

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Vestiging Naaldwijk
Kruisbroekweg 5, Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. 0174-636700

ISSN 0921-710X

WATER- EN MINERALENBALANS BIJ ROOS IN EEN GESLOTEN SYSTEEM

Project 6202

J. van Moolenbroek
Naaldwijk, november 1995

Rapport 18
Prijs f 15,-

Rapport 18 wordt u toegestuurd na storting van f 15,- op gironummer 293110 ten name van PBG Naaldwijk onder vermelding van 'Rapport 18: 'Water- en mineralenbalans bij roos in GTS'.

INHOUD

SAMENVATTING	4
1. INLEIDING	5
2. MATERIAAL EN METHODEN	6
2.1 Water	6
2.1.1 Bedrijf 1	6
2.1.2 Bedrijf 2	7
2.2 Mineralen	7
3. RESULTATEN EN DISCUSSIE	9
3.1 Water	9
3.1.1 Bedrijf 1	9
3.1.2 Bedrijf 2	11
3.2 Mineralen	11
3.2.1 Bedrijf 1	11
3.2.2 Bedrijf 2	12
3.3 Balans	14
4. CONCLUSIES	15
LITERATUUR	16
BIJLAGEN	

SAMENVATTING

Onderzoek naar de water- en mineralenbalans werd uitgevoerd in de periode maart 1994 tot juni 1995. Daarin werden twee bedrijf doorgelicht. Op beide bedrijven werden grootbloemige rozen -First Red en Pareo- in recirculatie gekweekt.

Waterstromen werden continu met watermeters gemeten en vierwekelijks afgelezen. Hierbij gaat het om verbruik (regen-, leiding- of osmosewater), gift (water inclusief meststoffen en hergebruik drainwater), drain en spui. Mineralenstromen, zoals aanvoer met meststoffen, afvoer via spui en gewas werden periodiek bepaald.

Het waterverbruik op bedrijf 1 bedroeg $8967 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{jaar}$ en op bedrijf 2 $10750 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{jaar}$. De gift bedroeg resp. 14349 en $15662 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{jaar}$, terwijl de drain resp. 6238 en $6899 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{jaar}$ bedroeg. Op beide bedrijven werd een hoeveelheid drainwater geloosd (spui), resp. 794 en $2375 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{jaar}$. De wateropname, berekend volgens gift-drain, bedroeg resp. 8111 en $8762 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{jaar}$. Hoewel lekkage niet uitgesloten wordt geacht, zal dit zeer weinig geweest zijn, omdat de waterbalans klopt en de hoeveelheden opgenomen water niet extreem afwijken van wat verwacht mag worden.

In totaal verliet $19572 \text{ kg d.s.}/\text{ha}/\text{jaar}$ bedrijf 1. Het droge stofgehalte was gemiddeld 26% . De hoeveelheid gewasresten op dit bedrijf was $4444 \text{ kg d.s.}/\text{ha}/\text{jaar}$, waarbij het droge stofgehalte 66% was. Van bedrijf 2 werd $21829 \text{ kg d.s.}/\text{ha}/\text{jaar}$ afgevoerd. Het gemiddeld droge stofgehalte was 26% voor First Red en 23% voor Pareo. In de kas blijft $6147 \text{ kg d.s.}/\text{ha}/\text{jaar}$ achter aan gewasresten ($3974 \text{ kg d.s.}/\text{ha}/\text{jaar}$ First Red; $2173 \text{ kg d.s.}/\text{ha}/\text{jaar}$ Pareo).

De balans is voor geen van de elementen sluitend te krijgen. De efficiëntie (percentage van de aangevoerde hoeveelheid van een mineraal dat door de plant is opgenomen) van de elementen N, P, K, Ca en Mg is resp. 51 , 27 , 46 , 30 en 42% voor bedrijf 1 en resp. 50 , 21 , 41 , 27 en 23% voor bedrijf 2. Zolang er echter nog meer dan 10% van een mineraal niet teruggevonden wordt, is het moeilijk concrete uitspraken over efficiëntie van meststoffen te doen.

1. INLEIDING

Drie jaar onderzoek naar water- en mineralenbalansen bij roos in een gesloten teeltsysteem hebben een heleboel gegevens opgeleverd. Uitgangspunt is dat de balans van toevoer en afvoer van water en mineralen moet kloppen, dat wil zeggen dat alle mineralen terug gevonden moeten worden.

Het onderzoek, ondergebracht in project 6202, werd op drie tuinbouwbedrijven uitgevoerd, te weten twee rozenkwekers en een anjerkweker. In dit verslag wordt de balans opgemaakt van het onderzoek op twee bedrijven, dat tot doel had het kwantitatief vaststellen van de water- en mineralentoevoer, opname door gewas en afvoer naar het milieu. Het onderzoek op het anjerbedrijf wordt in een apart rapport behandeld.

Na een beschrijving van de bedrijven en methodes komen in het verslag de resultaten aan de orde, gevolgd door een bespreking en conclusies. In dit project 6202 verscheen eerder een intern verslag (Van Moolenbroek, 1993).

2. MATERIAAL EN METHODEN

Het onderzoek naar de water- en mineralenbalans werd uitgevoerd op twee rozenbedrijven. Enkele kenmerken voor deze bedrijven worden in Tabel 1 gegeven. Daaruit blijkt dat de rozenopstand op beide bedrijven jong tot zeer jong is. Het bedrijf 2 is nieuw gebouwd. De periode van onderzoek loopt op bedrijf 1 van 29 maart 1994 - 26 maart 1995. Op bedrijf 2 is dit van 24 mei 1994 - 22 mei 1995. Het jaar werd opgesplitst in perioden van vier weken, omdat ook de veiling de overzichten van de opbrengst zo aanlevert. Beide bedrijven gebruiken assimilatiebelichting.

Tabel 1 - Kenmerken deelnemende bedrijven

Bedrijf	Ras	Oppervlakte (m ²)	planttijd	aantal planten/m ²	substraat-soort	soort meststof
1	First Red	- 5100	01-92	12	steenwol	vloeibaar
		- 3400	11-92	11		
2	First Red	- 8250	01-94	9	steenwol	vast
	Pareo	- 4250	01-94	9		

2.1 WATER

Om een waterbalans op te kunnen stellen, dienen de in- en uitgaande waterstromen bekend te zijn. Het gietwater, dat in de vorm van regen-, leiding- of osmo-sewater het bedrijf inkomt, wordt het verbruik (V) genoemd. Het water, dat het bedrijf verlaat, wordt spui (S) genoemd. Door de spui van het verbruik af te trekken, wordt de wateropname (O) verkregen:

$$O = V - S \quad (1)$$

Het water, dat, verrijkt met voedingsstoffen, naar de plant toegaat, heet de gift (G). De drain is het water dat weer uit de mat opgevangen wordt. De wateropname moet dus ook gelijk zijn aan de gift minus de drain (D):

$$O = G - D \quad (2)$$

Bijlage 1 en 2 geven de waterstromen en positie van de watermeters weer op beide bedrijven. In de "schoon" watertank wordt het ontsmette water opgevangen.

2.1.1 Bedrijf 1

Op bedrijf 1 worden het verbruik en de spui via een watermeter bepaald. De watermeter voor de spui heeft gedurende de periodes 10 en 11 minder aangegeven dan juist is (de hoeveelheden waren gelijk aan nul, wat niet mogelijk kan zijn). Dit geldt ook voor de watermeter voor het verbruik gedurende de eerste perioden.

De gift en de drain worden automatisch geregistreerd en per dag genoteerd door de kweker. Tevens noteert deze de straling. Deze laatste gegevens worden aan het eind van iedere periode gesommeerd. Daarbij kan het voorkomen dat er waarden gemist worden.

Dit is elke twee weken het geval als de leidingen worden doorgespoeld om verstoppingen te voorkomen. Dit water wordt door de watermeters-*verbruik* en *gift* geregistreerd. Daarna wordt het water gespuid via de watermeter -*spui*. De dagmeting *gift* en *drain* zijn dus niet volledig (te laag).

Daarnaast komen nog enkele dagen voor, waarop de drain en de gift niet is geregistreerd. Deze ontbrekende waarden hebben logischerwijs consequenties voor de nauwkeurigheid van de berekening van de wateropname aan de hand van formules 1 en 2. Van elke dag waarvan de metingen ontbreken, is wel de straling bekend, hetzij door metingen op de kwekerij zelf, hetzij door metingen op het proefstation (PBG).

Het verbruikte water is afkomstig van regen- en osmosewater. De opslagtanks hebben een capaciteit van 220 m³.

2.1.2 Bedrijf 2

Het rechtstreeks bepalen van het verbruik (*V*) met een watermeter was op dit bedrijf niet mogelijk. In tegenstelling tot bedrijf 1 werd op dit bedrijf wel de hoeveelheid ontsmet water via een watermeter gemeten. Bij deze hoeveelheid zit zowel het ontsmette drainwater als het aangevoerde water uit het bassin. Nu kan het verbruik worden omschreven als de hoeveelheid ontsmet water minus de drain. Omdat er een hoeveelheid water de draintank verlaten heeft via de spui, zal deze hoeveelheid erbij opgeteld moeten worden:

$$\text{Verbruik} = \text{Ontsmet water} - \text{Drain} + \text{Spui} \quad (3)$$

Het verbruikte water is regenwater. In periode 8 is 1800 m³ leidingwater gebruikt. Dit is in de ontsmet-watertank toegevoegd. Ongeveer de helft hiervan is gespuid. Deze hoeveelheid is geregistreerd door de drainmeter. De spui kon de perioden 5-8 niet nauwkeurig gemeten worden in verband met een technisch mankement aan de installatie (het gespuid water moet actief over een watermeter worden gepompt). Omdat er in die periode voornamelijk gerecirculeerd is en weinig gespuid, zijn de gemeten hoeveelheden met uitzondering van periode 8 redelijk betrouwbaar.

De drainwatertank heeft een opslagcapaciteit van 52 m³ en de "schoon"watertank een capaciteit van 104 m³.

2.2 MINERALEN

Voor het evenwicht in de balans moeten de in- en uitgaande stromen gelijk zijn. De ingaande mineralenstromen zijn de vloeibare of vaste meststoffen die het bedrijf ingaan en de voedingselementen die met het water meekomen. Uitgaande mineralenstromen zijn het gewas, dat naar de veiling afgevoerd wordt, de gewasresten bij het sorteren en in de kas en de elementen die via het spuiwater afgevoerd worden.

Alle watermonsters werden geanalyseerd door het Bedrijfslaboratorium Grond en Gewas (BLGG) te Naaldwijk. Monsters van takken en gewasresten worden gedroogd gedurende 24 uur bij 70 °C. Door weging voor en na het drogen, wordt het droge stofgehalte bepaald. Nadat het gedroogde gewas gemalen is, wordt het geanalyseerd door het laboratorium van het PBG.

Takgewichten en afvoer van gewas uit de kas

Afvoer van gewas naar de veiling wordt bepaald aan de hand van de aantallen rozen die op de veiling zijn aangevoerd maal het takgewicht per lengte. Daarom is regelmatig het takgewicht bepaald.

Omdat rozen gesorteerd en op lengte gezaagd worden, blijven er gewasresten over. Deze resten zijn tegelijkertijd met de takgewichten bepaald en uitgedrukt in een percentage van het veilklare produkt.

Gewasresten in de kas

Overtollig hout en loze takken worden in het pad geworpen. Ter bepaling van deze gewasresten werd in twee paden per bedrijf de totale hoeveelheid gewasresten gemeten. De hoeveelheid droge stof werd naar het hele bedrijf toegerekend.

Meststoffen

Beide kwekers doen mee aan het Milieu Project Sierteelt. Als onderdeel daarvan worden de hoeveelheden van iedere meststof door de kwekers genoteerd. Op bedrijf 1 wordt het vloeistofniveau van de vloeibare meststoffen in de tank afgelezen. Op bedrijf 2 worden de vaste meststoffen gewogen voor ze aan een A- of B-bak worden toegevoegd.

Water

Het gietwater is enkele malen gemonsterd en geanalyseerd. Voor leidingwater wordt de analyse aangehouden van de leverancier.

3. RESULTATEN EN DISCUSSIE

3.1 WATER

3.1.1 Bedrijf 1

Tabel 2 geeft de hoeveelheden van de verschillende waterstromen weer. Onder de stippellijn in deze tabel is de wateropname berekend met de bovenstaande formules (1) en (2).

Omdat de watermeters *verbruik* en *spui* enkele perioden te weinig aangegeven hebben, zal de wateropname volgens vergelijking (1) niet correct zijn, waarschijnlijk te hoog in vergelijking met wateropname (2). Hoewel deze opname van 8173 m³/ha/jaar niet extreem hoog is, heeft dit wel consequenties voor de mineralenbalans (zie 3.2).

Zoals in 2.1 werd opgemerkt, worden de metingen gift en drain van een aantal dagen gemist. Het betreft 42 dagen van in totaal 363 dagen (13 %). Van deze dagen is wel de straling bekend (hetzij doordat de kweker zelf genoteerd heeft of door metingen op het Proefstation).

Per periode zijn de juiste dagcijfers gift, drain en straling gesommeerd en is de gemiddelde hoeveelheid per dag berekend, rekening houdend met het aantal bekende waarden in de periode. Om de ontbrekende waarden te berekenen, is de relatie berekend tussen de straling-gift en de straling-drain. Figuur 1 is een grafische weergave van de waarden en de regressielijn. De ontbrekende waarden zijn berekend door de straling per dag in de vergelijkingen in te vullen. Bijlage 2 bevat een tabel met alle waarden.

Tabel 2 - Hoeveelheden (m³/ha/jaar) van de verschillende waterstromen voor bedrijf 1 en 2

	bedrijf 1	bedrijf 2
	m ³ /ha/jaar	m ³ /ha/jaar
verbruik	8967	10750 ³⁾
gift	14349 ¹⁾	15662
drain	6238 ²⁾	6899
spui	794	2375
ontsmet water	-	13834
opname volgens (1)	8173	8375
opname volgens (2)	8111	8762

¹⁾ Deze hoeveelheid bestaat uit 12684 m³ gemeten gift (via dagelijkse aflezing) en 1665 m³ gift, berekend volgens regressievergelijking (4)

²⁾ Deze hoeveelheid bestaat uit 5513 m³ gemeten drain (via dagelijkse aflezing) en 725 m³ drain, berekend volgens regressievergelijking (5)

³⁾ Deze hoeveelheid is berekend en bestaat uit 1800 m³ leidingwater en de rest bassinwater (zie 2.1.2)

De vergelijkingen voor de gift en drain zijn:

$$G = 1.85 \cdot 10^3 S + 2.06 \quad (r^2 = 0.77) \quad (4)$$

$$D = 7.01 \cdot 10^4 S + 1.00 \quad (r^2 = 0.67) \quad (5)$$

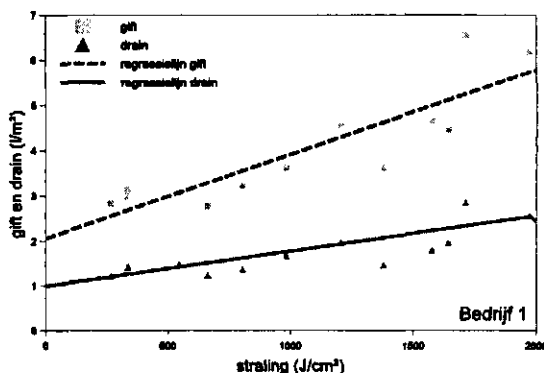
met:

G = Gift (m^3/ha)

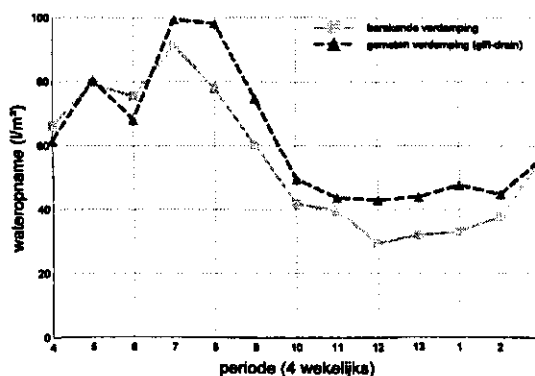
D = Drain (m^3/ha)

S = Straling (J/cm^2)

De ontbrekende gift en drain zijn dan respectievelijk $1665 m^3/ha$ en $725 m^3/ha$. De opname volgens vergelijking (2) wordt dan $8111 m^3/ha/jaar$ en verschilt $62 m^3$ van de opname volgens vergelijking (1). De opname volgens vergelijking 2 is in vergelijking met bedrijf 2 en andere bekende gegevens in de lijn van de verwachting. In Bloemteeltinformatie no. 19 staan gegevens, waaruit de relatie berekend kan worden tussen straling en verdamping en de invloed van stoken op de verdamping. Met de stralingsgegevens van bedrijf 1 is berekend wat de verdamping zou kunnen zijn voor dit bedrijf, tevens rekening houdend met de stookinvloed. Figuur 2 is een grafische weergave van het verloop van de gemeten en berekende wateropname over het gemeten jaar. De waarden staan ook genoemd in Bijlage 2. De gemeten opname is $911 m^3/ha/jaar$ meer dan de berekende wateropname. Wat opvalt is het horizontale verloop van de opname gedurende het winterseizoen. Dit wordt veroorzaakt door de assimilatiebelichting. Deze bedroeg ongeveer $7000 lux/m^2$! Dit is ongeveer het dubbele van de gangbare hoeveelheid belichting. Uit de literatuur blijkt belichting ongeveer 10% extra verdamping per jaar te veroorzaken, zodat het verschil tussen de berekende en de gemeten wateropname teruggebracht wordt tot ongeveer $100 m^3$. De conclusie kan zijn, dat de gemeten en berekende hoeveelheden een betrouwbaar beeld geven van de waterstromen op het bedrijf. Omdat spui en verbruik niet helemaal correct zijn, wordt voor de berekening van de opnameconcentratie (zie 3.2) uitgegaan van een wateropname van $8111 m^3/ha/jaar$, berekend volgens vergelijking (2).



Figuur 1 - Regressielijnen van de relaties straling-gift en straling-drain



Figuur 2 - Verloop gemeten en berekende wateropname

3.1.2 Bedrijf 2

De gevonden hoeveelheden, die in Tabel 2 staan, zijn bij bedrijf 2 iets hoger dan bij bedrijf 1. Dit is niet vreemd, omdat het bij bedrijf 2 een jonger gewas en een nieuwe kas betreft. Zo is bijvoorbeeld de kastemperatuur hoger dan bij bedrijf 1. Een hogere verdamping is dus mogelijk.

Omdat de gift en de drain rechtstreekse meetgegevens zijn, wordt een wateropname van 8762 m³ aangehouden. Het verschil in wateropname is 387 m³. Dit is 4.4 %, zodat bij het berekenen van de mineralenbalans ervan uitgegaan mag worden, dat het berekende verbruik reëel is.

3.2 MINERALEN

3.2.1 Bedrijf 1

Takgewichten en afvoer van gewas uit de kas

Per lengtemaat zijn takgewichten bepaald op 20 april 1994, 18 mei 1994, 27 juni 1994, 17 augustus 1994, 30 september 1994, 19 oktober 1994, 30 november 1994, 20 januari 1995 en 23 maart 1995. Het gemiddelde per lengte staat in Tabel 3.

Tabel 3 - Opbrengst (aantal takken per bedrijf naar de veiling) en takgewichten (kg) bedrijf 1

	<i>maat</i>	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm
aantal takken		30340	151060	332035	276660	209400	291601
gemiddeld takgewicht (kg)		0.019	0.027	0.034	0.039	0.046	0.060
standaardafwijking (kg)		0.001	0.005	0.003	0.004	0.003	0.003
variatiecoëfficiënt, %		6	19	10	9	7	5

Het percentage gewasresten dat na het sorteren overbleef varieerde van 23.5 % tot 10.2 %. Het gemiddeld percentage was 17.1 % (std 3.9; v.c. 23%). Het gemiddeld drogestof gehalte van het verse materiaal was 26 % (std 2.2; v.c. 8%). In totaal verliet 19572 kg d.s./ha het bedrijf. Daarvan was 2861 kg sorteerafval; 16711 kg ging als takken naar de veiling. Tabel 4 geeft de elementgehalten in het gewas.

Gewasresten in de kas

De totale hoeveelheid gewasresten in de kas bedraagt minimaal 4444 kg ds/ha/jaar. Waarschijnlijk is dit iets meer, omdat gewasresten, zoals afgefallen blad tussen de planten niet meegenomen kon worden. Het gemiddeld percentage droge stof bedroeg 66.1%. De hoeveelheid gewasresten per periode is redelijk constant, met uitzondering van die periodes waarin zogenaamd 'onderdoor' wordt geknipt.

Tabel 4 - Gehalten (mmol/kg ds) aan elementen in takken en gewasresten in de kas op bedrijf 1

	mmol/kg ds	Na	K	Ca	Mg	P	Cl	N _{tot}	S _{tot}
takken	4	487	205	94	101	34	1557	71	
gewasresten in de kas	6	488	247	89	104	28	1396	72	

Tabel 5 - Gehalten in drain, spui en osmose/leidingwater op bedrijf 1

	mmol/l	Na	K	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	P
osmose/leidingwater	0.5	0	0.2	0	0.2	0.5	0.35	0.02	
drain	2.1	4.7	3.8	1.9	10.4	1.2	2.2	0.9	
spui	2.0	3.0	4.7	1.5	7.5	1.8	1.5	0.5	

3.2.2 Bedrijf 2

Takgewichten en afvoer van gewas uit de kas

Takgewichten zijn bepaald op 22 juli 1994, 3 september 1994, 28 september 1994, 2 oktober 1994, 2 december 1994, 31 januari 1995 en 3 mei 1995. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de cultivars 'First Red' en 'Pareo'. De gemiddelden staan in Tabel 6.

Het percentage gewasresten, dat overbleef na het sorteren varieerde voor 'First Red' van 9.7 % - 23.8 %. Het gemiddeld percentage is 14 % (std. 0.049; v.c. 34%). Voor 'Pareo' bedroeg het gemiddelde 13 % (std. 0.006; v.c. 5%). De range liep van 11.8 % tot 13.7 %.

Het drogestof gehalte van het verse materiaal was voor 'First Red' 26 % (std. 0.017; v.c. 7%) en voor 'Pareo' 23% (std. 0.013; v.c. 6%). De totale hoeveelheid droog materiaal dat het bedrijf verliet was 27286 kg (= 21829 kg/ha/jaar). Daarvan is 2638.4 kg/ha/jaar sorteerrest.

Tabel 6 - Opbrengst (aantal takken naar de veiling) en takgewichten (kg) bedrijf 2

First Red:	maat:	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm
aantal takken		27480	125660	236080	449860	322240	100940
gemiddeld takgewicht (kg)		0.024	0.031	0.037	0.044	0.052	0.066
standaardafwijking (kg)		0.002	0.004	0.007	0.005	0.004	0.002
variatiecoëfficiënt, %		8	13	18	12	8	3

Tabel 6 - vervolg

Pareo:	maat:	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm
aantal takken		2920	81740	228780	356060	397300	43540
gemiddeld takgewicht (kg)		0.020	0.022	0.029	0.036	0.045	0.057
standaardafwijking (kg)			0.002	0.005	0.006	0.006	0.002
variatiecoëfficiënt, %			10	17	17	14	4

Tabel 7 geeft de elementgehalten in het gewas. Het blijkt dat er verschillen in gehalten zijn tussen de twee cultivars. Daarom is de totale afvoer aan kg element opgebouwd uit de subtotalen van de cultivars afzonderlijk.

Gewasresten in de kas

In de kas blijft 6147 kg ds/ha/jaar achter aan gewasresten. Daarvan is 3974 kg ds/ha afkomstig van 'First Red' en 2173 kg ds/ha van 'Pareo'. Ook hier zijn de cultivars afzonderlijk genomen, omdat de mineraalgehalten in het gewas verschillen. Het gemiddelde droge stofgehalte bedroeg 73%.

Tabel 7 - Gehalten (mmol/kg ds) aan elementen in geoogst materiaal en gewasresten in de kas op bedrijf 2

	mmol/kg ds cv.	Na	K	Ca	Mg	P	Cl	N _{tot}	S _{tot}
takken	First Red	2	472	198	91	95	28	1500	69
takken	Pareo	2	610	209	119	115	24	1653	79
gewasresten in de kas	First Red	3	512	523	94	103	21	1593	69
gewasresten in de kas	Pareo	4	622	259	115	128	14	1632	79

Tabel 8 - Gehalten (mmol/l) in drain, spui en osmose/leidingwater op bedrijf 2

	mmol/l	Na	K	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	P
bassinwater		0.8	0.8	0.2	0.3	0.6	1.0	0.5	0.4
leidingwater		0	1.9	1.8	0.4	0	2.0	-	0
spui - recirc. ¹⁾		1.7	3.3	2.8	1.7	7.9	1.0	1.5	0.8
spui - niet recirc.		2.3	3.1	3.0	1.4	7.6	2.3	1.5	0.6

¹⁾ Er is onderscheid gemaakt tussen water dat gespuid is in een periode dat er gerecirculeerd werd en water dat geloosd werd in een periode dat er niet gerecirculeerd werd

3.3 BALANS

De mineralenbalansen voor beide bedrijven zijn weergegeven in Bijlage 3. Het blijkt dat een belangrijk deel van de aangevoerde mineralen niet wordt teruggevonden. Nadere beschouwing van de aan- en afvoerposten levert ook geen duidelijke verbetering op:

- De gevonden hoeveelheden opgenomen water lijken reële waarden. Toch kan er lekkage opgetreden zijn. Lekkage kan berekend worden door het verschil in natrium- en chloorbalans naar nul terug te brengen, omdat deze elementen in zeer beperkte mate door het gewas worden opgenomen. Voor de concentratie van elementen in het lekkagewater wordt dan de concentratie in het drainwater aangehouden. Deze berekening resulteert voor bedrijf 1 in een lekkage van $\pm 1250 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{jaar}$ en voor bedrijf 2 van $\pm 1800 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{jaar}$. Een groot bezwaar van deze berekening is de onnauwkeurigheid van de bepaling van Na en Cl in het lage traject. Daarom is het moeilijk om een gefundeerde uitspraak over eventuele lekkage te doen.
- Op bedrijf 1 is naar alle waarschijnlijkheid iets meer geloosd dan gemeten, omdat gedurende een periode de vlotter van de pomp defect was. Berekeningen aan de hand van dagelijkse notities van de kweker leveren een kleine vermindering van de onverklaarbare hoeveelheid mineralen van de balans.
- Afgefallen blad dat niet in het pad valt, is om praktische redenen niet meegenomen in de metingen. Vermoedelijk betreft dit kleine hoeveelheden mineralen in vergelijking met de mineralen in de gewasresten die in het pad vallen.
- Door gewasgroei kunnen mineralen vastgelegd worden. Er is vanuit gegaan dat de begin- en eindsituatie gelijk is. Op bedrijf 1 zal dit zeker het geval zijn, maar op bedrijf 2 was het gewas bij de start van het onderzoek ongeveer een half jaar oud. Toch kan hier door gewasgroei ook maar een klein deel verklaard worden. Dit wordt aangetoond via het berekenen van de opnameconcentratie. De opnameconcentratie wordt berekend door de kg element in het gewas te delen door de hoeveelheid opgenomen water en om te rekenen naar mmol/l.

Voorbeeld:

Stikstof wordt in een concentratie van 5.0 mmol per liter opgenomen water opgenomen. In andere onderzoeken werd gemiddeld 5.3 mmol/l N opgenomen.

0.3 mmol/l verschil is gelijk aan 37 kg/ha N. Hiermee wordt 3% van de gegeven hoeveelheid N verklaard! Voor fosfaat en kalium is dit respectievelijk 6% en 7%.

- Een andere mogelijkheid zou in de aanvoerkant van mineralen kunnen zitten: de gegeven hoeveelheden meststoffen. Op bedrijf 1 is het verbruik van de vloeibare meststoffen 'gemeten' door notatie van de stand in de opslagsilo's. De schaal aanduiding op deze vaten is een indicatie. Toch blijkt er geen onverklaarbaar verschil te zitten in deze metingen en de hoeveelheden, zoals die op de aankoopbonnen vermeld staan. Ter controle van bedrijf 2 is de concentratie berekend van de gift, waarbij de hoeveelheden meststoffen in het hergebruikte drainwater meegenomen zijn. De EC komt dan op 1.2 mS/cm, wat ook door de kweker gegeven wordt. Dus ook aan deze kant van de aanvoer is geen vermindering van het onverklaarbare deel van de balans te verkrijgen.
- Vermindering van het onverklaarbare deel van de mineralenbalans door uitschakeling van bijvoorbeeld meetfouten en analysefouten zal naar schatting een verbetering van ten hoogste 10% geven. Dan nog blijft onverklaarbaar waar 30% van de gegeven stikstof en 60% van de gegeven fosfaat gebleven is. De andere elementen vertonen hetzelfde beeld.

4. CONCLUSIES

Na drie jaar onderzoek naar de water- en mineralenbalans bij roos, geteeld op een recirculatiesysteem in de praktijk, weten we heel wat meer, maar is het resultaat nog steeds onbevredigend: er is een 'gat' tussen de aanvoer en de afvoer. Hergebruiken van drainwater betekent een verbetering voor het milieu, omdat dit de efficiëntie van de meststoffen verhoogt. Efficiëntie is het percentage van de aangevoerde hoeveelheid van een mineraal dat door de plant wordt opgenomen. Maar wat is nu de efficiëntie van een meststof als niet alles wordt teruggevonden? Is de 'zoekgeraakte' hoeveelheid ook door de plant opgenomen? Tabel 9 geeft een overzicht van de efficiënties per element voor beide bedrijven, waarbij de onverklaarbare hoeveelheid element respectievelijk wel en niet meegenomen is. De resultaten van beide berekeningswijzen zijn dus uitersten. Zolang deze resultaten echter meer dan 10% van elkaar verschillen, is het moeilijk concrete uitspraken over efficiëntie van meststoffen en verbetering daarvan te doen.

Tabel 9 - Efficiëntie van elementen (%)

	Bedrijf 1					Bedrijf 2				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
efficiëntie hoeveelheid in gewas	51	27	46	30	42	50	21	41	27	23
efficiëntie hoeveelheid in gewas + onverklaarbare hoeveelheid	92	96	91	78	77	79	87	79	69	70

LITERATUUR

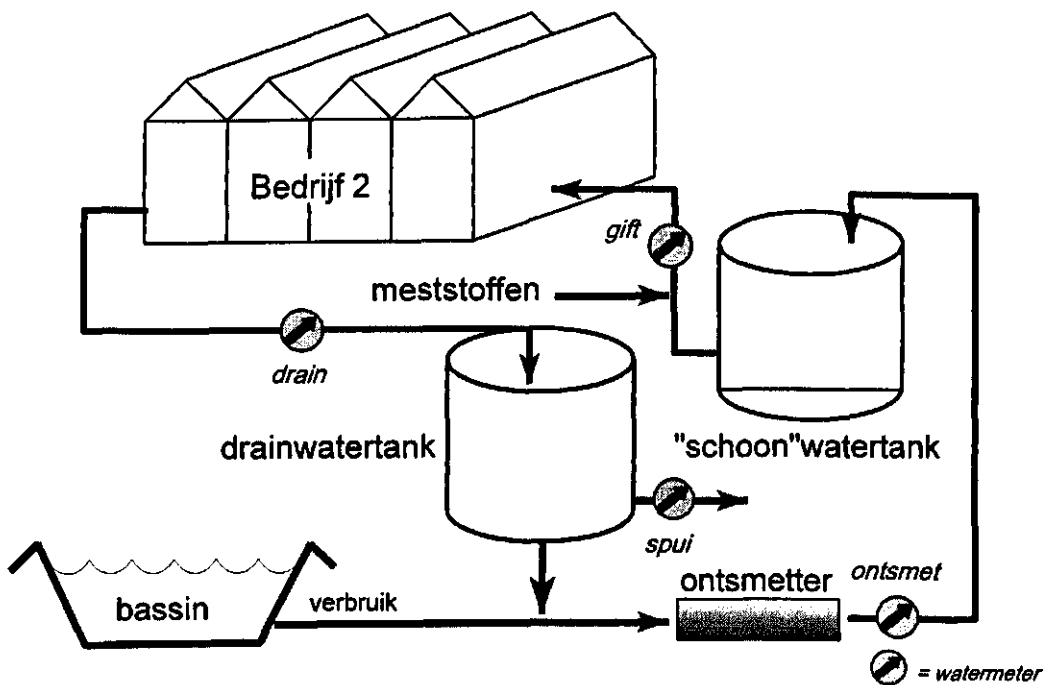
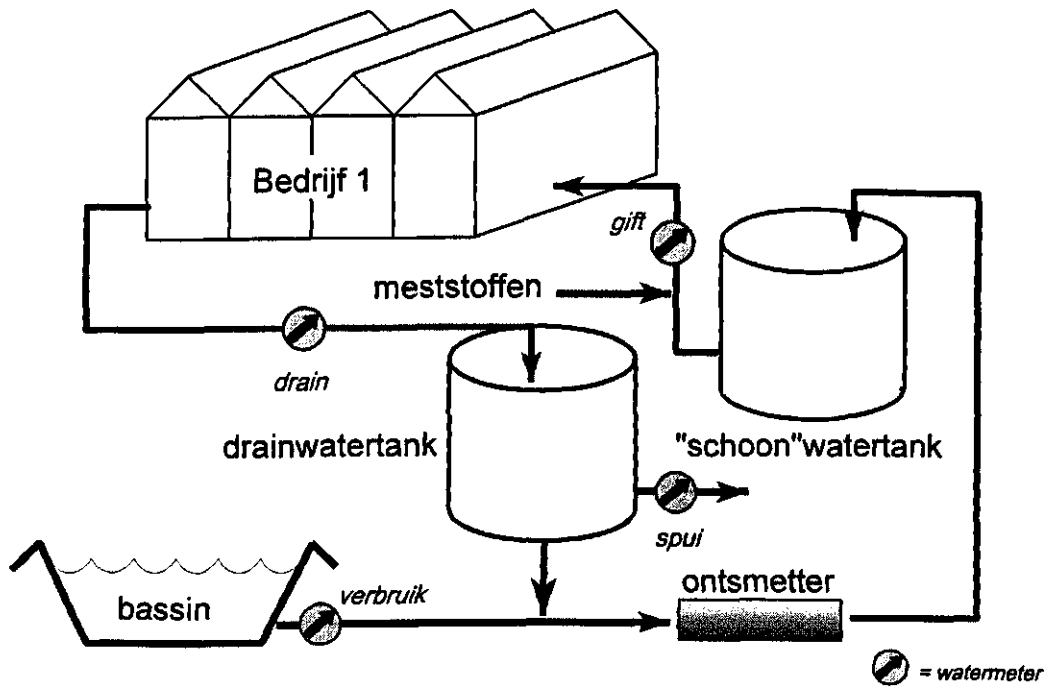
Moolenbroek, J. van, 1993. Water- en mineralenbalans bij roos in een gesloten systeem.

Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk, intern verslag nr. 17

Registratie watergeven en bemesten bij roos, z.j.. Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk, serie: Bloementeel informatie no. 19.

BIJLAGE 1

SCHEMA WATER- EN MINERALENSTROMEN



BIJLAGE 2

G_g, G_o, G_{tot} Gift gemeten, ontbrekend, totaal, l/m^2
 D_g, D_o, D_{tot} Drain gemeten, ontbrekend, totaal, l/m^2
 $O_{g-d}, O_{berekend}$ Opname als gift-drain en Opname berekend vanuit invloed straling en stoken, l/m^2

periode	G_g	G_o	G_{tot}	D_g	D_o	D_{tot}	O_{g-d}	$O_{berekend}$	Straling
4	90.4	13.8	104.2	36.7	5.9	42.5	61.6	66.2	38595
5	125.5	6.2	131.7	48.7	2.6	51.3	80.4	79.6	44812
6	111.2	10.5	121.6	49.1	4.4	53.5	68.1	75.4	44492
7	154.3	16.2	170.5	64.4	6.8	71.2	99.4	91.4	54737
8	144.4	28.9	173.3	62.8	12.3	75.1	98.2	77.9	46636
9	108.7	23.8	132.5	47.2	10.4	57.5	74.9	60.3	35171
10	70.8	15.7	86.5	30.1	6.8	36.9	49.5	41.8	21735
11	69.6	9.2	78.8	31.1	4.2	35.2	43.6	39.7	18197
12	77.6	4.9	82.6	37.2	2.3	39.5	43.0	29.4	9233
13	73.2	4.7	77.9	31.8	2.2	34.0	43.9	31.9	7280
1	78.2	8.2	86.4	34.9	3.8	38.7	47.7	33.0	9470
2	73.9	11.5	85.4	35.4	5.3	40.7	44.8	37.8	14868
3	90.6	12.9	103.5	42.0	5.5	47.6	55.9	55.7	28205
Totaal	1268.4	166.5	1434.9	551.9	72.4	623.8	811.1	720.0	373431

BIJLAGE 3

MINERALENBALANS in kg/ha/jaar

Bedrijf 1								
	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cl
Aanvoer								
Meststoffen	984	270	992	604	129	169	0	0
Gietwater	25	6	0	72	0	101	103	159
Totaal	1009	276	992	676	129	270	103	159
Afvoer								
Gewas	514	75	458	205	54	55	2	28
Spui	83	12	93	151	30	38	36	51
Totaal	597	87	551	356	84	93	38	79
Aanvoer-Afvoer	412	189	441	320	45	177	65	80

Bedrijf 2								
	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cl
Aanvoer								
Meststoffen	1157	315	1125	714	222	262	0	0
Gietwater	78	115	291	179	82	177	163	433
Totaal	1235	431	1416	893	304	439	163	433
Afvoer								
Gewas	615	91	581	240	69	65	1	25
Spui	259	56	298	274	91	111	102	117
Totaal	874	147	879	514	160	177	103	142
Aanvoer-Afvoer	361	284	537	379	144	262	60	291
