

Kasklimaat in lelie onder verticale luchtcirculatie

Casper Sloopweg en Hans Kok

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit
mei 2009
PPO nr. 32 360 893 00

© 2009 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.



Projectnummer: 32 360 893 00; PT nummer 13113.21

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit

Adres : Prof. Van Slogterenweg 2, 2161 DW Lisse

: Postbus 85, 2160 AB Lisse

Tel. : 0252 - 462121

Fax : 0252 - 462100

E-mail : infobollen.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 MATERIAAL EN METHODE	9
3 RESULTATEN	13
3.1 Sensor-check	13
3.2 Temperatuur en VPD in de kas	15
3.3 De planttemperatuur	21
3.4 Gemiddeld effect in de hele meetperiode.....	23
4 CONCLUSIE EN DISCUSSIE	25

Samenvatting

In de wintermaanden is het klimaat in kassen met belichte lelies niet altijd optimaal. Door de hoge luchtvochtigheid is de verdamping minimaal wat zich vertaalt in bladeren met gebrekverschijnselen, bladverbranding en een verhoogde kans op papierblad. Verticale luchtcirculatie is een methode om luchtlagen boven- en onderin de kas met elkaar te mengen. Door verticale luchtcirculatie wordt warme lucht van het bovennet, maar ook van de lampen het gewas in geblazen, waardoor het microklimaat rondom de plant zou kunnen verbeteren.

In maart 2009 is onderzoek uitgevoerd naar het effect van verticale luchtcirculatie in een praktijkkas met een leliegewas van 130cm hoog. Boven het gewas waren ventilatoren opgehangen. Om het directe effect van de ventilatoren, met en zonder het gebruik van het ondernet, op de temperatuur en luchtvochtigheid in het gewas te meten, werden de ventilatoren en het ondernet tijdens de meetperiode regelmatig aan en uit geschakeld. Er werd op 4 hoogtes temperatuur en RV gemeten. De planttemperatuur werd met twee infrarood camera's gemeten. Elke 5 minuten werd een meting gedaan en opgeslagen. Uit de metingen van temperatuur en RV werd het vochtdeficiet berekend.

Het gebruik van de ventilatoren om een verticale luchtstroom te bewerkstelligen, heeft in dit onderzoek beperkt effect gehad. Bij uitgeschakeld ondernet is gezien dat de warmte van bovenin de kas tot op knopniveau het gewas in kon worden geblazen. De luchtstroom drong echter slecht door in het zeer dichte lelie-gewas. In een jonger en/of meer open gewas zal de luchtstroom beter door kunnen dringen. Het vochtdeficiet tussen het gewas werd door het gebruik van de ventilatoren nauwelijks beïnvloed, waardoor geen effect van deze toepassing op het risico van bladproblemen mag worden verwacht.

1 Inleiding

In de wintermaanden is het klimaat in kassen met belichte lelies niet altijd optimaal. Door de hoge luchtvochtigheid is de verdamping minimaal wat zich vertaalt in bladeren met gebrekverschijnselen, bladverbranding en een verhoogde kans op papierblad.

Onderzoek van WUR Glastuinbouw, Hoogendoorn Growth Management en praktijkproeven in Gerbera en Matricaria hebben laten zien dat verticale luchtcirculatie een beter kasklimaat tot gevolg kan hebben en een besparing op energie kan opleveren (Bontsema, pers. mededeling).

Een gewas in stilstaande lucht met een hoge luchtvochtigheid verdampt niet veel. Dit kan leiden tot een verstoorde huidmondjesregulatie, waarbij in latere periodes met een lage luchtvochtigheid papierblad op kan treden door een te sterke verdamping, omdat de huidmondjes dan niet meer (kunnen) sluiten. Een te lage verdamping kan ook leiden tot te weinig opname van essentiële voedingselementen (bijvoorbeeld Calcium), dat ook tot bladproblemen (o.a. bladverbranding) kan leiden. Bovendien is condensatie mogelijk en de plant kan gaan gutteren ('zweten').

Gewone ventilatoren die boven het gewas hangen bewegen de lucht uitsluitend horizontaal. De warme lucht boven het gewas kan zich maar moeilijk mengen met koudere vochtige lucht in het gewas. Dit is anders bij verticale luchtcirculatie. Bij verticale luchtcirculatie wordt een ventilator hoog boven het gewas opgehangen. Dankzij de speciale schoepenconstructie worden luchtlagen boven- en onderin met elkaar gemengd en in het gewas gebracht. Dit heeft als voordeel dat het microklimaat in het gewas verbetert. Normaal gesproken wordt in het gewas een minimum buistemperatuur van het ondernet aangehouden om het gewas op te warmen en de lucht in beweging te krijgen. Bij verticale luchtcirculatie worden de, door het bovennet, bijbelichting en/of zonnestraling opgewarmde bovenste luchtlagen gemengd met de lucht dieper in het gewas. De minimum buistemperatuur wordt minder belangrijk. Aantrekkelijk is dat de ventilatoren een lage energie-input vragen.

In het hieronder beschreven verkennende onderzoek is het effect van het gebruik van ventilatoren die een verticale luchtstroom veroorzaken, op de temperatuur en het vochtdeficiet op verschillende hoogtes in het gewas onderzocht, om een indruk te krijgen van de doordringing van de luchtstroom in het gewas. Uit de metingen van temperatuur en RV is het vochtdeficiet berekend, omdat dit, samen met de stand van de huidmondjes, de verdamping bepaald. Er waren twee planttemperatuur meters beschikbaar, waarmee de temperatuur van het gewas van boven af is gemeten, om het effect van de luchtstroom op het bovenste, veel verdampende, blad te meten.

Om het effect van het gebruik van ventilatoren goed te kunnen beoordelen is er voor gekozen om de metingen uit te voeren in een kas waarin de ventilatoren regelmatig aan en uit gezet werden. Bij metingen in twee kassen of twee kasafdelingen (één met en één zonder ventilatoren) kunnen andere teeltfactoren (kasconstructie, ligging, gewasstand, klimaatregeling) te veel invloed hebben op het klimaat tussen het gewas om het effect van de ventilatoren te kunnen meten. Omdat in de praktijk vaak gebruik wordt gemaakt van het ondernet van de verwarming om een lagere luchtvochtigheid en een luchtstroom in het gewas te realiseren, is het effect van de ventilatoren met en zonder het gebruik van het ondernet gemeten.

In de beschrijving van de resultaten is het effect van de ventilatoren op het klimaat in een relatief korte periode voor en na het inschakelen bekeken, om de invloed van schommelingen in het kasklimaat als gevolg van de andere omstandigheden (instraling, buitentemperatuur, aan- en uitschakelen van de bijbelichting) zoveel mogelijk uit te sluiten.

2 Materiaal en methode

Het onderzoek is uitgevoerd in de periode van 24 t/m 30 maart 2009, in een kasafdeling van de firma Imanse in Lisserbroek. De metingen zijn gedaan in een gewas van de cultivar 'Fairytale', plantdatum 16-12-2008, maat 20-22, met een hoge plantdichtheid van 8 bollen per bak (60x40cm). Verwarming vond plaats met een combinatie van onder- en bovennet. Belichting met assimilatielampen vond plaats van 17.00 tot 24.00 uur. De hoogte van het gewas op het moment van de metingen was 130 cm. Een indruk van het gewas is te zien op Foto 1.



Foto 1. Het gewas waarin de metingen plaatsvonden.

Boven het gewas zijn ventilatoren (Nivolator, Nivola, Lisse. 48 stuks per hectare, capaciteit 8000 m³ per uur) opgehangen. Deze ventilatoren konden via de klimaatcomputer gestuurd worden. Als de ventilatoren aan stonden draaiden ze op de hoogste stand. De ventilatoren en het ondernet werden tijdens de meetperiode aan en uit geschakeld volgens onderstaande Tabel 1.

Tabel 1. Sturing van ventilatoren en ondernet tijdens de meetperiode

Datum	Tijd	Ventilatoren	Ondernet
24 maart	14.00	Aan	Aan
24 maart	17.00	Uit	Aan
24 maart	21.00	Aan	Aan
25 maart	00.00	Uit	Aan
25 maart	04.00	Aan	Aan
25 maart	08.00	Uit	Aan
25 maart	10.00	Aan	Aan
25 maart	12.00	Uit	Aan
25 maart	14.00	aan	Aan
25 maart	17.00	Uit	Aan
25 maart	21.00	Aan	Aan
26 maart	00.00	Uit	Aan
26 maart	04.00	Aan	Aan
26 maart	08.00	Uit	Aan
26 maart	10.00	Aan	Aan
26 maart	12.00	Uit	Aan
26 maart	14.00	aan	Aan
26 maart	17.00	Uit	Aan
26 maart	21.00	Aan	Aan
27 maart	00.00	Uit	Aan
27 maart	04.00	Aan	Aan
27 maart	06.00	Aan	Uit
27 maart	08.00	Uit	Uit
27 maart	10.00	Aan	Uit
27 maart	12.00	Uit	Uit
27 maart	14.00	aan	Uit
27 maart	17.00	Uit	Uit
27 maart	21.00	Aan	Uit
28 maart	00.00	Uit	Uit
28 maart	04.00	Aan	Uit
28 maart	07.00	Aan	Aan
28 maart	08.00	Uit	Aan
28 maart	10.000	Aan	Aan
28 maart	12.00	Uit	Aan
28 maart	14.00	aan	Aan
28 maart	17.00	Uit	Aan
28 maart	21.00	Aan	Aan
29 maart	00.00	Uit	Aan
29 maart	04.00	Aan	Aan
29 maart	08.00	Uit	Aan
29 maart	10.00	Aan	Aan
29 maart	12.00	Uit	Aan
29 maart	14.00	Aan	Aan
29 maart	14.30	Aan	Uit
29 maart	17.00	Uit	Uit
29 maart	21.00	Aan	Uit
30 maart	00.00	Uit	Uit
30 maart	04.00	Aan	Uit
30 maart	08.00	Uit	Uit

De metingen werden uitgevoerd met een datalogger van Growlab, met Growlab sensoren. Voor de start van de metingen bij de teler is een sensor-check uitgevoerd. Hiermee werden de sensoren gecontroleerd op afwijkingen ten opzichte van elkaar, door ze enige tijd dicht naast elkaar in een ruimte zonder instraling te laten loggen.

Er werd op 4 hoogtes temperatuur en RV gemeten. De planttemperatuur werd met twee Heimann infrarood camera's gemeten. De camera's hingen op verschillende hoogtes, waardoor dus het gemeten oppervlak verschilde. De hoogtes waarop de sensoren hingen staan in Tabel 2. Foto 2 toont de opstelling in het gewas.

Tabel 2. Hoogte van sensoren

sensor	plaats	hoogte
Temperatuur en RV 1	onderin	10cm
Temperatuur en RV 2	midden	60cm
Temperatuur en RV 3	knophoogte	110cm
Temperatuur en RV 4	boven gewas	190cm
Planttemperatuur 1	camera op knophoogte	110cm
Planttemperatuur 2	camera boven gewas	190cm



Foto 2. Links sensor 1 en 2 (onderin en halverwege het gewas), rechts sensor 3 en 4 (knophoogte en boven het gewas).

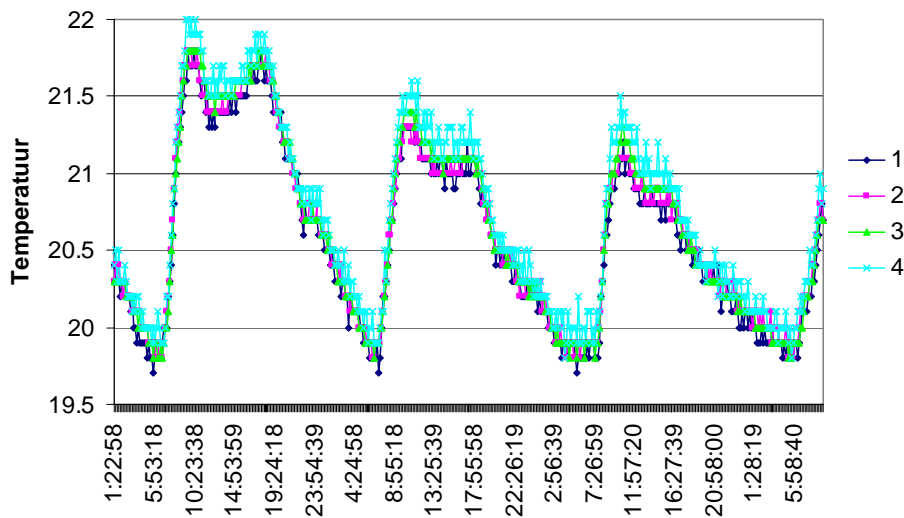
Elke 5 minuten werd een meting gedaan en opgeslagen. Uit de metingen van temperatuur en RV werd het vochtdeficiet (VPD) in g/m^3 lucht berekend.

Uitdraaien van de klimaatcomputer van de teler (buitentemperatuur, temperatuur ondernet, schermstand en raamstand) werden gebruikt om er zoveel mogelijk zeker van te zijn dat klimaatverschillen in de vergelijkingsperioden niet door andere factoren dan de ventilatoren werden veroorzaakt.

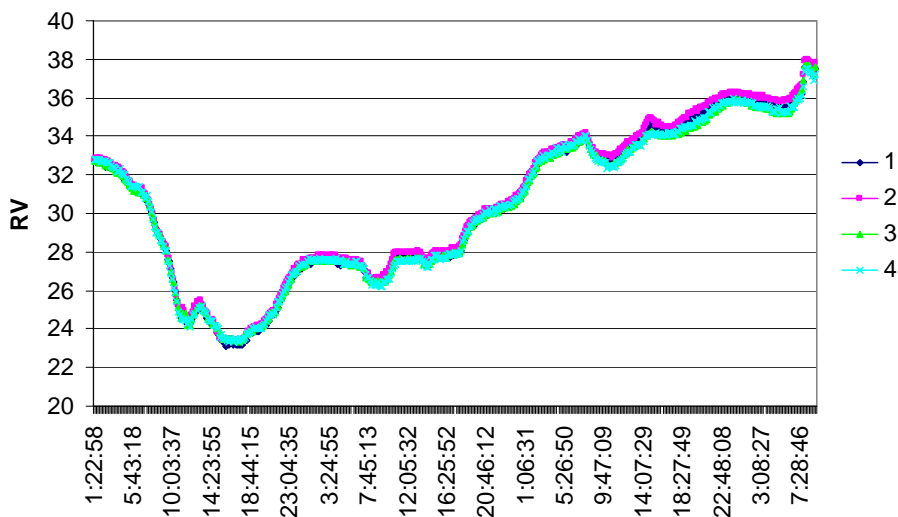
3 Resultaten

3.1 Sensor-check

De uitkomsten van de vergelijking van de sensoren voor temperatuur en RV staan in Figuur 1 en Figuur 2.



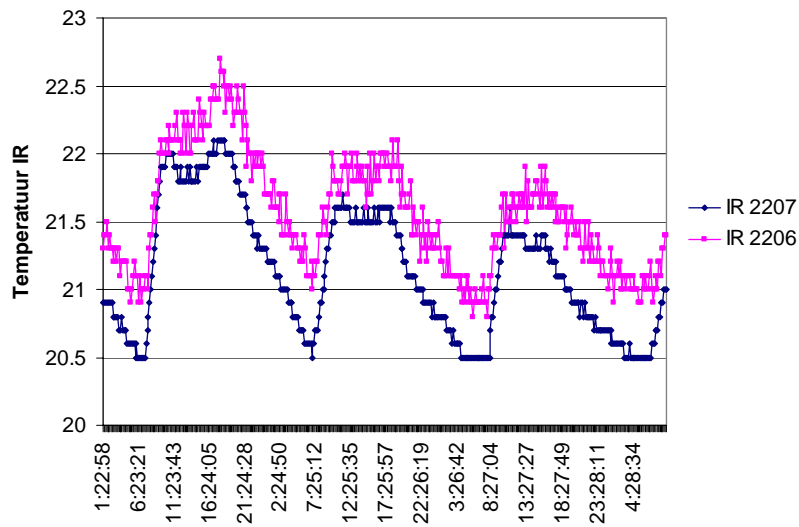
Figuur 1. Temperatuurmetingen van de 4 sensoren tijdens de sensor vergelijking.



Figuur 2. RV metingen van de sensoren tijdens de sensorvergelijking.

Uit Figuur 1 en Figuur 2 blijkt dat de afwijkingen van de sensoren ten opzichte van elkaar minder dan 0.5°C en 2% RV zijn, waardoor de waarden ongecorrigeerd gebruikt konden worden.

De uitkomsten van de vergelijking van de sensoren voor planttemperatuur staan in Figuur 3.

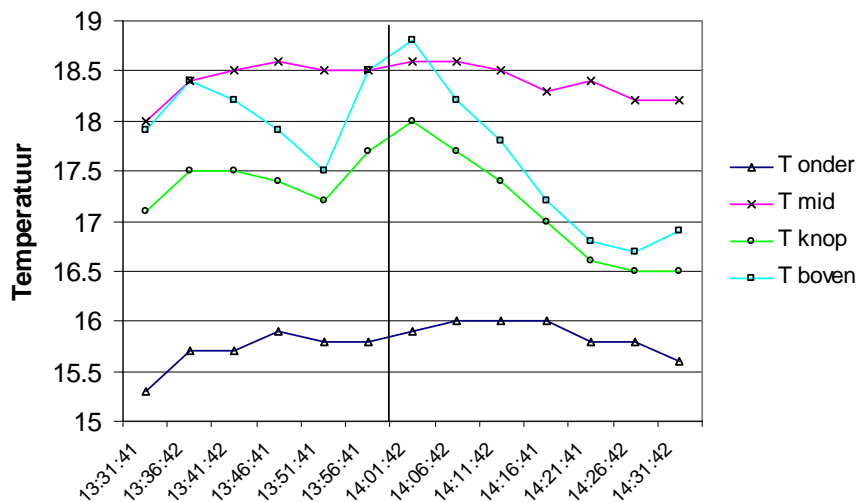


Figuur 3. Temperatuurmetingen van de planttemperatuur sensoren tijdens de sensorvergelijking.

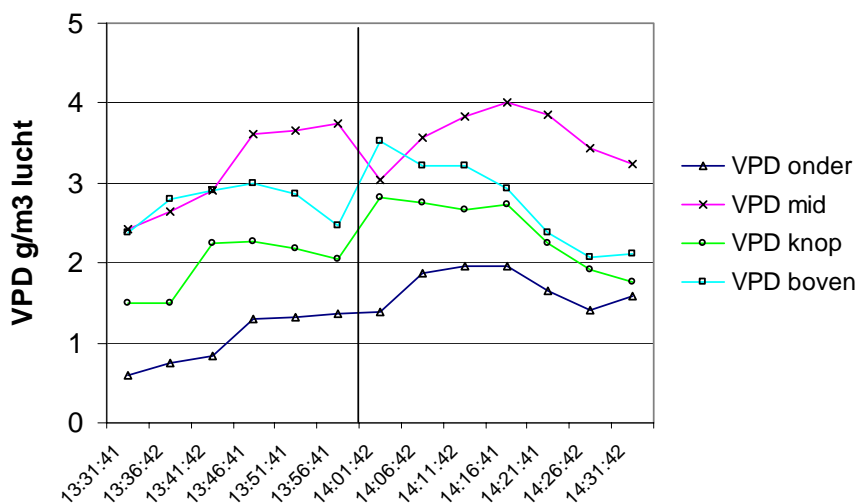
Uit Figuur 3 blijkt dat sensor IR 2206 steeds bijna een halve graad meer aangaf dan de andere sensor. Uit berekeningen blijkt dit gemiddeld 0.42 ± 0.15 te zijn; een vrij vaste afwijking. De metingen bij de teler zijn hiervoor gecorrigeerd.

3.2 Temperatuur en VPD in de kas

Onderstaande figuren van de metingen tonen steeds het vochtdeficiet en de temperatuur, van een half uur vóór het aanschakelen van de ventilatoren (de verticale lijn in de figuur) tot een half uur na het inschakelen. Zo kan het effect van de ventilatoren op het klimaat boven- en onderin het gewas worden beoordeeld.

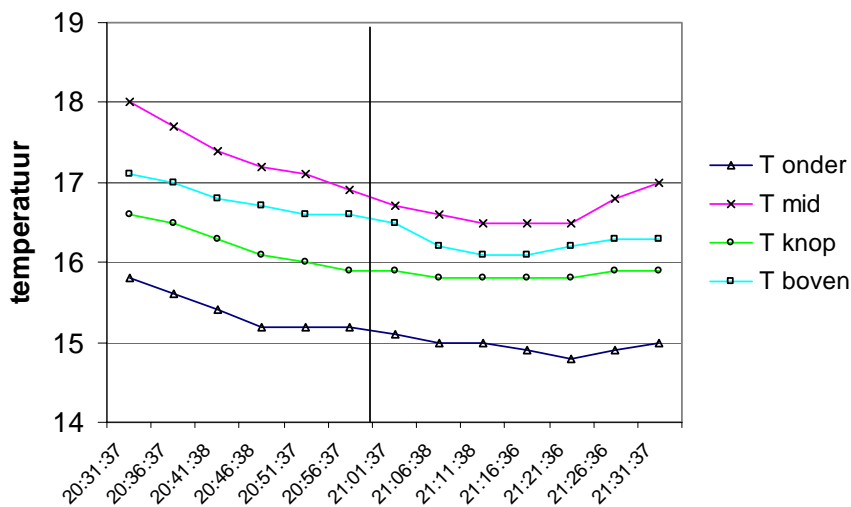


Figuur 4. Het verloop van de temperatuur op de verschillende meetpunten, vanaf een half uur vóór inschakeling van de ventilatoren tot een half uur erna op 25 maart om 14.00 uur. Het ondernet was ingeschakeld.

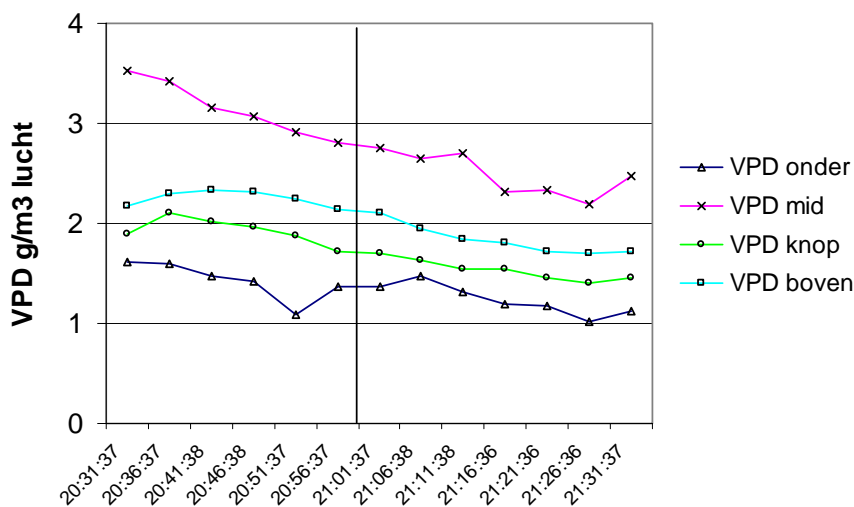


Figuur 5. Het verloop van Het vochtdeficiet op de verschillende meetpunten, vanaf een half uur vóór inschakeling van de ventilatoren tot een half uur erna op 25 maart om 14.00 uur. Het ondernet was ingeschakeld.

Temperatuur (Figuur 4) en vochtdeficiet (Figuur 5) zijn in het midden van het gewas (op 60cm hoogte) het hoogst, als gevolg van het warme ondernet op die hoogte. Onderin het gewas zijn temperatuur en vochtdeficiet het laagst. De schommeling in temperatuur en VPD zijn het gevolg van variaties in instraling. Er is geen effect zichtbaar op de verschillen in temperatuur en VPD op de verschillende hoogtes ten opzichte van elkaar, of van een verhoging van het vochtdeficiet in het midden of onderin het gewas als gevolg van het aanschakelen van de ventilatoren.

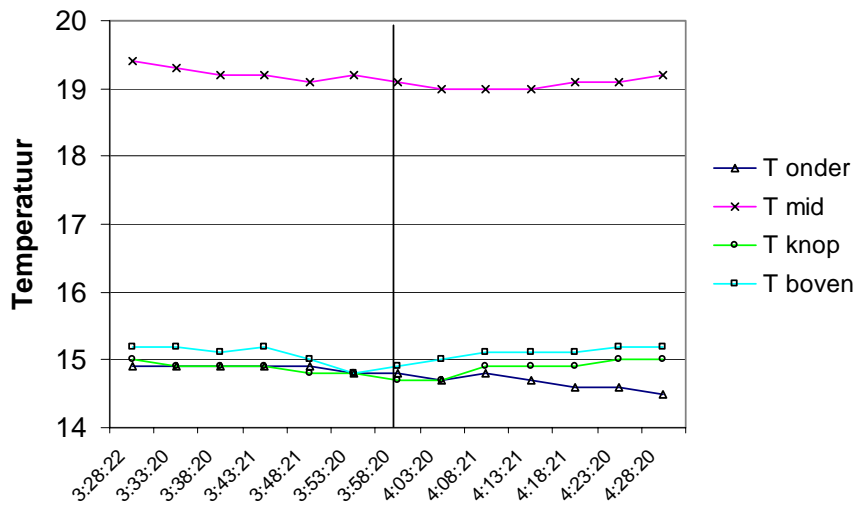


Figuur 6. Het verloop van de temperatuur op de verschillende meetpunten, vanaf een half uur vóór inschakeling van de ventilatoren tot een half uur erna op 25 maart om 21.00 uur. Het ondernet was ingeschakeld.

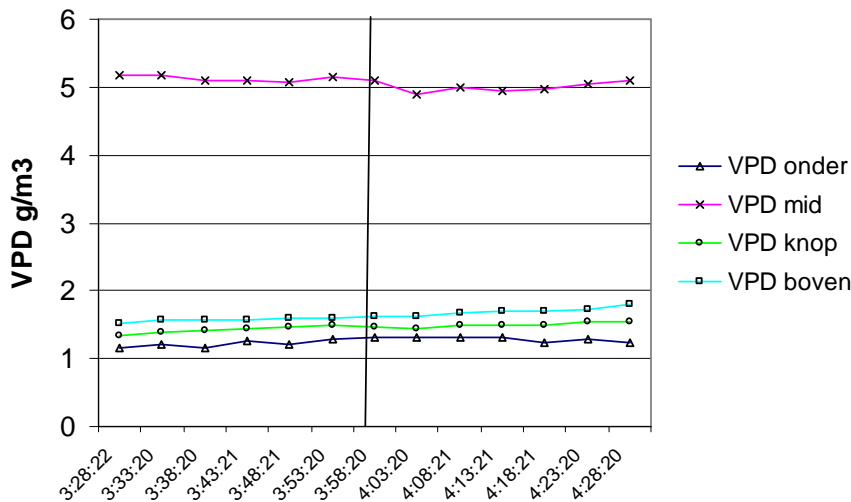


Figuur 7. Het verloop van het vochtdeficiet op de verschillende meetpunten, vanaf een half uur vóór inschakeling van de ventilatoren tot een half uur erna op 25 maart om 21.00 uur. Het ondernet was ingeschakeld.

Door het ontbreken van natuurlijke instraling in de avond zijn temperatuur (Figuur 6) en VPD (Figuur 7) stabiel. Temperatuur en vochtdeficiet zijn in het midden weer het hoogst en onderin het laagst. Er is geen effect te zien van het aanschakelen van de ventilatoren om 21.00 uur. Onder deze omstandigheden zorgen de ventilatoren dus niet voor een menging van de luchtlagen.

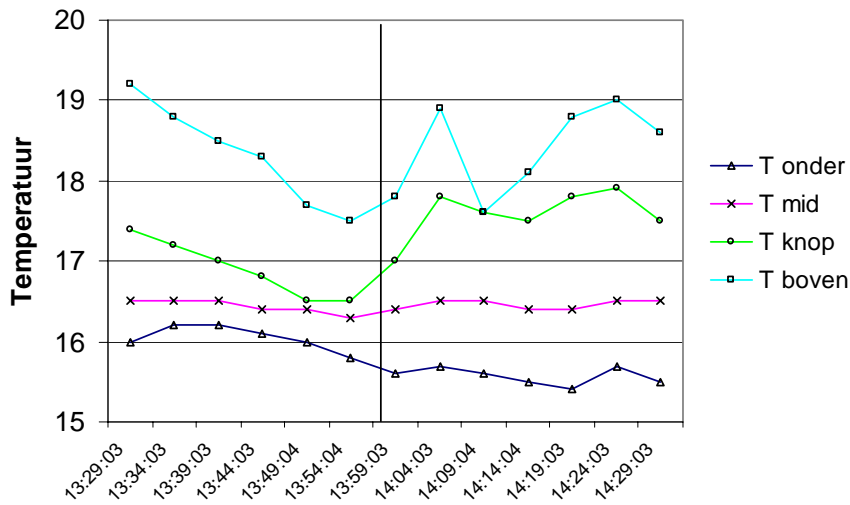


Figuur 8. Het verloop van de temperatuur op de verschillende meetpunten, vanaf een half uur vóór inschakeling van de ventilatoren tot een half uur erna op 27 maart om 04.00 uur. Het ondernet was ingeschakeld.

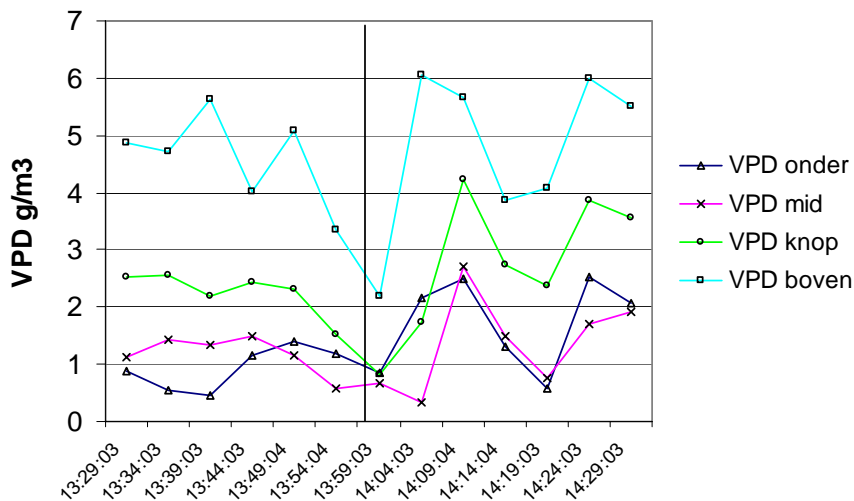


Figuur 9. Het verloop van het vochtdeficiet op de verschillende meetpunten, vanaf een half uur vóór inschakeling van de ventilatoren tot een half uur erna op 27 maart om 04.00 uur. Het ondernet was ingeschakeld.

Temperatuur en vochtdeficiet om 4 uur in de nacht zijn zeer stabiel (Figuur 8 en Figuur 9). Tussen het gewas, op de hoogte van het ondernet is de temperatuur 4 graden hoger dan op alle andere meetpunten. Het vochtdeficiet is op de hoogte van het ondernet ook veel hoger. Het aanschakelen van de ventilatoren om 04.00 uur leidde niet tot een verandering in verschillen in temperatuur en VPD tussen de meetpunten.

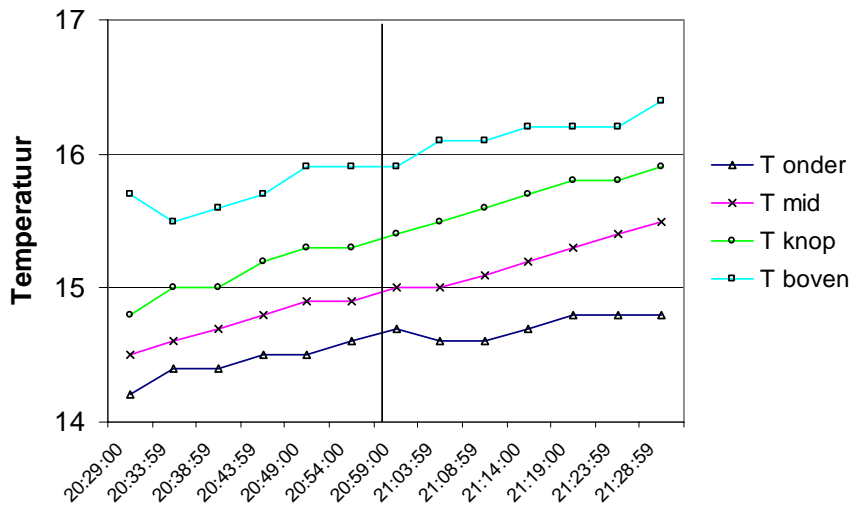


Figuur 10. Het verloop van de temperatuur op de verschillende meetpunten, vanaf een half uur vóór inschakeling van de ventilatoren tot een half uur erna op 27 maart om 14.00 uur. Het ondernet was uitgeschakeld.

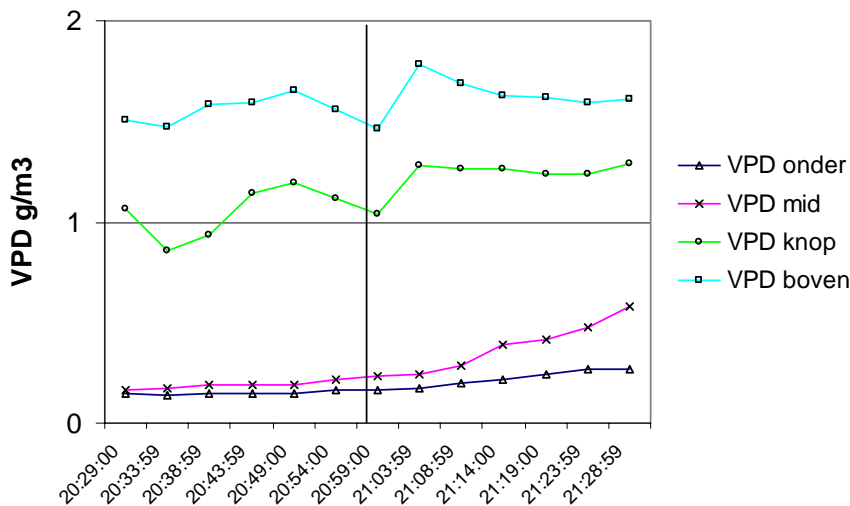


Figuur 11. Het verloop van het vochtdeficiet op de verschillende meetpunten, vanaf een half uur vóór inschakeling van de ventilatoren tot een half uur erna op 27 maart om 14.00 uur. Het ondernet was uitgeschakeld.

In Figuur 10 en Figuur 11 is te zien dat er overdag om 14.00 weer wat schommeling in temperatuur en VPD gemeten is. Deze schommeling is voornamelijk boven het gewas te zien, als gevolg van instraling. Het is duidelijk te zien dat het ondernet hier uit stond. Temperatuur en vochtdeficiet waren boven het gewas het hoogst en onderin het gewas het laagst. Het aanschakelen van de ventilatoren heeft geen duidelijk effect gehad op de verschillen van temperatuur en luchtvochtigheid op de verschillende meethoogtes.



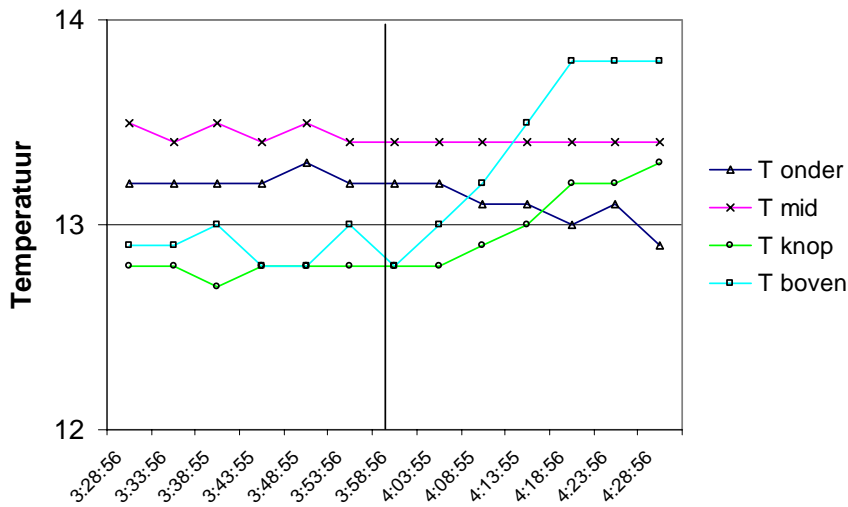
Figuur 12. Het verloop van de temperatuur op de verschillende meetpunten, vanaf een half uur vóór inschakeling van de ventilatoren tot een half uur erna op 27 maart om 21.00 uur. Het ondernet was uitgeschakeld.



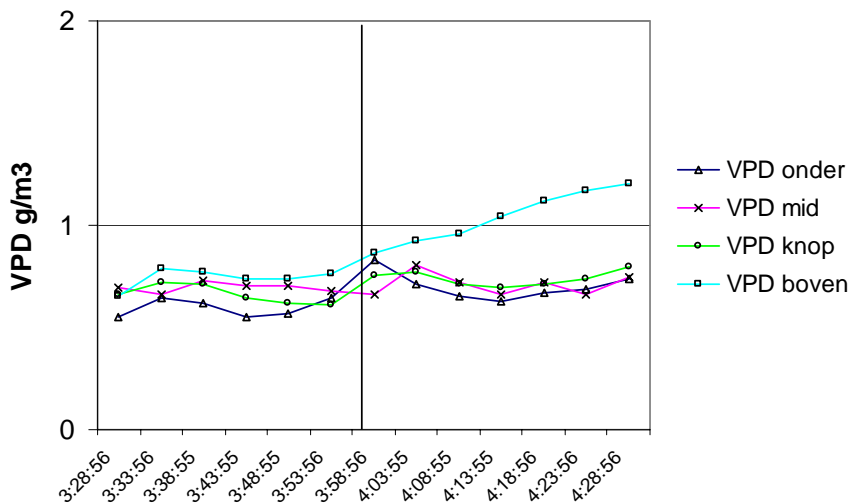
Figuur 13. Het verloop van het vochtdeficiet op de verschillende meetpunten, vanaf een half uur vóór inschakeling van de ventilatoren tot een half uur erna op 27 maart om 21.00 uur. Het ondernet was uitgeschakeld.

Figuur 12 en Figuur 13 laten zien dat de temperatuur en het vochtdeficiet in de avond een stijging vertoonden.

Na het aanschakelen van de ventilatoren om 21.00 uur stijgt de temperatuur boven het gewas, op knophoogte en in het midden gestaag door, terwijl de temperatuur onderin het gewas afvlakt; dit zou een effect van de ventilatoren kunnen zijn, die de warmte van het bovennet in het gewas brengen. Het effect is echter niet sterk. Het vochtdeficiet midden in het gewas vertoont een trage stijging na 21.00 uur.



Figuur 14. Het verloop van de temperatuur op de verschillende meetpunten, vanaf een half uur vóór inschakeling van de ventilatoren tot een half uur erna op 28 maart om 04.00 uur. Het ondernet was uitgeschakeld.



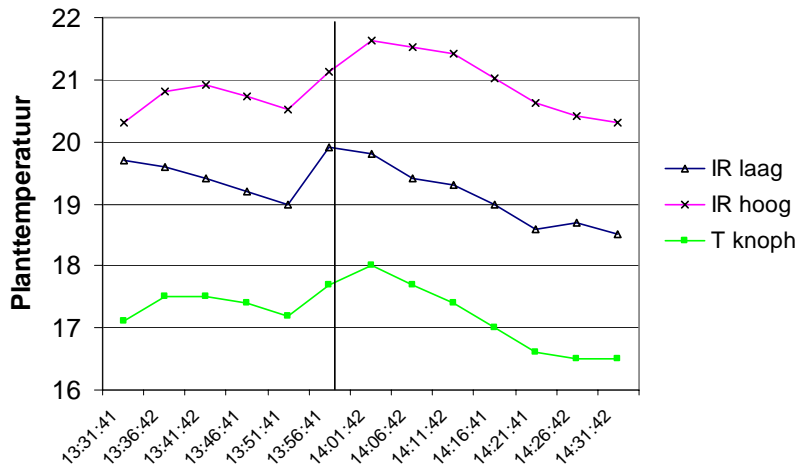
Figuur 15. Het verloop van het vochtdeficiet op de verschillende meetpunten, vanaf een half uur vóór inschakeling van de ventilatoren tot een half uur erna op 28 maart om 04.00 uur. Het ondernet was uitgeschakeld.

Bij uitgeschakeld ondernet is te zien dat de ventilatoren de warmte van het bovennet naar beneden blazen. De temperatuur boven het gewas liep na het inschakelen van de ventilatoren duidelijk op (Figuur 14). Ook de temperatuur op knopniveau liep wat op. Lager in het gewas was geen effect van de ventilatoren meer te zien.

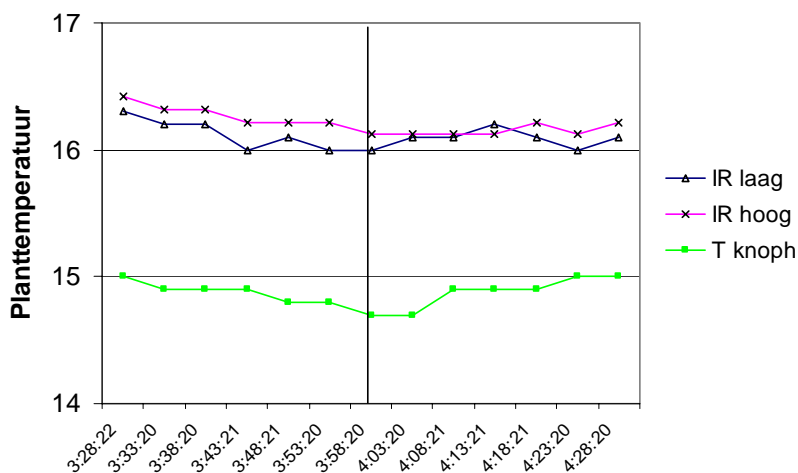
Het vochtdeficiet steeg door het inschakelen van de ventilatoren alleen boven het gewas (Figuur 15). Tussen het gewas is geen verandering van de luchtvochtigheid gemeten.

3.3 De planttemperatuur

Bij ingeschakeld ondernet is geen effect van het gebruik van de ventilatoren op de gemeten planttemperatuur gevonden. Zowel overdag als in de nacht volgde de planttemperatuur het patroon van de luchttemperatuur op knophoogte (Figuur 16 en Figuur 17).

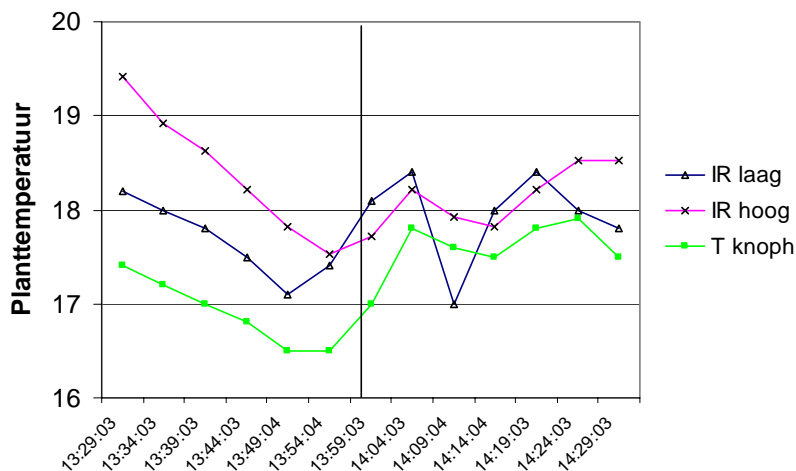


Figuur 16. Het verloop van de planttemperatuur op de verschillende meetpunten, vanaf een half uur vóór inschakeling van de ventilatoren tot een half uur erna op 25 maart om 14.00 uur. Het ondernet was ingeschakeld.

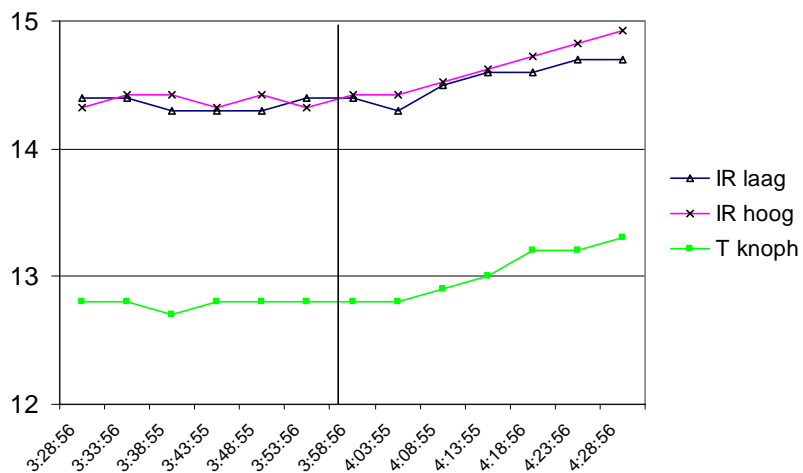


Figuur 17. Het verloop van de planttemperatuur op de verschillende meetpunten, vanaf een half uur vóór inschakeling van de ventilatoren tot een half uur erna op 27 maart om 04.00 uur. Het ondernet was ingeschakeld.

Ook bij uitgeschakeld ondernet volgde de planttemperatuur de luchttemperatuur op knophoogte (Figuur 18 en Figuur 19).



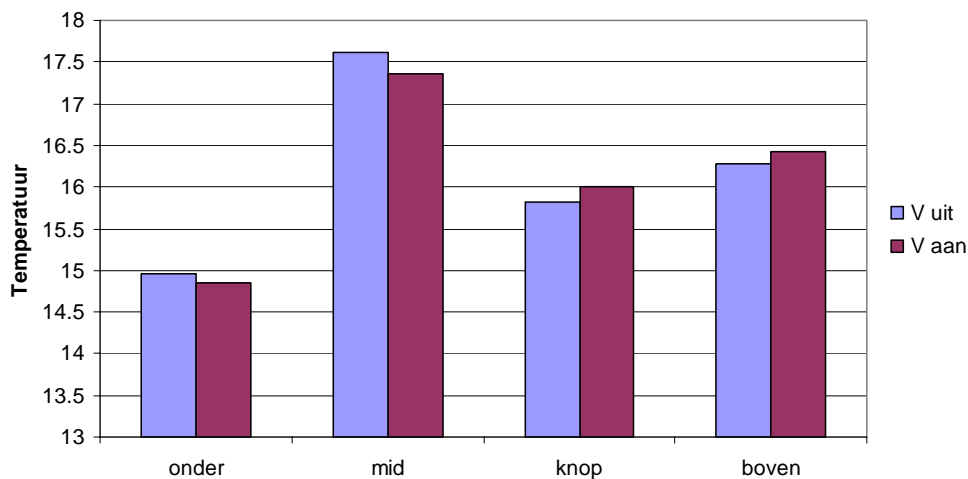
Figuur 18. Het verloop van de planttemperatuur op de verschillende meetpunten, vanaf een half uur vóór inschakeling van de ventilatoren tot een half uur erna op 27 maart om 14.00 uur. Het ondernet was uitgeschakeld.



Figuur 19. Het verloop van de planttemperatuur op de verschillende meetpunten, vanaf een half uur vóór inschakeling van de ventilatoren tot een half uur erna op 28 maart om 04.00 uur. Het ondernet was uitgeschakeld.

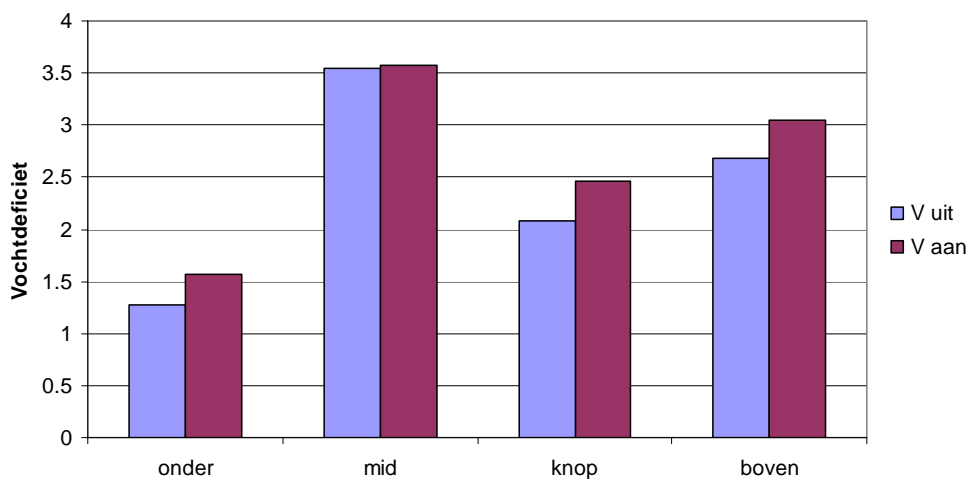
3.4 Gemiddeld effect in de hele meetperiode

In de gehele meetperiode hebben de ventilatoren even lang aan en uit gestaan. Per 24 uur stonden ze 12 uur aan en 12 uur uit. Tussen 8 uur en 17 uur, de dagperiode stonden ze 4 uur uit en 5 uur aan; dit is de periode van instraling, waarbij er minder gestookt werd. Waarschijnlijk daardoor was de gemiddelde temperatuur op hoogte van het ondernet in de tijd dat de ventilatoren draaiden, over de hele periode wat lager en die boven het gewas als gevolg van de instraling wat hoger (Figuur 20).



Figuur 20. De gemiddelde temperatuur op de verschillende meethoogtes, over de gehele meetperiode, verdeeld in de periodes dat de ventilatoren uit of aan gestaan hebben.

Het gemiddelde vochtdeficiet was in de periodes dat de ventilatoren draaiden iets hoger dan als ze uit stonden, behalve op de hoogte van het ondernet. De verschillen zijn echter minimaal.



Figuur 21. Het gemiddelde vochtdeficiet op de verschillende meethoogtes, over de gehele meetperiode, verdeeld in de periodes dat de ventilatoren uit of aan gestaan hebben.

4 Conclusie en discussie

Het gebruik van ventilatoren om een verticale luchtstroom te bewerkstelligen, heeft in dit onderzoek beperkt effect gehad. Bij uitgeschakeld ondernet is gezien dat de warmte van bovenin de kas tot op knopniveau het gewas in kon worden geblazen. De luchtstroom drong echter slecht door in het zeer dichte lelie-gewas. Het vochtdeficiet tussen het gewas werd door het gebruik van de ventilatoren nauwelijks beïnvloed, waardoor het risico op papierblad door een te hoge luchtvochtigheid en slechte mineralenopname door te weinig verdamping niet werd verminderd. Om beide genoemde risico's daadwerkelijk te verminderen is een forse verlaging van de luchtvochtigheid noodzakelijk en die werd in deze opzet niet gehaald. De metingen zijn gedurende een relatief korte periode in één seizoen uitgevoerd, maar omdat de luchtvochtigheid tussen het gewas in de proef erg hoog was en zo weinig effect van de ventilatoren is gevonden, mag worden verwacht dat het effect ook in andere tijden van het jaar gelijk is. De metingen zijn in een zeer dicht gewas, vlak voor de oogst, gedaan. In een jonger of meer open leliegewas zal de luchtstroom beter door kunnen dringen en zal het effect van verticale luchtcirculatie groter zijn. In een jong en/of open gewas zal er echter ook zonder het gebruik van ventilatoren al een betere menging van de lucht plaatsvinden door diffusie en convectie.