

Technische Beschreibung der PillnitzBox

Einleitung

Die Erzeugung von Zierpflanzen in Gewächshäusern erfolgt mit einem erheblichen Einsatz von Heizenergie. An einer Senkung dieses Energieeinsatzes besteht sowohl aus Umweltgründen ein gesellschaftliches als auch aus ökonomischen Gründen ein einzelbetriebliches Interesse. Bei weitgehend stagnierenden Zierpflanzenpreisen erfordern die steigenden Energiepreise eine beschleunigte Senkung des Energieeinsatzes.

Zur Senkung des Energieverbrauches bzw. der Energiekosten von Gewächshäusern gibt es eine Reihe von Maßnahmen, auf die im Einzelfall zurückgegriffen werden kann. Der Einsatz der PillnitzBox ist eine Maßnahme, die mit geringen Investitionskosten eine gute Energieeinsparung bewirkt.

An der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) wurde von 2004 bis 2006 im Fachbereich Gartenbau das Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Gewächshaussteuerung zur Energieeinsparung im Zierpflanzenbau“ realisiert, bei dem eine weitere Grundidee zur Energieeinsparung verfolgt wurde: Einerseits schwankt die energetische Situation von Gewächshäusern im Tagesverlauf, in Abhängigkeit von der Witterungssituation und auch im Jahresverlauf sehr stark. Häufig und rasch wechseln Energiedefizit (Heizungsfall), eine ausgeglichene Energiebilanz (Temperatur zwischen Heizungs- und Lüftungssollwert) und Energieüberschuss (Lütfungsfall). Andererseits haben Pflanzen in bestimmten Grenzen die Fähigkeit, schwächeres Wachstum in Zeiten mit niedrigeren Temperaturen durch stärkeres Wachstum in Zeiten mit höheren Temperaturen auszugleichen. Diese Fähigkeit ergibt sich im Wesentlichen aus der Tatsache, dass Zierpflanzen in der Regel bei Temperaturen kultiviert werden, die knapp unterhalb der Optimalwerte für maximales Wachstum liegen. Pflanzen haben also in bestimmten Grenzen die Fähigkeit zur Wärmeintegration. Aus diesen beiden Tatsachen ergibt sich die Chance zur Energieeinsparung, indem die Deckung des Wärmebedarfes der Pflanzen quasi in solche Zeiten „verschoben“ wird, in denen eine höhere Temperatur im Gewächshaus durch geringeren Einsatz an Heizenergie erreicht werden kann.

Beim Programm „Dynamische Außentemperaturkorrektur“ (dAT) wird der aktuelle Heizungssollwert nach der Abweichung der realen Außentemperatur von ihrem Erwartungswert (= langjähriges Stundenmittel) korrigiert. Ist es für die konkrete Jahres- und Tageszeit zu kalt bzw. zu warm, erfolgt eine Absenkung bzw. Anhebung des Heizungssollwertes. Ziel ist es, die Wärmeintegration weniger über die Tag/Nacht-Wechsel als über mehrtägige Witterungsschwankungen durchzuführen.

Anwendung

Das Programm „Dynamische Außentemperaturkorrektur“ ist geeignet für alle Kulturen mit einem hohen Heizungsbedarf, die aber einen kurzfristigen Temperaturabfall vertragen. Es wurde erfolgreich an Poinsettien, Cyclamen, B+B Pflanzen getestet. Für Orchideen ist es nicht geeignet, da diese bei einer Temperaturabsenkung sofort in die generative Phase übergehen.

Die Anwendung der „Dynamischen Außentemperaturkorrektur“ erfolgt üblicherweise mithilfe eines Klimacomputers. Die Neuanschaffung eines Klimacomputers erfordert jedoch eine größere Investition, die die erzielte Einsparung besonders für kleinere Betriebe nicht rechtfertigt. Die PillnitzBox ist eine preiswerte Alternative, mit der vorhandene analoge Regelgeräte aufgerüstet werden können.

Die notwendige Ausstattung besteht aus einer PillnitzBox, einem Außenfühler und mehreren Konvertern. Für die unterschiedlichen Regler-Fabrikate sind angepasste Konverter erhältlich.

Funktionsweise

Im Speicher der PillnitzBox sind die Wetterdaten der letzten 10 Jahre aus 17 Regionen Deutschlands gespeichert. Um regionale Unterschiede auszugleichen, muss bei der Inbetriebnahme der Standort ausgewählt werden. Im Betrieb erweitert die PillnitzBox diese Daten um die gemessenen Werte. Dadurch ist die 10-Jahres-Statistik immer auf dem aktuellen Stand und auch langfristige Klimaänderungen werden erfasst. Alle Daten werden in einem Flash-EPROM gespeichert und gehen bei Stromausfall nicht verloren.

Aus den gespeicherten Wetterdaten wird die erwartete Temperatur errechnet. Dazu werden die aufgezeichneten Temperaturen für den aktuellen Tag und die aktuelle Uhrzeit über die letzten 10 Jahre gemittelt. Verglichen mit der aktuellen Temperatur ergibt sich, ob es für die Jahreszeit zu kalt oder zu warm ist.

Ist es zu kalt, wird der Heizungssollwert um den Betrag $((TE- TA) * k)$ abgesenkt. Der Lüftungssollwert wird nicht geändert.

Ist es zu warm, werden der Heizungs- und der Lüftungssollwert um den Betrag $((TA- TE) * k/2)$ angehoben.

TE = erwartete Temperatur

TA = aktuelle Temperatur

k = 0,6 beim Programm „Pillnitz stark“

k = 0,4 beim Programm „Pillnitz sanft“

Die so ermittelte Absenkung oder Anhebung wird von der PillnitzBox über ein Kabel an alle Konverter weitergeleitet. Die Konverter wandeln dieses Signal in einen reglerspezifischen Steuerstrom um und beeinflussen damit den Heizungs- bzw. Lüftungssollwert.

Zusätzlich zur „Dynamischen Außentemperaturkorrektur“ kann die „Cool-Morning“ Strategie eingeschaltet werden. Diese Strategie dient dazu, chemische Wachstumsregulatoren einzusparen oder u.U. ganz überflüssig zu machen. Sie arbeitet folgendermaßen:

2 Stunden vor Sonnenaufgang wird der Heizungssollwert abgesenkt.

1 Stunde vor Sonnenaufgang wird der Lüftungssollwert um den gleichen Betrag abgesenkt.

1 Stunde nach Sonnenaufgang wird die Lüftung wieder auf Normalbetrieb geschaltet.

2 Stunden nach Sonnenaufgang wird die Heizung wieder auf Normalbetrieb geschaltet.

Den Zeitpunkt des Sonnenaufgangs entnimmt die PillnitzBox anhand des aktuellen Datums aus einer internen Tabelle.

Gerätebeschreibung

Die Hardware der PillnitzBox ist auf einer doppelseitigen durchkontaktierten Platine 120x110mm aufgebaut. Herzstück ist ein moderner Microcontroller von Microchip, PIC16F73. Ein Flash-EEPROM Typ AT24C265 dient zum Speichern der Wetterdaten. Für Uhr und Kalender ist ein Uhrenchip DS1307 mit Batteriepufferung eingesetzt. Auf der Platine ist eine Steckfassung für ein zweites Flash-EEPROM für zukünftige Erweiterungen vorhanden. Der Controller hat ebenfalls eine Steckfassung, damit sind spätere Software-Erweiterungen problemlos möglich. Für die Anzeige wird ein beleuchtetes 1zeiliges LC Display Typ EA DIP081 eingesetzt. Die Bedienung erfolgt über 2 Folientasten. Bei einer Störung, z.B. Kabelbruch, wird ein akustisches Signal gegeben.

Als Anschlussmöglichkeiten sind vorhanden:

K1: 2polige Klemme für den Außenfühler.

K2: 2polige Klemme für einen zweiten Temperaturfühler (zur Zeit nicht benutzt).

K3: 2polige Klemme für das Ausgangssignal zu den Konvertern.

K4: 2polige Klemme für zusätzliches Ausgangssignal (zur Zeit nicht benutzt).

K10: 3polige Klemme für Stromversorgung.

Die PillnitzBox ist in einem Kunststoffgehäuse mit den Maßen 130x130x50 mm untergebracht. Schutzart IP65.

Der Konverter arbeitet mit einem PIC12C508 Controller. Er hat die Aufgabe, das Ausgangssignal von der PillnitzBox in einen für das jeweilige Reglerfabrikat passenden Steuerstrom umzuwandeln. Die Betriebsspannung wird vom jeweiligen Regler bezogen. Mit einem Kippschalter kann die Funktion abgeschaltet werden, wenn einzelne Gewächshäuser das Pillnitz- Programm zeitweise nicht nutzen sollen. Zwei LEDs dienen zur Funktionskontrolle. Der Konverter ist in einem Hutschienengehäuse 23x95x50 mm untergebracht.

Als Außenfühler wird ein Präzisions- Heißleiter Typ 103AP-2 eingesetzt. Wegen der geringen Toleranz ist ein Austausch ohne Neuabgleich möglich. Das Heißleiterelement ist in einem Messingrohr 6mm x 30mm wasserdicht vergossen und mit einem Strahlungsschutz aus Kunststoff versehen. Er kann frei hängend oder mit den beigefügten Befestigungsschellen an einer Wand montiert werden.

Die Montage ist sehr einfach und kann von jedem ortsansässigen Elektriker durchgeführt werden.

Software

Die Software ist in Assembler mithilfe der Programmierumgebung MPLAB v8.00 geschrieben.

Sie gliedert sich in folgende Bestandteile:

Messung der Temperatur.

Berechnung von Minimum, Maximum, TMT.

Täglich um 23:00 Uhr speichern der Wetterdaten.

Berechnung der erforderlichen Absenkung / Anhebung.

Ausgabe an die Konverter.

Tastenabfrage und Sprung zur Bedienebene.

Zur Temperaturmessung wird der interne A/D Wandler mit 10 Bit Auflösung herangezogen. Durch Mehrfachmessung und Mittelwertbildung werden Störungen auf der Anschlussleitung eliminiert. Die Ausgabe an die Konverter erfolgt mit Pulsweitenmodulation mit einer Übertragungsrate von nur 1 Bit/s. Wegen dieser extrem niedrigen Frequenz sind Störungen so gut wie ausgeschlossen. Trotzdem ist die Geschwindigkeit ausreichend, weil die Konverter nur einmal pro Minute angesprochen werden.

Wirtschaftlichkeit

Aufgrund des geringen Anschaffungspreises wird sich die PillnitzBox schnell amortisieren. Im folgenden Beispiel ist der Versuch „Balkon 2006“ der LfL Dresden- Pillnitz wiedergegeben. Die Kulturzeit belief sich vom 16.2.2006 bis 4.5.2006 mit 17/19°C Heiztemperatur. Für diese Kultur wurden in der Standardvariante 131,8 kWh/m² Heizenergie benötigt. Bei Einsatz des Programms „Pillnitz sanft“ aber nur 114,3 kWh/m². Bezogen auf 1000 m² Gewächshausfläche entsprechen dies 13180 Liter Heizöl gegenüber 11430 Liter Heizöl. Somit wurden 1750 Liter Heizöl eingespart, was bei einem Preis von 50 ct/l 875 € entspricht.

Die PillnitzBox und ein Konverter kosten 544,00 € zuzüglich ca. 100 € Montagekosten. Bei dieser Konstellation wäre der Anschaffungspreis bei dieser einen Kultur schon ausgeglichen.

Ausblick

Die PillnitzBox ist kein universelles Regelgerät, sondern speziell für die Anwendung der „Dynamischen Außentemperaturkorrektur“ entwickelt. Trotzdem sind genügend Anschluss- und Erweiterungsmöglichkeiten vorhanden, um andere oder zusätzliche Regelstrategien, an die heute noch niemand denkt, ohne Gerätetausch zu implementieren. Möglich wäre es beispielsweise, die Heiztemperaturen so zu steuern, dass regenerative Energiequellen optimal genutzt werden.

Zusammenfassung

Der Einsatz der PillnitzBox ermöglicht es, vorhandene elektronische Gewächshausregler so aufzurüsten, dass die „Dynamische Außentemperaturkorrektur“ und die „Cool Morning Strategie“ genutzt werden können. Mit geringen Anschaffungskosten sind Einsparungen bis 20% möglich. Geeignet für Kulturen mit hohem Wärmebedarf.

Literatur

Stephan Wartenberg, „Außentemperaturkorrektur“
Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Heft 5/2007
www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/3031_1.pdf