

Afgiftesystemen voor laagwaardige warmte onderzocht

Efficiënt gebruik van laagwaardige warmte in de serre kan zorgen voor energiebesparing. Hiervoor is een goede afgifte van deze warmte nodig. Uit een doormeting van verschillende afgiftesystemen in labo-omstandigheden blijkt dat zowel de kleur, de vorm als het materiaal van de verwarmingsbuizen een invloed hebben op de warmteafgifte. Drie beloftevolle systemen werden geselecteerd en worden nu getest onder praktijkomstandigheden. Via een online tool kan je zelf inzicht krijgen in jouw verwarmingssysteem.

Het klimaat in de serre wordt actief gestuurd door het gebruik van verwarming en het openen of sluiten van de ramen, eventueel aangevuld met ventilatoren. Naast warmte op hoge temperatuur, rechtstreeks afkomstig van de huidige verwarmingsinstallaties, kan ook warmte op een relatief lage temperatuur (maximaal 40°C) worden gebruikt voor de verwarming van de serre. Deze warmte kan afkomstig zijn van verschillende bronnen waaronder bijvoorbeeld de rookgascondensator van de verwarmingsinstallatie. Dit zorgt voor een hogere efficiëntie van de verwarmingsbron. In de toekomst wordt het gebruik van warmte op lagere temperatuur waarschijnlijk nog interessanter door het gebruik van onder andere geothermie of restwarmte.

Door de lagere temperaturen is deze warmte niet zo eenvoudig in te zetten, waardoor we dan ook spreken van laagwaardige warmte. Deze wordt meestal via leidingen in de serre gebracht en afgegeven via verwarmingsbuizen. Hierbij wordt water als transportmiddel gebruikt omdat water een hoge soortelijke warmte heeft en dus veel warmte kan opslaan. Daarnaast is de warmteafgifte vrij eenvoudig te regelen door het gebruik van regelkleppen.

Correcte ontwerpregels nodig voor maximaal rendement

Om een buizensysteem in de serre optimaal te ontwerpen is een goede kennis van de warmteafgifte van de gebruikte buizen essentieel. Het ontwerp moet immers twee doelen hebben: een maximaal rendement van de warmteopwekker én een goed klimaat in de serre. In het geval van stalen, ronde buizen is dit eenvoudig uit te rekenen door gebruik van de formules uit

norm EN 12241 of de formules opgesteld door Nawrocki, welke specifiek werden uitgewerkt voor de glastuinbouw. Om de afgifte van laagwaardige warmte te vergemakkelijken of de installatiekosten te drukken, kunnen ook buizen uit een ander materiaal of met een groter afgifteoppervlak worden gebruikt. Het nadeel is dat de formules uit de hierboven aangehaalde norm in deze gevallen niet meer geldig zijn. Daarom voerden we bij Thomas More in het kader van het GLITCH-project metingen uit om de warmteafgifte van verschillende buistypes te bepalen.

Kleur, vorm én materiaal hebben invloed op warmteafgifte buizen

De warmteafgifte van de verschillende buistypes werd in het labo bepaald. Het voordeel van metingen onder labo-omstandigheden, in volledige duisternis, is dat er geen invloed is van



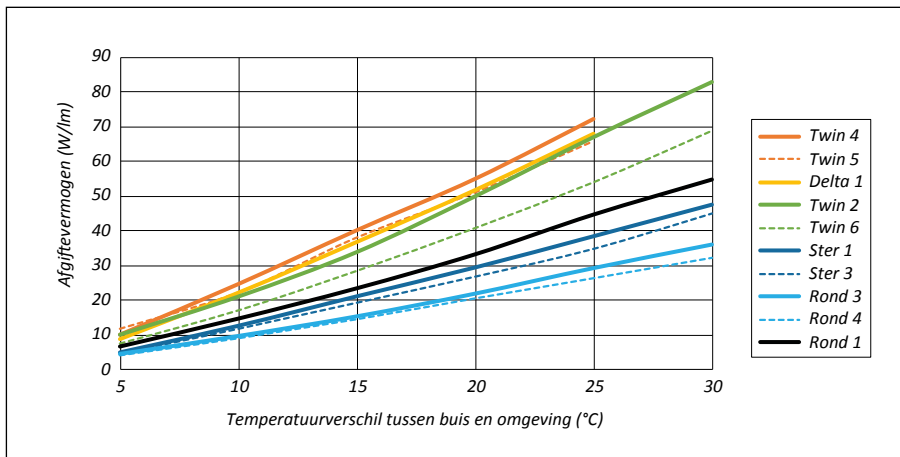
In labo-omstandigheden werd de warmteafgifte van verschillende buistypes bepaald.

externe factoren zoals zonlicht of planten. Zo konden we het effect van de buis zelf bepalen. De onderzochte buizen varieerden in vorm, materiaal en kleur. Figuur 1 toont de verschillende geteste vormen. Door daarnaast te variëren in materiaal en kleur hebben we zeventien verschillende warmte-afgiftesystemen opgemeten.

Uit deze metingen volgden grafieken zoals Figuur 2, die belangrijk zijn bij het dimensioneren van het verwarmingsnet. Dergelijke grafieken tonen namelijk hoeveel vermogen een buis afgeeft per lopende meter en dit bij verschillende temperatuurverschillen tussen het water in de buis en de omgeving. De aanvoertemperatuur van het water werd hierbij gevarieerd tussen 25°C en 60°C, waarbij het temperatuurverschil tussen aanvoer- en retourleiding steeds op 5 tot 10°C werd gehouden. Dit benadert de instellingen van warmteafgiftesystemen in de praktijk.



Figuur 1. - Overzicht van de verschillende systemen van warmte-afgifte die doorgemeten zijn



Figuur 2. - Warmteafgifte van verschillende buizen bij verschillende omstandigheden. Rond 1 (witte PE-leiding met \varnothing 40mm) is de referentie.

Tabel 1. - Resultaten van de metingen in de labo-opstelling. Verschil in W/lopende meter en in W/m^2 verwarmend oppervlak in vergelijking met witte PE-leiding met \varnothing 40mm (rond 1) (gemiddelde over de verschillende temperatuurregimes). De buistypes zijn gerangschikt volgens aflopende warmteafgifte per lopende meter.

Buistype	Diameter (mm)	Materiaal	Kleur	Vorm	Verschil (W/m)	Verschil (W/m^2)
Twin 1	28	aluminium	wit	2 vinnen	62%	-45%
Twin 2	22	aluminium	goud	2 gebogen vinnen van 100 mm hoog	50%	-18%
Twin 3	28	aluminium	mat aluminium	2 vinnen	51%	-49%
Twin 4	22	aluminium	wit	2 vinnen	43%	-43%
Twin 5	22	aluminium	mat aluminium	2 vinnen	33%	-47%
Delta 1	22	aluminium	mat aluminium	3 vinnen	34%	-47%
Delta 2	22	aluminium	wit	3 vinnen	30%	-49%
Twin 6	22	aluminium	goud	2 gebogen vinnen van 70 mm hoog	23%	-10%
Rond 1	40	PE	wit	rond	0%	0%
Rond 2	38	staal	wit	rond	-4%	-3%
Ster 1	34	staal	wit	ster	-12%	-28%
Ster 2	40	PE	zwart	ster	-18%	-26%
Ster 3	40	PP-R	wit	ster	-19%	-29%
Ster 4	40	PP-R	zwart	ster	-20%	-30%
Ster 5	40	PP-R	grijs	ster	-23%	-27%
Rond 3	20	PEx	transparant wit	rond	-26%	48%
Rond 4	20	PE	zwart	rond	-40%	79%

PE = polyethyleen; PP-R = polypropyleen met additieven; PEx = vernet polyethyleen

Naast deze grafieken met afgiftevermogen werd ook de gemiddelde warmteafgifte per buistype berekend, en dat zowel per lopende meter als per m^2 verwarmend oppervlak. De resultaten hiervan zijn samengevat in Tabel 1. Uit deze resultaten blijkt dat de kleur van de buizen een belangrijke invloed heeft. Zo geven witte buizen meer warmte af dan ongelakte buizen.

Ook het warmteafgevend oppervlak is bepalend voor hoeveel warmte kan worden afgegeven. De warmteafgifte kan worden vergroot door het gebruik van vinnen (de Twin- en Delta-buizen), maar evengoed kan de vorm van de buis worden aangepast, bijvoorbeeld stervor-

mige buizen. De warmteafgifte per lopende meter is groter bij het gebruik van vinnen dan bij de gewone ronde buizen, maar bij de stervormige buizen is dit lager.

Als laatste blijkt dat ook het gebruikte materiaal een invloed heeft op de warmteafgifte. De onderzochte aluminium buizen geven bijvoorbeeld meer warmte af dan de onderzochte stalen buizen. Er moet hierbij wel worden opgemerkt dat de opgemeten aluminium buizen steeds vinnen hadden. De polyethyleen (PE)- of polypropyleen (PP-R)-buizen gaven dan weer minder warmte af dan de stalen buizen.

Een laatste opvallend resultaat is dat buizen met een kleinere diameter (20 mm) meer warmte afgeven per m^2 verwarmend oppervlak. Maar per lopende meter geven ze dan weer minder warmte af. Een mogelijke optie zou kunnen zijn om twee buizen met een kleine diameter te plaatsen in plaats van één met een grotere diameter. Zo kan de warmte op verschillende plaatsen ten opzichte van het gewas worden afgegeven. Maar het brengt hogere kosten met zich mee, zowel voor het materiaal als voor de installatie.

Inzicht in verwarmingssysteem met online tool

Om al deze informatie in de praktijk te kunnen toepassen werd een tool ontwikkeld die je vindt op volgende webpagina: <https://kce.thomasmore.be/benutting-van-laagwaardige-warmte.html>. Met deze rekentool krijg je snel een idee van de temperaturen in een lagetemperatuurnet (LT-net) in functie van het benodigd vermogen en de gekozen verwarmingsbuizen. Het benodigd vermogen van het LT-net kan je ingeven op basis van de warmtevraag van de serre of op basis van het beschikbaar vermogen van de warmteopwekker. Vervolgens kan je per afdeling de parameters van het verwarmingssysteem ingeven. Het programma berekent hiermee de benodigde aanvoertemperatuur en retourtemperatuur om de gewenste warmte te kunnen afgeven. Daarnaast wordt er ook een tabel aangemaakt waarin per afdeling de benodigde aanvoertemperatuur wordt gegeven in functie van de gewenste kasttemperatuur en het gekozen buistype.

Effect op plantengroei wordt nog onderzocht

Uit de opgemeten afgiftesystemen werden drie beloftevolle systemen geselecteerd. Deze werden geïnstalleerd in een tomatenproef die momenteel loopt op het Proefstation voor de Groenteteelt. Zo kunnen we, naast het energieverbruik van de verschillende afgiftesystemen in praktijkomstandigheden, ook het effect van de verschillende buistypes op de plant vergelijken.

J. van Roy, B. De Schutter & H. Marien
Kenniscentrum Energie, Thomas More, Geel

Dit onderzoek werd uitgevoerd binnen het project GLITCH (Glastuinbouw Innoveert door Co-creatie met koolstofarme Hightech) dat kadert binnen het Interreg-programma Vlaanderen-Nederland, met steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling.