

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Vestiging Naaldwijk
Kruisbroekweg 5, Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel 0174-636700, fax 0174-636835

BEMONSTERINGSMETHODE BIJ PUIMSTEEN

ten behoeve van de bemestingsadvisering

Project 6109

Chantal Bloemhard
Gerrit Wever

Naaldwijk, september 1998



Intern verslag 155

220 3433

Inhoud

Samenvatting	3
1. Inleiding	4
2. Doel	5
3. Materiaal en methode	5
3.1 Methode van bemonsteren	5
3.2 Extractiemethode	6
3.2.1 Extractiemethode met water 1:3 uitlekvocht	6
3.2.2 Extractiemethode met 0.5 M ammoniumacetaat-buffer pH 4.65	7
3.3 Wortelverdeling	7
3.4 centrifuge-methode	7
4. Resultaten en discussie	8
4.1 Methode van bemonsteren	8
4.1.1 EC	8
4.1.2 Vergelijking centrale drain en drain uit de verzadigde zone	9
4.1.3 Vergelijking centrale drain en druppelwater	9
4.1.4 Vergelijking centrale drain en bodemvochtmonsteremmer (kunstwortel)	10
4.1.5 Vergelijking centrale drain en substraat	10
4.1.6 Algemeen	10
4.2 Extractiemethode	10
4.2.1 Niveau in de emmer	12
4.2.2 Bedrijf	12
4.2.3 Interacties	12
4.3 Wortelverdeling	13
4.4 Centrifuge-methode	13
5. Conclusie	15
Literatuur	16
Bijlage 1	17
Bijlage 2	18
Bijlage 3	19
Bijlage 4	47
Bijlage 5	49

Samenvatting

In dit onderzoek is nagegaan welke bemonsteringsmethode ten behoeve van de bemesting bij teelten op puimsteen het meest geschikt is.

Watermonsters op vier posities in emmers zijn qua EC en samenstelling van hoofd- en spoorelementen vergeleken met het watermonster uit de centrale drainwater opvang. Hiernaast zijn bij een aantal substraatmonsters de extractiemethoden water:3*substraatvocht en de 0.5 M ammoniumacetaat-buffer pH 4.65 met elkaar vergeleken.

De extractiemethode met water:3*substraatvocht is ook vergeleken met de centrifugemethode, waarbij direct water uit het substraatmonster is geslingerd.

Hiernaast is er gekeken naar de wortelverdeling in de emmers met puimsteen.

Er blijkt een redelijk verband tussen de EC van de centrale drain en de EC van het water uit de emmer en de druppel-EC. Afhankelijk van het tijdstip van monsternamen zou het water onder uit de emmer een vertekend beeld kunnen geven.

De EC gemeten in het substraatmonster is hoger dan in het vrije water, wat veroorzaakt wordt door een hogere concentratie van alle hoofdelementen.

Bij de NH_4Ac extractie blijken de concentraties aan spoorelementen hoger te zijn dan bij de water extractie. Het is goed mogelijk dat de spoorelementen gefixeerd worden.

Aangezien er geen gebreksverschijnselen te zien waren lijken deze nog wel beschikbaar te komen voor de plant. Grote aanpassingen in de voedingsoplossing zijn dan niet zinvol. De concentratie aan spoorelementen zal bij alle monsterplaatsen een vertroebeld beeld geven. In feite zijn alle monsterplaatsen even geschikt om een bemestingsadvies op te baseren. Vanwege de eenvoud is daarom monsternamen uit de centrale drain nog de beste bemonsteringsplaats.

Uit de doorsnedes van het substraat blijkt dat de wortelshomogeen in het substraat verdeeld te zijn.

Uit de vergelijking van de extractie water 1:3 uitlekvocht en de centrifugemethode komt een goed verband tussen de EC's naar voren.

1. Inleiding

Bij het telen op substraat zijn voor verschillende gewassen streefcijfers voor de voedingselementen in het wortelmilieu vastgesteld (Bemestingsadviesbasis glastuinbouw, 1994). De streefwaarden zijn opgesteld op basis van een standaard EC. Na analyse van een monster en het omrekenen naar de standaard EC dienen de concentraties van de voedingselementen binnen vastgestelde grenzen te vallen. Wijken de analyses te veel af dan wordt de voedingsoplossing aangepast.

Om een betrouwbare bepaling uit te kunnen voeren moet het monster representatief zijn. Het monster moet een goed beeld geven van de gemiddelde samenstelling van het bemonsterde substraat. Deze bemonstering vindt momenteel plaats door op minimaal 40 plaatsen "water" uit het substraat te zuigen, waarbij evenveel monsters genomen worden zowel tussen als onder de druppelaars.

Het huidige bemestingsadvies is voornamelijk gebaseerd op een teelt in steenwol. Het type substraat kan echter invloed uitoefenen op de samenstelling van het water in het wortelmilieu, doordat het bijvoorbeeld voedingselementen vastlegt. Ook de waterbufferende werking kan anders zijn, doordat het substraat bijvoorbeeld minder makkelijk vocht vasthoudt. Vaak is het ook niet mogelijk om uit het substraat een watermonster te zuigen.

Voor een goed bemestingsadvies is het noodzakelijk dat bekend is of de plaats van bemonstering een juist beeld geeft van de gehalten aan voedingselementen in het wortelmilieu. In dit onderzoek worden daarom verschillende plaatsen van bemonstering bekeken en met elkaar vergeleken. Op deze manier kan een juiste bemonsteringsmethode bij teelt op puimsteen worden vastgesteld.

2. Doel

Het doel van dit onderzoek is om de juiste bemonsteringsmethode bij teelt op puimsteen vast te stellen.

3. Materiaal en methode

In dit onderzoek is alleen gekeken naar de teelt van komkommer op puimsteen (2-6mm). Bij de teelt in deze proef zat het substraat in emmers van 10 liter.

De bemonsteringen zijn op twee bedrijven uitgevoerd in week 3 tot 42 in 1995. Op beide bedrijven zijn twee teelten geweest. Bij bedrijf A was de teeltwisseling in week 28 (dag 190), bij bedrijf B in week 29 (dag 200). Elke twee weken zijn op verschillende plaatsen met behulp van verschillende technieken water- en substraatmonsters genomen. De monsters zijn een momentopname en geven slechts een beeld van de situatie op één tijdstip.

Om de juiste bemonsteringsplaats vast te kunnen stellen is het ook belangrijk te weten waar de wortels zich bevinden.

Om een indruk te krijgen van de verdeling van de elementen over de hoogte van de emmer zijn op verschillende hoogtes monsters genomen. Deze zijn met verschillende extractiemethoden onderzocht om na te gaan of het substraat inert is. Tevens is er een "centrifuge-methode" gebruikt om de werkelijke samenstelling van het substraatvocht vast te kunnen stellen.

3.1 Methode van bemonsteren

Op de monsterplaatsen wordt de onderlinge verhouding en de concentraties van de voedingselementen op het bemonsteringstijdstip bepaald. Van de watermonsters zijn de EC (mS/cm), pH, hoofdelementen K, Na, Ca, Mg, NO₃, Cl, SO₄, H₂PO₄ (mmol/l) en de sporelementen Fe, Mn, Zn, B, Cu (μmol/l) bepaald.

Monsterplaatsen:

1. druppelwater: verhouding aan voedingselementen die op dat moment naar de plant gaan. Het monster wordt uit de voorraadbak genomen.
2. wortelmilieu: met behulp van een *bodemvochtmonsterneemer* wordt voedingsoplossing weggezogen wat zich op dat moment in het wortelmilieu bevindt. Het monster is een mengmonster van 20 monsterplaatsen.

Bodemvochtmonsterneemer:

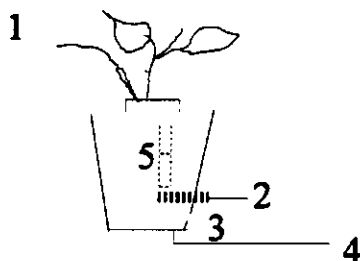
Om water uit het wortelmilieu te monsteren is gebruik gemaakt van bodemvochtmonsterneemers (kunstwortels). Deze Rhizon SMS (Soil Moisture Samplers) met een lengte van 10 cm en diameter van 2,5 mm zijn van kunststofmateriaal wat geen ion-uitwisselcapaciteit heeft. (Eijkelkamp)
Per bedrijf zijn 20 kunstwortels geplaatst (één per emmer). De kunstwortel is op 8 cm boven het draingat horizontaal in het substraat geplaatst. Voor de bemonstering werd de kunstwortel aangesloten op een vacuüm getrokken flesje gedurende 30-45 minuten, waarmee water uit het substraat is gezogen. In die tijd is er geen druppelwater naar de plant gegaan.

3. drainwater uit de verzadigde zone: water met voedingselementen onder in de emmer, waar de wortels nog bij kunnen. Dit water wordt met een grote injectiespuit weggezogen. Het monster is een mengmonster van 40 monsterplaatsen.
4. drainwater uit de centrale drain: water met voedingselementen dat uit de emmer is gedraineerd naar de centrale drainbak. Uit deze bak wordt één monster genomen.
5. *substraatmonster*: er zijn monsters van het substraat genomen, waarvan met behulp van extratiemethode water:3*substraatvocht de voedingselementen zijn bepaald.

Substraatmonster:

Het substraat is bemonsterd met behulp van een boor met een diameter van 4 cm. Het monster is genomen op de 'tweede' steek, halverwege de emmer (figuur). Nadat uit het substraatmonster een watermonster verkregen is volgens de extratiemethode met 1*water:3*substraatvocht zijn dezelfde bepalingen verricht als bij de watermonsters.

Figuur: de plaatsen van bemonstering



3.2 Extractiemethode

Aan het einde van de teelt zijn op de twee bedrijven extra puimsteenmonster genomen om een verdeling van elementen in de emmer te bepalen. De bemonstering heeft plaatsgevonden op 3 niveau's: onderin, middenin en bovenin. Deze monsters zijn geanalyseerd volgens de extractiemethode met 1*water:3*substraatvocht. Om eventuele binding van elementen aan het substraat aan te kunnen tonen is bij deze monsters ook de extractiemethode met 0.5 M ammoniumacetaat-buffer pH 4.65 gebruikt.

3.2.1 Extractiemethode met water 1:3 uitlekvocht

Het verse substraat wordt ingezet met zoveel water dat drie maal zoveel vocht aanwezig is als na verzadiging en uitlekken. Aan 1 volumedeel vers substraat (ca. 500 ml) wordt zoveel vocht toegevoegd dat het 3 maal de hoeveelheid water na uitlek bevat. De hoeveelheid vocht aanwezig in het verse substraat wordt dus in rekening gebracht. De suspensie 2 uur 'end over end' schudden en een nacht overstaan. De schudsnelheid is dusdanig gekozen, dat er een intensief contact tussen substraat en water ontstaat, maar mag niet zo hoog zijn dat de structuur wordt aangetast. (Wever en van Elderen, 1994)

3.2.2 Extractiemethode met 0.5 M ammoniumacetaat-buffer pH 4.65

Het verse substraat (ca. 500 ml) wordt ingezet in een verhouding 1:2 (v/v) waarin wordt uitgegaan van 1 volumedeel substraat waaraan wordt toegevoegd 2 volumedelen NH_4Ac -buffer minus de hoeveelheid vocht in het verse substraat. Om in de suspensie 0.5 M NH_4Ac aan te houden moet gewerkt worden met 1 M NH_4Ac waarbij het vochtgehalte van het verse substraat wordt gecorrigeerd door toevoegen van extra water. De suspensie 2 uur 'end over end' schudden en een nacht overstaan. (Wever en van Elderen, 1994)

3.3 Wortelverdeling

Om een indruk te krijgen van de verdeling van de wortels door het substraat heen is per bedrijf in twee emmers gekeken naar de wortelverdeling (visuele beoordeling).

3.4 Centrifuge-methode

De substraatmonsters die over de gehele teeltperioden zijn genomen, zijn per bedrijf verdeeld in twee submonster. Een submonster met substraatmonsters waarin een relatief lage EC was gevonden en een submonster met substraatmonsters met een relatief hoge EC.

De extractiemethode met water 1:3 uitlekvocht is vergeleken met een watermonster dat verkregen is door het monster te centrifugeren.

De centrifuge had een diameter van 23 cm en een toerental van 2800 toeren per minuut. Het monster is gedurende 5 minuten gecentrifugeerd.

In deze watermonsters is alleen een EC-bepaling gedaan.

4. Resultaten en discussie

4.1 Methode van bemonsteren

Om verschillen of overeenkomsten in beeld te brengen zijn alle analysecijfers vergeleken ten opzichte van de analysecijfers van de centrale drain. De grafieken in bijlage 3 geven de grootte van de afwijking in vergelijking tot de cijfers van de centrale drain. Dit is gedaan voor EC, hoofd- en spoorelementen.

Aan de hand van de streefcijfers in het wortelmilieu, zoals deze in de Bemestingsadviesbasis worden gehanteerd, en het traject waar hierbij geen aanpassingen aan de voedingsoplossing worden gedaan, is bepaald of een element bij een bepaalde bemonsteringsmethode afwijkt van de gehalten in de monsters van de centrale drain.

Van de gestoken substraatmonsters is het vochtgehalte bepaald (bijlage 2).

4.1.1 EC

In de grafieken is te zien dat op beide bedrijven de EC gemeten in de monsters via de bodemvochtmonsternemers (zie 3.1) en de drain uit de emmer weinig verschillen met de EC's van de monsters uit de centrale drain. In het druppelwater wordt in het algemeen een iets lagere EC gemeten.

Het verschil van de EC in de centrale drain en het substraat varieert echter van -2 tot bijna -20. Dit houdt in dat de EC van het substraat veel hoger is. Gedurende de teelt neemt dit verschil sterk toe, tot aan de teeltwisseling. Hierna wordt het verschil weer iets kleiner.

Er is een redelijk lineair verband tussen de EC gemeten in het druppelwater en de EC in de centrale drain. Ook is er een verband tussen de EC van de drain uit de emmer en de centrale drain. De EC's gemeten in de overige bemonstermethoden hebben echter geen enkel verband met elkaar. (tabel 1)

Door de verschillen in EC is het niet mogelijk om de analysecijfers direct met elkaar te vergelijken. Om dit wel te kunnen doen zijn daarom alle analysecijfers omgerekend naar een EC van 2,7 mS/cm (waarbij gecorrigeerd is op de EC-bijdrage van Na). Hierdoor is ook te bepalen of de verschillen in EC veroorzaakt worden door een concentratie van alle elementen of door ophoping van bepaalde elementen.

In tabel 1 staan de regressie parameters voor de relatie tussen de gemeten EC-waarden bij de verschillende bemonsteringsmethoden.

Tabel 1. Regressie parameters voor de relaties tussen de gemeten EC-waarden bij verschillende bemonsteringsmethoden ($Y = a \cdot X + b$).

Y	X	a	b	R ² _{adj}	r.s.d	n
EC-drainwater	EC-druppelwater	0.64	1.7	0.70	0.46	37
EC-drainwater	EC-emmer	0.72	0.8	0.85	0.32	37
EC-drainwater	EC-substraat	0.01	3.2	nb	0.41	29
EC-drainwater	EC-wortel	0.17	2.8	0.01	0.77	35
EC-emmer	EC-druppelwater	0.68	1.9	0.47	0.77	38
EC-emmer	EC-substraat	0.01	3.4	nb	0.81	30
EC-emmer	EC-wortel	0.46	2.0	0.13	0.93	36
EC-substraat	EC-wortel	0.34	8.5	nb	4.06	30
EC-substraat	EC-druppelwater	-5.20	22.7	0.39	3.14	30
EC-wortel	EC-druppelwater	-0.08	4.0	nb	0.86	36

nb = niet te berekenen, omdat er geen significant verband is
wortel = bodemvochtmonsterneer

4.1.2 Vergelijking centrale drain en drain uit de verzadigde zone

Fosfaat is vrij laag in de verzadigde zone. Met name bij bedrijf A is Fe af en toe hoger in de verzadigde zone. De overige elementen komen goed overeen.

Het drainwater onder in de emmer (verzadigde zone) staat enige tijd stil. Onder in de emmer kan gedurende bepaalde tijd geen verversing plaatsvinden, bijvoorbeeld gedurende de nacht. Uit dit water kan ondertussen nog opname door de plant plaatsvinden. Aangezien er altijd aan het begin van de dag rond de eerste druppelbeurt is bemonsterd kan dit een verklaring zijn van gevonden variaties. Bemonstering onder uit de emmer zou dan soms een minder goed beeld van de gemiddelde situatie geven.

4.1.3 Vergelijking centrale drain en druppelwater

De standaardvoedingsoplossing en de streefcijfers in het wortelmilieu verschillen in samenstelling.

Door omrekening van het druppelwater naar EC = 2.7 mS/cm verwacht je bepaalde elementen juist hoger of lager dan in het drainwater. De verschillen zijn echter vaak zo klein dat deze ook binnen de toegestane afwijking vallen. Alleen een verschil over (bijna) de gehele teeltperiode kan aantonen of de bemonstering aan de verwachting voldoet. Wat betreft de hoofdelementen komt dit goed overeen. Bijvoorbeeld Ca in het druppelwater ligt een groot deel van de periode op een lager niveau dan in het drainwater.

Dat de verschillen klein zijn heeft vooral te maken met het hoge drainpercentage bij puimsteen. Aangezien dit materiaal t.o.v steenwol een veel geringere waterbuffer heeft zal veel en vaak water gegeven worden. Hierdoor wordt het verschil tussen druppel- en drainwater veel kleiner.

Er is wel een grote variatie bij de spoorelementen. Deze elementen verdwijnen dus uit de oplossing, doordat de plant ze opneemt of omdat ze gefixeerd worden. Dit laatste is waarschijnlijk het geval aangezien na NH₄Ac extractie de spoorelementen sterk verhoogd zijn. De vraag blijft wel of deze elementen dan nog beschikbaar zijn voor de plant. De

planten vertoonden in ieder geval geen duidelijke gebreksverschijnselen. Grote aanpassingen van de concentratie spoorelementen lijkt niet zinvol.

4.1.4 Vergelijking centrale drain en bodemvochtmonster (kunstwortel)

Het water dat via de kunstwortel is bemonsterd komt wat betreft hoofdelementen goed overeen met het water uit de centrale drain. Alleen wordt er in bij de bemonstering met de kunstwortel duidelijk minder P en meer SO_4 gevonden. Dit zou veroorzaakt kunnen worden, doordat in het substraatmonster ook minder P en SO_4 gevonden wordt. Bij de spoorelementen zijn de verschillen groter. Mn varieert sterk en vrij vaak wordt er met de kunstwortel meer B gevonden. Bij bedrijf B wordt met de bemonstering via de wortel meer Zn gevonden.

4.1.5 Vergelijking centrale drain en substraat

Alleen bij bedrijf A wordt soms minder Ca in het substraatmonster gevonden. Bij beide bedrijven zit in het substraat meer SO_4 en minder P dan in het drainwater.

Fe, Mn en Zn schommelen sterk en zijn de ene keer meer en de andere keer minder aangetoond in het substraat.

Zowel P en SO_4 als Fe en Mn vertonen een overeenkomst met de verschillen die tussen centrale drain en kunstwortel worden gevonden. (zelfde 'golfbeweging')

Meestal wordt er meer Cu in het substraatmonster gevonden.

4.1.6 Algemeen

De verwachting is dat de bemonsteringen van het drainwater op twee plaatsen, het watermonster via de kunstwortel en het substraatmonster dezelfde samenstelling zullen hebben. Alleen het bemonsterde druppelwater behoort af te wijken in samenstelling. Bij alle bemonsteringsmethoden komt Cl goed overeen met het gehalte in de centrale drain.

Bij het bemestingsadvies worden vaak aanpassing gegeven voor de voedingsoplossing als de analysecijfers meer dan 25% afwijken van de streefcijfers. Bij de vergelijking van de verschillende bemonsteringsplekken, omgerekend naar een standaard EC, is de spreiding in het algemeen zodanig dat dit niet direct tot aanpassingen in het bemestingsadvies leidt.

Er is een duidelijk verschil in berekende EC van het substraatmonster en de EC van de centrale drain. Dit EC-verschil wordt niet veroorzaakt door ophoping van een bepaald element, maar door een concentratie van alle hoofdelementen. Waarschijnlijk kunnen we er vanuit gaan dat de wortels vooral te maken hebben met makkelijk opneembaar water. Bovendien zijn er grote verschillen bij de bepalingen van spoorelementen tussen drain- en substraatmonster. Het substraatmonster geeft hiermee geen duidelijk beeld en is daarmee niet erg geschikt om te gebruiken voor een bemestingsadvies voor spoorelementen.

4.2 Extractiemethode

De bemonstering op 3 niveau's: onderin, middenin en bovenin is in enkelvoud uitgevoerd. Het 'over all' gemiddelde is in de volgende tabellen weergegeven. De cijfers zijn gecorrigeerd naar bodemvocht. Dat betekent dat de originele cijfers voor water met een factor 3 zijn vermenigvuldigd en de cijfers van de NH_4Ac extractie globaal met een factor 4. De laatste is uiteraard afhankelijk van het uitlekvochtgehalte. De gehalten na omrekening naar een EC van 2.7 zijn ook weergegeven. Dit is uitgevoerd met behulp van

de EC-berekening volgens Mac Neal. De EC-berekening is uitgevoerd na aftrekken van Na en NH₄; HCO₃ en pH zijn niet meegenomen.

Tabel 2 : Gemiddelde resultaten van verschillende extractiemethoden.

Para			Na omrekening EC 2.7	
	Water	NH ₄ Ac	Water	NH ₄ Ac
EC-M	6.4	6.7	2.7	2.7
K	17.4	20.5	7.6	8.6
Na	5.0	4.8	2.1	1.9
Ca	15.1	20.0	6.1	7.8
Mg	6.6	6.8	2.7	2.7
NO ₃	45.1	34.6	18.6	13.7
Cl	2.7	3.9	1.2	1.6
SO ₄	7.3	8.3	3.1	3.2
P	0.97	3.01	0.42	1.23
Fe	68	194	31	87
Mn	23.0	77.2	9.8	31.2
Zn	17.5	47.5	7.5	21.3
B	110	110	47	43
Cu	3.8	6.6	1.6	2.6

Tabel 3: Gemiddelde resultaten van de verschillende niveau's in de emmer.

Para				Na omrekening EC 2.7		
	Boven	Midden	Onder	Boven	Midden	Onder
EC-M	9.6	4.5	5.6	2.7	2.7	2.7
K	24.2	13.7	18.9	6.9	8.4	9.1
Na	7.5	3.5	3.6	2.2	2.1	1.8
Ca	27.7	11.2	13.8	7.8	6.6	6.4
Mg	10.4	4.2	5.5	3.0	2.5	2.6
NO ₃	60.8	25.6	33.1	16.6	15.7	16.2
Cl	5.2	2.5	2.2	1.5	1.4	1.1
SO ₄	12.1	5.0	6.4	3.4	3.0	3.0
P	2.73	1.62	1.63	0.80	0.94	0.73
Fe	163	109	120	52	65	59
Mn	78.3	38.0	33.9	24.8	21.7	15.0
Zn	33.5	24.6	39.4	10.0	15.0	18.1
B	168	74	88	48	44	43
Cu	7.7	3.3	4.6	2.3	2.0	2.0

Tabel 4: Gemiddelde resultaten van de analyses per tuinder.

Para			Na omrekening EC 2.7	
	B	A	B	A
EC-M	5.3	7.8	2.7	2.7
K	17.7	20.2	9.2	7.0
Na	3.0	6.8	1.5	2.5
Ca	12.7	22.4	6.3	7.6
Mg	5.1	8.4	2.5	2.9
NO ₃	32.6	47.1	16.2	16.1
Cl	1.9	4.6	1.0	1.7
SO ₄	5.6	10.0	2.8	3.4
P	1.62	2.36	0.85	0.80
Fe	128	134	70	48
Mn	39.	61.	20	21
Zn	33.7	31.3	18	10
B	79	140	40	50
Cu	3.7	6.7	1.9	2.2

Bij het vergelijken van de verschillende extractiemethoden vallen er een aantal zaken duidelijk op. Veel elementen vertonen weinig verschillen al is er wel een trend dat de gehalten in het NH₄Ac iets hoger zijn. Ca, P, Fe, Mn Zn en Cu zijn in het NH₄Ac-extract veel hoger. Aangezien NH₄Ac een sterker extractiemiddel met een lagere pH is in vergelijking met de waterextractie, is dit een te verwachten effect (Kreij, et al, 1995). In water wordt, met name in de monsters boven uit de emmer met hoge gehalten, meer nitraat gemeten. Misschien dat dit door inhomogeniteit veroorzaakt wordt maar geheel duidelijk is het niet. Als de cijfers omgerekend worden naar een EC van 2.7 dan worden dezelfde tendenzen waargenomen. Bij bepaalde elementen zijn er kleine afwijkingen. Bij Ca zijn er eigenlijk geen verschillen en Mg en Borium worden relatief wat meer gemeten in water.

4.2.1 Niveau in de emmer

Met name de bovenlaag verzout heel sterk bij deze manier van telen met puimsteen. Dit wordt veroorzaakt door de sterke evaporatie aan het oppervlak van puimsteen. Als gekeken wordt naar de verhouding tussen de elementen, na omrekening volgens Mac Neal, dan blijkt dat er in de verhoudingen van de elementen weinig verschil te meten is al lijkt het gehalte aan K en Zn wat lager bovenin de emmer en het gehalte Mn wat hoger.

4.2.2 Bedrijf

Bedrijf A giet met een hogere EC. De verhoudingen tussen de elementen geven aan dat verhoudingsgewijs bedrijf A meer Na, Ca, Cl, SO₄ en B en minder K, Fe en Zn geeft.

4.2.3 Interacties

Er zijn geen duidelijke interacties waargenomen.

4.3 Wortelverdeling

In de tekeningen is schematisch weergegeven hoe de wortelverdeling in de emmers met puimsteen was. De horizontale doorsnede geeft een pakket wortels aan de rand van de emmers te zien. De wortels zijn over het hele substraat verspreid. Direct onder de plant bevindt zich een hele kolom wortels naar beneden. Uit de verticale doorsnede blijkt ook dat de wortels zich door het hele substraat bevinden. Alleen in de bovenste laag bevinden zich geen wortels. Er zit geen pakket wortels onder in de emmer. Wortels die zich wel beneden het draingat bevonden waren verrot.

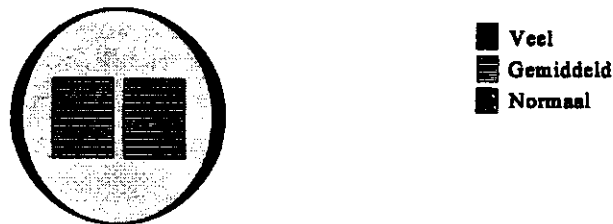
Er zijn met name in water gevormde wortels waargenomen. Er kwamen slecht weinig dikkere wortels voor. Ook waren er weinig haarwortels.

Bij beide bedrijven kwam de verdeling goed overeen. Alleen waren er bij bedrijf 'A' iets meer en wat dikkere wortels.

Uit de verdeling blijkt dat de omstandigheden zodanig zijn dat de wortels zich vrijwel door heel het substraat gaan begeven.

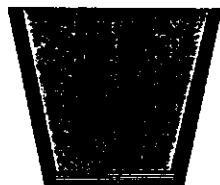
Tekening 1:

wortelverdeling bij een horizontale doorsnede van een emmer met puimsteen



Tekening 2:

wortelverdeling bij een verticale doorsnede van een emmer met puimsteen



4.4 Centrifuge-methode

Bij de substraatmonsters zijn volgens de extractiemethode water 1:3 uitlekvocht de EC, hoofd- en spoorelementen bepaald. Bij terugrekening van de EC naar bodemvocht blijken er zeer hoge EC's gevonden te worden. De vraag is of dergelijke hoge EC's ook werkelijk in het substraat voorkomen. Om hier inzicht in te krijgen zijn de substraatmonsters samengevoegd tot 4 monsters en is met behulp van een centrifuge water uit het

substraat geslingerd, waarin direct de EC gemeten kon worden. In die zelfde monsters is weer een EC-bepaling gedaan volgens water 1:3 uitlekvocht. De resultaten hiervan staan in tabel 5.

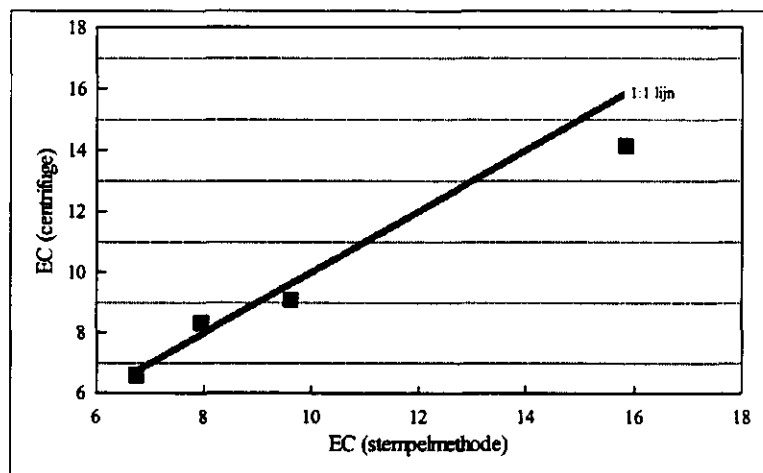
Tabel 5:

Tuinder	EC mS/cm		
	1:3	bodem-vocht	centrifuge
A	1.61	6.74	6.6
B	1.80	7.94	8.3
A	2.28	9.61	9.1
B	3.61	15.83	14.1

In de grafiek is het verband uitgezet tussen de EC-bodemvocht en EC-centrifuge. Er blijkt een goed verband te zijn tussen beide methoden.

In ieder geval zijn er werkelijk hoge EC's in het substraat aanwezig. Deze hoge EC's worden niet in de watermonsters aangetoond, die op andere monsterplaatsen zijn genomen. Met de extractiemethode water 1:3 uitlekvocht en de centrifugemethode wordt blijkbaar ander water bemonsterd. Dit water komt qua samenstelling wel overeen met de andere watermonsters, alleen de EC verschilt in grote mate.

Grafiek: verband EC-bodemvocht en EC-centrifuge



5. Conclusie

Er is een redelijk verband tussen de gemeten EC van de centrale drain, drainwater uit de emmer en het druppelwater. Bij de andere bemonsteringsmethoden is er geen enkel verband in EC.

Waarschijnlijk geven de bemonsteringen van drainwater onder uit de emmer een minder goed beeld van de cijfers voor een bemestingsadvies.

Het is mogelijk dat spoorelementen worden geadsorbeerd, maar grote aanpassingen hierom lijken niet zinvol.

Na omrekening van de EC is bij alle bemonsteringsmethoden de spreiding in de analysecijfers zodanig klein dat dit niet direct gevolgen heeft voor het bemestingsadvies. Het EC-verschil met de substraatmonsters wordt veroorzaakt door ophoping van alle hoofdelementen. Alle monsterplaatsen zullen voor de concentratie aan spoorelementen een onduidelijk beeld geven. In feite zijn alle in deze proef gedane bemonsteringsmethoden geschikt. Vanwege de eenvoud is daarom monstername uit de centrale drain de beste bemonsteringsplaats.

Het verband tussen de EC-bodemvocht en EC-centrifuge duidt op werkelijk hoge EC's in het substraat, welke niet in de andere watermonsters wordt aangetoond.

Bij telen in emmers met puimsteen ontstaat een verzouting van de bovenlaag.

Uit de doorsnedes blijkt dat de wortels zich over het hele substraat verdelen.

Literatuur

Anonymus. Bemestingsadviesbasis glastuinbouw 1994-1995, 1994. IKC Akker en Tuinbouw.

Kreij, C. de, C.W. van Elderen, E. Meinken en P. Fischer, 1995. Extraction methods for chemicals quality control of minerals substrates. *Acta Horticulturae* 401, p.61-70.

Wever, G, C van Elderen, 1994. Analysemethoden substraatonderzoek. PBG intern rapport nr.28 (voorlopige uitgave), blz 7.

BIJLAGE 1

Tabel Resultaten van het chemisch onderzoek van puimsteen monsters genomen bij 2 tuinders verschillende hoogtes in de container geanalyseerd met 2 extractiemethoden.

T	E	H	mmol.l ⁻¹										μmol.l ⁻¹			mS.cm ⁻¹		fr-v
			K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Ecm	Water	
1	1	1	10.1	1.3	7.4	3.1	23.5	0.5	3.5	0.64	25	10	13	42	1.5	9.5	0.51	
1	2	1	3.8	1.7	5.0	1.8	6.9	1.4	2.0	0.65	62	28	8	33	1.8	5.6	0.51	
1	1	2	4.4	0.6	2.5	1.1	8.9	0.2	1.3	0.27	16	5	4	19	0.7	3.7	0.51	
1	2	2	4.3	0.4	2.4	0.9	5.7	0.4	1.0	0.50	42	9	13	12	0.9	3.9	0.51	
1	1	3	4.7	0.7	2.3	1.1	8.9	0.3	1.3	0.22	17	4	5	22	0.6	3.7	0.52	
1	2	3	4.4	0.5	2.8	1.0	5.8	0.4	1.0	0.48	48	8	14	13	0.9	4.1	0.52	
2	1	1	8.1	3.3	9.9	4.3	27.7	2.0	4.4	0.42	36	14	7	66	2.8	11.1	0.51	
2	2	1	7.0	2.5	10.1	3.2	16.1	2.0	4.3	1.34	58	34	11	56	2.8	11.2	0.51	
2	1	2	3.6	1.8	3.7	1.6	10.0	1.1	1.9	0.23	20	6	3	33	1.0	4.4	0.53	
2	2	2	3.7	1.4	4.4	1.4	6.2	1.2	1.7	0.79	43	22	7	24	1.2	4.9	0.53	
2	1	3	3.8	2.2	4.3	2.0	11.1	1.3	2.2	0.16	21	7	3	37	1.0	4.9	0.53	
2	2	3	8.8	1.0	6.5	2.3	13.2	0.6	3.0	0.93	48	19	21	33	2.7	8.7	0.53	

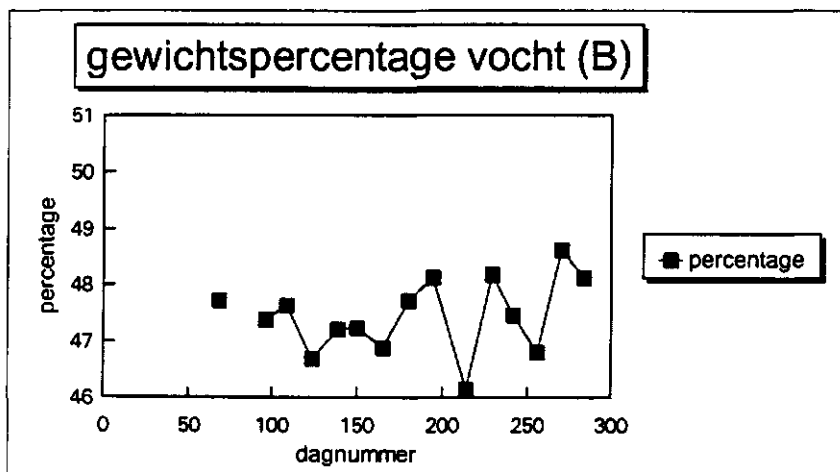
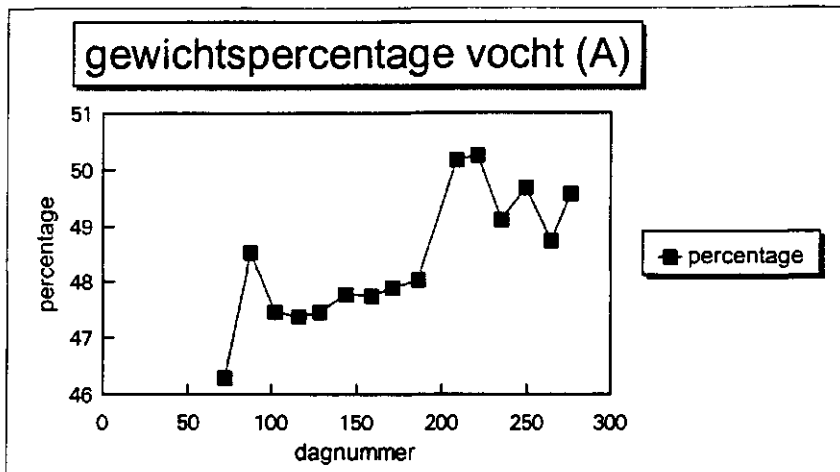
T = tuinder (1=A en 2=B)

E = extractiemethode (1=water, 2=NH₄Ac)

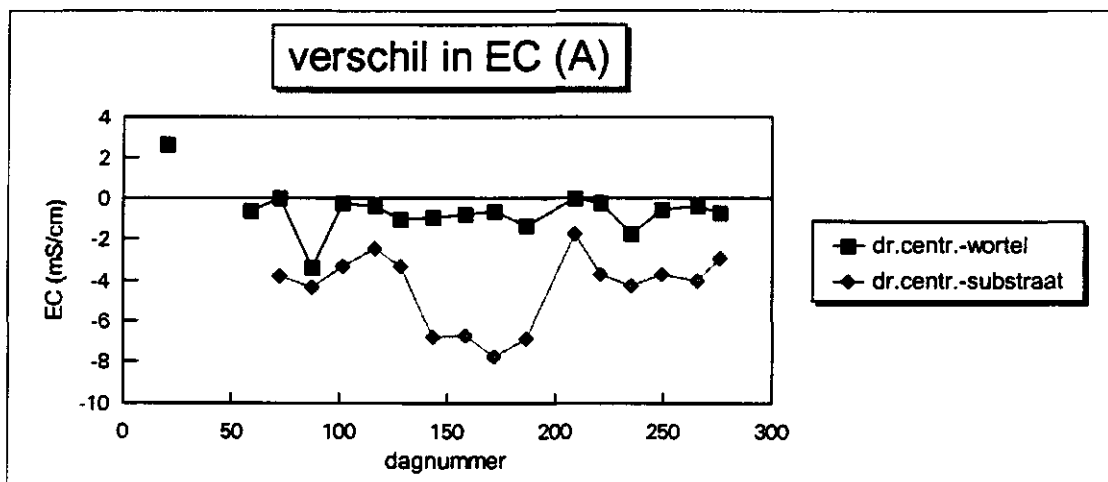
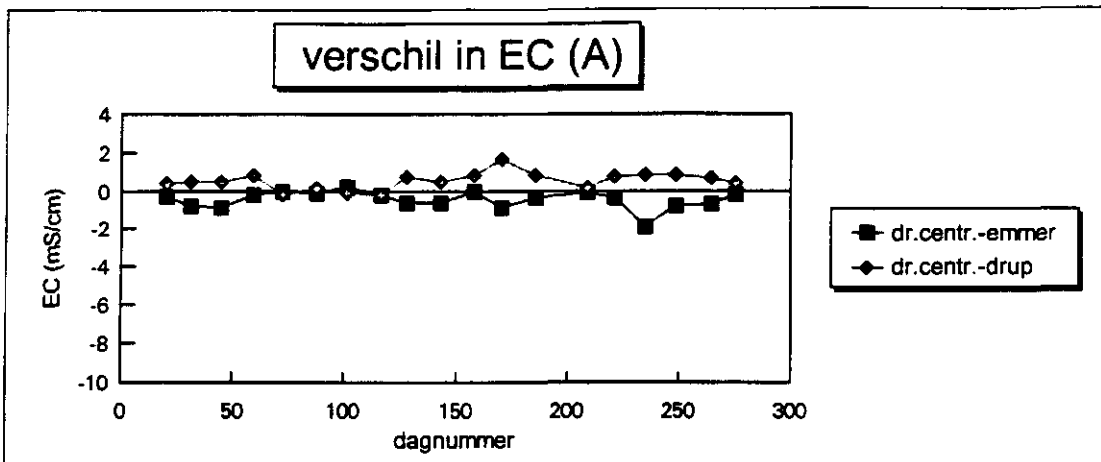
H = hoogte in container (1 = 17-24 cm vanaf de onderkant d.w.z. bovenin, 2 = 10-17 cm, 3 = 4-10 cm d.w.z. onderin)

ECm = EC berekend volgens MacNeal m.u.v. Na

BIJLAGE 2

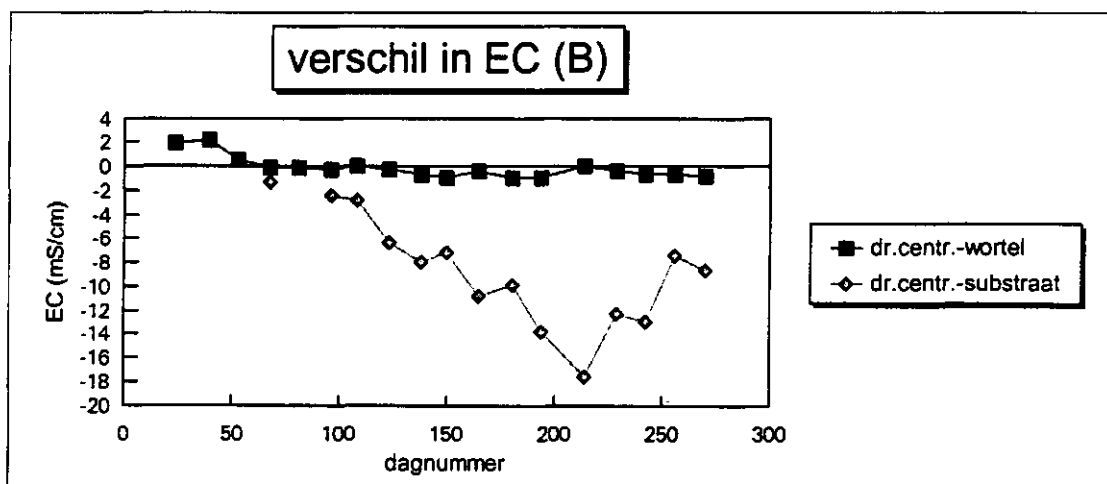
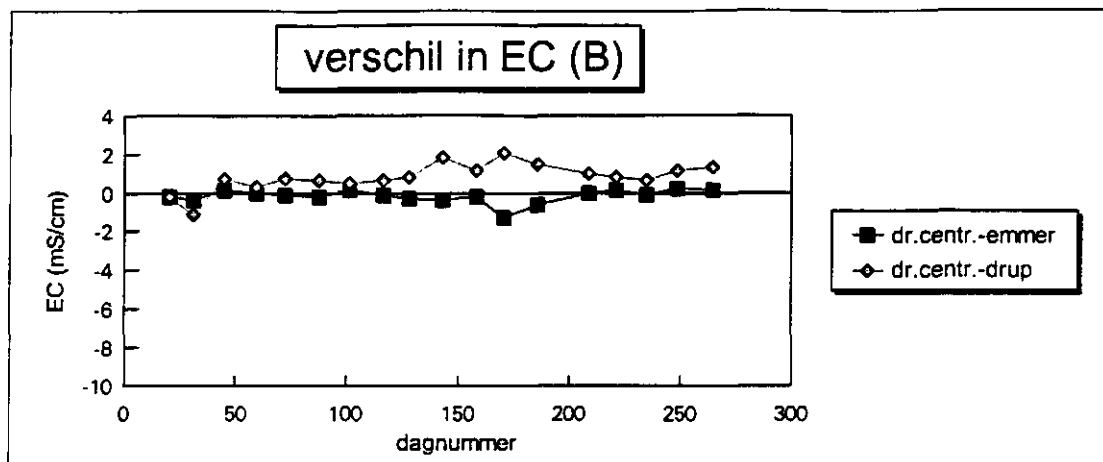


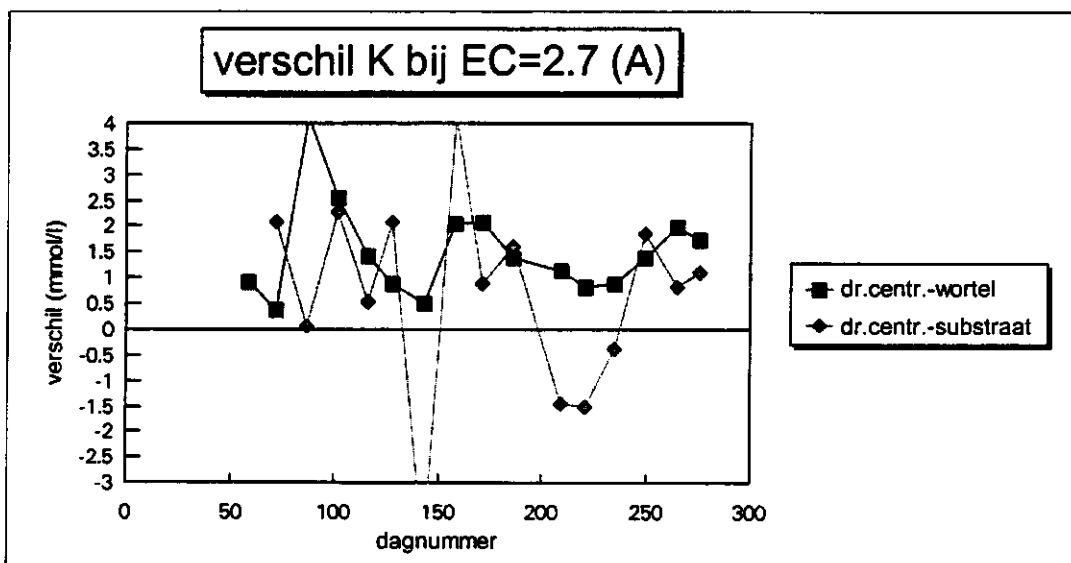
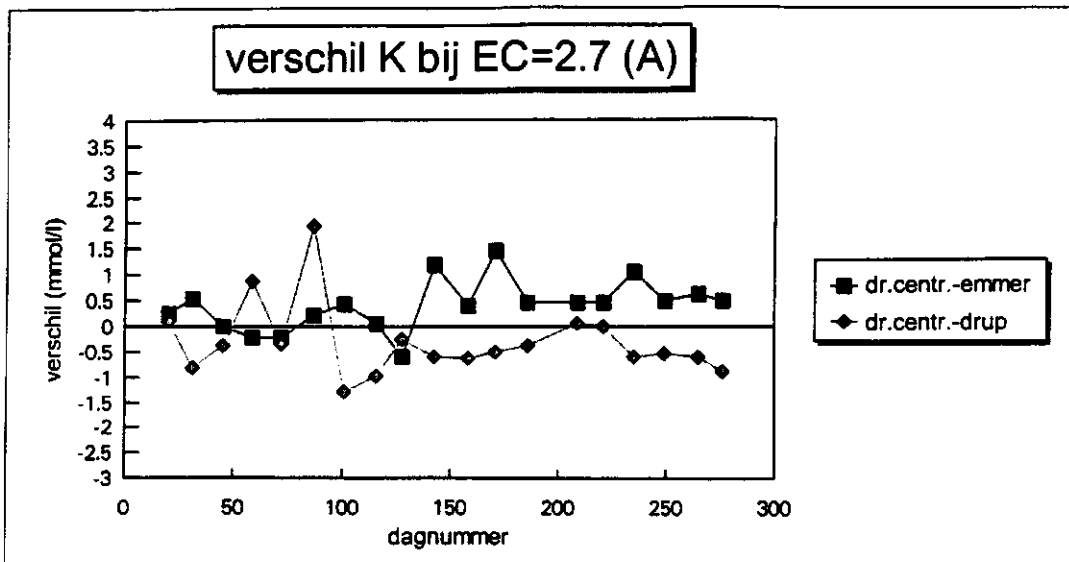
BIJLAGE 3



Aanpassing in de standaardvoedingsoplossing voor EC
 bij een afwijking > 1.0 mS/cm

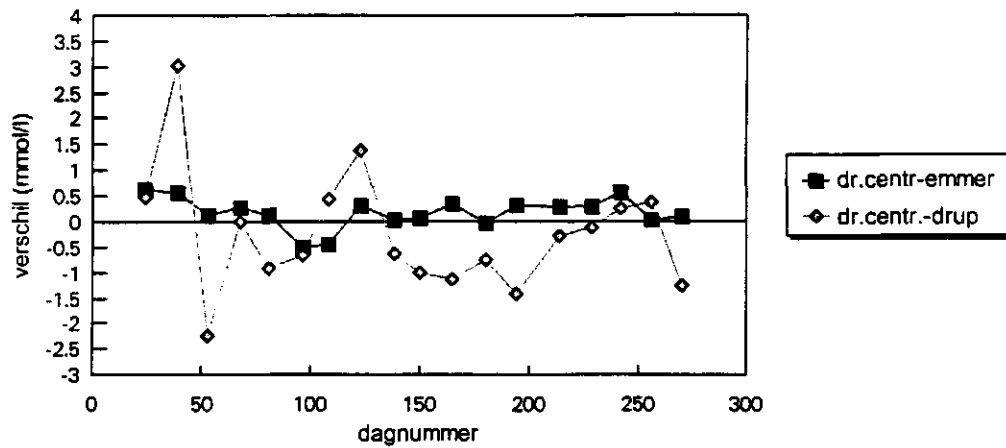
- dr.cent. = water uit de centrale drainwateropvang
- emmer = water uit de verzadigde zone
- drup = water uit de druppelaar
- wortel = bemonstering met een bodemvochtmonsternemer
- substraat = water na extractie vers substraat



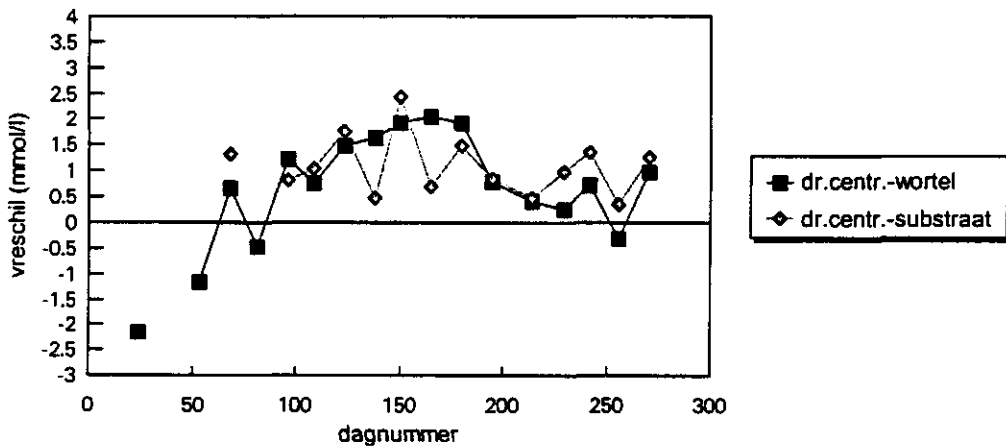


Aanpassing in de standaardvoedingsoplossing voor K
 bij een afwijking > ± 2.0 mmol/l

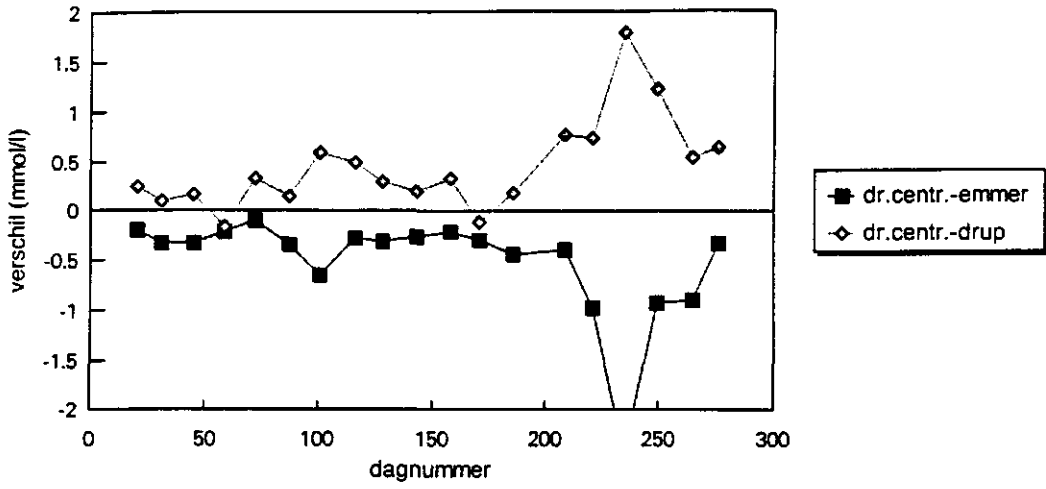
verschil K bij EC=2.7 (B)



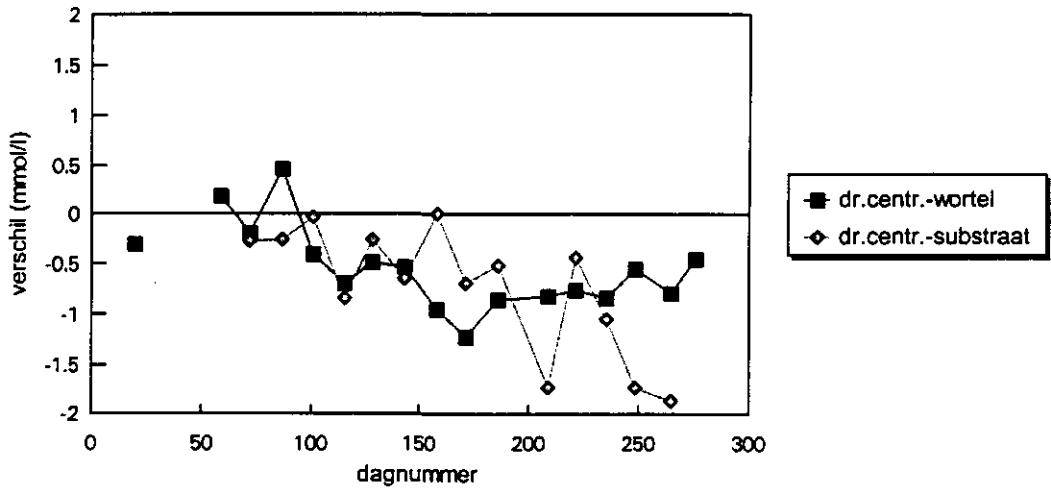
verschil K bij EC=2.7 (B)



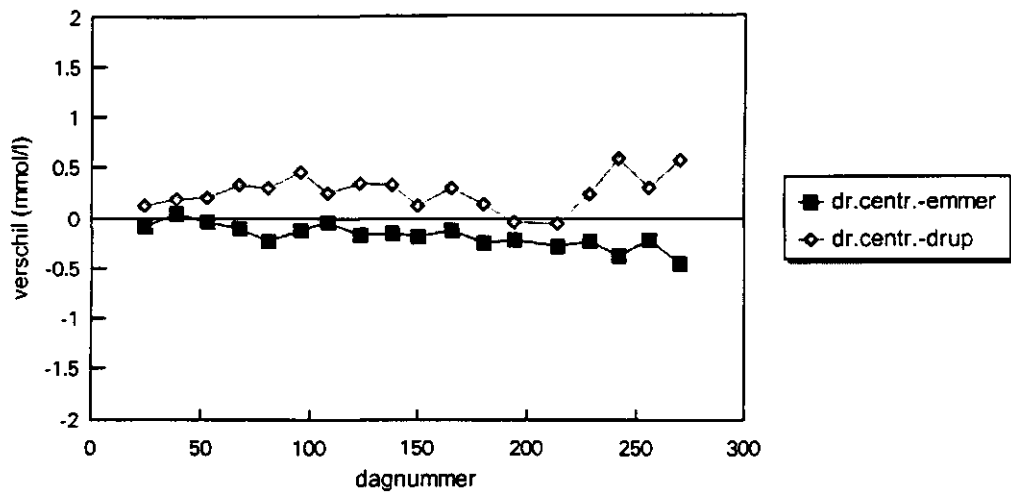
verschil Na bij ec=2.7 (A)



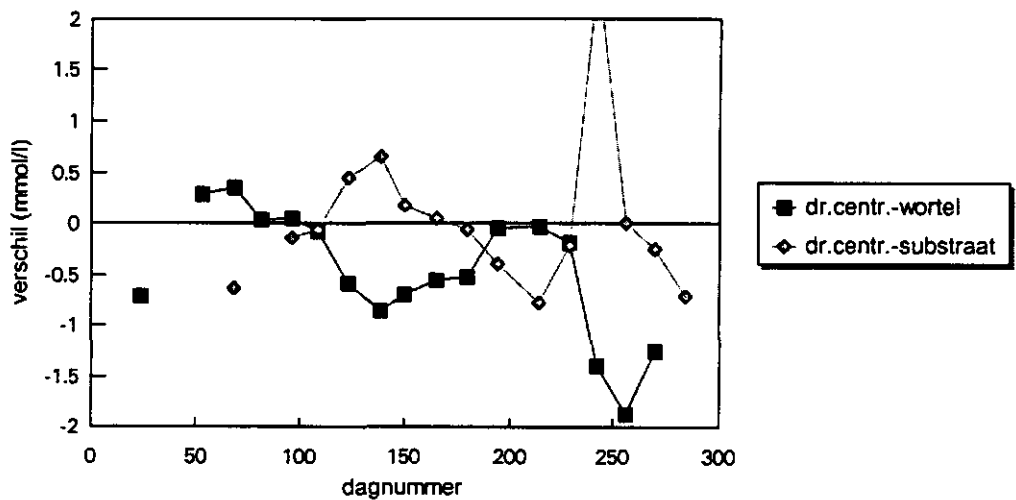
verschil Na bij ec=2.7 (A)

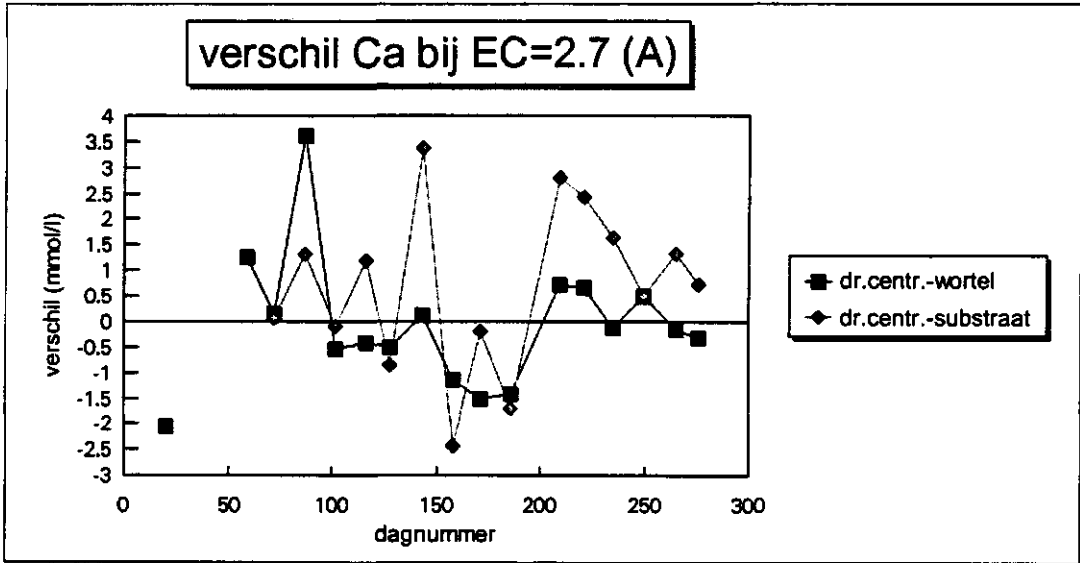
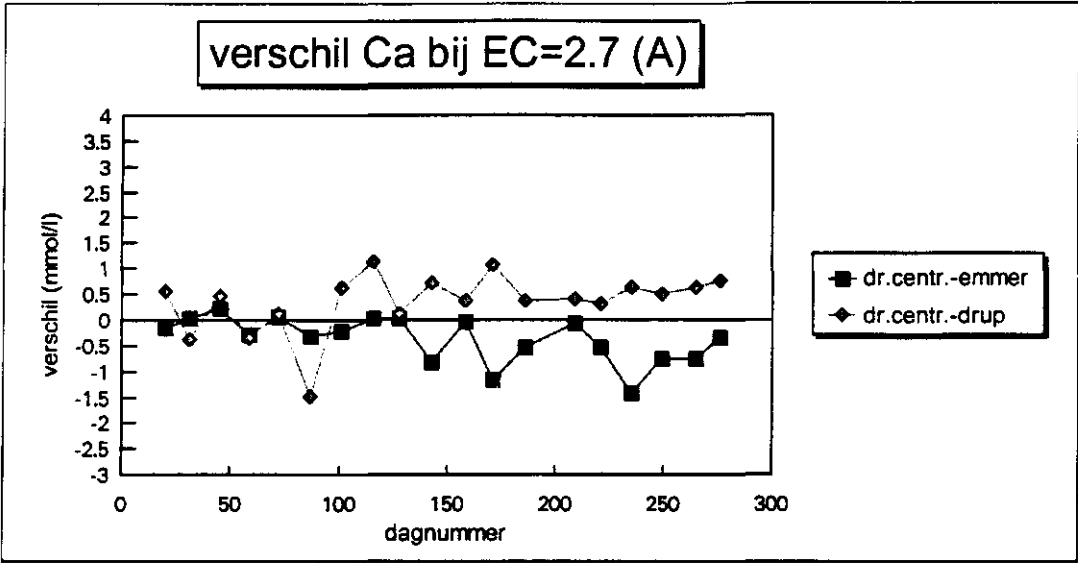


verschil Na bij ec=2.7 (B)



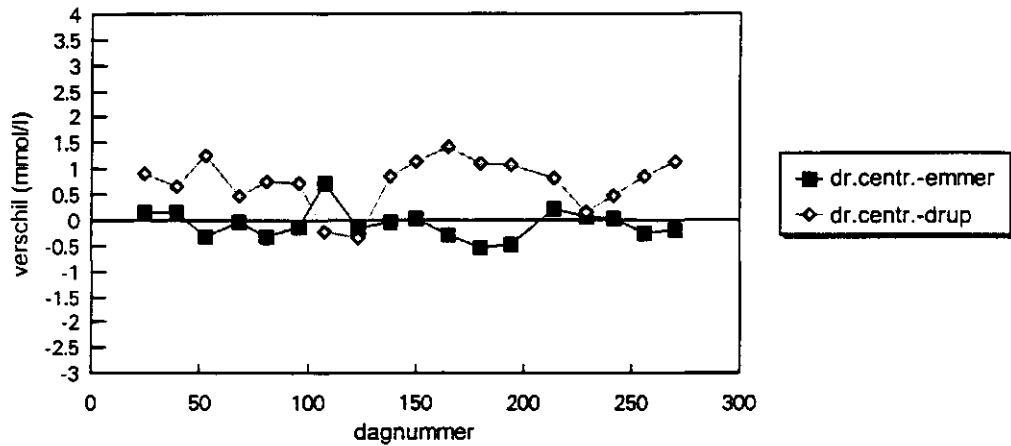
verschil Na bij ec=2.7 (B)



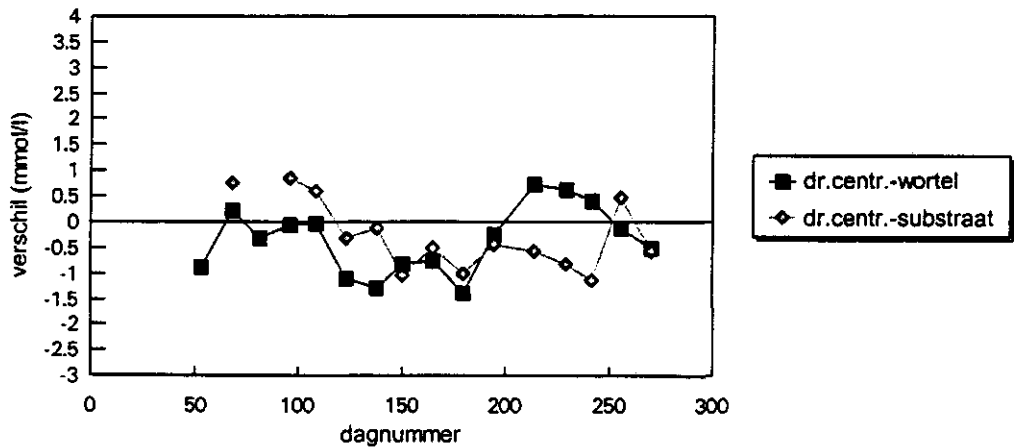


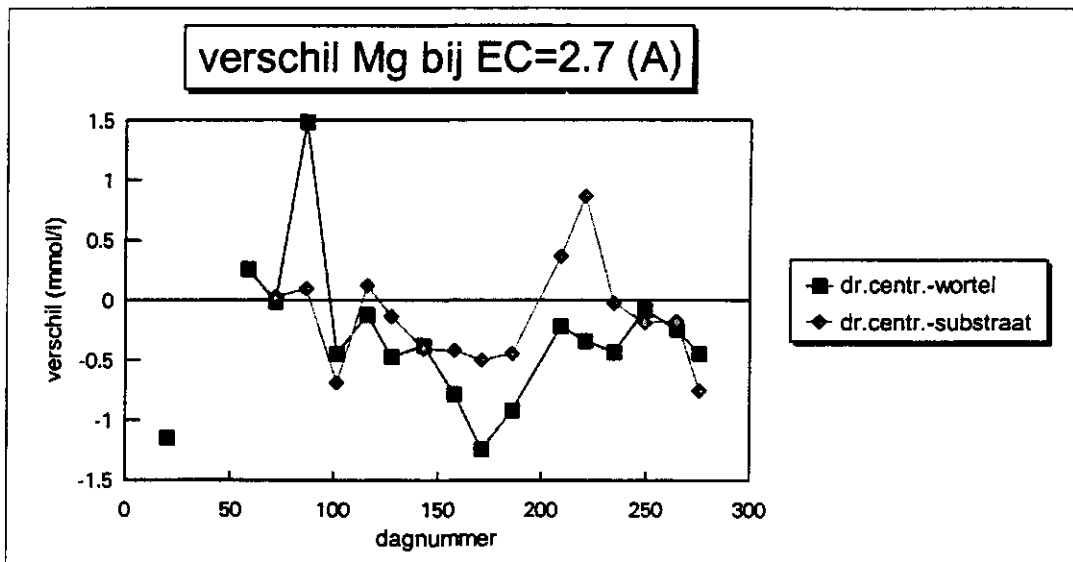
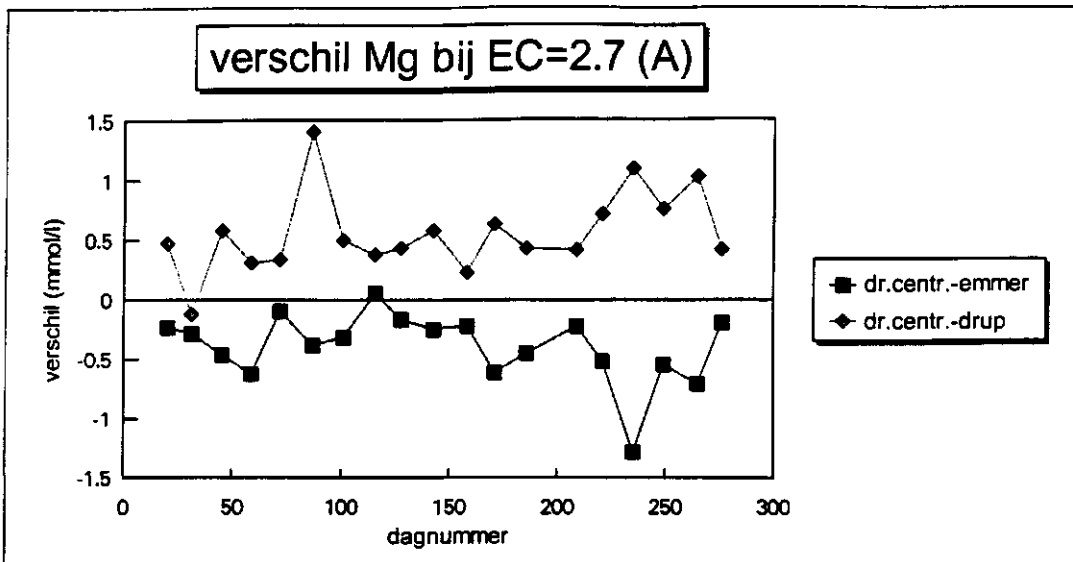
Aanpassing in de standaardvoedingsoplossing voor Ca bij een afwijking > ± 1.5 mmol/l

verschil Ca bij EC=2.7 (B)



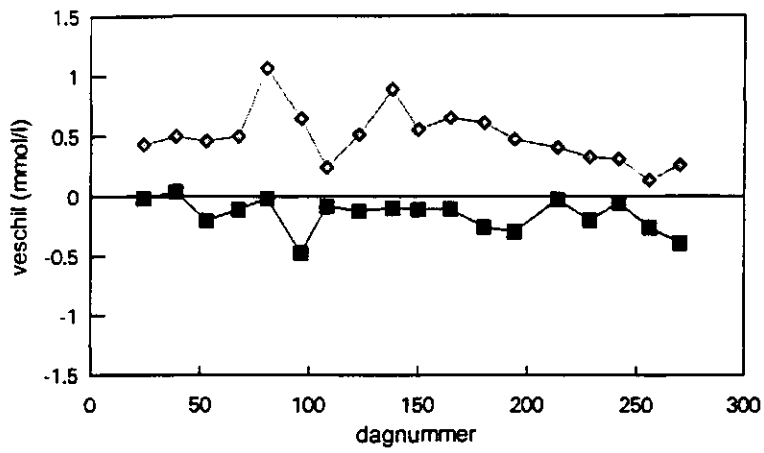
verschil Ca bij EC=2.7 (B)



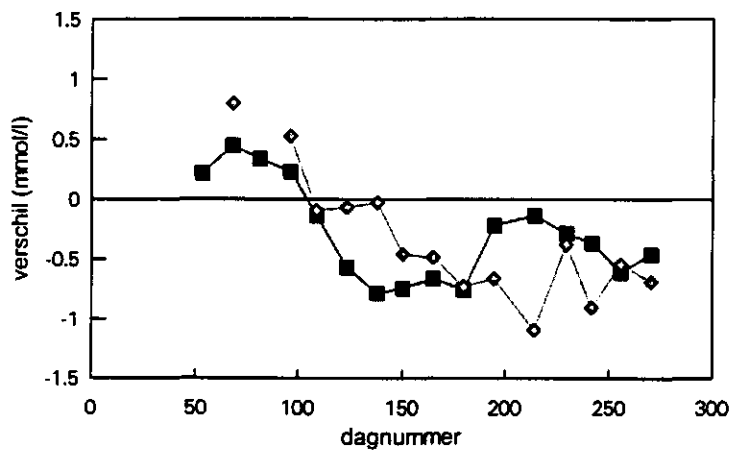


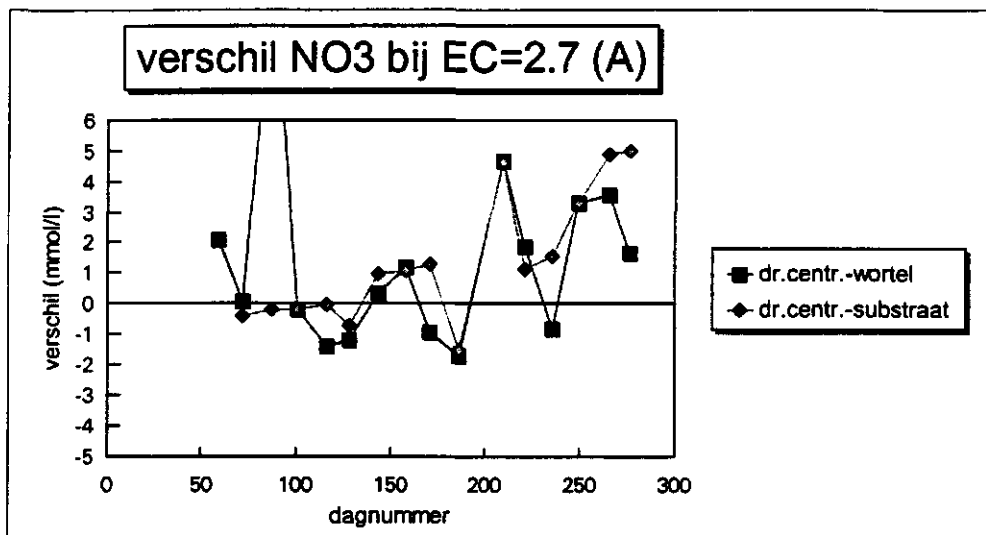
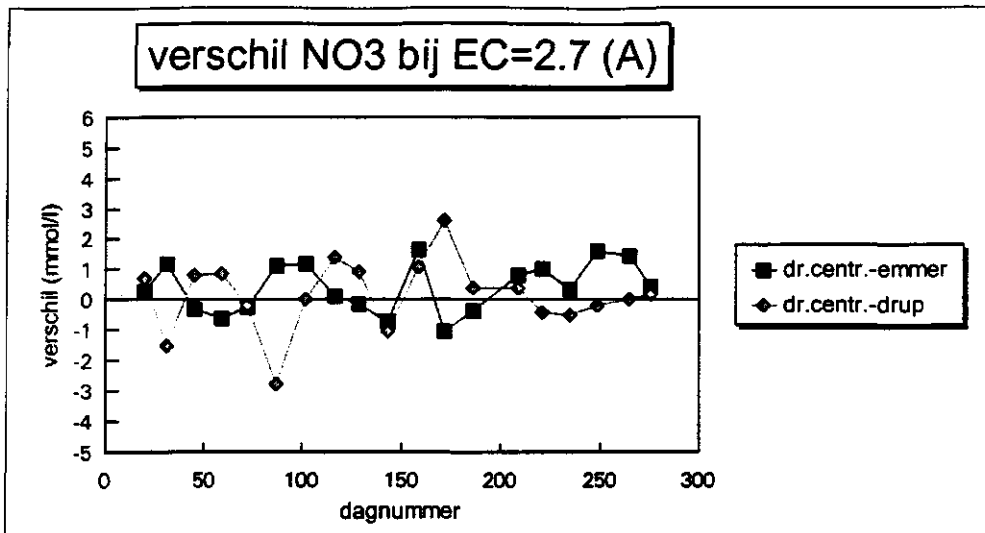
Aanpassing in de standaardvoedingsoplossing voor Mg
 bij een afwijking > ± 1.5 mmol/l

verschil Mg bij EC=2.7 (B)



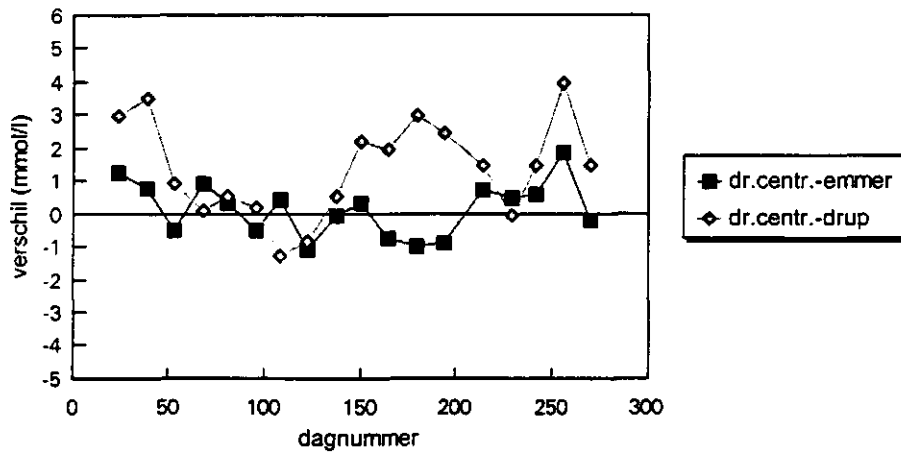
verschil Mg bij EC=2.7 (B)



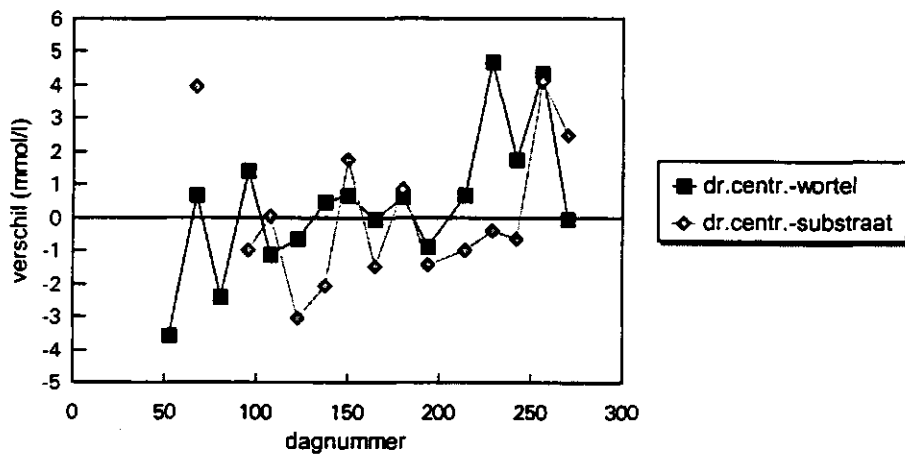


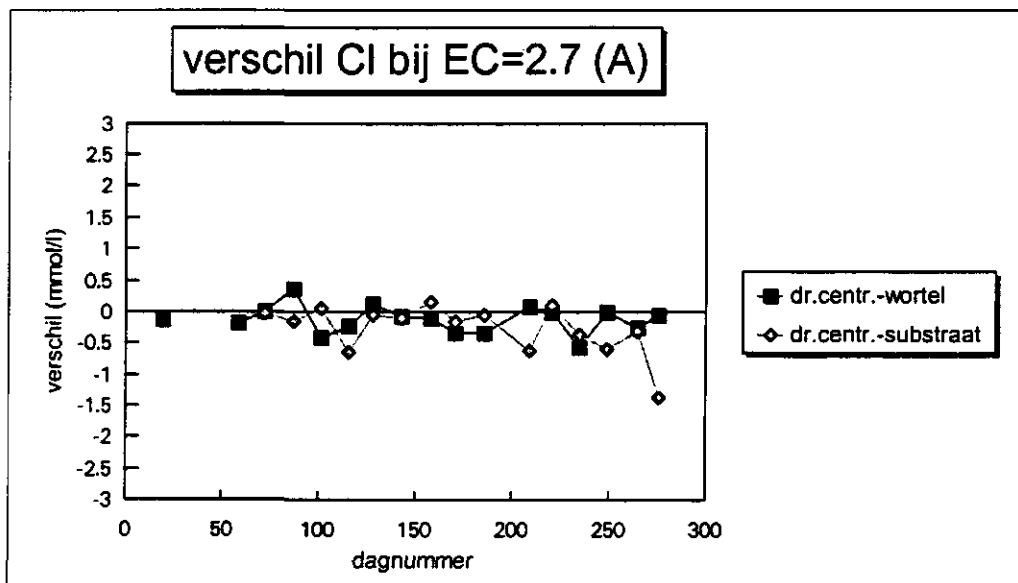
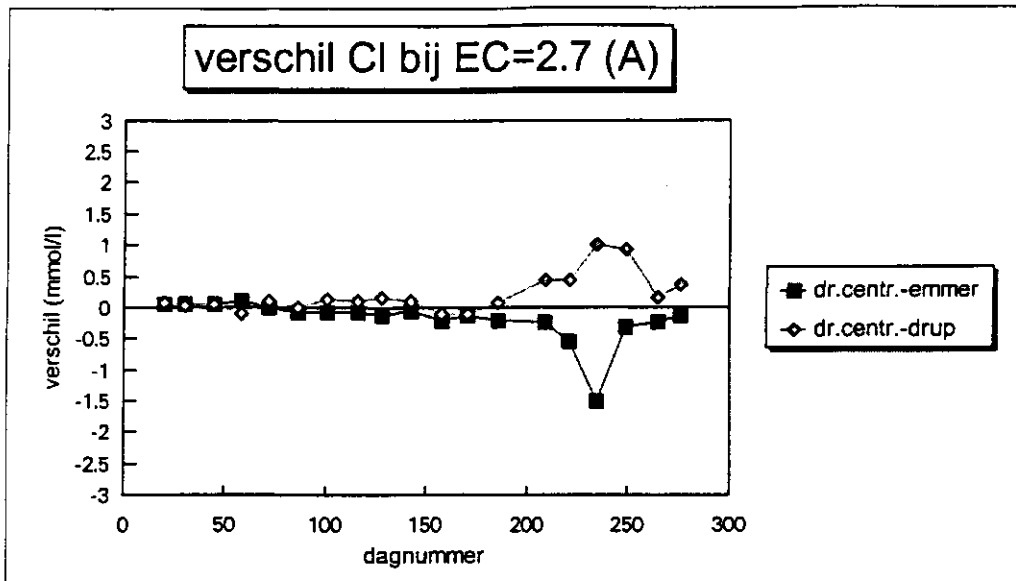
Aanpassing in de standaardvoedingsoplossing voor NO₃
bij een afwijking > ± 3.0 mmol/l

verschil NO3 bij EC=2.7 (B)

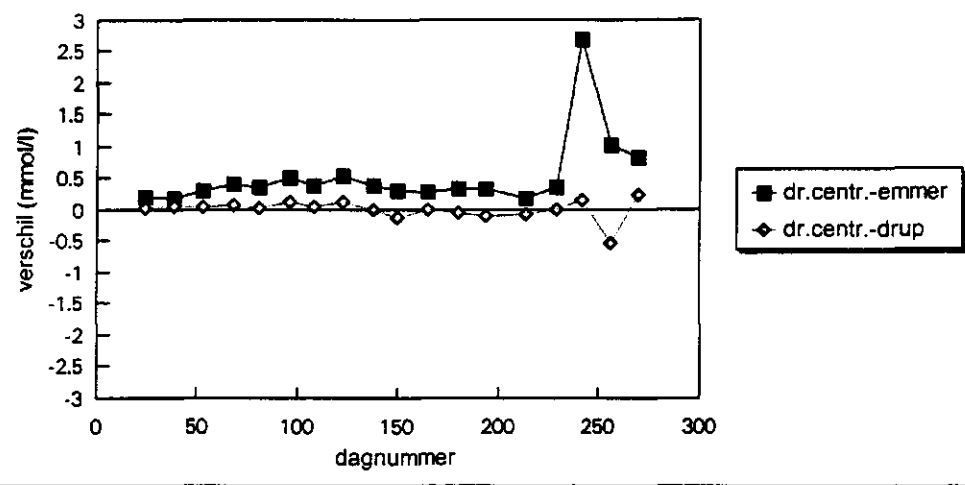


verschil NO3 bij EC=2.7 (B)

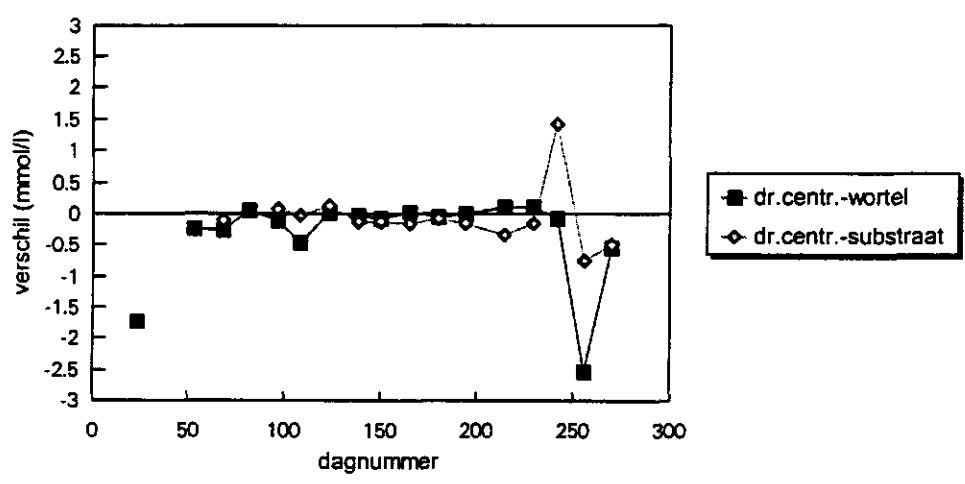


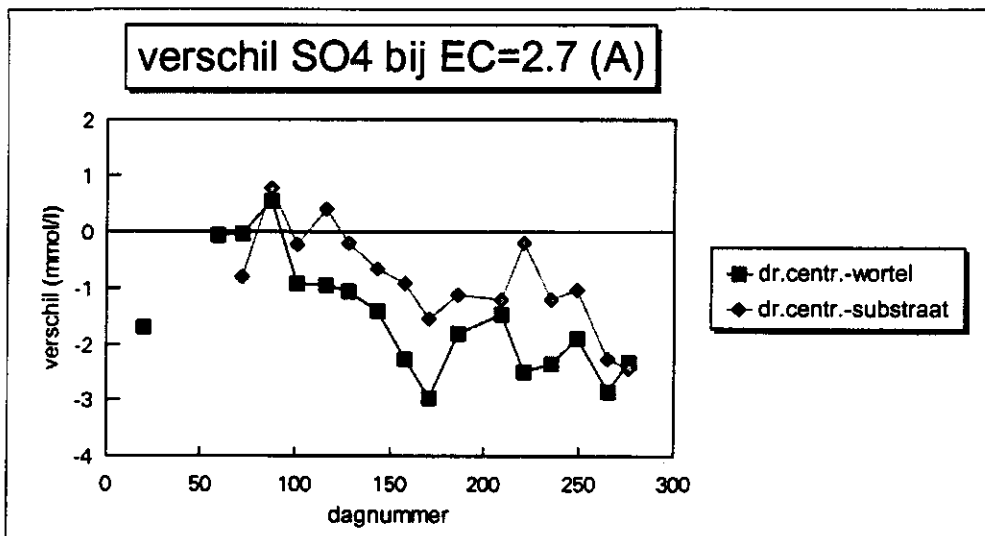
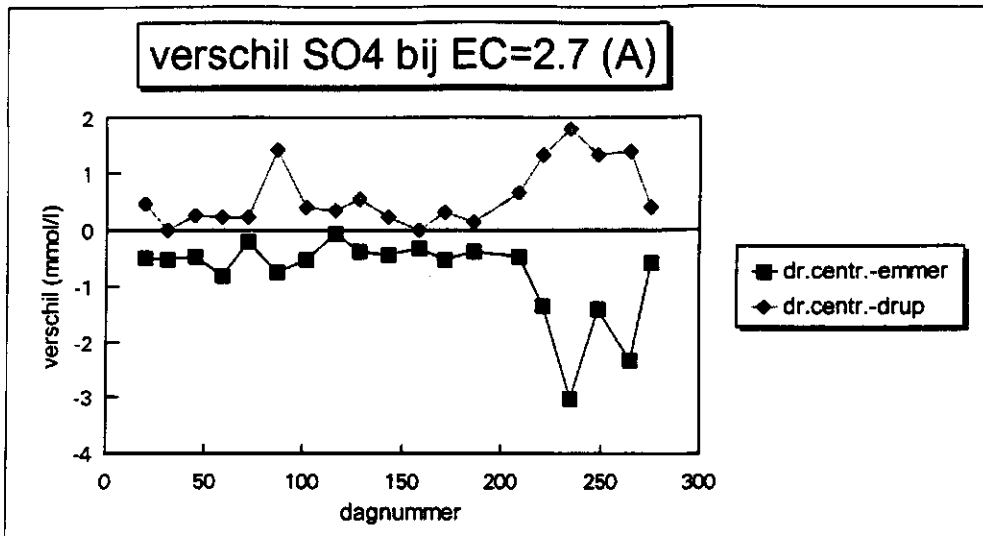


verschil Cl bij EC=2.7 (B)



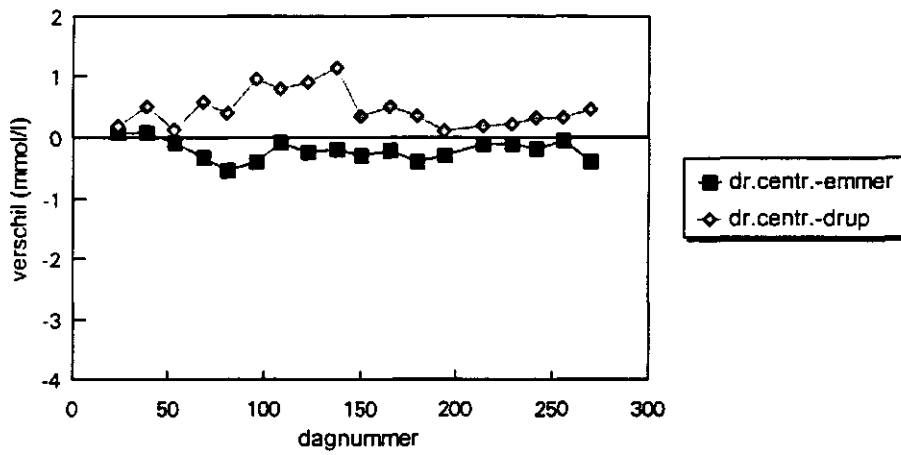
verschil Cl bij EC=2.7 (B)



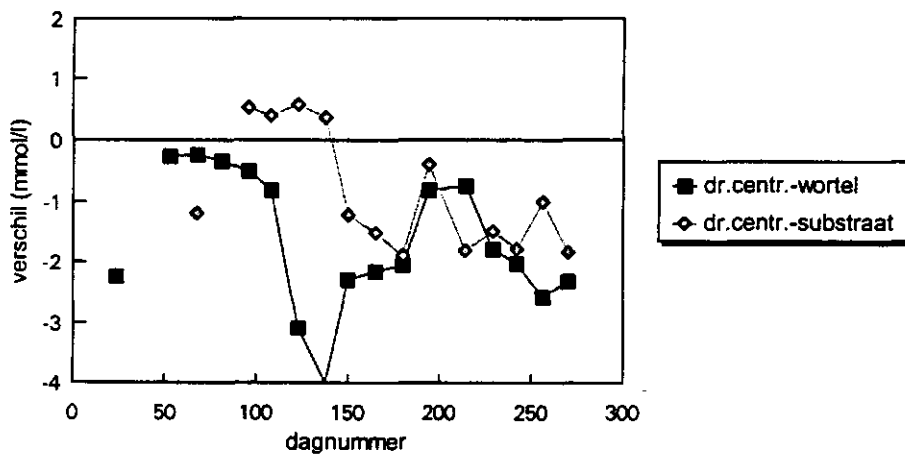


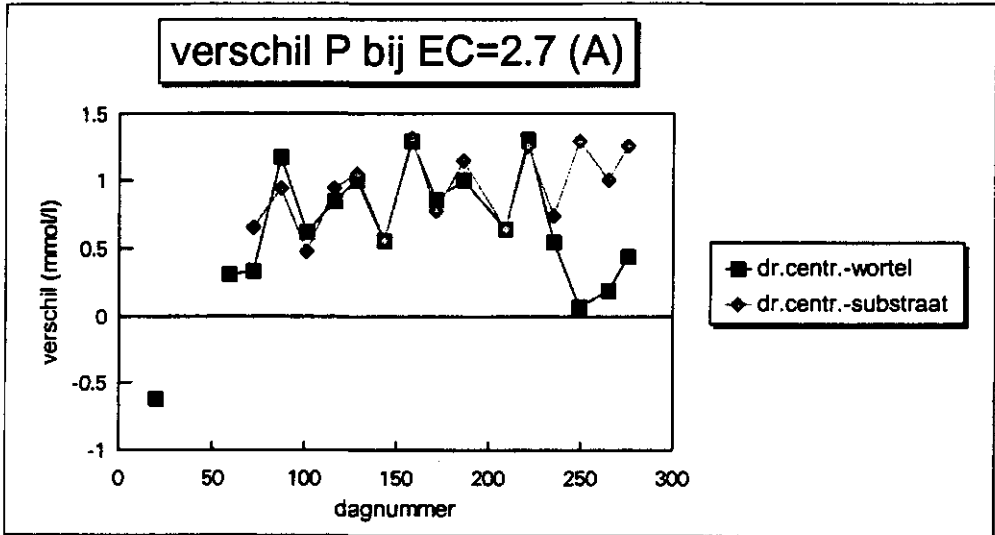
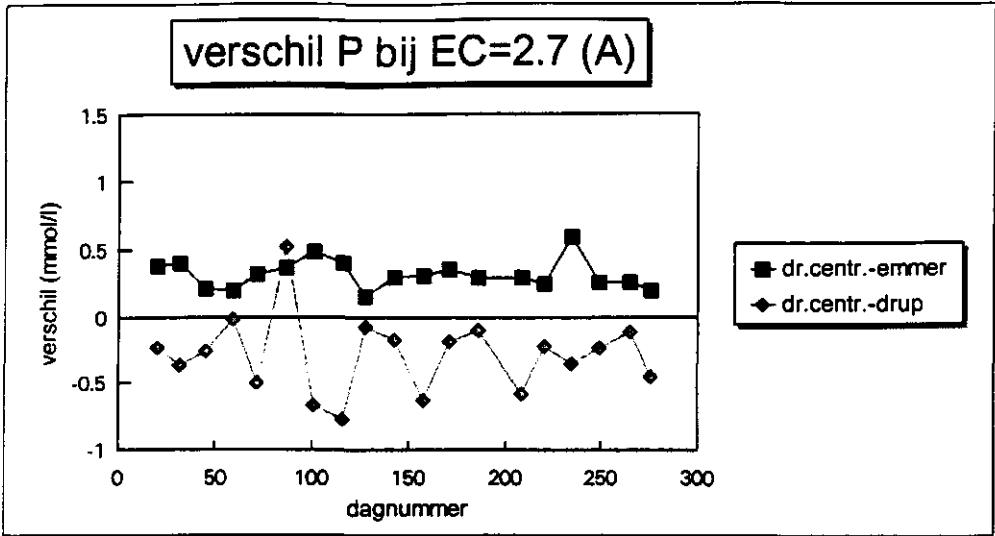
Aanpassing in de standaardvoedingsoplossing voor SO_4
 bij een afwijking $> \pm 1.0 \text{ mmol/l}$

verschil SO4 bij EC=2.7 (B)

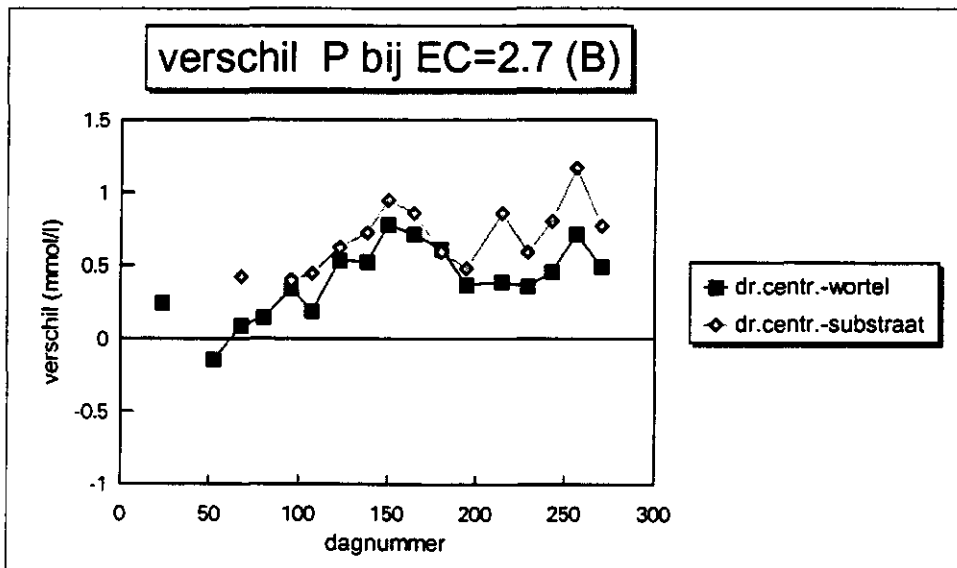
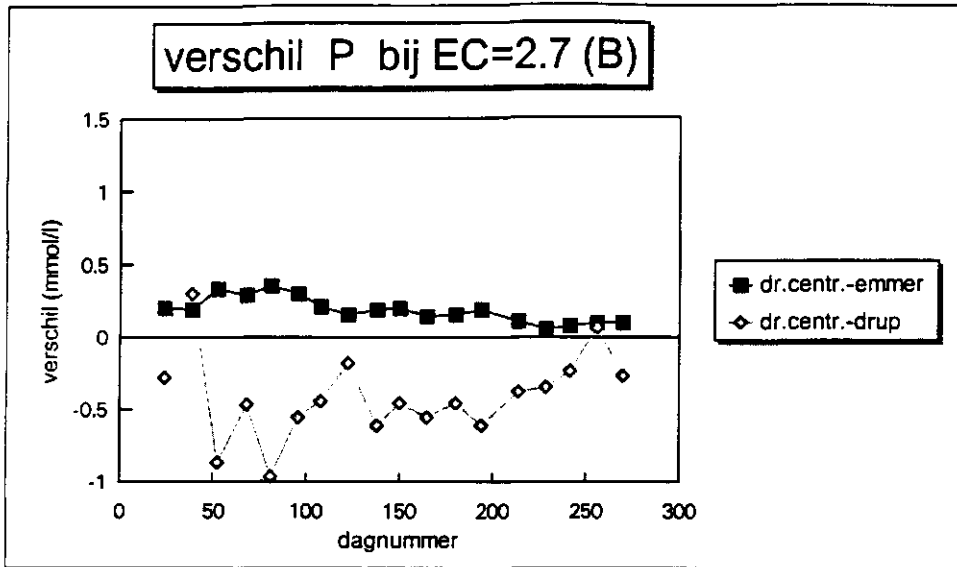


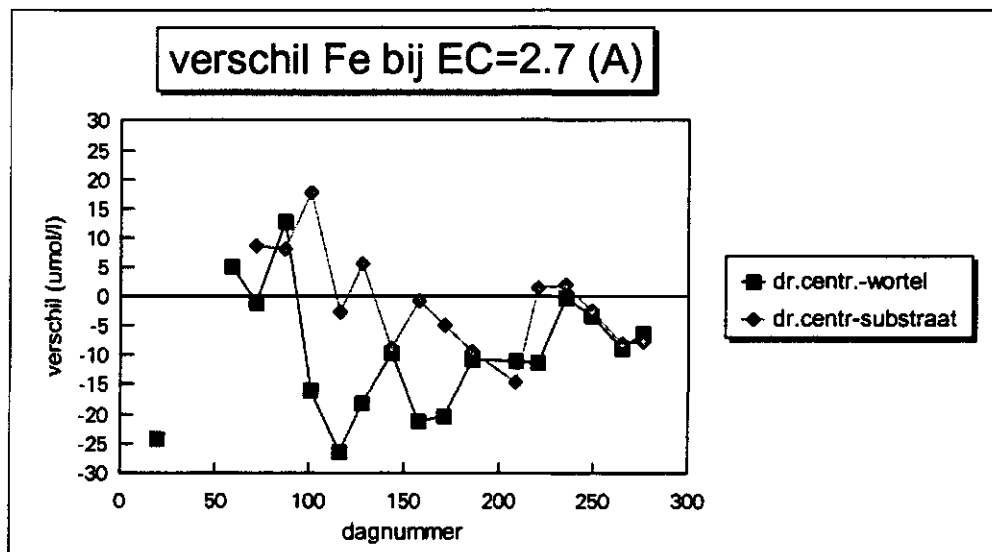
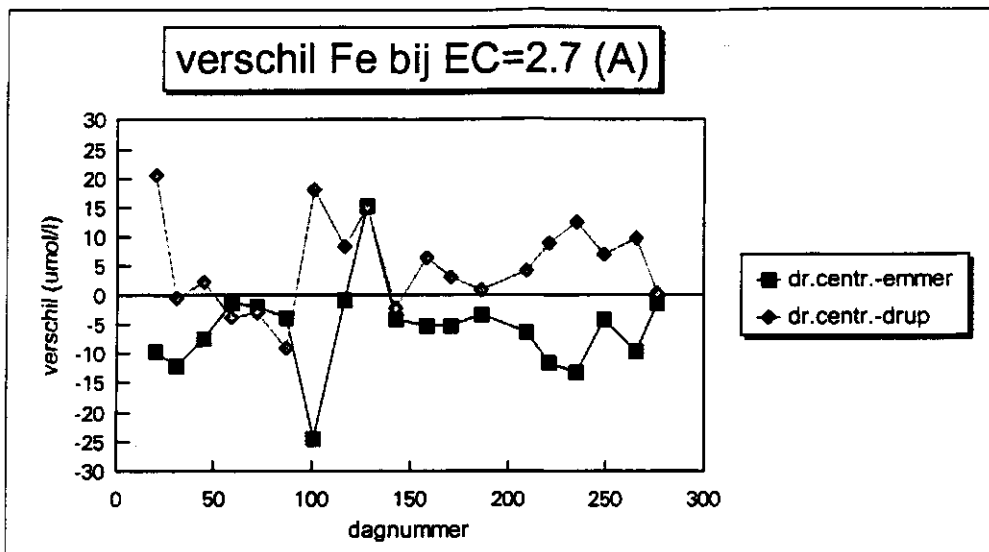
verschil SO4 bij EC=2.7 (B)



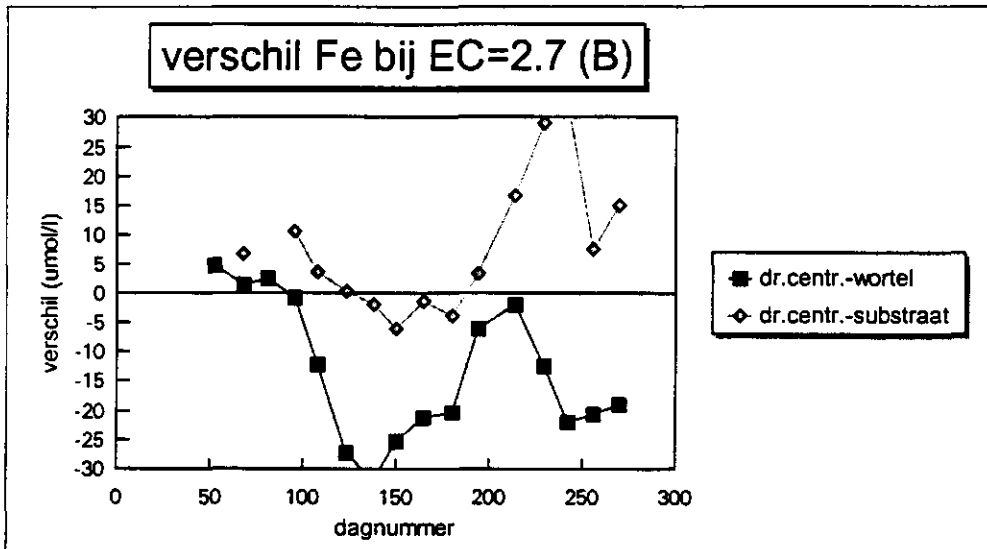
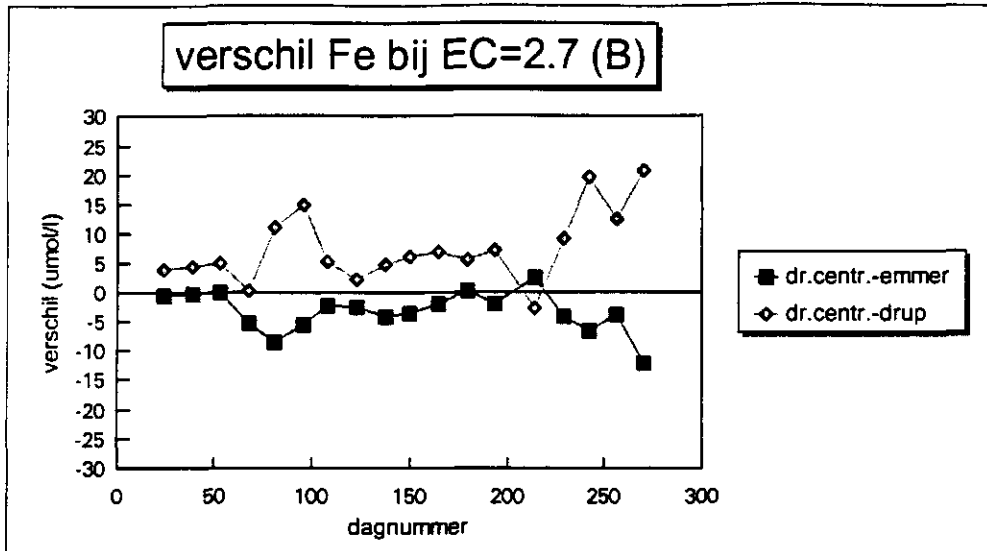


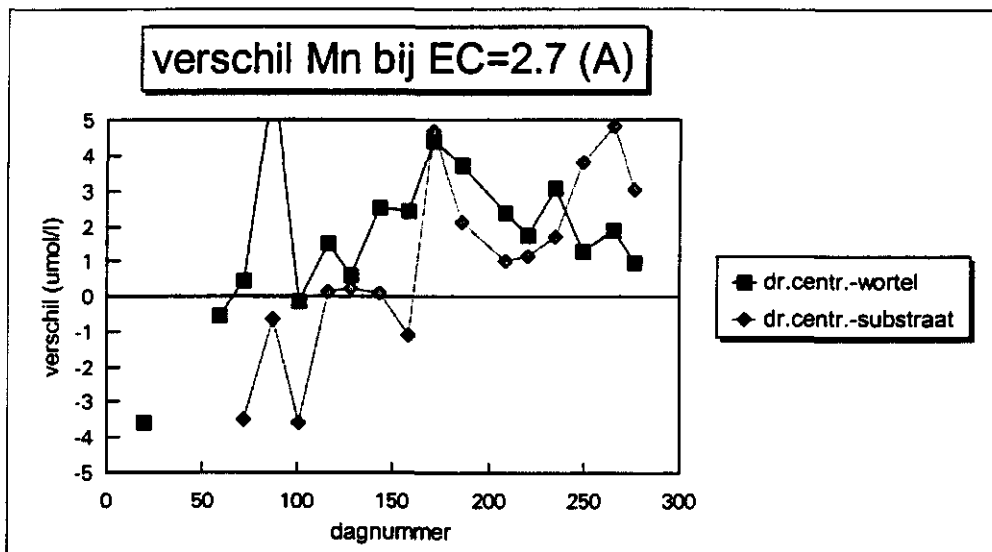
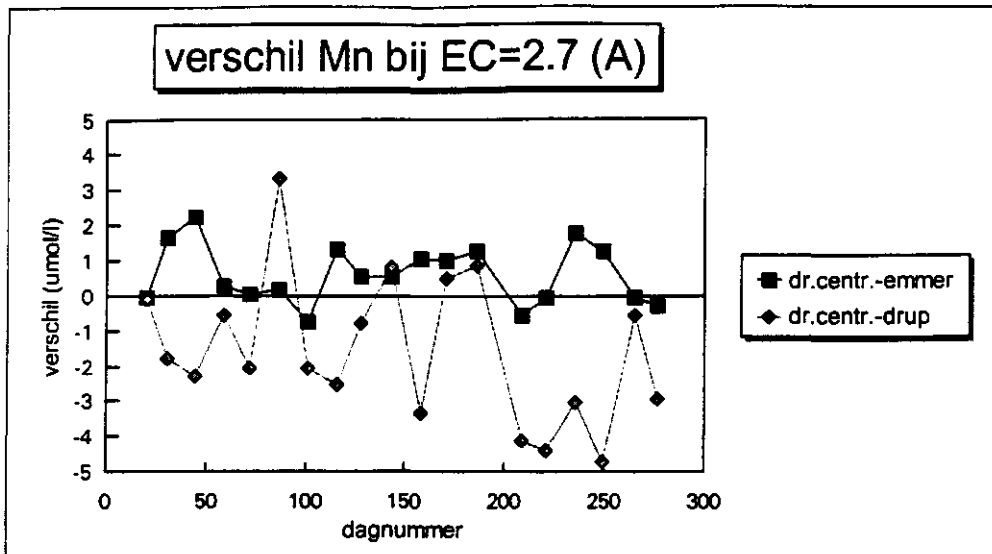
Aanpassing in de standaardvoedingsoplossing voor P
 bij een afwijking > ±0.3 mmol/l



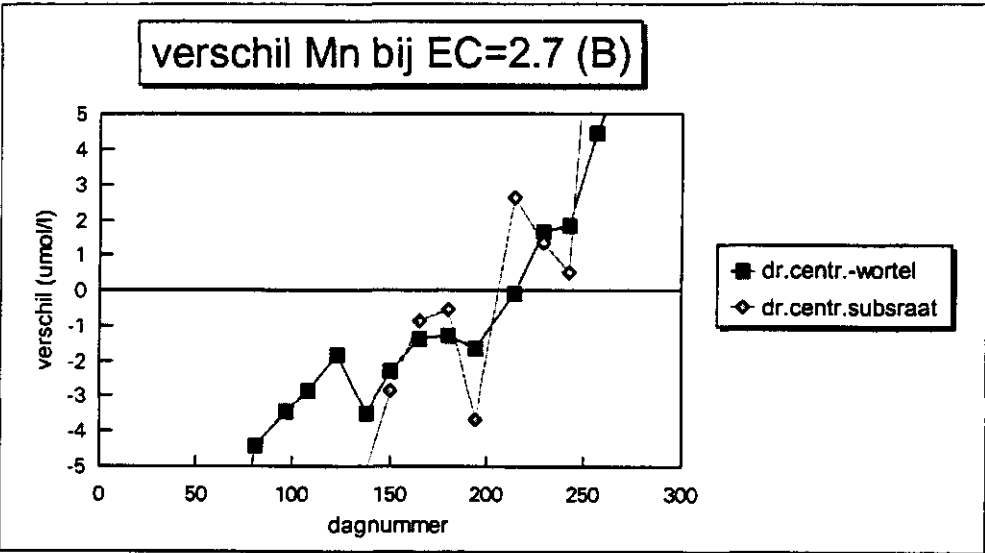
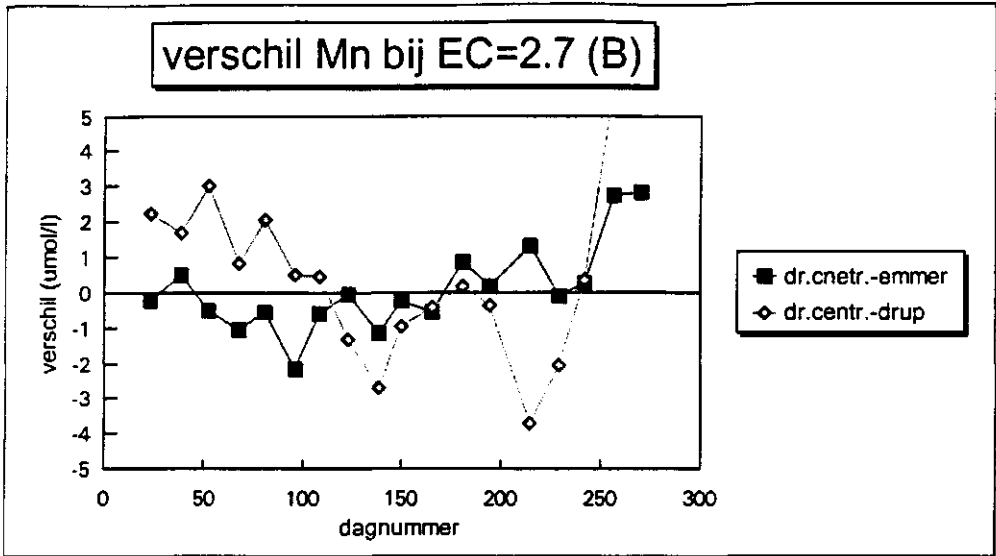


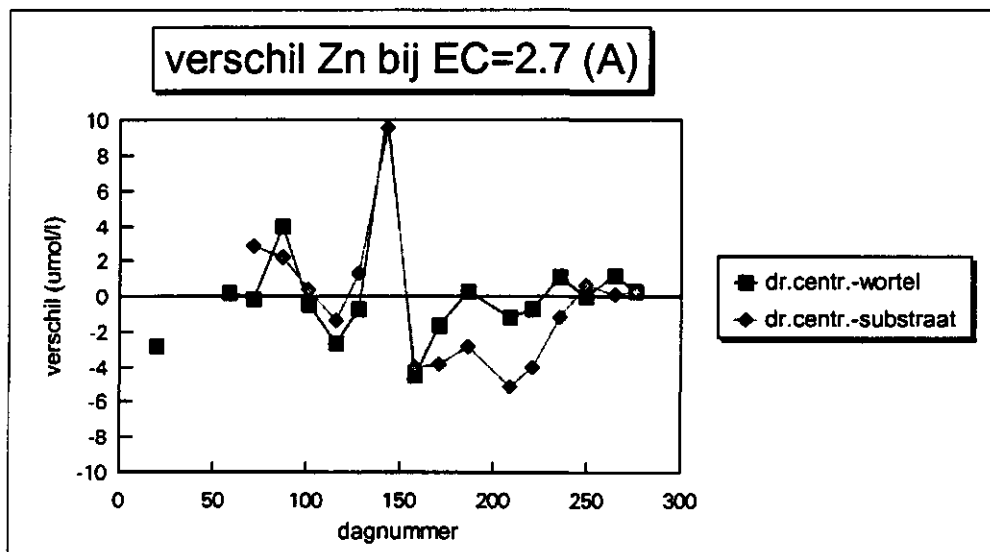
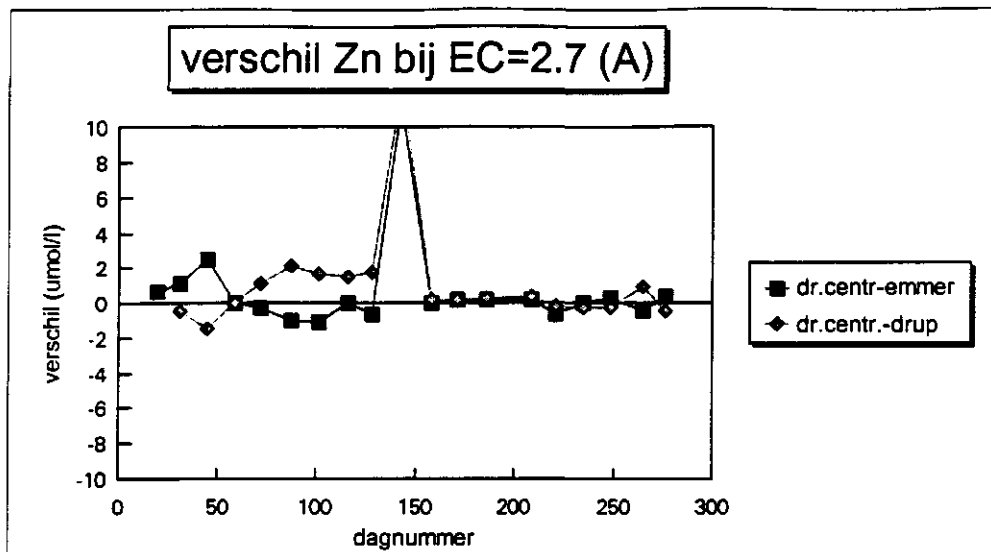
Aanpassing in de standaardvoedingsoplossing voor Fe
bij een afwijking > ± 10 μmol/l



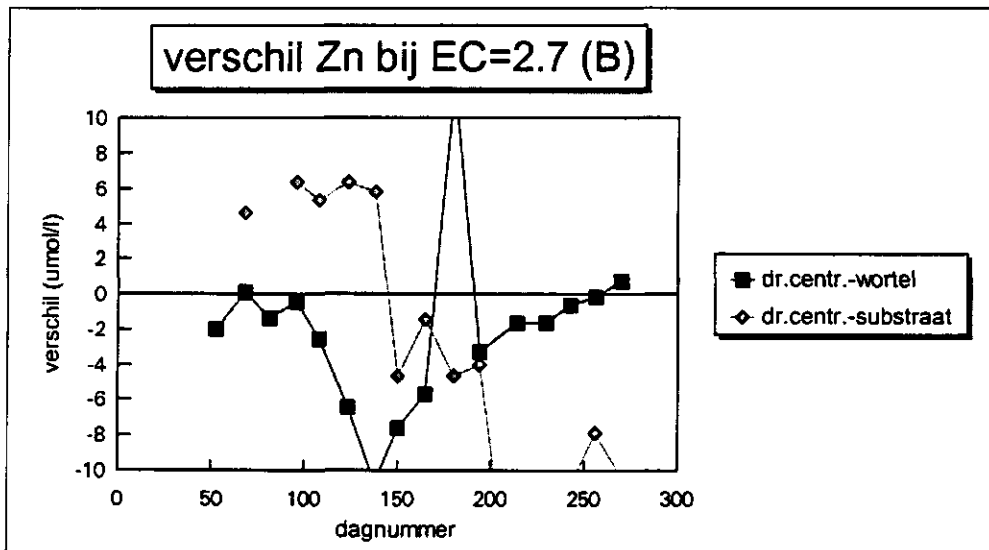
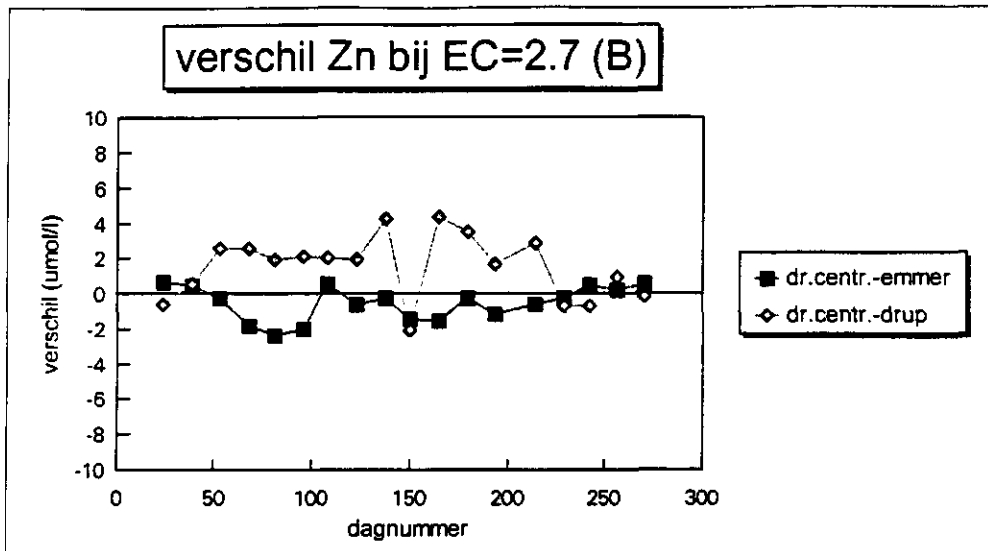


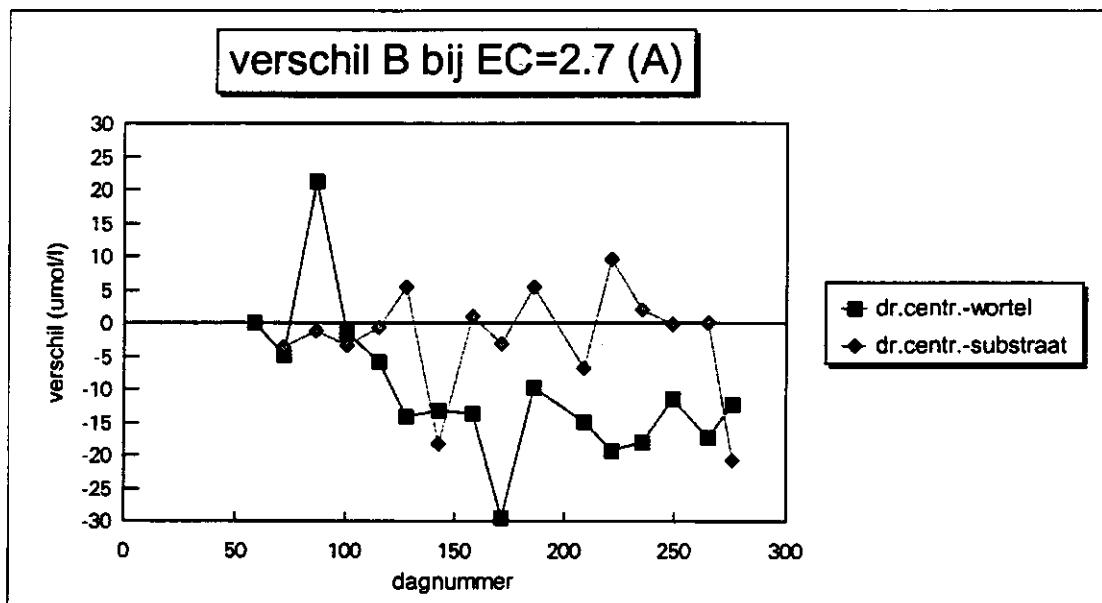
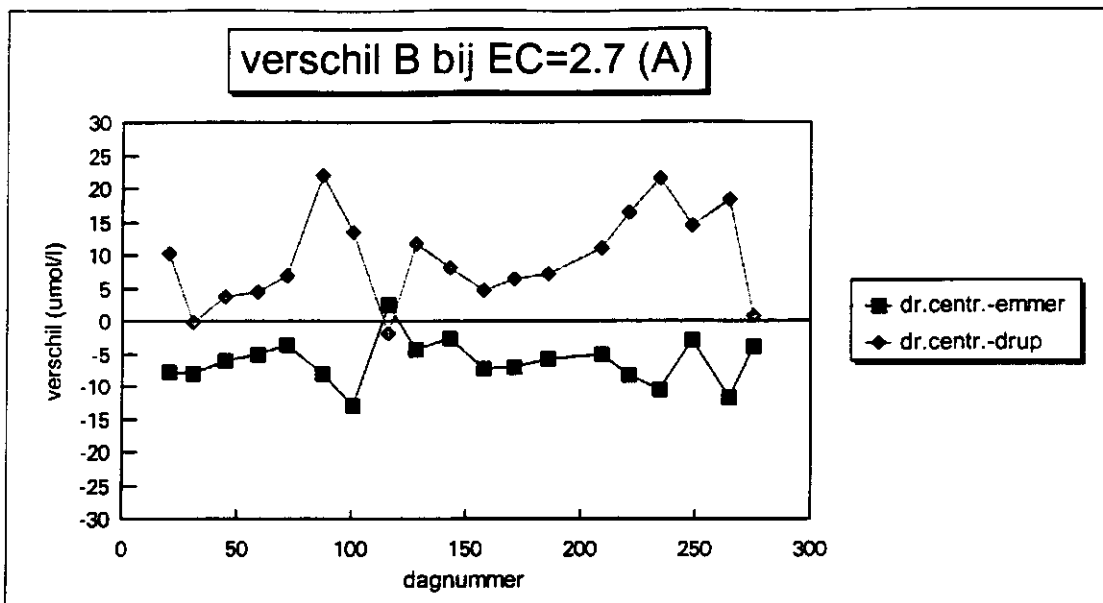
Aanpassing in de standaardvoedingsoplossing voor Mn
 bij een afwijking $> \pm 5 \mu\text{mol/l}$





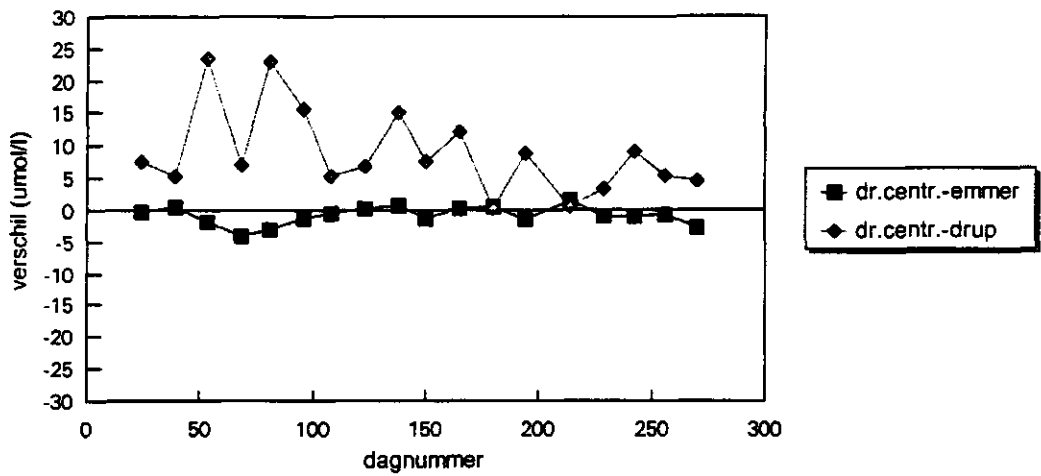
Aanpassing in de standaardvoedingsoplossing voor Zn bij een afwijking $> \pm 3 \mu\text{mol/l}$



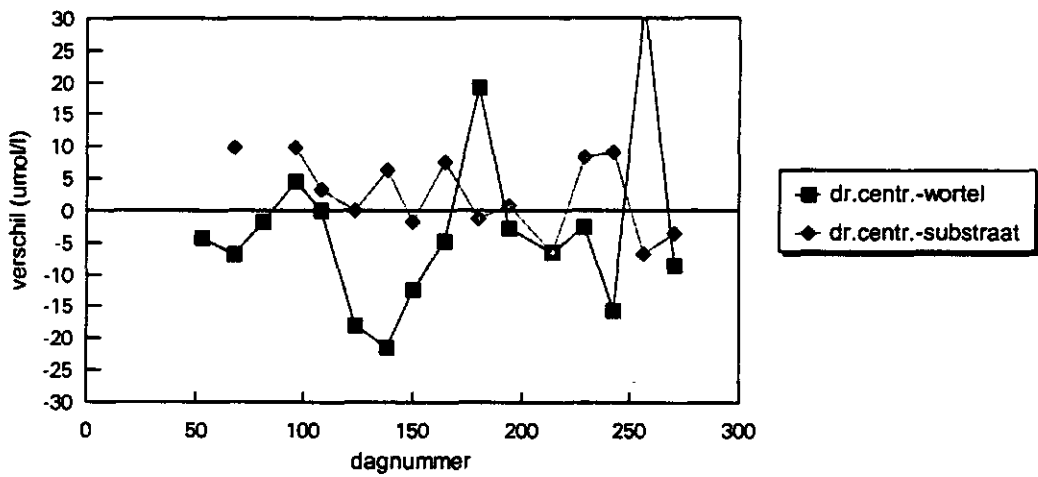


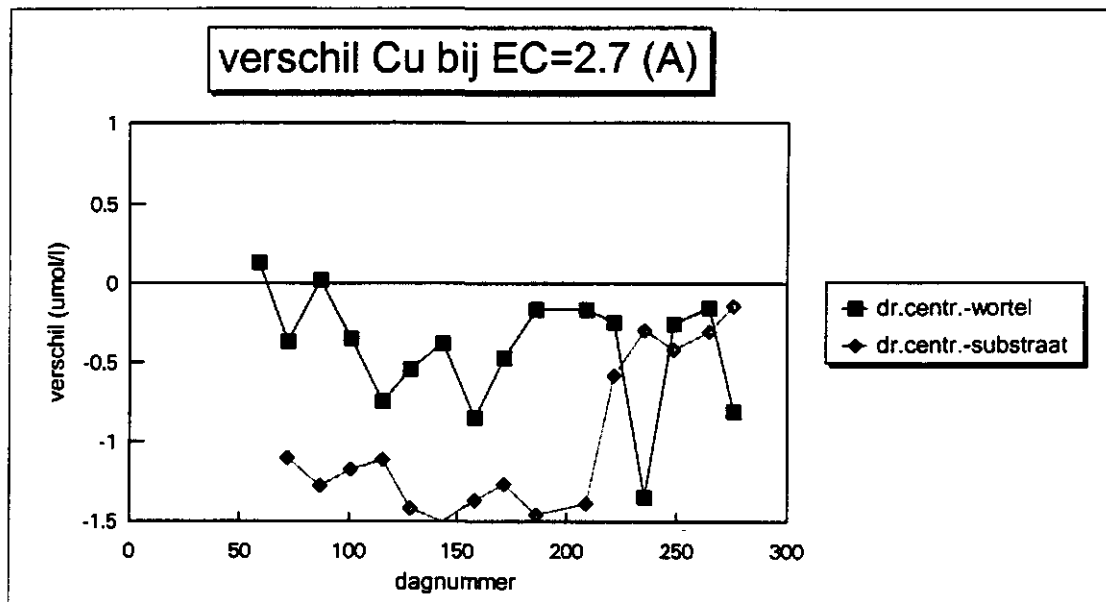
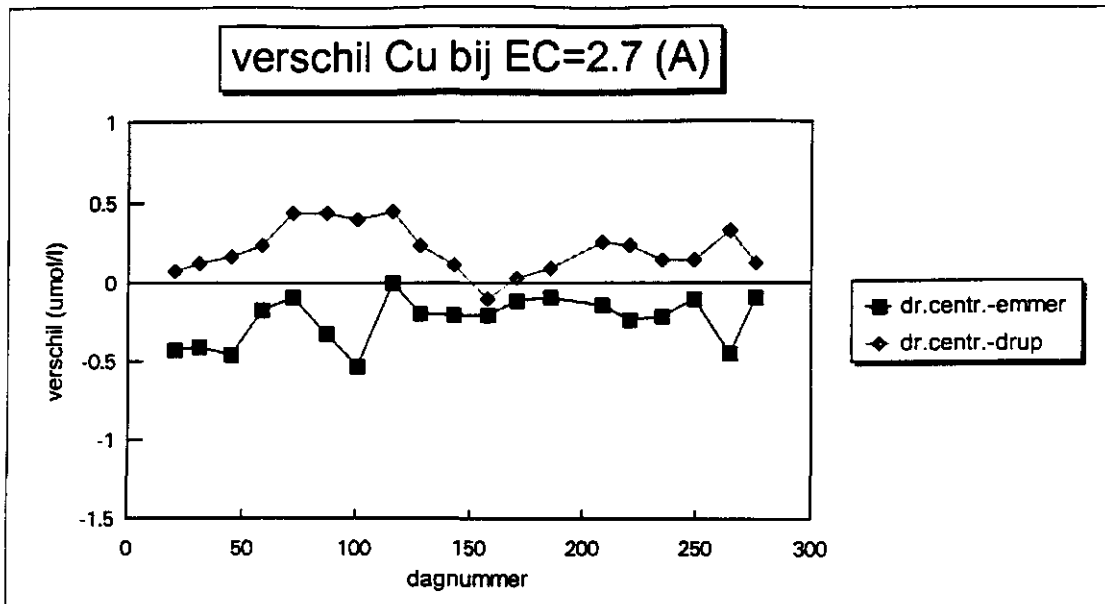
Aanpassing in de standaardvoedingsoplossing voor B
bij een afwijking > $\pm 20 \mu\text{mol/l}$

verschil B bij EC=2.7 (B)

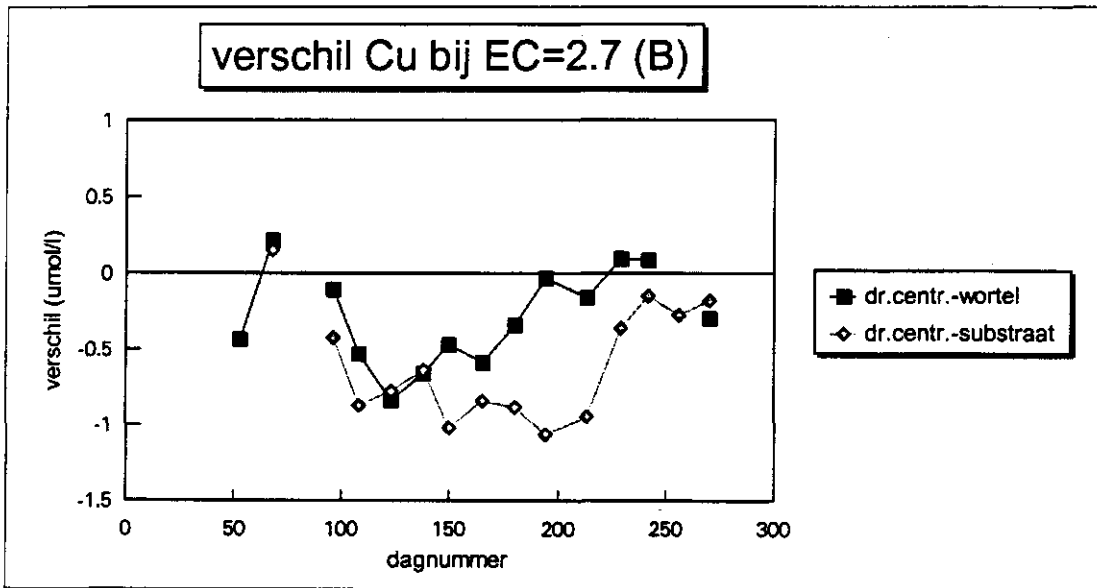
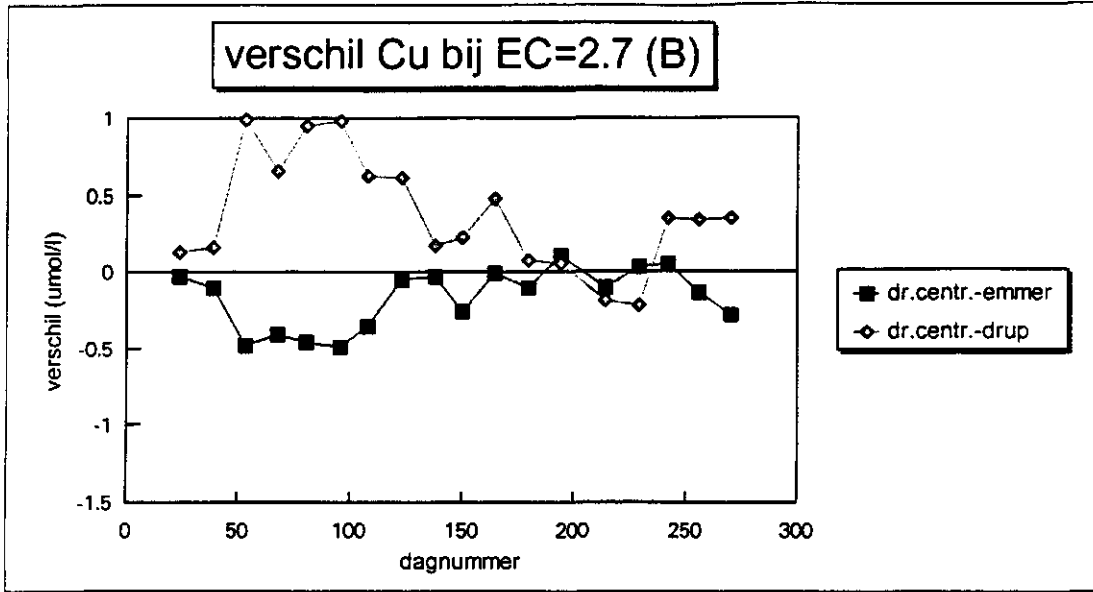


verschil B bij EC=2.7 (B)





Aanpassing in de standaardvoedingsoplossing voor Cu
bij een afwijking $> \pm 0.75 \mu\text{mol/l}$



BIJLAGE 4

ANALYSECIJFERS BEDRIJF A

EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l, spoorelementen in umol/l

Druppelewater:

dagnummer	EC	pH	SI	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
20	5.6	3.1	0.34	0.7	11.3	0.8	6	2.5	21.2	0.4	2.3	0.1	2.81	8.7	8.9	184	45	2.3	0.3
31	5.2	3.3	0.32	0.5	11.7	0.8	6.5	2.6	23.7	0.3	2.2	0.1	2.64	26	11	7	46	1.6	0.2
45	2.6	6.7	0.28	0.5	9.7	0.6	5.6	1.8	19.6	0.2	1.7	0.1	2.08	14	10	7.2	33	1.2	0.1
59	2.5	6.1	0.28	0.2	5.4	0.9	6.4	1.6	16.8	0.4	1.3	0.1	1.37	20	6.3	5.3	33	1	0.3
72	3.4	4.2	0.28	0.5	13	1	6.3	2.7	23.9	0.4	2.4	0.1	2.24	39	12	7.6	43	1.4	0.5
87	3	6.1	0.27	0.8	5	1	9.1	1.8	23.9	0.5	1.4	0.1	1.09	41	7.1	6.2	28	0.9	0.2
101	2.8	6	0.25	0.5	10.6	1.1	5	1.3	20	0.5	1.3	0.1	1.57	36	8.2	6.4	31	1.3	0.4
116	3.4	5.4	0.25	0.6	9	0.9	7.7	3	22.2	0.1	2.6	0.1	2.54	30	15	5.2	65	1.4	0.5
128	2.9	6.6	0.09	0.6	14.6	1	2.8	1.5	17.6	0.5	1.3	0.1	2.14	13	8.4	6	44	0.9	0.4
143	3	5.3	0.08	0.4	4	1	9.5	1.8	25.2	0.5	1.3	0.1	1.07	24	8.6	4	24	1	0.2
158	2.1	6.1	0.24	0.1	9.4	1	2.8	1.3	13.7	0.8	1.6	0.1	1.9	15	7.6	2.3	31	1.1	0.3
171	2.3	6.3	0.26	0.4	5.4	1.2	5.2	1.6	14.3	0.8	1.5	0.1	1.05	17	9.6	2.5	36	0.8	0.4
186	2.1	5.9	0.1	0.3	5.3	1.1	4.4	1.5	12.4	0.9	1.5	0.1	1.33	14	8.1	3.5	40	1.1	0.2
209	3.3	5.5	0.44	1	9	1.5	7.5	2.7	23.5	1	2.5	0.1	2	25	14	4.8	54	1.4	0.4
221	2.4	6.1	0.33	0.2	6.1	2.1	4.9	2.2	13.2	1.4	2.1	0.1	1.64	19	8.8	3.8	43	1	0.6
235	3	5.8	0.17	0.6	7	2	6.8	2.3	17.8	1.4	2	0.2	1.6	14	11	6	49	1.2	0.7
249	3	5.6	0.3	0.5	10.2	1.6	5.4	2.5	19.7	1	2.4	0.1	1.96	20	14	6.4	49	1.5	0.5
265	2.7	6.3	0.31	0.5	7.3	2	5.5	2.3	16.5	1.7	2.3	0.2	1.4	16	9.7	4.1	48	1.2	0.3
276	3.2	5.1	0.13	0.9	10.4	0.9	6.5	2.7	22.9	0.5	2.8	0.1	2.34	27	17	6.5	61	1.5	0.3

Drainwater centrale drain:

dagnummer	EC	pH	SI	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
20	6.2	3.6	0.6	0.3	12.2	1.4	7.6	3.7	24.1	0.6	3.5	0.1	2.47	55	9.2	8.5	71	2.6	0.4
31	5.7	3.2	0.37	0.2	11.1	1.1	6.3	2.6	22.7	0.4	2.4	0.1	2.14	27	8.3	6.7	50	2	0.2
45	3.3	5.5	0.36	0.2	10.9	0.9	7.1	2.8	23.9	0.3	2.3	0.1	2.14	19	9	6.7	43	1.6	0.1
59	3.3	5.7	0.34	0.1	8.2	1	8.1	2.5	23.3	0.4	2	0.1	1.8	22	7.7	7	49	1.6	0.3
72	3.2	6	0.29	0.1	11.7	1.3	6	2.9	22	0.5	2.5	0.1	1.52	33	8.6	8.3	48	1.8	0.4
87	3.1	5.7	0.25	0.2	7.3	1.2	7.7	3.4	21.5	0.5	3	0.1	1.7	32	11	8.7	53	1.4	0.3
101	2.7	6.5	0.15	0.1	8.8	1.6	5.3	1.7	18.9	0.6	1.6	0.1	0.86	51	5.8	7.8	42	1.6	0.3
116	3.2	6	0.2	0.1	7.2	1.4	8.4	3.2	22.1	0.2	2.8	0.1	1.47	37	11	6.5	58	1.8	0.4
128	3.6	5.8	0.14	0.1	17.6	1.8	3.6	2.4	22.8	0.8	2.3	0.1	2.54	35	9.3	9.6	69	1.4	0.5
143	3.5	5.8	0.1	0.1	3.9	1.4	11.9	2.8	27.9	0.7	1.8	0.1	1.02	25	11	20	38	1.3	0.4
158	2.9	6	0.21	0.1	12.2	1.7	4.2	2	19.8	1	2.2	0.1	1.96	27	7	3.3	47	1.4	0.4
171	3.9	5.4	0.27	0.2	8.5	1.9	10.3	3.6	27.9	1.2	3	0.1	1.54	33	17	4.5	70	1.4	0.4
186	2.9	5.5	0.13	0.1	6.9	1.7	6.4	2.5	17.4	1.3	2.2	0.1	1.72	20	12	5.1	62	1.6	0.3
209	3.4	6.2	0.48	0.2	9.1	2.4	8	3.2	24	1.5	3.3	0.1	1.33	30	9.2	5.3	67	1.7	0.4
221	3.1	6.2	0.29	0.1	7.7	3.4	6.5	3.5	16.2	2.2	4	0.1	1.84	33	6.6	4.6	71	1.5	0.9
235	3.8	6	0.18	0.1	7.6	4.6	8.9	4.1	20.6	2.9	4.6	0.1	1.47	32	9.4	6.8	85	1.6	1.3
249	3.8	5.8	0.23	0.1	11.7	3.5	7.2	4	23.7	2.4	4.6	0.1	2.09	33	11	7.4	78	2	0.6
265	3.3	6	0.29	0.1	8.1	3	7.3	3.9	19.8	2.2	4.3	0.1	1.56	30	11	6	78	1.8	0.6
276	3.6	4.8	0.19	0.3	10.3	1.8	8.1	3.5	25.4	1	3.6	0.1	2.01	30	15	6.6	68	1.8	0.1

Drainwater uit emmer:

dagnummer	EC	pH	SI	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
20	6.5	3.9	0.74	0.1	12.1	1.9	8.3	4.4	24.4	0.5	4.8	0.3	1.69	80	9.7	7.3	92	3.7	0.4
31	6.5	3.5	0.43	0.1	11.3	2	7	3.6	22.8	0.3	3.9	0.6	1.47	59	5.5	4.9	75	3.2	0.2
45	4.2	6.1	0.47	0.1	13.7	1.6	8.6	4.2	30.5	0.3	3.6	0.2	2.38	35	8	4.7	63	2.7	0.1
59	3.5	6	0.4	0.1	8.9	1.3	8.9	3.4	25.3	0.3	3.1	0.1	1.65	25	7.8	7.4	58	1.9	0.2
72	3.2	6.2	0.3	0.1	11.9	1.4	5.9	3	22.2	0.5	2.7	0.1	1.15	35	8.7	8.6	52	1.9	0.4
87	3.2	6.1	0.28	0.1	7.2	1.6	8.2	3.9	20.7	0.6	3.9	0.2	1.32	37	11	10	63	1.8	0.3
101	2.5	6.8	0.17	0.1	7.6	2	5	1.8	16.1	0.6	1.9	1.4	0.36	67	5.9	7.8	49	1.9	0.4
116	3.4	6.3	0.21	0.1	7.5	1.8	8.8	3.3	23.1	0.3	3	0.2	1.06	40	10	6.8	58	1.9	0.4
128	4.2	6.2	0.21	0.1	21.2	2.3	4.1	3	26.5	1.1	3.2	0.2	2.71	18	9.9	12	86	1.9	0.7
143	4.1	6.3	0.19	0.1	2.8	2	15	3.6	33.4	0.9	2.7	0.2	0.75	35	12	6.9	48	1.8	0.5
158	2.9	6.3	0.22	0.1	11.7	1.9	4.2	2.2	18	1.2	2.5	0.3	1.64	32	5.9	3.3	54	1.6	0.5
171	4.8	6	0.35	0.2	7.9	2.8	14.5	5.4	35.7	1.7	4.5	0.1	1.27	49	19	5.1	97	1.9	0.6
186	3.3	6	0.23	0.1	7.2	2.4	7.8	3.3	19.9	1.7	2.9	0.1	1.59	26	12	5.5	76	1.9	0.3
209	3.5	6.5	0.62	0.2	8.7	2.9	8.2	3.5	23.4	1.8	3.9	0.2	1	38	10	5.2	74	1.9	0.5
221	3.5	6.3	0.38	0.1	7.9	4.8	7.7	4.4	16.6	3	5.9	0.4	1.73	49	7.3	5.7	87	1.9	1.2
235	5.7	6.5	0.35	0.1	8.7	10.6	14.8	7.9	28	6.6	11.6	0.9	1.01	67	10	9.5	136	2.6	2.6
249	4.6	6.3	0.31	0.1	13	5.5	9.6	5.5	25.4	3.3	7.5	0.3	2.06	45	11	8.2	96	2.5	1.1
265	4	6.3	0.39	0.1	8.7	4.7	9.6	5.5	21.4	2.9	8.1	0.1	1.49	48	13	7.6	107	2.7	0.9
276	3.8	5.8	0.32	0.4	10.1	2.3	8.9	3.9	25.9	1.2	4.5	0.1	1.84	33	16	6.4	76	2	0.2

Water via kunstwortel:

dagnummer	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	EC	Ph
20	0.1	12.2	1.2	7	3.6	26.8	0.5	4.2	2.21	63	9.9	8.5	2.8		3.6	6.2
31	0.1	10.7		6.4	2.9	23.3	0.31	3.85	1.67							
59	0.1	8.49	0.94	7.88	2.62	24.8	0.74	2.47	1.71	19.3	9.9	8	68	1.72	3.9	6.2
72	0.1	11.2	1.5	5.8	2.9	21.8	0.5	2.5	1.13	34	8.2	8.4	53	2.2	3.2	6
87	0.1	5.81	1.49	7.88	3.76	20.2	0.19	5.08	0.87	38.4	9.2	9.2	63	2.93	6.5	3.1
101	0.1	6.79	2.09	6.15	2.25	20.2	1.04	2.6	0.3	70.1	6.3	8.5	46	2.04	2.9	7
116	0.1	6.15	2.4	9.73	3.66	26	0.51	4.26	0.56	73.7	10.2	10.5	71	2.9	3.6	6.7
128	0.1	20.7	2.79	5.33	3.77	30.6	0.8	4.6	1.58	73.3	10.7	13.2	109	2.62	4.6	6.3
143	0.1	4.04	2.55	14.5	4.03	33.9	0.97	4.4	0.4	45.7	9.7	9	67	2.18	4.4	6.8
158	0.1	12.5	3.29	6.81	3.44	23	1.35	5.55	0.8	59.8	5.6	9.7	75	2.79	3.7	7.1
171	0.1	6.28	3.96	13.7	5.87	32.3	1.85	7.8	0.4	67.5	12.1	7.5	122	2.27	4.5	6.9
186	0.1	7.74	3.6	11.02	4.82	28.92	2.32	5.68	1	43.6	11.6	6.8	101	2.48	4.2	6.4
209	0.1	7.58	3.27	6.94	3.36	18.04	1.38	4.88	0.57	41.8	6.2	6.5	82	1.84	3.4	6.9
221	0.1	7.13	4.33	6.05	3.99	14.87	2.3	6.8	0.52	46.15						

ANALYSECIJFERS BEDRIJF B
EC in mS/cm, hoofdelementen in mmol/l, spoorelementen in umol/l

Druppelwater:

dagnummer	EC	pH	SI	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
24	5.6	2.5		1.3	8.3	0.6	4.1	1.6	15.9	0.4	1.6	0.1	1.63	12	11	7.4	25	1.1	0.4
39	6.1	2.2		0.7	6.8	0.7	4.2	1.6	14.3	0.3	1.2	0.1	1.16	16	11	6.3	31	1.1	0.4
53	2.2	6	0.08	0.8	7.9	0.6	3.9	1.7	14.7	0.2	1.5	0.1	1.24	16	8.3	5.6	22	0.9	0.5
68	2.5	6.1	0.14	0.5	8.4	0.6	4.9	1.9	18.8	0.3	1.2	0.1	1.38	24	11	6	26	1.4	0.6
81	2.5	6.1	0.12	0.8	9.2	0.6	3.9	1.8	15.7	0.3	2	0.1	1.75	24	10	6.9	25	1.2	0.4
96	2.2	6	0.06	0.4	7.4	0.6	3.9	1.8	13.9	0.3	1.4	0.1	1.36	24	8.4	8.7	30	1.3	0.4
108	2.4	5.8	0.04	0.7	7.8	0.7	4.7	1.8	16.8	0.3	1.4	0.1	1.38	23	4.7	8.3	33	0.8	0.5
123	2.1	6.2	0.03	0.4	6.6	0.6	3.8	1.5	13.4	0.3	1.2	0.1	0.87	14	4.7	8.8	24	0.8	0.4
138	2.2	6.3	0.02	0.6	7.1	0.7	3.7	1.6	14	0.3	1.4	0.1	1.16	14	5.1	10	26	1.2	0.4
150	2	6.6	0.02	0.2	7.7	0.6	3.2	1.4	12.5	0.3	1.6	0.1	1.2	11	3.8	11	22	1	0.3
165	2.1	6.1	0.01	0.4	6.9	0.5	3.9	1.5	12.4	0.2	1.4	0.1	1.26	14	5.3	10	28	0.7	0.3
180	2.1	6.4	0.03	0.4	6.7	0.6	3.8	1.4	13.3	0.3	1.3	0.1	1.03	14	4.8	8.4	30	0.8	0.2
194	1.9	6.3	0.03	0.2	6.7	0.7	3.3	1.3	11.4	0.3	1.5	0.1	0.93	13	3.7	6.7	23	0.8	0.1
214	2	6.3	0.01	1.1	5.8	0.5	4.2	1.3	13.8	0.2	1	0.1	1.1	22	9.2	1.5	23	1	0.2
229	2.3	6.5	0.09	0.1	7.6	0.7	4.5	1.9	15.3	0.3	1.7	0.1	0.94	35	7.1	2.5	34	1.3	0.3
242	2	6.3	0.15	0.1	5.8	1.8	3.3	1.2	11.1	1.7	1.2	0.4	0.85	22	3.6	2.7	26	1.1	0.3
256	2	6.3	0.04	0.1	5.8	0.9	3.5	1.4	12.9	1.1	1.2	0.1	0.92	25	6.9	1.2	21	1	0.2
270	1.9	6.5	0.04	0.7	6.3	0.7	3.3	1.4	12.6	0.4	1.2	0.1	0.85	26	9.2	1.9	23	1.1	0.2
284	2.1	6.6	0.06	0.1	6.6	0.8	4.3	1.3	13.6	0.4	1.2	0.2	0.72	39	6.6	2.4	25	1	0.4

Drainwater centrale drain:

dagnummer	EC	pH	SI	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
24	5.4	2.9		0.5	8.9	0.8	5.7	2.4	21.1	0.4	1.9	0.1	1.02	19	15	5.9	39	1.3	0.3
39	5	2.9	0.24	0.1	11	0.9	4.6	2.2	18	0.3	1.9	0.1	1.48	21	12	6.1	35	1.1	0.3
53	2.9	5.9	0.23	0.1	8	1	6.4	2.7	20.2	0.3	2.1	0.1	0.72	26	14	10	53	2.2	0.4
68	2.8	6.1	0.23	0.1	9.3	1	5.9	2.6	20.9	0.4	1.9	0.1	1.06	27	13	9.2	38	2.2	0.6
81	3.2	6.2	0.19	0.1	10.6	1.1	5.8	3.5	20.5	0.4	3	0.1	1.11	43	15	11	58	2.6	0.5
96	2.8	6.3	0.16	0.2	8.6	1.2	5.6	2.9	17.6	0.5	2.7	0.1	1.15	45	11	13	53	2.6	0.8
108	2.9	5.8	0.09	0.1	9.8	1.1	5.4	2.4	18.8	0.4	2.5	0.1	1.19	33	6.1	12	45	1.6	0.4
123	2.7	6.2	0.1	0.1	9.7	1.1	4.5	2.4	16.2	0.5	2.4	0.1	0.93	20	4.7	13	37	1.6	0.9
138	3	6.4	0.08	0.1	8.9	1.3	5.9	3.1	19.4	0.4	3.1	0.1	0.91	24	4	18	51	1.8	0.7
150	3.8	5.7	0.08	0.1	13.2	1.3	7.6	3.4	26.6	0.4	3.5	0.1	1.65	29	5.9	18	52	2.2	0.5
165	3.2	5.6	0.08	0.1	9.1	1.1	7.5	3	20.9	0.3	2.7	0.1	1.27	29	7.5	20	56	1.6	0.2
180	4.2	5.1	0.13	0.1	12.2	1.4	9.2	3.7	30.9	0.5	3.1	0.1	1.36	36	9.8	22	60	1.7	0.5
194	3.4	5.7	0.12	0.1	10.3	1.2	7.2	2.9	23.4	0.4	2.8	0.1	0.92	32	6.2	14	52	1.5	0.3
214	3	5.5	0.25	0.3	8.4	0.7	7.2	2.4	22.3	0.2	1.7	0.1	1.24	30	9.8	5.4	35	1.3	0.4
229	3.1	6.3	0.16	0.1	10	1.2	6.2	2.9	20.4	0.4	2.5	0.1	0.88	57	7.2	2.5	49	1.5	0.5
242	2.6	6.3	0.19	0.1	7.6	2.8	4.6	1.8	15.4	2.3	1.8	0.1	0.88	45	4.9	2.8	41	1.7	0.5
256	3.1	4.3	0.17	0.1	9.3	1.7	6.3	2.3	24.1	1.1	2.2	0.1	1.46	52	17	2.8	38	1.9	0.2
270	3.2	4	0.17	0.2	9	1.8	6.7	2.6	22.4	0.9	2.5	0.1	1.1	66	21	2.9	43	2.2	0.2

Drainwater uit smac:

dagnummer	EC	pH	SI	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
24	5.6	2.8		0.2	7.9	1	5.6	2.5	19.3	0.4	1.8	0.1	0.65	21	16	4.7	41	1.4	0.3
39	5.4	2.9	0.31	0.1	10.8	0.9	4.7	2.3	18	0.2	1.9	0.1	1.24	23	12	5.7	37	1.4	0.3
53	2.8	6.2	0.24	0.1	7.6	1	6.5	2.8	20	0.3	2.1	0.1	0.36	25	14	9.9	53	2.6	0.3
68	2.8	6.3	0.24	0.1	9	1.1	5.9	2.7	19.9	0.4	2.2	0.1	0.77	32	14	11	42	2.6	0.6
81	3.3	6.4	0.19	0.1	10.7	1.4	6.3	3.6	20.6	0.5	3.7	0.4	0.72	54	16	14	63	3.2	0.7
96	3	6.1	0.18	0.1	9.7	1.4	6.1	3.6	19.3	0.5	3.3	0.2	0.91	54	14	16	58	3.3	0.9
108	2.8	6	0.1	0.1	9.9	1.1	4.5	2.4	17.7	0.4	2.5	0.1	0.94	34	6.5	11	44	1.9	0.8
123	2.8	6.1	0.11	0.1	9.7	1.3	4.8	2.8	17.8	0.5	2.7	0.2	0.81	23	4.9	14	38	1.7	1
138	3.3	6.3	0.11	0.1	9.7	1.6	6.5	3.5	21.3	0.5	3.6	0.2	0.78	31	5.7	20	55	2	0.9
150	4.2	6	0.15	0.1	14.4	1.7	8.3	3.9	28.7	0.5	4.3	0.1	1.51	37	6.8	22	59	2.8	0.7
165	3.4	5.7	0.1	0.1	9.2	1.3	8.3	3.3	23	0.3	3.1	0.1	1.17	33	8.6	23	59	1.7	0.3
180	5.5	5.8	0.19	0.1	15.9	2.3	13	5.3	42	0.8	4.8	0.1	1.46	48	11	29	77	2.4	0.6
194	4	5.9	0.16	0.1	11.6	1.7	9.1	3.8	28.6	0.6	3.7	0.1	0.8	40	7	18	63	1.6	0.6
214	3	6.3	0.39	0.3	8	1	6.9	2.4	21.3	0.4	1.8	0.1	1.11	27	8.3	6	33	1.4	0.4
229	3	6.1	0.17	0.1	9.3	1.4	5.9	3	19.1	0.6	2.5	0.2	0.79	59	7	2.7	48	1.4	0.8
242	2.7	6.2	0.2	0.1	7.3	3.2	4.7	1.9	15.3	2.8	2	0.2	0.93	52	4.8	2.5	43	1.7	0.5
256	2.9	5.6	0.2	0.3	8.8	1.8	6.1	2.4	20.5	1.1	2.1	0.1	1.27	52	13	2.4	36	1.9	0.3
270	3.1	6	0.18	0.2	8.5	2.2	6.6	2.9	21.6	1.2	2.6	0.1	0.94	76	17	2.2	44	2.4	0.3
284	3.8	6.1	0.23	0.1	13	1.9	7.5	3.6	24.2	0.8	3.7	0.1	1	91	9.2	2.9	61	2.4	1.7

Water via kunstvoert:

dagnummer	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	EC	Ph
24	0.1	8.3	1.4	8	4.1	24.2	2.4	4	0.34						3.5	
39	0.1	7.3		8.1	4	26.9		3.5	0.35						2.8	6.1
53	0.16	7.71	0.59	8.11	2.07	20	0.45	1.99	0.72	17.6	20.1	10.1	48	2.22	2.4	6.2
68	0.1	9.05	0.68	5.95	2.26	21.2	0.69	2.25	1.02	26.9	21.7	9.5	47	2.09	2.9	5.7
81	0.2	11.5	1.1	6.36	3.21	24	0.34	3.5	0.98	41.4	20.7	13	62		3.3	
96	0.1	7.94	1.24	6.08	2.87	17.4	0.65	3.44	0.87	49.3	15.5	14.4	52	2.9	3	6.3
108	0.1	9.01	1.18	5.43	2.53	19.9	0.88	3.34	0.99	45.3	9	14.6	45	2.14	2.9	5.7
123	0.1	8.72	1.76	5.86	3.09	17.7	0.49	5.65	0.45	48.7	6.8	20.2	57	2.63	2.9	6.7
138	0.1	8.33	2.57	8.47	4.58	22	0.51	8.6	0.42	67.3	9	34.3	86	2.92	3.6	6.5
150	0.1	12.8	2.72	10.5	5.32	31	0.6	8	0.71	76.7	10.9	34.3	83	3.43	4.7	6.2
165	0.1	7.46	1.91	9.22	4.14	23.1	0.31	5.72	0.51	58.8	10	29.2	68	2.5	3.6	5.9
180	0.1	11.12	2.6	13.44	5.77	38.7	0.69	7.4	0.52	79.6	14	5	37.4	2.65	5.1	6
194	0.18	11.8	1.59	9.46	4	30.9	0.49	4.8	0.59	49.9	10.4	22.8	70	1.95	4.3	5.6
214	0.1	7.95	0.73	6.42	2.55	21.55	0.1	2.51	0.82	32.2	9.9	7.2	42	1.47	3	5.7
229	0.13	10.9	1.58	6.17	3.6	17.08	0.31	5	0.55	79.2	6	4.8	58	1.56	3.5	6.4
242	0.1	8.21	4.7	5.01	2.49	16.36	2.79	4.16	0.57	75.2	3.9	3.9	64	1.92	3.2	7
256	0.13	10.8	4.17	7.22	3.32											

BIJLAGE 5 : Gegevens substraatmonsters**BEDRIJF A**

dagnummer	Vocht (%-g)	Bulkdichtheid (Kg m ⁻³)	Water uitlek (%-v)
72	46	-	-
87	49	394	49
101	47	424	51
116	47	426	52
128	47	411	50
143	48	453	55
158	48	401	49
171	48	410	52
186	48	411	52
209	50	365	49
221	50	420	54
235	49	400	52
249	50	403	52
265	49	405	52
276	50	390	52

BEDRIJF B

68	48	-	-
81	-	-	-
96	47	425	51
108	48	385	48
123	47	405	49
138	47	423	50
150	47	411	50
165	47	429	54
180	48	412	52
194	48	387	49
214	46	438	52
229	48	429	54
242	47	428	55
256	47	428	55
270	49	399	53
284	48	417	55