

ICS 65.040.30

Produktionsgewächshäuser

Commercial production greenhouses

Serres de production

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln eines Fachberichts erstellt.

Gesamtumfang 44 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Inhalt

Seite

Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Benennungen, Symbole und Abkürzungen	6
5 Klassifizierung von Produktionsgewächshäusern	8
5.1 Typ und geplante Nutzungsdauer	8
5.2 Teilsicherheitsbeiwerte und Bedeutungsbeiwerte	9
6 Einwirkungen auf Produktionsgewächshäuser	9
6.1 Allgemeines	9
6.2 Kombinationen von Einwirkungen	10
6.3 Ständige Einwirkungen, Installationslasten	10
6.4 Veränderliche Einwirkungen	10
6.4.1 Wind	10
6.4.2 Schnee	14
6.4.3 Nutzlasten, Einzellasten	19
6.4.4 Pflanzenlasten, Kulturlasten	20
6.5 Außergewöhnliche Einwirkungen	21
6.5.1 Außergewöhnliche Schneelasten	21
6.5.2 Erdbeben	21
6.5.3 Anpralllasten	21
7 Tragfähigkeit	22
7.1 Gründung	22
7.2 Unterkonstruktion	22
7.3 Dach und Wand	22
8 Gebrauchstauglichkeit, Verformungsgrenzen	22
9 Unterhaltung und Reparatur	23
Anhang A (normativ) Temperaturbeiwerte	25
A.1 Genauere Ermittlung von C_t bei Dacheindeckungen mit Nachweis der Wärmedurchgangskoeffizienten	25
A.2 Berechnung	26
Anhang B (normativ) Schneelast-Formbeiwerte für gewölbte Dächer von Gewächshäusern mit glatter Eindeckung	28
Anhang C (normativ) Berücksichtigung des Größeneinflusses auf die Windbeanspruchung	30
C.1 Strukturbeiwerte c_{scd} für die Gesamtwindkraft auf Lasteinzugsflächen quer zum Wind $b \times h > 10 \text{ m}^2$	30
C.2 Hinweise zur Ermittlung der Strukturbeiwerte c_{scd}	31
C.3 Korrelation Luv-Lee: Größeneinfluss in Richtung der Windströmung	32
Anhang D (normativ) Aerodynamische Beiwerte für Gewächshäuser mit glatter Eindeckung bis 10 m Firsthöhe	33
D.1 Bezeichnungen, Zoneneinteilung	33
D.2 Ein- und mehrschiffige Gewächshäuser mit symmetrischen Satteldächern	34
D.3 Ein- und mehrschiffige Gewächshäuser mit gewölbten Dächern	38
D.4 Zugehöriger Innendruck	42
Literaturhinweise	43

Vorwort

Dieser Fachbericht wurde vom Arbeitsausschuss NA 005-08-25 AA „Gewächshausbau (SpA zu CEN/TC 284)“ im DIN e.V. erarbeitet.

DIN SPEC 18071:2014-03, *Produktionsgewächshäuser* wird ergänzt durch DIN SPEC 18072:2014-03, *Verkaufsgewächshäuser* und entspricht damit dem Normungsumfang der DIN V 11535-1:1989-02, die Ende 2013/Anfang 2014 zurückgezogen wird. Die Bemessung nach diesen Fachberichten richtet sich nach den Regeln der Eurocodes (DIN EN 1990 bis DIN EN 1999). Das Sicherheitsniveau der bisherigen deutschen Gewächshausfachnorm DIN V 11535-1:1989-02 wird nicht unterschritten.

Wegen Vorbehalten zur Aktualität und Vollständigkeit der europäischen Gewächshausfachnorm EN 13031-1 wurden diese Fachberichte erstellt. Es ist beabsichtigt, diese beiden Dokumente als Vorschlag zur Aktualisierung und Überarbeitung der europäischen Gewächshausfachnorm EN 13031 einzureichen.

Einleitung

Der Eurocode EN 1990 bis EN 1999 räumt die Möglichkeit ein, eine Reihe von Anforderungen und Parametern aus empfohlenen Alternativen auszuwählen.

Die Regelungen in diesem Dokument basieren auf dem Bemessungskonzept der DIN EN 1990 und den relevanten Ausgangswerten nach DIN EN 1991, z.B. für Wind und Schnee unter Beachtung der Nationalen Anhänge, jedoch unter Nutzung der Wahlmöglichkeiten.

Es werden Anpassungen und Spezifizierungen gewächshaustypischer Besonderheiten vorgenommen. Produktionsgewächshäuser sind Sonderbauwerke zur Zucht von Pflanzen. Der besondere Lichtbedarf bedingt Leichtbauten mit transparenten, wärmedurchlässigen Eindeckungen bei betriebsbedingt erforderlicher Beheizung. Die geplante Nutzungsdauer und die Abmessungen der Anlagen werden unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimiert.

1 Anwendungsbereich

Dieser Fachbericht enthält Regelungen für den Entwurf, die Bemessung, die Ausführung und die Nutzung von kommerziellen Produktionsgewächshäusern.

Es handelt sich bei den besonderen Regelungen in diesem Dokument um ergänzende, nicht widersprechende Festlegungen zum Eurocode (DIN EN 1990 bis DIN EN 1999).

Brandschutzfragen werden in diesem Dokument nicht berührt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

DIN 18008, *Glas im Bauwesen, Bemessung und Konstruktionsregeln*

DIN EN 1990:2010-12, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010*

DIN EN 1990/NA:2010-12, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

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

DIN EN 1991/NA (alle Teile), *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*

DIN EN 1991-1-1:2010-12, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-1: Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Deutsche Fassung EN 1991-1-1:2002 + AC:2009*

DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke — Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau*

DIN EN 1991-1-3:2010-12, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen — Schneelasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-3:2003 + AC:2009*

DIN EN 1991-1-3/NA:2010-12, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen — Schneelasten*

DIN EN 1991-1-4:2010-12, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen — Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010*

DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen — Windlasten*

DIN EN 1991-1-7:2010-12, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-7: Außergewöhnliche Einwirkungen; Deutsche Fassung EN 1991-1-7:2006 + AC:2010*

DIN EN 1991-1-7/NA:2010-12, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-7: Außergewöhnliche Einwirkungen*

DIN EN 1992, *Eurocode 2: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbetonbauten*

DIN EN 1993, *Eurocode 3: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbauten*

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

DIN EN 1999, *Eurocode 9: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Aluminiumkonstruktionen*

DIN EN 1998, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*

ISO 4355:1998, *Bases for design of structures - Determination of snow loads on roofs*

TRLV, *Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen*¹⁾

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN 1990 bis DIN EN 1999 und die folgenden Begriffe.

3.1

Gewächshaus

Bauwerk zur gärtnerischen, forstwirtschaftlichen oder landwirtschaftlichen Nutzung, charakterisiert durch transparente lichtdurchlässige Eindeckung und Verkleidung zur Förderung des Pflanzenwachstums

ANMERKUNG 1 Zum Gewächshaus gehören Vordächer und Überdachungen ebenso wie An- oder Einbauten mit nichttransparenter Eindeckung.

ANMERKUNG 2 Bei Gewächshäusern sind zu unterscheiden:

- Produktionsgewächshäuser (Kulturgewächshäuser) nach DIN SPEC 18071;
- Verkaufs- und Schaugewächshäuser (Gartencenter) nach DIN SPEC 18072.

1) Erhältlich unter www.dibt.de.

3.2

Produktionsgewächshaus

Kulturgewächshaus

Bauwerk für die Zucht, Haltung und Pflege von Pflanzen (kommerzielle Pflanzenproduktion)

ANMERKUNG 1 Zutritt haben nur autorisierte Personen oder Personen in deren Begleitung. Die Anzahl der anwesenden Personen ist im Normalfall gering. Deren Anwesenheit ist eher kurzfristig (selten) als ständig.

ANMERKUNG 2 Zum Produktionsgewächshaus gehören auch Einbauten, z.B. für Heizung und Technik und sonstige betriebsnotwendige Räume, solange das Kriterium „seltene Anwesenheit autorisierter Personen“ erfüllt bleibt.

3.3

Folientunnel

Foliengewächshaus mit vorwiegend gewölbtem Dach ohne oder mit niedrigen Seiten- oder Sockelwänden, deren Höhe 20 % der Dachkappenbreite nicht wesentlich überschreitet

4 Benennungen, Symbole und Abkürzungen

ANMERKUNG Die verwendeten Symbole und Formelzeichen beruhen auf DIN EN 1990, DIN EN 1991 und DIN EN 1998.

Abkürzungen

GK	Geländekategorie, siehe DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12, Tabelle NA.B.1: GK I bis IV;
RP	Regelprofil, siehe DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12, NA.B.3.3: RP a) Binnenland, RP b) Küsten und Inseln der Ostsee, RP c) Inseln der Nordsee = GK I;
SLZ	Schneelastzone, siehe DIN EN 1991-1-3/NA:2010-12, Bild NA.1;
WZ	Windzone, siehe DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12, Bild NA.A.1;
0°-Wind:	Windrichtung senkrecht auf die Seitenwände, geneigten Luv- und Lee-Dachflächen;
90°-Wind:	Windrichtung senkrecht auf die Giebelwände, parallel zu First und Rinnen.

Lateinische Großbuchstaben

A	Höhenlage des Bauwerks über Meeresspiegel (Altitude);
C_{esl}	Beiwert für außergewöhnliche Schneelasten, z.B. Norddeutsches Tiefland (Nd. Tl.): $C_{\text{esl}} = 2,3$;
C_e	Umgebungskoeffizient, siehe DIN EN 1991-1-3/NA:2010-12, NDP zu 5.2(7): $C_e = 1$;
C_t	Temperaturbeiwert;
$G_k; g_k$	charakteristischer Wert einer ständigen Einwirkung;
$Q_k; q_k$	charakteristischer Wert einer veränderlichen Einwirkung;
$F_{H,\text{Seil}}$	Horizontalkomponente der Seilkraft;
K_{FI}	Bedeutungsbeiwert für Sicherheitsklasse (en: Force Importance);
H	Gesamthöhe eines Gewächshauses;
$I_v(z)$	Turbulenzintensität, siehe DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12, Tabelle NA.B.4 für RP a) und RP b), DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12, Tabelle NA.B.2 für RP c) = GK I bis GK IV;
$L(z)$	Integrallängenmaß der Turbulenz, siehe DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12, Abschnitt NA.C.1.2;
T	Innentemperatur in °C.

Lateinische Kleinbuchstaben

a	Lasteinwirkungsbreite, Zonenbreite;
b	Breite des Bauwerks, Breite der Lasteinzugsfläche bei Wind, Zonenbreite;
c_d	dynamischer Anteil des Strukturbeiwerts;
$c_s c_d$	Strukturbeiwert (Synonym: Böenreaktionsbeiwert);
c_{pe}, c_{pi}	aerodynamischer Beiwert für Außen- oder Innendruck (Druck oder Sog);
c_{fr}	aerodynamischer Reibungsbeiwert;
c_{prob}	Wahrscheinlichkeitsbeiwert (für jährliche Überschreitenswahrscheinlichkeit);
c_s	Größenanteil des Strukturbeiwerts;
$f_s(n)$	Anpassungsfaktor der Schneelast für die geplante Nutzungsdauer n ;
$f_s(\alpha)$	Korrekturfaktor für Temperaturbeiwert C_t für von $\alpha = 20^\circ$ abweichende Dachneigungen;
$f_W(n)$	Anpassungsfaktor des Winddrucks für die geplante Nutzungsdauer n : $f_W(n) = c_{prob}^2$;
$f_{w,red}$	Korrekturbeiwert für die horizontale Windlastresultierende hinterer Innendachkappen;
h	Höhe allgemein, Höhe der Lasteinzugsfläche bei Wind;
h_{dis}	Versatzhöhe;
h_D	Dachhöhe Satteldach eines Gewächshauses;
h_R	Dachhöhe gewölbtes Dach eines Gewächshauses;
h_T	Traufhöhe eines Gewächshauses;
l	Länge bzw. Tiefe des Bauwerks; Spannweite;
l_s	Länge eines Schneeverwehungskeils;
l_{Seil}	Seillänge;
n	geplante Nutzungsdauer bzw. Wiederkehrperiode, Bezugszeitraum;
n_K	Anzahl nebeneinander angeordneter Dachkappen;
n_{cr}	Anzahl nebeneinander liegender Eindeckungselemente;
q_b	Basiswindgeschwindigkeitsdruck $q_b = \rho / 2 \cdot v_b^2 = 1/1600 \cdot v_b^2 = 0,625 \cdot 10^{-3} \cdot v_b^2$ (mit: q_b in kN/m^2 und v_b in m/s);
$q_p(z)$	Böengeschwindigkeitsdruck;
s	Breite einer Dachkappe;
s_K	charakteristische Schneelast auf dem Boden (im Regelfall: Bezugszeitraum 50 Jahre);
$s_{K,n}$	charakteristische Schneelast am Boden für geplante Nutzungsdauer n : $s_{K,n} = f_s(n) \cdot s_K$;
$s_{i,n,t}$	veränderliche Dachschneelast unter Berücksichtigung der geplanten Nutzungsdauer und des Temperaturbeiwertes: $s_{i,n,t} = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot f_s(n) \cdot s_K$;
s_A	Außergewöhnliche Schneelast auf dem Boden: $s_A = C_{esl} \cdot s_K$;
$s_{A,i,t}$	Dachschneelast bei außergewöhnlichem Schneefall unter Berücksichtigung der geplanten Nutzungsdauer und des Temperaturbeiwertes: $s_{A,i,t} = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot f_s(n) \cdot s_A$;
v_b	Basiswindgeschwindigkeit $v_b = v_{b,0} \cdot c_{dir} \cdot c_{SEASON} \cdot c_{prob}$;
$v_{b,0}$	Grundwert der Basiswindgeschwindigkeit;
u	Horizontalverschiebung eines Bauteils oder Tragwerks;
w	Winddruck auf eine Fläche;
w	Gesamtbreite mehrschiffiger Dächer: $w = n_K \cdot s$;

w	Durchbiegung eines Bauteils;
z	Koordinate der Höhe über Grund;
z_e	Bezugshöhe zur Bestimmung der Winddrucks;
$z_{\min}$	Mindesthöhe des Profils des Böengeschwindigkeitsdrucks, siehe DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12, Tabelle NA.B.4 für RP a) und RP b); DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12, Tabelle NA.B.2 für RP c) = GK I bis GK IV;
z_s	Bezugshöhe zur Bestimmung des Strukturbeiwertes.

Griechische Kleinbuchstaben:

α	Dachneigungswinkel gegenüber der Horizontalen;
α_p	Profilexponent des Böengeschwindigkeitsdrucks, siehe DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12, NA.B.3.3 für RP a) und RP b); DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12, Tabelle NA.B.2 für RP c) = GK I bis GK IV;
β	Zielwert des Zuverlässigkeitsindex, siehe DIN EN 1990:2010-12, B.3.2;
β	laufender Tangentenneigungswinkel an Dachwölbungen ($\beta = 0^\circ$: Tangente horizontal; $\beta = 90^\circ$ Tangente vertikal);
ε	Exponent des Profils des Integrallängenmaßes, siehe DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12, Tabelle NA.C.1;
θ	laufender Öffnungswinkel gewölbtes Dach ($\theta = 0^\circ$: Rinne links; $\theta = 90^\circ$: First; $\theta = 180^\circ$ Rinne rechts);
ρ	Luftdichte, siehe DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12, NDP zu 4.5(1) Anmerkung 2: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ entspricht Normwert $\rho = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ kN/m}^2/(\text{m/s})^2$ für Luftdruck 1.013hPa, Temperatur 10°C , Höhe 0 m ü. NN;
μ	Formbeiwert der Schneelastverteilung auf dem Dach;
$\gamma_G; \gamma_Q; \gamma_A$	Teilsicherheitsbeiwerte Einwirkungen: ständig / veränderlich / außergewöhnlich;
$\psi_{0;1;2}$	Kombinationsbeiwerte veränderlicher Einwirkungen: selten / häufig / quasi ständig;

5 Klassifizierung von Produktionsgewächshäusern

5.1 Typ und geplante Nutzungsdauer

(1) Produktionsgewächshäuser (Kulturgewächshäuser) sind nach geplanter Nutzungsdauer und nach Art der Eindeckung den Gewächshausklassen nach Tabelle 1 zuzuordnen:

- Typ A: Gewächshäuser mit nicht flexibler Eindeckung, z.B. Glas oder Hartkunststoff,
- Typ B: Gewächshäuser mit flexibler Eindeckung, z.B. Folie.

Tabelle 1 — Klassen von Produktionsgewächshäusern

Klasse	Geplante Nutzungsdauer von höchstens n in Jahren			
	30 Jahre	15 Jahre	10 Jahre	5 Jahre
Typ A	A30	A15		
Typ B		B15	B10	B5

ANMERKUNG 1 Glasgewächshäuser sind für eine geplante Nutzungsdauer von mindestens $n = 15$ Jahren auszulegen.

ANMERKUNG 2 5 Jahre geplante Nutzungsdauer sind nur für einfache Konstruktionen mit begrenzter Standzeit bestimmt, z.B. für Wanderkappen, Schattenhallen oder Obstüberdachungen.

5.2 Teilsicherheitsbeiwerte und Bedeutungsbeiwerte

(1) Produktionsgewächshäuser (Kulturgewächshäuser) nach 3.2 sind nach DIN EN 1990:2010-12, Anhang B Tragwerke der Schadensfolgeklasse (Synonym: Versagensfolgeklasse) CC1, verknüpft mit der Zuverlässigkeitsklasse RC1 (Zielwert des Zuverlässigkeitsindex: $\beta = 3,3$ für Bezugszeitraum 50 Jahre).

(2) Im Sinne von DIN EN 1990/NA:2010-12, NDP zu A.1.3.1(1) dürfen die Teilsicherheitsbeiwerte der Einwirkungen mit folgenden Bedeutungsbeiwerten K_{FI} modifiziert werden:

- Ständige Einwirkungen: $K_{FI,G} = 0,9$;
- Veränderliche Einwirkungen: $K_{FI,Q} = 0,85$;
- Außergewöhnliche Einwirkungen: $K_{FI,A} = 0,8$.

6 Einwirkungen auf Produktionsgewächshäuser

6.1 Allgemeines

(1) Bei Entwurf, Berechnung, Bemessung und Konstruktion von Gewächshäusern sind alle Einwirkungen, die während der geplanten Nutzungsdauer des Gewächshauses auftreten können, nach DIN EN 1991 einschließlich DIN EN 1991/NA zu berücksichtigen.

(2) In Abschnitt 6 werden folgende gewächshaustypischen Besonderheiten festgelegt:

- Ständige Installationen $g_{k,2}$ nach 6.3;
- Nutzlasten, Einzellasten $Q_{k,4}$ nach 6.4.3;
- Pflanzenlasten, Kulturlasten und Kulturrinnenlasten $q_{k,3}$ und $\Delta q_{k,3}$ nach 6.4.4;
- Schneelasten nach 6.4.2 und 6.5.1:
 - Einfluss der geplanten Nutzungsdauer nach 6.4.2.2;
 - Abtauen von Schnee bei Gewächshäusern mit transparenter, wärmedurchlässiger Eindeckung und garantierter Beheizung ($C_t < 1$) nach 6.4.2.3, 6.5.1 und 6.5.2;
 - Mindestdachsneelast nach 6.4.2.4;

- Abrutschen und Anhäufung von Schnee bei Gewächshäusern mit transparenter, wärmedurchlässiger Eindeckung und sichergestellter Beheizung ($C_t < 1$) nach 6.4.2.5 und 6.5.1;
- Windlasten nach 6.4.1:
 - Einfluss der geplanten Nutzungsdauer nach 6.4.1.2;
 - Größeneinfluss auf die Unterkonstruktion nach 6.4.1.3;
 - Aerodynamische Beiwerte c_{pe} und $c_{pe,l}$ für die Windbeanspruchung von Standard-Produktionsgewächshausbauten mit glatter Eindeckung bis 10 m Firsthöhe nach 6.4.1.4.

6.2 Kombinationen von Einwirkungen

- (1) Die Kombination von Einwirkungen erfolgt im Sinne von DIN EN 1990:2010-12, Anhang A1 unter Beachtung von DIN EN 1990/NA, wobei physikalische und betriebliche Besonderheiten, die sich aus der Art der Einwirkung ergeben, berücksichtigt werden können.
- (2) Im Sinne von DIN EN 1990:2010-12, A.1.2.1, kann auf die Kombination von vertikalen Einzellasten für das Betreten der Dachrinne zur Reparatur und Wartung nach 6.4.3(2) mit Schnee oder mit Wind verzichtet werden.
- (3) Beheizte Gewächshäuser mit transparenter, wärmedurchlässiger Eindeckung (Warmhäuser mit $C_t < 1$ nach 6.4.2.2) sind im Betriebszustand schneefrei (Voraussetzung für Pflanzenwachstum). In diesem Fall kann auf die Kombination Schnee und Wind oder Schnee und Erdbeben verzichtet werden.

6.3 Ständige Einwirkungen, Installationslasten

- (1) Ständige Einwirkungen sind Einwirkungen aus dem Eigengewicht der Konstruktion einschließlich nichttragender Bauelemente nach DIN EN 1991-1-1 unter Beachtung von DIN EN 1991-1-1/NA.
- (2) Zu ständig vorhandenen Installationen zählen Schattierungseinrichtungen, Heizung, Kühlung, Lüftung, Ventilation, Beleuchtung, Be- oder Entwässerung.
- (3) Ständige Installationen sind bei Gewächshäusern der Klassen A30, A15 und B15 (siehe Tabelle 1) mit folgender Mindestlast je m^2 Grundfläche zu berücksichtigen.

Mindestwert der Installationslasten: $g_{k,2} = 0,07 \text{ kN/m}^2$

- (4) Die Art der Befestigung von Installationen ist ggf. bei den Nachweisen der Standsicherheit zu berücksichtigen.
- (5) Größere oder anders geartete Beanspruchungen sind vom Hersteller / Betreiber festzulegen. Das gilt insbesondere für Transporteinrichtungen, Außenschattierungen oder Photovoltaik-Anlagen.

6.4 Veränderliche Einwirkungen

6.4.1 Wind

6.4.1.1 Allgemeines

- (1) Für die Windlast sind standortspezifische Grund- bzw. Basiswerte nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 unter Berücksichtigung von DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 zugrunde zu legen. Die Grundwerte der Basiswindgeschwindigkeit $v_{b,0}$ und alle daraus abgeleiteten Geschwindigkeitsdrücke gelten für Bezugszeiträume von 50 Jahren.

(2) Bezugshöhe z_e zur Bestimmung des Böengeschwindigkeitsdrucks ist bei Gewächshäusern mit Satteldach die Firsthöhe: $z_e = H$. Bei Gewächshäusern mit gewölbtem Dach ist der Mittelwert zwischen Trauf- und Firsthöhe, mindestens jedoch 75 % der Firsthöhe anzunehmen: $z_e = (H + h_T) / 2 \geq 0,75 H$.

6.4.1.2 Einfluss der geplanten Nutzungsdauer

(1) Die geplanten Nutzungsdauern von klassifizierten Produktionsgewächshäusern nach Tabelle 1 können nach DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12, NDP zu 4.2 (2)P, Anmerkung 5 mit dem Wahrscheinlichkeitsbeiwert c_{prob} für die Windgeschwindigkeit oder dem Anpassungsfaktor $f_w(n)$ für den Winddruck berücksichtigt werden, siehe Gleichung (1 bis 5), Tabelle 2 und Bild 1.

Nach DIN EN 1991-1-4/NA ist: $c_{\text{prob}} = (1 - 0,1 \cdot \ln(1/n)) / 1,3912$ (1)

Dabei gilt auch:

Grundwert der Basiswindgeschwindigkeit: $v_{b,0,n} = v_{b,0} \cdot c_{\text{prob}}$ (2)

Basiswindgeschwindigkeit: $v_{b,n} = v_b \cdot c_{\text{prob}} = (v_{b,0} \cdot c_{\text{dir}} \cdot c_{\text{SEASON}}) \cdot c_{\text{prob}}$ (3)

Basiswindgeschwindigkeitsdruck: $q_{b,n} = \rho/2 \cdot v_{b,n}^2 = (\rho/2 \cdot v_b^2) \cdot c_{\text{prob}}^2 = q_b \cdot f_w(n)$ (4)

Böengeschwindigkeitsdruck: $q_{p,n}(z_e) = q_p(z_e) \cdot f_w(n)$ mit: $f_w(n) = c_{\text{prob}}^2$ (5)

Tabelle 2 — Wind-Anpassungsfaktoren für Produktionsgewächshäuser

Anpassungsfaktor	Geplante Nutzungsdauer n in Jahren			
	30 Jahre	15 Jahre	10 Jahre	5 Jahre
c_{prob} für Geschwindigkeiten v	0,963	0,914	0,884	0,835
$f_w(n)$ für Winddrücke q	0,928	0,834	0,782	0,696

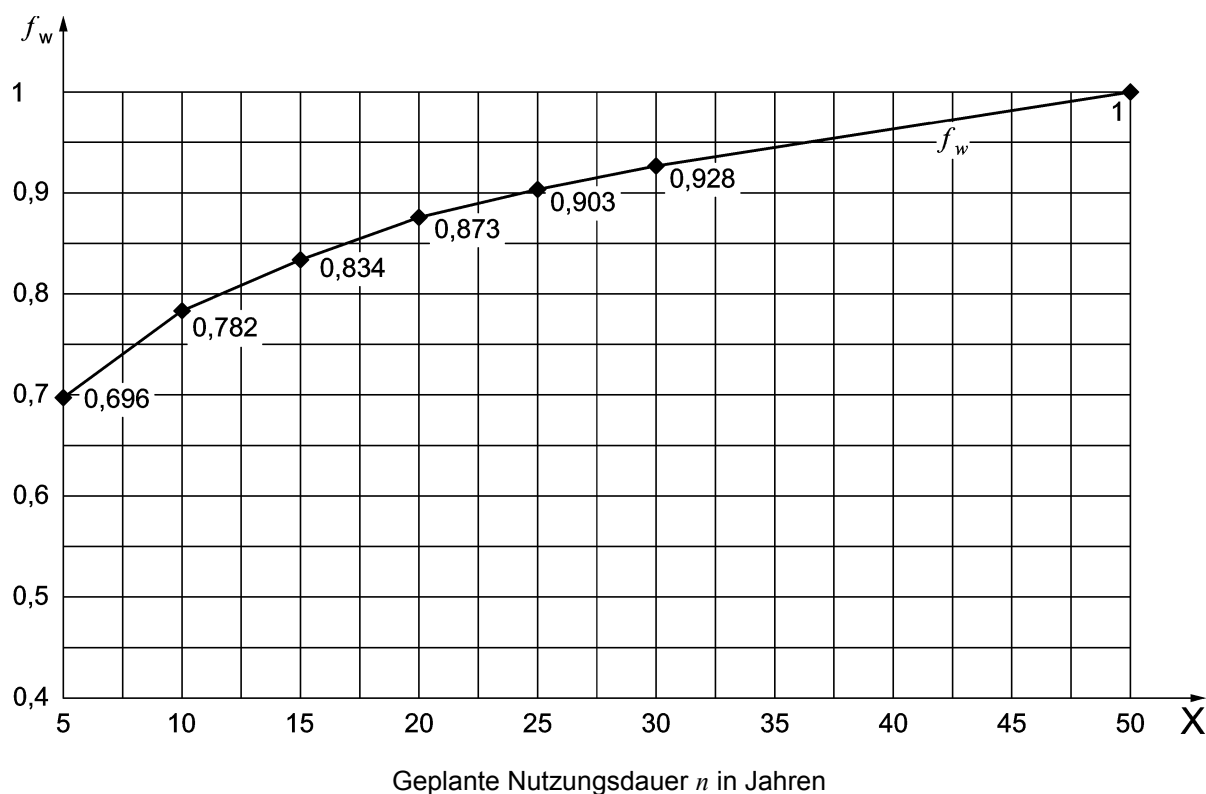


Bild 1 — Anpassungsfaktor $f_w(n)$ für die geplante Nutzungsdauer bei Windlasten

6.4.1.3 Größeneinfluss

(1) Bei großflächigen Gewächshäusern treten die Bemessungswerte der Böenspitzen nicht an allen Flächen gleichzeitig auf. Über durchlaufende Bau- und Tragwerksteile, wie z.B. Querrahmen, Dachrinnen, Pfetten, Firstprofile und Wandriegel sind Lastumverteilungen möglich.

(2) Herkömmliche Gewächshauskonstruktionen können im Sinne von DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12, NA.C.2(4) als nicht schwingungsanfällig gelten.

(3) Zum Nachweis innerer Gebäudeaussteifungssysteme und Innenfundamente kann die Windwirkung auf die Unterkonstruktion großer Gewächshäuser entsprechend DIN EN 1991-1-4:2010-12, Abschnitt 6 unter Beachtung von DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 mit Strukturbeiwerten $c_s c_d$ abgemindert werden.

(4) Der Größeneinfluss auf die Horizontalkraft H_w ist für die Summe aller Windkraftkomponenten (Außendruck, Innendruck, Reibung) wirksam. Da der Innendruck bei regelmäßigen, geschlossenen Standard-Gewächshausbauformen keinen Beitrag leistet, verbleiben im Regelfall die Horizontalkräfte infolge Außendruck (bei 0°-Wind) bzw. infolge Außendruck und Reibung (bei 90°-Wind) nach Gleichung (6) und (7).

$$0^\circ\text{-Wind} : H_{w,k} = q_{p,n} \cdot c_s c_{d,0^\circ} \cdot \sum (c_{pe,i} \cdot A_{ref,i}) \quad (6)$$

$$90^\circ\text{-Wind} : H_{w,k} = q_{p,n} \cdot c_s c_{d,90^\circ} \cdot \sum (c_{pe,i} \cdot A_{ref,i} + c_{fr,j} \cdot A_{fr,j}) \quad (7)$$

Dabei ist 0°-Wind die Windrichtung senkrecht auf die Seitenwand;

90°-Wind die Windrichtung senkrecht auf die Giebelwand, parallel zum First;

$q_{p,n}$ der Böenwindgeschwindigkeitsdruck in kN/m² für die geplante Nutzungsdauer n ;

$c_{pe,i}, c_{fr,j}$ die aerodynamischen Beiwerte (Außendruck bzw. Reibung) der Einzelfläche i bzw. j ;

$A_{\text{ref},i}$; $A_{\text{fr},j}$ die maßgebenden Bezugsflächen i bzw. j für Außendruck bzw. Reibung zur Ermittlung der horizontalen Resultierenden.

(5) Für die Unterkonstruktion von Standard-Produktionsgewächshäusern sind in Anhang C Strukturbeiwerte $c_{\text{s}}c_{\text{d}}$ zusammengestellt.

(6) Für den Nachweis von Einzelbauteilen in und unter der Dacheindeckung und Wandverkleidung ist $c_{\text{s}}c_{\text{d}} = 1$ zu setzen. Dazu zählen z.B. Eindeckung, Sprossen, First, Dachrinnen, Pfetten und Wandriegel, aber auch Dachständer, Giebel- oder Seitenwandstützen. Ungeachtet dessen können die Stützen auch Bestandteil von Gebäudeaussteifungssystemen sein, für deren Nachweis unter dort gegebener Beanspruchung $c_{\text{s}}c_{\text{d}} < 1$ verwendet werden darf.

6.4.1.4 Aerodynamische Beiwerte

(1) Die aerodynamischen Beiwerte sind im Allgemeinen DIN EN 1991-1-4:2010-12 und DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 zu entnehmen.

(2) Für dort nicht geregelte Standard-Produktionsgewächshausbauten stehen in Anhang D besondere aerodynamische Beiwerte zur Verfügung. Diese Beiwerte gelten nur für Gewächshäuser bis 10 m Firsthöhe, mit symmetrischen Satteldächern mit Dachneigungen zwischen 20° und 26° (Typ Venlo oder Breitbinder)²⁾ oder mit gewölbten Dächern und mit vorwiegend glatter Eindeckung, z.B. Folie, Kunststoff oder Glas.

(3) Vorwiegend glatt heißt, dass bei mehrschiffigen Dächern nicht mehr als $(1,5/n_{\text{K}}) \cdot 100\%$ der Dachgrundfläche mit einem rauen Material, z.B. profilierten Sandwichplatten, eingedeckt sein darf, wobei n_{K} die Anzahl der Dachkappen ist.

(4) Für Dachneigungen zwischen 26° und 30° dürfen die aerodynamischen Beiwerte in D.2 ebenfalls verwendet werden, wenn der Druckbeiwert an der 1. Dachkappe Zone A (Luv) auf $c_{\text{pe}} = +0,4$ erhöht wird. Der Alternativwert Sog der 1. Dachkappe Zone A (Luv) kann extrapoliert werden.

(5) Sind Wände (z.B. Sockelwände) niedriger als 20 % der Dachkappenbreite $h_{\text{T}} < 0,2 s$, so ist das Gewächshaus als Tunnel einzuordnen. Für die Sockelwände gelten die Wandbeiwerte nach Tabelle D.5.

(6) Für Gewächshäuser mit ein- und mehrschiffigen Satteldächern nach D.2 sind in Tabelle D.2 globale Außendruckbeiwerte c_{pe} zur Berechnung der Unterkonstruktion angegeben. Die erhöhten örtlichen Sogbeiwerte $c_{\text{pe},\text{l}}$ nach Tabelle D.4 dienen vorrangig zum Nachweis der Eindeckung und ihrer Befestigungen.

(7) Für Gewächshäuser mit ein- und mehrschiffigen gewölbten Dächern und für Tunnel nach D.3 sind in den Tabellen D.5 und D.7 (für Tunnel) vom laufenden Öffnungswinkel abhängige globale Außendruck- und Sogbeiwerte c_{pe} gegeben. Für Folieneindeckungen ohne Abhebesicherung am First und für flache Bögen mit $h_{\text{R}}/s < 0,35$ sind die erhöhten Sogbeiwerte im Firstbereich (Zone A^a) zu verwenden. Die erhöhten örtlichen Sogbeiwerte $c_{\text{pe},\text{l}}$ nach Tabelle D.6 und D.8 (für Tunnel) dienen vorrangig zum Nachweis der Eindeckung und ihrer Befestigungen.

(8) Der erhöhte örtliche Randsog $c_{\text{pe},\text{l}}$ für 90°-Wind am Dach (Zonen EE und FF) nach Tabelle D.4, D.6 und D.8 ist jedoch bis in die Unterkonstruktion weiterzuverfolgen, insbesondere für den Nachweis der Befestigungen von Dachrinnen, Giebel- und Seitenwandstützen.

(9) Für Zwischenwerte von α , h_{T}/s und h_{T}/w darf linear interpoliert werden.

(10) Zu den besonderen Außendruckbeiwerten von Gewächshäusern nach D.2 und D.3 gehören die besonderen Innendruckbeiwerte nach D.4, Tabelle D.9. Sie gelten für Standard-Produktionsgewächshäuser ohne Besonderheiten hinsichtlich der Luftdichtheit. Für andere Fälle wird auf DIN SPEC 18072:2014-03, 6.4.1.2 verwiesen.

2) Venlo und Breitbinder sind Beispiele für handelsübliche Produkte. Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieses Fachberichtes und bedeutet keine Anerkennung der genannten Produkte durch DIN.

(11) Als Reibungsbeiwert für glatte Dach- oder Wandflächen aus Glas, Kunststoff oder Folie gilt: $c_{fr} = 0,01$.

6.4.2 Schnee

6.4.2.1 Allgemeines

(1) Für die Schneelasten sind standortspezifische Bezugsschneelasten nach DIN EN 1991-1-3:2010-12 und DIN EN 1991-1-3/NA:2010-12 ggf. unter Beachtung zusätzlicher bauaufsichtliche Festlegungen zugrunde zu legen. Sie gelten für einen Bezugszeitraum von 50 Jahren.

6.4.2.2 Einfluss der geplanten Nutzungsdauer

(1) Die geplanten Nutzungsdauern von klassifizierten Produktionsgewächshäusern nach Tabelle 1 können im Sinne von DIN EN 1991-1-3:2010-12, Anhang D, nach Gleichung (8 bis 10), Tabelle 3 und Bild 2 berücksichtigt werden.

Charakteristische Schneelast auf dem Boden in kN/m^2 : $s_{k,n} = f_s(n) \cdot s_k$ (8)

(2) Für typische Produktionsgewächshausstandorte in Schneelastzone SLZ 1, 1a und 2 mit einem Variationskoeffizienten der Schwankung der jährlichen Höchstsneelast von mindestens $V = 0,5$ ergibt sich im Regelfall der Anpassungsfaktor $f_s(n)$ nach Gleichung (9):

$$f_s(n) = 0,3369 - 0,1695 \cdot \ln(1/n) \quad (9)$$

(3) In schneereichen Gebieten in SLZ 2a und 3 in höheren Lagen mit $A > 600$ m mit geringen Schwankungen der jährlichen Höchstsneelast wird die Untergrenze von $\min V = 0,2$ empfohlen, wenn keine genaueren Informationen vorliegen. Damit ergibt sich die Obergrenze des Anpassungsfaktors $\max f_s(n)$ nach Gleichung (10).

$$\max f_s(n) = 0,5987 - 0,1026 \cdot \ln(1/n) \quad (10)$$

Tabelle 3 — Schnee-Anpassungsfaktoren für Produktionsgewächshäuser

Anpassungsfaktor für Schneelasten s_k auf dem Boden		Geplante Nutzungsdauer von höchstens n in Jahren			
		30 Jahre	15 Jahre	10 Jahre	5 Jahre
Regelfall für $V \geq 0,5$	$f_s(n)$	0,913	0,796	0,727	0,610
Obergrenze für $0,2 \leq V < 0,5$	$\max f_s(n)$	0,948	0,876	0,835	0,764