

cb

Bibliotheek  
Proefstation  
Naaldwijk

A  
Z  
S  
74

BIBLIOTHEEK  
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW  
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS

Controle van het geautomatiseerde advies voor tomaat

H. Sonneveld-van Buchem

november 1988

Intern verslag nr. 22

2233008

A  
2  
5  
74

Inhoudsopgave	pag
1. Doel	1
2. Proefopzet en waarnemingen	1
3. Resultaten	1
3.1. Vergelijking van analyseresultaten toegediende voedingsoplossing en voedingsoplossing in het wortelmilieu	1
3.2. Vergelijking van analyseresultaten drainwater en voedingsoplossing in het wortelmilieu	8
4. Samenvatting en conclusies	9
Bijlage 1. Voedingsoplossing voor de teelt van tomaten in steenwol	10
Bijlage 2. Analyseresultaten voedingsoplossing in het wortelmilieu, toegediende voedingsoplossing en drainwater (V.d. Drift)	12
Bijlage 3. Analyseresultaten voedingsoplossing in het wortelmilieu, toegediende voedingsoplossing en drainwater (Gebr. van Geest)	13

## 1. Doel

Tot februari 1987 werden bemestingsadviezen met de hand opgesteld. Daarna werd de advisering voor de diverse groente- en sierteeltgewassen geautomatiseerd. Om na te gaan of de streefcijfers en de voedingsoplossing voor de teelt van tomaten in steenwol op elkaar afgestemd waren, werd de automatische advisering voor tomaat in 1988 in de praktijk gecontroleerd.

## 2. Proefopzet en waarnemingen

Van twee tomatenteeltbedrijven, de heer P. v.d. Drift in Poeldijk en de Gebroeders van Geest in 's-Gravenzande, werden tijdens de teelt de voedingsgiften, het verloop van de analysecijfers van de voedingsoplossing in de steenwol en de gedoseerde EC en pH geregistreerd. Druppelwater en drainwater werden gedurende twee weken opvangen op twee plaatsen in de kas in zwarte jerrycans. Op het bedrijf van Van der Drift werd drain opgevangen in een maatkan. Monsters van dit water werden geanalyseerd. Tevens werd iedere week de gemiddelde doorspoeling genoteerd. Bemest werd met de standaardvoedingsoplossing voor de teelt van tomaten (bijlage 1). Bij Van Geest werd echter minder K, meer Ca, minder  $SO_4$  en meer spoorelementen gedoseerd dan de standaardvoedingsoplossing. Op het bedrijf van Van der Drift werden belichte tomatenplanten (Calypso) van 10 november tot begin december op de mat gezet en ongeveer halverwege januari op het plantgat. Op het bedrijf van Van Geest werden de belichte planten (Counter) half december op de mat gezet en half januari op het plantgat. Beide tuinders gingen uit van nieuwe steenwolmatten. Van Geest gebruikte leidingwater (A 4.4.0) en Van der Drift druppelde met regenwater (A 0.0.0) of leidingwater (B 6.8.1/3.0.0).

## 3. Resultaten

### 3.1. Vergelijking van analyseresultaten toegediende voedingsoplossing en voedingsoplossing in het wortelmilieu

Om tot een duidelijke interpretatie van het cijfermateriaal te komen werden beide stookteelten verdeeld in twee teeltperioden. Alle analysecijfers werden vervolgens over de twee perioden gemiddeld. De tabellen 3.1 a en b en 3.2 a en b geven de gemiddelde analysecijfers weer van het druppelwater en van de voedingsoplossing in de steenwol voor respectievelijk de stookteelt van de heer V.d. Drift en de Gebroeders van Geest. Tevens worden de gemiddelde voedingsgiften en de gemiddelde automatische adviezen vermeld.

Tabel 3.1.a. De gemiddelde berekende, geanalyseerde en gecorrigeerde toediening en de geanalyseerde en gecorrigeerde voedingsoplossing in de steenwolmat (V.d. Drift, eerste teeltperiode).

Teeltperiode 7/12 t/m 9/6						
	toediening			steenwol		automatisch
	berekend	analyse	gecorrigeerd	analyse	gecorrigeerd	advies
EC mS.cm <sup>-1</sup>		2.3		3.7		
pH		4.7		6.3		
NH <sub>4</sub> mmol.l <sup>-1</sup>	0.4	0.8	0.8	0.1		
K	9.4	7.7	8.5 la	7.5	5.9	+ 1.0
Na		1.3		3.2		
Ca	4.75	4.1	4.6	10.2	8.1 h	- 0.2
Mg	1.8	1.8	2.0 ha	4.2	3.3	
NO <sub>3</sub>	14.6	13.4	14.8 ha	18.9	14.9	+ 0.5
Cl <sub>3</sub>		1.1		1.5		
SO <sub>4</sub>	3.3	2.9	3.2 la	5.7	4.5	
HCO <sub>3</sub>		0.1		0.2		
P	1.7	1.21	1.3 la	0.87	0.68	+ 0.1
Fe umol.l <sup>-1</sup>	15	13	14	19	15	+ 5%
Mn	8.6	7.4 la		14 h		-12.5%
Zn	4.9	6.5	7.1 h	8.7	6.9	
B	28	29	32 h	53	42	+ 5%
Cu	0.8	1.0	1.1 h	1.4	1.1	

10-20% doorspoeling  
 ingestelde EC 2.4 (gem.)  
 ingestelde pH 5.3 (gem.)

h = hoog; analyseresultaten liggen boven de streefgrens, waarbinnen geen aanpassing wordt gedaan aan de voedingsoplossing  
 ha = vrij hoog; analyseresultaten liggen tegen de bovengrens aan  
 l = laag; analyseresultaten liggen onder de streefgrens waarbinnen geen aanpassing wordt gedaan aan de voedingsoplossing  
 la = vrij laag; analyseresultaten liggen tegen de ondergrens aan (bijlage 1)

Tabel 3.1.b. De gemiddelde berekende, geanalyseerde en gecorrigeerde toediening en de geanalyseerde en gecorrigeerde voedingsoplossing in de steenwolmat (V.d. Drift, tweede teeltperiode).

Teeltperiode 9/6 t/m 5/10						
	toediening			steenwol		automatisch
	berekend	analyse	gecorrigeerd	analyse	gecorrigeerd	advies
EC mS.cm <sup>-1</sup>		2.2		3.4		
pH		4.6		6.5		
NH <sub>4</sub> mmol.l <sup>-1</sup>	0.8	0.4	0.5	0.1		
K	9.3	6.7	8.1 l	6.7	6.2	+ 0.5
Na		1.5		4.6		
Ca	4.75	4.0	4.9 ha	8.6	7.9 ha	- 0.3
Mg	1.7	1.7	2.1 ha	3.6	3.3	
NO <sub>3</sub>	14.7	12.5	15.0 ha	20.2	18.6	- 0.3
Cl		1.3		3.0		
SO <sub>4</sub>	3.1	2.6	3.2 la	4.6	4.2	+ 0.1
HCO <sub>3</sub>		0.1		0.3		
P	2.1	0.96	1.2 la	0.77	0.71	
Fe umol.l <sup>-1</sup>	17	11	13	9.1	8.4 l	+ 7%
Mn	10.5	8.2 la		8.1		
Zn	4.2	7.0	8.5 h	12	11 h	- 7%
B	27	26	31 ha	44	40	+ 4%
Cu	0.8	1.5	1.8 h	1.5	1.4 ha	- 4%

15-20% doorspoeling  
 ingestelde EC 2.1 (gem.)  
 ingestelde pH 5.3 (gem.)

h = hoog  
 ha = vrij hoog  
 l = laag  
 la = vrij laag

**Tabel 3.2.a.** De gemiddelde berekende, geanalyseerde en gecorrigeerde toediening en de geanalyseerde en gecorrigeerde voedingsoplossing in de steenwolmat (Van Geest, eerste teeltperiode).

herfstteelt 1/2 t/m 9/6						
	toediening			steenwol		automatisch advies
	berekend	analyse	gecorrigeerd	analyse	gecorrigeerd	
EC mS.cm <sup>-1</sup>		2.8		4.0		
pH		5.7		6.0		
NH <sub>4</sub> mmol.l <sup>-1</sup>	0.6	0.6		0.1		
K	7.2	6.9	6.4 l	6.4	4.9 l	+ 1.0
Na		2.3		5.1		
Ca	4.6	5.9	5.5 h	10.8	8.3 h	- 0.4
Mg	1.8	2.4	2.2 h	4.5	3.5	
NO <sub>3</sub>	14.0	17.1	16.2 ha	25.1	19.3	- 0.2
Cl		2.0		3.5		
SO <sub>4</sub>	2.6	2.7	2.6 l	5.0	3.9	+ 0.2
HCO <sub>3</sub>		0.1		0.1		
P	1.4	1.32	1.25 la	1.10	0.84	
Fe umol.l <sup>-1</sup>	15	21	20 h	41	32 h	-10%
Mn	12	13 ha		9.6		
Zn	5.5	6.1	5.7	8.4	6.5	
B	31	45	42 h	77	5.9	
Cu	0.75	1.1	1.0 h	1.2	0.9	

30-35% doorspoeling  
 ingestelde EC 2.7 (gem.)  
 ingestelde pH 5.7 (gem.)

h = hoog  
 ha = vrij hoog  
 l = laag  
 la = vrij laag

Tabel 3.2.b. De gemiddelde berekende, geanalyseerde en gecorrigeerde toediening en de geanalyseerde en gecorrigeerde voedingsoplossing in de steenwolmat (Van Geest, tweede teeltperiode).

herfstteelt 9/6 t/m 5/10						
	toediening			steenwol		automatisch
	berekend	analyse	gecorrigeerd	analyse	gecorrigeerd	advies
EC mS.cm <sup>-1</sup>		2.5		4.0		
pH		5.9		5.9		
NH <sub>4</sub> mmol.l <sup>-1</sup>	0.5	0.4	0.4	0.1		
K	5.9	5.3	5.6 l	5.4	4.1 l	+ 1.7
Na		2.0		4.5		
Ca	4.8	5.8	6.1 h	11.7	8.9 h	- 0.5
Mg	1.8	2.1	2.2 h	4.4	3.3	
NO <sub>3</sub>	13.6	14.8	16.6 ha	26.9	20.5 ha	- 0.1
Cl		1.8		3.4		
SO <sub>4</sub>	2.4	2.1	2.4 l	4.2	3.2 l	+ 0.4
HCO <sub>3</sub>		0.2		0.1		
P	1.3	1.06	1.19 l	1.17	0.89	
Fe umol.l <sup>-1</sup>	15	13	14	23	18	
Mn	13	12		9.2		- 7%
Zn	6.6	7.3	7.9 h	11	8.4	
B	32	47	51 h	107	81 h	-14%
Cu	0.65	1.4	1.5 h	2.6	2.0 h	-11%

30-40% doorspoeling  
 ingestelde EC 2.4 (gem.)  
 ingestelde pH 5.7 (gem.)

h = hoog  
 ha = vrij hoog  
 l = laag  
 la = vrij laag

De toegediende voeding is berekend op basis van de door de tuinder toegediende meststoffen. De kolom berekende toediening geeft de gemiddelde samenstelling weer van de voedingsoplossing in de A- en B-bak, uitgedrukt in mmol.l<sup>-1</sup> voor de hoofdelementen en in umol.l<sup>-1</sup> voor de spoorelementen. Om de analyseresultaten van de toegediende voedingsoplossing direct te kunnen vergelijken met de ionenverhouding van de standaard voedingsoplossing werden in kolom 3 de gemiddelde analysecijfers op basis van de ionensom omgerekend (in milli-equivalenten). De toediening van de kationen werd berekend door 22.5/kationensom van het geanalyseerde druppelwater

als vermenigvuldigingsfactor te nemen. De kationensom van de standaard voedingsoplossing bedraagt namelijk 22.5 me. Bij de anionen werd de anionensom gebruikt en bij de spoorelementen de totale ionensom. Deze verhoudingen werden niet toegepast voor Mn en die elementen die niet gedoseerd werden:  $\text{HCO}_3$ , Na en Cl.

De gecorrigeerde hoofd- en spoorelementen in de voedingsoplossing in de steenwol werden berekend door de analyseresultaten te vermenigvuldigen met  $2.7/(\text{EC}-0.1 \times \text{Na})$ , hetgeen bij benadering de verhouding is tussen de standaard EC en de geanalyseerde EC.

De streefwaarde voor de EC is 2.7, gecorrigeerd op 3 mmol Na en/of Cl.

$\text{HCO}_3$ , Mn, Na en Cl werden van deze vermenigvuldiging uitgesloten, daar Na en Cl de EC niet beïnvloeden en  $\text{HCO}_3$  en Mn door de pH worden beïnvloed. Zodoende werden de waarden voor de hoofd- en spoorelementen direkt vergelijkbaar met de streefcijfers met de daarbij behorende grenzen van de voedingsoplossing in de steenwol (bijlage 1).

In tabel 3.1.a. komt voor de eerste teeltperiode het volgende naar voren:

- Ca: wordt in de eerste periode de standaard hoeveelheid Ca gegeven, dan wordt in het wortelmilieu een hoger gehalte geanalyseerd dan het streefcijfer;
- Mg: een wat hogere dosering dan de standaard dosering was nodig om het streefcijfer te benaderen;
- $\text{NO}_3$ : voor  $\text{NO}_3$  geldt hetzelfde als voor Mg;
- Fe: tijdens de tweede teeltperiode was het gehalte in de steenwolmat lager dan het streefcijfer;
- Mn: een vrij lage dosering leidde tot een gehalte in het wortelmilieu gelijk aan of hoger dan het streefcijfer;
- B: een vrij hoge tot hoge dosering bleek nodig om het streefcijfer te halen;
- Cu: zie B, met uitzondering van de tweede teeltperiode.

In tabel 3.2.a en 3.2.b was opvallend, dat K weinig en Ca veel gedoseerd werd. Tevens werd minder  $\text{SO}_4$  gedruppeld dan standaard. Wordt veel doorgespoeld (Van Geest) dan is het K-cijfer in de steenwol relatief hoger dan wanneer normaal wordt doorgespoeld (20%).

Voor wat betreft Mg,  $\text{NO}_3$  (m.u.v. de tweede teeltperiode), P, Zn (m.u.v. de tweede teeltperiode), B (m.u.v. de tweede teeltperiode) en Cu komen de cijfers van V.d. Drift en Van Geest overeen.

### **3.2. Vergelijking van analyseresultaten drainwater en voedingsoplossing in het wortelmilieu**

Tabel 3.3 en 3.4 geven de gemiddelde analyseresultaten van het drainwater en van de voedingsoplossing in de steenwol van respectievelijk Van der Drift en Van Geest.



Tabel 3.3.a. Gemiddelde analyseresultaten over 2 teeltperioden van drain en voedingsoplossing in de steenwol en de verhouding drain/mat voor EC, pH en Mn (V.d. Drift).

		mmol.l <sup>-1</sup>											umol.l <sup>-1</sup>					
teelt- perio- de	mat	EC	pH	NH <sub>4</sub>	K	Na	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu
	eerste	mat	3.7	6.3	0.1	7.5	3.2	10.2	4.2	18.9	1.5	5.7	0.2	0.87	19	14	8.7	53
drain		4.5	6.2	0.1	8.6	4.0	12.8	5.5	20.4	2.0	7.5	0.2	1.00	22	8.1	13	63	1.3
drain/ mat		1.3	1.0												0.6			
tweede	mat	3.4	6.5	0.1	6.7	4.6	8.6	3.6	20.2	3.0	4.6	0.3	0.77	9.1	8.1	12	44	1.5
	drain	4.0	6.1	0.1	8.6	4.4	9.5	4.3	23.7	2.9	5.2	0.1	1.05	15	7.4	14	70	1.6
	drain/ mat	1.2	1.0												1.0			

Tabel 3.3.b. Gemiddelde analyseresultaten over 2 teeltperioden van drain en voedingsoplossing in de steenwol, gecorrigeerd naar EC 2.7 (vermenigvuldigingsfactor = 2.7/[EC-0.1xNa]) en de verhouding drain/mat

		mmol.l <sup>-1</sup>						umol.l <sup>-1</sup>			
teelt- perio- de	mat	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	P	Fe	Zn	B	Cu
	eerste	mat	5.9	8.1	3.3	14.9	4.5	0.68	15	6.9	42
drain		5.6	8.3	3.6	13.3	4.9	0.65	14	8.5	41	0.8
drain/ mat		1.0	1.1	1.1	0.9	1.1	1.0	1.0	1.3	1.0	0.8
tweede	mat	6.2	7.9	3.3	18.6	4.2	0.71	8.4	11	40	1.4
	drain	6.5	7.2	3.3	18.0	3.9	0.80	11	11	53	1.2
	drain/ mat	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.3	1.0	1.4	0.9

**Tabel 3.4.a.** Gemiddelde analyseresultaten over 2 teeltperioden van drain en voedingsoplossing in de steenwol en de verhouding drain/mat voor EC, pH en Mn (Van Geest).

		mmol.l <sup>-1</sup>											umol.l <sup>-1</sup>					
		EC	pH	NH <sub>4</sub>	K	Na	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu
eerste teelt- perio- de	mat	4.0	6.0	0.1	6.4	5.1	10.8	4.5	25.1	3.5	5.0	0.1	1.10	41	9.6	8.4	77	1.2
	drain	3.9	6.2	0.1	6.1	4.6	10.6	4.3	24.2	3.6	4.5	0.1	0.95	40	9.2	9.9	87	1.3
	drain/ mat	1.0	1.1												1.0			
tweede teelt- perio- de	mat	4.0	5.9	0.1	5.4	4.5	11.7	4.4	26.9	3.4	4.2	0.1	1.17	23	9.2	11	107	2.6
	drain	3.8	6.0	0.1	5.9	4.0	10.5	4.2	25.3	3.1	3.5	0.1	1.23	18	10	9.9	89	1.2
	drain/ mat	1.0	1.1												1.1			

**Tabel 3.4.b.** Gemiddelde analyseresultaten over 2 teeltperioden van drain en voedingsoplossing in de steenwol, gecorrigeerd naar EC 2.7 (vermenigvuldigingsfactor = 2.7/[EC-0.1xNa]) en de verhouding drain/mat.

		mmol.l <sup>-1</sup>						umol.l <sup>-1</sup>			
		K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	P	Fe	Zn	B	Cu
eerste teelt- periode	mat	4.9	8.3	3.5	19.3	3.9	0.84	32	6.5	59	0.9
	drain	4.8	8.3	3.4	18.9	3.5	0.74	31	7.7	68	1.0
	drain/ mat	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	1.2	1.2	1.2
tweede teelt- periode	mat	4.1	8.9	3.3	20.5	3.2	0.89	18	8.4	81	2.0
	drain	4.7	8.3	3.3	20.0	2.8	0.98	14	7.9	71	1.0
	drain/ mat	1.2	1.0	1.0	1.0	0.9	1.1	0.8	1.0	0.9	0.5

Uit de tabellen blijkt dat de analyseresultaten van drainwater en van de voedingsoplossing in de steenwol ongeveer dezelfde zijn. De resultaten benaderen elkaar nog meer wanneer de hoofd- en sporelementen gecorrigeerd worden naar een EC van 2.7. De verhoudingen tussen de gecorrigeerde analyseresultaten in lekwater en de voedingsoplossing in het wortelmilieu bedragen ongeveer 1.0, met uitzondering van een aantal sporelementen. Bij Van der Drift liggen de EC-waarden in het drainwater hoger dan die in het wortelmilieu. De reden kan zijn dat in de maatkannen verdamping plaatsvond, waardoor de EC van het vocht in die kannen steeg. Tevens werd op het bedrijf van Van der Drift minder doorgespoeld dan op het bedrijf van Van Geest. Het bleek niet mogelijk een betrouwbare relatie te leggen, omdat zich te weinig spreiding voordeed in de gemeten EC-waarden.

#### 4. Samenvatting en conclusies

De automatische advisering voor tomaat, geteeld in substraat voldoet, behoudens een aantal kleine aanpassingen.

##### Mg

Het Mg-gehalte was in de voedingsoplossing in de steenwol steeds op peil, dankzij een hogere dosering dan standaard. Voorgesteld wordt het streefcijfer van de voedingsoplossing te verhogen van  $1.75 \text{ mmol.l}^{-1}$  naar  $2.0 \text{ mmol.l}^{-1}$ .

##### NO<sub>3</sub>

Het NO<sub>3</sub>-gehalte in de voedingsoplossing in het wortelmilieu was gelijk aan het streefcijfer omdat een hogere dosering dan standaard werd aangehouden. Omdat NO<sub>3</sub> tevens als sluitpost fungeert om het P-gehalte in de standaard dosering te verlagen, wordt voorgesteld het NO<sub>3</sub>-gehalte in de standaard voedingsoplossing te verhogen van  $13.5 \text{ mmol.l}^{-1}$  naar  $14 \text{ mmol.l}^{-1}$ .

##### P

Het P-gehalte in de voedingsoplossing in de steenwol was goed als minder P gegeven werd dan  $1.5 \text{ mmol.l}^{-1}$ . Daar tevens uit onderzoek is gebleken, dat bij een wat lagere P-gift minder goudspikkels optrad, wordt voorgesteld het P-cijfer in de voedingsoplossing te verlagen van  $1.5 \text{ mmol.l}^{-1}$  naar  $1.0 \text{ mmol.l}^{-1}$  waarbij tevens het streefcijfer wordt verlaagd van  $1.0 \text{ mmol.l}^{-1}$  naar  $0.5 \text{ mmol.l}^{-1}$ .

##### B

Om dezelfde reden als bij Mg wordt voorgesteld de B-gift te verhogen van  $25 \text{ umol.l}^{-1}$  naar  $30 \text{ umol.l}^{-1}$ .

Ter controle van de EC-waarde in het wortelmilieu is het meten in drainwater alleen een goede methode wanneer dit water is afgesloten van licht en geen of nauwelijks water kan verdampen.

De pH van het drainwater is een goede graadmeter voor de zuurgraad die in het wortelmilieu heerst, mits geen licht kan toetreden in verband met algengroei. Analyse van het drainwater geeft een goede indruk van de verhouding van de voedingselementen in het wortelmilieu, als we ons beperken tot de hoofdelementen.

Bij teelten in steenwolmatten wordt voorlopig nog de voorkeur gegeven aan een monster uit de mat.

**Bijlage 1.** Voedingsoplossing voor de teelt van tomaten in steenwol met bijbehorende streefcijfers en grenzen voor de analyseresultaten van de voedingsoplossing in de steenwolmatten.

$$EC(c) = 2.7$$

Standaardvoedingsoplossing

NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
0.5	9.25	4.625	1.75	13.5	1.5	3.75	15	10	5	25	0.75	0.5

Streefcijfers op basis van EC(c)

NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	P	pH	Fe	Mn	Zn	B	Cu
<0.5	7.0	7.0	3.5	17.0	5.0	1.0	5.5	15.0	7.0	7.0	50.0	0.7

Waardering gecorrigeerd op EC(c)

Element		NH <sub>4</sub>	K	Na*	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	Cl*	SO <sub>4</sub>	P
laag	<		5.0		5.0	2.5	13.0		3.5	0.5
hoog	>	0.5	8.0	6.0	8.0	4.5	21.0	6.0	6.5	1.5
Buiten A.V.W.	<		3.0		3.0	1.0	7.0		1.5	0.25
Buiten A.V.W.	>	1.0	14.0	10.0	14.0	6.0	25.0	10.0	7.5	3.0

Waardering gecorrigeerd op EC(c)

		HCO <sub>3</sub> *	EC	pH	Fe	Mn*	Zn	B	Cu
laag	<		2.0*	5.0**	9.0	3.0	5.0	35.0	0.5
hoog	>	1.0	4.0*	6.5	25.0	10.0	10.0	65.0	1.5
Buiten A.V.W.	<		1.5*	6.0***	3.0	0.5	1.5	10.0	
Buiten A.V.W.	>	2.0	5.0	7.5	65.0	20.0	50.0	115.0	6.0

\* Geen correctie EC(c)      \*\* HCO<sub>3</sub> < 0.5      \*\*\* HCO<sub>3</sub> > 0.5

EC(c) = gewenste EC in de steenwolmat, gecorrigeerd op 3 mmol.l<sup>-1</sup> Na en/of Cl

Grenzen voor aanpassingen hoofdelementen bij EC(c)

	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	P
1	< 4.0	< 4.0		<10.5		
2	4.0 - 4.9	4.0 - 4.9	< 2.5	10.5 -12.9	< 3.5	< 0.5
3	5.0 - 8.0	5.0 - 8.0	2.5 - 4.5	13.0 -21.0	3.5 - 6.5	0.5 - 1.5
4	8.1 -11.0	8.1 -11.0	> 4.5	21.1 -23.5	> 6.5	> 1.5
5	>11.0	>11.0		>23.5		

Grenzen voor aanpassingen spoorelementen bij EC(c)

	Fe	Mn*	Zn	B	Cu
1	< 6.0		< 3.0	< 15.0	< 0.30
2	6.0 - 8.9	< 3.0	3.0 - 4.9	15.0 - 34.0	0.30- 0.49
3	9.0 -25.0	3.0 -10.0	5.0 -10.0	35.0 - 65.0	0.50- 1.50
4	26.0 -40.0	11.0 -15.0	11.0 -15.0	66.0 - 90.0	1.51- 2.50
5	>40.0	>15.0	>15.0	> 90.0	> 2.50

Aanpassingen

Hoofdelementen in mmol/l							Spoorelementen in %					
	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	P	1 +	Fe	Mn	Zn	B	Cu
1 +	3.0	1.5		3.0			1 +	50		50	50	50
2 +	1.5	0.75	0.5	1.5	0.5	0.25**	2 +	25	25	25	25	25
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	0	0	0	0	0
4 -	1.5	0.75	0.25	1.5	1.0	0.25	4 -	25	25	25	25	25
5 -	3.0	1.5		3.0			5 -	50	50	50	50	50

\* Geen correctie EC(c)      \*\* Als pH < 6.5 0.5

Extra aanpassing				Correctie i.v.m. pH			
factor K/Ca > 1.5				ammonium			
verrekening ionen							
analyse-cijfer				analyse-cijfer			Extra
K	Ca		element N	pH	HCO <sub>3</sub>		NH <sub>4</sub>
5.0 -8.0	5.0 - 8.0		verschil 1.5	6.0 - 6.5	> 0.5		0.4
aanpassing				6.6 - 7.5	<=1.0		0.6
- 0.5 K				6.6 - 7.5	> 1.0		0.8
+ 0.25 Ca							

## BIJLAGE 2. ANALYSERESULTATEN VAN VAN DER DRIFT

## analyseresultaten van de voedingsoplossing in het wortelmilieu

dat.	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	CL	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	
2	2	4.5	6.3	0.1	10.8	1.6	14.7	5.0	31.6	0.5	6.9	0.1	1.48	26	36	9.6	61	1.9
17	2	5.7	6.3	0.1	13.4	2.4	18.0	6.9	*	0.4	8.6	0.1	1.47	*	*	*	*	*
1	3	4.8	6.0	0.1	12.2	2.7	13.2	6.0	31.2	0.4	8.5	0.1	1.61	37	20	11	71	2.2
15	3	4.0	6.1	0.1	9.9	3.1	10.4	4.6	26.0	1.2	6.6	0.1	0.98	*	*	*	*	*
29	3	3.1	6.1	0.1	6.3	2.3	9.5	3.7	21.3	0.6	5.3	0.1	0.72	15	7.4	9.6	39	1.2
13	4	2.7	6.7	0.1	4.3	1.8	7.1	3.1	12.3	0.2	5.1	0.4	0.27	*	*	*	*	*
27	4	2.9	6.4	0.1	3.6	4.2	7.6	3.3	16.4	2.2	3.9	0.2	0.41	11	3.7	3.7	44	1.0
10	5	3.0	6.3	0.1	6.3	3.3	7.0	3.1	16.8	1.8	4.4	0.1	0.55	*	*	*	*	*
25	5	3.0	6.5	0.1	3.5	5.5	7.1	3.1	15.4	4.6	3.7	0.2	0.53	4.6	3.3	9.5	49	0.8
8	6	3.2	6.5	0.1	4.2	4.7	7.8	3.3	18.4	3.1	4.4	0.1	0.69	*	*	*	*	*
22	6	2.8	6.8	0.1	3.3	5.3	7.1	2.8	13.9	4.8	4.1	0.6	0.39	8.1	2.8	12	50	0.9
5	7	3.2	6.7	0.1	5.3	6.5	8.2	3.6	18.5	4.5	3.7	0.3	0.60	*	*	*	*	*
19	7	3.3	6.6	0.1	8.1	3.8	7.8	3.7	21.5	1.8	5.3	0.2	0.65	10	6.8	11	41	1.2
2	8	3.3	6.4	0.1	4.9	4.5	8.2	3.8	18.6	3.3	5.0	0.2	1.03	8.3	8.7	10	51	2.7
16	8	3.8	6.7	0.1	6.7	5.4	9.8	4.1	22.0	4.0	5.0	0.3	0.65	*	*	*	*	*
1	9	4.0	6.1	0.1	9.7	2.9	9.8	3.8	25.9	1.1	4.4	0.1	1.38	9.9	14	16	34	1.3
26	9	3.7	6.2	0.1	8.7	3.5	9.1	3.7	21.1	1.6	4.7	0.1	0.70	*	*	*	*	*

## analyseresultaten van de toegediende voedingsoplossing

dat.	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	CL	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	
2	2	3.1	4.8	1.4	10.5	0.9	6.4	2.4	19.1	0.6	4.1	0.1	1.81	18	12	8.7	37	1.6
15	2	2.8	4.6	1.7	10.2	0.8	5.0	2.3	17.3	0.6	3.7	0.1	1.66	*	*	*	*	*
1	3	2.6	4.5	0.9	9.6	1.1	4.2	2.1	14.9	0.8	3.4	0.1	1.56	18	7.2	7.5	37	1.2
15	3	2.6	4.6	0.9	8.8	1.7	4.1	1.8	14.3	1.5	3.2	0.1	1.22	*	*	*	*	*
29	3	2.2	4.4	0.9	7.3	0.9	3.7	1.6	12.9	0.8	2.9	0.1	0.97	12	5.6	7.3	29	0.8
13	4	2.0	4.9	0.4	6.8	0.8	3.9	1.5	10.6	0.5	2.8	0.1	0.98	*	*	*	*	*
27	4	2.1	5.1	0.7	5.8	1.8	3.5	1.6	11.6	1.4	2.0	0.1	0.98	8.3	6.3	4.0	26	0.7
10	5	2.2	4.7	0.7	6.8	1.5	3.6	1.5	11.8	0.8	2.2	0.1	1.07	11	7.0	5.7	25	0.7
25	5	1.9	4.8	0.3	5.7	2.1	3.3	1.5	10.1	2.2	2.0	0.1	0.93	7.9	6.1	5.5	20	0.7
9	6	1.9	4.7	0.5	5.5	1.6	3.4	1.5	11.2	1.9	2.5	0.1	1.00	*	*	*	*	*
22	6	1.9	4.6	0.5	5.6	1.7	3.2	1.4	10.2	1.7	2.1	0.1	1.10	10	6.2	6.0	24	0.9
4	7	2.1	4.9	0.5	6.3	1.8	3.6	1.4	11.3	1.8	2.0	0.1	0.97	*	*	*	*	*
21	7	3.7	5.8	0.1	10.7	2.4	8.0	3.7	23.4	1.1	5.5	0.1	1.17	12	16	12	32	2.2
15	8	2.0	4.2	0.5	6.1	1.7	3.6	1.4	11.0	1.3	2.0	0.1	0.89	9.1	6.5	5.9	23	1.2
1	9	2.0	4.0	0.4	6.1	1.1	3.2	1.6	10.3	0.9	2.1	0.1	0.98	*	*	*	*	*
15	9	1.9	4.7	0.3	6.1	1.1	3.2	1.3	10.3	1.1	2.8	0.1	0.76	9.6	6.1	5.7	29	1.3
5	10	1.9	3.8	0.6	5.8	1.0	3.5	1.3	11.3	1.2	1.9	0.2	0.81	12	6.1	5.5	21	1.8

## analyseresultaten van het drainwater

dat.	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	CL	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	
15	2	7.0	6.0	0.1	16.2	2.8	21.9	9.1	*	0.4	11.9	0.1	2.35	*	*	*	*	*
1	3	6.1	6.0	0.1	14.5	2.9	18.4	8.0	*	0.2	11.6	0.1	1.99	53	23	15	91	2.9
15	3	5.5	6.0	0.1	13.3	4.0	15.7	6.9	*	1.6	10.0	0.2	1.36	*	*	*	*	*
29	3	4.3	6.0	0.1	8.7	2.7	12.4	5.2	28.6	0.9	6.3	0.1	0.80	21	9.6	14	57	1.4
13	4	3.1	7.0	0.1	6.0	1.9	8.5	3.5	15.8	0.2	6.2	0.4	0.25	*	*	*	*	*
27	4	3.7	6.6	0.1	3.5	6.2	10.8	4.8	20.6	3.6	6.5	0.3	0.37	17	2.7	11	71	0.9
10	5	3.3	6.2	0.1	6.4	3.7	7.9	3.5	18.4	1.5	5.0	0.1	0.64	12	3.4	14	39	0.7
25	5	3.5	6.5	0.1	4.0	6.6	9.5	3.7	18.4	5.5	4.6	0.1	0.62	7.8	2.3	13	59	0.8
9	6	3.6	6.5	0.1	4.7	5.6	10.4	4.5	20.3	3.8	5.8	0.1	0.69	*	*	*	*	*
22	6	3.0	6.6	0.1	5.0	4.8	7.2	2.8	15.4	4.1	4.1	0.1	0.63	9.8	2.6	12	48	1.0
4	7	3.6	6.2	0.1	6.7	5.8	9.0	3.9	21.2	4.5	4.1	0.1	0.85	*	*	*	*	*
21	7	geen analyseresultaten																
15	8	geen analyseresultaten																
1	9	4.3	5.7	0.1	10.6	3.2	10.1	4.5	26.2	1.5	5.2	0.1	1.40	*	*	*	*	*
15	9	3.8	5.8	0.1	7.4	4.6	9.0	4.3	24.2	2.6	6.2	0.1	1.03	14	5.6	15	81	2.0
5	10	5.3	6.1	0.1	13.5	3.8	12.1	5.8	31.5	1.9	6.5	0.1	1.33	22	14	16	81	1.9

BIJLAGE 3. ANALYSERESULTATEN VAN FA. VAN GEEST

analyseresultaten van de voedingsoplossing uit het wortelmilieu

dat.	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu
1 2	3.3	5.2	0.1	6.8	3.3	8.6	3.3	21.8	2.2	3.1	0.1	1.71	35	19	6.5	61	1.4
15 2	4.1	6.0	0.1	6.2	5.2	11.5	5.1	26.3	3.2	5.1	0.1	1.73	*	*	*	*	*
22 2	4.3	6.5	0.1	7.4	5.3	11.4	5.0	26.3	3.8	6.7	0.2	1.04	65	7.3	8.7	103	0.9
29 2	4.3	6.4	0.1	8.9	5.6	11.1	4.7	27.6	3.6	6.3	0.1	0.91	*	*	*	*	*
7 3	4.1	6.2	0.1	7.2	5.7	10.5	5.0	25.4	3.8	5.3	0.1	0.96	50	5.6	8.0	38	1.1
14 3	4.0	6.3	0.1	6.5	5.9	10.7	4.8	23.7	4.1	5.9	0.1	0.91	*	*	*	*	*
21 3	4.2	5.9	0.1	8.4	5.3	10.4	4.8	24.5	3.7	5.7	0.1	1.35	40	6.3	7.7	86	1.0
5 4	3.5	6.1	0.1	2.5	4.6	10.9	4.1	22.7	3.3	3.7	0.1	0.94	*	*	*	*	*
18 4	3.5	6.0	0.1	5.2	5.0	10.1	3.5	22.8	3.5	5.1	0.1	0.79	26	5.5	8.5	76	1.2
2 5	3.7	5.8	0.1	2.8	4.7	10.6	4.1	24.5	3.4	3.4	0.1	0.92	*	*	*	*	*
16 5	4.5	5.3	0.1	6.5	4.8	13.5	4.8	27.6	3.8	5.0	0.1	1.10	31	14	11	100	1.6
30 5	4.4	6.2	0.1	8.7	6.0	10.4	4.3	27.8	3.4	5.2	0.1	0.95	*	*	*	*	*
13 6	4.0	5.6	0.1	5.9	4.2	12.1	4.5	28.3	2.8	4.1	0.1	1.33	28	19	11	119	2.8
27 6	4.1	6.0	0.2	6.9	4.5	10.4	4.4	26.1	3.6	4.7	0.1	1.35	*	*	*	*	*
11 7	4.2	5.6	0.1	5.3	4.2	13.4	4.8	31.5	2.9	3.6	0.1	1.14	25	8.3	11	111	5.4
25 7	3.9	6.3	0.1	4.4	4.7	12.5	4.0	26.1	3.1	4.2	0.2	0.80	*	*	*	*	*
8 8	3.6	6.1	0.1	5.4	4.5	10.8	3.7	23.1	3.8	3.6	0.2	1.56	17	4.2	10	94	1.3
22 8	3.7	6.1	0.1	5.1	4.5	9.9	4.1	22.4	3.6	4.4	0.1	1.03	*	*	*	*	*
6 9	4.3	5.9	0.1	5.0	5.2	12.7	5.3	30.7	3.9	4.6	0.1	0.94	21	5.3	10	103	0.9

analyseresultaten toegediende voedingsoplossing

dat.	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu
2 2	2.8	5.9	0.7	5.5	2.2	7.1	2.4	18.4	1.8	2.3	0.1	1.59	25	11	6.6	41	1.3
15 2	3.2	6.1	0.4	7.8	2.7	7.1	2.9	19.9	1.8	3.0	0.1	1.48	29	12	4.8	46	1.0
1 3	3.1	5.2	0.1	9.9	2.7	5.6	2.5	17.3	2.1	4.1	0.1	1.22	29	14	5.9	46	0.7
15 3	2.8	5.5	0.9	8.2	2.3	5.5	2.4	16.7	2.1	3.4	0.2	1.45	*	*	*	*	*
29 3	2.6	5.8	0.7	7.4	1.9	5.3	2.8	17.6	2.1	2.8	0.1	1.46	16	14	5.6	40	1.0
13 4	2.6	5.5	0.3	5.5	2.0	5.7	2.0	14.7	1.9	2.3	0.1	1.14	*	*	*	*	*
27 4	2.6	5.2	0.5	5.8	2.6	5.4	2.2	16.4	1.9	1.9	0.1	1.20	18	12	6.0	42	1.1
10 5	2.6	5.6	0.6	6.0	2.1	5.4	2.2	15.6	1.8	2.2	0.1	1.18	16	12	6.3	42	1.0
25 5	2.8	5.9	0.5	6.4	2.3	5.8	2.2	17.4	2.3	2.3	0.1	1.14	16	14	6.8	40	1.2
9 6	2.7	5.9	0.8	6.2	2.2	5.9	2.5	17.2	2.2	3.1	0.2	1.29	16	16	6.8	60	1.2
22 6	2.7	5.9	0.6	6.5	1.9	5.9	2.4	16.3	1.7	2.5	0.1	1.28	*	*	*	*	*
4 7	2.8	5.8	0.7	6.2	2.1	6.6	2.6	17.1	1.9	2.5	0.1	1.33	19	13	7.4	57	1.3
21 7	2.7	5.9	0.4	5.3	2.2	7.5	2.2	17.8	1.8	2.4	0.3	0.95	*	*	*	*	*
15 8	2.4	5.4	0.1	5.6	2.0	5.1	2.0	12.6	1.8	2.2	0.1	1.14	*	*	*	*	*
1 9	2.3	6.0	0.2	4.8	1.9	5.2	1.9	13.8	1.8	1.4	0.2	0.90	12	11	6.7	34	1.2
15 9	2.3	6.2	0.2	4.1	1.9	5.6	1.9	13.6	1.7	2.1	0.1	0.95	*	*	*	*	*
5 10	2.3	6.2	0.6	4.9	2.1	4.9	1.8	12.6	2.0	1.7	0.3	0.84	7.3	13	7.9	51	1.6

analyseresultaten drainwater

dat.	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu
15 2	3.8	6.0	0.1	6.2	4.5	9.9	4.4	24.5	3.2	4.1	0.1	1.21	51	11	8.1	76	1.3
1 3	3.8	6.4	0.1	8.3	4.7	9.0	4.0	21.3	3.3	5.6	0.1	0.99	55	7.8	8.6	87	1.0
15 3	3.7	6.9	0.1	7.5	4.8	9.6	4.2	21.7	3.7	5.8	0.3	0.70	*	*	*	*	*
29 3	3.6	6.3	0.1	6.4	4.3	9.1	4.3	21.8	3.7	4.7	0.1	0.92	37	5.0	7.4	75	0.7
13 4	3.3	6.4	0.1	2.7	4.1	10.3	3.5	19.1	3.4	3.4	0.1	0.82	*	*	*	*	*
27 4	3.9	6.5	0.1	4.5	5.7	11.0	4.0	25.4	4.5	3.9	0.1	0.79	31	3.8	11	86	1.3
10 5	3.9	6.0	0.1	3.9	4.9	11.5	4.5	25.9	3.6	3.9	0.1	0.77	34	4.9	11	85	1.1
25 5	4.5	5.4	0.1	6.8	4.6	12.7	4.8	30.8	3.6	3.9	0.1	1.02	36	14	11	99	1.6
9 6	4.4	5.8	0.1	8.2	4.2	12.1	5.0	27.4	3.3	5.3	0.1	1.37	34	18	12	104	1.8
22 6	4.1	5.6	0.1	6.4	3.9	11.0	4.6	26.0	2.8	4.5	0.1	1.25	*	*	*	*	*
4 7	4.6	5.7	0.1	8.4	4.2	13.4	5.2	29.7	3.3	4.9	0.1	1.58	28	9.3	12	104	1.6
21 7	4.2	5.5	0.1	5.4	3.9	12.6	5.0	29.6	2.8	4.3	0.1	1.38	*	*	*	*	*
15 8	3.7	6.5	0.1	6.9	4.9	9.4	3.6	22.7	3.6	3.1	0.1	1.22	*	*	*	*	*
1 9	3.3	6.4	0.1	5.7	3.5	8.0	3.2	20.2	3.0	2.7	0.1	0.93	12	2.8	8.5	63	0.9
15 9	3.5	6.1	0.1	4.3	3.8	10.0	3.6	23.9	2.8	2.9	0.1	1.14	*	*	*	*	*
10 9	3.5	6.0	0.1	4.2	4.0	9.4	4.1	25.2	3.1	2.4	0.2	1.10	15	5.8	9.2	101	1.1