

Energiesparende Maßnahmen in bestehenden Gewächshäusern

1 Einleitung

Etwa 30 % der in Deutschland betriebenen Gewächshäuser sind älter als 25 Jahre. Die damals verbaute Technik genügt allerdings nicht mehr den derzeitigen Ansprüchen an eine energiesparende Pflanzenproduktion. Um die Kosten zu senken, denken viele Gärtner – trotz der zum Teil erheblichen nötigen Investitionen – über einen Brennstoffwechsel nach. Energiesparender zu produzieren ist aber auch ohne die Umstellung der Heizanlage möglich. Die Optimierung der bereits installierten Technik, kleinere Investitionen oder eine höhere Flächenausnutzung können die Energiekosten enorm senken. Der Wechsel zu einem anderen Energieträger sollte erst durchgeführt werden, wenn alle anderen Möglichkeiten vollständig ausgereizt und keine weiteren Einsparpotenziale im Betrieb vorhanden sind.

Das vorliegende Arbeitsblatt beschreibt energiesparende Maßnahmen an der Gewächshaushülle, der Heizungsanlage, der Mess- und Regeltechnik, der Inneneinrichtung sowie der Bewässerung. Anhand von Checklisten können Unternehmer, Betriebsleiter und andere Betriebsverantwortliche mögliche Einsparbereiche ermitteln und entsprechende Maßnahmen vornehmen.

Das Arbeitsblatt wurde mit Mitteln aus dem Projekt „LandSchaftEnergie“ gefördert, welches vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) im Jahr 2012 ins Leben gerufen wurde. Ziel des Projektes ist, für die Umsetzung der Energiewende im ländlichen Raum maßgeschneiderte Lösungen zu finden und dafür die Akzeptanz der Menschen zu erreichen.

2 Maßnahmen an der Gewächshaushülle

Im Folgenden werden Einsparpotenziale und energiesparende Maßnahmen vorgestellt, um Kältebrücken und Energieverluste über die Gewächshaushülle zu vermeiden. Über die Hüllfläche des Gewächshauses wird Wärme nach außen abgeleitet. Bei dicht stehenden Einzelhäusern kann der Zwischenraum überbaut werden, um die wärmeabgebende Oberfläche zu verringern. Im gleichen Maße wie das Oberflächen-Grundflächen-Verhältnis

kleiner wird, sinken auch die Heizkosten. Allerdings darf die Lüftungswirkung durch diese Maßnahme nicht zu stark beeinträchtigt werden (SCHRADER und DIETRICH 2011).

Konstruktion

Sprossen sowie Steh- und Giebelwände haben direkten Kontakt mit der Umgebung. An diesen Stellen kann viel Energie an die Umgebung abgegeben werden. Um dies zu verhindern, sollten herkömmlichen Sprossen durch isolierte Sprossen ersetzt werden. Eine einfache Isolierung der Sprossen von außen mit Kunststoffabdeckungen spart bis zu 4 % Energie ein (LANGE et al. 2002). Ebenfalls sollten Steh- und Giebelwände isoliert werden. Dazu bietet sich beispielsweise Noppenfolie an, die außen an den Stehwänden angebracht wird. So kann der Wärmeverlust an der isolierten Fläche um etwa 40 %, bezogen auf die gedämmte Fläche, reduziert werden bzw. der Gesamtenergieverbrauch um 8 % (LANGE et al. 2002).

Der Einsatz von Gummiklemmprofilen, wie beispielsweise dem W-förmigen Gummi, kann zusätzlich Abhilfe bei der Isolierung schaffen.

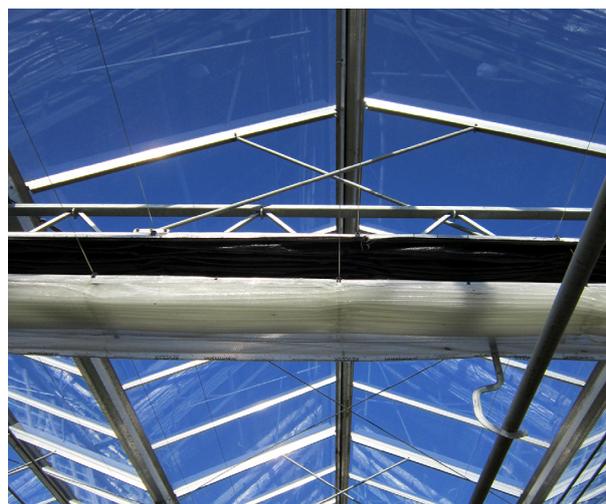


Abb. 1: Eine saubere Verglasung und richtig sitzende Scheiben tragen zu einer hohen Energieeffizienz bei (Quelle: Schwittek)

Fundamente

Ein großer Teil der Energie kann durch das Fundament an die Umwelt abgegeben werden. Zur Außendämmung bieten sich Wärmedämmplatten aus extrudiertem Polystyrol (XPS) an. Die Energieeinsparung, in Bezug auf die behandelte Fläche, kann bis zu 70 % betragen.

Eindeckung

Die Außenhülle sollte regelmäßig gereinigt werden, damit genügend Energie über die Einstrahlung ins Gewächshaus gelangen kann (Abb. 1 und 2). Zudem müssen defekte Scheiben ausgetauscht werden. Durch eine zerbrochene Scheibe entsteht ein Kamineffekt, der die warme Luft regelrecht nach außen saugt. Eine regelmäßige Überprüfung und Erneuerung der Verkittung sind unumgänglich, um hohe Energieverluste zu vermeiden. Möglich ist auch die Umrüstung auf eine kittlose Verglasung. So kann 10–20 % an Heizenergie eingespart werden.

Weitere Möglichkeiten sind, neben den bereits erwähnten Gummiklemmprofilen, der Einsatz von Doppelfolien und Stegdoppelpplatten.



Abb. 2: Verschmutzte und verrutschte Scheiben verringern die Lichtausbeute und führen zu hohen Wärmeverlusten (Quelle: Schwittek)

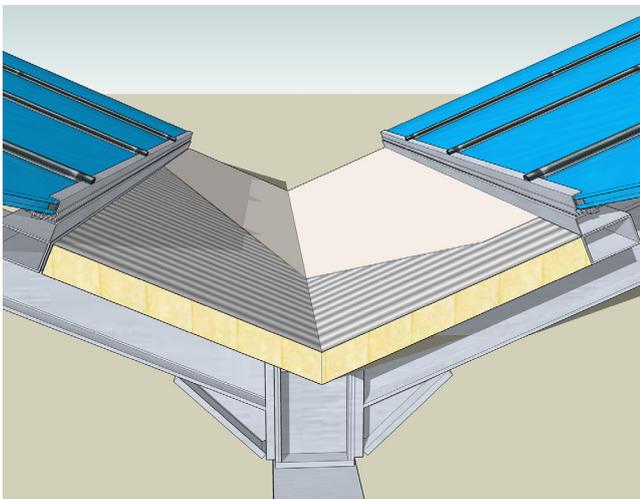


Abb. 3: Geschlossene und gedämmte Rinnen wie die Thermorinne der Firma Rabensteiner mindern den Energieverlust (Quelle: Rabensteiner)

Lüftung

Durch defekte Lüftungsklappen kann bis zu 20 % Energie verloren gehen. Aus diesem Grund sollte regelmäßig überprüft werden, ob alle Lüftungsklappen einwandfrei schließen. Sollte ein dichtes Schließen nicht möglich sein, muss die technische Einrichtung nachjustiert werden. In besonders windigen Regionen ist es ratsam, undicht schließende Klappen mit Gummilippen nachzurüsten.

Rinnen

In Breitschiffhäusern ist der Wärmeverlust über offene Rinnen größer als in Venlohäusern. Um diesen Verlust zu mindern, werden heute oft schmale, geschlossene Rinnen oder isolierte Rinnen verbaut (Abb. 3). Nachträgliches Isolieren ist möglich; jedoch sollte beachtet werden, dass in schneereichen Regionen dadurch ein Abtauen erschwert wird.

Türen/Tore

Türen und Tore sollten dicht schließen. Undichte Fugen können mit Gummilippen oder Bürstenleisten abgedichtet werden. Außentüren können mit Hartschaumplatten gedämmt werden, um den Wärmeverlust zu minimieren.

3 Maßnahmen an der Heizungsanlage

Im Folgenden werden Einsparpotenziale und energiesparende Maßnahmen vorgestellt, um die Heizungsanlage energiesparend betreiben zu können.

Heizkessel

Sämtliche Heizkessel sollten regelmäßig gewartet werden. Durch Ablagerungen kann viel Energie verloren gehen. Die jährliche Reinigung erhält die Effizienz des Kessels aufrecht. Durch Brennwertnutzung bei Gaskesseln kann 8–10 % der Heizenergie eingespart werden. Zudem sorgen gut isolierte Kessel dafür, dass die Wärme nicht an die Umgebungsluft abgegeben wird. Insgesamt kann eine Energieeinsparung von 10–18 % erreicht werden.

Die Ausdehnungsanlage sollte funktionsfähig sein. Überprüfen kann man dies, indem man testet, ob aus dem Ausdehnungsgefäß Gas oder Wasser entweicht. Entweicht Wasser, ist das Ausdehnungsgefäß defekt und muss ausgetauscht werden.

Schornstein

Reinigungsklappen und das Abgasrohr müssen dicht sein, der Schornstein sollte über eine Isolierung verfügen. Diese mindert nicht nur den Wärmeverlust, sondern verhindert auch eine Taupunktunterschreitung der Abgase und somit Korrosionen an den Innenwänden.

Verteilanlagen

Eine Isolierung der Verteilanlagen verhindert den Wärmeverlust an die Umwelt (Abb. 4 und 5). Um weitere Energie einzusparen, sollte die Kesselbeimischpumpe nur bei Bedarf laufen. Geregelt umwälzpumpen verbrauchen weniger Energie als Pumpen ohne Regelung. Vor allem in Ringleitungen wird die Pumpleistung dem Bedarf angepasst.



Abb. 4: Isolierte Verteilerrohre bringen die Wärme zum Ort des Bedarfs (Quelle: Schwittek)



Abb. 5: Eine schlechte Isolierung führt zu hohen Energieverlusten (Quelle: Kirchner)

Ein hydraulischer Abgleich sollte bei der Installation des Heizsystems und beim partiellen Austausch von Heizkomponenten erfolgen. Der Abgleich unterstützt eine gleichmäßige Wärmeverteilung sowie eine ausgewogene Pumpleistung.

Wärmeverteilung

Für eine optimale Wärmeverteilung sollte das Heizsystem so angeordnet sein, dass die Wärme da ankommt, wo sie benötigt wird: im Pflanzenbestand. Dafür empfiehlt es sich, eine pflanzennahe Heizung zu installieren. Bei einer Hebe-Senk-Heizung kann die Höhe optimal an den Pflanzenbestand angepasst werden. Die Wärme wird so am besten genutzt. Ebenfalls geeignet sind Heizungsrohre mit geringerem Durchmesser. Aufgrund der kleineren Wassermengen reagieren sie bei der Regelung weniger träge, sodass die Temperatur schneller angepasst werden kann.

CO₂-Anlage

Der Kondensableiter sollte regelmäßig geprüft und entwässert werden, um einen hohen Wirkungsgrad und ein vermindertes Ausfallrisiko sicherzustellen. Defekte Ablei-

ter mit Undichtigkeiten oder Verschmutzungen führen zu hohen Energieverlusten und einer schnellen Anlagenabnutzung.

Die Verteilerschläuche sollten regelmäßig gewartet werden, um Verklemmungen zu lösen und defekte Schläuche auszutauschen.

Zur kontinuierlichen Überwachung der CO₂-Konzentration ist ein geeichtes Messgerät erforderlich.

Wärmespeicher

Die verwendeten Wärmespeicher, deren Füße sowie die Zu- und Ableitungen des Speichers müssen isoliert sein, um den Wärmeverlust möglichst gering zu halten. Bei einer Aufstellung des Speichers im Außenbereich ist eine Isolierstärke von 20 cm erforderlich.

4 Maßnahmen an der Mess- und Regeltechnik

Im Folgenden werden Einsparpotenziale und energiesparende Maßnahmen vorgestellt, die zeigen, dass eine einfache Wartung der Messsensoren und eine kontinuierliche Überwachung der Stellgrößen in der Regeltechnik zur Energieeinsparung führen können.

Temperatur/Luftfeuchtigkeit, Sensoren

Eine Regelung kann nur funktionieren, wenn die eingesetzten Fühler einwandfrei arbeiten. Deshalb sollten Temperaturfühler immer über einen Strahlungsschutz verfügen und die korrekte Funktionsweise regelmäßig überprüft werden. Ebenso wichtig ist die Anbringung der Fühler in Pflanzenhöhe (Abb. 6).



Abb. 6: Die Position der Sensoren richtet sich nach der Kultur (Quelle: Schwittek)

Klimacomputer

Der Klimacomputer passt die Werte im Gewächshaus an die Außenbedingungen an. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, die Wetterstation regelmäßig zu warten und auf korrekte Funktion zu kontrollieren. Dies gilt auch für die innenliegenden Fühler, um ein Klimaprogramm richtig zu fahren. Am Klimacomputer selbst sollten die Sollwerte für die entsprechenden Kulturen überprüft und gegebenenfalls angepasst werden.

Energiesparende Sollwerteinstellungen

Energiesparende Sollwerteinstellungen lassen sich mit dem Klimacomputer und überwiegend mit einfachen Reglern realisieren. Dazu gehören das Anpassen von Temperaturen, längere Schließzeiten von Energieschirmen sowie die Verwendung von Klimaregelstrategien. Die Werte sollten mit der Kultur und der Jahreszeit entsprechend neu angepasst werden.

Ein Energieschirm kann beispielsweise nach Sonnenaufgang geschlossen bleiben, bis sich der Luftraum über dem Schirm durch die Sonne ausreichend erwärmt hat. Dies reduziert den Kaltlufteneinfall und das Nachheizen zur Schirmöffnung. Ebenso kann ein Energieschirm bei rasch sinkenden Außentemperaturen noch vor Sonnenuntergang geschlossen werden. Die Schließzeiten können nach der Lichtsumme oder der Uhrzeit geregelt werden.

Mit Temperaturführungsstrategien, wie beispielsweise dem Weihenstephaner-Modell, kann der Energiebedarf während der Übergangszeiten und im Winter um 25–60 % gesenkt werden. Standortbedingt kann eine Temperatur- oder Lichtsummenregelung viel Energie einsparen. In windreichen Regionen ist eine windgeschwindigkeitsangepasste Temperaturführung empfehlenswert (LABOWSKY et al. 2007).

5 Maßnahmen an der Inneneinrichtung und Bewässerung

Im Folgenden werden Einsparpotenziale und energiesparende Maßnahmen vorgestellt, die zeigen, dass mit einer dem Betrieb und den Bedürfnissen der Kulturen angepassten Inneneinrichtung und Bewässerung der Energieverbrauch optimiert und der Verlust an latenter Wärme reduziert werden kann.

Energieschirm/Schattierung

Das größte Einsparpotenzial besitzen Energieschirme. Nach neusten Erkenntnissen können mehrlagige Systeme bis zu 50 % der im Gewächshaus ankommenden Heizenergie einsparen. Die Dichtstellen an Zugband, Gitterbinder, Giebel und an der Schürze (Abb. 7) sollten regelmäßig auf



Abb. 7: Energieschirme müssen auch an Übergängen dicht schließen (Quelle: Kirchner)

dichtes Schließen kontrolliert werden. Durch eine Beschädigung kann die Wärme entweichen (Abb. 8). Vorhandene Risse und Löcher können mit geeignetem Klebeband repariert werden. Bei der Installation von Energieschirmen sollte darauf geachtet werden, dass die Tuchpakete möglichst klein sind, um die natürliche Sonneneinstrahlung nutzen zu können.



Abb. 8: Kaputte und schlecht installierte Energieschirme lassen Wärme durch (Quelle: Kirchner)

Nettokulturfläche

Eine größere Nettokulturfläche ermöglicht eine Produktionssteigerung und senkt somit die Energiekosten je Pflanze. Die Nettokulturfläche kann durch schmalere, aber ausreichende Arbeitswege und dem Einsatz von Rolltischen, Mobiltischen oder Bodenkulturen vergrößert werden. Die Einsparung wird mit einem effizienten Kulturbauplan nochmals gesteigert.

Umluftventilatoren

Umluftventilatoren fördern eine gleichmäßige Verteilung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit und reduzieren vor allem bei geschlossenem Energieschirm den Heizenergieverbrauch. Die warme Luft, die sich unter dem Energieschirm sammelt, wird zurück in den Pflanzenbestand gebracht, das Temperaturprofil wird somit aufgehoben. Mit der Anordnung und Ausrichtung der Ventilatoren sowie einer Drehzahlregelung kann die Geräteleistung an den wechselnden Bedarf angepasst werden. Die erforderliche Leistung kann mithilfe des Luftballon-„Anemometers“ selbstständig im Betrieb ermittelt werden (DOMKE 2014).

Wassersparende Bewässerungssysteme

Pflanzen benötigen für ihr Wachstum Wasser, jedoch entzieht offen stehendes Wasser der Gewächshausluft Wärmeenergie. Das Wasser verdunstet und gibt die Energie direkt an der Außenhaut des Gewächshauses an die Umwelt ab. Um dies zu vermeiden, empfiehlt es sich, auf wassersparende Systeme wie zum Beispiel Ebbe-Flut-Systeme oder Tropfbewässerung umzustellen. Die Bewässerungsphasen sollten rechtzeitig abgeschlossen sein, sodass die Luftfeuchtigkeit in der Nacht nicht übermäßig ansteigen kann.

6 Energiechecklisten

Die Tabellen 1–4 helfen bei der Beantwortung der Frage, ob in einem Gewächshaus alle Maßnahmen ausgereizt sind oder noch mehr möglich ist. Sie zeigen auf, ob Handlungsbedarf besteht, skizzieren mögliche Maßnahmen und liefern Richtwerte für deren Einsparpotenzial und Kosten.

Die Listen können zur Gestaltung eines betrieblichen Energiemanagements dienen. Indem die Checklisten durch einen Verantwortlichen in festgelegten Zeitabständen wiederholt abgearbeitet werden, entsteht eine regelmäßige Kontrolle und energetische Optimierung.

Tab. 1: Checkliste mit möglichen Maßnahmen zur Energieeinsparung für bestehende Gewächshäuser – Gewächshaushülle

Gewächshaushülle	Handlungsbedarf, wenn:	Mögliche Maßnahmen	Erledigt	Nicht erledigt
Konstruktion				
Sprossen	Nicht abgedeckt	Stahlsprossen mit Gummiklemmprofil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Austausch durch moderne Sprossen mit thermischer Abtrennung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Giebel- und Stehwände	Nicht isoliert	Isolierung mit Noppenfolie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2-Scheiben-Verglasung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fundamente				
Wärmedämmung	Ungedämmt	Wärmedämmplatten nachrüsten (außen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eindeckung				
Scheiben	Verrutscht, kaputt, dreckig	Korrekte Positionierung, Austausch, Reinigung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verkittung	Undicht, porös	Ausbessern der Kittfugen, Umrüstung auf kittlose Verglasung, Gummiklemmprofil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doppelfolien	Undicht, porös, lichtundurchlässig	Austausch der Folie, Löcher abdichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stegdoppelplatten	Gebrochen	Austausch der Plattenelemente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lüftung				
Klappen schließen	Undicht	Nachjustierung, Nachrüstung mit Gummilippen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Klappen öffnen	Ungleichmäßig	Nachjustierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rinnen				
Wärmedämmung	Keine Wärmedämmung	Bei Neubau: Verwendung von geschlossenen Alurinnen, Dämmung der Rinnen (Achtung Schneeabtauung möglicherweise beeinträchtigt)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Türen/Tore				
Schließen	Unvollständig, schwer	Türen und Tore so nachstellen oder abdichten, dass sie komplett schließen (Windgummi oder Windbürste)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wärmedämmung	Keine Wärmedämmung	Dämmung mit Hartschaumplatten (in der Füllung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tab. 2: Checkliste mit möglichen Maßnahmen zur Energieeinsparung für bestehende Gewächshäuser – Heizungsanlage

Heizungsanlage	Handlungsbedarf, wenn:	Mögliche Maßnahmen	Erledigt	Nicht erledigt
Heizkessel				
		Regelmäßige Wartung, Reinigung der Heizungsanlage		
Absperrventile	Lecken, sitzen fest	Austauschen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wasserverlust	Ja	Leckage beseitigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kessel- und Verteilerisolierung	Unvollständig	Isolierung vervollständigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rauchgaszüge	Nicht gereinigt, undicht	Reinigen/Abdichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brenner (einmal pro Jahr)	Nicht gereinigt	Regelmäßig reinigen und warten lassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wartung/Inspektion/Reinigung	Nicht durchgeführt	Wartung durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brennwerttechnik (Gas)	Nicht vorhanden	Austausch durch Kessel mit Brennwerttechnik, Brennwertkaskaden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rauchgaskondensator (Gas)	Undicht	Abdichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schornstein				
Zustand	Feucht	Temperatur kontrollieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Risse	Vorhanden	Risse beseitigen/Abgastemperatur kontrollieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reinigungsklappen	Undicht	Abdichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abgasrohr	Undicht	Abdichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Isolierung	Nein	Isolierung anbringen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verteilanlagen				
Drosselklappen	Festgesetzt	Austauschen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Isolierung	Nicht vorhanden	Isolierung anbringen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kesselbeimischpumpe	Läuft immer	Regeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Handmischer/Motormischer	Sitzen fest	Austauschen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Umwälzpumpen	Nicht geregelt	Elektrisch geregelte Pumpen für Ring- und Verteilleitung einbauen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schmutzfänger	Nicht gereinigt	Reinigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vorregelung der Zu- und Ringleitungen	Ungeregelt	Regeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Isoliermaterial der Zu- und Ringleitungen	Beschädigt	Isoliermaterial erneuern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wärmeverteilung				
Ventile	Sitzen fest	Austauschen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anstrich/Rohre	Rostig	Mit spezieller Heizungsfarbe anstreichen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anordnung Heizungssystem	Hohe Rohrheizung	Auf Untertischheizung oder absenkbare Rohrheizung umrüsten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CO₂-Anlage				
Kondenswasser im Abscheider	Vorhanden	Wasser entfernen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verteilschläuche	Beschädigt, verklemmt	Defekte Schläuche austauschen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wärmespeicher				
Außenhaut	Nicht gedämmt	Dämmung am Wärmespeicher anbringen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Füße des Behälters	Nicht gedämmt	Dämmung an den Füßen des Wärmespeichers anbringen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tab. 3: Checkliste mit möglichen Maßnahmen zur Energieeinsparung für bestehende Gewächshäuser – Mess- und Regeltechnik

Mess- und Regeltechnik	Handlungsbedarf, wenn:	Mögliche Maßnahmen	Erledigt	Nicht erledigt
Temperatur/Luftfeuchtigkeit, Sensoren				
Wartung/Inspektion/Eichung	Nicht durchgeführt	Regelmäßige Überprüfung, ob die Fühler für Temperatur fehlerfrei messen Eventuell Austausch defekter Fühler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anordnung	Von Pflanzen entfernt	Verlegung der Temperaturfühler und Sensoren in den Pflanzenbestand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Klimacomputer				
Funktion und richtige Position der Messfühler, Messbox	Defekt, Fehlfunktion	Messfühler bzw. Messbox reparieren oder austauschen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kontrolle der Wetterstation	Nicht durchgeführt	Kontrolle über Funktionstüchtigkeit der Wetterstation durchführen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Überprüfung der eingestellten Sollwerte auf Einhaltung	Abweichungen	Sollwerte aktualisieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Energiesparende Sollwerteinstellungen				
Erhöhung der Lüftungstemperatur	Ungenutzt		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Energieschirme später öffnen	Ungenutzt		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Energieschirme früher schließen	Ungenutzt	Nutzung der optimalen Strategie (je nach Kultur unterschiedlich) Einstellungen überarbeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Keine Bewässerung nachts	Ungenutzt		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dynamische Temperaturführungsstrategien	Ungenutzt		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nutzung von unterschiedlichen Strategien: Cool-Morning, Warm-Evening, Temperatur- oder Lichtsummenregelung usw.	Ungenutzt	Einsparpotenziale verschiedener Regelstrategien schwanken je nach Witterung und gewählter Strategie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tab. 4: Checkliste mit möglichen Maßnahmen zur Energieeinsparung für bestehende Gewächshäuser – Inneneinrichtung und Bewässerung

Inneneinrichtung/Bewässerung	Handlungsbedarf wenn:	Mögliche Maßnahmen	Erledigt	Nicht erledigt
Energieschirmanlage				
Gewebe	Beschädigt	Kleine Stellen mit geeignetem Klebeband reparieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Erneuerung des Tuches	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schirm schließt allgemein	Undicht	Nachjustieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schirm am Gitterbinder	Undicht	Abdichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schürzen an Stehwand	Undicht	Abdichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gewebe an Giebel	Undicht	Abdichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Größe der Schirmpakete, wenn offen	Groß	Paketdichte verringern/Schirm enger zusammenfahren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Art des Schirms	Geringe Energie-sparwirkung	Erneuerung des Schirms auf energiesparendere Modelle: - doppelagige Tücher - Tagesschirm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hohe Nettokulturfläche				
Kultursystem	Keine Maßnahmen getroffen	Einsatz von Rolltischen, Bodenkultur, Mobiltischen usw.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Umluftventilatoren¹⁾				
Abbau von Temperaturgradienten	Fehlt	Umluftventilatoren nachrüsten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wassersparende Bewässerungssysteme²⁾				
Schnelles Abfließen des Wassers bei Anstaubbewässerung	Funktioniert nicht	Schnelles Abfließen des Wassers gewährleisten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vermeiden von Leckagen an Stellflächen	Vorhanden	Leckagen beseitigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verdunstungsminderung (minimale Fläche, Mattenabdeckung)	Fehlt	Verdunstung vermindern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¹⁾ Test mit künstlichem Nebel oder Luftballons.

²⁾ Nutzung von Ebbe-Flut-Systemen oder Tropfbewässerung.

7 Fazit

Bevor über einen Brennstoffwechsel nachgedacht wird, sollten alle Maßnahmen ausgeschöpft werden, die helfen, Energie einzusparen. Das Einsparpotenzial, die Kosten und die Effizienz ausgewählter Energiesparmaßnahmen sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Durch die Behebung von Defekten und Mängeln, durch die Überprüfung und Optimie-

rung der Anlage und die turnusgemäße Wartung können erhebliche Einsparpotenziale ausgeschöpft werden. In Zeiten hoher Energiekosten sollten Betriebsleiter die jährliche Mängel- und Schwachstellenbeseitigung als Mindestanforderung an ihre Produktionsstätten sehen.

Tab. 5: Bauliche und regeltechnische Maßnahmen zur Energieeinsparung

Maßnahme	Einsparpotenzial %	Kosten €/m ²	Spareffizienz €/%
Dämmplatten (innen) zwischen Fundament und Tischoberkante	60–70	1–2	0,02
Dämmplatten am Fundament (außen)	Bis 70	2	0,03
Dämmung der Regenrinnen	Bis 2	–	–
Gummiklemmprofile, Abdeckung der Sprossen mit Gummibändern	Bis 4	6	1,50
Noppenfolie an Steh- und Giebelwänden	Bis 40	3–5	0,10
Zweischeibenverglasung bei Stehwänden	Bis 40	20	0,50
Aufblasbare Doppelfolie im Dachraum	40–50	15–25	0,33
Energieschirm	30–55	5–20	0,29
Stegdoppelplatten aus PC	40–45	20–30	0,59
PMMA	40–45	40–60	1,18
Pflanzennahe Heizung	10–18	10–20	1,07
Dachsanierung durch moderne Sprossen mit thermischer Abtrennung	40–50	50–60	1,22
Austausch des Heizkessel durch Kessel mit Brennwerttechnik	8–10	30 ¹⁾	3,33
Überprüfung und aktualisieren der eingestellten Sollwerte in der Gewächshausregelung	Bis 20	0	–
Nutzung verschiedener Regelstrategien	5–35	0	–

¹⁾ Kesselmehrkosten.

PC = Polycarbonat; PMMA = Polymethylmethacrylat

Literatur

Domke, O. (2014): Luftballon-“Anemometer“: Ventilatorwirkung im Gewächshaus einfach selbst messen! Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. <http://www.landwirtschaftskammer.de/gartenbau/beratung/technik/artikel/luftballon-anemometer.htm>, Zugriff am 02.10.2015

Labowsky, H.-J.; Domke, O.; Ludewig, R.; Ludolph, D.; Schockert, K.; Sennekamp, W. (2007): Heizkosteneinsparung im Unterglasanbau. aid infodienst e.V., Bonn, S. 40–45

Lange, D.; Hack, G.; Belker, N.; Brockmann, M.; Domke, O.; Krusche, S.; Sennekamp, W.; Viehweg, F.-J. (2002): Rationelle Energienutzung im Gartenbau – Leitfaden für die Betriebliche Praxis. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, S. 46

Schrader, K.; Dietrich, R. (2011): Gewächshäuser und Heizungsanlagen im Gartenbau. Ulmer Verlag, Stuttgart, S. 143



Topfpflanzenbau

Betriebswirtschaftliche und produktionstechnische Kalkulationen
2014, 212 S., 25 €, Best.-Nr. 19516

Die Produktion von Topfpflanzen umfasst die Kultur von Beet- und Balkonpflanzen, Topfstauden und Zimmerpflanzen. Die Datensammlung enthält Produktionsverfahren, welche anhand produktionstechnischer, arbeits- und betriebswirtschaftlicher Kennzahlen beschrieben sind. Unter www.ktbl.de gibt es eine kostenfreie Excel-Anwendung für betriebsindividuelle Berechnungen.



Containerbaumschule

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

Mithilfe der Datensammlung können Produktionsverfahren speziell für Containerbaumschulen geplant und kalkuliert werden. Unter www.ktbl.de gibt es eine kostenfreie Excel-Anwendung für betriebsindividuelle Berechnungen.



Wohanka, W.; Domke, O.; Schmidt, J.

Entkeimung von Nährlösung oder Gießwasser - Verfahren, Einsatzbereiche und Bewertung
2015, 10 S., 5 €, Best.-Nr. 26738

Grundsätzlich sind chemische Verfahren (Chlor, Chlordioxid u.a.) von den physikalischen Verfahren (Erhitzung, UV-Bestrahlung, Filtration) zu unterscheiden. Das Arbeitsblatt stellt unterschiedliche Verfahren vor und unterstützt bei der Auswahl des passenden Verfahrens für den eigenen Betrieb.



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.

➤ **Das weitere Angebot
finden Sie unter
www.ktbl.de**

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