

Empfehlung Nr. 5

# Beheizte Gewächshäuser

Ausgabe 2003 (ersetzt Ausgabe 1993)

## Geltungsbereich

Gewächshäuser, die der Aufzucht, Produktion oder Vermarktung (Nutzung zu kommerziellen Zwecken) von Pflanzen dienen und während der Heizperiode vom 1. Oktober bis 31. März mindestens auf +10°C und mehr beheizt werden, gelten als Warmhäuser. Neue Warmhäuser haben den nachfolgenden Anforderungen zu genügen. Für die Sanierung, Erweiterung und Umnutzung gelten die Neuanforderungen, sofern dies technisch möglich und der Aufwand verhältnismässig ist.

Kalthäuser, das heisst Gewächshäuser deren Heizungsinstallation lediglich für die Frostfreiheit von weniger als +10°C ausgelegt ist, sind von den nachfolgenden Anforderungen befreit. Sie benötigen lediglich eine Energieverbrauchsmessung und eine thermostatische Absicherung.

## Anforderungen

- 1) Die Gebäudehülle der Warmhäuser darf den mittleren U-Wert  $U_m$  von 2,4 W/m<sup>2</sup>K nicht überschreiten.
- 2) Wird im Dachbereich Einfachglas verwendet, ist ein Energieschirm mit einem Wärmedurchlasswiderstand von mindestens 0,23 m<sup>2</sup>K/W einzubauen.
- 3) Die Stellplatten zwischen den Punktfundamenten sind bis 40 cm ins Erdreich mit einem Wärmedurchlasswiderstand von mindestens 1,4 m<sup>2</sup>K/W zu dämmen.

## Berechnung des mittleren U-Wertes $U_m$

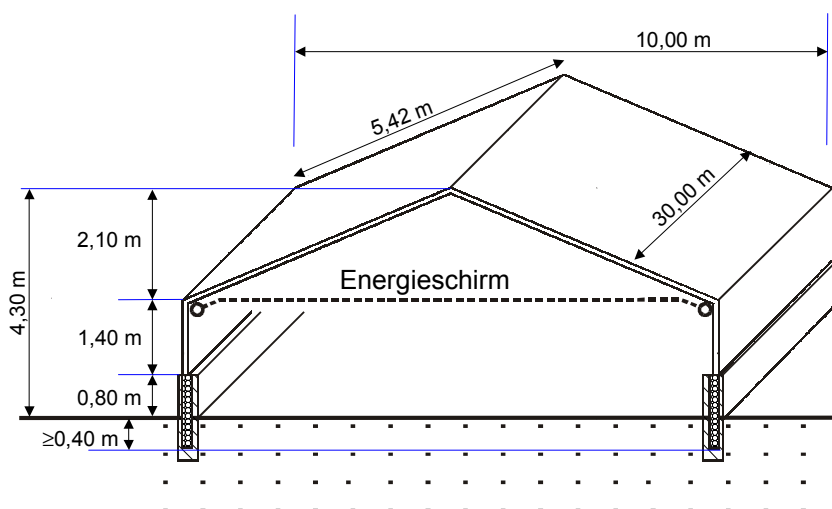
Für die Berechnung der Hüllenfläche sind die Bauteile ab dem Erdreich massgebend. Der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient  $U_m$  berechnet sind nach der folgenden Formel:

$U_m = \frac{A_{Re} * U_{Re} + A_{Fe} * U_{Fe} + A_{We} * U_{We} + \dots}{A_{Re} + A_{Fe} + A_{We} + \dots} \quad (W/m^2K)$	
$A_{Re}$ : Fläche Dach gegen Aussenklima	$U_{Re}$ : U-Wert des Daches
$A_{Fe}$ : Fläche der Rahmenprofile	$U_{Fe}$ : U-Wert des Rahmenprofils
$A_{We}$ : Fläche der Wände gegen Aussenklima	$U_{We}$ : U-Wert der Wände

Der U-Wert des Daches ( $U_{Re}$ ) kann sich aus folgenden Bauteilschichten zusammensetzen:

- Dachverglasung,
- Luftraum und
- einfachem oder doppeltem Energieschirm.

## Beispiel



Beschreibung:

Das Dach besteht aus einer Einfach-Ver-  
glasung und einem  
Energieschirm (Alu).

Die Seitenwände  
weisen eine  
Doppelverglasung auf.

Die Stellplatten sind  
mehr als 40 cm ins  
Erddreich gedämmt.

### Wirkung eines Energieschirmes

Die Wirkung eines Energieschirmes, z.B. auf den U-Wert des Daches  $U_{Re}$  wird als zusätzlicher Wärmedurchlasswiderstand (in zwei Teilen: Strahlungsreduktion  $R_r$  und Einfluss Luftpolster  $R_c$ ) zum Wärmedurchlasswiderstand des Glases  $R_g$  und des Rahmens  $R_{Fe}$  addiert.

Rechenwerte für den Strahlungsteil:  $R_r$   $m^2K/W$

- Sauber, vollständig beschichtet: 0.300
- Sauber, halb beschichtet: 0.150
- Verstaubt, vollständig beschichtet: 0.150
- Verstaubt, halb beschichtet: 0.075

Rechenwerte für den Einfluss Luftpolster:  $R_c$   $m^2K/W$

- Abgedichtete, schmale Kammer ( $\leq 5$  cm): 0.150
- Abgedichtet, grössere Kammer ( $> 5$  cm): 0.075

Einrechnung des Energieschirmes: Beispiel bei einem Einfachglas mit $U_g = 5.5 W/m^2K$					
U-Wert Glas	Widerstand Glas	Strahlungseinfluss	Einfluss Luftpolster	Summe aller Widerstände $R_{g,total}$	U-Wert, total $U_{g,total}$
$U_g$	$1/U_g$	$R_r$	$R_c$	$1/U_g + R_r + R_c$	$1 / R_{g,total}$
$5.5 W/m^2K$	$0.182 m^2K/W$	$0.150 m^2K/W$	$0.075 m^2K/W$	$0.407 m^2K/W$	$2.46 W/m^2K$

Zwischen einer sauberen und vollständigen Alu-Fläche (Emmissionsvermögen im Infrarot  $\epsilon = 0.1$ ) und einem üblichen Baustoff (Glas,  $\epsilon = 0.9$ ) ergibt sich ein Wärmedurchlasswiderstand von  $R_r = 0.300 m^2K/W$ . Dieser reduziert sich im Gewächshausbetrieb.

### Berechnung des mittleren U-Wertes: Beispiel

	Menge n	A $m^2$	$n \cdot A$ $m^2$	U $W/m^2K$	$n \cdot A \cdot U$ $W/K$
<b>Giebelwand Süd &amp; Nord</b>					
Glas	2	23.03	46.06	2.7	124.36
Rahmen Anteil 6%	2	1.47	2.94	3.64	10.70
Fundamentstreifen, 80 cm hoch	2	8.00	16.00	0.54	8.64
<b>Stehwand Ost &amp; West</b>					
Glas	2	39.48	78.96	2.7	213.19
Rahmen Anteil 6%	2	2.52	5.04	3.64	18.35
Fundamentstreifen, 80 cm hoch	2	24.00	48.00	0.54	25.92
<b>Dach, östliche &amp; westliche Seite</b>					
Glas	2	152.84	305.68	2.46	751.97
Rahmen Anteil 6%	2	9.76	19.52	1.98	38.65
<b>Summe</b>			<b>522.20</b>		<b>1'179.56</b>
<b>Mittlerer U-Wert <math>U_m</math></b>				<b>2.26</b>	<b><math>W/m^2K</math></b>
					<b><math>\leq 2.4</math></b>

Recommandation No°5

# Serres chauffées

Edition 2003 (remplace Edition 1993)

## Champ d'application

**Ces exigences s'appliquent aux nouvelles serres chauffées** qui sont destinées à la reproduction, à la production ou à la commercialisation (utilisation à des fins commerciales) des plantes et qui sont chauffées à une température d'au moins +10°C du 1<sup>er</sup> octobre au 31 mars. Les nouvelles dispositions s'appliquent à la réfection, à l'extension et au changement d'affectation des installations, pour autant que ce soit techniquement possible et économiquement supportable.

**Ces exigences ne s'appliquent pas aux serres froides**, dont l'installation de chauffage ne sert qu'à maintenir les locaux hors gel (max. +10°C). Ces serres doivent être équipées d'appareils de mesure de la consommation d'énergie et d'un organe de réglage thermostatique plombé.

## Exigences

- 1) Le coefficient U moyen de l'enveloppe de la serre chaude  $U_m$  ne doit pas dépasser 2,4 W/m<sup>2</sup>K.
- 2) Si des vitrages simples sont utilisés pour la toiture, la protection thermique doit présenter une résistance à la transmission de chaleur de 0,23 m<sup>2</sup>K/W, au minimum.
- 3) Les bandeaux de jonction entre semelles ponctuelles de fondation doivent être isolés en terre jusqu'à une profondeur de 40 cm et présenter une résistance à la transmission de chaleur de 1,4 m<sup>2</sup>K/W, au minimum.

## Calcul du coefficient U moyen de l'enveloppe $U_m$

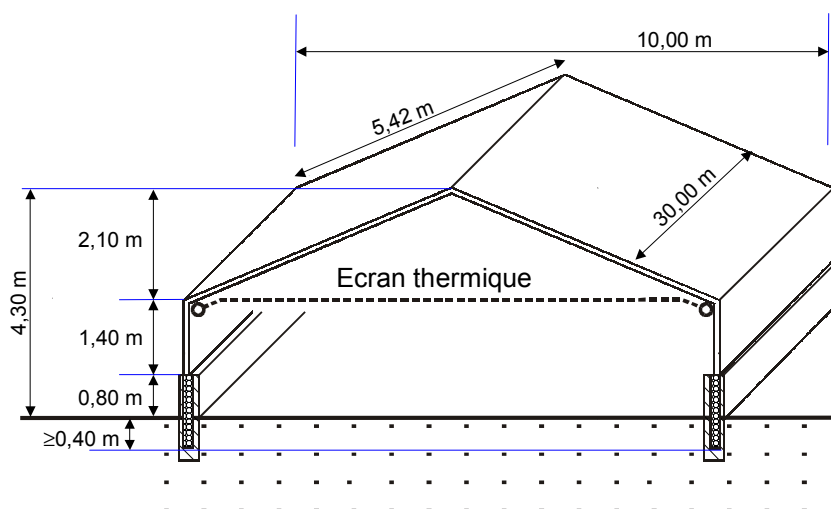
Tous les éléments de construction situés au-dessus du niveau du sol sont déterminants pour le calcul de la surface de l'enveloppe. Le coefficient de transmission thermique moyen  $U_m$  est calculé selon la formule reprise ci-après:

$U_m = \frac{A_{Re} * U_{Re} + A_{Fe} * U_{Fe} + A_{We} * U_{We} + \dots}{A_{Re} + A_{Fe} + A_{We} + \dots} \quad (\text{W/m}^2\text{K})$	
$A_{Re}$ : Surface du toit en contact avec l'extérieur	$U_{Re}$ : Coefficient U du toit
$A_{Fe}$ : Surface des châssis	$U_{Fe}$ : Coefficient U des châssis
$A_{We}$ : Surface des parois en contact avec l'extérieur	$U_{We}$ : Coefficient U des parois

Le coefficient U du toit ( $U_{Re}$ ) peut se composer à partir des éléments superposés ci-après:

- toiture en vitrage,
- espace tampon et
- écran thermique simple ou double.

## Exemple



Description:

Le toit se compose d'un verre simple et d'un écran thermique (Alu).

Les pignons et les parois se composent d'un verre double.

Les bandeaux de jonction sont isolés en terre sur plus de 40 cm.

**L'efficacité de l'écran thermique**, p.ex.: la valeur U du toit  $U_{Re}$  doit être calculée en tenant compte de la résistance thermique du verre  $R_g$  et des châssis  $R_{Fe}$  complétée par la résistance combinée de l'écran thermique (part due au rayonnement  $R_r$  et part due à la couche d'air immobile  $R_c$ ).

Valeur de calcul pour la part due au rayonnement:  $R_r$   $m^2K / W$

- Propre, recouvert totalement d'un film sélectif: 0.300
- Propre, recouvert à moitié d'un film sélectif: 0.150
- Sale, recouvert totalement d'un film sélectif: 0.150
- Sale, recouvert à moitié d'un film sélectif: 0.075

Valeur de calcul pour la part due à la couche d'air:  $R_c$   $m^2K / W$

- Exécution étanche, faible épaisseur ( $\leq 5$  cm): 0.150
- Exécution étanche, grande épaisseur ( $> 5$  cm): 0.075

Prise en compte de l'écran thermique: exemple avec un verre simple  $U_g = 5.5 W/m^2K$

Valeur U verre	Résistance verre	Effet du rayonnement	Effet de la Couche d'air	Somme de toute les résistances $R_{g,total}$	Valeur U <sub>total</sub> $U_{g,total}$
$U_g$	$1/U_g$	$R_r$	$R_c$	$1/U_g + R_r + R_c$	$1/ R_{g,total}$
$5.5 W/m^2K$	$0.182 m^2K/W$	$0.150 m^2K/W$	$0.075 m^2K/W$	$0.407 m^2K/W$	$2.46 W/m^2K$

Il résulte une différence de résistance thermique entre une surface recouverte de manière complète par un film sélectif en Alu (émissivité dans l'infrarouge:  $\epsilon = 0.1$ ) et un élément ordinaire (verre,  $\epsilon = 0.9$ ) de  $R_r = 0.300 m^2K / W$ . Cette valeur est réduite dans l'exploitation des serres.

Calcul du coefficient U moyen: exemple						
	Nombre n	A $m^2$	$n \cdot A$ $m^2$	U $W/m^2K$	$n \cdot A \cdot U$ $W/K$	
<b>Pignon Sud &amp; Nord</b>						
Verre	2	23.03	46.06	2.7	124.36	
Part de châssis 6%	2	1.47	2.94	3.64	10.70	
Fondation, 80 cm de haut	2	8.00	16.00	0.54	8.64	
<b>Parois latérales Est &amp; Ouest</b>						
Verre	2	39.48	78.96	2.7	213.19	
Part de châssis 6%	2	2.52	5.04	3.64	18.35	
Fondation, 80 cm de haut	2	24.00	48.00	0.54	25.92	
<b>Toit, côté Est &amp; Ouest</b>						
Verre	2	152.84	305.68	2.46	751.97	
Part de châssis 6%	2	9.76	19.52	1.98	38.65	
<b>Somme</b>			<b>522.20</b>		<b>1'179.56</b>	
<b>Coefficient thermique moyen <math>U_m</math></b>				<b>2.26</b>	<b><math>W/m^2K</math></b>	<b><math>\leq 2.4</math></b>