

**Cool morning ohne Temperatursummenkontrolle
erbrachte höchste Energieeinsparung, aber
verlängerte die Kulturdauer geringfügig**

***Pelargonium Cv.*
Energieeinsparung
Heizungssteuerung**

Zusammenfassung - Empfehlungen

Von sechs im Frühjahr 2009 bei der Pelargonienkultur am LfULG in Dresden-Pillnitz erprobten Energiesparprogrammen erreichte cool morning die höchste Energieeinsparung von 18,5 %. Die damit verbundene Verlängerung der Kulturdauer um etwa 2 Tage und Erhöhung der Sprossmasse waren signifikant, jedoch ohne wirtschaftliche Bedeutung. Alle anderen Varianten mit einer Temperatursummenkontrolle unterschieden sich zwar pflanzenbaulich nicht vom Standard, erzielten aber nur eine geringere Energieeinsparung.

Versuchsfrage und -hintergrund

Wie wirken sich verschiedene Energiesparprogramme mit und ohne Temperatursummenkorrektur bei der Pelargonienkultur auf den Energieverbrauch, die Kulturdauer und die Pflanzenqualität aus?

Ergebnisse

Verglichen wurden Heizungssteuerungsprogramme mit den Programmbausteinen cool morning (CM), dynamischer Außentemperaturkorrektur (dAT), dynamischer Lichtkorrektur (dLK), Windkorrektur (WK) sowie einer Temperatursummenkontrolle (TSK).

Tabelle 1: Programmvarianten bei der Poinsettienkultur 2009 (LfULG Dresden-Pillnitz)

Programm	Standard	Standard CM	CM+dAT+ TSK	CM+dLK+ TSK	CM+dAT+ dLK+TSK	CM+dAT+ dLK+WK+ TSK
Basis-Heizungssollwert Tag/Nacht in °C	16/17	16/17	16/17	16/17	16/17	16/17
Tagesmitteltemperatursollwert in °C			18	18	18	18
Basis-Lüftungssollwert Tag/Nacht in °C	18/19	18/19	18/19	18/19	18/19	18/19
cool morning	ohne	Heizung: 1 h vor Sonnenaufgang für 4 h 8 °C Lüftung: mit Sonnenaufgang für 2 h 10 °C				
Weitere Einstellungen	Schattiersollwert 60 klx; Mindesttemperatur 6 °C					

dAT	dLK	WK	TSK
$HT_{akt} = HT_{Basis} + k * F_{AT} * (AT_{Ist} - AT_{Soll})$	$+ F_L * (BS_{Ist} - BS_{Soll})$	$- W$	$- F_{TS} * (TS_{Ist} - TS_{Soll})^3$
mit folgenden Bedingungen:		F_{AT} = Skalierungsfaktor Außentemperaturkorrektur (0,3)	
WENN $AT_{Ist} > HT_{Basis}$, DANN $F_{AT} = 0$		AT_{Ist} = Istwert Außentemperatur in °C	
WENN $AT_{Ist} \leq HT_{Basis}$, DANN $F_{AT} = 0,3$		AT_{Soll} = Erwartungswert Außentemperatur in °C	
WENN $AT_{Ist} - AT_{Soll} > 0$, DANN $k = 1$		F_L = Skalierungsfaktor Lichtkorrektur (hier 0,2)	
WENN $AT_{Ist} - AT_{Soll} < 0$, DANN $k = 2$		BS_{Ist} = Istwert Außen-Beleuchtungsstärke in klx	
WENN $BS_{Ist} > BS_{Soll}$, DANN $F_L = 0$		BS_{Soll} = Erwartungswert Außenbeleuchtungsstärke in klx	
WENN $BS_{Ist} \leq BS_{Soll}$, DANN $F_L = 0,2$		v_w = Windgeschwindigkeit in m/s	
WENN $v_w > 3,5$ m/s, DANN $W = 1$ K		W = Windkorrektur (hier 1 K)	
$TS_{Soll} = TM_{Soll} * n$		TS_{Ist} = Istwert Temperatursumme in °C x d	
$TS_{Ist} - TS_{Soll} = \max. \pm 1000$ Kh		TS_{Soll} = Sollwert Temperatursumme in °C x d	
HT_{akt} = aktualisierter Heizungssollwert		TM_{Soll} = Tagesmitteltemperatursollwert in °C	
HT_{Basis} = Basis-Heizungssollwert in °C		n = bisherige Anzahl Kulturtage	
k = Faktor für Absenkung bzw. Anhebung		F_{TS} = Skalierungsfaktor TSK (hier 5×10^{-9})	

Versuche im deutschen Gartenbau Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Abteilung Gartenbau Dresden-Pillnitz Bearbeiter: Stephan Wartenberg, Margret Dallmann	2009
---	-------------

Gegenüber dem Standard wurden durch CM ohne TSK 18,5 % der Heizenergie eingespart. Gleichzeitig war am Kulturrende die Temperatursumme um -2,2 % und die Durchschnittstemperatur um - 0,4 K reduziert. Alle anderen Programmvarianten erfolgten mit TSK und lagen demzufolge sowohl im Heizenergieverbrauch als auch in der Temperatursumme dichter am Standard. CM+dAT+TSK erreichte eine Einsparung von 8,1 %, CM+dLK+TSK eine von 4,9 %. Die Kombination in CM+dAT+dLK+TSK erzielte mit 10,7 % zwar einen höheren Betrag, der aber unter der Summe der beiden Einzelbeiträge lag. Es kommt also zu einer gegenseitigen Beeinflussung und teilweisen Kompensation der Einzeleffekte der Korrekturbausteine. Dafür spricht auch die Einsparung von „nur“ 5,0 % der Heizenergie bei CM+dAT+dLK+WK+TSK.

Hinsichtlich der pflanzenbaulichen Auswirkungen war festzustellen, dass CM ohne TSK zu einer Kulturzeitverlängerung von 2 Tagen führte, die zwar gering aber statistisch zu sichern war. Auch die Sprossmasse lag deutlich höher. Alle anderen Programmvarianten wiesen trotz nennenswerter Energieeinsparung keine Kulturzeitverlängerung auf. Gegenüber dem Standard waren die Pflanzen aller anderen Varianten geringfügig kleiner bzw. kompakter. Dies ist als Vorteil zu bewerten.

Tabelle 2: Energiedaten und Pflanzenmerkmale Pelargonien 2009 (LfULG Dresden-Pillnitz)

Programm	Standard	Standard CM	CM+dAT+TSK	CM+dLK+TSK	CM+dAT+dLK+TSK	CM+dAT+dLK+WK+TSK
Temperatursumme in °C x Tag (20.02.-26.04.09)	1192	1165	1188	1184	1191	1183
Abweichung Temperatursumme in %		- 2,2	- 0,3	- 0,7	- 0,1	- 0,7
Durchschnittstemperatur in °C	18,06	17,66	18,01	17,94	18,05	17,93
Heizenergiebedarf in kWh/ Netto-m ²	94,5	76,9	86,8	89,8	84,4	89,8
Energieeinsparung in kWh/Netto-m ²		17,5	7,6	4,6	10,1	4,7
Energieeinsparung in %		18,5	8,1	4,9	10,7	5,0
Kulturdauer in d	68 ^a	70 ^b	67 ^a	67 ^a	68 ^a	68 ^a
Anteil Nichtblüher in %	3,3	4,4	2,5	2,8	2,5	1,7
Pflanzenhöhe in cm	27,7 ^b	27,2 ^{ab}	26,2 ^a	26,2 ^a	25,8 ^a	26,1 ^a
Pflanzenbreite in cm	36,5 ^b	34,9 ^{ab}	34,8 ^{ab}	34,3 ^{ab}	33,8 ^a	35,2 ^{ab}
Anzahl Blüten und Knospen je Pfl	3,0 ^a	2,7 ^a	2,7 ^a	2,8 ^a	2,9 ^a	2,9 ^a
Gesamteindruck*	7,5 ^a	7,7 ^a	7,5 ^a	7,5 ^a	7,6 ^a	7,4 ^a
Sprossmasse in g	98,2 ^{ab}	102,4 ^b	88,9 ^a	89,1 ^a	89,1 ^a	94,0 ^{ab}
Durchwurzlung*	6,4 ^{bc}	6,3 ^{abc}	6,1 ^a	6,0 ^a	6,2 ^{ab}	6,6 ^c
Wurzelqualität*	7,2 ^a	7,3 ^{ab}	7,4 ^{ab}	7,5 ^b	7,4 ^{ab}	7,4 ^{ab}

^{a,b,c} Signifikanzgruppen TUCKEY B, $\alpha = 0,05$

* Boniturnoten von 1 = sehr schlecht bis 9 = sehr gut

Kulturdaten:

KW 06 Topfen in 11-cm-Töpfe, Substrat Floradur B mit Ton; Sorten: 'Bergpalais' (Z), 'Anthony' (Z), 'Survivor Dark Red' (Z), 'Lilac' (I), 'Pacific White' (I), 'Atlantic White' (I),

KW 07 Stutzen der Efeupelargonien auf drei Nodien

KW 08 Beginn der Differenzbehandlung in den Versuchsvarianten

bis KW 11 mehrfaches Entfernen aller Blüten- und Knospenstände über dem Laub