 mm einwirken, sind in Tabelle 7 angegeben.

Tabelle 7 — Mindestwerte für konzentrierte vertikale Einwirkungen

Konzentrierte vertikale Einwirkungen	Mindestwert für konzentrierte vertikale Einwirkungen min Q_{k4} kN
Einwirkung auf die Dachrinne	1,5
Einwirkung auf die Rahmenkonstruktion	1,0
Einwirkung auf untergeordnete Bauteile wie Sprossen oder Firstprofil	0,35 ^a
^a Nur für Typ A15-Gewächshäuser. Für einschiffige Dächer ohne Rinne darf $Q_{k4} = 0$ angesetzt werden.	

10.2.2.5 Einwirkungen aus nichtständigen Installationen Q_{k5}

(1) Einwirkungen durch nichtständige Installationen sind Einwirkungen unterschiedlicher Größenordnung, die aus beweglichen Anlagen herrühren, wie z. B. Kranbrücken auf Schienen, die von der Konstruktion getragen werden, oder entlang des Dachs laufende Reinigungsgeräte, einschließlich Bedienpersonal.

(2) Charakteristische Werte der Einwirkungen aus beweglichen Anlagen müssen auf Basis von Herstellerdaten bewertet werden, wie z. B. Einzelheiten zu Lasteinwirkung, Eigengewicht der kompletten Anlage und Tragfähigkeit. Brems- und Beschleunigungskräfte von Transportanlagen sollten ebenfalls berücksichtigt werden.

10.2.2.6 Thermische Einwirkungen Q_{k6}

(1) Thermische Einwirkungen sind Einwirkungen, die sich aus klimatischen und betriebsbedingten Temperaturdifferenzen und -änderungen ergeben.

(2) Nach EN 1991-1-5 und NAD müssen thermische Einwirkungen für solche Konstruktionen und Bauteile berücksichtigt werden, die durch thermische Einwirkung verursachte Verformungen und/oder Zwängungen nicht tolerieren.

(3) Für Gewächshäuser sind charakteristische Werte thermischer Einwirkungen von den Temperaturunterschieden, die innerhalb von 24 h auftreten können, abzuleiten. Wenn keine NAD für Gewächshäuser vorhanden sind, können die charakteristischen Werte der Temperatur für gemäßigttes europäisches Klima Tabelle 8 entnommen werden.

Tabelle 8 — Charakteristische Werte für die Temperaturen innerhalb von 24 h

Bauteil	Temperaturschwankung innerhalb von 24 h	
Dachrinnen	a) Sommer:	— für dunkel eingefärbte Oberflächen: 20 °C bis 60 °C — für hell eingefärbte Oberflächen: 20 °C bis 40 °C
	b) Winter:	20 °C bis –10 °C
Bauteile innerhalb eines Gewächshauses	a) Sommer:	20 °C bis 40 °C
	b) Winter:	20 °C bis –10 °C

ANMERKUNG 1 Thermische Einwirkungen können bei Typ B-Gewächshäusern außer Acht gelassen werden, wenn die Länge und/oder Breite des Gewächshauses kleiner als 150 m sind.

ANMERKUNG 2 Abschnitt H.2 dieser Norm gibt Hinweise zu konstruktiven Ausführungen, die Temperaturwechsel schadlos verkraften.

10.2.3 Außergewöhnliche Einwirkungen

10.2.3.1 Anpralllasten

(1) Für die Leichtbauwerke von Produktionsgewächshäusern können außergewöhnliche Anpralllasten, verursacht von landwirtschaftlichen Fahrzeugen im Innenraum, vernachlässigt werden, siehe EN 1991-1-7.

(2) In Sonderfällen können Anpralllasten nach EN 1991-1-7 unter Verwendung von Herstellerdaten, wie Eigengewicht, Gesamtmasse, Anprallhöhe und Geschwindigkeit des landwirtschaftlichen Fahrzeugs, bestimmt werden.

ANMERKUNG Sofern nicht angegeben, können Anpralllasten außer Acht gelassen werden.

10.2.3.2 Außergewöhnliche Schneeeinwirkungen

(1) Außergewöhnliche Schneeeinwirkungen sind Einwirkungen, die durch extreme Schneefälle mit längeren Wiederkehrperioden als üblich verursacht werden und die mit unterschiedlichen statistischen Methoden bestimmt sein können.

(2) Bemessungswerte für außergewöhnliche Schneeeinwirkungen müssen nach EN 1991-1-3 und NAD ermittelt werden.

(3) Wenn das Format $S_{Ad} = C_{esl} \cdot s_{k,n}$ verwendet wird, kann der charakteristische Wert s_k nach 10.2.2.2 behandelt werden.

(4) Anhang C dieser Norm enthält ergänzende Angaben für Spezialfälle von Gewächshauskonstruktionen.

10.3 Einwirkungskombinationen

 Für die Entwurfsberechnungen von Produktionsgewächshäusern sind die Bemessungswerte der Einwirkungen zu kombinieren, die zusammen auftreten können. Die in Tabelle 9 angegebenen Einwirkungskombinationen sind bei Gewächshäusern mindestens erforderlich. 

Tabelle 9 — Einwirkungskombinationen für Gewächshäuser

a) Ständig + Installationen + Wind + Schnee + Pflanzen					
	Ständig	Installationen	Wind	Schnee	Pflanzen
a1)	$\gamma_{G1} G_{k1}$	$+ \gamma_{G2} G_{k2}$	$+ \gamma_{Q1} Q_{k1}$	$+ \psi_{Q2} \gamma_{Q2} Q_{k2}$	$+ \psi_{Q3} \gamma_{Q3} Q_{k3}$
a2)	$\gamma_{G1} G_{k1}$	$+ \gamma_{G2} G_{k2}$	$+ \psi_{Q1} \gamma_{Q1} Q_{k1}$	$+ \gamma_{Q2} Q_{k2}$	$+ \psi_{Q3} \gamma_{Q3} Q_{k3}$
a3)	$\gamma_{G1} G_{k1}$	$+ \gamma_{G2} G_{k2}$	$+ \psi_{Q1} \gamma_{Q1} Q_{k1}$	$+ \psi_{Q2} \gamma_{Q2} Q_{k2}$	$+ \gamma_{Q3} Q_{k3}$
b) Ständig + Wind					
	Ständig	Wind			
b1)	$\gamma_{G1} G_{k1}$	$+ \gamma_{Q1} Q_{k1}$			
c) Ständig + Installationen + Pflanzen + Reparatur + Nicht ständig					
	Ständig	Installationen	Pflanzen	Reparatur	Nicht ständig
c1)	$\gamma_{G1} G_{k1}$	$+ \gamma_{G2} G_{k2}$	$+ \psi_{Q3} \gamma_{Q3} Q_{k3}$	$+ \gamma_{Q4} Q_{k4}$	
c2)	$\gamma_{G1} G_{k1}$	$+ \gamma_{G2} G_{k2}$	$+ \psi_{Q3} \gamma_{Q3} Q_{k3}$	$+$	$\gamma_{Q5} Q_{k5}$
d) Ständig + Installationen + Schnee + Pflanzen + Seismisch					
	Ständig	Installationen	Schnee	Pflanzen	Seismisch
d1)	G_{k1}	$+ G_{k2}$	$+$	$\psi_{Q3} Q_{k3}$	$+ \gamma_i A_{Ek}$
d2)	G_{k1}	$+ G_{k2}$	$+ \psi_{Q2} Q_{k2}$	$+ \psi_{Q3} Q_{k3}$	$+ \gamma_i A_{Ek}$
e) Ständig + Installationen + Thermisch					
	Ständig	Installationen	Thermisch		
e1)	$\gamma_{G1} G_{k1}$	$+ \gamma_{G2} G_{k2}$	$+ \gamma_{Q6} Q_{k6}$		
f) Ständig + Installationen + Pflanzen + Außergewöhnlicher Schnee					
	Ständig	Installationen	Pflanzen	Außergewöhnlicher Schnee	
f1)	$\gamma_{G1} G_{k1}$	$+ \gamma_{G2} G_{k2}$	$+ \psi_{Q3} \gamma_{Q3} Q_{k3}$	$+ \gamma_A A_d$	
Dabei ist A_{Ek} der repräsentative Wert der seismischen Einwirkungen; A_d^{N2} der repräsentative Wert der außergewöhnlichen Schneeeinwirkungen; G_{k1} der charakteristische Wert der ständigen Einwirkungen; G_{k2} der charakteristische Wert der Einwirkungen durch ständig vorhandene Installationen; Q_{k1} der charakteristische Wert der Windeinwirkungen; Q_{k2} der charakteristische Wert der Schneeeinwirkungen; Q_{k3} der charakteristische Wert der Kultureinwirkungen; Q_{k4} der charakteristische Wert der konzentrierten vertikalen Einwirkungen (Einbau und Reparatur); Q_{k5} der charakteristische Wert der Einwirkungen durch nicht ständig vorhandene Installationen (z. B. mobile Systeme); Q_{k6} der charakteristische Wert der thermischen Einwirkungen; γ der modifizierte Teilsicherheitsbeiwert nach 5.3.2; ψ der Kombinationsbeiwert nach 5.3.3.					

^{N2} Nationale Fußnote: In der englischen Referenzfassung steht hier A_k , welches aber in der Tabelle nicht vorkommt.

11 Verschiebungen und Durchbiegungen (SLS)

11.1 Verschiebungen von Typ A-Gewächshäusern

11.1.1 Lageabweichungen von Stützenfußpunkten

Lageabweichungen von Stützenfußpunkten auf den Fundamenten, an denen die Stützen befestigt sind, dürfen in horizontaler und/oder vertikaler Richtung nicht mehr als 5 mm betragen.

11.1.2 Verschiebungen in Rinnenhöhe

(1) Die Horizontalverschiebungen des Gewächshauses in Rinnenrichtung in Rinnenhöhe müssen folgende Anforderung erfüllen (siehe Bild 7):

- $u_{h, //} \leq u_{h, sw, //, lim} + u_{h, r, //, lim}$;
- $u_{h, //} \leq h/75$;
- $u_{h, //} \leq 60 \text{ mm}$, nur für Verschiebungen unter Windeinwirkungen in Rinnenhöhe.

Dabei ist

$u_{h, //}$ die rechnerische Horizontalverschiebung des Gewächshauses in Rinnenrichtung in Rinnenhöhe;

$u_{h, sw, //, lim}$ der Grenzwert der Horizontalverschiebung der Seitenwand in Rinnenrichtung in Rinnenhöhe infolge des Freimaßes der Eindeckungselemente in der Seitenwand nach 11.1.2(3);

$u_{h, r, //, lim}$ der Grenzwert der Horizontalverschiebung des Dachs in Rinnenrichtung infolge des Freimaßes der Eindeckungselemente im Dach nach 11.1.2(5);

h die Stützenlänge zwischen Fundament und Rinne.

ANMERKUNG Die in 11.1.2(3) und 11.1.2(5) festgelegten Berechnungsverfahren liefern den Grenzwert für parallel zur Oberfläche und Neigung der Eindeckung verlaufende Verschiebungen. Verschiebungen eines Gewächshauses könnten auch durch Anlagen, die sich durch das Gewächshaus bewegen, begrenzt werden.

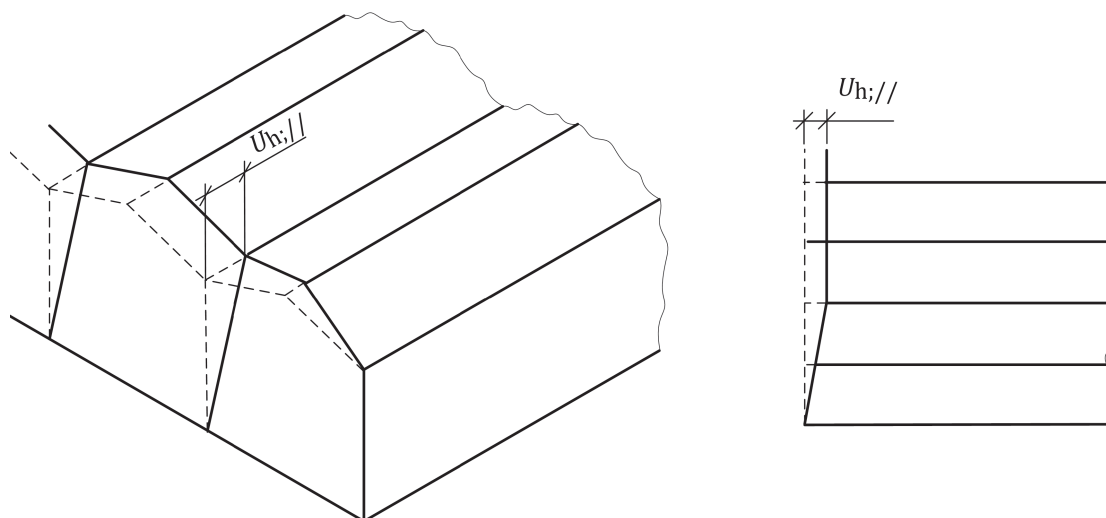


Bild 7 — Horizontalverschiebung eines Gewächshauses in Rinnenrichtung in Rinnenhöhe

(2) Die Horizontalverschiebungen des Gewächshauses in Rinnenhöhe rechtwinklig zur Rinnenrichtung muss die folgende Anforderung erfüllen (siehe Bild 8):

- $u_{h;\perp} \leq u_{h;gw;\perp;lim} + u_{h;r;\perp;lim}$;
- $u_{h;\perp} \leq h/75$;
- $u_{h;\perp} \leq 60 \text{ mm}$, nur für Verschiebungen unter Windeinwirkungen in Rinnenhöhe.

Dabei ist

- $u_{h;\perp}$ die rechnerische Horizontalverschiebung des Gewächshauses, rechtwinklig zur Rinnenrichtung in Rinnenhöhe;
- $u_{h;gw;\perp;lim}$ der Grenzwert der Horizontalverschiebung der Giebelwand rechtwinklig zur Rinnenrichtung in Rinnenhöhe infolge des Freimaßes der Eindeckungselemente in der Giebelwand, nach 11.1.2(4);
- $u_{h;r;\perp;lim}$ der Grenzwert der Horizontalverschiebung des Dachs rechtwinklig zur Rinnenrichtung infolge des Freimaßes der Eindeckungselemente im Dach, nach 11.1.2(6);
- h die Stützenlänge zwischen Fundament und Rinne.

ANMERKUNG Die in 11.1.2(4) und 11.1.2(6) festgelegten Berechnungsverfahren liefern den Grenzwert für parallel zur Oberfläche und Neigung der Eindeckung verlaufende Verschiebungen. Verschiebungen eines Gewächshauses könnten auch durch Anlagen, die sich durch das Gewächshaus bewegen, begrenzt werden.

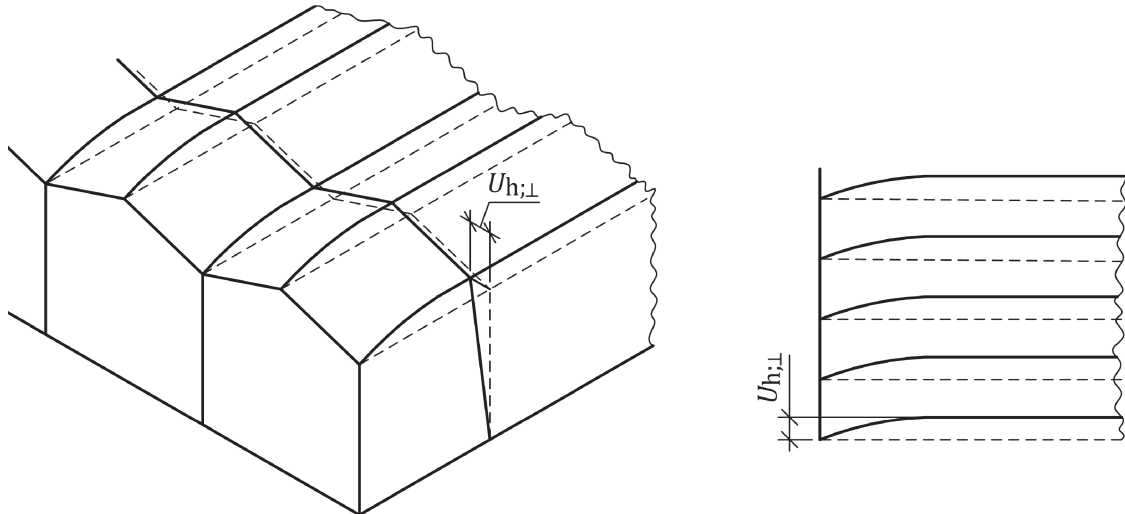


Bild 8 — Horizontalverschiebungen eines Gewächshauses rechtwinklig zur Rinne in Rinnenhöhe

(3) Der Grenzwert der Horizontalverschiebung $u_{h;sw;///;lim}$ der Seitenwand in Rinnenrichtung in Rinnenhöhe ist aus dem möglichen Spiel der Eindeckungselemente zwischen den Sprossen zu ermitteln (siehe Bild 9).

Bei der Ermittlung dieses Grenzwerts sind die Nennabmessungen der Länge und Breite der Eindeckungselemente und die in 8.2(5) beschriebenen Freimaße zu beachten.

Für Seitenwände mit Aussteifungen wird der Grenzwert $u_{h;sw;///;lim}$ in der Nähe der Aussteifungen mit dem Wert 0 angesetzt.

ANMERKUNG Für vierseitig gelagerte Eindeckungselemente kann der Grenzwert $u_{h;sw;||;lim}$ wie folgt angesetzt werden:

$$u_{h;sw;||;lim} = \left(c_{w;c;sw} + c_{h;c;sw} \frac{h_{c;sw}}{w_{c;sw}} \right) \frac{h}{h_{c;sw}} \quad \text{oder}$$

$$u_{h;sw;||;lim} = \frac{h}{w_{c;sw}} \sqrt{2 c_{w;c;sw} w_{c;sw}} \quad \text{wobei der kleinere Wert maßgebend ist.}$$

Dabei ist

$c_{h;c;sw}$ das Freimaß des Eindeckungselements rechtwinklig zur Längsrichtung der Seitenwand;

$c_{w;c;sw}$ das Freimaß des Eindeckungselements in Längsrichtung der Seitenwand;

$h_{c;sw}$ die Höhe des größten Eindeckungselements rechtwinklig zur Längsrichtung der Seitenwand;

$w_{c;sw}$ die Breite des größten Eindeckungselements in Längsrichtung der Seitenwand;

h die Länge der Stütze zwischen dem Fundament und der Rinne;

u_{lim} ist $u_{h;sw;||;lim}$ oder $u_{h;gw;\perp;lim}$ oder $u_{h;r;||;lim}$ oder $u_{h;r;\perp;lim}$.

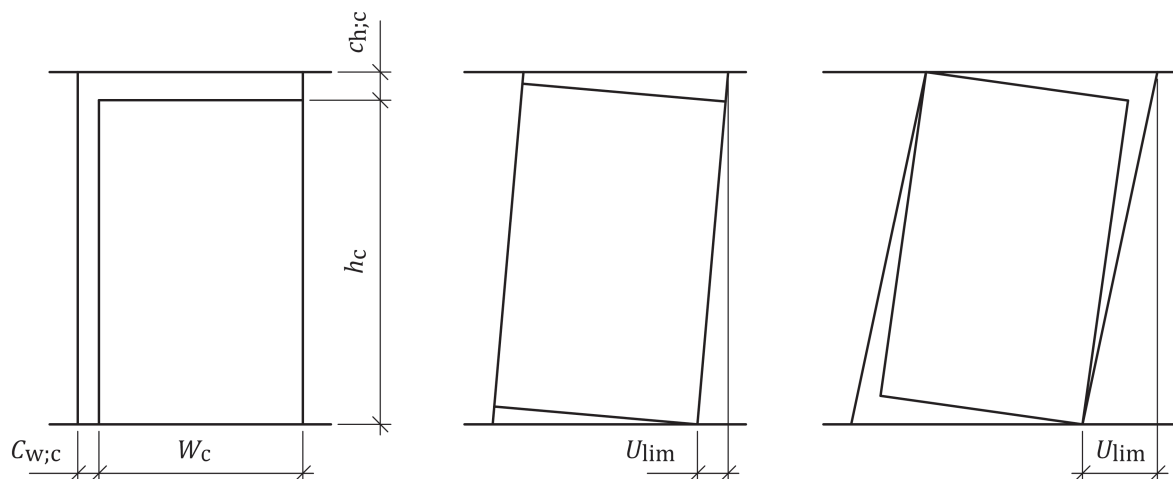


Bild 9 — Grenzwerte für das Spiel von Eindeckungselementen

(4) Der Grenzwert $u_{h;gw;\perp;lim}$ der Horizontalverschiebung der Giebelwand rechtwinklig zur Rinnenrichtung in Rinnenhöhe ist aus dem möglichen Spiel des Eindeckungselements zwischen den Sprossen zu ermitteln (siehe Bild 9).

Bei der Ermittlung dieses Grenzwerts sind die Nennabmessungen der Länge und Breite der Eindeckungselemente und die in 8.2(5) beschriebenen Maßabweichungen zu beachten.

Für Giebelwände mit Aussteifungen ist der Grenzwert $u_{h;gw;\perp;lim}$ in der Nähe der Verbände mit dem Wert 0 anzusetzen.