PTG

ECONOMISCHE EN BEDRIJFSKUNDIGE ASPECTEN VAN MILIEUVRIENDELIJKERE BEDRIJFSSYSTEMEN IN DE GLASTUINBOUW

Waterkwaliteit en kosten van water

Onderdeel van project A

R963
1

VERSLAG NR. 1

ECONOMISCHE EN BEDRIJFSKUNDIGE ASPECTEN VAN MILIEUVRIENDELIJKERE BEDRIJFSSYSTEMEN IN DE GLASTUINBOUW

Waterkwaliteit en kosten van water

Dit verslag valt onder project A en maakt deel uit van een totaal onderzoek wat bestaat uit de volgende projecten:

Basis project: Inventarisatie, documentatie en verslaglegging van milieuvriendelijke maatregelen/technieken/systemen onder praktijkomstandigheden.

Project A : Bedrijfseconomische evaluatie van ontwikkelingen in onderzoek en praktijk m.b.t. milieuvriendelijkere maatregelen en produktiemethoden in de glastuinbouw.

Project B : Simulatie van milieuvriendelijkere bedrijfssystemen in de glastuinbouw.

Project C : Onderzoek en ontwikkeling van voorlichting ondersteunende systemen m.b.t. milieuvriendelijkere maatregelen en produktiemethoden in de glastuinbouw.

Project D : Ontwikkeling van management informatiesystemen m.b.t. de gewasbescherming.

Project E : Onderzoek naar de gevolgen, van de overgang naar milieuvriendelijkere bedrijfssystemen, voor de sector.

September 1989

Ing. J.K. Nienhuis

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Voorwoord

Het LEI en PTG hebben samen met andere onderzoeksinstellingen een onderzoek programma gestart naar "Economische en bedrijfskundige aspecten van milieuvriendelijkere bedrijfssystemen in de glastuinbouw".
De na te streven doelstelling van dit onderzoek is om te bezien wat de mogelijkheden en gevolgen zijn van een "gesloten bedrijfssysteem".
Een gesloten bedrijfssyteem wil zeggen een systeem waarbij bodem, water en lucht niet of nauwelijks rechtstreeks worden belast, de overblijvende rest- en afvalstoffen worden afgevoerd en elders worden vernietigd of gerecirculeerd.

Het hoofddoel van het onderzoek is het pad naar milieuvriendelijkere bedrijfs- en bedrijfsvoeringssystemen aan te geven. Dit uiteraard onder de randvoorwaarde dat de kwaliteit gehandhaafd en waar mogelijk verbeterd zal worden en dat de nieuwe bedrijfssystemen bedrijfseconomisch aanvaardbaar zijn.

Dit rapport is de eerste uit een reeks waarin alle projecten van het milieu onderzoek in de glastuinbouw zullen worden uitgebracht.
Het onderzoek over waterkwaliteit en kosten van water is uit gevoerd door Ing. J.K. Nienhuis van het PTG. Van diverse specialisten op het gebied van water en meststoffen is informatie verkregen. Vanuit het LEI heeft Ing. C. Vernooy zijn medewerking verleend.

Hoofd afdeling Bedrijfssynthese

Ir. J.C.J. Ammerlaan

Naaldwijk, september 1989

Inhoud

1.	Inleiding	pag. 1
2.	Probleemstelling	pag. 2
3.	Materialen/Methode	pag. 3
3.1.	Water en waterkwaliteit	pag. 3
3.2.	Water en doorspoelfractie	pag. 3
3.3.	Uitgangspunten	pag. 4
4.	Resultaten	pag. 8
4.1.	Inleiding	pag. 8
4.2.	Bassins met aanvullend leidingwater	pag. 8
4.3.	Omgekeerde osmose	pag. 11
4.4.	Ondergrondse wateropslag	pag. 14
4.5.	Bronwater	pag. 15
4.6.	Leidingwater	pag. 16
5.	Discussie	pag. 17
6.	Samenvatting resultaten en discussie	pag. 19
7.	Conclusies	pag. 22
Literatuur		pag. 24

Bijlage 1. Berekening doorspoelfractie

Bijlage 2. Berekening waterverbruik

Bijlage 3. Berekening kosten van water in verschillende situaties

Bijlage 4. Berekening kosten excl.meststoffen verlies en het meststoffen verlies

1. Inleiding

De produktie van goederen leidt vrijwel altijd tot belasting van het milieu. De glastuinbouw vormt hierop geen uitzondering. Bij de produktie in de glastuinbouw kunnen als belangrijkste milieubelastende effecten worden genoemd:
- de uitspoeling van meststoffen;
- de verspreiding van gewasbeschermingsmiddelen;
- de afvoer van organisch en anorganisch afval;
- uitstoot van rookgassen en licht.

Het onderzoek zoals dat is omschreven in het LEI/PTG programma heeft als hoofddoelstelling: het aangeven van het pad naar milieuvriendelijkere bedrijfs- en bedrijfsvoeringssystemen.
Om dat hoofddoel te bereiken staan er voor het bedrijfseconomisch en bedrijfskundig onderzoek een aantal wegen open die gelijktijdig bewandeld kunnen worden.
Na overleg zijn de volgende projecten opgezet:
- Basisproject; dit project omvat een inventarisatie, een documentatie en een verslaglegging van gegevens uit het onderzoek, de voorlichting en de praktijk.
- Project A; bedrijfseconomische evaluatie in onderzoek en praktijk.
- Project B; simulatie van mogelijke bedrijfssystemen.
- Project C; ontwikkeling van voorlichting ondersteunende systemen.
- Project D; ontwikkeling van management informatiesystemen.
- Project E; onderzoek naar de gevolgen, van de overgang naar milieuvriendelijkere bedrijfssystemen voor de sector.

De doelstelling van project A is het begroten van kosten en opbrengsten van de afzondelijke maatregelen/produktiemethoden die er zijn ten aanzien van milieuvriendelijkere bedrijfssystemen.
Vanuit het basisproject zal de verzamelde informatie over maatregelen/produktiemethoden bedrijfseconomisch moeten worden geevalueerd. Dit houdt dus in dat dit project (gedeeltelijk) afhankelijk is van het basisproject.
Als eerste aktiviteit is gekozen: waterkwaliteit en de kosten van water.

2. Probleemstelling

Voor het gebruik van water in de grond maar zeker in de substraatteelten in zowel de groente-, bloemen- als in de potplantenteelt is het beste water eigenlijk nog niet goed genoeg. Zeker als naar een "recirculerend systeem" wordt gegaan, worden hoge eisen gesteld aan de waterkwaliteit.

In dit onderzoek is gekeken naar de waterkwaliteit van een aantal watersoorten die worden gegeven aan de gewassen. Er is niet gekeken naar de gezondheids-aspecten voor de planten die behoren bij de verschillende watersoorten.
De uitgangspunten die gediend hebben voor de berekeningen zijn vastgesteld.
En er zijn kostenberekeningen gemaakt voor de verschillende watersoorten.

Hergebruik van drainwater zal in de nabije toekomst vanuit milieuoogpunt (moeten) toenemen. Dit betekent dat het uitgangswater zo "zuiver" mogelijk moet zijn.
Wanneer drainwater niet geschikt is voor hergebruik dan wordt het op dit moment (bij het bedrijf of via een centraal afvoer systeem) geloosd.
Dit brengt met zich mee dat er voedingstoffen in het milieu worden geloosd.
In dit onderzoek zal berekend worden om welke hoeveelheden dat gaat en welke bedragen er mee zijn gemoeid.

De eisen die aan water gesteld worden varieren enigermate met de teelt. Het is vooral het keukenzout en met name de Natrium (Na^+) die hierin voorkomt wat de problemen geeft. Maar ook een voldoende laag gehalte aan Cl^- en SO_4^{--} is eigenlijk nodig. Tijdens een teelt neemt een gewas een bepaalde hoeveelheid van een element op, afhankelijk van de teeltomstandigheden en het tijdstip. Het gewas tomaat kan bijvoorbeeld een hoger gehalte aan Natrium en Chloride opnemen dan paprika. Wanneer meer Natrium wordt aangeboden dan de plant kan opnemen, dan zal in een gesloten systeem, het gehalte van dat element in de voedingsoplossing oplopen, totdat het te hoog wordt en er schade aan het gewas of de vruchten veroorzaakt. Om dit te voorkomen wordt een deel van de voedingsoplossing geloosd.
Hierbij gaan natuurlijk ook veel kostbare meststoffen verloren en is o.a. de stikstof en fosfor die vrijkomt door eutrofieering, schadelijk voor het milieu.
Om een aantal redenen, waarbij het economische aspect belangrijk is, is het in gebieden waar veel glastuinbouw geconcentreerd is, zoals het Westland, niet altijd mogelijk om regenwater op te slaan en dat te gebruiken. Leidingwater kan dan een oplossing zijn. Alternatieven zijn, ondergrondse wateropslag, bronwater en gebruik maken van omgekeerde osmoseapparatuur.
En daarnaast zijn ook combinaties van water van verschillende herkomst mogelijk.
Wil een tuinder echter "veilig" zitten, d.w.z. geen schade oplopen aan zijn gewas en ook kunnen recirculeren zonder water en meststoffen te behoeven lozen dan is het nodig om zich te verzekeren van de beste waterkwaliteit die er te vinden is.

3. Materialen/Methode

3.1. Water en waterkwaliteit

Regenwater bevat 0,1 tot ca. 0,7 mmol Natrium per liter. Voor leidingwater is dat in de meeste gevallen aanzienlijk meer. Zo levert DWL (Drink Water Leiding) maatschappij Rotterdam leidingwater met ongeveer 2,3 mmol Na per liter. Het leidingwater van de WDM (Westlandse Drinkwaterleiding Maatschappij) bevat ongeveer 2,0 a 2,2 mmol Na per liter.
De concentratie van het element Na in de opnamestroom is voor 3 gewassen die in substraat worden geteeld, vastgesteld. Niet alle gewassen nemen evenveel Natrium op, en de opname is voor een deel ook afhankelijk van het teeltsysteem. Voor tomaat is dat gemiddeld ca. 1,0 mmol per liter, voor komkommer 1,4 mmol per liter en voor paprika 0,1 mmol per liter (1).
Voor andere gewassen moet dit nog onderzocht en berekend worden. Wel zijn groepen van zoutgevoelige en van minder zoutgevoelige gewassen aan te geven (2).
Elke keer dat water gegeven wordt waarvan de concentratie aan Na hoger is dan wat wordt opgenomen, loopt het gehalte aan Natrium verder op totdat er schade aan het gewas optreedt.
Voor de bovengenoemde gewassen is de drempel vastgesteld boven welke concentratie schade ontstaat. Voor tomaat en komkommer is dat boven de 8,0 a 10,0 mmol Na per liter en bij paprika treedt al schade op bij 6 mmol per liter (concentratie van uit de mat stromend water).

Er is een indeling te maken voor de waardering van het gietwater voor de glastuinbouw (2).
De Westlandse Drinkwaterleiding Maatschappij (WDM) wil met behulp van ontzoutingstechniek het Na gehalte van het leidingwater met de helft terugdringen, zodat het water van klasse II naar klasse I gaat. Aan deze betere waterkwaliteit (Klasse I) hangt wel een prijskaartje en het is altijd nog van mindere kwaliteit dan regenwater.
(Ontzout leidingwater zoals de WDM dat wil gaan leveren wordt wel "Super Water" genoemd) (3).
Leidingwater zoals dat nu aangeboden wordt kost per m3 inclusief vastrecht en een bedrag voor te weinig afname, tussen de f 0,50 en f 1,50 per m3,
In dit rapport is uitgegaan van een prijs van f 1,35 per m3 voor dit klasse II water (inclusief vastrecht en boete voor te weinig afname).
Wanneer minder water wordt afgenomen dan stijgt de prijs per m3, wordt er meer water afgenomen dan daalt de prijs per m3.
Voor leidingwater klasse I (zoals dat door de WDM is voorgesteld) waarbij er maximaal 1,1 mmol Na in het leidingwater aanwezig is, is de waterprijs op f 2,00 per m3 geschat.

3.2. Water en doorspoelfractie

Door Hamaker (4) is een rekenmodel gemaakt, waarbij de doorspoelfractie (L), dat wil zeggen de overmaat aan water die gegeven moet worden, berekend wordt wanneer de volgende gegevens bekend zijn van Na :
- De concentratie in het druppelwater (Cw)
- De concentratie in de opname-transpiratiestroom (Ce)
- De concentratie in het uit de mat stromend water (Cd).
  (zie bijlage 1).

De doorspoelfractie is het percentage water wat extra gegeven moet worden aan de planten om geen ophoping van zouten (Na) in het voedingswater te krijgen. Dit extra water moet worden geloosd omdat de plant het niet opneemt.

Wanneer de doorspoelfractie van het water berekend is kan in een tweede rekenmodel (5) berekend worden hoeveel water nodig is voor een bepaald gewas.
In dit rekenmodel is opgenomen:
- het gewastype
- de neerslag per decade over een periode van 30 jaar.

In het model kan worden ingebracht:
- de doorspoelfractie van het te gebruiken water.
- de beteelde oppervlakte van het gewas.
- de bassingrootte van een eventueel aanwezig regenwaterbassin.

Het model geeft de volgende kengetallen weer (per jaar (van 1951 t/m 1980) en het gemiddelde over die jaren:
- de neerslag in m3
- de verdamping door het gewas in m3
- de verliezen door verdamping van het water uit het bassin in m3
- het totaal verbruik in m3
- het verbruik aan regenwater in m3
- het verbruik aan leidingwater in m3
- de lozing van het regenwater in m3 (bij overlopen van het bassin)
- de lozing van het drainwater in m3.

In de berekeningen wordt uitgegaan van een gemiddeld jaar (1951 t/m 1980) een droog jaar (1976) en een nat jaar (1966).
In bijlage 2 is een berekening weergegeven.

3.3. Uitgangspunten

In deze paragraaf zullen de uitgangspunten worden genoemd die hebben gediend voor de berekeningen. Ze zijn in te delen in een aantal onderdelen, nml. algemene uitgangspunten, dekkingspercentage, opbrengstderving, gewaskeuze en meststoffen verlies.

a. Algemeen

Voor de berekeningen zijn de uitgangspunten zoals ze vermeld staan in Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw, gehanteerd. Dit betreft de afschrijving, het rente percentage, het onderhoud en in een aantal gevallen de investeringen (6).

b. Gootsysteem

Bij de vergelijking van de jaarkosten van de verschillende watersoorten is uitgegaan van een teelt in "goten"; dus ook voor het teeltsysteem met vrije drainage. Bij vrije drainage wordt dus vooruit gelopen op de ontwikkelingen t.a.v. het ontsmetten van het te lozen drainwater (op het bedrijf zelf, centraal, etc.). Vanwege dit uitgangspunt zijn voor de goten geen investeringen en kosten berekend.

Er bestaan verschillen in investeringen en kosten tussen de diverse typen gootsystemen. In een aparte studie zullen de gootsystemen nader worden geevalueerd.

c. Dekkingspercentage

In Kwantitatieve Informatie voor de glastuinbouw wordt een bepaald percentage aangehouden dat als dekkingspercentage geldt bij een bepaalde bedrijfsoppervlakte en bepaalde bassingrootte.

Tabel 1. Dekkingspercentage regenwater bij bepaalde bassingrootte voor 1 ha kas in een gemiddeld jaar bij een waterbehoefte van 6500 m3 (zonder doorspoeling).

Regenwater bassin inhoud (m3)	Dekkings percentage regenwater %
500	60
1000	70
1500	75
2000	80
2500	83
3000	86
4000	95

Deze dekkingspercentage's zijn afhankelijk van het regenwater dat er in een bepaald jaar valt. Een gemiddeld jaar heeft als uitgangspunt, voor het dekkingspercentage in deze tabel, gediend. Het percentage is ook afhankelijk van de waterbehoefte van een bepaalde teelt. In de berekeningen in dit rapport is uitgegaan van een nat, een droog en een gemiddeld jaar bij een waterbehoefte van 6500 m3.

d. Opbrengstderving

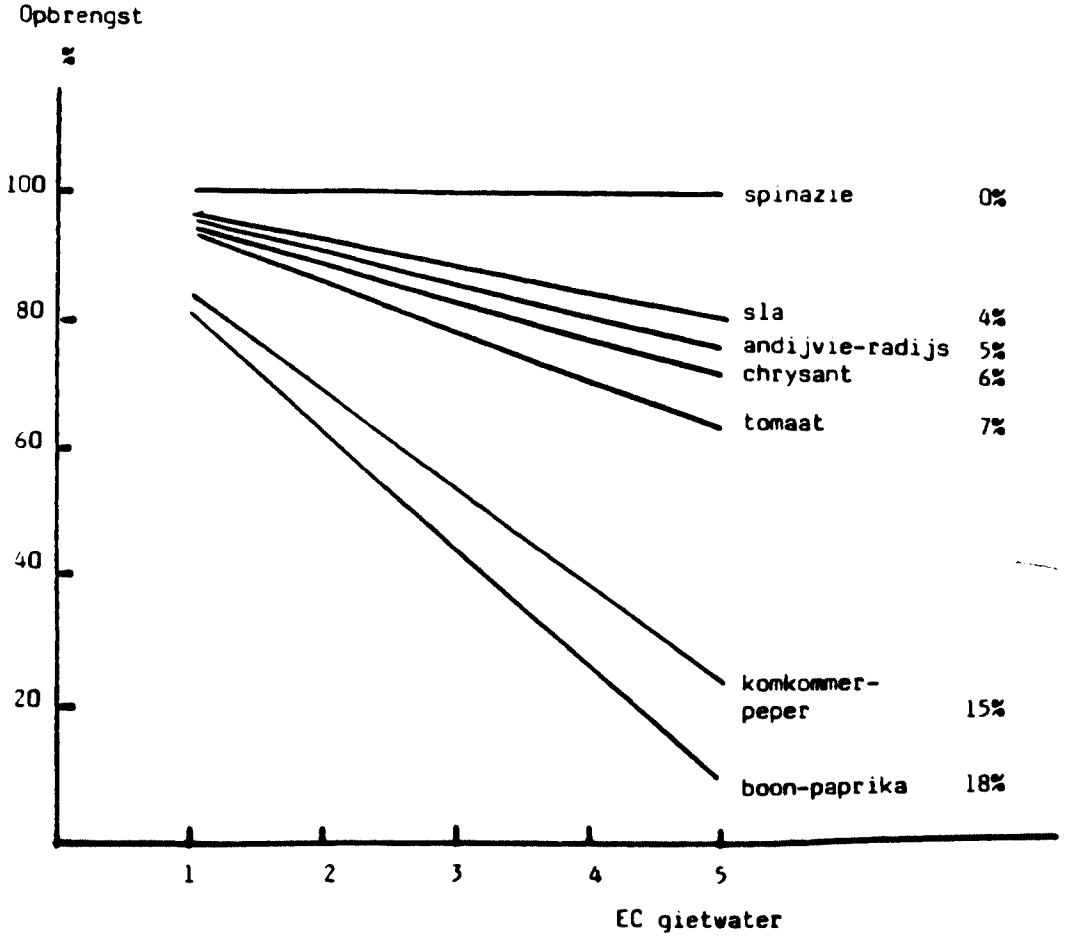
De opbrengstderving is een onderdeel van de totale kosten. Wanneer een bassin wordt aangelegd dan geeft deze investering kosten. Deze kosten bestaan uit de volgende onderdelen: rente, afschrijving en onderhoud.
Ook de rente over de grond waar het bassin op staat zal worden meegenomen, en wel de volledige rente op het geinvesteerd vermogen omdat er op de grond niet wordt afgeschreven.
Nu kunnen zich twee situaties voor doen: er is ruimte beschikbaar voor een bassin en er is geen ruimte aanwezig voor een bassin. Omdat ruimte (grondoppervlakte) bijna altijd een beperkende factor is (grond is schaars) zal er in de meeste gevallen rekening met "opbrengstderving" moeten worden gehouden, hetgeen in dit rapport is gedaan.
Want wanneer op de grond een bassin staat, kan er op die plaats geen kas gebouwd worden en kan deze plek geen opbrengsten voortbrengen. Daar staat tegenover dat ook niet alle kosten mogen worden doorberekend, de toegerekende kosten niet, maar ook een deel van de arbeidskosten niet en een deel van de kosten van duurzame produktie middelen.
De "opbrengstderving" is dus een bedrag dat niet behaald wordt omdat er op die plek niet geproduceerd kan worden. De te verwachten winstgevendheid van de teelt zou hierbij ook betrokken moeten worden. Er zou dus ook van "inkomensderving" kunnen worden gesproken.
Deze "opbrengstderving" of "inkomensderving" zal van teelt tot teelt verschillen en van ondernemer tot ondernemer. In de Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw wordt de berekeningswijze weergegeven en wordt aan opbrengstderving een bedrag van f 15,=/m2 aangehouden. In dit rapport is van dat bedrag uitgegaan.

e. Gewaskeuze

De mogelijkheden om berekeningen te maken zijn legio. Als voorbeeld is het gewas paprika aangehouden. In bijlage 3 wordt naast paprika ook een complete berekening gegeven van tomaat. Uitgegaan is van een waterbehoefte van 6500 m3 per ha. voor de paprikateelt. Voor de vruchtgewassen is deze waterbehoefte ongeveer gelijk en varieert van 6000 m3 tot 7000 m3. Voor de bloemisterij gewassen is er minder bekend. Voor de chrysantenteelt wordt vaak een waterbehoefte aangehouden van 7000 m3 per ha. Voor de rozenteelt ligt dat op een niveau van ongeveer 5500 m3 per ha. en voor de potplanten is het nog lager. Afhankelijk van de soort potplant kan dit varieren van 3500 tot 5000 m3 per ha omdat hier vaak zwaar geschermd wordt en er dus minder door het gewas wordt verdampt.
Het gewas paprika is als voorbeeld genomen omdat het in de groenteteelt het gewas is wat het snelst schade heeft van te hoge zoutconcentraties (7).

In figuur 1. is de zoutgevoeligheid van een aantal gewassen weergegeven.
1 mS.cm-1 komt overeen met 8,5 mmol Na.l-1 wanneer het zout alleen bestaat uit keukenzout.

Figuur 1. De afname van de opbrengst bij verschillende gewassen onder invloed van het zoutgehalte in gietwater in % per mS.cm-1.



De lijn die in de berekeningen zit is echter ook van toepassing voor andere gewassen. Voor de berekening van de doorspoelfractie is, zoals reeds eerder is vermeld, gekozen voor een bedrijf met een beteelbare oppervlakte van 10.000 m2.
Voor de neerslag is de gemiddelde neerslag genomen van de jaren 1951 t/m 1980.
Er wordt klasse II leidingwater (WDM) gebruikt.
Vanuit de gegevens voor de paprikateelt en het water wat gegeven wordt voor de voeding kan berekend worden wat de doorspoelfractie van het regenwater en het leidingwater moet zijn.

$$L = \frac{Cw - Ce}{Cd - Ce}$$ Hierbij is :

L de doorspoelfractie (in dit geval afvoerfractie)
Cw de Na-concentratie die in het gietwater aanwezig is, verhoogd met de Na-concentratie die door het gebruik van meststoffen wordt ingebracht Dit wordt het druppelwater genoemd
Ce de Na-concentratie in de opname-transpiratiestroom
Cd de Na-concentratie in het uit de mat stromend water

$$L = \frac{Cw - Ce}{Cd - Ce} = \frac{2,2 - 0,1}{6,0 - 0,1} = \frac{2,1}{5,9} = 0,36$$

De afvoerfractie van de in dit voorbeeld genoemd druppelwater (Cw=2,2) is 36%.
Het druppelwater bestaat uit de Cw van de Na-concentratie van het leidingwater en de Cw van de Na-concentratie van de toevoegingen van de meststoffen.

Dit betekent dat 36% van de watergift doorgespoeld moet worden om ophoping van Natrium in het systeem te voorkomen. Bij gebruikmaking van leidingwater klasse I is te berekenen dat de doorspoelfractie 19% is en regenwater blijft veelal onder de 7%.
De termen afvoer- en doorspoelfractie zullen beide worden gebruikt.

f. Meststoffen verlies.

Doordat er water wordt geloosd gaan er ook meststoffen verloren.
Het onderzoek dat verricht is naar de EC van het drainwater geeft grote verschillen te zien. In berekeningen wordt vaak aangehouden een EC van 3 of van 4. Vertalen we dit naar geld dan wordt dat f. 3,= of f. 4,= per m3, omdat met het opbouwen van 1 mS (dus van b.v. van EC 3 naar EC 4) ongeveer f 1,= is gemoeid.

In een recente berekening van het CAT-Tilburg (8) is berekend dat wanneer de EC van het drainwater 3 zou zijn, bij een bepaald schema, het meststoffen verlies per 100 m3 drainwater ruim 300 kg bedraagt.
In onze berekeningen hebben we een EC van 3 mS aangehouden en een bedrag van f. 3,= voor elke m3 water en voeding die verdwijnt door het lozen.

4. Resultaten

4.1. Inleiding

In dit hoofdstuk zullen aan de orde komen de kosten van de verschillende water soorten. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de volgende mogelijkheden:

- Regenwaterbassin met aanvulling van leidingwater met verschillende NaCl concentraties. Het bassin kan verschillende grootte's hebben en het aanvullende leidingwater kent verschillende kwaliteiten.
- Omgekeerde osmose water uit bron- of leidingwater, als aanvulling op (regen) bassinwater. Leidingwater stelt andere eisen aan de omgekeerde osmose apparatuur dan bronwater.
- Ondergrondse wateropslag. Deze mogelijkheid is alleen weggelegd voor gebieden waar het mogelijk is regenwater in de ondergrond op te slaan.
- Bronwater. In bepaalde gebieden is het bronwater van goede kwaliteit. Soms is het bronwater ijzerhoudend zodat het ontijzerd moet worden.
- Leidingwater. In bijna alle gebieden is het mogelijk drinkwater aan het leidingnet te onttrekken. Dit water is niet altijd geschikt om als gietwater te fungeren. Bij te hoge NaCl concentraties moet er veel worden doorgespoeld c.q. geloosd.

4.2. Bassins met aanvullend leidingwater

Met de eerder genoemde rekenprogramma's kan voor verschillende regenwaterbassingrootte's berekend worden wat het verbruik aan regenwater en aan leidingwater is en wat er noodgedwongen nog moet worden geloosd of afgevoerd bij een systeem waarbij het water wordt hergebruikt.
Een waterbassin vangt zelf ook regenwater op, maar er treedt ook verdamping op.

Tabel 2. Verbruik en lozing water in m3 bij verschillende bassingrootte's, bij een teeltoppervlakte van 10.000 m2, in een gemiddeld jaar bij klasse II leidingwater. Paprikateelt, hergebruik van water.

Regenwater bassin	Verbruik voedingswater	Benutting regen water	Extra benodigd leidingw.	Lozing drainwater	Opname door gewas en verdamping uit bassin
500 m3	7567	4758	2809	1337	6230
1000 m3	7483	5289	2194	1145	6338
1500 m3	7413	5792	1621	966	6447
2000 m3	7363	6249	1115	808	6555

In deze tabel is te lezen dat bij het toenemen van de bassingrootte:
- de totale hoeveelheid regenwater die benut wordt, toeneemt;
- het totale waterverbruik afneemt omdat er meer regenwater wordt gebruikt. Regenwater heeft een lagere concentratie aan Na en dus behoeft er minder te worden geloosd;
- dat er minder extra leidingwater nodig is. Meer regenwater met een lagere doorspoelfractie en daarom neemt het verbruik van leidingwater af;
- ook de lozing van het drainwater afneemt. In dit water zitten meststoffen.

Opmerking:
* De kosten voor de tuinder komen in het vervolg wel aan bod. Wat de (mogelijke) toekomstige zuiveringsheffingen betreft zijn deze niet meegenomen.

Vanuit deze berekeningen kan bepaald worden wat de kosten zijn van het water dat op het bedrijf voor de voeding gebruikt wordt. Het bassin beslaat een bepaalde ruimte (dus grondkosten) en vraagt een bepaalde investering. Het extra benodigde leidingwater heeft een bepaalde prijs. Het niet kunnen betelen van de ruimte die nodig is voor het bassin geeft een opbrengstderving. Het water dat geloosd wordt heeft een bepaalde EC en daaraan zitten meststoffen die in geld zijn uit te drukken.

In een aantal stappen zullen we dit nader uitwerken.

Tabel 3. Kosten van water bij verschillende bassingrootte's in gld. per ha. Paprikateelt, hergebruik van water.

Regen-water bassin grootte	Ruimte behoefte	Aanvullend water	Jaar kosten bassin +grond (1)	Leiding Water Klasse II (2)	Kosten excl. opbrengst derving (1)+(2)= (3)	Opbrengst derving a f 15,=/m2 (4)	Totale kosten incl opbr.derv. (3)+(4)
500 m3	225 m2	2809 m3	f. 2700	f. 3790	f. 6490	f. 3380	f. 9870
1000 m3	450 m2	2149 m3	f. 3580	f. 2960	f. 6540	f. 6750	f.13290
1500 m3	1100 m2	1621 m3	f. 3890	f. 2190	f. 6080	f.16500	f.22580
2000 m3	1350 m2	1115 m3	f. 5180	f. 1510	f. 6690	f.20250	f.26940

Opmerking:
* Bij grotere bassins behoeft er minder leidingwater te worden gebruikt. Wanneer de aansluitcapaciteit gelijk is zal bij minder afname de prijs van het leidingwater hoger zijn.

Uit deze tabel is af te lezen dat bij grotere bassins :
- de ruimtebehoefte toeneemt en daardoor ook de opbrengstderving toeneemt;
- de jaarkosten toenemen omdat de investeringen toenemen*;
- de hoeveelheid leidingwater afneemt (minder aanvullend water);
- daardoor nemen ook de kosten van het leidingwater af.

* Bij de bassin grootte's van 500 en 1000 m3 is uitgegaan van een silo, bij de bassins van 1500 en 2000 m3 van aarden bassins.
De investeringen voor grotere silo,s zijn relatief hoger dan voor kleine silo's. Natuurlijk bestaat de mogelijkheid meerdere kleine silo's naast elkaar te zetten. In dit onderzoek is dat niet gedaan.

Doordat er water wordt geloosd gaan er ook meststoffen verloren. In de volgende tabel wordt bij twee EC concentraties berekend wat de kosten zijn.

Tabel 4. Weggespoelde meststoffen vanwege het lozen van drainwater bij verschillende bassin grootte's. Paprikateelt, hergebruik van water.

Regenwater bassin grootte	Drainwater afvoer	Bedrag aan weggespoelde meststoffen bij EC van 3	EC van 2
500 m3	1337 m3	f. 4010	f. 2670
1000 m3	1145 m3	f. 3440	f. 2290
1500 m3	966 m3	f. 2900	f. 1930
2000 m3	808 m3	f. 2420	f. 1620

Uit deze tabel 4 is af te lezen:
hoe groter het bassin is, des te minder drainwater er geloosd wordt en er dus minder meststoffen verloren gaan.
Opmerking:
* Bij een klein bassin zal er meer water gemengd worden. Dit betekent dat er vaak van schema veranderd zal worden. Omdat dit in de praktijk moeilijk te realiseren is zal het mengen niet snel gebeuren.

In de volgende tabel wordt aangegeven wat de kosten zijn, inclusief de verspilling aan meststoffen en rekening houdend zowel met en zonder opbrengstderving.

Tabel 5. Jaarkosten bij verschillende regenwaterbassin grootte's (berekend uit de vorige tabellen) per ha. Paprikateelt, hergebruik van water.

Regen-water bassin grootte	jaarkosten exclusief opbrengst derving en meststoffen	jaarkosten inclusief opbrengst derving en excl. mest stoffen verlies	jaarkosten inclusief opbr. derving en meststoffen verlies	jaarkosten excl. opbrengst-derving, incl. meststoffen verlies
500 m3	f. 6490	f. 9870	f. 13880	f. 10500
1000 m3	f. 6540	f. 13290	f. 16730	f. 9780
1500 m3	f. 6080	f. 22580	f. 25480	f. 8980
2000 m3	f. 6690	f. 26940	f. 29360	f. 9110

Uit deze tabel volgt dat, wanneer geen rekening wordt gehouden met opbrengst-derving en meststoffenverlies, bij een bassin grootte van 1500 m3 de jaarkosten het laagste zijn.
Indien bij de jaarkosten bovendien het meststoffen verlies wordt meegeteld dan is een bassin van 1500 m3 nog het goedkoopste. Bij een verbruik van 6500 m3 per ha. wordt de m3 prijs f. 1,40 (8980:6500).

Wanneer wel rekening wordt gehouden met opbrengstderving dan zijn de kosten he laagst bij een bassin grootte van 500 m3.
Dit geldt evenzo wanneer naast de opbrengstderving ook de verliezen van meststoffen er in wordt betrokken. De m3 prijs komt dan op f. 2,10 (13880:6500).

Met het reeds eerder genoemde rekenprogramma is ook te berekenen wat de kosten zijn voor een droog jaar en een nat jaar, rekening houdend met het doorspoel-percentage.

In de volgende tabel wordt een samenvatting gegeven van de kosten inclusief de opbrengstderving en de verliezen aan meststoffen voor de paprikateelt bij een gemiddeld, droog en nat jaar bij :

A vrije drainage (30 % doorspoeling leidingwater en 20 % regenwater),

B hergebruik met klasse I water (19 % doorspoeling leidingwater en 7% regenwater) en

C hergebruik met klasse II water (36 % doorspoeling leidingwater en 7 % regenwater).

In bijlage 4 zijn de kosten (inclusief opbrengstderving) en meststoffen verlies apart weergegeven.

Tabel 6. Jaarkosten inclusief opbrengstderving en meststofverlies bij paprika bij verschillende waterklassen bij verschillende bassin grootte's in gld. per ha bij verschillende neerslaghoeveelheden per jaar (gemiddeld, droog en nat jaar).

Bassin grootte	A vrije drainage	B hergebruik klasse I	C hergebruik klasse II
500 m3	f. 16050 gem.	f. 12760 gem.	f. 13880 gem.
	f. 20860 droog	f. 18480 droog	f. 20800 droog
	f. 12640 nat	f. 9540 nat	f. 8990 nat
1000 m3	f. 19440 gem.	f. 15850 gem.	f. 16730 gem.
	f. 24380 droog	f. 21720 droog	f. 23810 droog
	f. 15980 nat	f. 12600 nat	f. 12800 nat
1500 m3	f. 28690 gem.	f. 24830 gem.	f. 25480 gem.
	f. 33700 droog	f. 30750 droog	f. 32630 droog
	f. 25180 nat	f. 21710 nat	f. 21710 nat
2000 m3	f. 33010 gem.	f. 28910 gem.	f. 29360 gem.
	f. 38000 droog	f. 34770 droog	f. 36430 droog
	f. 29820 nat	f. 26750 nat	f. 26750 nat

Uit tabel 6 is te concluderen dat in het algemeen een klein bassin (500 m3 per ha.) het goedkoopste is. Aanvullend leiding water van klasse I is het beste alternatief in gemiddelde en in droge jaren.
In natte jaren blijft het kleine bassin het beste alternatief maar zit er een verschil van f 550 tussen ten gunste van klasse II water.

4.3. Omgekeerde osmose

Via de weg van de omgekeerde osmose is het mogelijk de zouten die er in het te geven water zitten te verwijderen. Dit gebeurt met een semi-permeabele wand, membraan, genoemd. Wanneer aan de ene kant van het membraan water en zouten zitten en aan de andere kant alleen water dan treedt er een drukverschil (osmotisch) op. Dit drukverschil moet overwonnen worden en daarbij moet er nog een overdruk (werkdruk) komen. Deze druk zorgt ervoor dat het zouthoudende water geconcentreerd wordt. Het water gaat door het membraan, de zouten blijven voor het membraan zitten.
Afhankelijk van de concentratie aan zouten en de organische vervuiling heeft men andere installaties nodig. Men spreekt over brakwater-, leidingwater- en zeewaterinstallaties. Deze laatste soort van installaties is voor het individuele glastuinbouwbedrijf te duur (hoge investeringen voor deze (relatief kleine) installaties). Daardoor wordt de prijs van het gezuiverde water hoger dan van de andere mogelijkheden met omgekeerde osmose apparatuur. Deze andere mogelijkheden zijn de installaties voor brakwater (bronwater) en leidingwater. Bronwater is lang niet in alle situaties geschikt om te worden gebruikt omdat de NaCL concentratie in veel gebieden te hoog is om goed te kunnen worden gezuiverd. Ook leidingwater is niet altijd geschikt om als voedingswater te worden gebruikt. De concentratie aan Natrium is dan te hoog. Door leidingwater met een te hoge Na-concentratie door een omgekeerde osmose installatie te laten gaan wordt die Na-concentratie verlaagd of tot 0 gebracht. Wanneer leidingwater wordt gebruikt moet men rekening houden met investeringen in een voorfilter en andere typen membranen, omdat er organische stoffen in het leidingwater kunnen zitten. Deze type membranen vragen een hoger investeringsbedrag dan de andere typen. Ook is de aankoopprijs van het leidingwater in de meeste gevallen hoger dan de "kostprijs" van het bronwater.

In onderstaande berekeningen zullen de twee situaties (Omgekeerde osmose installatie op bron- of leidingwater) naast elkaar worden gezet.

Uitgaande van een maximaal verbruik van 7 liter per dag per m2, is voor een bedrijf van 10.000 m2 een installatie van 70 m3 per dag nodig. Omdat de capaciteit van de installatie in de loop van de jaren terug zal lopen moet men daar bij aanschaf reeds rekening mee houden. Afhankelijk van de waterkwaliteit waarmee gewerkt wordt kan dit wel oplopen tot 25 a 30 %. We zijn dus uitgegaan van een installatie van 100 m3 per dag (situatie A).

A. Omgekeerde osmose op bron- en leidingwater

Tabel 7. Investeringen en kosten per jaar van een omgekeerde osmose installatie met een capaciteit van 100 m3 per dag, zowel op bron- als leidingwater.

	Bronwater	Leidingwater
Investering totaal	100.000	115.000
waarvan voor:		
membranen (afschr. 5 jaar)	35.000	50.000
overige installatie (afschr. 10 jaar)	65.000	65.000
Afschrijving	13.500	16.500
Rente	3.500	4.000
Onderhoudscontract	1.000	1.000
Chemicalien	1.000	1.700
Electriciteit	3.000	2.400
Voorfiltratie org.mat.	-	600
Retourbron brijnafval	2.000	2.000
Bron water	2.700	
Leidingwater (7500 m3)		10.000
Totaal jaarkosten	26.700	38.500

In deze situatie wordt dus op geen enkele wijze rekening gehouden met aanvulling van regenwater. Wanneer de capaciteit van de installatie achteruit loopt in de loop van de jaren dan zal meer leidingwater nodig zijn om de benodigde 6500 m3 per ha. die nodig is, te verkrijgen. De capaciteit die benodigd is wordt wel bereikt maar daar is meer water voor nodig omdat er meer brijnafval komt. De totale jaarkosten zullen dan hoger zijn dan de hier berekende. De berekende prijs per m3 is dus een minumum prijs voor deze installatie.
Bij een waterbehoefte van 6500 m3 is de prijs per m3, wanneer met omgekeerde osmose water wordt gewerkt, resp. f. 4,10 (26700:6500) en f. 5,90 (38500:6500) voor een installatie op bron- en leidingwater.

Wanneer men aan een installatie van 70 m3 per dag voldoende heeft dan worden de kosten per m3 water (bij een waterbehoefte van 6500 m3) resp. f 3,60 en f 5,40 voor een installatie op bronwater en leidingwater.

B. Combinatie van omgekeerde osmose met regenwater

Heeft een bedrijf een regenwaterbassin en wordt aanvullend omgekeerde osmose water gebruikt dan zou men met een kleinere installatie uit de voeten kunnen als in situatie A.
Maar wil men geen water te kort komen dan moet gekeken worden naar de maximale waterbehoefte in de zomer wanneer de voorraad regenwater in het bassin op zal zijn.
In de praktijk komt men kleinere installaties tegen die naar verhouding duurder zijn in aanschaf dan een grote installatie. In onderstaande tabel wordt een combinatie van een regenwaterbassin en een omgekeerde osmose installatie berekend.

Tabel 8. Investeringen en jaarkosten van een omgekeerde osmose installatie met een capaciteit van 40 m3 per dag en een regenwater bassin van 500 m3 (kosten hiervan uit tabel 2: 2700 + 3380).
De ene installatie werkt op bronwater de andere op leidingwater.
Het regenwater bassin is een ijzeren silo.

	Bronwater	Leidingwater
Investering omgekeerde osmose totaal	65.000	80.000
waarvan voor		
membranen (afschrijving 5 jaar)	30.000	45.000
overige installatie (afschr. 10 jaar)	35.000	35.000
Afschrijving	9.500	12.500
Rente	2.300	2.800
Onderhoudscontract	1.000	1.000
Chemicalien	500	800
Electriciteit	1.500	1.200
Retourbron brijnafval	1.200	1.200
Bronwater	2.700	
Leidingwater (3000 m3)		4.100
Subtotaal	18.700	23.600
Kosten waterbassin incl. opbr.derving	6.100	6.100
Totaal jaarkosten	24.800	29.700
Prijs per m3 opgenomen water	3,80	4,60

In een gemiddeld jaar kan met een bassin van 500 m3 de behoefte aan water voor ongeveer 60% door regenwater worden gedekt. Daarom is 3000 m3 leidingwater t.b.v. omgekeerde osmose in deze kostenopzet meegenomen.
Bij een verbruik van 6500 m3 zijn de kosten per m3 voor een installatie op bron- of leidingwater met aanvulling van regenwater resp. f 3.80 (24800:6500) en f 4.60 (29700:6500). Doordat het een kleine installatie is zal op tijd moeten worden gemengd met het regenwater.

Wanneer de mogelijkheden met omgekeerde osmose worden bekeken blijkt dat omgekeerde osmose op bronwater met als aanvulling regenwater de goedkoopste oplossing is. Omdat omgekeerde osmose water bijna vrij is van zouten zullen bij hergebruik zich ook nauwelijks problemen van ophoping van zouten voordoen. Met meststoffenverlies vanwege lozing hoeft dan ook niet te worden gerekend.

4.4. Ondergrondse wateropslag

Er is veel belangstelling voor wateropslag in de ondergrond (9). Het water wordt opgeslagen op een diepte van 20-40 meter beneden maaiveld. Of in een bepaalde regio opslag mogelijk is hangt af van de profielopbouw van de ondergrond, de stroomsnelheid en het zoutgehalte van het grondwater. Informatie hierover treffen we aan op de grondwaterkaart van Nederland.
Het regenwater gaat van de kas via een silo naar een bron in de ondergrond. Deze bron bevindt zich in een zandlaag die waterhoudend is. Bij het invoeren van grote hoeveelheden regenwater vormt zich een zoetwaterbel in de zandlaag. Omdat zoet water lichter is dan zout water, brengt men het filter van de bron waarmee men het water wil oppompen boven in de zandlaag aan. Bij onttrekking wordt dan eerst het zoete water omhoog gebracht.
Om te voorkomen dat de bron verstopt raakt is voorzuivering van het water voordat het in de bron gebracht wordt, d.m.v. een automatisch- of zandfilter, belangrijk. Voordat water onttrokken kan worden moet er eerst een voorraad ingebracht worden. De ervaring uit de praktijk is dat ongeveer 2500 m3 een minimum hoeveelheid is.
Loopt de capaciteit van de bron terug dan kan dit verschillende oorzaken hebben (lucht in de bron, verhoogde grondwaterstand, biomasse vanwege bacterie groei en ijzer). Het reinigen van de bron kan zowel mechanisch als chemisch gebeuren, afhankelijk van de aard van de verstopping.
De ervaring van een aantal bedrijven is, dat ongeveer 85 % van het ingebrachte water weer op te pompen is. Voor een bedrijf van 1 ha is dan als aanvulling nog 1100 m3 leidingwater nodig. In het kosten overzicht in tabel 9 is daarom voor aanvullend leidingwater f 1500,= (1100 m3 a f 1,35) opgenoomen.
Omdat ongeveer 30% van dit water wordt geloosd, 330 m3, geeft dit aan meststoffen verlies, bij een EC van 3, ongeveer f 1000,= (330 m3 a f 3,-).
Bij erg lange droge perioden kan de kwaliteit van het water flink terug lopen omdat meer water wordt onttrokken dan er ingebracht wordt.
Het is niet mogelijk zomaar een bron te slaan. De overheid stelt haar regels voor het beheer van grondwater. Voor de infiltratie en onttrekking van water is de grondwaterwet van kracht.

Tabel 9. Investeringen en jaarkosten bij wateropslag in de ondergrond voor 1 en 2 ha.

Investeringen	1 ha.	2 ha.
Totaal	63.000	73.000
Afschrijving	6.300	7.300
Rente	2.200	2.500
Onderhoud	1.300	1.500
Aanvullend leiding water	1.500	3.000
Verliezen aan meststoffen	1.000	2.000
Totaal jaarkosten	12.300	16.300
jaarkosten per m2	1,23	0,82
Prijs per m3 opgenomen water	1,90	1,25

Bij een verbruik van 6500 m3 per ha. is de prijs resp. f 1.90 (12300:6500) en f 1.25 (16300:13000) per m3.
De kosten van ondergrondse wateropslag zijn per m3 voor een groter bedrijf lager dan voor een kleiner bedrijf.

4.5. Bronwater

In bepaalde gebieden van ons land is het grondwater soms zo goed dat het gebruikt kan worden voor de tuinbouw zonder dat er iets aan behoeft te gebeuren. In de meeste gevallen zit er echter te veel ijzer in het water zodat een ontijzeringsinstallatie nodig is.
De investering voor een bron is in belangrijke mate afhankelijk van de diepte van de bron. Per strekkende meter is dat ongeveer f. 150,=
Bij een diepte van ruim 30 meter is de investering dus ongeveer f. 5000,=

Tabel 10. Investeringen en jaarkosten van bronwater voor een bedrijf van 1 ha en 2 ha.

Investeringen	1 ha.	2 ha.
bron	f. 5000	f. 5000
pomp	f. 3000	f. 4000
Afschrijving	800	900
Rente	300	300
Onderhoud	400	500
Electriciteit	1200	2000
Totaal	2700	3700

Indien het bedrijf groter is zullen de investeringen niet of nauwelijks toenemen. Alleen het bedrag voor electriciteit wordt hoger omdat er meer water opgepompt moet worden.

Wanneer er een ontijzeringsinstallatie aangeschaft moet worden komt dat op een investering van ongeveer f. 10.000,=. Afhankelijk van soort installatie varieert dit investeringsbedrag van f. 7.500,=, tot f. 15.000,=.

Tabel 11. Investering en jaarkosten van een ontijzeringsinstallatie voor 1 ha.

Investering	f. 10.000,=
Afschrijving	1200
Rente	350
Onderhoud	500
Electriciteit	1200
Totaal	3250

Ook hierbij geldt dat voor grotere bedrijven met grotere installaties de investeringen relatief goedkoper zijn. Alleen de electriciteitskosten stijgen vrijwel evenredig met het aantal m3 dat ontijzerd moet worden.

Wanneer van bronwater gebruik wordt gemaakt en dit moet ontijzerd worden dan komt dit voor een bedrijf van 1 ha. op ongeveer f. 6.000,=. (f 2700,= voor de bron en f 3250,= voor de ontijzeringsinstallatie). Per m3 water komt dit op ruim f 0,90 (6000:6500) bij een verbruik van 6500 m3 per ha.

4.6. Leidingwater

Al een aantal keren is leidingwater vermeld, maar steeds in combinatie met gebruik van ander water zoals regenwater of omgekeerde osmose water.
Het is ook mogelijk om alleen leidingwater te gebruiken. Maar dan moet er, afhankelijk van de kwaliteit (zoutconcentratie) van het leidingwater doorgespoeld en geloosd worden. Andere kwaliteitscriteria zijn buiten beschouwing gelaten.
Wanneer we bij een paprikateelt uitgaan van een verbruik van ongeveer 6500 m3 voedingswater per ha. en er wordt ongeveer 35 % doorgespoeld (leidingwater klasse II), dan moet er ongeveer 10.000 m3 water worden ingekocht. Bij een prijs van f. 1,35 per m3 komt dit neer op f. 13500,= per ha.
Hierbij wordt dan 3500 m3 water geloosd. Aan verspilling van meststoffen is dat bij een EC van 3, ruim f. 10.000 per ha. Bij een waterverbruik van 6500 m3 is de prijs per m3 dus ruim f 3,60 (23500:6500).

5. Discussie

Waterkwaliteit

Ook al is regenwater kwalitatief het beste water, mits het goed opgeslagen en schoon is (0% doorspoeling), dan nog zal er, wanneer geen recirculerend systeem wordt toegepast, meer water (met meststoffen) worden toegediend dan strikt noodzakelijk is vanuit de waterbehoefte van het gewas. Vanwege o.a. ongelijke waterafgifte van druppelaars en ongelijke waterbehoefte van planten (t.g.v. grootteverschil) wordt de water- en meststofgift afgestemd op de ongunstigste omstandigheden, d.w.z. op de slechtst gesitueerde plant. De overige planten krijgen daardoor een overmaat aan water en meststoffen.
In de praktijk wordt daarom bij teeltsystemen met vrije drainage een overmaat aan water en meststoffen gegeven van ongeveer 20 tot 30%.
Door het watergeefsysteem te optimaliseren en daardoor de waterverdeling te verbeteren, kan de overmaat aan watergift worden verminderd. Op deze manier kan een overmaat van meststofgift worden teruggedrongen en dientengevolge de mate van lozing van drainwater.
Ook bij teeltsystemen met hergebruik van drainwater wordt een overmaat gegeven, maar daar wordt dit opgevangen en opnieuw gebruikt. Toch zal het voorkomen dat bij hergebruik van drainwater toch lozing van drainwater moet plaatsvinden (vanwege zoutaccumulatie) het zgn. spuiwater of spuistroom.

Drainwaterontsmetting

Drainwaterontsmetten is nodig om de kans op ziekten zo laag mogelijk te houden en ook om de verspreiding van ziekten tegen te gaan of te minimaliseren.
Om de vergelijking tussen teeltsystemen met vrije drainage en teeltsystemen met hergebruik van drainwater zuiver te houden, zouden bij laatstgenoemde systemen ook de kosten van het ontsmetten van drainwater moeten worden meegenomen. Omdat omtrent de ontsmettingsapparatuur nog onduidelijkheden bestaan t.a.v. de gewenste capaciteit en de wijze van gebruik (continu/discontinu, volledig/partieel) is dit aspect buiten beschouwing gelaten. In een aparte studie zal dit nader worden onderzocht.
Om een beter beeld van de vergelijking tussen teeltsystemen met vrije drainage en die met hergebruik van drainwater te krijgen, wordt in het navolgende de investeringsruimte bepaald voor ontsmettingsapparatuur.
Het verschil in jaarkosten tussen "vrije drainage" (regenwater en leidingwater kl. II) en "hergebruik" (regenwater en leidingwater kl. I) bij een bassingrootte van 500 m3 is f 3290,- (16050-12760). Evenzo is het verschil in jaarkosten te berekenen "vrije drainage en "hergebruik" (leidingwater kl. II).
Als de jaarkosten van de ontsmettingsapparatuur 20% bedragen van het investeringsbedrag (voor afschrijving, rente en onderhoud), betekent dit dat de investeringsruimte f 16450,- bedraagt. Of dit bedrag voldoende is, zal in belangrijke mate worden bepaald door de eerder genoemde factoren.

Milieu-aspect

In de rekenvoorbeelden is een belangrijk aspect niet aan de orde gekomen, namelijk de kosten van het zuiveren van het geloosde drainwater. Vanuit milieu oogpunt is het gebruik van bronwater, alleen als er niet geloosd wordt, te prefereren.

Bovendien verdient het gebruik van bronwater vanuit economisch perspectief de voorkeur. Echter deze situatie zal zich meestal niet voor elk bedrijf voordoen.
Uit milieu oogpunt lijkt het gebruik van omgekeerde osmose water ook voorkeur te hebben. Het water dat in de teelt gebruikt wordt behoeft niet te worden geloosd omdat de zoutconcentratie laag genoeg blijft, maar het "brijn" wat achter blijft bij de zuivering moet wel "geloosd" worden. Nu gebeurt dat door de "brijn" terug te pompen in de ondergrond. In het kader van de grondwaterwet worden hier beperkingen aan gesteld.
Als de teeltsystemen met VRIJE DRAINAGE met gebruik van alleen leidingwater (klasse II) en die met HERGEBRUIK VAN DRAINWATER t.a.v. de lozing van water met meststoffen worden vergeleken, dan blijkt dat bij "vrije drainage" 3500 m3 en bij "hergebruik" 1337 m3 water met meststoffen wordt geloosd (bassin van 500 m3, leidingwater kl. II). Als er van uit wordt gegaan dat 100 m3 drainwater ruim 300 kg meststoffen bevat, dan wordt bij "vrije drainage" en bij "hergebruik" 10500 kg respectievelijk 4010 kg meststof geloosd. Door hergebruik van drainwater wordt in vergelijking met vrije drainage ruim 60% minder meststoffen in de ondergrond en/of in het oppervlaktewater gebracht. Wordt bij HERGEBRUIK VAN DRAINWATER als aanvullend water bij een regenwaterbassin leidingwater klasse I gebruikt, dan behoeft er slechts 747 m3 drainwater te worden geloosd. Aan meststoffen wordt dan 2250 kg geloosd.
Zoals eerder aangegeven zal dit elders (zuiverings) kosten veroorzaken die weer verhaald worden.
Dit laatste gebeurt veelal collectief en is onafhankelijk van de feitelijke toegepaste watervoorziening. Hierdoor is het niet mogelijk deze kosten naar de verschillende systemen toe te rekenen.

6. Samenvatting resultaten en discussie

In dit hoofdstuk zal eerst op basis van het voorbeeld bij paprika iets in het algemeen worden vermeld over de kosten van water. Dan wordt een afweging gemaakt welke waterkwaliteit het beste is, rekening houdend met de omstandigheden van het individuele bedrijf.
Daarna zullen enkele samenvattende overzichten gegeven worden voor de paprika-teelt over de kosten van de verschillende mogelijkheden voor een bedrijf van 1 ha.

Algemeen

De paprika teelt is als voorbeeld genomen om berekeningen uit te voeren voor de kosten van water. Dit is gedaan omdat, van de teelten waar gegevens over de opname van Natrium bekend zijn, dit de teelt is waar schade drempels door te hoge zoutconcentraties het snelst worden overschreden.
Voor teelten waar de schadedrempels hoger liggen zijn de kosten lager per m3 water, omdat er minder behoeft te worden doorgespoeld.
Daardoor is ook de verspilling aan meststoffen lager.
Voor tomaat is per ha. voor een gemiddeld jaar, met een regenwaterbassin van 500 tot 2000 m3, en aanvullend leidingwater klasse I, een lozing van 70 tot 20 m3 per ha. aan water en meststoffen berekend.
Bij een kleiner bassin heeft meer verlies plaats aan meststoffen dan bij een groter bassin (zie bijlage 3).
Bij gewassen die nog gevoeliger reageren op hoge Natrium concentraties dan paprika, b.v. potplanten, zal de waterprijs per m3 hoger zijn dan bij paprika. De doorspoeling of lozing is groter en daardoor ook het verlies aan meststoffen.
Voor vruchtgroentegewassen is een waterverbruik aangehouden van 6500 m3 per ha. per jaar. Voor enkele bloemisterij gewassen ligt dat in dezelfde orde van grootte. Voor chrysanten is het hoger, voor rozen lager. Potplanten verbruiken over het algemeen minder water. Daarom zullen bij zoutgevoelige gewassen en/of gewassen die een laag waterverbruik hebben, relatief kleine bassins een goede oplossing zijn.

Afweging welke waterkwaliteit.

Om altijd met regenwater in de behoefte aan water te kunnen voorzien is een bassin nodig van meer dan 2000 m3 per ha. En ook dan zal men in zeer droge jaren nog niet altijd verzekerd zijn van volledige dekking door regenwater.
De waterprijs, inclusief het verlies aan meststoffen, bij een regenwater bassingrootte van 1500 m3 en aanvulling met leidingwater, komt in een gemiddeld jaar qua neerslag, en bij een water verbruik van 6500 m3 per ha per jaar op ongeveer f 1,40 per m3. Er is dan geen rekening gehouden met opbrengst-derving. Wordt daar wel rekening mee gehouden dan stijgt de prijs per m3 naar bijna f 4,=.
Is de ruimte schaars, en in de meeste situaties is dat het geval, dan is een groot regenwater bassin niet aantrekkelijk. Een kleine silo van 500 m3 komt dan het meest in aanmerking. Naast het opgevangen regenwater is dan aan-vulling met ander water nodig. De prijs komt dan, met aanvulling van normaal leidingwater (klasse II), op ruim f 2,10 per m3.

Uitsluitend normaal leidingwater (klasse II) lijkt dan goedkoper, maar een nadeel is dat er water en meststoffen moeten worden geloosd. Wordt daar rekening mee gehouden dan is de waterprijs per m3 bij een verbruik van 6500 m3 per ha. (voor de teelt) f 3,60 per m3. De kosten liggen dan op een gelijk niveau met een regenwater bassin van 1500 m3. Daarbij is rekening gehouden met de opbrengstderving.

Verbeterd leidingwater is duurder dan normaal leidingwater, maar er is minder lozing van water met meststoffen nodig. In een gemiddeld jaar qua neerslag, levert dit een voordeel op van f 900,= ten gunste van klasse I water, bij een regenwater bassin met een grootte van 500 m3. De prijs van een m3 water wordt bij aanvulling met leidingwater klasse I, f 2,=.

Wanneer alleen osmosewater wordt gebruikt dan is dat duurder dan alle andere mogelijkheden. Bij gewassen die erg gevoelig zijn en beslist goed water nodig hebben kan het installeren van een omgekeerde installatie naast het gebruik van regenwater (met aanvulling van omgekeerde osmose water) interessant zijn.
De kosten van omgekeerde osmose water uit bronwater als aanvulling op water uit een klein regenwater bassin komen ongeveer overeen met de kosten van water uit een groot bassin met aanvulling van leidingwater.

Overzichten van jaarkosten

In het volgende overzicht wordt een samenvatting gegeven van de jaarkosten bij vrije drainage en bij recirculatie. Recirculatie wil niet zeggen dat er geen lozing van water en meststoffen is. Er wordt zo lang mogelijk doorgegaan met recirculeren maar voordat de schadedrempel overschreden dreigt te worden zal er worden geloosd.
Verbeterd leidingwater (klasse I) is voor de meeste gewassen een uitkomst om het tekort aan regenwater aan te vullen en het te kunnen blijven hergebruiken. Paprika neemt echter zo weinig Natrium op dat hergebruik alleen maar mogelijk is met regenwater of met water wat vergelijkbaar is met regenwater (b.v. omgekeerde osmose water) wat het Natrium en Chloride gehalte betreft.

Tabel 12. Overzicht van de waterkosten* (verschillende watersoorten en combinaties) per jaar voor een paprika bedrijf van 1 ha., rekening houdend met opbrengstderving en meststoffen verlies,in een gemiddeld jaar qua neerslag. Goten systeem is standaard.

Regen water bassin grootte	Regenwater bassin met leidingwater klasse II vrije drainage	Regenwater bassin met leidingwater klasse II hergebruik zonder ont-ontsmetten	Regenwater bassin met leidingwater klasse I hergebruik zonder ont-ontsmetten	Omg. osmose op bronwater	Omg. osmose op leidingwater
500 m3	16.100	13.900	13.000	24.800	29.700
1000 m3	19.400	16.700	15.900		
1500 m3	28.700	25.500	24.800		
2000 m3	33.000	29.400	28.900		
geen bassin				26.700	38.500

Vervolg tabel 12 op pag. 20

Vervolg van tabel 12.

Ondergrondse wateropslag	12.300
Bronwater	6.000
Leidingwater (klasse II)	23.500

* afgerond op f 100,=

In het volgende overzicht wordt een samenvatting gegeven van de jaarkosten bij verschillende regenwater bassingrootte's met aanvulling van leidingwater of uitsluitend leidingwater.

Tabel 13. Kosten van water bij verschillende bassin grootte's (aanvullend leidingwater klasse II) en hergebruik in een gemiddeld jaar qua neerslag, voor een paprika bedrijf van 1 ha.

	Bassin 500 m3	Bassin 1000 m3	Leiding water	Bassin 1500 m3	Bassin 2000 m3
Jaarkosten bassin	2700	3580	-	3890	5180
Aankoop leidingwater	3790	2960	13500	2190	1510
Verlies aan meststoffen	4010	3440	10000	2900	2420
sub totaal	10500	9980	23500	8980	9110
Opbrengst derving	3380	6750	-	16500	20250
Totaal	13880	16730	23500	25480	29360

In tabel 14 wordt aangegeven wat de kosten aan water zijn, inclusief verliezen aan mestoffen wanneer op een paprika bedrijf van 1 ha. een regenwaterbassin aanwezig is van 500 m3 . De kosten worden weergegeven bij vrije drainage en bij hergebruik met klasse I en klasse II water.
De voor- en nadelen van de systemen t.b.v. hergebruik (gootsystemen, drainwaterontsmetting) t.o.v. vrije drainage zijn hier nog niet bekeken.
In het verleden zijn begrotingen gemaakt wat de jaarkosten van gotensystemen zijn (10) en wat de jaarkosten voor het ontsmetten van drainwater zijn (11).

Tabel 14. Jaarkostenoverzicht van een regenwaterbassin van 500 m3/ha in een gemiddeld jaar qua neerslag. Hergebruik van water voor zover dit mogelijk is. Bedragen zijn in guldens per ha.

	Vrije drainage * (1)	hergebruik water van: klasse I	klasse II
Jaarkosten bassin	2700	2700	2700
Aankoop leidingwater	4210	4440	3790
Verliezen meststoffen	5760	2440	4010
	12670	9580	10500

* (1) : Suppletie water van klasse II

7. Conclusies

Waterkwaliteit

1. Regenwater is kwalitatief het beste water dat beschikbaar is omdat er weinig Natrium in voorkomt. Daardoor kan regenwater heel goed worden toegepast voor hergebruik.
   Wanneer regenwater niet voldoende kan worden opgevangen omdat:
   a. ondergrondse opslag niet mogelijk is,
   b. er te weinig ruimte is voor het aanleggen van een (groot) bassin,
   dan moet aangevuld worden met andere watersoorten van mindere waterkwaliteit (zie ook conclusie 6).
   Hierdoor zal ook bij hergebruik vaak nog water met meststoffen worden geloosd (afh. van het gewas en herkomst van water).

2. Wordt bij hergebruik uitgegaan van water waar meer Natrium in voorkomt dan het gewas kan opnemen, dan moet er meer water en meststoffen worden gegeven dan nodig is voor het gewas. Het overtollige water met meststoffen moet worden geloosd. Bij meer Natrium in het water moet eerder geloosd worden en wordt er dus meer water en meststoffen verbruikt.

3. Door het gebruik van water met een lager Na-gehalte in een systeem voor hergebruik kan verspilling van meststoffen worden teruggebracht.
   Wanneer doordoor van vrije drainage naar een recirculatiesysteem gegaan kan worden is daarmee de grootste winst te behalen.
   Indien van leidingwater van Klasse II gegaan wordt naar regenwater in combinatie met andere watersoorten is ook op die manier het meststoffen gebruik terug te dringen (minder verspilling).

Opslag van water

4. Opslag van regenwater brengt kosten met zich mee. Het goedkoopste water is, mits dat van goede kwaliteit is, bronwater.
   Ook wanneer bronwater ontijzerd moet worden blijft het nog steeds de goedkoopste oplossing.
   In bijna alle gebieden waar glastuinbouw gevestigd is, is de kwaliteit van het bronwater echter onvoldoende. Daarnaast worden er vaak nog beperkingen opgelegd.

5. Wanneer de mogelijkheden er zijn om ondergronds regenwater op te slaan, dan is dat een zeer goede mogelijkheid. Er is geen opbrengstderving omdat er geen beslag wordt gelegd op ruimte. Wel moet goed in de gaten worden gehouden, zeker in droge jaren, dat de concentraties aan zouten, met name Natrium, bij een te grote onttrekking van water, te hoog kan worden.
   Dit is natuurlijk ook afhankelijk van de voorraad water die er is bij de start van het seizoen, overgebleven is van een vorig jaar.

6. Wannneer er voor het aanleggen van een bassin te weinig ruimte is zal een relatief klein bassin (silo) voor de opvang van regenwater, aangevuld met leidingwater het beste alternatief zijn.
   Met grotere bassins kan een groter deel van de totale waterbehoefte worden gedekt. Grote regenwaterbassins geven ook in droge jaren niet volledige zekerheid dat er altijd voldoende regenwater is. Bovendien zal op bedrijven waar de grond schaars is de opbrengstderving bij grote bassins relatief een hoog bedrag zijn zodat dit zwaar gaat drukken op de rentabiliteit.

Algemeen

7. Uitsluitend leidingwater van klasse II lijkt op het eerste gezicht een goede mogelijkheid. De kosten voor dit water zijn niet bijzonder hoog, maar door het verlies aan meststoffen en het grotere watergebruik, komt de prijs per m3 hoger uit dan die van regenwater, aangevuld met leidingwater klasse II.

8. Wanneer er bovendien water van klasse I beschikbaar zou zijn, dan kan het verlies aan meststoffen en water nog geringer worden. Daar staat wel een hogere prijs van dat betere leidingwater tegenover.
Berekeningen wijzen uit dat bij een prijsverhoging van b.v. f 0,65 per m3 voor klasse I leidingwater t.o.v. klasse II water de tuinder over moet gaan op de aanvulling met klasse I water. Ook blijft er dan nog enige ruimte over om een investering te doen in ontsmettingsapparatuur.

9. In de glasgroenteteelt kunnen een aantal gewassen, o.a. tomaat en komkommer, geteeld worden in gietwater wat een Na gehalte bevat van ongeveer 1,1 mmol per liter, zonder dat er schade aan het gewas of de vruchten kan worden geconstateerd. Zonder rekening te houden met de Na uit de kunstmeststoffen kan het leidingwater van Klasse I hieraan voldoen, wanneer het beschikbaar zou zijn. Met dit leidingwater zou er voor deze gewassen weinig meer behoeven te worden doorgespoeld.

10. Goed water (in kwalitatieve zin en alleen betrekking hebbend op de zoutconcentratie) is vanuit milieu-oogpunt altijd beter omdat minder zoutophoping optreedt en minder water en meststoffen geloosd hoeven te worden. Ook bij vrije drainage kan de overmaat watergift dan minder worden en derhalve de lozing van drainwater.
Of goed water bedrijfseconomisch voordeliger is, hangt niet alleen af van de kosten van de watersoort en de kosten van wateropslag, maar ook van de "kosten" en "opbrengsten" van het ontsmetten van het drainwater en de "milieukosten" (aan het bedrijf toegerekende kosten voor bijv. zuivering) van het lozen van drainwater op het oppervlaktewater. De resultaten uit dit rapport dienen dan ook tegen de achtergrond van deze conclusie te worden bezien.

Literatuur
---

1. Sonneveld, C. Gietwaterkwaliteit bij hergebruik van drainwater, PTG, intern verslag nr. 14, 1989.

2. Wees, A. v.d., e.a., Bemesting en grondonderzoek in de glastuinbouw, PTG, Informatiereeks no.87.

3. N.V. Westlandsche Drinkwaterleiding Maatschappij, Studie waterkwaliteit klasse I t.b.v. de Westlandse Tuinbouw, 1989.

4. Hamaker, Ph. Notitie betreffende perspectieven gebruik drinkwater van klasse I op hoeveelheid te lozen drainwater op substraatbedrijven, 1989.

5. Hamaker, Ph. Computerprogramma Staringcentrum, Wageningen, juni 1989.

6. Mourits, J.A.M., e.a., Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw, Naaldwijk, Aalsmeer, 1988.

7. Bos, A. v.d., e.a., Plantevoeding in de Glastuinbouw, PTG, Naaldwijk, Informatiereeks no. 87, sept. 1989.

8. Banken, J. Substraatsystemen voor de toekomst, CAT-Tilburg, aug. 1989.

9. Paassen, J. van, Ondergrondse wateropslag, Tuinderij, 15-9-88, pag. 16-18.

10. Nienhuis, J.K., Kosten van substraatsystemen, Tuinderij, 29-9-88, pag.50-51.

11. Nienhuis, J.K, Wat levert ontsmetten drainwater op?, Groenten en Fruit, 24-6-88, pag. 28-29.

Door het Staringcentrum in Wageningen (Hamaker) is een vergelijking gemaakt om de doorspoelfractie te berekenen.
Afhankelijk van een drietal factoren kan de doorspoelfractie berekend worden.

Deze zijn:
de Na-concentratie in het druppelwater (Cw)
de Na-concentratie in de opname-transpiratiestroom (Ce)
de Na-concentratie in het uit de mat stromend water (Cd)

De formule luidt : $L = \frac{Cw - Ce}{Cd - Ce}$

Door voor Cw, Cd en Ce de betreffende waarden in te vullen die bij de waterkwaliteit horen en de eisen die het het gewas stelt, is de doorspoelfractie (L) te berekenen.

In een voorbeeld is de vergelijking uitgerekend en in een overzicht staan een aantal mogelijkheden geschetst.

Cw = 2.2
Cd = 8.0 $L = \frac{2.2 - 1.0}{8.0 - 1.0} = \frac{1.2}{7.0} = 17$ de doorspoelfractie is 17%.
Ce = 1.0

Voor tomaat: Cd = 8.0
Ce = 1.0

De doorspoelfractie voor verschillende waterkwaliteiten is dan:

Cw	L in %
2.5	21
2.4	20
2.3	19
2.2	17
2.1	16
2.0	14
1.9	13
1.8	11
1.7	10
1.6	9
1.5	7
1.4	6
1.3	4
1.2	3
1.1	1
1.0	0

Bij gebruik van alleen regenwater behoeft er niet te worden doorgespoeld bij hergebruik vanwege zoutophoping omdat de Cw waarde lager is dan 1.0.

Voor Komkommer:

Cd = 8.0
Ce = 1.4

De doorspoelfractie voor de verschillende waterkwaliteiten is dan:

Cw	L in %
2.5	16
2.4	14
2.3	13
2.2	11
2.1	10
2.0	9
1.9	7
1.8	6
1.7	4
1.6	3
1.5	1
1.4	0
1.3	0
1.2	0
1.1	0
1.0	0

Bij gebruik van alleen regenwater behoeft bij hergebruik niet doorgespoeld te worden vanwege zoutophoping in het voedingswater omdat de Cw lager is dan 1.0.

Voor paprika:

Cd = 6.0
Ce = 0.1

De doorspoelfractie voor de verschillende waterkwaliteiten is dan:

Cw	L in %
2.5	41
2.4	39
2.3	37
2.2	36
2.1	34
2.0	32
1.9	31
1.8	29
1.7	27
1.6	25
1.5	24
1.4	22
1.3	20
1.2	19
1.1	17
1.0	15
0.9	14
o.8	12
0.7	10
0.6	8
0.5	7
0.4	5
0.3	3
0.2	2
0.1	0

Bij gebruik van alleen regenwater zal er bij hergebruik toch nog wel eens doorgespoeld moeten worden omdat de Cw van regenwater vaak boven een niveau van 0,1 uitkomt.

[illegible] 1951 - 1961

[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

BLOKNR	[illegible]	[illegible]	[illegible]	VERWRK TOTAAL M3	VERWRK REGENW M3	VERWRK DRINKW M3	LOZING REGENW M3	LOZING DRAINW M3	BASSIN INHOUD M3	BASSIN GROOTT M3	KAS OPP.VL M2
1	[illegible]	[illegible]	193.	7567.	4758.	2809.	3116.	1337.	499.	500.	10000.
2	11745.	[illegible]	193.	11407.	6837.	4569.	4908.	2116.	499.	500.	15000.
3	15613.	12243.	193.	15278.	9849.	6428.	6768.	2926.	498.	500.	20000.
4	[illegible]	[illegible]	217.	7493.	5299.	2194.	2713.	1145.	998.	1000.	10000.
5	11375.	[illegible]	217.	11303.	7415.	3888.	4460.	1904.	999.	1000.	15000.
6	15247.	12243.	217.	15153.	9515.	5618.	6232.	2673.	998.	1000.	20000.
7	[illegible]	[illegible]	325.	7413.	5792.	1621.	2340.	966.	1476.	1500.	10000.
8	10304.	[illegible]	325.	11225.	7934.	3291.	4070.	1717.	1497.	1500.	15000.
9	15076.	12243.	325.	15042.	10063.	4979.	5813.	2474.	1498.	1500.	20000.
10	[illegible]	[illegible]	433.	7363.	6249.	1115.	2012.	808.	1920.	2000.	10000.
11	10153.	[illegible]	433.	11153.	8439.	2714.	3693.	1537.	1978.	2000.	15000.
12	14905.	12243.	433.	14966.	10578.	4388.	5427.	2290.	1996.	2000.	20000.
13	[illegible]	[illegible]	542.	7341.	6644.	697.	1745.	678.	2309.	2500.	10000.
14	12292.	[illegible]	542.	11090.	8926.	2164.	3336.	1366.	2443.	2500.	15000.
15	15134.	12243.	542.	14695.	11084.	3811.	5050.	2110.	2481.	2500.	20000.
16	[illegible]	[illegible]	650.	7372.	6923.	449.	1595.	601.	2681.	3000.	10000.
17	12341.	[illegible]	650.	11045.	9373.	1672.	3018.	1212.	2881.	3000.	15000.
18	16293.	12243.	650.	14826.	11584.	3242.	4679.	1932.	2952.	3000.	20000.
19	[illegible]	[illegible]	867.	7523.	7286.	237.	1491.	535.	3480.	4000.	10000.
20	12643.	[illegible]	867.	11018.	10128.	890.	2521.	969.	3643.	4000.	15000.
21	16511.	12243.	867.	14726.	12497.	2229.	4024.	1617.	3941.	4000.	20000.

JAAR-JAAR-CYCLUS (1951 - 1980)

REGENTYP :
PRODUCTIEFACTOR: 0.00
GEMIDDELDE REGENWATER : 0.00
GEMIDDELDE DRINKWATER : 0.13

BLOKNR	VERBRUIK TOTAAL M3	REGENWATER M3	DRINKWATER M3	VERBRK TOTAAL M3	VERBRK REGENW M3	VERBRK DRINKW M3	LOZING REGENW M3	LOZING DRAINW M3	INHOUD M3	GROOTTE M3	M2
1	7873.	6122.	108.	6471.	4615.	1857.	3259.	241.	499.	500.	10000.
2	11745.	9182.	109.	9689.	6625.	3064.	5121.	398.	499.	500.	15000.
3	15618.	12243.	108.	12916.	8575.	4341.	7043.	564.	498.	500.	20000.
4	6082.	6122.	217.	6517.	5140.	1377.	2862.	179.	999.	1000.	10000.
5	11875.	9182.	217.	9728.	7199.	2528.	4675.	329.	999.	1000.	15000.
6	15747.	12243.	217.	12943.	9229.	3714.	6518.	483.	998.	1000.	20000.
7	6131.	6122.	325.	6569.	5629.	940.	2503.	122.	1479.	1500.	10000.
8	12004.	9182.	325.	9776.	7710.	2065.	4293.	269.	1499.	1500.	15000.
9	15876.	12243.	325.	12986.	9773.	3213.	6103.	418.	1498.	1500.	20000.
10	8201.	6122.	433.	6627.	6074.	552.	2186.	72.	1927.	2000.	10000.
11	12133.	9182.	433.	9827.	8205.	1622.	3928.	211.	1983.	2000.	15000.
12	16005.	12243.	433.	13035.	10281.	2754.	5724.	358.	1998.	2000.	20000.
13	6393.	6122.	542.	6703.	6394.	309.	1995.	40.	2328.	2500.	10000.
14	12252.	9182.	542.	9890.	8678.	1203.	3584.	156.	2448.	2500.	15000.
15	16134.	12243.	542.	13084.	10780.	2304.	5354.	300.	2486.	2500.	20000.
16	6512.	6122.	650.	6796.	6609.	187.	1910.	24.	2733.	3000.	10000.
17	12391.	9182.	650.	9940.	9112.	828.	3279.	108.	2891.	3000.	15000.
18	16263.	12243.	650.	13138.	11257.	1880.	5006.	244.	2958.	3000.	20000.
19	6777.	6122.	807.	6999.	6914.	86.	1863.	11.	3593.	4000.	10000.
20	12569.	9182.	467.	10101.	9704.	397.	2945.	52.	3694.	4000.	15000.
21	16521.	12243.	467.	13253.	12149.	1104.	4372.	144.	3854.	4000.	20000.

Bijlage 3

Gewas : tomaat
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : klasse II
Doorspoeling percentage bij vrije drainage
Regenwater : 20 %
Leidingwater : 30 %
Jaar : gemiddeld jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 1,35	Meststa 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meststverlies
500	225	3188	1920	2700	4210	5760	6910	10290	16050
1000	450	2619	1858	3580	3540	5570	7120	13870	19440
1500	1100	2150	1799	3890	2900	5400	6790	23290	28690
2000	1350	1734	1747	5180	2340	5240	7520	27770	33010

Gewas :Tomaat
Teeltoppervlakte :10.000 m2
Aanvullend water :leidingwater klasse I
Doorspoeling percentage bij hergebruik
Regenwater :0 %
Leidingwater :4 %
Jaar : gemiddeld jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 2,=	Meststa 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meststverlies
500	225	1683	67	2700	3370	200	6070	9450	9650
1000	450	1248	50	3580	2500	150	6080	12830	12980
1500	1100	852	34	3890	1700	100	5590	22090	22190
2000	1350	500	20	5180	1000	60	6180	26430	26490

Gewas : Tomaat
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : leidingwater klasse II
Doorspoeling percentage bij hergebruik
Regenwater : 0 %
Leidingwater : 18 %
Jaar : gemiddeld jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 1,35	Meststa 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meststverlies
500	225	1970	335	2700	2660	1070	5360	8740	9810
1000	450	1461	263	3580	1970	790	5550	12300	13090
1500	1100	997	180	3890	1350	540	5240	21740	22280
2000	1350	586	105	5180	790	320	5970	26220	26540

Gewas : Paprika
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : Leidingwater klasse II
Doorspoeling percentage bij vrije drainage
Regenwater : 20 %
Leidingwater : 30 %
Jaar : gemiddeld jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 1,35	Meststa 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meststverlies
500	225	3118	1920	2700	4210	5760	6910	10290	16050
1000	450	2619	1858	3580	3540	5570	7120	13870	19440
1500	1100	2150	1799	3890	2900	5400	6790	23290	28690
2000	1350	1734	1747	5180	2340	5240	7520	27770	33010

Gewas : Paprika
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : leidingwater klasse I
Doorspoeling percentage bij hergebruik
Regenwater : 7 %
Leidingwater : 19 %
Jaar : gemiddeld jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 2,=	Meststa 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meststverlies
500	225	2220	747	2700	4440	2240	7140	10520	12760
1000	450	1734	684	3580	3470	2050	7050	13800	15850
1500	1100	1281	626	3890	2560	1880	6450	22950	24830
2000	1350	881	574	5180	1760	1720	6940	27190	28910

Gewas : Paprika
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : leidingwater klasse II
Doorspoeling percentage bij hergebruik
Regenwater : 7 %
Leidingwater : 36 %
Jaar : gemiddeld jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 1,35	Meststa 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meststverlies
500	225	2809	1337	2700	3790	4010	6490	9870	13880
1000	450	2194	1145	3580	2960	3440	6540	13290	16730
1500	1100	1621	966	3890	2190	2900	6080	22580	25480
2000	1350	1115	808	5180	1510	2420	6690	26940	29360

Gewas : Tomaat
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : leidingwater klasse II
Doorspoeling percentage bij vrije drainage
Regenwater : 20 %
Leidingwater : 30 %
Jaar : droog jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 1,35	Meststa 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meststverlies
500	225	5690	2367	2700	7680	7100	10380	13760	20860
1000	450	5263	2314	3580	7110	6940	10690	17440	24380
1500	1100	4836	2260	3890	6530	6780	10420	26920	33700
2000	1350	4409	2207	5180	5950	6620	11130	31380	38000

Gewas : Tomaat
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : leidingwater klasse I
Doorspoeling percentage bij hergebruik
Regenwater : 0 %
Leidingwater : 4 %
Jaar : droog jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 2,=	Meststa 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meststverlies
500	225	3699	148	2700	7400	440	10100	13480	13920
1000	450	3310	132	3580	6620	400	10200	16950	17350
1500	1100	2921	117	3890	5840	350	9730	26230	26580
2000	1350	2532	101	5180	5060	300	10240	30490	30790

Gewas : Tomaat
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : leidingwater klasse II
Doorspoeling percentage bij hergebruik
Regenwater : 0 %
Leidingwater : 18 %
Jaar : droog jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 1,35	Meststa 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meststverlies
500	225	4311	780	2700	5820	2340	8520	11900	14240
1000	450	3875	698	3580	5230	2100	8900	15650	17750
1500	1100	3420	616	3890	4620	1850	8510	25010	26860
2000	1350	2964	533	5180	4000	1600	9180	29430	31030

Gewas : Paprika
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : leidingwater klasse II
Doorspoeling percentage bij vrije drainage
Regenwater : 20 %
Leidingwater : 30 %
Jaar : droog jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 1,35	Meststa 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meststverlies
500	225	5690	2367	2700	7680	7100	10380	13760	20860
1000	450	5263	2314	3580	7110	6940	10690	17440	24380
1500	1100	4836	2260	3890	6530	6780	10420	26920	33700
2000	1350	4409	2207	5180	5950	6620	11130	31380	38000

Gewas : Paprika
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : leidingwater klasse I
Doorspoeling percentage bij hergebruik
Regenwater : 7 %
Leidingwater : 19 %
Jaar : droog jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 2,=	Meetst. a 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meetst. verlies
500	225	4571	1088	2700	9140	3260	11840	15220	18480
1000	450	4142	1033	3580	8290	3100	11870	18620	21720
1500	1100	3713	978	3890	7430	2930	11320	27820	30750
2000	1350	3284	922	5180	6570	2770	11750	32000	34770

Gewas : Paprika
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : leidingwater klasse II
Doorspoeling percentage bij hergebruik
Regenwater : 7 %
Leidingwater : 36 %
Jaar : droog jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 1,35	Meetst. a 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meetst. verlies
500	225	5785	2303	2700	7810	6910	10510	13890	20800
1000	450	5242	2133	3580	7080	6400	10660	17410	23810
1500	1100	4699	1964	3890	6350	5890	10240	26740	32630
2000	1350	4156	1795	5180	5610	5390	10790	31040	36430

Gewas : Tomaat
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : leidingwater klasse II
Doorspoeling percentage bij hergebruik
Regenwater : 20 %
Leidingwater : 30 %
Jaar : nat jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 1,35	Meststa 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meststverlies
500	225	1256	1621	2700	1700	4860	4400	7780	12640
1000	450	725	1555	3580	980	4670	4560	11310	15980
1500	1100	230	1493	3890	310	4480	4200	20700	25180
2000	1350	0	1464	5180	0	4390	5180	25430	29820

Gewas : Tomaat
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : leidingwater klasse I
Doorspoeling percentage bij hergebruik
Regenwater : 0 %
Leidingwater : 4 %
Jaar : nat jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 2,=	Meststa 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meststverlies
500	225	680	27	2700	1360	80	4060	7440	7520
1000	450	228	9	3580	460	30	4040	10790	10820
1500	1100	0	0	3890	0	0	3890	20390	20390
2000	1350	0	0	5180	0	0	5180	25430	25430

Gewas : Tomaat
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : leidingwater klasse II
Doorspoeling percentage bij hergebruik
Regenwater : 0 %
Leidingwater : 18 %
Jaar : nat jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 1,35	Meetst. a 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meetst. verlies
500	225	796	143	2700	1080	430	3780	7160	7590
1000	450	267	48	3580	360	140	3940	10690	10830
1500	1100	0	0	3890	0	0	3890	20390	20390
2000	1350	0	0	5180	0	0	5180	25430	25430

Gewas : Paprika
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : leidingwater klasse II
Doorspoeling percentage bij vrije drainage
Regenwater : 20 %
Leidingwater : 30 %
Jaar : nat jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 1,35	Meetst. a 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meetst. verlies
500	225	1256	1621	2700	1700	4860	4400	7780	12640
1000	450	725	1555	3580	980	4670	4560	11310	15980
1500	1100	230	1493	3890	310	4480	4200	20700	25180
2000	1350	0	1464	5180	0	4390	5180	25430	29820

Gewas : Paprika
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : leidingwater klasse I
Doorspoeling percentage bij hergebruik
Regenwater : 7 %
Leidingwater : 19 %
Jaar : nat jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 2,=	Meetst. a 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meetst. verlies
500	225	893	556	2700	1790	1670	4490	7870	9540
1000	450	395	492	3580	790	1480	4370	11120	12600
1500	1100	0	441	3890	0	1320	3890	20390	21710
2000	1350	0	441	5180	0	1320	5180	25430	26750

Gewas : Paprika
Teeltoppervlakte : 10.000 m2
Aanvullend water : leidingwater klasse II
Doorspoeling percentage bij hergebruik
Regenwater : 7 %
Leidingwater : 36 %
Jaar : nat jaar

Bassin Grootte m3	Ruimte behoefte m2	Aanv. water m3	Lozing m3	Jaark. bassin fl.	Water a 1,35	Meetst. a 3,=	Totaal kosten zonder opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv.	Totaal incl. opbr. derv. en meetst. verlies
500	225	1130	793	2700	1530	2380	4230	7610	9990
1000	450	500	597	3580	680	1790	4260	11010	12800
1500	1100	0	441	3890	0	1320	3890	20390	21710
2000	1350	0	441	5180	0	1320	5180	25430	26750

Tabel 1. Kosten inclusief opbrengstderving, exclusief meststoffen bij verschillende watersoorten bij verschillende bassin grootte's in gld. per ha. voor paprika's.

Bassin grootte	A vrije drainage	B hergebruik klasse I	C hergebruik klasse II
500 m3	f. 10290 gem.	f. 10520 gem.	f. 9870 gem.
	f. 13760 droog	f. 15220 droog	f. 13890 droog
	f. 7780 nat	f. 7870 nat	f. 7610 nat
1000 m3	f. 13870 gem.	f. 13800 gem.	f. 13290 gem.
	f. 17440 droog	f. 18620 droog	f. 17410 droog
	f. 11310 nat	f. 11120 nat	f. 11010 nat
1500 m3	f. 23290 gem.	f. 22950 gem.	f. 22580 gem.
	f. 26920 droog	f. 27820 droog	f. 26740 droog
	f. 20700 nat	f. 20390 nat	f. 20390 nat
2000 m3	f. 27770 gem.	f. 27190 gem.	f. 26940 gem.
	f. 31380 droog	f. 32000 droog	f. 31040 droog
	f. 25430 nat	f. 25430 nat	f. 25430 nat

Uit deze tabel is te concluderen dat een klein bassin met aanvullend leiding water van klasse II het beste alternatief is. Verspilling van meststoffen is het laagst bij een groot bassin met aanvulling van klasse I leidingwater zoals te zien is in tabel 2.

Tabel 2. Verliezen van meststoffen in verschillende jaren bij verschillende watersoorten en bij verschillende bassin grootte's in gld per ha., bij paprika.

Bassin grootte	A Vrije drainage	B hergebruik klasse I	C hergebruik klasse II
500 m3	f. 5760 gem.	f. 2440 gem.	f. 4010 gem.
	f. 7100 droog	f. 3260 droog	f. 6910 droog
	f. 4860 nat	f. 1670 nat	f. 2380 nat
1000 m3	f. 5570 gem.	f. 2050 gem.	f. 3440 gem.
	f. 6940 droog	f. 3100 droog	f. 6400 droog
	f. 4670 nat	f. 1480 nat	f. 1790 nat
1500 m3	f. 5400 gem.	f. 1880 gem.	f. 2900 gem.
	f. 6780 droog	f. 2930 droog	f. 5890 droog
	f. 4480 nat	f. 1320 nat	f. 1320 nat
2000 m3	f. 5240 gem.	f. 1720 gem.	f. 2420 gem.
	f. 6620 droog	f. 2770 droog	f. 5390 droog
	f. 4390 nat	f. 1320 nat	f. 1320 nat

De verspilling aan meststoffen kan worden terug gedrongen als gebruik wordt gemaakt van hergebruik van het voedingswater. Wanneer aanvullend leidingwater van klasse I wordt gebruikt is dat het beste alternatief. Met grote bassins bespaart men wat meer meststoffen dan met kleine bassins.