Beperking kwel en inzijging in de drainage bij grondgebonden teelten

Onderzoek naar de effecten van peilverhoging van de onderbemaling op een praktijkbedrijf

Wim Voogt en Aat van Winkel

Rapport WPR-713

Referaat

Kwel en inzijging vormen voor teelten in de grond een belemmering voor hergebruik van drainagewater. In een poging om de instroom van inzijgend water te verminderen is op een praktijkbedrijf met lelieteelt een experiment gedaan met verhoging van de grondwaterstand. Dit werd bereikt door het niveau van de uitstroom van de drainage in de onderbemalingsput te verhogen met ca 40 cm. Het bleek dat daarmee de inzijging daadwerkelijk kon worden verminderd met ca 40%, terwijl de bodem in de teeltlaag niet merkbaar natter werd. Het succes van een dergelijke methode zal echter sterk afhangen van lokale omstandigheden, er is dus geen algemeen advies te geven.

Abstract

Seepage of groundwater from adjacent locations with higher groundwater is one of the bottle-necks for soil-grown greenhouse crops. This obstructs the application of reuse of drainage water at greenhouse holdings. In an attempt to reduce the quantity of seepage an experiment was carried out at a commercial greenhouse with lily. The groundwater table in the greenhouse was increased by raising the outlet of the drainage in the collection tank. The quantity of seepage water could be reduced by about 40% . The moisture in the root zone was hardly affected. The success of this method depends greatly on local conditions, a general recommendation can therefore not be given.

Rapportgegevens

Rapport WPR-713

Projectnummer: 3742 180913

PT nummer: 15113

DOI nummer: 10.18174/467747

Thema: Water en emissie

Dit project / onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van de Stichting Programmafonds glastuinbouw/ voorheen Productschap tuinbouw en het Minsiterie van LNV

Disclaimer

© 2018 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, www.wur.nl/plant-research.

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, 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 Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Adresgegevens

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Materiaal en methoden	9
	2.1 Bedrijf	9
	2.1.1 Situatieschets	9
	2.2 Onderzoek	12
	2.2.1 Drainput	12
	2.2.2 Data en berekeningen	13
	2.2.3 Uitvoering	14
3	Resultaten en discussie	15
	3.1 Kwelbeperking	15
	3.2 Waterstromen en waterbalans	18
	3.3 Teeltkundige aspecten	20
	3.4 Toepassing en hergebruik	22
4	Conclusies	23
	Literatuur	25

Samenvatting

Kwel en inzijging vormen een belemmering voor het algemeen kunnen toepassen van hergebruik van drainagewater bij grondgebonden teelten. Door zoute kwel kan de EC waarde of de input van Na en Cl te hoog zijn om te kunnen bijmengen, maar ook het volume kan zodanig groot zijn dat er eenvoudigweg teveel water is om te kunnen gebruiken in de teelt. In vervolg op een bureaustudie naar dubbele drainage en kwelbeperkende maatregelen is een praktijkexperiment uitgevoerd op een bedrijf met jaarrond lelieteelt dat erg veel last heeft van dit fenomeen. Getracht is via verhoging van het grondwaterpeil de tegendruk dusdanig op te voeren dat de kwelstroom zal verminderen. Op dit bedrijf is het drainagesysteem opgedeeld in een aantal gedeelten, waarvan er één gebruikt is als proefvak. Van de verzameldrainleiding van dit vak is op de uitstroomopening in de onderbemalingsput een verstelbare knie met verlengpijp gemonteerd, zodanig dat hiermee flexibel de grondwaterstand kon worden verhoogd. Dit is in een aantal stappen uitgevoerd. Uit de metingen bleek al vrij snel dat het beregeningsoverschot, wat gemiddeld ca 30% bedroeg, een belangrijke bijdrage leverde aan de totale hoeveelheid drainwater. De verhoging leidde uiteindelijk tot een afname van de inzijging met ca 40%. Daarop heeft de ondernemer besloten voor het gehele bedrijf de grondwaterstand te verhogen door het uitmaalniveau van de onderbemaling te verhogen. De inzijging beek inderdaad af te nemen. Voor het gehele bedrijf tendeert dit naar ca 50%. Opvallend was dat het vochtgehalte in de teeltlaag en de wortelzone niet sterk toenam. Ook bleek er geen negatief effect op de bewerkbaarheid van de grond. Het lijkt daarom dat op dit bedrijf de methode goed toepasbaar is.

De toepassing van de methode is echter zeer sterk afhankelijk van de lokale omstandigheden, daarom is er geen algemeen geldend advies te geven voor bedrijven met grondgebonden teelten.

1 Inleiding

Het areaal grondgebonden kasteelt bedraagt naar schatting 1200 hectare (2017). De grondsoorten en hydrologische situatie zijn zeer divers, waardoor een eenduidige aanpak van de problemen rond uitspoeling van nutriënten en pesticiden niet eenvoudig is. Omschakeling naar substraatteelt is voor een aantal teelten wellicht een optie maar voor een groot aantal teelten is dit technisch en economisch niet mogelijk (Voogt *et al.* 2007, Voogt, 2008). Uit inventarisaties is gebleken dat er sprake is van zowel een beregeningsoverschot als ook van een bemestingsoverschot. Hergebruik van drainwater via drainagesystemen met een verzamelput en onderbemaling is dan een van de mogelijkheden. Dit is echter alleen mogelijk voor bedrijven waar de drainage daadwerkelijk al- of een groot deel van het percolaat (het uitspoelende water) in de drain opvangt. Concreet betekent dit dat dit alleen mogelijk is voor situaties waarbij de grondwaterstand zich op het niveau van de diepte van het drainagesysteem bevindt (Voogt, 2008). In situaties waar de grondwaterstand zich gedurende langere tijd of constant beneden het grondwater bevindt, kan de drain geen drainwater afvoeren. Het water in de bodem boven het grondwater; de zogenaamde onverzadigde zone, is dan sterker gebonden aan de capillairen in de bodem, waardoor een drainslang, die te beschouwen is als een grote macroporie, geen water binnen krijgt. Verder is het voldoen aan de genoemde voorwaarde ook geen garantie dat hergebruik daadwerkelijk mogelijk is. Kwel en inzijging¹ vanuit omringend oppervlaktewater kunnen zorgen voor aanvoer van 'bedrijfsvreemd' water; water dat niet afkomstig is van het bedrijf zelf. Dit kan dusdanig veel volume zijn dat er in bepaalde perioden van het jaar er meer drain is dan er in totaal ingezet om bij te mengen met het gietwater. Soms zelfs meer dan er überhaupt beregend wordt. Een ander probleem is de aanwezigheid van ongewenste zouten, zodat het water een te hoge EC of Na en Cl heeft. Spui van drainwater op oppervlaktewater (of riolering) is dan de enige mogelijkheid.

In een eerder uitgevoerd onderzoek is een deskstudie gedaan naar de mogelijkheid kwel apart af te vangen en te lozen, via een tweede drainagenet met een geavanceerde onderbemaling (Voogt, 2016). Hierin staat ook een uitvoerige beschrijving van de situaties van drainage, grondwater en de effecten op de waterbalans van grondgeboden glastuinbouw in Nederland.

In dit rapport wordt verslag gedaan van het onderzoek op een praktijkbedrijf naar de mogelijkheid om effectief kwel of inzijging te beperken door de grondwaterstand tijdelijk te verhogen.

Figuur 1.1 Schematisch overzicht van de waterhuishouding van een glastuinbouwbedrijf met onderbemaling.

¹ Kwel is een waterstroom die door een opwaarts gerichte druk op het grondwater over het gehele perceel, vanuit verder weg gelegen hogere gebieden met een bijbehorende grondwaterstanden, of oppervlaktewater wordt aangevoerd. Inzijging is een waterstroom die een hydrostatisch drukverschil zijdelings in het drainagesysteem wordt aangevoerd, vanuit direct aangrenzende percelen met een hogere grondwaterstand of nabijgelegen oppervlaktewater, zoals naastliggende sloten.

2 Materiaal en methoden

2.1 Bedrijf

2.1.1 Situatieschets

De mogelijkheid is onderzocht om door middel van verhoging van de grondwaterstand de kwel c.q. inzijging te beperken. De achterliggende gedachte is dat kwel/inzijging veroorzaakt wordt door een hydrostatisch drukverschil tussen het niveau van draineren (uitstroomopening drainage) en het waterniveau van een nabijgelegen open water, of van een grondwaterpeil (freatisch vlak) van een nabijgelegen perceel. Indien dit drukverschil verminderd wordt, is ook de drijvende kracht achter de volume stroom minder en is er minder volume aan inzijging/kwel.

Het onderzoek is gedaan op een praktijkbedrijf gelegen in de oranjepolder aan de Maasdijk. Het betreft een bedrijf met jaarrond lelieteelt in de grond. Op dit bedrijf wordt een enorme hoeveelheid drainwater via een systeem van onderbemaling opgevangen en afgevoerd naar de naastgelegen sloot. De hoeveelheden bedragen meer dan 10.000 m³/ha op jaarbasis (schatting teler).

De lokale situatie van het bedrijf geeft aan dat de oorzaak van de inzijging hoogstwaarschijnlijk te maken heeft met een combinatie van zaken. In de eerste plaats bestaat de ondergrond tot op grote diepte uit zand met ook schelpenbanken (voormalig Maas estuarium), waardoor deze goed doorlatend is. In de tweede plaats is de drainage vrij diep aangelegd; tot 1 m diepte en ook is het polderpeil van het oppervlaktewatersysteem ter plaatse relatief hoog (60 cm-mv). In de derde plaats ligt het bedrijf in de Oranjepolder, ter plaatse op + 0.6 m boven NAP en grenst aan de steendijkpolder die op 3.7 m + NAP ligt (Figuur 2). Hemelsbreed is deze afstand ca 300 m. Door dit hoogteverschil is er een verschil in hydrostatische druk tussen het grondwaterniveau in de steendijkpolder en het drainniveau op het bedrijf van enkele meters. Gevoegd bij de sterk doorlatende ondergrond zal dit wellicht de voornaamste oorzaak zijn van de kwelstroom².

² In de situatie hier beschreven is het onderscheid tussen kwel en inzijging arbitrair en zullen beide voorkomen. In dit rapport wordt daarom alleen de term kwel verder gehanteerd.

Figuur 2.1 Luchtfoto met daarop de grondwatersituatie als laag geprojecteerd van het teeltbedrijf en de directe omgeving.

Het bedrijf heeft een oppervlak van 22000 m² en er worden jaarrond lelies geteeld in kasgrond. Er is een drainagesysteem aanwezig met onderbemaling. De draindiepte is gemiddeld ca 90 cm. Het drainsysteem is in drie vakken opgedeeld, een achterste vak en een linker- en rechtervak, elk met een eigen hoofdleiding die uitkomen in een centrale drainput, daarnaast zijn er een paar kleinere leidingen die van enkele kleine oppervlaktes voor nog een geringe afvoer zorgen (Figuur 2.2). De centrale drainput is ca 2 m diep, en heeft een doorsnede van 1.50 m. Er is een centrale pomp, met een capaciteit van 10 m³/uur, die via een vlotter wordt bediend. Er is een vrije val onder de uitstroomopening van ca 80 cm (zie ook Figuur 2.3).

Afbeelding 1 Onderbemalingsput met de persleiding van de pomp en de uitstroomopening van de drie hoofddrains en een kleinere secundaire drainleiding.

Gedurende enige tijd is de samenstelling van het drainwater gemeten, dit blijkt EC waarden van 2.2 – 2.4 mS/cm te bevatten met een Na en Cl concentratie van resp. 3.4 – 3.8 en 4.1 – 4.5 mmol/l . Op grond van deze gehalten zou er ca 50% drainwater kunnen worden bijgemengd.

Figuur 2.2 Plattegrond van het bedrijf, bestaande drie drainagevakken allen lozend op één centrale drainput met onderbemaling, waarbij op één hoofddrain een beweegbare knie is gemonteerd met een flowsensor voor verhoging grondwaterniveau. Dit is het een proefvak, met daartegenover een controlevak.

2.2 Onderzoek

2.2.1 Drainput

Voor het onderzoek wordt op één van de secties in de kas de hoofdleiding voorzien van een verstelbare knie (90°), met een verlengpijp (Figuur 2.3). Hiermee kan het uitstroom-niveau en daarmee het grondwater in dat deel van de kas worden verhoogd. Hierdoor is de tegendruk voor de kwel groter en kan de kwelstroom worden verlaagd. Dit brengt wel met zich mee dat de vochttoestand van de bodem wordt verhoogd, doordat de verzadigde zone hoger in het bodemprofiel komt te liggen. Ten behoeve van de metingen is een flowsensor gemonteerd op de drainleiding waar de knie op is gemonteerd (Afbeelding 2). De totale drainafvoer via de centrale pomp werd wekelijks handmatig geregistreerd. De meting van de flowsensor op de drainafvoer van het proefvak werd via de computer geregistreerd.

Omdat de grondwaterstand invloed heeft op het vocht in de bodem is het van belang de grondwaterstand te monitoren evenals de vochttoestand van de wortelzone. Daarom zijn er in de kas op een aantal plaatsen grondwaterstandsbuizen geplaatst en worden er ook vochtsensoren ingezet (Figuur 2.2).

De grondwaterstandsbuizen waren 1.50 m lang en zijn met behulp van een grondboor geplaatst tot op en diepte van 1.25 onder het maaiveld, zodat 25 cm van de mantelbuis boven de grond uitstak. De bodem van de meetbuis zat op ruim 25 cm onder de draindiepte. De gemeten waarden zijn gecorrigeerd voor de hoogte boven het maaiveld. De stand werd wekelijks uitgelezen door de teler.

De vochtsensoren waren van het type Sensetion van DACOM. Zie voor een gedetailleerde beschrijving Voogt *et al.* (2016). De meetunit bestaat uit drie vochtsensoren, op diepten van ca 15, 25 en 60 cm beneden maaiveld. De meetwaarden worden per kwartier doorgegeven via het GSM netwerk aan een server van DACOM. Vandaar wordt dit signaal via het internet na omrekening door een calibratie algoritme van WUR doorgezeten naar LetsGrow en zijn de meetwaarden als gecorrigeerd vochtgehalte on-line zichtbaar. Opgemerkt moet worden dat het (nog) geen locatie en bodemspecifieke calibratie betreft. Het zijn dus niet de werkelijke vochtgehalten die in de grafieken van LetsGrow te zien zijn, voor de trends zijn de waarden echter zeer bruikbaar. Er zijn op vier plaatsen Sensetions geplaatst (Figuur 2.2), telkens in het midden van een poot, in de gootrij tussen twee bedden.

Figuur 2.3 Schematische weergaven van de onderbemalingsput en de voorzieningen om het waterpeil in de kas te verhogen. Weergegeven is ook de verhoging die per dec '16 is doorgevoerd (zie tekst).

Afbeelding 2 Flowmeter met links de draaibare knie met verlengpijp, waarmee het uitstroomniveau kon worden verhoogd.

2.2.2 Data en berekeningen

Kasklimaat, watergift en meteogegevens zijn verkregen als 5 min waarden uit de klimaatcomputer (Priva). De pulsteller op de flowmeter van het proefvak is gekoppeld aan de klimaatcomputer en kwam hiermee eveneens beschikbaar. Data van de vochtsensoren kwamen beschikbaar via LetsGrow (15 min. Waarden). De grondwaterstanden van de meetbuizen en de literteller van de drainagepomp werden wekelijks geregistreerd. Uit de data van het kasklimaat en de meteo is de verdamping (voor de eenvoud is bedoeld de totale verdamping van grond + gewas en de opname voor groei) berekend via het verdampingsmodel De Graaf-Voogt, (Voogt *et al.* 2000). Voor Ielie is geen specifieke gewasfactor voor het verdampingsmodel bekend, er is uitgegaan van een totale verdamping van 600 mm voor dit gewas (Voogt, 2017), de hoogte van de gewasparameter is daarop aangepast. De werkelijke verdamping kan alleen benaderd worden met een lysimeter, maar deze was (helaas) niet geplaatst op dit bedrijf. De berekeningen zijn geharmoniseerd naar etmaal-totalen. Daar waar gegevens ontbraken (missing values flowmeter), of alleen wekelijks zijn bepaald (drainpomp), is geïnterpoleerd vanuit tussenliggende data. Het berekeningsoverschot is berekend als cumulatieve gift – cumulatieve verdamping, daarbij aangenomen dat de bodem als voldoende buffer optreedt, zodat een negatieve uitkomst gecompenseerd wordt door positieve waarden in omliggende data, of dat er voldoende capillaire aanvoer is vanuit de ondergrond. Inzijinging is berekend als het verschil tussen de gemeten drainage in het proefvak en het berekende berekeningsoverschot. Voor de laatste fase in het onderzoek (zie 3.2) was een aparte meting van het proefvak niet meer mogelijk c.q. niet meer relevant, maar is de data lineair geïnterpoleerd vanuit de totaalmeting en de oppervlakteverhouding proefvak t.o.v. de totale kas.

Afbeelding 3 Grondwaterstand meetbuis en vochtsensor met zonnepaneel.

2.2.3 Uitvoering

Op 16 aug '16 is de eerste verhoging van de grondwaterstand gerealiseerd door de kniebocht een aantal graden te verstellen. De verhoging van de uitstroomopening was ca 15 cm. vervolgens is in een aantal vervolg stappen op 26/8 en op 1/9 de stand verhoogd naar resp. 20 en 30 cm. Op 21/9 is de knie volledig verticaal gezet, waarbij er een totale verhoging van ca 40 cm kon worden gerealiseerd. Dit is tot eind december aangehouden, voor het proefvak. Vanaf 1 januari 2017 heeft de teler (op eigen initiatief) de uitmaal hoogte van de gehele drainput aangepast, door de vlotter van de hoofdpomp omhoog te zetten tot iets boven de uitstroomopening van het proefvak. Hiermee kwam de proef deels te vervallen omdat niet meer voor het proefvak alleen de afvoer kon worden gemeten. Complicatie is ook dat het onderste schakelpunt van de pomp niet is aangepast. Het gevolg was dat de frequentie van het uitmalen verlaagd werd, echter bij aanschakelen van de pomp werd niet alleen de put leeggetrokken, maar ook de gehele inhoud van het hoofdleidingstelsel van de drain en wellicht ook deels de drainleidingen zelf. Hoeveel van de inhoud van het gehele onderwatersysteem in de kas bij elke pompschakeling werd leeggetrokken is niet nagegaan. Dit is afhankelijk van de pompcapaciteit, het onderste schakelniveau en de flow van de individuele hoofd- en semileidingen. Het kon in het kader van dit onderzoek niet worden nagegaan hoeveel effect dit per keer heeft gehad op de grondwaterstand in de kas. Uit waarneming van de registraties op de computer van de flowmeter valt op te maken dat het pompen, na deze actie, per keer wel ruim een uur in beslag nam.

3 Resultaten en discussie

3.1 Kwelbeperking

Figuur 3.1 Verloop van de watergift en de drainflow in m^3/uur tijdens een aantal weken in juni/juli. De piekafvoer rond 4-5 juli is vanwege het stomen.

Na de installatie van de kniebocht en de flowmeter is een aantal weken alleen gemonitord hoe de metingen verliepen (Figuur 3.1). Al snel werd duidelijk dat er pieken in drainflow zijn kort na een gietbeurt; er is dus een nauwe correlatie tussen de watergift en de hoeveelheid drainagewater. Met andere woorden er is duidelijk sprake van een beregeningsoverschot en dus een directe invloed van de watergift op de hoeveelheid drainage. In de perioden tussen de pieken van een watergift zakt de drainflow terug tot een vrij constant minimum. Dit lijkt erop te duiden dat er een constante basislast is aan drainwater. Het is uit de metingen niet op te maken of dit alleen inzijging c.q kwel is, omdat er door de traagheid van het gehele systeem van bodem en drainagesysteem nog steeds water kan worden aangevoerd, maar het is wel aannemelijk dat dit de mate van inzijging aanduidt.

Figuur 3.2 Verloop van de drainflow in $\text{m}^3/\text{ha/uur}$ van het proefvak tot aan de algehele peilverhoging. De getrokken rode lijnen zijn door de gemiddelde minimum afvoeren in drie perioden.

In Figuur 3.2 is het verloop van de drainflow over de gehele periode tot aan de algemene peilverhoging aangegeven. De gegevens zijn daarbij omgerekend naar een drainflow in $\text{m}^3/\text{ha}/\text{uur}$. In het begin is er een basislast ca $0.6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{uur}$, stijgt daarna door tot ca $0.7 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{uur}$. Na de eerste en tweede verhoging is er nog geen merkbare verandering in de drainflow. Dit verandert echter half september, bij de maximale verhoging. Basislast aan drainflow neemt dan merkbaar af en daalt tot ca $0.35 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{uur}$. Op basis van deze gegevens daalt de kwel door de peilverhoging, in deze periode voor het proefvak met ca 40%.

Figuur 3.3 Verloop van de cumulatieven van de gemeten watergift, de berekende verdamping en het daaruit berekende theoretische beregeningsoverschot, en de totale afvoer via de drainage, in l/m^2 van de aanloophase. NB op 1 juli is de teelt beëindigd, op 4/5 juli is er gestoomd en op 12 juli opnieuw geplant.

Er is ook een berekening gemaakt van de waterstromen met de gewasverdamping meegerekend (Figuur 3.3). Hieruit is af te leiden dat in deze periode de cumulatieve gewasverdamping min of meer gelijke tred houdt met de cumulatieve watergift en dat het verloop van het voortschrijdende cumulatieve berekende overschot soms stijgt, soms daalt maar gemiddeld genomen niet sterk toeneemt. Anders gezegd, het is evident dat de doorgaande stijging van de cumulatieve drainafvoer voor een deel is toe te schrijven aan overschot en voor een deel aan kwel. In Figuur 3.2 is dit aangegeven voor de twee perioden en bedraagt resp. 40 en $10 \text{ l}/\text{m}^2$.

Het veranderen van de stand van de kniebocht op de drain heeft duidelijk invloed op het verloop van de drain. Dit is het duidelijkste zichtbaar aan het verloop van de cumulatieve drain. Het blijkt dat de hellingshoek van de cumulatieve lijn veranderd, de eerste verhoging gaf nog weinig effect, maar de uiteindelijke totale verhoging gaf een duidelijke afname. Door de verandering van de drainafvoer van het proefvak naar verhoging van de vlotterstand van de algehele drainput was het niet meer mogelijk het proefvak daarna nog apart te kunnen meten. De data zijn voor de periode na 1 jan daarom omgerekend, naar rato van het oppervlakteaandeel op de gehele kas. Het blijkt dan dat de trend min of meer gelijk gebleven is. Echter het systeem van verhogen van de vlotterstand geeft een andere situatie en wellicht effect dan het verhogen van de knie op de uitstroombopening. Immers telkens bij inschakelen van de pomp wordt de gehele put, inclusief de inhoud van de leidingen uitgedrukt, waarbij er telkens weer een tijdelijke verlaging (vrijval) optreedt van de uitstroom van drain. Hiermee wordt het hydrostatische verschil tussen drain-uitstroom en de grondwaterstand tijdelijk verlaagd. Dit gaat door tot het waterniveau in de put na het afschakelen en weer vullen, weer boven de uitstroombopening is gekomen. Kortom de eventuele kwel wordt hiermee tijdelijk weer gestimuleerd. Dit is verschillend met de situatie van de metingen tijdens de eerdere proefperiode. Dit verklaart mogelijk ook het iets steilere verloop van de drainafvoer.

De gemiddelde drainafvoer (Tabel 3.1) geeft aan dat de afvoer met name door het maximaal verhogen van de uitstroomopening flink verlaagd is, met ca 20%. Het verhogen van de vlotterstand, dus verhogen van het peil in de gehele kas had daarna nog een grotere daling tot gevolg, echter doordat er ook een ander periode van het seizoen is ingegaan is het niet duidelijk wat de bijdrage van de peilverhoging werkelijk voor effect had.

Het verloop van de cumulatieve gift, verdamping, beregeningsoverschot en gerealiseerde drain geeft aan dat met name in de periode vanaf 1 okt '16 het beregeningsoverschot toeneemt (Figuur 3.5). Er is dus natter geteeld, maar het kan ook zijn dat de berekende verdamping hier een onderschatting geeft. Zoals opgemerkt, voor lelie zijn geen specifieke gewasfactoren bekend voor het verdampingsmodel. Er kan dus sprake zijn van een over- of een onderschatting. Feit is dat het verloop van de cumulatieve drain niet afwijkt en dezelfde trend blijft vertonen (Figuur 3.4)

Figuur 3.4 Het verloop van de flowmeting van de drainmeting van het proefvak, in samenhang met de veranderingen van de stand van de uitstroomopening. Verandering in de hellingshoek gevisualiseerd door de stippellijnen.

Tabel 3.1

Gemiddelde afvoer via de drainage van het proefvak en van de totale kas over de verschillende periode van aanpassing van de stand van de uitstroomopening.

periode	bijzonderheden	Drain proefvak m³/ha/etmaal	Drain gehele kas m³/ha/etmaal
24/5 – 16/8	Standaard	31.4	35.9
17/8 – 31/8	Verhoging 15 cm	23.5	38.6
1/9 – 16/9	Verhoging 25 cm	34.5	28.7
16/9 – 31/12	Maximale verhoging	24.9	29.1
31/12 – 1/4	Gehele kas	17.1	20.4

* NB de totaal drain is over de periode 24/5 – 16/8 beïnvloed door stomen, omdat over een langere periode alle vakken in die periode gestoomd zijn; terwijl het proefvak maar éénmalig.

Figuur 3.5 Verloop van de cumulatieven van de gemeten watergift, de berekende verdamping en het daaruit berekende theoretische berekeningsoverschot, en de totale afvoer via de drainage, in l/m². Van het proefvak over de gehele proefperiode.

3.2 Waterstromen en waterbalans

Uit de geregistreerde gegevens is een waterbalans voor een aantal kenmerkende perioden gemaakt. Dit is 1) de aanloophase, na montage van apparatuur inclusief de stoomperiode (juni-half juli, 7 weken), 2) de situatie tot aan de eerste verhoging (tot 15/8 (4 weken)), 3) tot de 2^e verhoging (tot 1/9 (2 weken)), 4) tot de laatste verhoging (16/9) (2 weken), 5) tot aan verhoging gehele bedrijf (24/12 (14 weken)), 6) tot aan het einde van de waarnemingsperiode (30/3 (14 weken)). De gegevens van verdamping, gift en berekend overschot staan in Figuur 3.6. De resultaten van de gemeten drain in het proefvak, van het gehele bedrijf en de berekende inzijging staan in figuur 3.7. Voor vergelijking zijn de gegevens omgerekend naar m³/ha/etmaal. Bij de beoordeling van de figuren moet bedacht worden dat de lengte van de gekozen perioden sterk verschillen.

Met uitzondering van de eerste periode is er in alle gevallen een berekeningsoverschot, dat varieert tussen de 23 en 32% van de gift. Het valt op dat er in de aanloophase een hoge drainafvoer is, terwijl het berekeningsoverschot zelfs licht negatief is. Dit kan verklaard worden uit het stomen in deze fase. Er is dan een forse extra wateraanvoer, die niet in de berekening is meegenomen. Bovendien verkeerde de teelt in die periode in de laatste fase en wordt er – ook met het oog op de aankomende stoomperiode – minder berekend. De cumulatieve berekening en het berekeningsoverschot vallen dan laag uit, waardoor voor die periode de inzijging dan hoog uitvalt. In de periode – geen aanpassing – valt de drain in het proefvak laag uit vergeleken met die van het gehele bedrijf, terwijl er dan nog geen aanpassing is gedaan aan de hoogte van het grondwaterpeil. De enige verklaring die kan worden gegeven is dat er op de rest van het bedrijf nog werd gestoomd, waardoor er daar extra drainwater is geproduceerd. In de periode daarna, met de eerste aanpassing, valt de drain in het proefvak wat hoger uit, maar dit is een zeer korte meetperiode (2 weken) en is daardoor niet geheel representatief. De twee perioden daarna is de drain in het proefvak wel lager dan de drain van het bedrijf. Inzijging is dan relatief hoog, mogelijk omdat er in die periode (Najaar 2016) periodiek veel regen is gevallen, waardoor er extra druk vanuit de omgeving is op het grondwater. Het meest opvallende is wel dat de inzijging in de laatste periode, toen het niveau in de drainput voor het gehele bedrijf is verhoogd, veel lager is dan in alle perioden ervoor. De drain voor het proefvak blijft dan voor die periode gelijk, maar dit is een schatting omdat de meting voor die periode werd overruled door de peilverhoging van de gehele drainput. Uit de gegevens kan worden geschat wat het aandeel inzijging is van het totaal. Dit blijkt over de gehele periode 78% te zijn, in de periode vóór de ophoging is dit 85% en daarna 39% (Figuur 3.8). Dit zou betekenen dat de inzijging met meer dan 50% is gedaald.

Figuur 3.6 watergift, berekende verdamping en berekeningsoverschot over zes afzonderlijke perioden (uitleg zie tekst) in $m^3/ha/etmaal$.

Figuur 3.7 Drainage in het proefvak en van het gehele bedrijf, berekende inzijing en het berekeningsoverschot over zes afzonderlijke perioden (uitleg zie tekst) in $m^3/ha/etmaal$.

Tabel 3.2

Totale gift, verdamping, drainage en de daaruit berekende inzijing in m^3/ha en als % van de totale drainage, oer de periode voor en na de peilverhoging.

	Gift	Verdamping	Drain bedrijf	Inzijing	% inzijing
juni-dec	2233	1807	2771	2345	85%
dec-mrt	624	318	504	199	39%

Figuur 3.8 Verloop van de drainage (proefvak) en het aandeel berekende inzijging in $\text{m}^3/\text{ha}/\text{etmaal}$.

3.3 Teeltkundige aspecten

Het is van groot belang dat de peilverhoging niet resulteert in problemen met de teelt. Door een verhoging van het grondwater zal de bodem natuurlijk natter worden. Dit kan tot problemen leiden met de teelt. In de proef is daarom ook het vochtgehalte gemeten met behulp van vochtsensoren (DACOM Sensetion). In de Figuren 3.9 en 3.10 is het verloop van het vochtgehalte weergegeven van twee sensoren tijdens de gehele proefperiode. Het patroon verloopt grillig, dit hangt samen met de watergift, er is om de 3 tot 5 dagen beregend, en aan het einde van een teelt is er minder en soms een tijdlang niet beregend. De vochtgehalten in de bovenste laag (15 cm) vertonen het karakteristiek beeld van een vochtsensor die onder invloed staat van de watergift, met vrij scherpe pieken door het zich verplaatsende waterfront. De tweede sensor toont een wat meer afgevlakt patroon, dat in de tijd ook enigszins is verschoven. Het is duidelijk dat in dit bodemtype (zandgrond), het water snel neerwaarts wordt getransporteerd. De watergiften zijn met 8 mm per ronde, met soms 3 ronden per etmaal ook fors te noemen. De kans is dus groot dat bij een berekening een flink deel van het water uitspoelt. Gezien het gedrag van de bovenste twee sensoren is het echter opvallend dat op 60 cm diepte geen sprake meer is van bovengenoemd patroon. Hoewel dit nog ruim boven het grondwater is (40 cm), zal het op die diepte dusdanig vochtig zijn dat aanvoer van vocht van boven weinig tot geen verandering in vochtgehalte zal laten zien. Bovendien zal door de demping van het bovenliggende bodempakket er veel minder pieken in afvoer ontstaan. Hierbij moet bedacht worden dat een constante flow aan water geen signaalverandering van een vochtsensor geeft. Wel is opvallend dat het niveau aan vocht zoals op de grafieken weergegeven laag is. Dit is geheel tegenstrijdig met de werkelijkheid. Echter deze vochtsensoren vereisen een specifieke bodemcalibratie, die ook nog per laag moet worden uitgevoerd.

De peilveranderingen hebben geen duidelijk zichtbare verandering gegeven in het verloop van de vochtgehalten. Er zijn wel trends aanwezig, echter deze duiden eerder op droger dan op natter worden van de bodem. De "sprong" in het vochtgehalte in het proefvak eind september hangt samen met teeltwisseling (sensoren niet herplaatst). Maar kennelijk is er in de periode daarna minder vochtig geteeld. Zichtbaar is dat de intervallen tussen gietbeurten groter zijn. Het enige merkbare verschil is dat de diepste sensor een lichte verhoging laat zien vanaf 25 dec. bij beide sensoren, een indicatie dat er in de ondergrond wel iets veranderd. Dit effect is in het proefvak iets duidelijker zichtbaar dan in het controlevak.

Figuur 3.9 Het verloop van het vochtgehalte op drie dieptes in het proefvak, gemeten met de Sensetion vochtsensor van DACOM, tijdens de waarnemingsperiode. In de periode juni- juli zijn de sensoren herplaatst vanwege stomen.

Figuur 3.10 Het verloop van het vochtgehalte op drie dieptes in het controlevak, gemeten met de Sensetion vochtsensor van DACOM, tijdens de waarnemingsperiode. Plaatsing op de definitieve plaats vanaf 27 juni.

Aan de teler en het personeel op het bedrijf is regelmatig gevraagd of er merkbare veranderingen waren aan het gewas, zowel tijdens de groei, of bij de oogst. Ook is de vraag gesteld of de bodem natter aanvoelde dan normaal bij het planten (handmatig bollen poten), of bij de grondbewerking. In geen van deze situaties is iets opvallends waargenomen.

Het grondwaterpeil blijkt in het proefvak bij de verhogingen niet of nauwelijks tot een meetbare verhoging te hebben geleid. Dit is tegen de verwachting in, omdat wel degelijk de uitstroomopening met 30 cm is verhoogd. Volgens de wet van de communicerende vaten zou dit moeten leiden tot een hogere grondwaterstand. Mogelijk speelt mee dat de ondergrond erg doorlatend is, al bij een geringe verhoging kan dit afstroming naar de omringende drains hebben gegeven.

De verhoging van het grondwaterpeil eind december heeft in alle vakken geleid tot een verhoging van ca 15 cm. Omdat de peilverhoging generiek was voor het gehele bedrijf heeft dit klaarblijkelijk wel effect. Echter er is geen sprake van evenredigheid, immers de verhoging van het peil van de onderbemalingsput bedroeg ca 40 cm. Dit zal te maken hebben met het feit dat de drainage op afschot ligt. Daardoor zal de eerste 10 - 15 cm verhoging van het peil nog niet merkbaar zijn op het grondwater verderop in de kas. Ook in dit geval kan er sprake zijn van de verhoging van het grondwaterpeil deels afstoomt naar de omgeving. Dit kan dan het naastgelegen bedrijf zijn geweest. Dit is niet verder onderzocht.

Figuur 3.11 Grondwaterpeil, gemeten aan de hand van vlotterbuizen op vier plaatsen in het proefvak in het controlevak en in een extra vak (2 plaatsen).

3.4 Toepassing en hergebruik

Op dit bedrijf is de maatregel effectief gebleken om inzijging in het drainagesysteem te verminderen. Echter het was verre van toereikend om de enorme hoeveelheid kwel/inzijging volledig terug te dringen. Er bleef nog de helft over. In de periode januari – maart is dit met 500 m³/ha bijna net zoveel als de gerealiseerde watergift, hetgeen zou betekenen dat gemiddeld 80% van de gift uit drainwater zal moeten bestaan. Kortom in deze periode is het volume drainagewater een probleem. Wellicht is de voorjaar-zomerperiode wel voldoende ruimte in de watergift om al het drainwater te gebruiken. Dit viel echter buiten de waarnemingsperiode.

4 Conclusies

Op een bedrijf met lelies in de grond is een voorziening aangebracht op de drainafvoer in de onderbemalingsput, waarmee de grondwaterstand in de kas kon worden verhoogd. Aanvankelijk in een proefvak en later op het gehele bedrijf is het effect van deze verhoging op de waterstromen gevolgd. De volgende conclusies kunnen worden getrokken.

- De watergift op dit bedrijf is vrij fors, zodat er sprake is van een aanzienlijk beregeningsoverschot. Dit bedraagt ca 30% van de gift. Uit het verloop van de gemeten drainflow blijkt dat dit direct invloed heeft op de drainafvoer.
- Er is sprake van een aanzienlijke kwel of inzijging op dit bedrijf. Het is aannemelijk dat dit veroorzaakt wordt door de doorlatende ondergrond en een groot verschil met een hoger gelegen gebied in de directe omgeving.
- De inzijging wordt geschat op ruim 80% van de totale drainafvoer.
- Verhoging van het uitstroomniveau gaf tot 30 cm geen merkbaar effect op de drainflow. Bij een verhoging tot 40 cm was er een zichtbare afname van de drainflow.
- Uit berekeningen kon worden geschat dat door deze maatregel de inzijging met ca 40% daalde.
- Door de peilverhoging door het verhogen van het uitmaalniveau in de onderbemalingsput vervielen de aparte metingen van het proefvak. Echter door deze maatregel is de algehele hoeveelheid drainage van het bedrijf aanzienlijk gedaald. In vergelijking met de periode ervoor daalde de inzijging daardoor met ruim 50%.
- Peilverhoging van het grondwater in de kas, door het verhogen van de uitstroomopening met een flexibele kniebocht was dus op dit bedrijf in zekere mate effectief. Echter het was onvoldoende om de inzijging volledig terug te dringen. Wel komt hierdoor hergebruik binnen bereik, maar in de wintermaanden is er te veel drainwater om alles te kunnen hergebruiken.

Literatuur

Hamaker, Ph en Bloemhard, C. 1995.

Inzijinging nog moeilijk te voorkomen. Groenen +Fruit, vakdeel glasgroenten, 1995 nr 43, 20-21.

Voogt, W., J.A. Kipp, R. de Graaf and L. Spaans., 2000.

A fertigation model for glasshouse crops grown in soil. Acta Hort, 537, ISHS 2000, 495-502.

Voogt, W., Sterk, F., Vermeulen, T., 2007.

Teelt in kasgrond; Nederland 2007. Rapport Wageningen UR glastuinbouw, 44 pp.

Voogt, W., 2008.

Visie op grondteelt, Rapport, Wageningen UR glastuinbouw , 29 pp.

Voogt, W. 2016.

Verkenning kwel-beperkende maatregelen voor grondgebonden kasteelt. Rapport GTB 1359, Wageningen UR glastuinbouw , 36 pp.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life

Wageningen University & Research,
BU Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
F +31 (0) 10 522 51 93
www.wur.nl/glastuinbouw

Rapport WPR-713

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.