

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

ISSN 1385 - 3015

## **MINERALENVERBRUIK EN -OPNAME IN DE GLASTUINBOUW**

Project 5017

J.A. Kipp  
A.L. van den Bos  
Naaldwijk, maart 2000

Rapport 273  
Prijs f 25,00

# INHOUD

1	INLEIDING	5
2	MINERALENBALANSONDERZOEK	6
3	MINERALENVERBRUIK	8
3.1	Anjer	8
3.2	Gerbera	10
3.3	Roos	12
3.4	Komkommer	14
3.5	Paprika	15
3.6	Tomaat	16
4	MINERALENOPNAME	18
4.1	Aster	18
4.2	Amaryllis (Bollenteelt)	20
4.3	Chrysant	22
4.4	Eustoma	24
4.5	Fresia	26
4.6	Lelie	28
4.7	Koolrabi	30
4.8	Radijs	32
4.9	Sla	34
5	DISCUSSIE	36
	LITERATUUR	37
	BIJLAGEN	38

## 1. INLEIDING

In het convenant Glastuinbouw en Milieu is in 1997 afgesproken dat de reeds bestaande wet- en regelgeving t.a.v. milieubeheer in de glastuinbouw in één AMvB onder wordt gebracht. Onderdeel daarvan is de terugdringing van de emissie van nutriënten. [DL1] In het beoogde systeem wordt gewerkt met normcijfers voor de jaarlijkse aanvoer van stikstof (N) en fosfor (P) per gewas. [DL2] Via de Directie Landbouw van het ministerie van LNV heeft het PBG van het projectbureau GLAMI opdracht gekregen om cijfers over mineralenopname en -verbruik te verzamelen. In dit rapport staan gegevens zoals die konden worden afgeleid uit een groot aantal bemestingsproeven, uitgevoerd op praktijkbedrijven en op het PBG in de afgelopen 15 jaar.

In dit rapport wordt onderscheid gemaakt tussen verbruik en opname. Met mineralenopname wordt bedoeld de hoeveelheid mineralen die wordt opgenomen door het gewas en wordt bepaald aan de hand van gewasanalyses en productiegegevens. Het mineralenverbruik kan in gesloten teeltsystemen berekend worden met de volgende formule:

$$V = A - (S + R)$$

waarbij V = verbruik, A = aanvoer, S = spui en R = resthoeveelheid in het wortelmedium.

Door in gesloten teeltsystemen zowel opname als verbruik te bepalen kan een mineralenbalans worden opgesteld. Onderzoek hiernaar wordt besproken in hoofdstuk 2. Uit bestaande bestanden kon alleen voor de gewassen anjer, gerbera, roos, komkommer, paprika en tomaat een schatting van het mineralenverbruik worden gemaakt (hoofdstuk 3) Voor de gewassen amaryllis, aster, chrysant, fresia, lelie, koolrabi, radijs en sla zijn alleen opnamecijfers voorhanden (hoofdstuk 4). Om het verbruik te schatten zal er voor deze gewassen dan ook een post 'onvermijdbare verliezen' moeten worden bepaald. Voor perk- en potplanten, alsmede voor zomerbloemen zijn onvoldoende gegevens voorhanden om verbruikscijfers te produceren.

De resultaten zijn zowel in tabellen als grafisch weergegeven. In de grafieken is de productie uitgezet tegen het verbruik of de opname. Daarnaast zijn regressievergelijkingen bepaald. Op verzoek van de opdrachtgever zijn tevens regressievergelijkingen berekend waarbij de intercept op nul is gesteld, m.a.w. waarbij de regressielijnen door de oorsprong lopen. Voor eenmalig oogstbare gewassen die nagenoeg geheel geoogst worden is dit logisch, echter voor b.v. vruchtgroentegewassen waar gedurende de teeltperiode alleen de vruchten geoogst worden is dit onnauwkeuriger [DL3]. Het verbruik is bij deze gewassen gerelateerd aan de vruchtproductie, terwijl andere plantendelen ook bijdragen aan het verbruik.

## 2. MINERALENBALANSONDERZOEK

Onderzoek naar mineralenbalansen vindt al sinds het eind van de zeventiger jaren plaats (Hamaker & van Beusekom, 1977; Hamaker & van der Burg, 1978; 1979). Het betrof hier praktijkbedrijven met grondteelt. In deze onderzoeken werd zoveel mogelijk rekening gehouden met de hydrologische situatie, maar waterstromen als gevolg van kwel, in- en wegzijging zijn moeilijk te meten, alsmede de chemische samenstelling ervan. Daarnaast is de verandering van de wateroplosbare nutriënten in de wortelzone moeilijk vast te stellen. Wat betreft N vindt er vastlegging door micro-organismen plaats en mineraliseert organische stof, waarbij weer N vrijkomt. Ook kan er onder zuurstofarme omstandigheden denitrificatie optreden, met als gevolg gasvormige N-verliezen uit het wortelmilieu. Voor P kan de verandering van de bodemvoorraad een belangrijke aan- of afvoerpost zijn. De in de glastuinbouw gebruikelijke fosforbepaling (1:2 volume-extract met water) geeft maar een klein gedeelte van de totale hoeveelheid P die op korte of langere termijn beschikbaar is. Het is derhalve moeilijk te bepalen welk deel van de totale bodemvoorraad tijdens een teelt beschikbaar is voor de plant. Verschillen in de fosforbalans worden daarom vaak toegeschreven aan het vastleggen, dan wel vrijkomen van fosfor in de grond (Korsten & Voogt, 1994; Korsten *et al.*, 1994; Voogt & Korsten, 1996).

Echter ook op substraatbedrijven waar alle aan- en afvoerposten werden bepaald, bleken de mineralenbalansen niet te kloppen (van der Burg & Hamaker, 1982; 1984; 1986; Mostert, 1993; van Moolenbroek, 1993; 1995; Voogt 1993). Hierbij werden de gewassen paprika, komkommer, tomaat en roos geteeld. Zelfs in kleinschalige proeven in gesloten systemen (NFT en beluchte watercultuur) met sla, komkommer en tomaat werden aanmerkelijke verschillen gevonden tussen opname door het gewas en verlies uit de voedingsoplossing (Heinen *et al.*, 1991; Heinen, 1994; Voogt, 1992; Willumsen, 1980; 1984). Voor N en P verdween er altijd meer uit de voedingsoplossing dan dat er in het gewas werd teruggevonden. Naast de eerder genoemde mogelijke oorzaken (denitrificatie, vastlegging door micro-organismen en neerslag van zouten) werden nu ook de analysemethoden ter discussie gesteld. Daarom werd door verschillende Nederlandse instituten een gezamenlijk project uitgevoerd waarbij de teeltsystemen per instituut verschilden en waar de gewas- en watermonsters op verschillende laboratoria werden geanalyseerd (Heinen *et al.*, 1996). Ondanks verschillen in opname bij de verschillende instituten en een grote variatie in analyseresultaten bleek er in elk systeem voor N en P een overschot in de mineralenbalans. Helaas is daarna nooit meer onderzoek uitgevoerd naar een verklaring voor de gevonden verschillen.

In tabel 2.1 staan per bovengenoemde referentie de gemeten totale aan- en afvoer weergegeven alsmede de relatieve overschotten bij praktijkbedrijven. Van de metingen is het relatieve overschot vermeld, omdat de resultaten in de meeste gevallen niet konden worden omgerekend naar  $\text{kg ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ . Gemiddeld is het relatieve overschot voor N 19% en voor P 32%. Deze percentages zouden gebruikt kunnen worden bij het bepalen van de verliespost in grondteelten; de variatie tussen de verschillende onderzoeken is echter erg groot.

De resultaten van de berekeningen van de mineralenbalans op bedrijven met grondteelt zijn niet opgenomen omdat, zoals boven reeds beschreven, enkele aan- en afvoerposten van de balansen niet gemeten konden worden.

**Tabel 2.1** - Overzicht van de gevonden verschillen tussen mineralenopname en -verbruik bij verschillende onderzoeken naar de mineralenbalans  
 BWC = beluchte watercultuur; sub.rec = substraat in recirculerend systeem; sub.open rec = substraat in recirculerend systeem;  
 NFT = 'nutrient film technique'

gewas	systeem	relatieve verschil tussen aan- en afvoer		literatuur
		N	P	
tomaat	BWC	13%	30%	Heinen et al., 1996
tomaat	BWC	7%	36%	Heinen et al., 1996
tomaat	sub.rec	48%	-4%	Voogt, 1993
tomaat	sub.open	13%	18%	Mostert (red), 1993
roos	sub.rec	41%	68%	van Moolenbroek, 1995
roos	sub.rec	29%	79%	van Moolenbroek, 1995
roos	sub.rec	9%	48%	van Moolenbroek, 1993
paprika	sub.rec	9%	42%	Mostert (red), 1993
paprika	sub.rec	40%	65%	van der Burg & Hamaker, 1984
paprika	sub.open	14%	33%	van der Burg & Hamaker, 1986
komk	sub.open	-1%	7%	van der Burg & Hamaker, 1982
komk	BWC	13%	3%	Voogt, 1992
sla	NFT	5%	17%	Willumsen, 1984
sla	NFT	6%	25%	Willumsen, 1984
sla	NFT	14%	18%	Heinen, 1994
sla	NFT	40%	-2%	Heinen et al., 1991
sla	NFT	10%	39%	Willumsen, 1980
sla	NFT	6%	54%	Willumsen, 1980
	<b>gemiddeld</b>	<b>19%</b>	<b>32%</b>	

### **3. VERBRUIK**

**Het verbruik voor de in dit hoofdstuk behandelde gewassen is bepaald aan de hand van het meststoffenverbruik, zoals gedefinieerd in hoofdstuk 2. Hierin zijn dus de onvermijdbare verliezen opgenomen.**

#### **3.1 ANJER**

##### **Algemeen**

De cijfers van tabel 3.1 zijn afkomstig van proeven op het PBG. Het verbruik is berekend aan de hand van het meststoffenverbruik. In de proeven werd gerecirculeerd.

##### **Aantal teelten**

In de praktijk bedraagt de teeltduur voor anjers 2 jaar. In de proeven liep de teeltduur uiteen van 316 tot 438 dagen.

##### **Opbrengst**

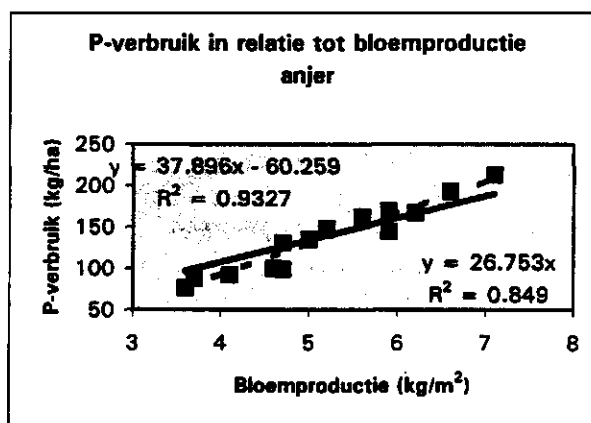
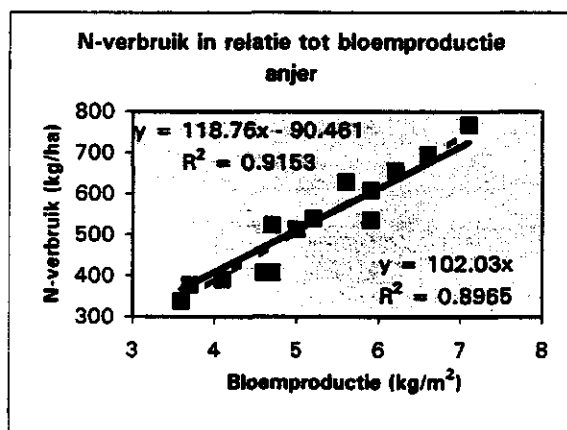
Uit tabel 3.1 is af te leiden dat naarmate de bloemproductie toeneemt ook het N-verbruik en het P-verbruik toeneemt.

##### **Conclusie**

Omgerekend op jaarbasis komt de hoogste bloemproductie in tabel 3.1 uit op 6.8 kg per m<sup>2</sup>, het hoogste N-verbruik op 640 kg/ha en het hoogste P-verbruik op 175 kg/ha.

**Tabel 3.1 - Verbruikcijfers N en P in relatie bloemproductie per teelt Anjer.**

Opbrengst kg/m <sup>2</sup>	N-verbruik kg/ha	P-verbruik kg/ha	Teeltperiode
4.7	524	131	19/01 - 01/12
5.0	513	135	19/01 - 01/12
5.9	535	145	19/01 - 01/12
5.2	539	148	19/01 - 01/12
5.6	629	162	19/09 - 30/11
6.2	656	167	19/09 - 30/11
5.9	609	169	19/09 - 30/11
6.6	696	193	19/09 - 30/11
7.1	768	213	19/09 - 30/11
3.6	338	77	28/01 - 12/01
3.7	378	88	28/01 - 12/01
4.1	391	92	28/01 - 12/01
4.6	409	100	28/01 - 12/01
4.7	407	99	28/01 - 12/01
<b>5.2</b>	<b>528</b>	<b>137</b>	<b>Gemiddelde</b>
<b>3.6</b>	<b>338</b>	<b>77</b>	<b>Minimum</b>
<b>7.1</b>	<b>768</b>	<b>213</b>	<b>Maximum</b>



**Figuur 3.1 - Verbruik van N en P in relatie tot bloemproductie bij anjer**

## **3.2 GERBERA**

### **Algemeen**

De cijfers van tabel 3.2 zijn afkomstig van proeven op het PBG. Het verbruik is berekend aan de hand van het meststoffenverbruik. In de proeven werd gerecirculeerd.

### **Aantal teelten**

In de praktijk bedraagt de teeltduur 1 á 2 jaar. In de proeven liep de teeltduur uiteen van 312 tot 405 dagen.

### **Opbrengst**

Uit tabel 3.2 is af te leiden dat naarmate de bloemproductie toeneemt ook het N-verbruik toeneemt. Dat is voor het P-verbruik veel minder duidelijk, gezien de lage correlatiecoëfficiënt.

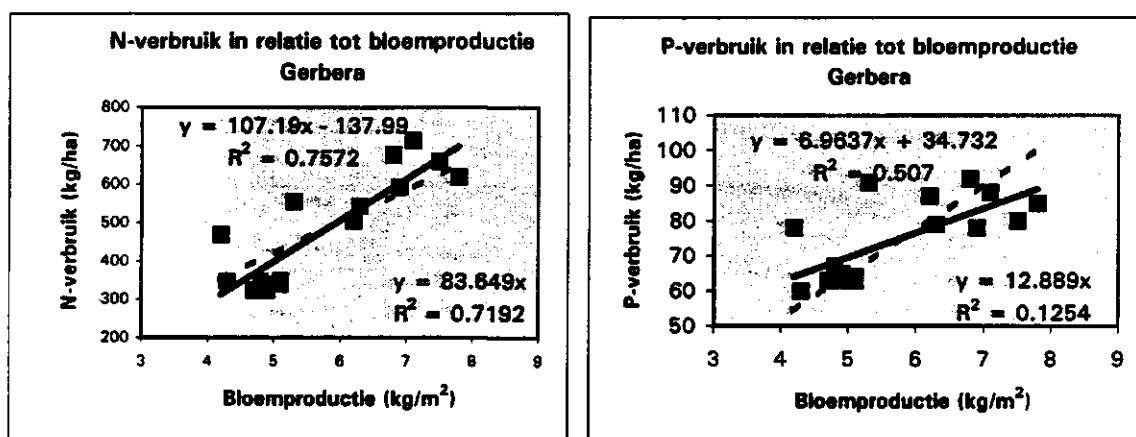
### **Conclusie**

Omgerekend op jaarbasis komt de hoogste bloemproductie in tabel 3.2 uit op 7 kg per m<sup>2</sup>, het hoogste N-verbruik op 643 kg/ha en het hoogste P-verbruik op 83 kg/ha.



Tabel 3.2 - Verbruikcijfers N en P bij Gerbera per teelt.

Opbrengst kg/m <sup>2</sup>	N-verbruik kg/ha	P-verbruik kg/ha	Teeltperiode
6.9	593	78	01/06 - 10/07
6.3	543	79	01/06 - 10/07
4.2	470	78	01/06 - 10/07
7.5	659	80	01/06 - 10/07
7.8	619	85	01/06 - 10/07
6.2	506	87	01/06 - 10/07
7.1	715	88	01/06 - 10/07
6.8	677	92	01/06 - 10/07
5.3	556	91	01/06 - 10/07
4.9	339	65	26/06 - 03/05
4.7	325	63	26/06 - 03/05
4.8	345	67	26/06 - 03/05
5.1	348	64	26/06 - 03/05
4.8	348	65	26/06 - 03/05
4.9	325	63	26/06 - 03/05
4.8	340	64	26/06 - 03/05
4.3	347	60	26/06 - 03/05
5.1	341	63	26/06 - 03/05



Figuur 3.2 - Verbruik van N en P in relatie tot bloemproductie bij Gerbera

### **3.3 ROOS**

#### **Algemeen**

De cijfers van tabel 3.3 zijn afkomstig van proeven op het PBG en in de praktijk. Het verbruik is berekend aan de hand van het meststoffenverbruik. In de proeven werd gerecirculeerd.

#### **Aantal teelten**

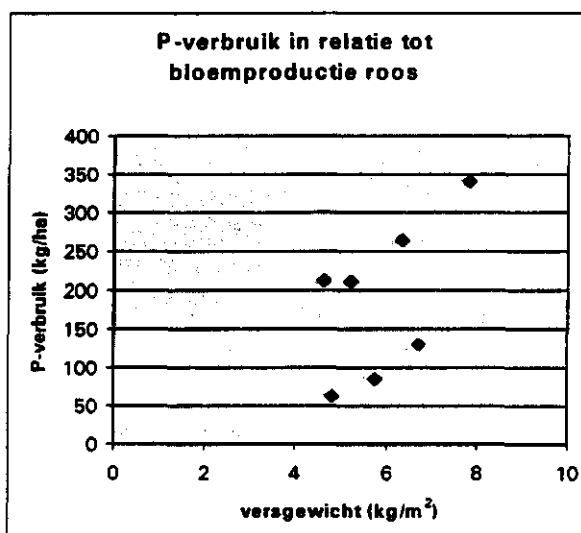
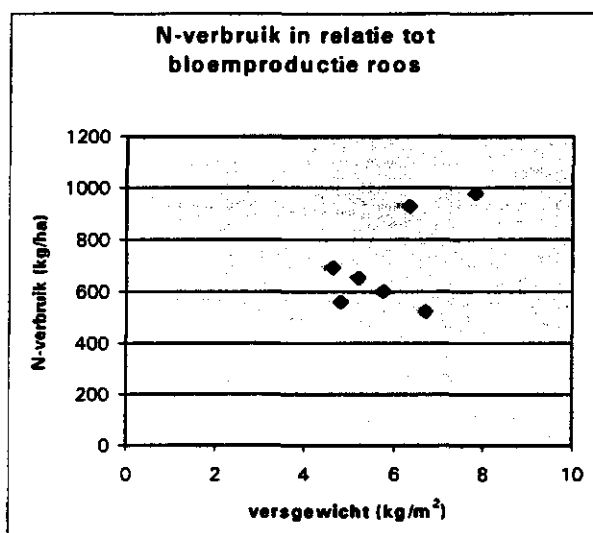
In de praktijk bedraagt de teeltduur voor roos 5 jaar. De teeltduur was niet voor alle proeven te achterhalen. De proeven 4 en 5 zijn beide op praktijkbedrijven uitgevoerd, waarbij de totale drogestofproductie is bepaald. Zowel de productie als het mineralenverbruik zijn in deze proeven uitgedrukt op jaarbasis.

#### **Conclusie**

Er kon voor zowel N als P geen betrouwbare relatie gevonden worden tussen de productie en het mineralenverbruik (figuur 3.3). De reden hiervoor is niet duidelijk. De meest voor de hand liggende verklaring is dat verhouding tussen de biomassa die geoogst wordt en de biomassa die achterblijft per proef verschilde. Dit heeft te maken met zowel de ouderdom van het gewas, als het gebruikte ras.

Tabel 3.3 - Verbruikcijfers N en P in relatie tot takproductie bij verschillende rozenrassen

proef nr.	versgewicht $\text{kg/m}^2$	N-verbruik $\text{kg ha}^{-1}$	P-verbruik $\text{kg ha}^{-1}$	rassen
1	4.81	560	62.5	Kiss/Escimo
2	6.71	522	130	Europa
3	5.21	651	211	Jacaranda
4	5.76	600	85	Sonia/Madelon
5	4.63	691	212	Sonia
6	6.34	926	264	First Red
7	7.82	976	340	First Red



Figuur 3.3 - Verbruik van N en P in relatie tot bloemproductie bij Gerbera

### 3.4 KOMKOMMER

#### Algemeen

De cijfers van tabel 3.4 zijn afkomstig van proeven op het PBG en in de praktijk. Het verbruik is berekend aan de hand van het meststoffenverbruik. In de proeven werd gerecicleerd.

#### Aantal teelten

In de praktijk worden twee tot drie teelten per jaar uitgevoerd.

#### Opbrengst

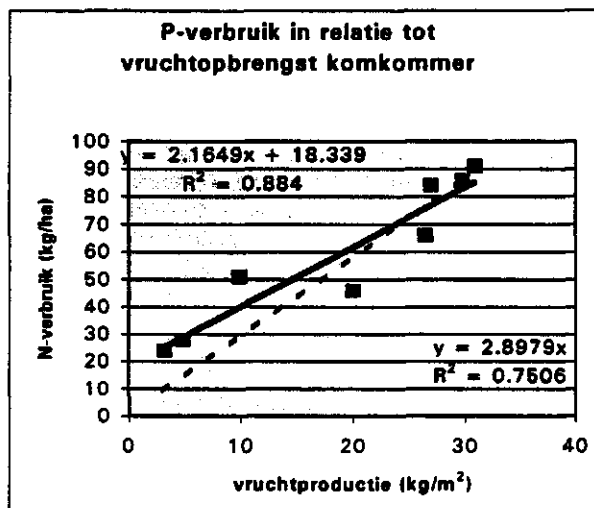
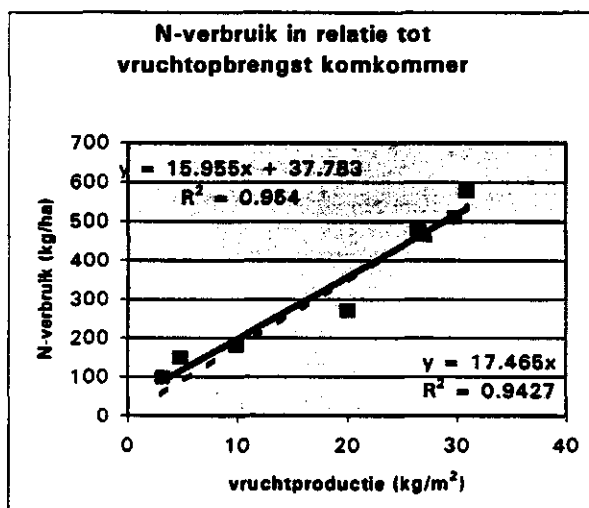
Uit figuur 3.4 blijkt een zeer goede relatie tussen de vruchtproductie en het verbruik van N en P. Het betreft hier allemaal korte teelten.

#### Conclusie

Op moderne bedrijven worden in 2 of 3 teelten momenteel producties gehaald van 90 kg/m<sup>2</sup>. Met gebruikmaking van de gevonden regressielijnen (zie figuur 3.4) komt het jaarlijks N-verbruik op 1475 kg/ha en een P-verbruik van ongeveer 215 kg/ha.

Tabel 3.4 - N- en P-verbruik in relatie tot vruchtopbrengst komkommer

Productie kg/m <sup>2</sup>	N-verbruik kg/ha	P-verbruik kg/ha
9.9	181	51
27	465	84
20	272	46
3.2	99	24
30.9	578	91
26.5	476	66
4.8	149	28
29.8	509	86



Figuur 3.4 - N- en P-verbruik in relatie tot productie bij komkommer.

### 3.5 PAPRIKA

#### Algemeen

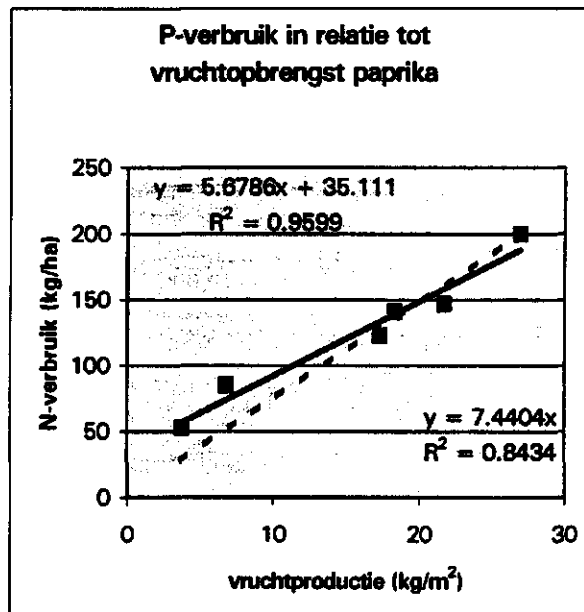
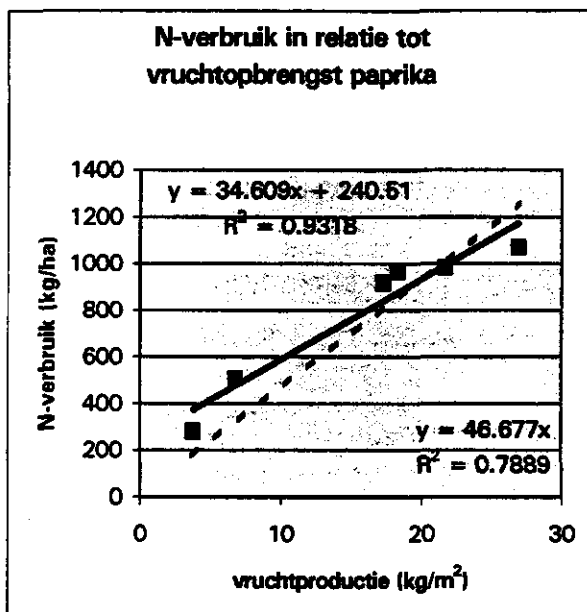
Het mineralenverbruik is bepaald in een zestal proeven met rode paprika uitgevoerd op het PBG. Het verbruik is berekend aan de hand van het meststoffenverbruik. In de proeven werd gerecirculeerd en er werd niet gespuid.

#### Conclusie

Op moderne bedrijven worden, afhankelijk van de kleur, producties gehaald van 25 tot 40 kg/m<sup>2</sup>. Met gebruikmaking van de gevonden regressielijnen (zie figuur 3.5) komt het jaarlijks N-verbruik tussen de 1100 - 1625 kg/ha en een P-verbruik tussen de 180 en 227 kg/ha.

Tabel 3.5 - N- en P-verbruik in relatie tot vruchtopbrengst bij paprika

vruchtprod. kg/m <sup>2</sup>	N-verbruik kg/ha	P-verbruik kg/ha
18.3	966	141
21.7	984	147
17.3	917	123
26.9	1070	200
3.8	280	53
6.8	507	85



Figuur 3.5 - N- en P-verbruik in relatie tot productie bij paprika.

### **3.6 TOMAAT**

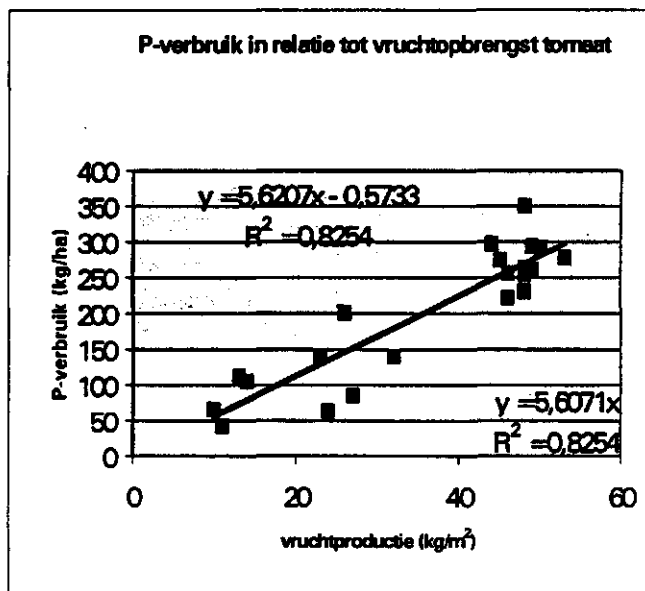
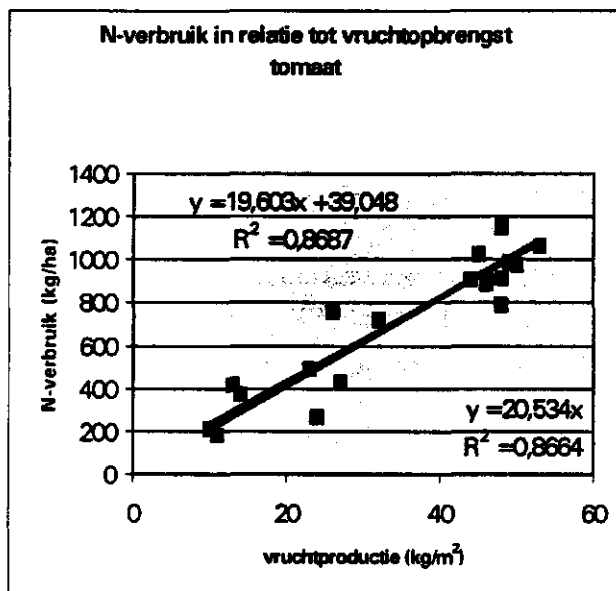
Het mineralenverbruik bij tomaat verschilt nogal. Dit wordt enerzijds bepaald door tomaattype en ras (zowel wat betreft het drogestofgehalte als de nutriëntenconcentraties), anderzijds treden door de teeltwijze grote verschillen op in vruchtproductie (Voogt, 1993).

De gegevens zijn verkregen uit proeven en waarnemingen uit de praktijk. In alle gevallen zijn ronde tomaten geteeld en is het verbruik berekend aan de hand van het meststoffenverbruik. In geen van de gevallen is er gespuid.

Op grote moderne bedrijven worden momenteel op jaarbasis producties van 60 kg/m<sup>2</sup> gehaald. Met gebruikmaking van de gevonden regressielijnen (zie figuur 3.6) komt het jaarlijks N-verbruik op 1215 kg/ha en een P-verbruik van ongeveer 340 kg/ha.

Tabel 3.6 - N- en P-verbruik in relatie tot vruchtopbrengst bij ronde tomaat

opbrengst kg/m <sup>2</sup>	N-verbruik kg/ha	P-verbruik kg/ha
48	1149	254
46	885	222
48	790	231
45	1025	275
49	989	261
53	1063	278
48	913	264
46	915	256
44	907	297
48	1154	350
50	973	291
49	986	294
26	756	201
32	720	140
23	493	138
10	212	66
13	418	112
27	429	85
11	186	43
24	266	63
14	372	105



Figuur 3.6 - N- en P-verbruik in relatie tot productie bij ronde tomaat.

## **4. MINERALENOPNAME**

Voor de in dit hoofdstuk behandelde gewassen is de opname bepaald aan de hand van gewasanalyses en productiegegevens. Hier moeten nog wel de onvermijdbare verliezen worden opgeteld (zie hoofdstuk 2).

### **4.1. ASTER**

#### **Algemeen**

Over de opname van asters is weinig bekend. In het verleden werd op het PBG een tweetal proeven (EC-trappen) uitgevoerd, waaruit de opname kon worden berekend (Van den Bos, 1996b). In tabel 4.1 worden de opnamecijfers weergegeven.

#### **Aantal teelten**

In de praktijk worden op moderne bedrijven op jaarbasis 3 teelten behaald. Bij de eerste teelt wordt een harttak aangehouden. Dat wil zeggen één scheut per plant. Na deze teelt worden de planten niet gerooid, maar het aantal planten wordt met de helft teruggebracht. Per plant worden 4 scheuten aangehouden. Hierna worden bij een eventuele derde teelt opnieuw 4 scheuten aangehouden. Echter er zijn bedrijven waar 3 keer opnieuw wordt geplant (alleen harttak).

#### **Opbrengst**

Uit tabel 1 is af te leiden dat bij de hoogste opbrengst ook de nutriëntenopname het hoogst is. In de teeltperiode 27/05 – 07/08 zijn de opbrengsten iets hoger. Dat geldt tevens voor de N-opname. Daarentegen is de P-opname iets lager.

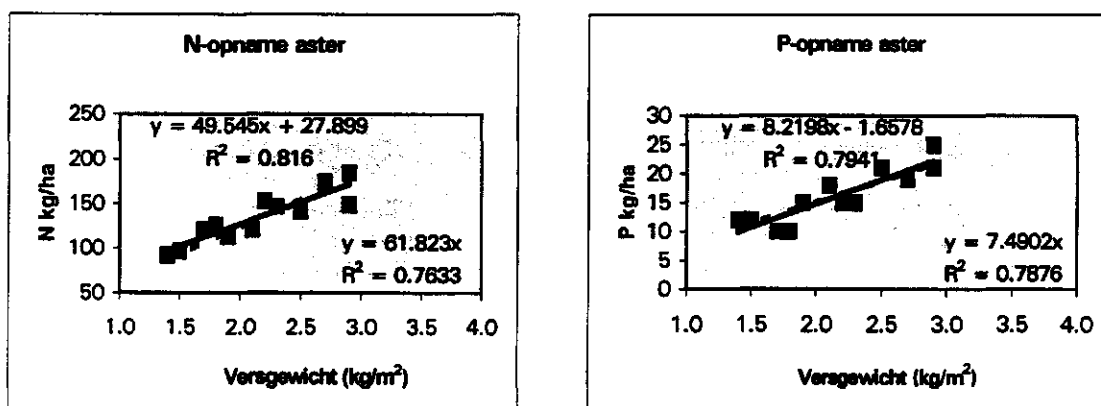
#### **Conclusie**

Uitgaande van de gemiddelde opnamecijfers uit tabel 1 en drie teelten op jaarbasis komt de N-opname uit op 405 kg/ha en de P-opname op 48 kg/ha. Echter de gemiddelde opbrengst ligt behoorlijk lager ten opzichte van de optimale opbrengst uit de tabel. Dat komt voornamelijk door de opzet van deze proef. De opbrengst was het hoogst bij de laagste doseer EC (1,2 mS/cm) overeenkomende met de eerste rij en de zevende rij uit de tabel. Uitgaande van de daarbij behorende gemiddelde N- en P-opnamen en 3 teelten komt de N-opname uit op 500 kg/ha en de P-opname op 69 kg/ha.



Tabel 4.1- Productie en opname van N en P bij Aster

Versgewicht kg/m <sup>2</sup>	P kg/ha	N kg/ha	Teeltperiode
2.9	25	149	17/12 - 22/04
2.5	21	141	17/12 - 22/04
2.1	18	121	17/12 - 22/04
1.9	15	113	17/12 - 22/04
1.5	12	97	17/12 - 22/04
1.4	12	92	17/12 - 22/04
2.9	21	184	27/05 - 07/08
2.7	19	174	27/05 - 07/08
2.3	15	147	27/05 - 07/08
2.2	15	153	27/05 - 07/08
1.8	10	126	27/05 - 07/08
1.7	10	121	27/05 - 07/08
<b>2.2</b>	<b>16</b>	<b>135</b>	<b>Gemiddelde</b>
<b>1.4</b>	<b>10</b>	<b>92</b>	<b>Minimum</b>
<b>2.9</b>	<b>25</b>	<b>184</b>	<b>Maximum</b>



Figuur 4.1- N- en P-opname in relatie tot bloemproductie bij Aster met bijbehorende regressielijnen en -vergelijkingen.

## 4.2 AMARYLLIS (BOLLENTEELT)

### Algemeen

Opnamecijfers voor amaryllis zijn haast niet te vinden. In 1994 werd op het PBG een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van de voedingsconcentratie op groei, productie en kwaliteit bij de teelt van amaryllisbollen in een gesloten teeltsysteem met twee verschillende substraten (zand en steenwolgranulaat, Van den Bos, 1996c). Het onderzoek gaf de mogelijkheid om de verdeling van de elementen in de diverse plantendelen te bestuderen. Uit de gegevens kon de onttrekking door de plant aan voedingselementen per oppervlakte-eenheid worden berekend. In tabel 1 worden de opnamecijfers weergegeven.

### Aantal teelten

Amaryllis wordt voor de bol en bloem geteeld. Op bedrijven waar voor de bol wordt geteeld is de teeltduur 9 maanden per jaar. Hier worden de bollen of bolschubben geplant in de periode november - februari en geroid in de periode augustus - november. Op bedrijven waar voor de bloem wordt geteeld is de teeltduur 12 maanden per jaar. Op deze bedrijven worden de bollen niet geroid en blijven meerdere jaren in de kas. De biomassa bij de bloemteelt ligt op een ca. 20 á 25% hoger niveau ten opzichte van de bollenteelt.

### Opbrengst

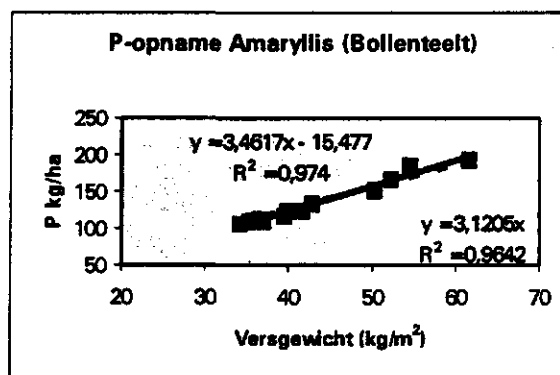
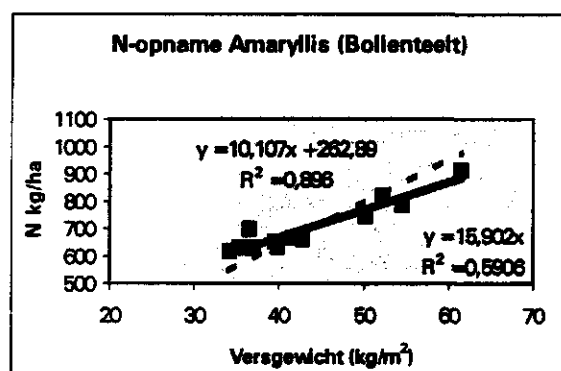
Uit tabel 4.2 is af te leiden dat naarmate het versgewicht toeneemt ook de nutriëntenopname toeneemt. Tevens is af te leiden dat het loofgewicht beduidend hoger is dan het bolgewicht.

### Conclusie

Uitgaande van de hoogste opnamecijfers uit tabel 4.2 komt voor de teelt van bollen de N-opname op jaarbasis uit op 915 kg/ha en de P-opname op 193 kg/ha. Op bedrijven waar voor de bloem wordt geteeld zullen, gezien de grotere biomassa, de opnamecijfers 20 - 25% hoger zijn.

Tabel 4.2 - Productie en opname van N en P bij Amaryllis. Ras: Red Lion. Bolmaat start: 16/18. Opname = (bovengronds gewas + bol einde teelt) - (bol start teelt).

Versgewicht Loof kg/m <sup>2</sup>	Versgewicht Bol kg/m <sup>2</sup>	Versgewicht Totaal kg/m <sup>2</sup>	P kg/ha	N kg/ha	Teeltperiode
39.0	22.5	61.5	193	915	16/02 - 19/10
34.0	18.2	52.2	167	820	16/02 - 19/10
27.2	15.6	42.8	133	663	16/02 - 19/10
24.0	15.5	39.5	117	653	16/02 - 19/10
22.9	14.1	37.0	110	630	16/02 - 19/10
21.2	15.3	36.5	112	698	16/02 - 19/10
35.3	19.2	54.5	185	788	16/02 - 19/10
33.8	16.4	50.2	152	748	16/02 - 19/10
26.7	14.9	41.6	124	667	16/02 - 19/10
25.8	14.0	39.8	123	633	16/02 - 19/10
20.9	13.3	34.2	106	618	16/02 - 19/10
21.8	13.5	35.3	110	629	16/02 - 19/10
<b>27.7</b>	<b>16.0</b>	<b>43.8</b>	<b>136</b>	<b>705</b>	<b>Gemiddelde</b>
<b>20.9</b>	<b>13.3</b>	<b>34.2</b>	<b>106</b>	<b>618</b>	<b>Minimum</b>
<b>39.0</b>	<b>22.5</b>	<b>61.5</b>	<b>193</b>	<b>915</b>	<b>Maximum</b>



Figuur 4.2 - N- en P-opname in relatie tot bloemproductie bij Amaryllis met bijbehorende regressielijnen en -vergelijkingen.

### 4.3 CHRYSANT

#### Algemeen

De cijfers van tabel 4.3 zijn afkomstig van praktijkbedrijven en van proeven op het PBG (Van den Bos, 1994a). In tabel 4.4 staan de cijfers van P-trappenproeven die op 2 praktijkbedrijven worden uitgevoerd.

De P-opname per teelt (gemiddeld, minimum en maximum) vermeld in tabel 4.3 en 4.4 komen goed met elkaar overeen.

Aangezien de cijfers op jaarbasis moeten worden aangeleverd is tabel 4.5 in eerste instantie het meest beeldend.

#### Aantal teelten

Grote moderne bedrijven die over assimilatiebelichting beschikken halen op jaarbasis 5 teelten. Andere bedrijven halen op jaarbasis 4 á 4,5 teelten.

#### Opbrengst

De opbrengst en de nutriëntenopname wordt, naast het aantal teelten, beïnvloed door de plantdichtheid, de takgewichten, het ras, het percentage droge stof en de nutriënten in het gewas.

#### Conclusie

Grote moderne bedrijven met assimilatie belichting komen op jaarbasis op een N-opname van ongeveer 800 kg/ha en een P-opname van ongeveer 100 kg/ha.

*Tabel 4.3 - Productie en gewasopname van N en P per teelt bij chrysant op praktijkbedrijven (n = 52)*

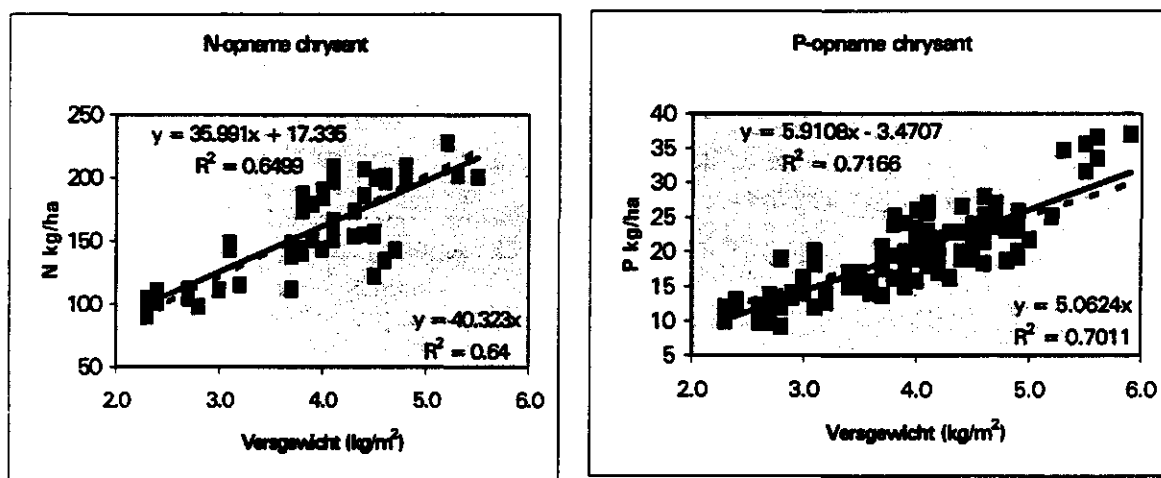
Versgewicht kg/m <sup>2</sup>	P kg/ha	N kg/ha	
3.8	20	155	Gemiddelde
2.3	9	90	Minimum
5.5	35	228	Maximum

*Tabel 4.4 - Productie en opname van P per teelt bij chrysant P-trappenproeven PBG (n = 71)*

Versgewicht kg/m <sup>2</sup>	P kg/ha	Teeltperiode
4.0	19	Gemiddelde
2.6	10	Minimum
5.9	37	Maximum

**Tabel 4.5 - Productie en gewasopname van N en P bij chryasant op jaarbasis op praktijkbedrijven**

Versgewicht kg/m <sup>2</sup>	P kg/ha	N kg/ha	Teelt- periode	
18.4	116	686	4	
20.3	110	857	5	
19.0	101	824	5	
19.2	86	777	5	
18.3	70	749	5	
18.1	104	834	5	
20.5	107	808	5	
17.6	73	769	5	
18.2	89	794	5	
22.0	114		5	
15.9	74		4	
19.4	96		5	
14.7	66		4	
<b>18.6</b>	<b>93</b>	<b>789</b>	<b>4.8</b>	<b>Gemiddelde</b>
<b>14.7</b>	<b>66</b>	<b>686</b>		<b>MINIMUM</b>
<b>22.0</b>	<b>116</b>	<b>857</b>		<b>MAXIMUM</b>



**Figuur 4.3 - N- en P-opname in relatie tot productie per teelt bij chryasant met bijbehorende regressielijnen en -vergelijkingen.**

## **4.4 EUSTOMA**

### **Algemeen**

De cijfers zijn afkomstig van een drietal proeven die op het PBG zijn uitgevoerd (Van den Bos, 1999). Doel van het onderzoek was nagaan wat de optimale bemesting was voor het gewas Eustoma. Het onderzoek betrof 2 teelten met als plantdatum eind maart en 1 teelt met als plantdatum eind juli.

### **Aantal teelten**

In de praktijk worden op moderne bedrijven met assimilatiebelichting op jaarbasis 3 teelten gehaald. Op bedrijven waar geen assimilatiebelichting aanwezig is worden 2 teelten gehaald, met een andere gewas (bijvoorbeeld radijs) als tussenteelt.

### **Teeltperiode**

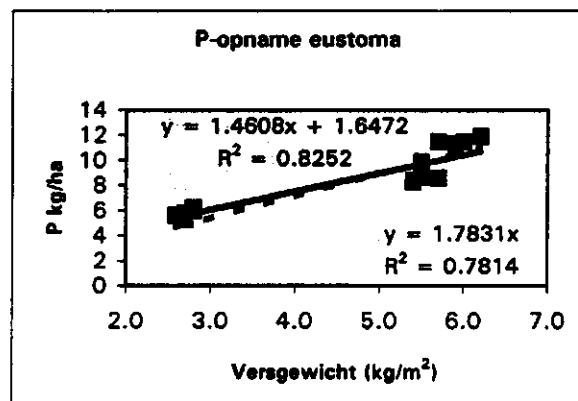
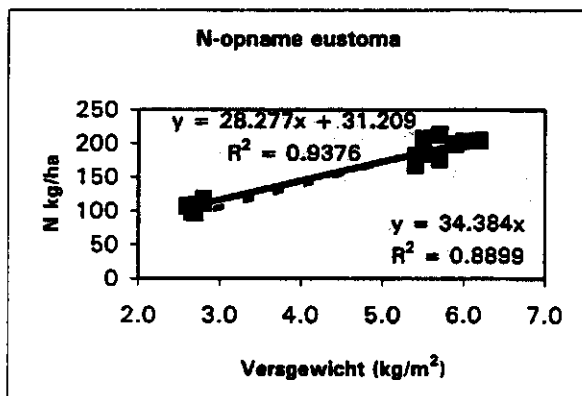
Uit tabel 4.6 is af te leiden dat de voorjaarsteelten de hoogste opbrengst hebben en daarmee de hoogste nutriëntenopname. De hogere opbrengst wordt voornamelijk bepaald door de hogere takgewichten (2x zo hoog) in deze periode van het jaar. Het percentage droge stof, de elementgehalten in het gewas en het aantal planten per m<sup>2</sup> hadden in deze proeven een geringere bijdrage. In de proeven werd cultivar Kyoto Purple (veel geteeld) als ras gebruikt. Niet uitgesloten is dat andere cultivars een ander beeld te zien geven.

### **Conclusie**

Uitgaande van de gemiddelde opnamecijfers uit tabel 4.6 en drie teelten (moderne jaarrondbedrijven) komt de N-opname uit op ongeveer 495 kg/ha en de P-opname op 25 kg/ha.

Tabel 4.6 - Productie en gewasopname van N en P per teelt bij Eustoma, proeven PBG

Versgewicht t kg/m <sup>2</sup>	P kg/ha	N kg/ha	Teeltperiode
5.7	8.6	177	31/03 - 13/07
5.4	8.3	168	31/03 - 13/07
5.4	8.4	182	31/03 - 13/07
5.4	8.4	176	31/03 - 13/07
5.5	8.7	185	31/03 - 13/07
2.7	5.3	97	28/07 - 11/11
2.7	5.8	109	28/07 - 11/11
2.8	6.0	111	28/07 - 11/11
2.6	5.6	107	28/07 - 11/11
2.8	6.2	118	28/07 - 11/11
6.2	11.9	204	30/03 - 07/07
6.0	11.5	203	30/03 - 07/07
5.9	11.3	199	30/03 - 07/07
5.7	11.5	213	30/03 - 07/07
5.5	9.9	207	30/03 - 07/07
<b>4.7</b>	<b>8.5</b>	<b>164</b>	<b>Gemiddelde</b>
<b>2.6</b>	<b>5.3</b>	<b>97</b>	<b>Minimum</b>
<b>6.2</b>	<b>11.9</b>	<b>213</b>	<b>Maximum</b>



Figuur 4.4 - N- en P-opname in relatie tot productie per teelt bij Eustoma met bijbehorende regressielijnen en -vergelijkingen.

## 4.5 FRESIA

### Algemeen

Opnamecijfers van fresia zijn haast niet voorhanden. In het verleden werd vrij veel onderzoek verricht naar fresia. Echter het onderzoek lag meestal op een ander vlak dan voeding. In 1991 werd op het PBG een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van de voedingsconcentratie op groei, productie en kwaliteit van fresia. Uit dit onderzoek kon van enkele behandelingen de opname van fresia worden berekend. In tabel 1 worden per teelt de resultaten vermeld.

### Aantal teelten

In de praktijk wordt op jaarbasis ca.1,7 teelten behaald.

### Opbrengst

De opbrengst per teelt verschilt wat betreft versgewicht en de N- en P-opname niet veel.

### Conclusie

Uitgaande van de gemiddelde opnamecijfers uit tabel 1 en 1,7 teelten op jaarbasis komt de N-opname uit op 520 kg/ha en de P-opname op 85 kg/ha.

*Tabel 4.7 - Productie en opnamecijfers gedurende 1 teelt, proef PBG*

Opname = ( bovengronds gewas + nieuwe knollen + kralen) - (oude knollen).

<b>Vers gewicht kg/m<sup>2</sup></b>	<b>P kg/ha</b>	<b>N kg/ha</b>	<b>Teeltperiode</b>
8.7	54	326	17/10 - 13/05
8.6	51	303	17/10 - 13/05
8.2	53	310	17/10 - 13/05
7.3	42	286	17/10 - 13/05
8.2	50	306	<b>Gemiddelde</b>
7.3	42	286	<b>Minimum</b>
8.7	54	326	<b>Maximum</b>



## 4.6 LELIES

### Algemeen

In het verleden werd vrij veel onderzoek bij lelies gedaan. Echter opnamecijfers zijn haast niet te vinden. In 1995 werd op het PBG een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van de voedingsconcentratie op groei, productie en kwaliteit van lelie in een gesloten teeltsysteem met twee verschillende substraten (zand en steenwolgranulaat). Het onderzoek gaf de mogelijkheid om de verdeling van de elementen in de diverse plantendelen te bestuderen. Uit de gegevens kon de onttrekking door de plant aan voedingselementen, zowel per oppervlakte-eenheid als per liter opgenomen water worden berekend. In de tabellen 1 en 2 worden de opnamecijfers van twee verschillende lelietypen weergegeven.

### Aantal teelten

In de praktijk hangt het aantal teelten af welk type lelie wordt geplant. Er zijn vier typen te onderscheiden, te weten: Aziaat, Oriëntal, Longiflorum en LA (kruising Aziaat en Longiflorum). Het aantal teelten zijn respectievelijk gemiddeld: 4, 3, 2 en 3.

### Opbrengst

Uit de tabellen 1 en 2 is af te leiden dat naarmate de opbrengst toeneemt ook de nutriëntenopname toeneemt. Het ras Star Gazer neemt beduidend meer stikstof op dan het ras Connecticut. Daarentegen is het verschil in P-opname gering.

### Conclusie

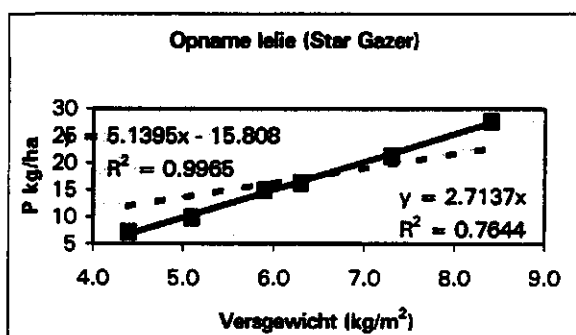
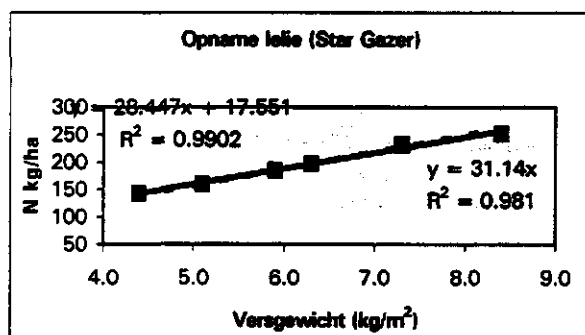
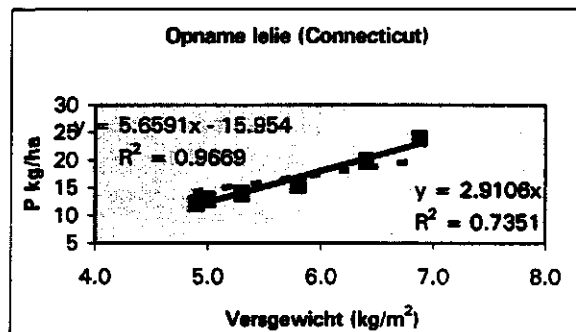
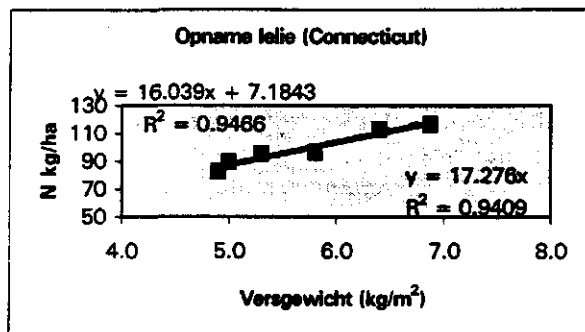
Bij het opstellen van normen voor lelies moet rekening worden gehouden met het type. Uitgaande van de gemiddelde opnamecijfers uit tabel 1 en 4 teelten op jaarbasis (type Aziaat) komt de N-opname uit op 396 kg/ha en de P-opname op 64 kg/ha. Uitgaande van de gemiddelde opnamecijfers uit tabel 2 en 3 teelten op jaarbasis (Oriëntal) komt de N-opname uit op 585 kg/ha en de P-opname op 48 kg/ha.

*Tabel 4.8 - Productie en opnamecijfers per teelt (ras:Connecticut; type Aziaat), proef PBG*

Versgewicht kg/m <sup>2</sup>	P kg/ha	N kg/ha	Teeltperiode
6.9	24	116	22/02 - 09/05
6.4	20	113	22/02 - 09/05
5.8	15	96	22/02 - 09/05
4.9	12	83	22/02 - 09/05
5.3	14	95	22/02 - 09/05
5.0	13	89	22/02 - 09/05
5.7	16	99	Gemiddelde
4.9	12	83	Minimum
6.9	24	116	Maximum

Tabel 4.9 - Productie en opnamecijfers per teelt lelie (ras: Star Gazer; type Oriental), proef PBG

Versgewicht kg/m <sup>2</sup>	P kg/ha	N kg/ha	Teeltperiode
8.4	28	252	22/02 - 09/05
7.3	21	232	22/02 - 09/05
6.3	16	197	22/02 - 09/05
5.9	15	185	22/02 - 09/05
5.1	10	160	22/02 - 09/05
4.4	7	143	22/02 - 09/05
<b>6.2</b>	<b>16</b>	<b>195</b>	<b>Gemiddelde</b>
<b>4.4</b>	<b>7</b>	<b>143</b>	<b>Minimum</b>
<b>8.4</b>	<b>28</b>	<b>252</b>	<b>Maximum</b>



Figuur 4.5 - Opname van N en P in relatie tot productie per teelt bij lelie; rassen Connecticut (boven) en Star Gazer (onder)

## **4.7 KOOLRABI (KASTEELTEN)**

### **Algemeen**

De cijfers van tabel 4.10 zijn afkomstig van enkele proeven op het PBG. De gegevens zijn afkomstig van teelten op NFT, alsmede op zand en steenwolgranulaat.

### **Aantal teelten**

Koolrabi wordt in kassen niet jaarrond geteeld. De meeste teelten vinden plaats in het vroege of late voorjaar.

### **Opbrengst**

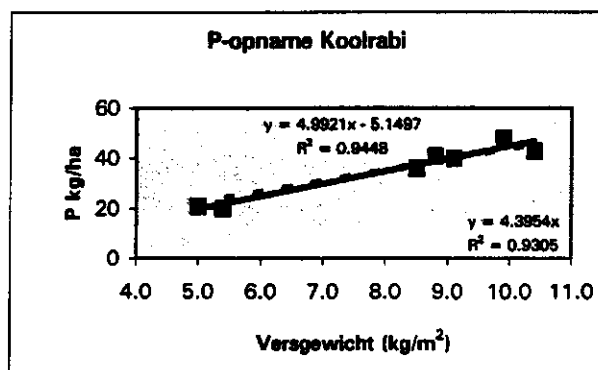
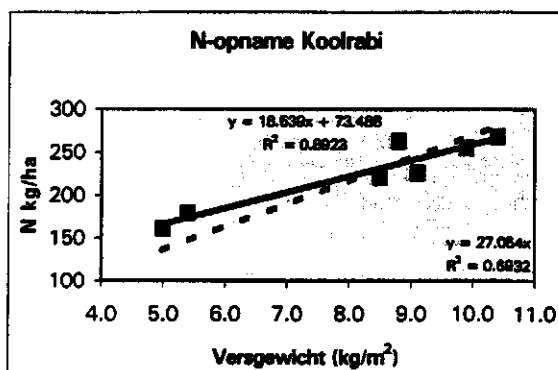
Uit tabel 4.10 is af te leiden dat naarmate de opbrengst toeneemt ook de nutriëntenopname toeneemt. De opbrengst wordt voornamelijk bepaald door het knolgewicht en in mindere mate door het loofgewicht. Het knolgewicht wordt mede bepaald door de knoldiameter. De knoldiameter moet een bepaalde grootte hebben, voordat er mag worden geoogst.

### **Conclusie**

Daar koolrabi niet jaarrond wordt geteeld kan geen opname op jaarbasis worden gegeven. Uitgaande van 2 teelten in het voorjaar en de gemiddelde opnamecijfers komt de N-opname uit op 450 kg/ha en de P-opname op 72 kg/ha.

Tabel 4.10 - Productie en opnamecijfers per teelt  
Bij koolrabi, proeven PBG

Versgewicht kg/m <sup>2</sup>	P kg/ha	N kg/ha	Teeltperiode
8.5	36	221	8/3 - 18/4
9.1	40	226	8/3 - 18/4
10.4	43	268	8/3 - 18/4
9.9	48	255	8/3 - 18/4
8.8	41	263	24/5 - 23/6
5.4	20	179	28/2 - 24/4
5.0	21	161	28/2 - 24/4
8.2	36	225	Gemiddelde
5.0	20	161	Minimum
10.4	48	268	Maximum



Figuur 4.6 - Opname van N en P in relatie tot productie per teelt bij koolrabi

## 4.8 RADIJS

### Algemeen

De cijfers zijn afkomstig van praktijkbedrijven die door PBG zijn begeleid. Er is over het algemeen geen voorraadbemesting gegeven. Alleen bij lage grondanalysecijfers is in het najaar extra bemest. Dit wordt gedaan omdat de opnameconcentraties in de winter ongeveer 4 keer zo hoog liggen in vergelijking met de voorjaar/zomer periode. De EC van de voedingsoplossing zou dan zo hoog worden, dat productieverlaging op zou treden. Er is berekend met een voedingsoplossing afgestemd op de behoefte.

Aangezien de cijfers op jaarbasis moeten worden aangeleverd is tabel 4.13 in eerste instantie het meest beeldend.

### Aantal teelten

Grote moderne bedrijven halen op jaarbasis 9 teelten. In verband met de prijsvorming in de zomer wordt echter vaak gedurende juni/juli niet geteeld en blijft de kas leeg liggen. Om de moderne bedrijven niet te kort te doen is in de laatste kolom van tabel 3 de opname omgerekend naar 9 teelten. De verschillen die hier nog bestaan zijn voornamelijk toe te schrijven aan 'teeltmanagement'.

### Teeltperiode

Uit de tabellen 4.11 en 4.12 is af te leiden dat de voorjaarsteelten de hoogste opbrengst hebben en daarmee de hoogste nutriëntenopname. Dit wordt veroorzaakt door de toename van de straling, gecombineerd met de hoogste zaaidichtheid (480 zaden/m<sup>2</sup> in februari tot 300 eind april). Gedurende de zomer is de zaaidichtheid het laagst 250 zaden/m<sup>2</sup> en zijn het, naast teeltmanagement, vooral de weersomstandigheden en de rassenkeuze die de productie bepalen. In de PBG-proeven is de zaaidichtheid altijd dezelfde geweest (300 zaden/m<sup>2</sup>)

### Conclusie

Grote moderne bedrijven komen op jaarbasis op een N-opname van ongeveer 700 kg/ha en een P-opname van 78 kg/ha.

**Tabel 4.11 - Productie en gewasopname van N en P per teelt bij radijs op praktijkbedrijven (n = 46)**

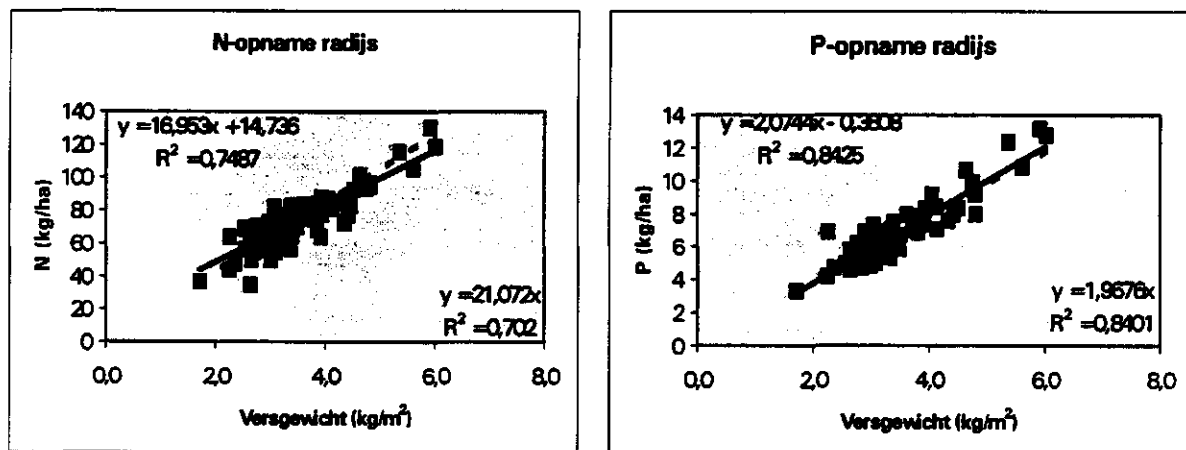
Versgewicht kg/m <sup>2</sup>	N kg/ha	P kg/ha	
3.5	71	7	Gemiddelde
1.7	35	3	Minimum
6.0	130	13	Maximum

**Tabel 4.12 - Productie en opname van N en P per teelt bij radijs EC-trappenproeven PBG (n = 39)**

Versgewicht kg/m <sup>2</sup>	N kg/ha	P kg/ha	
3.2	74	6	Gemiddelde
2.5	65	5	Minimum
4.8	96	9	Maximum

**Tabel 4.13 - Productie en opname van N en P op jaarbasis bij radijs praktijkbedrijven**

Versgewicht kg/m <sup>2</sup>	P kg/ha	N kg/ha	Aantal teelten
20,5	42	443	7
19,3	48	449	7
20,4	45	466	8
26,1	53	551	8
28,0	64	630	8
28,8	67	634	8
34,8	69	646	8
38,9	78	685	9
31,4	69	702	9
27,6	59	578	
19,3	42	443	
38,9	78	702	



**Figuur 4.7 - Opname van N en P in relatie tot productie per teelt bij radijs**

## 4.8 SLA

### Algemeen

De opnamecijfers uit tabel 4.14 zijn afkomstig van proeven uitgevoerd in de praktijk en betrof grotendeels "zware" botersla (> 340 g/stuk). De opnamecijfers uit tabel 4.15 zijn afkomstig van proeven uitgevoerd op het PBG en betrof "lichte" botersla (< 340 g/stuk).

De plantdichtheid bij zware sla is 13 - 14 planten per m<sup>2</sup> en bij lichte sla 18 - 22 planten per m<sup>2</sup>.

### Aantal teelten

Het aantal teelten op de bedrijven is divers. Op sommige bedrijven wordt 2 of 3 keer sla geteeld met een ander gewas als tussenteelt. Het aantal bedrijven dat jaarrond sla teelt is gering. Op jaarbasis kunnen 5 teelten zware sla en 6 teelten lichte sla worden geteeld.

### Opbrengst

De opbrengst is het hoogst op de bedrijven waar zware sla wordt geteeld. De voorjaarsteelten hebben de hoogste opbrengst en daarmee de hoogste nutriëntenopname. De opnameverschillen tussen zware en lichte sla zijn nogal fors. Dit komt duidelijk naar voren bij fosfaat. Een mogelijke verklaring voor de hogere fosfaatopname bij zware sla ligt in het feit dat de kropvorming hier duidelijk verder is dan bij lichte sla. De lichte sla is vegetatiever dan zware sla. Uit de literatuur is bekend dat gewassen in de generatieve fase (zaadvorming) meer fosfaat opnemen.

### Conclusie

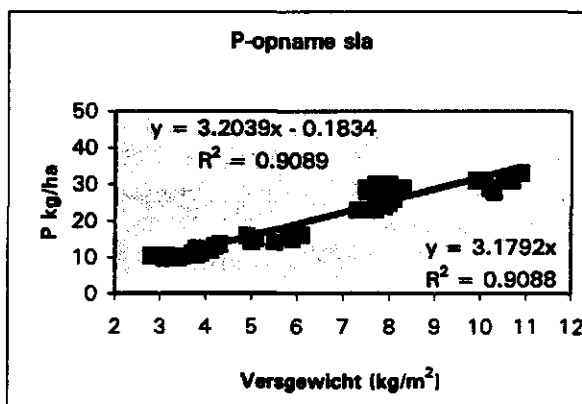
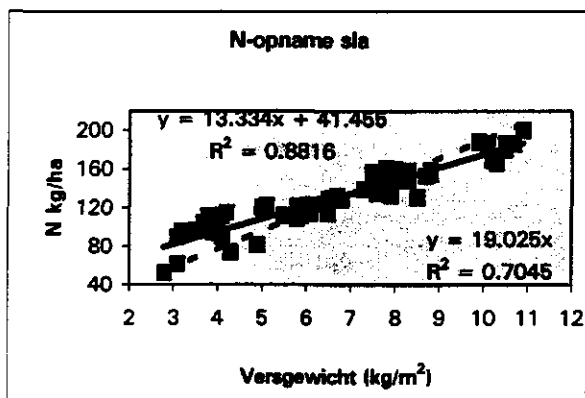
Uitgaande van de gemiddelde opnamecijfers (zware sla) uit tabel 4.14 en op jaarbasis 5 teelten komt de N-opname uit op 730 kg/ha en de P-opname op 140 kg/ha. Voor lichte sla (tabel 4.15) en op jaarbasis 6 teelten komt de N-opname uit op 595 kg/ha en de P-opname op 83 kg/ha.

**Tabel 4.14 - Opname 'zware' sla per teelt, proeven praktijkbedrijven (n = 48)**

Versgewicht kg/m <sup>2</sup>	P kg/ha	N kg/ha	
7.8	28	145	Gemiddelde
5.7	23	109	Minimum
10.9	33	200	Maximum

**Tabel 4.15 - Opname 'lichte' sla per teelt, proeven PBG (n = 24)**

Versgewicht kg/m <sup>2</sup>	P kg/ha	N kg/ha	
4.2	12	99	Gemiddelde
2.8	10	52	Minimum
6.1	16	122	Maximum



**Figuur 4.8 - Opname van N en P in relatie tot productie per teelt bij zware en lichte botersla**



## **5. DISCUSSIE**

Zowel bij de analyse van de verbruik- als van de opnamecijfers bleek er voor bijna alle gewassen een lineaire relatie te bestaan tussen de productie enerzijds en de opname en het verbruik van N en P anderzijds. Dit is ook aannemelijk omdat iedere kg meerproductie leidt tot een evenredige toename in het nutriëntenverbruik, tenzij meer productie een verlaging van de nutriëntenconcentraties dan wel het drogestofgehalte in de oogstbare delen tot gevolg zou hebben. Hiervoor zijn echter nooit aanwijzingen gevonden.

Bij het terugdringen van de emissie van nutriënten naar het milieu dient dan ook te worden uitgegaan van het op enig moment geldende productieniveau. Naar verwachting zal dit niveau in de komende 10 jaar eerder toe- dan afnemen.

**Uit de hier gepresenteerde cijfers blijkt dat voor een goede analyse naast de meststofregistratie ook de productiecijfers nodig zijn.**

## LITERATUUR

- Hamaker, P & J. Van Beusekom, 1977. Onderzoek naar de water- en mineralenhuishouding op een glastuinbouwbedrijf. Nota 981, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen, 50 p.
- Hamaker, P & A.A.M. Van der Burg, 1978. De water- en mineralenbalans van een glastuinbouwbedrijf in de periode 1976/77. Nota 1072, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen, 42 p.
- Hamaker, P & A.A.M. Van der Burg, 1979. De water- en mineralenhuishouding van een glastuinbouwbedrijf op een zandgrond in het Westland in de periode 1977/'78. Nota 1129, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen, 38 p.
- Heinen, M., 1994. Growth and nutrient uptake by lettuce grown on NFT. AB-DLO, Haren, rapport 1, 74 p.
- Heinen M., A. De Jager & H. Niers, 1991. Uptake of nutrients by lettuce on NFT with controlled composition of the nutrient solution. Netherlands Journal of Agricultural Science 39: 197-212.
- Heinen, M., C. Sonneveld, W. Voogt, R. Baas, W.G. Keltjens & B.W. Veen, 1996. Mineral balance of young tomato plants grown on nutrient solutions. AB-DLO, Haren, 47 p.
- Korsten, P. & W. Voogt, 1994. Mineralenbalans kent nog grote hiaten. Groente + Fruit, vakdeel glasgroenten 35: 27-29.
- Korsten, P., W. Voogt & C.M.J. Bloemhard, 1994. Verschillen door inzijging, wegzijging, giet- en bemestingsgedrag. Vakblad voor de Bloemisterij 35(1994): 44-47.
- Mostert J.C. (red), 1993. Plantenvoeding in de Glastuinbouw, derde herziene uitgave. Informatiereeks 87. Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk, 231 p.
- Van der Burg, A.A.M. & P. Hamaker, 1982. Water- en mineralenhuishouding van een bedrijf op steenwol. Intern verslag nr. 41, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk. 30 p.
- Van der Burg, A.A.M. & P. Hamaker, 1984. Water- en mineralenbalans bij teelten op substraat in de praktijk. Intern verslag nr.18, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk. 44 p.
- Van der Burg, A.A.M. & P. Hamaker, 1986. Water- en mineralenbalans bij een paprikateelt op steenwol in de praktijk. Intern verslag nr. 73, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk. 25 p.
- Van Moolenbroek, J., 1993. Water- en mineralenbalans bij roos in een gesloten systeem. Intern verslag 17. Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk, 15 p.
- Van Moolenbroek, J., 1995. Water- en mineralenbalans bij roos in een gesloten systeem. Rapport 18. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Naaldwijk. 19 p.
- Voogt, W., 1992. Mineralenbalans bij komkommer in watercultuur. Intern verslag 47. Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk, 8 p.
- Voogt, W., 1993. Nutrient uptake of year round tomato crops. Acta Horticulturae 339: 99-112.
- Voogt, W. & P. Korsten, 1996. Mineral balances for radish crops grown under glass. Acta Horticulturae 428: 53-64.
- Willumsen, J., 1980. pH of the flowing nutrient solution. Acta Horticulturae 98: 191-199.
- Willumsen, J., 1984. Nutritional requirements of lettuce in water culture. In: Proceedings 6th International Congress on Soilless Culture, pp. 777-791. ISOSC, Wageningen.

**BIJLAGE 1. Regressievergelijkingen met bijbehorende  
coëfficiënten voor stikstof.**

<b>Regressie van het mineralengebruik</b>				
<b>gewas</b>	<b>regressievergelijking</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>regressievergelijking</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
anjer	$y = 118,76x - 90,461$	0,92	$y = 102,03x$	0,90
gerbera	$y = 107,19x - 137,99$	0,76	$y = 83,649x$	0,72
roos	-		-	
komkommer	$y = 15,955x + 37,783$	0,95	$y = 17,465x$	0,94
paprika	$y = 34,609x + 240,51$	0,93	$y = 46,677x$	0,79
tomaat	$y = 19,603x + 39,048$	0,87	$y = 20,534x$	0,87

<b>Regressie van de mineralenopname</b>				
<b>gewas</b>	<b>regressievergelijking</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>regressievergelijking</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
amaryllis	$y = 10,107x + 262,89$	0,90	$y = 15,902x$	0,59
aster	$y = 49,545x + 27,899$	0,82	$y = 61,823x$	0,76
chrysan	$y = 35,991x + 17,335$	0,65	$y = 40,323x$	0,64
eustoma	$y = 28,277x + 31,209$	0,94	$y = 34,384x$	0,89
fresia	-		-	
lelie (Conn.)	$y = 16,039x + 7,1843$	0,95	$y = 17,276x$	0,94
lelie (StarG.)	$y = 28,447x + 17,551$	0,99	$y = 31,14x$	0,98
koolrabi	$y = 18,539x + 73,488$	0,89	$y = 27,054x$	0,69
radijs	$y = 16,953x + 14,736$	0,75	$y = 21,072x$	0,70
sla	$y = 13,334x + 41,455$	0,88	$y = 19,025x$	0,70

**BIJLAGE 2.      Regressievergelijkingen met bijbehorende  
coëfficiënten voor fosfaat.**

**Regressie van het mineralengebruik**

gewas	regressievergelijking	R <sup>2</sup>	regressievergelijking	R <sup>2</sup>
anjer	$y = 37,896x - 60,259$	0,93	$y = 26,753x$	0,85
gerbera	$y = 6,9637x + 34,732$	0,50		
roos	-		-	
komkommer	$y = 2,1649x + 18,339$	0,88	$y = 2,8979x$	0,75
paprika	$y = 5,6786x + 35,111$	0,96	$y = 7,4404x$	0,84
tomaat	$y = 5,6207x - 0,5733$	0,83	$y = 5,6071x$	0,83

**Regressie van de mineralenopname**

gewas	regressievergelijking	R <sup>2</sup>	regressievergelijking	R <sup>2</sup>
amaryllis	$y = 3,4617x - 15,477$	0,97	$y = 3,1205x$	0,96
aster	$y = 8,2198x - 1,6578$	0,79	$y = 7,4902x$	0,79
chrysan	$y = 5,9108x - 3,4707$	0,72	$y = 5,0624x$	0,70
eustoma	$y = 1,4608x + 1,6472$	0,83	$y = 1,7831x$	0,78
fresia	-		-	
lelie (Conn.)	$y = 5,6591x - 15,954$	0,97	$y = 2,9106x$	0,74
lelie (StarG.)	$y = 5,1395x - 15,808$	1,00	$y = 2,7137x$	0,76
koolrabi	$y = 4,9921x - 5,1497$	0,94	$y = 4,3954x$	0,93
radijs	$y = 2,0744x - 0,3808$	0,84	$y = 1,9676x$	0,84
sla	$y = 3,2039x - 0,1834$	0,91	$y = 3,1792x$	0,91