

# Variatie in afvoer van stikstof en fosfaat bij aardappel, suikerbiet en prei

In opdracht van IKC-L

E.J.J. Meurs en R. Booij

## ab-dlo

## **DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO)**

AB-DLO doet onderzoek ter bevordering van de kwaliteit en duurzaamheid van plantaardige systemen. Het instituut ontwikkelt en levert expertise ten behoeve van land- en tuinbouw, inrichters van de groene ruimte, industrieën en overheden. Het onderzoek is onderverdeeld in drie productgroepen/thema's.

### *Plantaardige productie en productkwaliteit*

- Geïntegreerde en biologische productiesystemen
- Onkruidbeheersingssystemen
- Precisielandbouw
- Groene grondstoffen en inhoudsstoffen
- Innovatie glastuinbouw
- Kwaliteit van plant, gewas en product

### *Bodem - plant - milieu*

- Bodem- en luchtkwaliteit
- Klimaatverandering
- Biodiversiteit
- Milieuvreemde stoffen en bodem- en gewaskwaliteit

### *Multifunctioneel en duurzaam landgebruik*

- Nutriëntenmanagement
- Rurale ontwikkeling en voedselzekerheid
- Agro-ecologische zonering
- Multifunctionele landbouw
- Agrarisch natuurbeheer

AB-DLO beschikt over unieke expertise op het gebied van plantenfysiologie, gewasecologie, vegetatiekunde, bodemchemie en -ecologie en systeemanalyse.

AB-DLO verricht onderzoek met behulp van geavanceerde onderzoeksfaciliteiten (laboratoria, klimaatruimten met mogelijkheden voor boven- en ondergrondse metingen, computer-beeldverwerking, mobiele apparatuur voor meting van de lichtbenutting van gewassen en vegetaties, proefbedrijven, enz.).

Adres : Bornsesteeg 65, Wageningen  
: Postbus 14, 6700 AA Wageningen

Telefoon : 0317.475700

Telefax : 0317.423110

E-mail : [postkamer@ab.dlo.nl](mailto:postkamer@ab.dlo.nl)

Internet : <http://www.ab.dlo.nl/>

# Inhoudsopgave

	pagina
1 Voorwoord	1
2 Inleiding	3
3 Werkwijze en beschrijving data	5
3.1 Werkwijze	5
3.2 Beschrijving data	5
4 Resultaten	7
4.1 Aardappelen	7
4.1.1 N-gehalte	7
4.1.2 N-afvoer	10
4.1.3 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -gehalte	11
4.1.4 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -afvoer	13
4.2 Suikerbieten	14
4.2.1 N-gehalte	14
4.2.2 N-afvoer	14
4.2.3 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -gehalte	16
4.2.4 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -afvoer	18
4.3 Prei	19
4.3.1 N-gehalten en N-afvoer	19
5 Discussie	23
6 Conclusies	25
7 Literatuur	27
Bijlage I:	
Aantal en herkomst data gehalten	2 pp.

# 1 Voorwoord

De nota werd opgesteld in opdracht van het IKC-Landbouw, in deze vertegenwoordigd door ir. H. Westhoek en ing. P.H. Hotsma en werd gefinancierd vanuit de beleidsruimte van DLO-programma 317 ('Dynamiek en beheer van nutriënten').

Een bijzonder woord van dank gaat uit naar dr.ir. J. Vos (LUW) voor het beschikbaar stellen van een belangrijk deel van de basis data en het Nutriënten Management Instituut NMI BV voor het vrijgeven van twee interne rapporten.



## 2 Inleiding

Met ingang van 1 januari 2002 zullen ook de akkerbouw en andere opengrondteelten onder MINAS vallen. Nu geldt voor bouwland in de verfijnde route een forfaitaire waarde van de afvoer van 165 kg N en 65 kg  $P_2O_5$  per ha bouwland per jaar. De vraag is nu in hoeverre het mogelijk is hiermee binnen MINAS-AT te volstaan en wat betekent een verfijning voor de akkerbouwer/tuinder, het milieu en de overheid?

Door het IKC zijn de volgende beleidsalternatieven geformuleerd:

1. Forfaitaire afvoer 165/65 per ha bouwland;
2. Forfaitaire afvoer 125/50 of 165/65 per ha bouwland, dan wel verfijnde aangifte;
3. Forfaitaire afvoer per ha bouwland van de betreffende AT-sector;
4. Forfait per sector of verfijnde aangifte;
5. Per gewas of gewasgroep
  - forfaitaire afvoer per ha
  - wegen en forfaitair gehalte
  - wegen en meten;
6. Alles wegen en meten.

Ter ondersteuning van de beslissing rondom de keuze van een van de geformuleerde alternatieven is deze notitie bedoeld. Deze notitie bouwt voort op de data welke in een eerdere opdracht door Vos et al (1998) zijn verzameld en bewerkt.

De afvoer van N en  $P_2O_5$  wordt bepaald door de opbrengst aan marktbaar product en het gehalte aan N en  $P_2O_5$  in het product. Zowel opbrengst als gehalte variëren. Daarom is geanalyseerd hoe groot deze variaties zijn en wat deze variaties betekenen voor de afvoer.

Hiervoor is voor de bepaling van de variatie in gehalte hoofdzakelijk gebruik gemaakt van gegevens uit proeven en deze zijn gecombineerd met praktijkdata over de variatie in opbrengst. De analyse heeft zich beperkt tot de afvoer van N en  $P_2O_5$  in aardappelen en suikerbieten en voor alleen N in prei.



## 3 Werkwijze en beschrijving data

### 3.1 Werkwijze

De verzameling datasets met N- en  $P_2O_5$ -gehalten in combinatie met gewasopbrengst zijn afkomstig uit proeven aangevuld met praktijkgegevens (zie 3.2.). De data hebben voor zowel aardappelen, suikerbieten als prei betrekking op vers materiaal (resp. knollen, biet en plant). Voor aardappelen en suikerbieten wordt weergegeven hoe het gehalte aan N en  $P_2O_5$  varieert in afhankelijkheid van opbrengst, jaar en locatie. Per gewas wordt de verdeling van respectievelijk N-gehalten en  $P_2O_5$ -gehalten bepaald. Hieruit kan onder meer worden berekend welk percentage van de populatie beneden een zeker gehalte blijft. De verdeling van gehalten wordt gekoppeld aan de variatie in opbrengsten in de praktijk. De gebruikte gegevens omtrent de variatie in opbrengst bij aardappel en suikerbiet zijn afkomstig van DLV. Het zijn praktijkcijfers uit de periode 1993-1995 van bedrijven door heel Nederland. Per gehalte kan men, door vermenigvuldiging van een gehalte met de opbrengstdata, een beeld krijgen van de mogelijke afvoer aan stikstof en fosfaat bij het gekozen gehalte. Op grond van de verdeling van deze N- of  $P_2O_5$ -afvoer kan worden berekend welk percentage van het aantal bedrijven beneden een zekere afvoer valt.

Voor prei waren alleen data m.b.t. N-gehalten beschikbaar. Gegevens over variatie in N-gehalte en opbrengst waren afkomstig van materiaal van de veiling (onderzoek AB-DLO, seizoen 1996 en 1997). De opbrengsten werden berekend met behulp van een gemiddeld plantgewicht en een veronderstelde plantdichtheid van 155.000 planten/ha. Deze data in combinatie met NMI praktijkcijfers vormen de populatie van N-gehalten en opbrengsten. Er waren voor prei geen onafhankelijke praktijkcijfers beschikbaar zodat de verdeling van N-gehalten werd gekoppeld aan de variatie in opbrengstcijfers uit dezelfde populatie.

### 3.2 Beschrijving data

De meeste data met betrekking tot gehalten zijn verzameld door Vos et al (1998), aangevuld met data van NMI en AB-DLO. Hieronder volgt een korte beschrijving van de gebruikte datasets.

#### **AGM**

Op de A.G. Mulderhoeve in Emmercompasuum werd van 1981 tot en met 1989 een vruchtwisselingsproef (AGM600) uitgevoerd. Het was onderzoek naar het effect van gewasrotaties, organische stof en stikstof op de productie van fabrieksaardappelen, suikerbieten, zomertarwe en haver (Wijnholds en van den Berg 1995, Vos 1996). De gebruikte aardappel- en suikerbietgegevens zijn van de jaren 1986 tot en met 1989.

#### **Lovinkhoeve**

Van proefboerderij de Lovinkhoeve in Marknesse zijn gegevens afkomstig uit de periode 1985-1990 (IB004 aardappelen). Alleen de proefobjecten met een N-bemesting vanaf 180 kg/ha zijn meegenomen.



**LUW**

De data van de Haarweg (Wageningen) zijn van een rotatieproef in de periode 1989-1994 met een vijfjarige rotatie van 5 gewassen in de vaste volgorde consumptieaardappel, wintertarwe, veldboon, suikerbiet en zomergerst. Alleen de aardappel- en suikerbietendata van de reguliere teelt en de geïntegreerde teelt zijn gebruikt. De proef was gelegen op rivierklei en is beschreven door Roding (1996).

De aardappel- en suikerbietendata van Bennekom zijn van een rotatieproef op zandgrond in de jaren 1989-1996. De rotatie bestond uit: fabrieksaardappel, zomertarwe, suikerbiet en haver. In het seizoen 1996 zijn er geen meststoffen gegeven, derhalve zijn de gegevens uit dit jaar niet gebruikt in dit verslag.

SB93a is een suikerbiettenproef uit 1993 met drie N-nivo's op rivierklei in Wageningen.

**AB-DLO**

Aardappelproeven in Eeserveen (1988,1989), Exloërmond (1994) en Vlagtwedde (1995) met als proeffactoren ondermeer vochniveau, pH en P-gift.

**PAV**

Aardappelproeven met verschillende N-giften, rassen en rotatie, uitgevoerd in Flevoland (proefbedrijf PAV en de Kandelaar) in 1990. Alleen de objecten met een bemesting vanaf 200 kg N/ha zijn meegenomen.

**NMI**

Fabrieksaardappelgegevens van praktijkpercelen uit 1996 (NMI Verslag C97.16,1997).

**IRS/IKC/IKC/IRS/SNIJDERS**

Gegevens over gehalten en opbrengsten van suikerbieten van praktijkpercelen door heel Nederland op verschillende grondsoorten met verschillende N-giften.

**Prei**

De data van het AB-DLO Wageningen zijn afkomstig uit onderzoek in 1996 en 1997 naar houdbaarheidsbepalende componenten in prei (Booij en Schouten, 1998). De prei van verschillende herkomsten werd geleverd via de veiling ZON en de Greenery-locatie Breda.

De NMI data (1996) zijn afkomstig van praktijkpercelen (NMI Verslag C97.17, 1997).

Het aantal data en de herkomst van de data, waarop de analyse is gebaseerd, worden weergegeven in Bijlage 1.

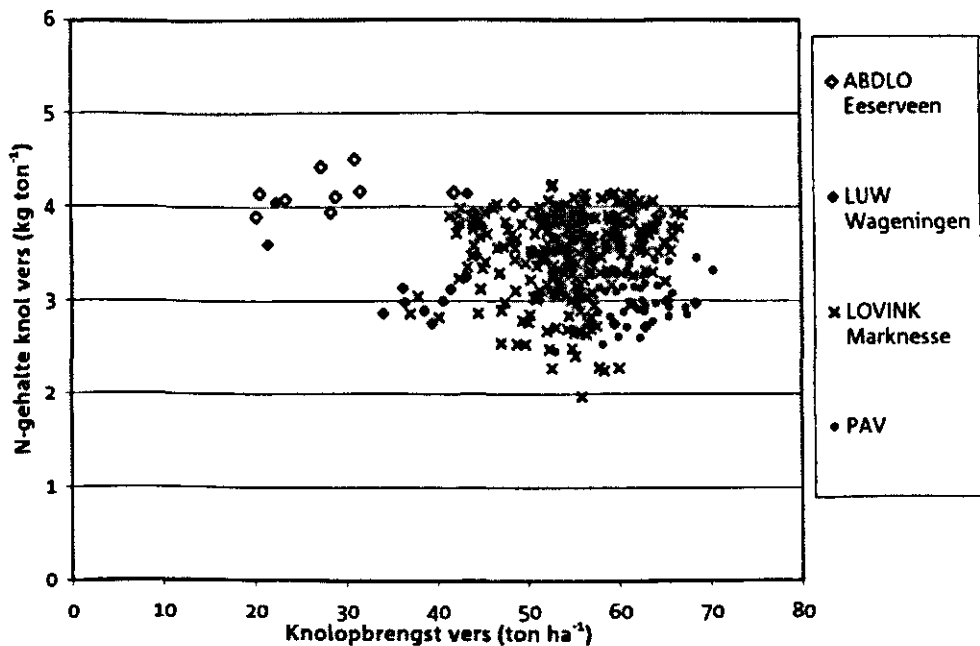
## 4 Resultaten

### 4.1 Aardappelen

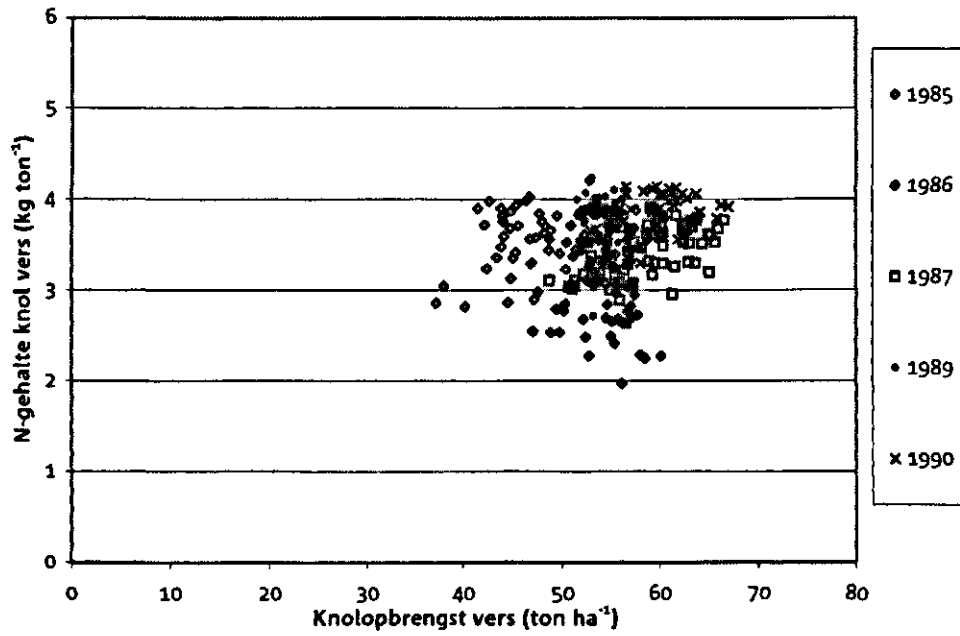
#### 4.1.1 N-gehalte

Het N-gehalte van consumptieaardappelen was gemiddeld 3,5 kg/ton en varieerde van 2 tot 4,5 kg/ton. Bij een opbrengstniveau tussen 35 en 65 ton/ha was het N-gehalte onafhankelijk van opbrengst en proefplaats (figuur 1). Figuur 2 geeft een beeld van de variatie over de jaren op de Lovinkhoeve. Ook hier is geen duidelijk verband aan te tonen tussen opbrengst en N-gehalte. Het N-gehalte van fabrieksaardappelen was gemiddeld 3,8 kg/ton en was ook hier in het traject 35-65 ton/ha onafhankelijk van opbrengst en proefplaats (figuur 3). Alleen bij opbrengsten lager dan 35 ton/ha lijken de N-gehalten wat hoger te zijn. Het aantal waarnemingen in dit traject is echter beperkt.

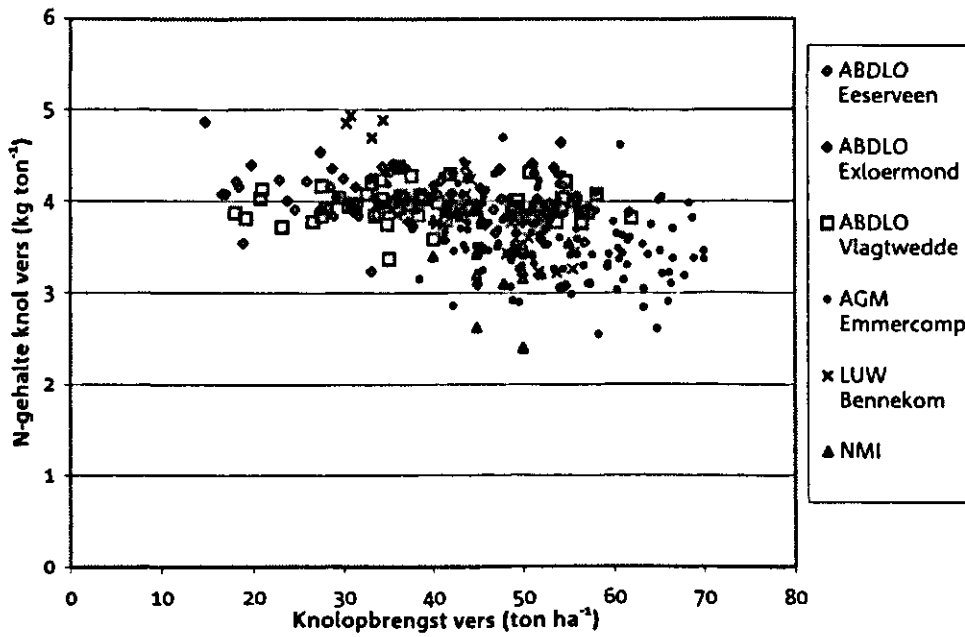
Na het bijvoegen van de data van consumptie- en fabrieksaardappelen (figuur 4) blijkt uit een histogram (figuur 5) dat de verdeling van de N-gehalten binnen de populatie normaal is. De variatie in N-gehalten van de praktijkwaarnemingen (NMI) kwam overeen met die afkomstig van proeven. Uit de verdeling kan worden berekend welk percentage van de populatie beneden een zeker N-gehalte blijft. Bijvoorbeeld: 50% heeft een N-gehalte lager dan 3,70 kg/ton. Van de populatie heeft 90% (5-95%) een N-gehalte tussen 2,76 en 4,28 kg/ton.



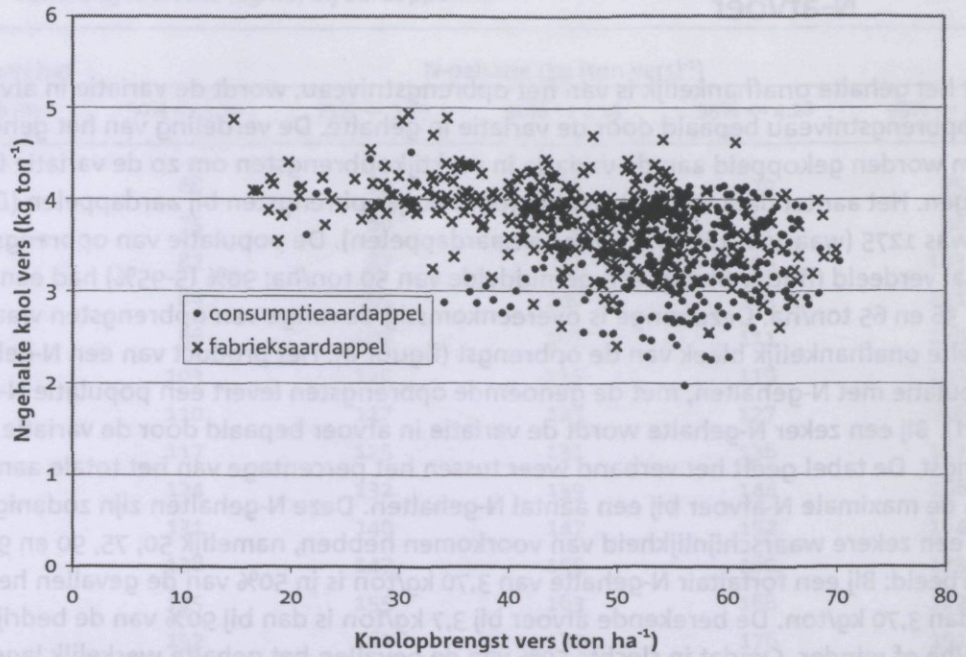
Figuur 1 Verband tussen opbrengst en N-gehalte bij consumptieaardappelen.



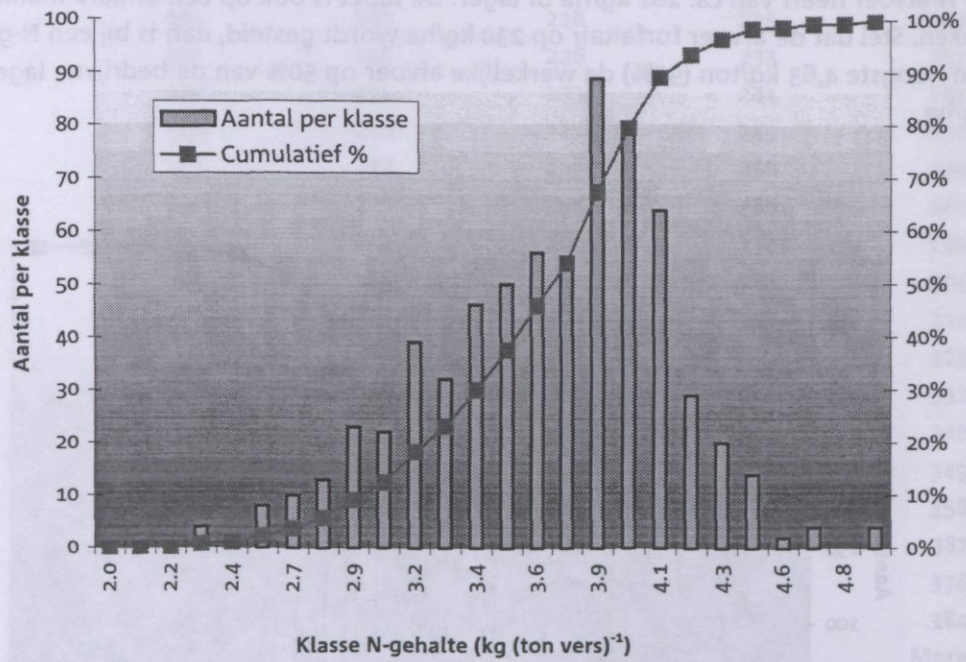
Figuur 2 Verband tussen opbrengst en N-gehalte bij consumptieaardappelen Lovinkhoeve.



Figuur 3 Verband tussen opbrengst en N-gehalte bij fabrieksaardappelen.



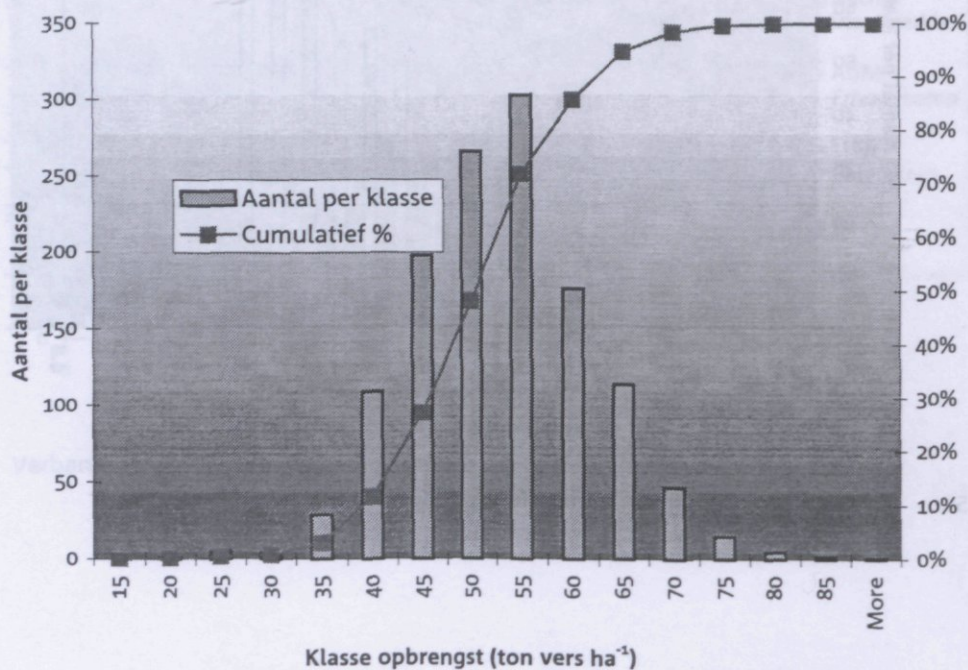
Figuur 4 Verband tussen opbrengst en N-gehalte bij consumptie- en fabrieksaardappelen.



Figuur 5 Frequentieverdeling van N-gehalte aardappelen.

#### 4.1.2 N-afvoer

Omdat het gehalte onafhankelijk is van het opbrengstniveau, wordt de variatie in afvoer bij een zeker opbrengstniveau bepaald door de variatie in gehalte. De verdeling van het gehalte kan daarom worden gekoppeld aan de variatie in praktijkopbrengsten om zo de variatie in afvoer te verkrijgen. Het aantal data met betrekking tot praktijkopbrengsten bij aardappelen (DLV 1993-1995) was 1275 (waarvan 165 m.b.t. fabrieksaardappelen). De populatie van opbrengsten is normaal verdeeld (figuur 6) met een gemiddelde van 50 ton/ha; 90% (5-95%) had een opbrengst tussen 36 en 65 ton/ha. Deze range is overeenkomstig de range van opbrengsten waar het N-gehalte onafhankelijk bleek van de opbrengst (figuur 4). Het product van een N-gehalte, uit de populatie met N-gehalten, met de genoemde opbrengsten levert een populatie N-afvoer (tabel 1). Bij een zeker N-gehalte wordt de variatie in afvoer bepaald door de variatie in opbrengst. De tabel geeft het verband weer tussen het percentage van het totale aantal bedrijven en de maximale N-afvoer bij een aantal N-gehalten. Deze N-gehalten zijn zodanig gekozen dat ze een zekere waarschijnlijkheid van voorkomen hebben, namelijk 50, 75, 90 en 99%. Bijvoorbeeld: Bij een forfaitair N-gehalte van 3,70 kg/ton is in 50% van de gevallen het N-gehalte lager dan 3,70 kg/ton. De berekende afvoer bij 3,7 kg/ton is dan bij 90% van de bedrijven ca. 225 kg/ha of minder. Omdat in slechts 50% van de gevallen het gehalte werkelijk lager is dan 3,7 kg/ton zal de werkelijke afvoer bij slechts  $0,5 \cdot 90 = 45\%$  van het aantal bedrijven lager zijn dan 225 kg/ha. Een forfaitair gehalte van 4,63 kg/ton betekent dat in werkelijkheid in vrijwel alle gevallen (99%) het gehalte lager is dan deze 4,63 kg/ton. Combinatie van dit gehalte met de variatie in praktijkopbrengsten betekent nu dat bijvoorbeeld 90% van de bedrijven een werkelijke N-afvoer heeft van ca. 282 kg/ha of lager. De tabel is ook op een andere manier te gebruiken. Stel dat de afvoer forfaitair op 230 kg/ha wordt gesteld, dan is bij een N-gehalte van ten hoogste 4,63 kg/ton (99%) de werkelijke afvoer op 50% van de bedrijven lager dan 230 kg/ha.



Figuur 6 Frequentieverdeling van aardappelopbrengst (praktijk 1993-1995).

Tabel 1 Verdeling N-afvoer (kg/ha) bij aardappelen.

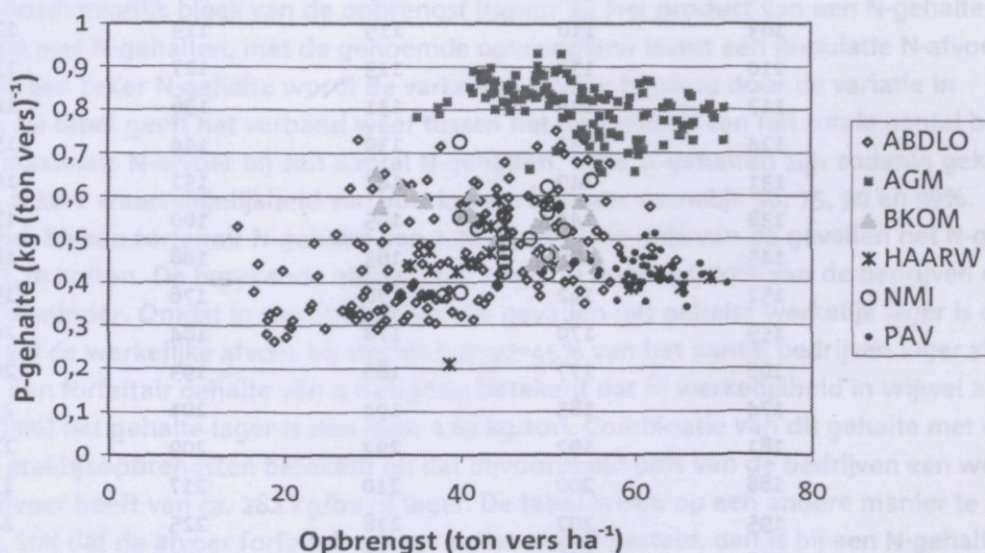
Percentage van het aantal bedrijven	N-gehalte (kg (ton vers) <sup>-1</sup> )				
	50% <= 3.70	75% <= 3.93	90% <= 4.13	95% <= 4.28	99% <= 4.63
,1%	68	72	76	79	85
,1%	75	80	84	87	94
,1%	82	87	92	95	103
,4%	89	95	100	103	111
,6%	96	102	107	111	120
,8%	103	110	115	119	129
,8%	110	117	123	127	138
1,4%	117	125	131	136	147
2,3%	124	132	139	144	156
4,3%	131	140	147	152	164
6,4%	138	147	155	160	173
10,7%	145	155	163	168	182
16,2%	152	162	170	176	191
21,8%	159	170	178	184	200
32,2%	166	177	186	193	208
38,5%	174	185	194	201	217
44,4%	181	192	202	209	226
55,9%	188	200	210	217	235
63,6%	195	207	218	225	244
70,2%	202	215	226	233	252
78,8%	209	222	233	241	261
82,7%	216	230	241	249	270
89,0%	223	237	249	258	279
91,8%	230	245	257	266	288
93,6%	237	252	265	274	296
96,3%	244	259	273	282	305
97,3%	251	267	281	290	314
98,2%	258	274	288	298	323
99,2%	265	282	296	306	332
99,4%	272	289	304	315	340
99,5%	279	297	312	323	349
99,7%	286	304	320	331	358
99,8%	293	312	328	339	367
99,9%	300	319	336	347	376
99,9%	307	327	344	355	384
100,0%	More	More	More	More	More

#### 4.1.3 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-gehalte

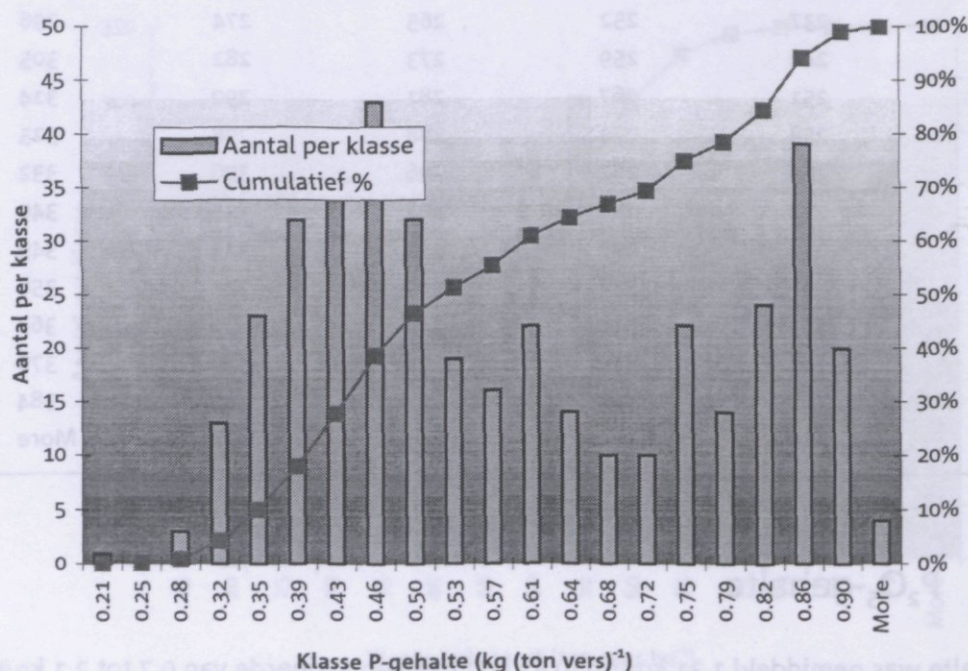
Het P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-gehalte was gemiddeld 1,31 kg/ton (0,57 kg P/ton) en varieerde van 0,7 tot 2,1 kg/ton (0,3-0,9 kg P/ton). Voor alle proefplaatsen gold dat het P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-gehalte niet afhankelijk was van de opbrengst (figuur 7). De relatie was niet voor alle proefplaatsen dezelfde. AGM had hogere

gehalten dan de andere proefplaatsen. Dit was geen jaareffect omdat de data betrekking hadden op 4 proefjaren. Bij de verdere verwerking is net als bij de N-gehalten geen onderscheid gemaakt tussen consumptie- en fabrieksaardappelen. De populatie van  $P_2O_5$ -gehalten is niet normaal verdeeld (figuur 8). De verdeling heeft twee pieken. De tweede piek werd veroorzaakt daar de relatief hoge gehalten in de AGM-data. Van de populatie met  $P_2O_5$ -gehalten heeft 90% (5-95%) een gehalte tussen 0,76 en 1,99 kg/ton (0,33-0,87 kg P/ton).

### P-gehalte vs opbrengst aardappelknol



Figuur 7 Verband tussen opbrengst en P-gehalte bij aardappelen.



Figuur 8 Frequentieverdeling van P-gehalte aardappelen.

#### 4.1.4 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-afvoer

De verdeling van de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-gehalten kan ook hier weer worden gekoppeld aan de praktijk-opbrengsten. Uit de verdeling van P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-gehalten blijkt bijvoorbeeld dat 99% van de populatie een P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-gehalte had van ten hoogste 2,05 kg/ton (0,89 kg P/ton).

Tabel 2 Verdeling P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-afvoer (kg/ha) bij aardappelen.

Percentage van het aantal bedrijven	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -gehalte (kg/ton vers)				
	50% <= 1.21	75% <= 1.73	90% <= 1.92	95% <= 1.99	99% <= 2.05
,1%	22	32	35	37	38
,1%	25	35	39	40	41
,1%	27	38	43	44	45
,4%	29	42	46	48	49
,6%	31	45	50	52	53
,8%	34	48	54	55	57
,8%	36	51	57	59	61
1,4%	38	55	61	63	65
2,3%	41	58	65	67	69
4,3%	43	61	68	71	73
6,4%	45	65	72	74	77
10,7%	48	68	75	78	80
16,2%	50	71	79	82	84
21,8%	52	75	83	86	88
32,2%	55	78	86	89	92
38,5%	57	81	90	93	96
44,4%	59	84	94	97	100
55,9%	61	88	97	101	104
63,6%	64	91	101	105	108
70,2%	66	94	105	108	112
78,8%	68	98	108	112	115
82,7%	71	101	112	116	119
89,0%	73	104	116	120	123
91,8%	75	107	119	123	127
93,6%	78	111	123	127	131
96,3%	80	114	127	131	135
97,3%	82	117	130	135	139
98,2%	84	121	134	139	143
99,2%	87	124	138	142	147
99,4%	89	127	141	146	150
99,5%	91	130	145	150	154
99,7%	94	134	149	154	158
99,8%	96	137	152	157	162
99,9%	98	140	156	161	166
99,9%	101	144	160	165	170
100,0%	More	More	More	More	More

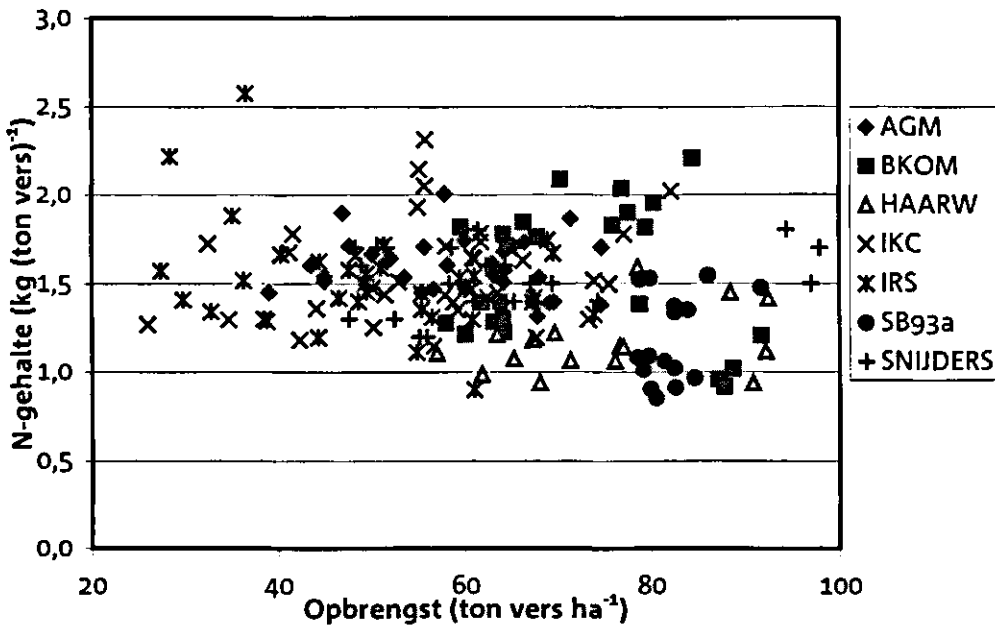


De combinatie van het  $P_2O_5$ -gehalte met de praktijkopbrengsten levert een verdeling op van  $P_2O_5$ -afvoer tussen 38 en 170 kg/ha (tabel 2). Bij 90% van het totale aantal bedrijven is de werkelijke  $P_2O_5$ -afvoer lager dan 125 kg/ha. Bij de keuze van een forfaitaire afvoer van 115 kg  $P_2O_5$ /ha is bij een  $P_2O_5$ -gehalte van ten hoogste 2,05 kg/ton (99%) de werkelijke afvoer op ongeveer 80% van de bedrijven lager dan deze 115 kg/ha.

## 4.2 Suikerbieten

### 4.2.1 N-gehalte

Het N-gehalte van suikerbieten was gemiddeld 1,48 kg/ton. In een breed traject van opbrengsten (25-95 ton/ha) kon voor geen van de proefplaatsen een duidelijk verband worden aangetoond tussen N-gehalte en opbrengst (figuur 9). De verdeling van de gehalten binnen de populatie is normaal verdeeld (figuur 10). Van de populatie heeft 90% (5-95%) een N-gehalte dat ligt tussen 0,99 en 2,00 kg/ton. Uit deze data kan net als bij de aardappelen de waarschijnlijkheid van voorkomen van een zeker N-gehalte worden aangegeven.

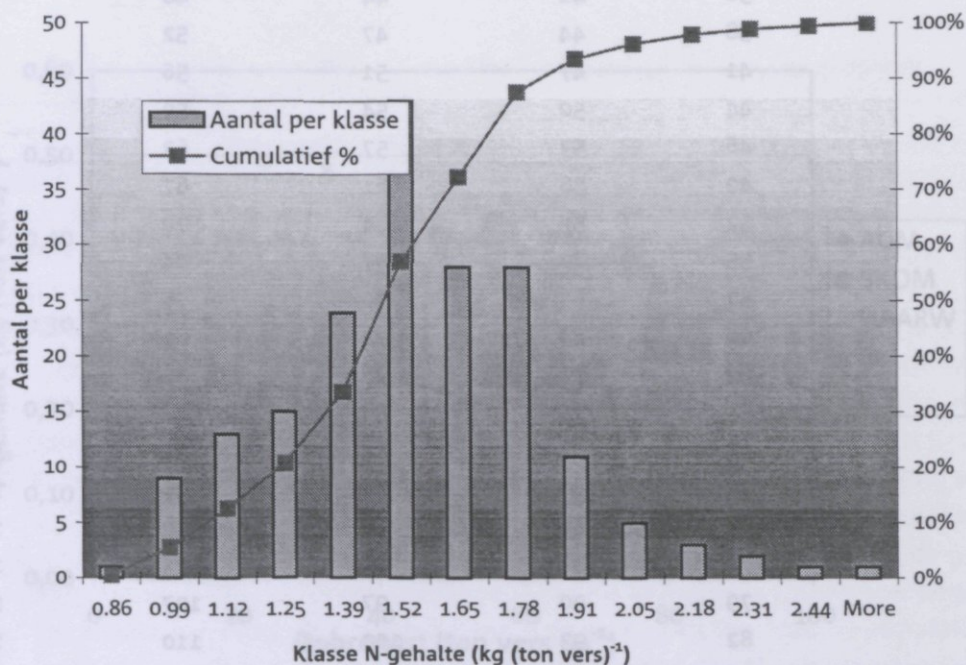


Figuur 9 Verband tussen opbrengst en N-gehalte bij suikerbieten.

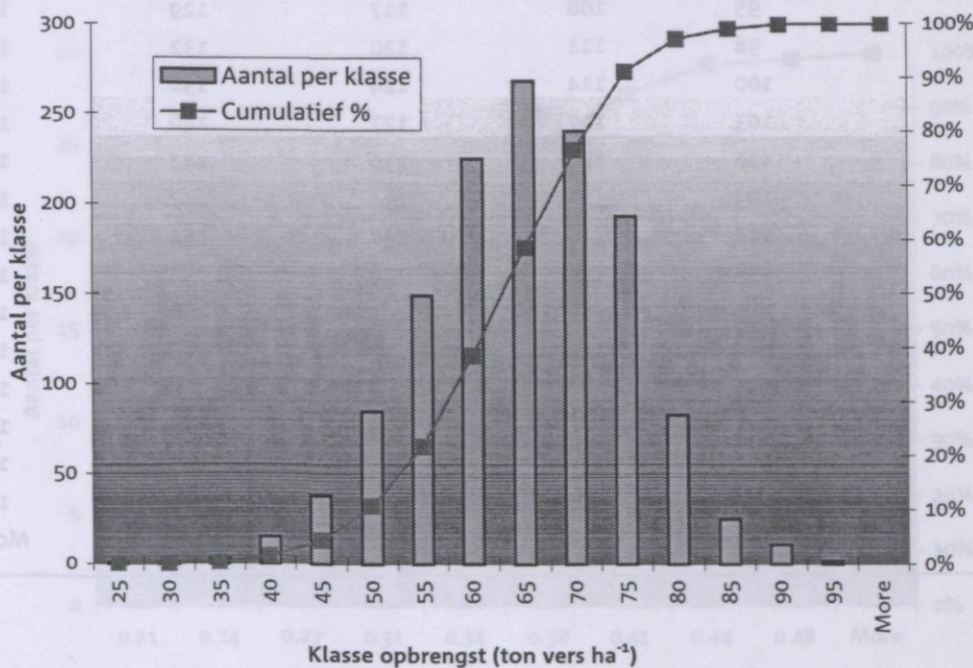
### 4.2.2 N-afvoer

Het aantal data met betrekking tot de praktijkopbrengsten bij suikerbieten (DLV 1993-1995) was 1339. De populatie van praktijkopbrengsten is normaal verdeeld (figuur 11) met een gemiddelde opbrengst van 62 ton per ha. In 90% (5-95%) van de gevallen lag de opbrengst tussen 45 en 77 ton/ha. Deze verdeling komt overeen met het opbrengsttraject waarin het gehalte onafhankelijk is van het opbrengstniveau (figuur 9). Koppeling van gehalten met een zekere

waarschijnlijkheid van voorkomen aan de praktijkopbrengsten levert een variatie aan afvoer op (tabel 3). Uit de populatie van N-gehalten bleek dat in 99% van de gevallen het gehalte ten hoogste 2,23 kg/ton was. De berekende N-afvoer varieert dan van 54 tot 197 kg/ha. Bij 90% van de bedrijven is de afvoer ten hoogste ca. 165 kg/ha.



Figuur 10 Frequentieverdeling van N-gehalte suikerbieten.



Figuur 11 Frequentieverdeling van opbrengst suikerbieten (praktijk 1993-1995).

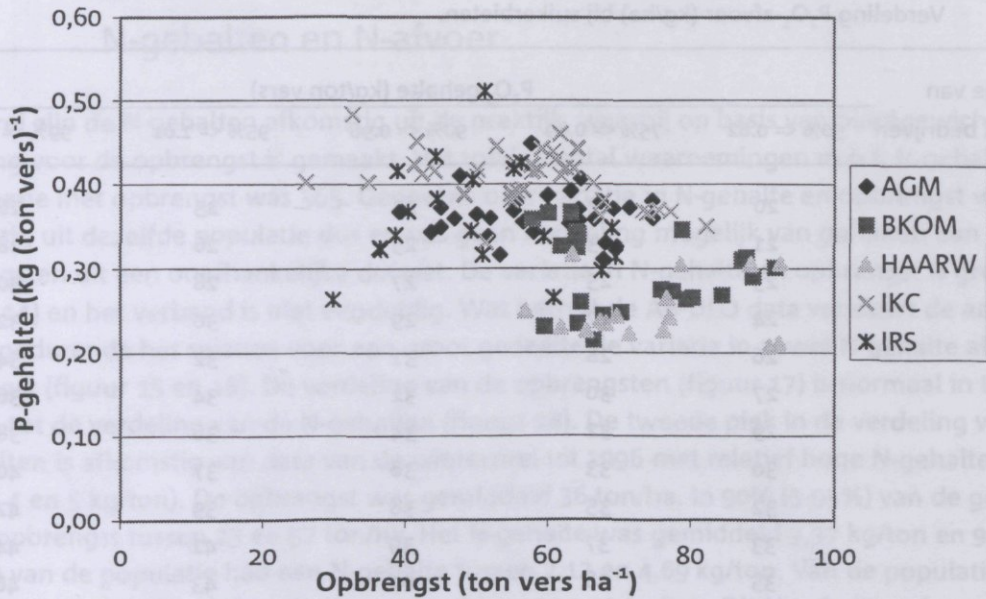
Tabel 3 Verdeling N-afvoer (kg/ha) bij suikerbieten.

Percentage van het aantal bedrijven	N-gehalte (kg/ton vers)				
	50% ≤ 1.48	75% ≤ 1.68	90% ≤ 1.82	95% ≤ 2.00	99% ≤ 2.23
,1%	36	41	44	48	54
,1%	38	44	47	52	58
,1%	41	47	51	56	62
,1%	44	50	54	59	66
,1%	46	53	57	63	70
,4%	49	56	61	67	74
,4%	52	59	64	70	79
,8%	55	62	67	74	83
1,3%	57	65	70	78	87
1,9%	60	68	74	81	91
2,6%	63	71	77	85	95
3,8%	65	74	80	88	99
5,9%	68	77	84	92	103
7,6%	71	80	87	96	107
10,5%	73	83	90	99	111
15,4%	76	86	94	103	115
18,9%	79	90	97	107	119
25,8%	82	93	100	110	123
30,7%	84	96	104	114	128
35,5%	87	99	107	118	132
46,3%	90	102	110	121	136
52,0%	92	105	114	125	140
57,7%	95	108	117	129	144
66,0%	98	111	120	132	148
72,6%	100	114	124	136	152
76,5%	103	117	127	140	156
85,1%	106	120	130	143	160
89,0%	109	123	134	147	164
93,4%	111	126	137	151	168
95,1%	114	129	140	154	173
96,9%	117	132	144	158	177
98,3%	119	135	147	162	181
98,4%	122	139	150	165	185
99,0%	125	142	154	169	189
99,6%	127	145	157	173	193
99,7%	130	148	160	176	197
100,0%	More	More	More	More	More

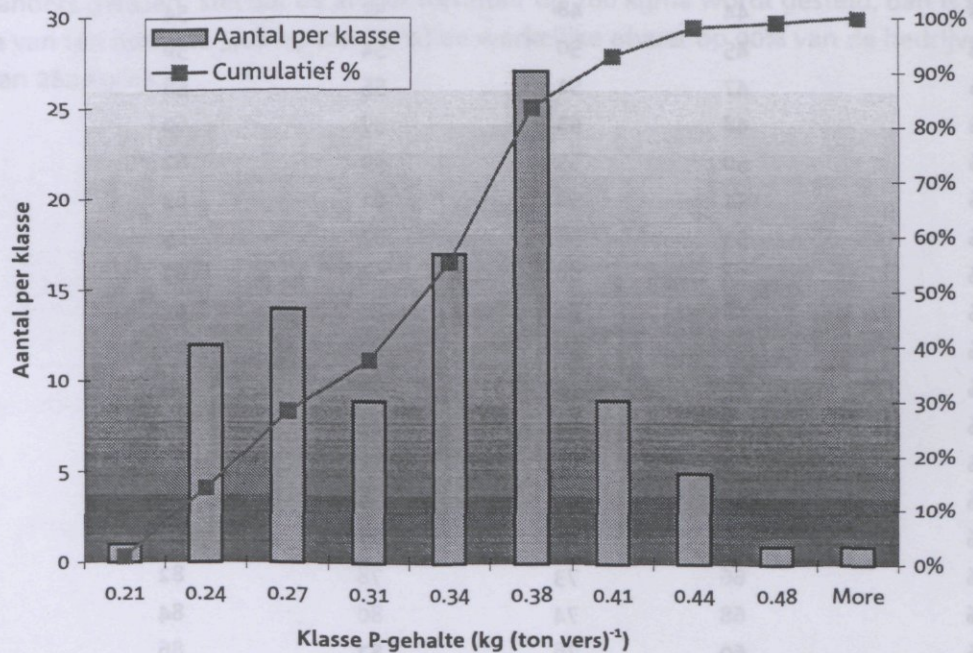
### 4.2.3 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-gehalte

De variatie in P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-gehalte bij suikerbieten blijkt onafhankelijk van de opbrengst (figuur 12) voor de verschillende proefplaatsen. Het gehalte was gemiddeld 0,80 kg/ton (0,35 kg P/ton). De

verdeling van de gehalten is onregelmatig (figuur 13). Beneden een  $P_2O_5$ -gehalte van ca. 0,7 kg/ton (0,3 kg P/ton) zit een groep data met een relatief laag  $P_2O_5$ -gehalte afkomstig van de proefplaatsen Haarweg en Bennekom. Van de totale populatie  $P_2O_5$ -gehalten geeft 90% (5-95%) een gehalte tussen 0,53 en 1,01 kg/ton (0,23-0,44 kg P/ton).



Figuur 12 Verband tussen opbrengst en P-gehalte bij suikerbieten.



Figuur 13 Frequentieverdeling van P-gehalte suikerbieten.

#### 4.2.4 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-afvoer

Een forfaitair gehalte van 1,10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ton betekent dat in werkelijkheid in vrijwel alle gevallen (99%) het gehalte lager is (tabel 4). Combinatie van dit gehalte met de variatie in praktijk-opbrengsten betekent bijvoorbeeld dat 90% van de bedrijven een P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-afvoer heeft van ten

Tabel 4 Verdeling P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-afvoer (kg/ha) bij suikerbieten.

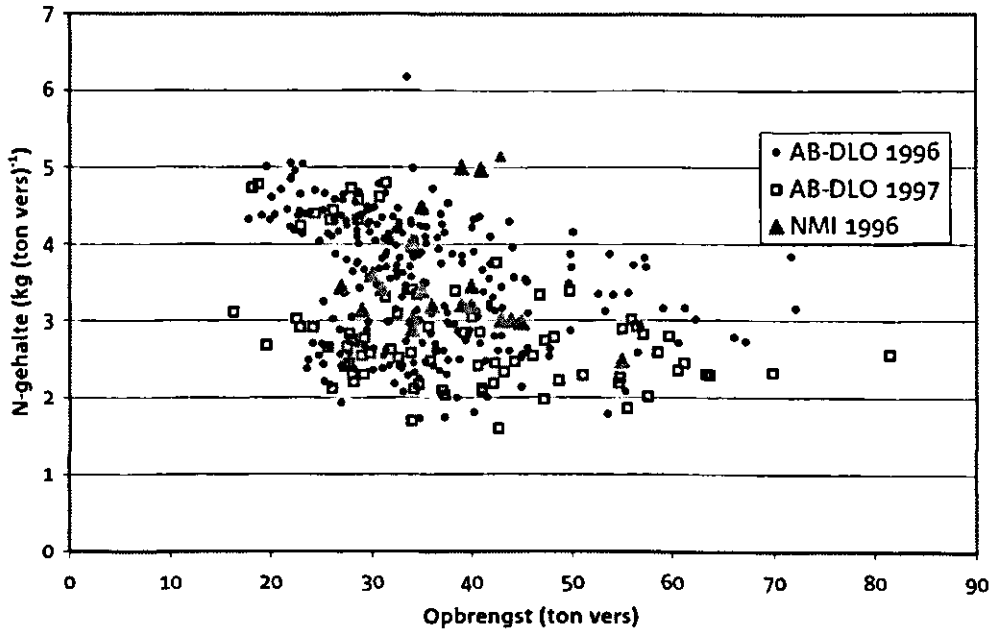
Percentage van het aantal bedrijven	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -gehalte (kg/ton vers)				
	50% <= 0.82	75% <= 0.89	90% <= 0.96	95% <= 1.01	99% <= 1.10
,1%	20	22	23	25	26
,1%	21	23	25	26	28
,1%	23	25	27	28	30
,1%	24	27	29	30	32
,1%	26	28	31	32	34
,4%	27	30	32	34	36
,4%	29	32	34	36	38
,8%	30	33	36	37	40
1,3%	32	35	38	39	42
1,9%	33	37	39	41	44
2,6%	35	38	41	43	46
3,8%	36	40	43	45	48
5,9%	38	42	45	47	50
7,6%	39	43	47	49	52
10,5%	41	45	48	50	54
15,4%	42	46	50	52	56
18,9%	44	48	52	54	58
25,8%	45	50	54	56	60
30,7%	47	51	55	58	62
35,5%	48	53	57	60	64
46,3%	50	55	59	62	66
52,0%	51	56	61	63	68
57,7%	53	58	62	65	70
66,0%	54	60	64	67	72
72,6%	56	61	66	69	74
76,5%	57	63	68	71	76
85,1%	59	65	70	73	78
89,0%	60	66	71	75	80
93,4%	62	68	73	76	82
95,1%	63	70	75	78	84
96,9%	65	71	77	80	86
98,3%	66	73	78	82	88
98,4%	68	74	80	84	90
99,0%	69	76	82	86	92
99,6%	71	78	84	88	94
99,7%	72	79	86	89	96
100,0%	More	More	More	More	More

hoogste 80 kg/ha. De afvoercijfers zijn ook op een andere manier te interpreteren. Stel dat de afvoer forfaitair op 80 kg/ha wordt gesteld, dan is bij een  $P_2O_5$ -gehalte van ten hoogste 1,10 kg/ton (99%) de werkelijke afvoer op 90% van de bedrijven minder dan 80 kg  $P_2O_5$ /ha.

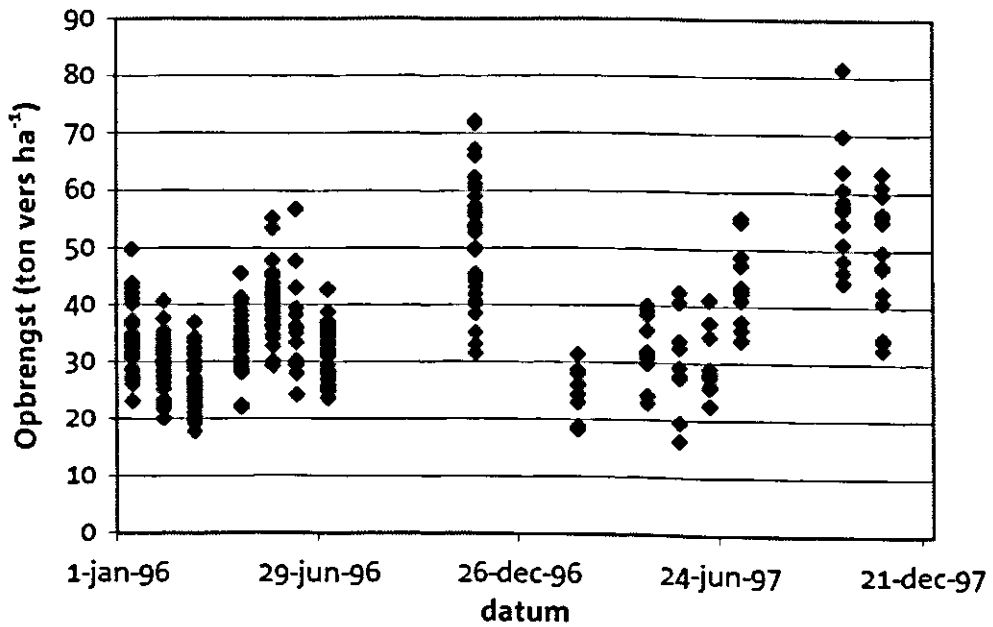
## 4.3 Prei

### 4.3.1 N-gehalten en N-afvoer

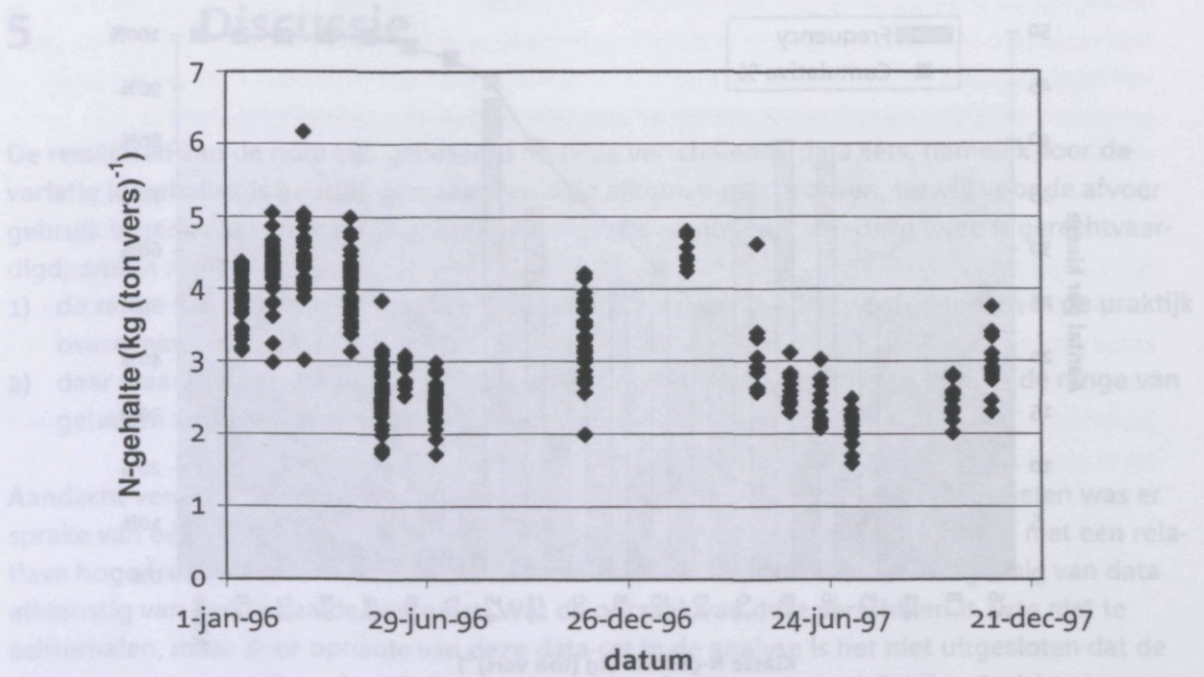
Voor prei zijn de N-gehalten afkomstig uit de praktijk, waarbij op basis van plantgewicht een schatting voor de opbrengst is gemaakt. Het totale aantal waarnemingen m.b.t. N-gehalte in combinatie met opbrengst was 365. Gegevens over variatie in N-gehalte en opbrengst waren afkomstig uit dezelfde populatie dus er was geen koppeling mogelijk van gehalten aan opbrengsten uit een onafhankelijke dataset. De variatie in N-gehalte en opbrengst is groot (figuur 14) en het verband is niet eenduidig. Wat betreft de AB-DLO data verklaart de aanvoerdatum gedurende het seizoen voor een groot gedeelte de variatie in zowel N-gehalte als opbrengst (figuur 15 en 16). De verdeling van de opbrengsten (figuur 17) is normaal in tegenstelling tot de verdeling van de N-gehalten (figuur 18). De tweede piek in de verdeling van N-gehalten is afkomstig van data van de winterprei uit 1996 met relatief hoge N-gehalten (tussen 4 en 5 kg/ton). De opbrengst was gemiddeld 36 ton/ha. In 90% (5-95%) van de gevallen lag de opbrengst tussen 23 en 57 ton/ha. Het N-gehalte was gemiddeld 3,37 kg/ton en 90% (5-95%) van de populatie had een N-gehalte tussen 2,12 en 4,69 kg/ton. Van de populatie N-gehalten heeft 50% een N-gehalte van ten hoogste 3,33 kg/ton. Dit N-gehalte gekoppeld aan de totale populatie van opbrengsten levert een verdeling van N-afvoer op van 54 tot 260 kg/ha (tabel 5). In 90% van de gevallen is de N-afvoer ten hoogste ca. 172 kg/ha. Een forfaitair N-gehalte van 5,02 kg/ton betekent dat in werkelijkheid vrijwel altijd (99%) het gehalte lager is. In 90% van de gevallen is hierbij de N-opbrengst ten hoogste ca. 260 kg/ha. De tabel anders gelezen: Stel dat de afvoer forfaitair op 260 kg/ha wordt gesteld, dan is bij een N-gehalte van ten hoogste 5,02 kg/ton (99%) de werkelijke afvoer op 90% van de bedrijven minder dan 260 kg/ha.



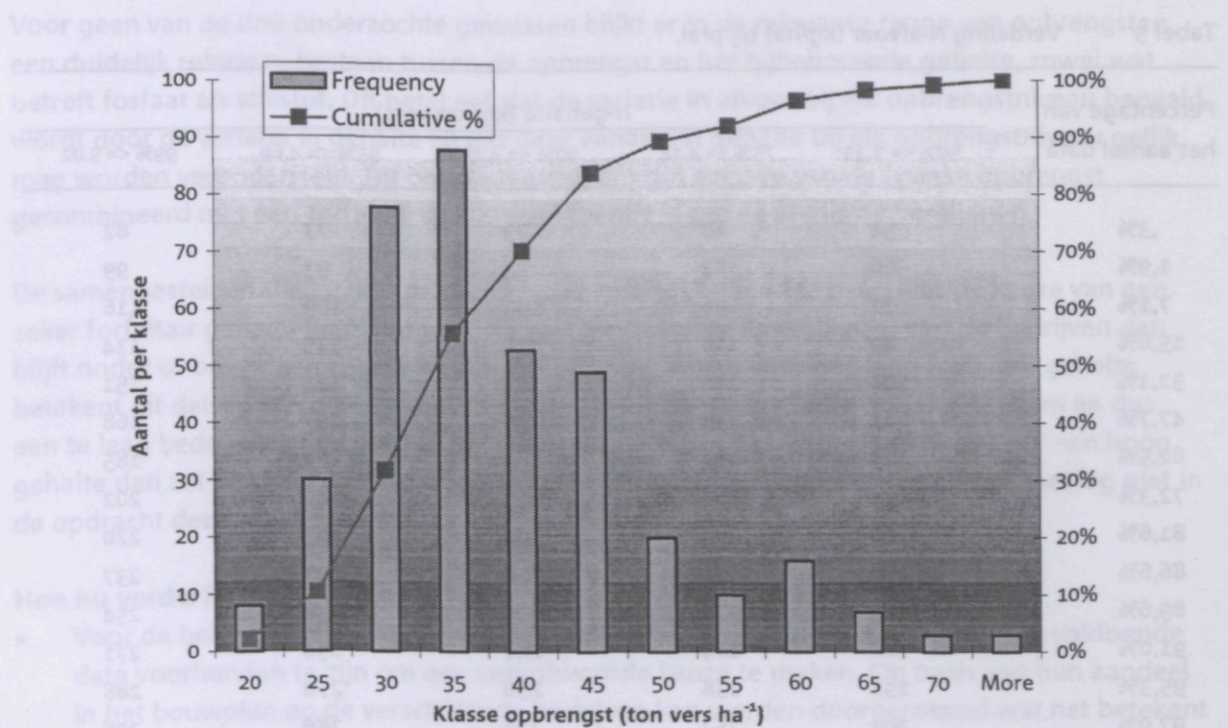
Figuur 14 Verband tussen opbrengst en N-gehalte bij prei.



Figuur 15 Opbrengst van prei versus oogstdatum.

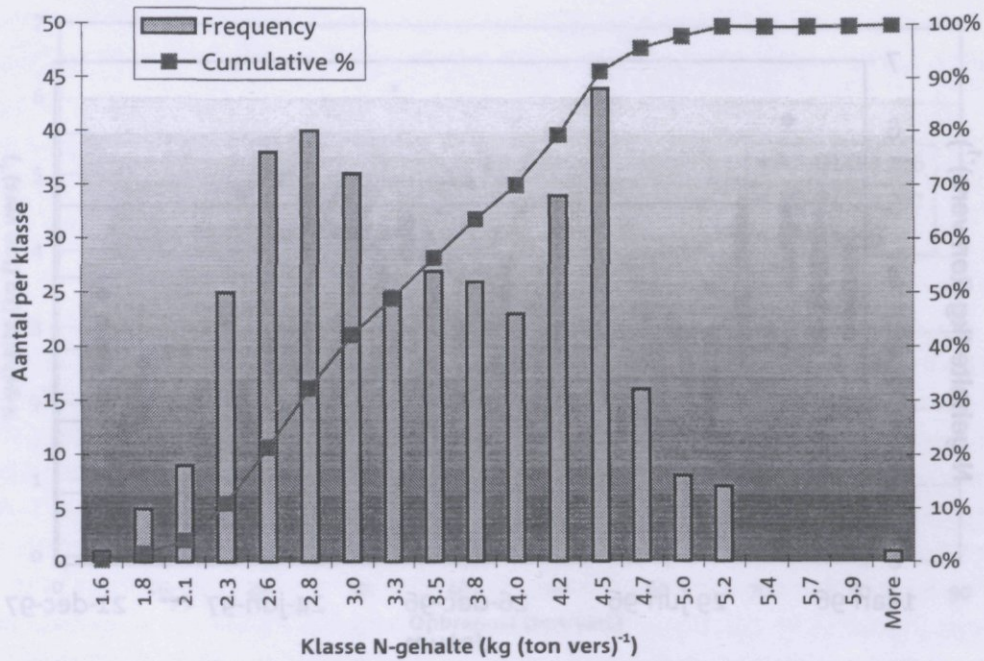


Figuur 16 N-gehalte van prei versus oogstdatum.



Figuur 17 Frequentieverdeling van opbrengst prei.





Figuur 18 Frequentieverdeling van N-gehalte prei.

Tabel 5 Verdeling N-afvoer (kg/ha) bij prei.

Percentage van het aantal data	N-gehalte (kg/ton vers)				
	50% ≤ 3.33	75% ≤ 4.14	90% ≤ 4.45	95% ≤ 4.69	99% ≤ 5.02
,3%	54	68	73	77	82
1,9%	66	82	88	93	99
7,1%	77	96	103	109	116
15,6%	89	110	118	125	134
32,1%	100	125	134	141	151
47,7%	111	139	149	157	168
62,5%	123	153	164	173	185
72,3%	134	167	179	189	202
81,6%	146	181	195	205	220
86,6%	157	196	210	221	237
89,6%	168	210	225	238	254
91,0%	180	224	241	254	271
95,3%	191	238	256	270	288
97,0%	203	252	271	286	306
98,4%	214	267	286	302	323
98,9%	225	281	302	318	340
99,2%	237	295	317	334	357
99,7%	248	309	332	350	374
99,7%	260	323	347	366	392
100,0%	More	More	More	More	More

## 5 Discussie

De resultaten van de nota zijn gebaseerd op twee verschillende data sets, namelijk voor de variatie in gehalten is gebruik gemaakt van data afkomstig uit proeven, terwijl voor de afvoer gebruik is gemaakt van praktijk opbrengstcijfers. De combinatie van deze twee is gerechtvaardigd, omdat :

- 1) de range van opbrengsten in de proeven en zoals deze werden waargenomen in de praktijk overeenkwamen en
- 2) daar waar gehalten afkomstig waren uit de praktijk (NMI) deze vielen binnen de range van gehalten zoals waargenomen in de proeven.

Aandacht verdient de verdeling van P-gehalten, zowel in aardappelen als suikerbieten was er sprake van een bijzondere verdeling, waarbij twee gehalten werden aangetroffen met een relatieve hoge frequentie van voorkomen. Met name in aardappelen was dit het gevolg van data afkomstig van een bepaalde herkomst. Wat de oorzaak van deze verschillen is, was niet te achterhalen, maar door opname van deze data-set in de analyse is het niet uitgesloten dat de thans weergegeven range in gehalten groter is dan de meest waarschijnlijke. Gerichte bemonstering om de meest waarschijnlijke variatie in gehalten in de praktijk vast te stellen lijkt daarom wenselijk.

Voor geen van de drie onderzochte gewassen blijkt er in de relevante range van opbrengsten een duidelijk relatie te bestaan tussen de opbrengst en het bijbehorende gehalte, zowel wat betreft fosfaat als stikstof. Dit betekent dat de variatie in afvoer bij elk opbrengstniveau bepaald wordt door de variatie in gehalte en dat deze variatie in gehalte bij elk opbrengstniveau gelijk mag worden verondersteld. Dit betekent eveneens dat opgave van de fysieke opbrengst gecombineerd met één forfaitair gehalte voldoende is om de afvoer te berekenen.

De samengestelde tabellen kunnen nu worden gebruikt om na te gaan wat de keuze van een zeker forfaitair gehalte betekent voor de variatie in afvoer en welk deel van de bedrijven dan blijft onder of boven een zekere afvoer. Als gekozen wordt voor een laag forfaitair gehalte betekent dit dat op een groot aantal bedrijven het werkelijk gehalte hoger zal liggen en dus een te laag bedrag voor de werkelijke afvoer wordt berekend. Wordt gekozen voor een hoog gehalte dan zal het werkelijk gehalte lager zijn en daarmee de berekende afvoer. Het lag niet in de opdracht deze keuzes te maken.

### Hoe nu verder?

- Voor de belangrijkste akkerbouwgewassen aardappelen en suikerbieten lijken voldoende data voorhanden te zijn om een verantwoorde keuze te maken. Op basis van hun aandeel in het bouwplan op de verschillende bedrijven kan worden doorgerekend wat het betekent op bedrijfsniveau.
- Het rapport van Vos et al., 1998 bevatten onvoldoende data voor granen om een soortgelijke analyse te maken. Het is te overwegen om na te gaan of er nog meer data sets beschikbaar zijn, vooral voor stikstof lijkt dit waarschijnlijk.
- Met name voor een groot aantal tuinbouwgewassen ontbreekt informatie over de variatie in gehalten. Omdat de analyse van de in dit rapport gekozen pilot gewassen heeft laten zien dat er nauwelijks een relatie is tussen opbrengst en gehalte is het de vraag of het noodzakelijk is dit ook te analyseren voor alle overige gewassen. Het lijkt daarom

belangrijk voor als eerst te concentreren op de variatie in gehalten in de praktijk om tot een verantwoorde keuze van een forfaitair gehalte te komen. Voor producten welke via de veilingen worden verhandeld is de informatie te verkrijgen door monsters uit de aanvoer te nemen en deze te analyseren. Indien er sprake is van slechts een marktbaar deel per plant of dat de gehele plant marktbaar is, kan door omrekening vanuit het gewicht een schatting worden gemaakt voor de afvoer per oppervlakte eenheid (gelijk aan de wijze waarop het in dit rapport voor prei is gebeurd). Als voor andere gewassen de relatie tussen opbrengst en gehalte geanalyseerd moet worden is het het beste dit op praktijk bedrijven te doen, waarbij op delen van het perceel opbrengst en gehalte worden bepaald. Dit voorkomt problemen rondom bemonstering.

Indien een bepaald product over een langer deel van het seizoen wordt aangevoerd (b.v. jaarrond) is het aan te bevelen de aanvoer te bemonsteren op verschillende tijdstippen, om na te gaan of er sprake is van een seizoensafhankelijke variatie.

## 6 Conclusies

- In het voor de praktijk relevante opbrengsttraject is het fosfaat- en stikstofgehalte onafhankelijk van de opbrengst.
- De variatie in afvoer bij elk opbrengstniveau wordt daarom bepaald door de variatie in gehalte.
- In 90% van de gevallen ligt het N-gehalte in aardappelen tussen 2,8 en 4,3 kg/ton, in suikerbieten tussen 1,0 en 2,0 kg/ton en in prei tussen 2,1 en 4,7 kg/ton.
- Het fosfaatgehalte lag in 90% van de gevallen in aardappelen tussen 0,8 en 2,0 kg/ton (0,3-0,9 kg P/ton) en in suikerbieten tussen 0,5 en 1,0 kg/ton (0,2-0,4 kg P/ton).



## 7 Literatuur

Booij, R. en Schouten, S., 1998.

Houdbaarheidsbepalende componenten in prei. AB-DLO nota 129, AB-DLO, Wageningen.

Postma, R. en Van Erp, P.J., 1997. Inventarisatie bemesting op akkerbouwbedrijven met fabrieksaardappelen. NMI Verslag C 97.16, NMI, Wageningen.

Postma, R. en Van Erp, P.J., 1997.

Inventarisatie bemesting op tuinbouwbedrijven met prei. NMI Verslag C 97.17, NMI, Wageningen.

Vos, J., Van der Maden, A.A.J.M. en Van der Putten, P.E.L., 1998.

Afvoer van stikstof en fosfaat met oogstproducten en de variatie in stikstof- en fosfaatgehalten bij enkele akkerbouwgewassen. Intern rapport Leerstoelgroep Gewas- en Graslandkunde, Departement Plantenteelt - LUW Wageningen.

Wijnholds, K.H. en Van de Berg, W., 1995.

Vruchtwisselingsproef AGM600 proefboerderij A.G. Mulderhoeve Emmercompasuum 1981-1989: effect van gewasrotaties, organische stof en stikstof op de productie van aardappelen, suikerbieten, zomertarwe en haver op veenkoloniale grond. Proefstation voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond: verslag nr. 206, PAGV, Lelystad.



# Bijlage I:

## Aantal en herkomst data gehalten

a. Overzicht van het aantal data N-gehalten bij aardappelen.

Kenmerk	Locatie	Jaar											Totaal	
		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995		1996
ABDLO	Eeserveen				32	39								71
	Exloërmond									30				30
	Vlagtwedde											60		60
AGM	Emmer-compascuum		32	32	32	32								128
LUW	Bennekom					4	4	4	4	4	4	4		28
LUW	Wageningen					2	2	2	4	4	4			18
LOVINK	Marknesse	60	60	60		39	45							264
NMI	diverse												19	19
PAV	de Kandelaar						24							24
	pav						24							24
Totaal		60	92	92	64	116	99	6	8	8	38	64	19	666

b. Overzicht van het aantal data P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-gehalten bij aardappelen.

Kenmerk	Locatie	Jaar											Totaal	
		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995		1996
ABDLO	Eeserveen				32	39								71
	Exloërmond									30				30
	Vlagtwedde											60		60
AGM	Emmer-compascuum		32	32	32	32								128
LUW	Bennekom					4	4	4	4	4	4	4		28
LUW	Wageningen						2	2	4	4	4			16
NMI	diverse												19	19
PAV	de Kandelaar						24							24
	pav						24							24
Totaal			32	32	64	75	54	6	8	8	38	64	19	400



## c. Overzicht van het aantal data N-gehalten bij suikerbieten.

Kenmerk	Locatie	Jaar														Totaal		
		1977	1979	1980	1981	1982	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993		1994	1995
AGM	Emmer-compascuum						8	8	8	8							32	
LUW	Bennekom										4	4	4	4	4	4	24	
LUW	Wageningen										4	4	4	4	4		20	
LUW	Wageningen Sb93a												16				16	
IKC	diverse	19	4		14												37	
IRS	diverse						11	9	7		1	1	1	3			33	
SNIIDERS	diverse			12	6	4											22	
Totaal		19	4	12	20	4	11	17	15	8	8	9	9	9	27	8	4	184

d. Overzicht van het aantal data P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-gehalten bij suikerbieten.

Kenmerk	Locatie	Jaar														Totaal	
		1977	1979	1981	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995		
AGM	Emmer-compascuum					8	8	8	8								32
LUW	Bennekom									4	4	4	4	4	4	4	24
LUW	Wageningen									4	4	4	4	4			20
IKC	diverse	19	4	14													37
IRS	diverse				11	9											20
Totaal		19	4	14	11	17	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4	133

## e. Overzicht van het aantal data N-gehalten bij prei.

Kenmerk	Locatie	Jaar		Totaal
		1996	1997	
AB-DLO	praktijk	265	80	345
NMI	praktijk	20		20
Totaal		285	80	365