

Individuelle Kalkulation des Investitionsbedarfs für Gewächshausanlagen

1 Einleitung und Erklärungen

Dieses Arbeitsblatt gibt Informationen zum Investitionsbedarf von Produktions- und Verkaufsgewächshausanlagen. Die angegebenen Werte stellen Mittelwerte einer weiten Spanne dar, die besonders durch unterschiedliche Regionen und Bundesländer bedingt sind. Die Werte sind nach Komponenten aufgeteilt, aus denen Gewächshausanlagen zusammengestellt werden können. Wesentlich ist, dass jede Komponente einmal berücksichtigt werden muss. Dieses Vorgehen vermeidet, dass wichtige Positionen übersehen werden.

In den Tabellen sind die von den Versorgungsunternehmen in der Regel erhobenen Anschlusskosten für Strom/Wasser/Gas usw. sowie die Kosten für das Grundstück und dessen Herrichtung und Erschließung nicht enthalten. Diese müssen also bei den Kalkulationen zusätzlich berücksichtigt werden.

Der Investitionsbedarf von Gewächshausanlagen setzt sich aus drei Teilen zusammen:

1. Der Investitionsbedarf für die Gewächshaushülle und der notwendigen Inneneinrichtungen. Diese Werte werden in € je m^2 Gewächshausgrundfläche ausgewiesen.
2. Der Investitionsbedarf für die Beheizung der Gewächshäuser.

Diese Werte hängen im Wesentlichen von den benötigten Innentemperaturen, dem Standort und der Gewächshausgröße ab und werden in € je kW Heizleistung angegeben.

3. Der Investitionsbedarf für Zusatzeinrichtungen in Produktions- und Verkaufsgewächshäusern. Diese Werte werden in € je m^2 Grundfläche der Einrichtung angegeben.

Sowohl für die Komponenten der Gewächshaushülle als auch für die Heizanlage sowie die Zusatzeinrichtungen ergeben sich Degressionseffekte des spezifischen Investitionsbedarfs (€/m^2 bzw. €/kW) mit der Größe der Anlage.

Die angegebenen Zahlen basieren auf Informationen und schriftlichen Mitteilungen von Herstellern und Gartenbauberatern, Angeboten von Ausschreibungen, KTBL-Veröffentlichungen, Ergebnissen aus Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, Lehrbüchern und gartenbautechnischen Gutachten. Sie stellen gemittelte Werte über eine teilweise große Preisspanne dar. Erhebungszeitraum sind die Jahre 2012 und 2013. Die Daten wurden für den Standort Deutschland erhoben.



Venlogewächshaus in der Bauphase (Foto: Gakon Horticultural Projects, Wateringen)



Verkaufsgewächshaus (Gartencenter) in typischer Gewächshausbauweise (Foto: Rabensteiner GmbH, Schorndorf)

2 Berechnung des Wärmebedarfs des Gewächshauses (notwendige Heizleistung)

Der Wärmebedarf ist die Heizleistung, die eine Heizungsanlage erbringen muss, um bei einer bestimmten Außentemperatur eine gewünschte Innentemperatur im Gewächshaus zu halten. Die für die Dimensionierung einer Heizungsanlage festgelegten Bedingungen bezeichnet man als Auslegungsfall. Um die notwendige Heizleistung zu ermitteln, müssen für die Wärmeverteilungsverluste vom Kesselhaus zu den Gewächshäusern entsprechende Zuschläge zum Gesamtwärmebedarf im Auslegungsfall (z. B. 1 bis 3 %) berücksichtigt werden. Der Wärmebedarf wird in Watt [W], Kilowatt [kW] oder Megawatt [MW] angegeben. Die Berechnung des Wärmebedarfs einer Gewächshausanlage erfolgt vereinfacht nach der Formel:

$$\Phi_{cs} = U_{cs} \cdot A_s \cdot \Delta T$$

$$A_s = A_g \cdot F$$

Erläuterung:

- Φ_{cs} = Gesamtwärmebedarf [W]
- U_{cs} = Wärmeverbrauchs-/bedarfskoeffizient [W/(m² K)]
- A_s = Hüllfläche (Außenfläche) des Gewächshauses [m²]
oder
Grundfläche (A_g) [m²] · Hüllflächenfaktor F [-]
- ΔT = Auslegungstemperaturdifferenz $\theta_i - \theta_a$ [K],
 Δ in °C $\equiv \Delta$ in K
- θ_i = Gewünschte Innentemperatur im Auslegungsfall [°C]
- θ_a = Außentemperatur im Auslegungsfall [°C]

In den nachfolgenden Tabellen sind Standardwerte für die Faktoren U_{cs} (Tabelle 1), F (Tabelle 2) und θ_a (Tabelle 3) aufgeführt. Bei der Angabe der U_{cs} -Werte wurden zusätzliche Energiesparmaßnahmen (PE-Folie, Noppenfolie, Energieschirm) zur Minimierung des Risikos nur mit der halben Einsparwirkung berücksichtigt. Detailliertere Berechnungen zum Wärmebedarf sind unter Berücksichtigung der DIN EN 12831 auszuführen.

Wenn die Hüllfläche aus Kombinationen verschiedener Materialien (z. B. Doppelglas an den Steh- und Giebelwänden und Einfachglas im Dachraum) besteht, sind die U_{cs} -Werte anteilig auf die Fläche anzurechnen. Zu berücksichtigen ist dabei, dass sich das Verhältnis zwischen Dach

und Stehwand in Abhängigkeit von der Grundfläche verändert. Eine Zunahme der Grundfläche verschiebt das Verhältnis zugunsten der Dachfläche. Anhaltswerte liefert dazu Tabelle 2, wo Hüllflächenfaktoren für die verschiedenen Flächenanteile des Gewächshauses aufgelistet sind. Sie gelten für ein Venlogewächshaus mit einer Kappenbreite von 4 m (können aber auch für andere Kappenbreiten eingesetzt werden). Für eine exakte Berechnung des Verhältnisses sind die sich ergebenden Flächen des Gewächshauses einzeln zu berechnen (VON ZABELTITZ 1986).

3 Ermittlung des Investitionsbedarfs

In den drei folgenden Tabellen ist der Investitionsbedarf für die Hülle und Inneneinrichtung (Tabelle 4), für die Wärmeerzeugung und -verteilung (Tabelle 5) und für Zusatzeinrichtungen von Gewächshausanlagen (Tabelle 6) aufgelistet. Unter jeder Zeile der Bezeichnung der Komponente sind jeweils kurze Beschreibungen der berücksichtigten Teile, Verfahren und Teilkomponenten aufgelistet. Es wird nach verschiedenen Grundflächengrößen oder Heizleistungen aufgeteilt. Zur Ermittlung des Gesamtinvestitionsbedarfs ist jeweils eine Komponente einer Gruppe (z. B. Gewächshauskonstruktion oder Energieschirm/Schattierung) auszuwählen, der spezifische Investitionsbedarf (€/m² oder €/kW) mit der Größe zu multiplizieren und zur Gesamtsumme zu addieren. In Kapitel 4 ist eine Beispielsanlage kalkuliert.

Die angegebenen Werte sind jeweils Anhaltswerte und können im Einzelfall unter- bzw. auch überschritten wer-

Tab. 1: U_{cs} -Werte zur Berechnung des Wärmebedarfs

Material und Wärmedämmmaßnahme	U_{cs} -Wert W/(m ² K)
Einfachglas	7,6
Einfachglas + PE-Folie ¹⁾	6,5
Einfachglas + Noppenfolie ¹⁾	6,2
Einfachglas + Energieschirm ¹⁾	6,1
Einfachfolie	7,0
Doppelglas	4,7
Kunststoffstegdoppelplatten	4,6
Doppelfolie	5,1

¹⁾ Energieeinsparwirkung nur zur Hälfte berücksichtigt.

Tab. 2: Hüllflächenfaktoren (F-Werte) für verschiedene Gewächshausgrößen und Stehwandhöhen

Gewächshaus- grundfläche m ²	Hüllflächenfaktor F [-] ¹⁾								
	Stehwandhöhe 3 m			Stehwandhöhe 4 m			Stehwandhöhe 5 m		
	Gesamthaus	Dachfläche	Stehwand- und Giebelfläche	Gesamthaus	Dachfläche	Stehwand- und Giebelfläche	Gesamthaus	Dachfläche	Stehwand- und Giebelfläche
1 000	1,51	1,10	0,41	1,64	1,10	0,54	1,76	1,10	0,66
5 000	1,28	1,10	0,18	1,34	1,10	0,24	1,40	1,10	0,30
10 000	1,23	1,10	0,13	1,27	1,10	0,17	1,31	1,10	0,21
40 000	1,16	1,10	0,06	1,18	1,10	0,08	1,20	1,10	0,10

¹⁾ Annahmen für die Berechnung: Venlogewächshaus mit einer Kappenbreite von 4 m, quadratische Grundfläche, Dachneigung von 25,1°.

den. Sie sind Nettopreise (ohne MwSt) und beinhalten die Installation. Die angegebenen Werte können als Richtwerte fungieren, ersetzen aber nicht im Einzelfall eine Projektierung und die genaue Kalkulation mit eingeholten Angebotspreisen.

Um die Kostendegression bei größeren Gewächshausanlagen zu berücksichtigen, wurden unterschiedliche Standardgrößen angenommen. Liegt die zu kalkulierende Gewächshausgröße oder Heizleistung zwischen den einzelnen Größen, so muss interpoliert werden. Ist die Anlage größer als die angegebene Maximalgröße, sollte der Wert der Maximalgröße (40 000 m² oder 5 000 kW) veranschlagt werden. Analog ist bei Anlagen, die kleiner sind als die Minimalgröße, der Minimalwert zu verwenden.

Ergänzend zu diesem Arbeitsblatt bietet das KTBL auf seiner Internetseite (www.ktbl.de) das Kalkulationsprogramm Baukost-Gewächshäuser an, mit dem der Investitionsbedarf und Jahreskosten von Gewächshausanlagen online berechnet werden kann.

Tab. 3: θ_a -Werte (Normaußentemperatur nach DIN EN 12831, Beiblatt 1) von ausgewählten Standorten

Standort	Temperatur [°C]
Berlin	-14
Düsseldorf	-10
Erfurt	-14
Frankfurt/Main	-12
Hannover	-14
München	-16
Oldenburg	-10
Schwerin	-12
Stuttgart	-12



Folienhaus mit beidseitiger Seitenlüftung (Foto: Götsch & Fälschle GmbH, Alerheim)



Cabriogewächshaus in der Bauphase (Foto: VDH Foliekassen BV, Hazerswoude-Dorp)

Wärmebedarfsermittlung (Rechenbeispiele):

1. Für ein 5 000 m² großes Venlogewächshaus (5 m Stehwandhöhe) mit Einfachglasbedachung am Standort Oldenburg ergibt sich bei einer gewünschten Innentemperatur von 20 °C ein ΔT von 30 K.

Formel	Beispiel
Wärmeverbrauchs-/Wärmebedarfskoeffizient (U_{cs})	$U_{cs} = 7,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
Hüllfläche (Außenfläche) des Gewächshauses (A_s)	$A_s = A_g \cdot F$
Grundfläche (A_g)	$A_g = 5\,000 \text{ m}^2$
Hüllflächenfaktor (F)	$F = 1,40$
Auslegungstemperaturdifferenz $\theta_i - \theta_a$ (ΔT)	$\Delta T = \theta_i - \theta_a$
Gewünschte Innentemperatur im Auslegungsfall (θ_i)	$\theta_i = 20 \text{ °C}$
Außentemperatur im Auslegungsfall (θ_a)	$\theta_a = -10 \text{ °C}$
Wärmebedarf (Φ_{cs})	
$= U_{cs} \cdot A_s \cdot \Delta T$	
$= U_{cs} \cdot A_g \cdot F \cdot (\theta_i - \theta_a)$	$= 7,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}) \cdot 5\,000 \text{ m}^2 \cdot 1,40 \cdot (20 \text{ °C} - (-10 \text{ °C})) = 1\,596\,000 \text{ W}$ oder 1 596 kW

Bei Berücksichtigung von Verteilungsverlusten von 3 % ergibt sich eine notwendige Heizleistung von:

$$\Phi_{cs} = 1\,596 \text{ kW} \cdot 1,03 = 1\,644 \text{ kW} \text{ oder } 1,64 \text{ MW.}$$

2. Eine Gewächshausanlage mit 1 000 m² (Stehwandhöhe 3 m) Grundfläche am Standort Hannover mit Einfachglasbedachung und Energieschirmeinsatz soll auf eine Innentemperatur von 20 °C ausgelegt werden ($\Delta T = 34$ K).

Formel	Beispiel
Wärmeverbrauchs-/Wärmebedarfskoeffizient (U_{cs})	$U_{cs} = 6,1 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
Hüllfläche (Außenfläche) des Gewächshauses (A_S)	$A_S = A_g \cdot F$
Grundfläche (A_g)	$A_g = 1\,000 \text{ m}^2$
Hüllflächenfaktor (F)	$F = 1,51$
Auslegungstemperaturdifferenz $\theta_i - \theta_a$ (ΔT)	$\Delta T = \theta_i - \theta_a$
Gewünschte Innentemperatur im Auslegungsfall (θ_i)	$\theta_i = 20 \text{ °C}$
Außentemperatur im Auslegungsfall (θ_a)	$\theta_a = -14 \text{ °C}$
Wärmebedarf (Φ_{cs}) $= U_{cs} \cdot A_S \cdot \Delta T$ $= U_{cs} \cdot A_g \cdot F \cdot (\theta_i - \theta_a)$	$= 6,1 \text{ W/(m}^2 \text{ K)} \cdot 1\,000 \text{ m}^2 \cdot 1,51 \cdot (20 \text{ °C} - (-14 \text{ °C}))$ $= 313\,174 \text{ W oder } 313 \text{ kW}$

Bei Berücksichtigung von Verteilungsverlusten von 3 % ergibt sich eine notwendige Heizleistung von:

$$\Phi_{cs} = 313 \text{ kW} \cdot 1,03 = 322 \text{ kW.}$$

Wird auf den Energieschirm verzichtet und an 60 % der Hüllfläche Noppenfolie fest installiert, ergibt sich der Wärmebedarf wie folgt:

$$\Phi_{cs} = (0,6 \cdot 6,2 \text{ W/(m}^2 \text{ K)} + 0,4 \cdot 7,6 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}) \cdot 1\,000 \text{ m}^2 \cdot 1,51 \cdot (20 \text{ °C} - (-14 \text{ °C})) = 347\,058 \text{ W oder } 347 \text{ kW.}$$

Bei Berücksichtigung von Verteilungsverlusten von 3 % ergibt sich eine notwendige Heizleistung von:

$$\Phi_{cs} = 347 \text{ kW} \cdot 1,03 = 357 \text{ kW.}$$

3. Für ein 10 000 m² (Stehwandhöhe 3 m) großes Venlogewächshaus mit Einfachglas im Dachraum und Doppelglas an den Stehwänden am Standort Düsseldorf ergibt sich bei einer gewünschten Innentemperatur von 18 °C ein ΔT von 28 K.

Formel	Beispiel
Wärmeverbrauchs-/Wärmebedarfskoeffizient Dachfläche (U_{cs})	$U_{cs} = 7,6 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
Wärmeverbrauchs-/Wärmebedarfskoeffizient Stehwand- und Giebelfläche (U_{cs})	$U_{cs} = 4,7 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
Hüllfläche (Außenfläche) des Gewächshauses (A_S)	$A_S = A_g \cdot F$
Grundfläche (A_g)	$A_g = 10\,000 \text{ m}^2$
Hüllflächenfaktor Dachfläche (F)	$F = 1,10$
Hüllflächenfaktor Stehwand- und Giebelfläche (F)	$F = 0,13$
Auslegungstemperaturdifferenz $\theta_i - \theta_a$ (ΔT)	$\Delta T = \theta_i - \theta_a$
Gewünschte Innentemperatur im Auslegungsfall (θ_i)	$\theta_i = 18 \text{ °C}$
Außentemperatur im Auslegungsfall (θ_a)	$\theta_a = -10 \text{ °C}$
Wärmebedarf (Φ_{cs}) $= U_{cs} \cdot A_S \cdot \Delta T$ $= U_{cs} \cdot A_g \cdot F \cdot (\theta_i - \theta_a)$ $= ((U_{cs} \cdot F)_{\text{Dach}} + (U_{cs} \cdot F)_{\text{Stehwand}}) \cdot A_g \cdot (\theta_i - \theta_a)$	$= ((7,6 \text{ W/(m}^2 \text{ K)} \cdot 1,10) + (4,7 \text{ W/(m}^2 \text{ K)} \cdot 0,13)) \cdot 10\,000 \text{ m}^2 \cdot 28 \text{ K}$ $= 2\,511\,880 \text{ W oder } 2\,512 \text{ kW}$

Bei Berücksichtigung von Verteilungsverlusten von 3 % ergibt sich eine notwendige Heizleistung von:

$$\Phi_{cs} = 2\,512 \text{ kW} \cdot 1,03 = 2\,587 \text{ kW oder } 2,59 \text{ MW.}$$

Tab. 4: Investitionsbedarf für Hülle und Inneneinrichtung von Gewächshausanlagen

Komponenten	Gewächshausgrundfläche				
	200 m²	1 000 m²	5 000 m²	10 000 m²	40 000 m²
Spezifischer Investitionsbedarf [€/m²]					
Gewächshaushülle (Konstruktion, Eindeckung, Lüftung, Tore, Gründung, Fundamente, Automatiktüren bei Verkaufsgewächshäusern) (Grundflächen quadratisch)					
Folientunnel					
Einfachfolie		23,0	21,0	18,7	16,8
Folienhaus (Stehwandhöhe 2-3 m, beidseitige Seitenlüftung)					
Doppelfolie PE, aufblasbar		53,2	40,6	35,9	29,4
Aufrollbares Dach		66,6	55,0	50,0	43,3
Foliengewächshaus (Stehwandhöhe ab 4 m, Firstlüftung)					
Dach Doppelfolie PE, aufblasbar; Stehwände Kunststoffeindeckung		71,2	60,3	50,6	42,7
Dach Spezial-Doppelfolie, aufblasbar; Stehwände Kunststoffeindeckung		103,0	89,5	77,2	66,7
Venlogewächshaus (Stehwandhöhe 5 m; Kappenbreite 4 m)					
Einfachglas		80,0	68,3	55,0	47,0
Spezialglas (z. B. beschichtetes oder mikrostrukturiertes Glas)		101,2	86,2	70,6	56,0
Dach Einfachglas/Stehwände Stegdoppelplatten bzw. Stegdreifachplatten		93,0	74,0	60,0	49,5
Breitschiffgewächshaus (Stehwandhöhe 2,8 m; Schiffbreite 12,8 m)					
Einfachglas		113,0	75,0	55,0	46,7
Dach Einfachglas/Stehwände Stegdoppelplatte bzw. Stegdreifachplatten		131,0	89,5	58,0	48,3
Cabrigewächshaus (Stehwandhöhe 5 m; Kappenbreite 4 m)					
Dach Einfachglas, aufklappbar/Stehwände Stegdoppelplatte bzw. Stegdreifachplatte		130,0	100,0	80,0	75,0
Dach Polycarbonatplatten, aufklappbares/ Stehwände Stegdoppelplatte bzw. Stegdreifachplatte		136,0	106,0	86,0	81,0
Dach Einfachglas (zusammenschiebbar, „Ziehharmonika“)/ Stehwände Stegdoppelplatte bzw. Stegdreifachplatte		180,0	159,1	130,0	117,3
Dach Polycarbonatplatten (zusammenschiebbar, „Ziehharmonika“)/Stehwände Stegdoppelplatte bzw. Stegdreifachplatte		195,0	174,1	145,0	132,3
Verkaufsgewächshaus					
Venlobauweise (ESG, 1/3 eingedeckt mit Sandwichplatten, Standardkonstruktion, -ausstattung)	356,5	250,7			
Venlobauweise (ESG, 1/3 eingedeckt mit Sandwichplatten, Konstruktion und Ausstattung im mittleren Preissegment)	534,8	376,1			
Venlobauweise (ESG, 1/3 eingedeckt mit Sandwichplatten, Sonderkonstruktion, hochwertige Ausstattung)	1.069,5	752,1			
Breitschiffbauweise (ESG, 1/3 eingedeckt mit Sandwichplatten)	446,2	316,3			
Überdachungen, Passagen (Vorbereich, Zugangsbereich Verkaufsgewächshäuser)	74,8	63,3			
überdachte Freiverkaufsfläche (ohne Seitenwände, volle Schneelast)	95,6	80,0			
Energieschirm/Schattierung (Gewebe, mechanisches System)					
Ohne Energieschirm, Schattierung, Verdunkelung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Schattier- und Wärmedämmschirm (Dach) (nur ein Schirm)	20,1	15,0	10,2	7,9	5,0
Schattier- und Wärmedämmschirm (Dach und Seitenwände (Stehwände als Rollschirm)) (nur ein Schirm)	25,0	19,0	12,0	9,4	6,0
Verdunkelungs-/Schattier-/Wärmedämmschirm (Dach und Seitenwände (Stehwände als Rollschirm)) (doppelter Schirm)	30,0	25,8	20,8	17,7	13,5
Tagschirm, transparent	18,7	13,9	7,0	6,6	5,0
Standard-Verkaufsgewächshaussschirm, B1-Gewebe, horizontale Anbringung, Schirm auf 2/3 der Fläche	19,6	13,8			
Spezial-Verkaufsgewächshaussschirm, B1-Gewebe, trapezförmige Anbringung, Schirm auf 2/3 der Fläche	28,0	23,0			

Fortsetzung nächste Seite

Komponenten	Gewächshausgrundfläche				
	200 m ²	1 000 m ²	5 000 m ²	10 000 m ²	40 000 m ²
Spezifischer Investitionsbedarf [€/m ²]					
Kulturflächen (Konstruktion, Auflage, Wege, Längstransportbahn, Unterkonstruktion)					
Ohne Kulturfläche (gewachsener Boden)		0,0	0,0	0,0	0,0
Grundbeete (gewachsener Boden mit Folie)		4,5	4,2	4,0	3,7
Ebbe-Flut-Boden (Folie)		15,0	14,4	13,9	13,5
Rinnen bzw. Sackkultur (Folie oder Profile, 1 Reihe pro m ²)		17,3	16,1	15,3	14,4
Ebbe-Flut-Boden (Beton)		42,6	41,9	41,4	40,8
Rolltische (Kunststoffwanne)		40,6	37,4	34,3	32,6
Stationäre Tische (Kunststoffwanne)		44,9	41,3	38,5	35,7
Rinnentische (Aluminiumrinnen)		49,8	46,3	43,7	40,9
Mobiltische (Kunststoffwanne)		59,2	55,8	53,3	50,6
Betonfläche, -wege	40,3	34,5	33,2	32,2	31,1
Verkaufsfläche - ohne Tische (2/3 Betonpflaster, 1/3 höherwertige Bodenbeläge)	49,5	47,0			
Verkaufsfläche - mit Tischen (mobile Ebbe-Flut-Tische auf 1/3 der Fläche, 1/3 Betonpflaster, 1/3 höherwertige Beläge)	80,5	66,7			
Verkaufseinrichtungen (Regale, Stellagen, Verkaufstheke)					
Ohne Verkaufseinrichtung	0,0	0,0			
Einfache Verkaufseinrichtungen (einfache Regale, Stellagen usw.)	63,3	51,8			
Exklusive Verkaufseinrichtungen (hochwertige Einrichtung zur Warenpräsentation)	230,0	188,6			
Bewässerung (Pumpe, Verteilerrohre, Speicherbecken, Armaturen, Wasserausbringsysteme, Wasseraufbereitung, Steuerung)					
Anstausystem für Großflächen (Beete o.Ä.), geschlossen mit Rücklauf			4,6	3,2	2,2
Anstausystem für Tische o.Ä., geschlossen mit Rücklauf		23,0	13,0	9,1	6,3
Düsenrohrbewässerung, ohne Rücklauf		10,7	5,7	4,6	3,2
Tropfbewässerung, ohne Rücklauf		9,2	5,6	3,3	2,3
Tropfbewässerung, geschlossen mit Rücklauf		17,8	10,1	7,1	4,9
Fließbewässerung, geschlossen mit Rücklauf		15,0	8,5	5,9	4,1
Gießwagen (Arbeitsbreite 10 m), ohne Rücklauf		27,4	21,3	13,7	9,5
Manuelle Gewächshausbewässerung, mit Brauseschlauch (für Verkaufs- und Produktionsgewächshäuser)	2,3	1,2	1,2		
Anstaubewässerung für Verkaufsgewächshäuser (Wassersteckdosen auf 1/3 der Fläche)	28,8	8,1			
Düngung (Düngereinspeisung (Kontrollsystem (EC, pH)), Armaturen, Steuerung)					
Ohne Düngung	0,0	0,0	0,0	0,0	
Einfache Düngerdosierung, Düngermischer (1, 3 oder 5 Stück. Je nach Gewächshausgröße)	8,1	1,6	1,0	0,8	
vollautomatische Düngestation mit Überwachung (1 Stück pro Betrieb)	120,8	24,2	4,8	2,4	
Belichtung (Lampe, Leuchtmittel, Verkabelung)					
Ohne Belichtung		0,0	0,0	0,0	0,0
Photoperiodische Beleuchtung		3,3	3,2	2,9	2,7
Assimilationsbelichtung Na-Hdl. (30 Welekt./m ²)		20,1	20,1	20,1	20,1
Assimilationsbelichtung Na-Hdl. (50 Welekt./m ²)		32,9	32,9	32,9	32,9
Assimilationsbelichtung Na-Hdl. (70 Welekt./m ²)		44,8	44,8	44,8	44,8
Assimilationsbelichtung mit LED (50 Welekt./m ²)		164,6	164,6	164,6	164,6
Einfache Verkaufsgrundbeleuchtung (300 Lux)	35,7	24,2			
Exklusive Verkaufs/Akzentbeleuchtung (500-600 Lux)	75,9	50,6			

Fortsetzung nächste Seite

Komponenten	Gewächshausgrundfläche				
	200 m ²	1 000 m ²	5 000 m ²	10 000 m ²	40 000 m ²
Spezifischer Investitionsbedarf [€/m ²]					
Klimaregelung (Zentral- u. Wetterstation, Fühler, Stellglieder, Verkabelung)					
Ohne automatische Regelung		0,0	0,0	0,0	0,0
Grundregelung (Heizung, Lüftung und Energieschirm), für 2 Abteilungen		6,1	1,3	0,7	0,3
Grundregelung (Heizung, Lüftung und Energieschirm), für 6 Abteilungen		15,7	3,2	1,7	0,5
Computerregelung multifunktional (Heizung, Lüftung, Energieschirm plus Feuchte, Licht usw.), für 2 Abteilungen		16,2	3,3	1,7	0,5
Computerregelung multifunktional (Heizung, Lüftung, Energieschirm plus Feuchte, Licht usw.), für 6 Abteilungen		26,8	5,4	2,8	0,8

Tab. 5: Investitionsbedarf für Wärmeerzeugung und -verteilung in Gewächshausanlagen

Komponenten	Leistung				
	50 kW	100 kW	500 kW	1 000 kW	5 000 kW
Spezifischer Investitionsbedarf [€/kW]					
Wärmeerzeugung (Brenner, (NT-)Kessel, Abgasreinigung, Schornstein, Brennstofflager, Mischgruppen Kesselhaus, Ringleitung)					
Ohne Wärmeerzeugung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wärmetauscher (für Abwärme, Fernwärme, Fremdwärme)	7,7	6,9	6,2	5,5	4,9
Einkesselanlage für Erdgas, Brennwertkessel mit Abgaswärmetauscher	159,9	158,9	139,6	114,4	102,3
Einkesselanlage für Öl	169,1	168,0	148,8	123,9	110,6
Zweikesselanlage für Erdgas, Brennwert mit Abgaswärmetauscher, beide Kessel gleich groß			160,5	128,5	114,8
Einkesselanlage für Öl oder Erdgas (Mehrstoffbrennereinsatz)			200,3	140,2	125,2
Zweikesselanlage für Öl, beide Kessel gleich groß			176,8	144,1	128,7
Zweikesselanlage für Öl oder Erdgas (Mehrstoffbrennereinsatz), beide Kessel gleich groß			198,4	160,3	143,2
Zweikesselanlage für Kohle und Öl, beide Kessel gleich groß			217,5	177,0	280,7 ¹⁾
Zweikesselanlage für Holz und Öl, beide Kessel gleich groß			258,1	213,4	329,5 ²⁾
Wärmespeicherung					
Ohne Wärmespeicher	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
konventioneller Pufferspeicher (Wasser)	113,9	101,1	71,4	65,0	28,9
Wasser-Wärmespeicher + Wärmepumpe (High-tech-Version für Niedertemperaturwärme)	267,5	238,5	194,3	175,0	127,3
Luft-Schotterspeicher (Low-tech-Version für Niedertemperaturwärme)	333,4	303,7	271,7	243,1	217,5
Wärmeverteilung (Heizungssystem, Zuleitungen, Pumpen, Mischgruppen im Gewächshaus)					
Ohne Wärmeverteilung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Direkte Luftheizer			46,7	42,6	37,0
Gemischte Rohrheizung (Stahl)			67,2	57,0	49,5
Bodenheizung (in Beton) (25 %) und Rohrheizung 75 %			79,1	71,5	62,2
Vegetationsheizung (Kunststoff) im Bestand (25 %) und Rohrheizung (75 %)			80,6	72,9	63,4
Hebe-Senkheizung (Stahl)			104,8	88,3	73,8
Rohrbündel-Wärmetauscher (zum Laden, Entladen von Niedertemperaturwärme)	844,9	768,5	699,0	635,8	552,9
Luft/Konvektor-Heizung für Verkaufsgewächshäuser (2/3 Luftheizer, 1/3 Konvektoren)	96,5	83,2	71,7		
Boden/Konvektor-Heizung für Verkaufsgewächshäuser (2/3 Bodenheizung, 1/3 Konvektoren)	192,9	166,4	143,4		

¹⁾ Inklusive Zuschlag für Multizyklonfilter > 1 MW (TA Luft)

²⁾ Inklusive Zuschlag für Multizyklonfilter und Elektrofilter > 1 MW (TA Luft)

Tab. 6: Investitionsbedarf für Zusatzeinrichtungen in Gewächshausanlagen

Komponenten	10 m ²	Fläche 20 m ² €/m ²	200 m ²
Kühlanlagen (Kühlanlagen, Umbauung, Montage usw., ohne Kosten für Stromanschluss)			
Ohne Kühlanlage	0,0	0,0	
Standardkühlzelle oder Kühlraum (im Gewächshaus)	990,0	732,6	
Spezielle Arbeitsräume (leer, fest umbaut im Gewächshaus)			
Ohne spezielle Arbeitsräume	0,0	0,0	
Sozialräume, Büroräume, Arbeitsräume (leer, fest umbaut im Gewächshaus)	495,0	347,6	
Sanitärräume/Sanitäranlagen (Komplettpreis inkl. Umbauung und Einrichtungen)			
Ohne Sanitärräume/-anlagen	0,0	0,0	
Sanitäranlagen/-räume	1.100,0	855,8	
Außenanlagen (Parkplätze, Begrünung, Zufahrten, Außenbeleuchtung usw.)			
Ohne Außenanlagen	0,0	0,0	0,0
Außenanlagen für Verkaufsgewächshäuser	59,4	57,2	55,0

4 Beispielskalkulation

Wie hoch ist der Investitionsbedarf für ein Venlogewächshaus für Produktionszwecke, mit technischer Standardausrüstung, Einfachglas und einfachem Energieschirm im Dachraum, Heizöl EL-Nutzung, 5 000 m² Grundfläche, 4 m Stehwandhöhe, Standort Hannover, Innentemperatur im Auslegungsfall 18 °C, ohne Assimilationsbelichtungsanlage und Außenanlage.

Schritt 1:

Berechnung der notwendigen Heizleistung:

$$\begin{aligned}
 \text{Wärmebedarf } (\Phi_{cs}) &= U_{cs} \cdot A_s \cdot \Delta T \\
 &= U_{cs} \cdot A_g \cdot F \cdot (\theta_i - \theta_a) \\
 &= 6,1 \text{ W/(m}^2 \text{ K)} \cdot 5\,000 \text{ m}^2 \cdot 1,34 \cdot (18 \text{ °C} - (-14 \text{ °C})) \\
 &= 1\,307\,840 \text{ W} = 1\,308 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Bei Berücksichtigung von Verteilungsverlusten von 3 % ergibt sich eine notwendige Heizleistung von:

$$\Phi_{cs} = 1\,308 \text{ kW} \cdot 1,03 = 1\,347 \text{ kW}.$$

Schritt 2:

Auswahl und Addition der benötigten Gewächshauskomponenten:

Komponenten	Investitionsbedarf
Gewächshaushülle und -einrichtungen	
Venlogewächshaus, Einfachglas	$68,3 \text{ €/m}^2 \cdot 5\,000 \text{ m}^2 = 341.500 \text{ €}$
Schattier- und Wärmedämmschirm, Dach (nur ein Schirm)	$10,2 \text{ €/m}^2 \cdot 5\,000 \text{ m}^2 = 51.000 \text{ €}$
Grundbeete (gewachsener Boden mit Folie)	$4,2 \text{ €/m}^2 \cdot 5\,000 \text{ m}^2 = 21.000 \text{ €}$
Ohne Verkaufseinrichtungen	= 0 €
Gießwagen (Arbeitsbreite 10 m), ohne Rücklauf	$21,3 \text{ €/m}^2 \cdot 5\,000 \text{ m}^2 = 106.500 \text{ €}$
Einfache Düngerdosierung, Düngermischer (1, 3 oder 5 Stück, je nach Gewächshausgröße)	$1,0 \text{ €/m}^2 \cdot 5\,000 \text{ m}^2 = 5.000 \text{ €}$
Ohne Belichtung	= 0 €
Grundregelung (Heizung, Lüftung und Energieschirm), für 6 Abteilungen	$3,2 \text{ €/m}^2 \cdot 5\,000 \text{ m}^2 = 16.000 \text{ €}$
Wärmeerzeugung und -verteilung	
Einkesselanlage für Öl	$122,7 \text{ €/kW} \cdot 1\,347 \text{ kW}^{1)} = 165.277 \text{ €}$
Ohne Wärmespeicher	= 0 €
gemischte Rohrheizung (Stahl)	$56,3 \text{ €/kW} \cdot 1\,347 \text{ kW}^{1)} = 75.836 \text{ €}$
Zusatzeinrichtungen	
Standardkühlzelle oder Kühlraum (im Gewächshaus)	$732,6 \text{ €/m}^2 \cdot 50 \text{ m}^2 = 36.630 \text{ €}$
Sozialräume, Büroräume, Arbeitsräume (leer, fest umbaut im Gewächshaus)	$495,0 \text{ €/m}^2 \cdot 10 \text{ m}^2 = 4.950 \text{ €}$
Sanitäranlagen/-räume	$1.100,0 \text{ €/m}^2 \cdot 10 \text{ m}^2 = 11.000 \text{ €}$
Ohne Außenanlagen	= 0 €
Gesamtinvestitionsbedarf	834.693 €

¹⁾ Lineare Interpolation.

Der Gesamtinvestitionsbedarf beträgt 834.693 € oder 167 €/m² Gewächshausgrundfläche.

5 Normen

DIN EN 12831 Heizungsanlagen in Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast

DIN EN 12831 Beiblatt 1 Heizsysteme in Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast- Nationaler Anhang NA

6 Literatur

von Zabeltitz, C. (1986): Gewächshäuser – Handbuch des Erwerbsgärtners. Ulmer-Verlag, Stuttgart

Ersetzt das KTBL-Arbeitsblatt 717 von 2006

Veröffentlichungen zum Thema Gartenbau

NEU



Freilandbewässerung

Betriebs- und arbeitswirtschaftliche Kalkulationen
2013, 140 S., 24 Euro, Best.-Nr. 19511

Die Bewässerung ist eines der teuersten Betriebsmittel in der Landwirtschaft. Diese Datensammlung liefert Informationen für Planungen im landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betrieb sowie für die Bewertung von Verfahren hinsichtlich Arbeitswirtschaft und Ökonomie.



Baumschule

Betriebswirtschaftliche und produktionstechnische Kalkulationen
2012, 268 S., 25 €, Best.-Nr. 19505

Das Buch unterstützt mit Arbeitszeiten, Preisen und Mengen für betriebsindividuelle Kalkulationen die eigene Planung und Erfolgskontrolle in der Baumschulproduktion. Praxisbeispiele helfen beim Einsatz der Kalkulationsdaten. Die dazugehörige Excel-Kalkulationsanwendung ermöglicht es, die Kalkulationstabellen für individuelle Berechnungen betriebspezifisch zu erweitern bzw. anzupassen.



Geyer, M.; Praeger, U.

Lagerung gartenbaulicher Produkte

2012, 296 S., 24 €, Best.-Nr. 11493

Schwerpunkte der Schrift sind neben der Planung und der maschinellen Ausstattung der Betrieb von Kühllagern und die Beschreibung der Kühlverfahren von der Ernte bis zur Vermarktung. Eine beispielhafte Kältebedarfsrechnung rundet diese Schrift ab.



Containerbaumschule

Betriebswirtschaftliche und produktionstechnische Kalkulationen
2010, 140 S., 24 €, Best.-Nr. 19496

Mit der Datensammlung können Produktionsverfahren speziell für Containerbaumschulen geplant und kalkuliert werden. Ergänzend zur Schrift finden Sie unter www.ktbl.de „Fachinfo“ im Downloadbereich eine Excel-Anwendung für betriebsindividuelle Berechnungen.

Bestellservice:

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL)
Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt
Tel.: 06151 7001-189 | E-Mail: vertrieb@ktbl.de

► Weitere Angebote
finden Sie unter
www.ktbl.de