



Fosfaatbehoefte van vollegrondsgroentegewassen 2. Plaatsing in gewasgroepen

P.A.I. Ehlert ¹⁾ & C.A.Ph. van Wijk ²⁾



© 2001 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoeloudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit projectrapport geeft de resultaten weer van het onderzoek dat het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving heeft uitgevoerd in opdracht van:

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
Postbus 20401
2500 EK 's-GRAVENHAGE

1) ALTERRA

2) PPO Agv

©

Praktijkonderzoek Plant en Omgeving
Sector AGV

Bezoekadres Edelhartweg 1, Lelystad

Postadres Postbus 430, 8200 AK Lelystad

Telefoon 0320-29 11 11

Telefax 0320-23 04 79

E-mail info@ppo.dlo.nl

Internet www.pav.nl

ALTERRA

Droevendaalsesteeg 3, Wageningen

Postbus 47, 6700 AA Wageningen

0317-474700

0317-419000

postkamer@alterra.wag-ur.nl

www.alterra.wageningen-ur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	7
2. WERKWIJZE.....	9
2.1 GRONDSLAG VOOR PLAATSING IN GEWASGROEP.....	9
2.2 HERKOMST DATA.....	9
2.2.1 Benodigde data voor de berekening van de gewenste fosfaattoestand.....	9
2.2.2 Bepaling van de economische waarde.....	11
2.3 RANDVOORWAARDEN	11
3. DATABEWERKING	13
3.1 DAGELIJKSE VRAAG NAAR FOSFAAT DOOR HET GEWAS.....	13
3.2 WORTELLENGTEDICHTHEID EN WORTELSTRAAL	15
3.3 ECONOMISCHE WAARDE.....	15
4. PLAATSING VAN VOLLEGRONDSGROENTEGEWASSEN OP BASIS VAN BEREKENING VAN DE FOSFAATTOESTAND	17
5. VOORSTEL PLAATSING GEWASSEN IN GEWASGROEPEN.....	21
DANKBETUIGING	22
LITERATUUR.....	23
BIJLAGE 1. METHODE VAN DE BEREKENING VAN DE GEMIDDELDE GROEIDUUR IN DAGEN.....	31
BIJLAGE 2. TOTALE FOSFAATOPNAME EN DE DAGELIJKSE FOSFAATOPNAME VAN GROENTEGEWASSEN	33
BIJLAGE 3. TOELICHTING PER GEWAS VOOR PLAATSING GEWASGROEPEN.....	37

Samenvatting

Het rapport behandelt de plaatsing van groentegewassen in de gewasgroepen van het fosfaatbemestingsadvies voor akkerbouwgewassen. De grondslag voor plaatsing van de toetsgewassen sla (vroegte teelt en zomerteelt), peen, prei en bloemkool is gelijk aan de grondslag voor plaatsing van de akkerbouwgewassen en berust op het rendement van bemesting. Andere vollegrondsgroentegewassen zijn op basis van spiegeling aan de resultaten bij de toetsgewassen in gewasgroepen geplaatst, waarbij gebruik gemaakt is van resultaten van berekening met een mechanistisch model van de fosfaattoestand die nodig is om het gewas zonder aanvullende bemesting te kunnen voorzien in de vraag. Dit rapport verantwoordt de gemaakte keuzes van deze berekeningen en geeft een overzicht van de verzamelde gegevens. Een voorstel voor plaatsing van de diverse groentegewassen in gewasgroepen wordt gegeven.

1. Inleiding

De gewasreactie van intensief geteelde vollegrondsgroentegewassen op fosfaatbemesting en fosfaattoestand is door middel van veldonderzoek bij een aantal toetsgewassen op zand-, dal- en kleigrond in 1996-1998 vastgesteld. Toetsgewassen waren vroege sla, zomersla, bloemkool, peen, prei en aardappel. De toetsgewassen zijn gekozen op grond van hun verwachte fosfaatreactie, als representant qua groeiwijze voor een groep van groentegewassen alsmede vanwege hun belang voor de sector. Aardappel is gekozen als vertegenwoordiger van het fosfaatbemestingsadvies voor akkerbouwland.

In het projectrapport '*Fosfaatbehoefte van vollegrondsgroentegewassen, 1. Bemesting en rendement*' (Ehlerst e.a., 2000) is het resultaat van een samenvattende bewerking van de gegevens over de reactie van de toetsgewassen op fosfaatbemesting en fosfaattoestand gegeven. Tevens is in genoemd rapport een voorstel gedaan over de werkwijze tot integratie van het fosfaatadvies intensief geteelde vollegrondsgroenten met het bestaande fosfaatadvies voor de akkerbouwgewassen. Conform de idee binnen de Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegrondsgroententeelt (CBAV) is een voorstel voor integratie geformuleerd voor een landbouwkundig fosfaatadvies dat gebaseerd is op het rendement van bemesting (economisch optimale opbrengsten).

Tenslotte werd in het rapport een voorstel tot positionering van vroege sla, zomersla, bloemkool, peen en prei binnen dit nieuwe landbouwkundig fosfaatadvies gedaan. Dit advies wordt in het volgende aangeduid met landbouwkundig fosfaatadvies akkerbouw/vollegrondsgroenten .

Na enige aanpassingen is de CBAV op 6 februari 2001 met de werkwijze tot integratie en de plaatsing van de toetsgewassen akkoord gegaan; het advies voor rijenbemesting vereist een betere onderbouwing. Ook werden in tabel 17 (geadviseerde hoeveelheden fosfaat in kg P_2O_5 per ha) bij *zeeklei, zeezand, gewasgroep 0* de geadviseerde fosfaatgiften voor Pw-getallen 20 tot en met 40 mg P_2O_5 per liter aangepast. Voor dekzand, dalgrond, rivierklei en löss zijn de fosfaatgiften in overleg met de CBAV afgeleid van de gewasreactie van peen. Sla is hiervoor niet gebruikt omdat in het lage traject van de fosfaattoestanden onrealistisch hoge fosfaatgiften werden berekend. Er werd bij sla onverantwoord geëxtrapoleerd buiten het bereik van de fosfaatgiften en fosfaattoestanden van de veldproeven. Op zeeklei en duinzand is peen in gewasgroep 3 geplaatst. Daarom heeft sla bij deze grondsoorten de fosfaatgiften bepaald. In deze situatie was er geen sprake van onverantwoorde extrapolatie.

Het doel van dit rapport is te komen tot een gemotiveerd voorstel tot plaatsing van vollegrondsgroentegewassen in de gewasgroepen van het nieuwe fosfaatadvies akkerbouw /vollegrondsgroenten.

In dit rapport worden voorstellen gedaan tot plaatsing in het landbouwkundig fosfaatadvies van de **andere vollegrondsgroentegewassen** dan de toetsgewassen. Resultaten van empirisch en modelmatig onderzoek naar de effecten van P- rijenbemesting worden in een derde rapport gegeven (Ehlerst ea., 2002).

Het rapport is als volgt ingedeeld. Hoofdstuk 2 geeft de werkwijze en meldt de herkomst van data en gebruikte bronnen. Hoofdstuk 3 vat de verzamelde data samen van de parameters die bepalend zijn voor de berekening van de fosfaatbehoefte per gewas en per teeltwijze. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van berekening gegeven. Hoofdstuk 5 geeft het voorstel tot plaatsing van de vollegrondsgroenten in de gewasgroepen van het nieuwe landbouwkundige fosfaatadvies akkerbouw/vollegrondsgroenten.

2. Werkwijze

2.1 Grondslag voor plaatsing in gewasgroep

De grondslag voor plaatsing van gewassen binnen het kader van een landbouwkundig verantwoord bemestingsadvies is gebaseerd op de *optimale financiële opbrengst* bij betreffend gewas. Voor bepaling van de *optimale financiële opbrengst* wordt conform de standpuntbepaling van de CBAV de grondslag van het fosfaatbemestingsadvies voor de akkerbouw gebruikt. Hierbij wordt het rendement van bemesting bepaald door de marktbaar opbrengst, de prijs van het product en de kosten van meststof.

De optimale financiële opbrengst wordt vastgelegd door bij een gegeven fosfaattoestand de meststofgift te bepalen waarbij de kosten van bemesting niet meer opwegen tegen de inkomsten uit de extra verhoging van de opbrengst. Om dit omslagpunt te kunnen vaststellen moet de opbrengstreactie van een gewas op fosfaatbemesting en fosfaattoestand bekend zijn. Van de toetsgewassen is die opbrengstreactie bekend (Ehlert e.a., 2001) maar van de overige vollegrondsgroentengewassen ontbreekt doorgaans de opbrengstreactie. Daardoor kan niet eenzelfde grondslag voor plaatsing van deze gewassen in een gewasgroep worden gebruikt als voor de toetsgewassen.

Er is gekozen voor een globalere benadering waarbij de positie van deze overige vollegrondsgroentengewassen gerelateerd is aan de gewasreactie van de toetsgewassen. De groeiwijze van het te plaatsen groentegewas is daarbij vergeleken met die van de toetsgewassen. Daarnaast is op basis van het mechanistisch concept van Van Noordwijk e.a., (1990) berekend welke fosfaattoestand voor vollegrondsgroentengewassen (vggg) nodig is om zonder aanvullende fosfaatbemesting aan de vraag van het gewas naar fosfaat te kunnen voldoen. De zo berekende fosfaattoestanden zijn voor de overige vollegrondsgroentengewassen per gewas gerelateerd aan de fosfaattoestanden berekend voor vroege sla, zomersla, bloemkool peen, prei en aardappel. Daardoor kan een rangschikking van gewassen uitgevoerd worden op basis van de berekende fosfaattoestand en de positie t.o.v. het akkerbouwgewas aardappel worden bepaald. Ook voor de groentegewassen die al in het huidig akkerbouwadvies waren opgenomen, zijn op basis van de zojuist genoemde criteria geplaatst. Alleen wanneer dit onvoldoende uitsluitel gaf is de huidige positie bepalend.

Tenslotte is de positie van een groentegewas bepaald door economische waarde van het gewas berekend uit de marktbaar opbrengst en de prijs van het product. Deze economische waarde is *niet* gelijk aan een optimaal financieel resultaat door bemesting. De economische waarde is hier de bruto financiële opbrengst.

2.2 Herkomst data

2.2.1 Benodigde data voor de berekening van de gewenste fosfaattoestand

De berekening van de fosfaattoestand is conform Van Noordwijk, e.a. (1990). De benodigde invoergegevens worden gegeven in tabel 1. De data zijn afkomstig van literatuur en meetgegevens van het onderzoek. De invoer vraagt gegevens die onder vier categorieën kunnen worden gerangschikt. Veel gegevens zijn voor de overige vollegrondsgroentengewassen onbekend maar kunnen redelijk verantwoord worden geschat. De verantwoording voor de bepaling van de waarde van een invoergegeven wordt per categorie gegeven. Afwijkingen van de werkwijze van Van Noordwijk e.a. (1990) worden expliciet gegeven.

Tabel 1. Invoergegevens voor de berekening van de fosfaattoestand volgens Van Noordwijk e.a. (1990).

1. Bepalingen aan het gewas, bovengronds

- P opname in kg P (of P_2O_5) per ha per dag met name in het lineaire deel van groeicurve;
- De totale P opname (of P_2O_5) in kg per ha;

2. Bepalingen aan het gewas, ondergronds

- Dikte van de bewortelde bodemlaag;
- Wortellengtedichtheid (cm wortel per cm^3 grond) en worteldiameter (cm) van deze bodemlaag;

3. Bodemfysische bepalingen

- Bulkdichtheid ('volumegegewicht', kg/dm^3);
- pF-curve;
- Vochtverloop gedurende gewasgroei;

4. Bodemchemische bepalingen

- Parameters ter vastlegging van de P dynamiek: Pw-getal, Pi-getal, P-adsorptie-isotherm;
- (Algemeen grondonderzoek: pH-KCl, textuur (afslibbare delen, lutum en zandfracties), organische stof, vrije koolzure kalk)*.

* Invoergegevens niet noodzakelijk voor het model van Van Noordwijk e.a. (1990). Gegevens zijn gebruikt voor condensatie van berekeningsresultaten.

1. Bepaling van de totale fosfaatopname en de fosfaatopname per dag

Uit literatuuronderzoek is de totale fosfaatopname (kg P per ha) verkregen. De bronvermelding verantwoordt de herkomst. Gebruik is gemaakt van data uit:

- Recent Nederlands onderzoek, opgenomen in de PAV-Bemestingsdatabank (Anonymus, 1999)
- Normgehalte overzicht IKC Kiezen uit Gehalten 3 (Beukenboom, 1996)
- Buitenlandse onderzoek, met name uit Duitsland, België, Engeland en Frankrijk omdat het opbrengstniveau en de groeiomstandigheden in deze landen aansluit bij die in Nederland.

De fosfaatopname per ha per dag (opnamesnelheid) is berekend. Hierbij zijn een aantal aannames gemaakt. In hoofdstuk 3 worden de aannames en de consequenties daarvan gegeven.

2. Wortellengtedichtheid en wortelstraal

Wortellengtedichtheid (Lrv) en wortelstraal (R) van bloemkool, peen, prei en sla (vroegteelt en zomerteelt) zijn op verschillende tijdstippen bepaald bij behandelingen zonder fosfaatbemesting en bij de hoogste bemestingsgift in het veldonderzoek van 1997 en 1998. De tijdstippen van bemonstering zijn: het begin en het eind van de lineaire groeifase. Deze parameters zijn beschikbaar voor de veldproeven te Horst (praktijkbedrijf), Meterik (Meterikse Veld) en Lelystad (PAV). In 1999 zijn te Lelystad eenmalig Lrv en R bepaald bij doperwt, kropsla, peen, prei, sperzieboon, spinazie, witlof en zaaiui. Gelet op het globale karakter van de benadering zijn de gegevens van alle locaties verzameld en gemiddeld. Bij ontbrekende gegevens zijn of literatuurgegevens gebruikt of is praktijkervaring gebruikt door het te plaatsen gewas te vergelijken met een gewas dat een vergelijkbaar wortelstelsel heeft. De literatuurgegevens zijn afkomstig van Föhse (1991), Goodman & Greenwood (1975), Greenwood ea. (1980), De Willigen & Van Noordwijk (1987) en Van Noordwijk e.a. (1990). Praktijkervaring berust op vigerende kennis binnen de organisaties PPO Akkerbouw en Vollegrondsgroente, PRI, DLV en Alterra. In hoofdstuk 3 wordt de grondslag van de condensatie van de gegevens van wortellengtedichtheid en wortelstraal gegeven en de waarden waarmee gerekend is.

3. Bodem- en bodemfysische bepalingen

Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van pF-curven van Breda, Haren (Gr), Horst, Lelystad, Lisse, Meterikse Veld, Valthermond, Westmaas, Wijster, Zwaagdijk en een lössgrond uit Zuid Limburg. Tevens is gebruikt gemaakt van fosfaatparameters van deze gronden te weten Pw-getal, Pi-getal en de fosfaatadsorptie-isotherm. De fosfaatadsorptie-isotherm is beschreven volgens Langmuir met één adsorptiemaximum en wijkt in dit opzicht af van de benadering volgens Van Noordwijk ea. (1990) waar twee adsorptiemaxima opgelegd zijn. De gegevens van Haren en de lössgrond zijn afkomstig van Van Noordwijk ea. (1990); de overige zijn identiek aan die van Ehlert & De Willigen (1999).

2.2.2 Bepaling van de economische waarde

De economische waarde is vastgesteld op basis van de marktbaar opbrengst, de productprijs per gewas en per teelt. De prijs van meststoffosfaat of consequenties van de overschrijding van MINAS bepalingen zijn niet meegewogen. De data zijn afkomstig van de Kwantitatieve Informatie voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt 2000/2001 (KWIN-AV). Bij ontbreken van gegevens in KWIN-AV zijn gegevens PAV teelthandleidingen gebruikt. Ook zijn opbrengstgegevens gebruikt van de teeltkalender van de Rassenlijst vollegrondsgroenten (Commissie voor de samenstelling van de rassenlijst voor groentegewassen, 1996).

2.3 Randvoorwaarden

Vochttekort beperkt de mogelijkheid tot fosfaatopname aanzienlijk. In dit rapport wordt uitgegaan dat teelt van groentegewassen in Nederland plaats vindt volgens goede tuinbouwpraktijk. Dat houdt onder andere in, dat de vochtvoorziening op het voor het gewas gewenste niveau gehouden wordt en daarmee de vochtvoorziening *geen* beperkende factor is voor de fosfaatopname. Bij berekeningen is dus opgelegd dat de vochttoestand altijd op veldcapaciteit is.

De grondtemperatuur in de bouwvoor is afhankelijk van het weer en is in principe niet direct beïnvloedbaar. Gewasbedekking verhoogt de grondtemperatuur. In die perioden dat temperatuur een beperkende factor voor de fosfaatopname van het wortelstelsel is, en gewassen zowel bedekt als onbedekt geteeld worden, zal verschil in P- advisering zinvol kunnen zijn. Bij de oogst van vroege groentegewassen uit zich dit niet in een opbrengstverlies omdat de huidige teelt gewoonlijk onder afdekking plaatsvindt waardoor de omstandigheden voor fosfaatopname gunstiger zijn. Verder vindt bij geplante vroege groenten de opkweek in de kas plaats en is in de perspot/ kluif al ruim voldoende fosfaat aanwezig om de behoefte in het begin van de ontwikkeling te dekken. Er zijn geen meetgegevens van wortellengtedichtheid, wortelstraal en groeisnelheid beschikbaar van groentegewassen die in het vroege voorjaar onder Nederlandse klimaat en grondsoort worden geteeld. Het aspect van temperatuur is dan ook niet in de berekeningen opgenomen. De bewortelingsintensiteit verschilt per gewas, maar is ook afhankelijk van de structuur van de grond. Er wordt van uitgegaan dat bij een goede tuinbouwpraktijk de structuur van de grond past bij de teelt.

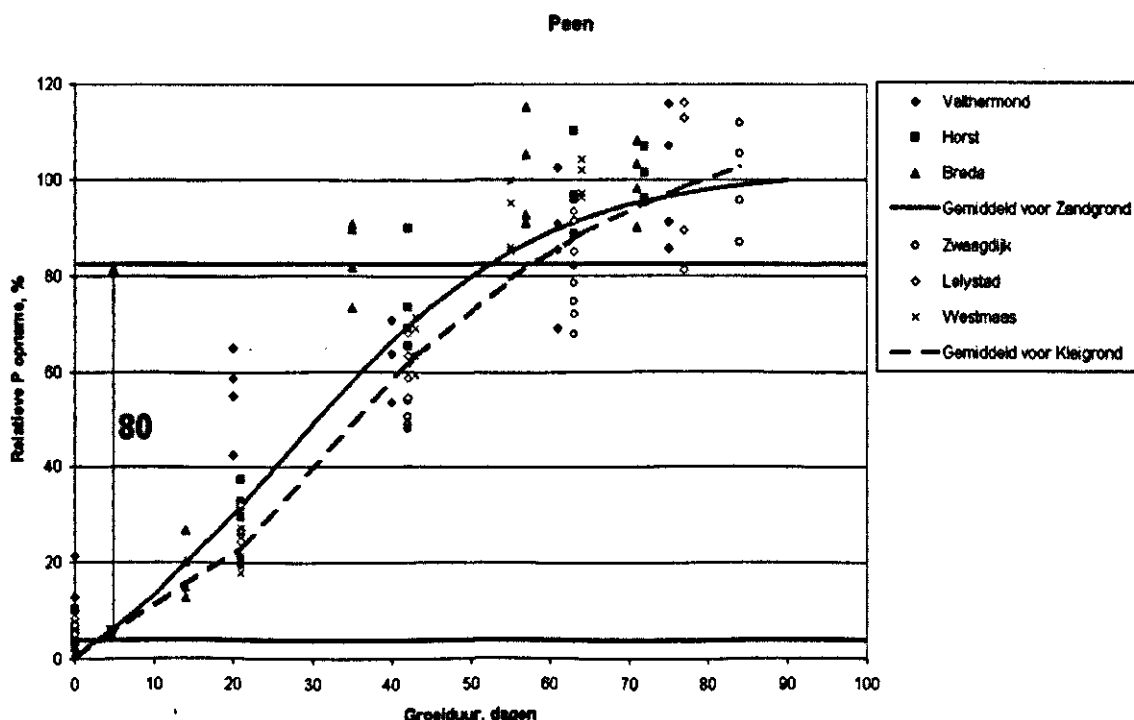
3. Databewerking

3.1 Dagelijkse vraag naar fosfaat door het gewas

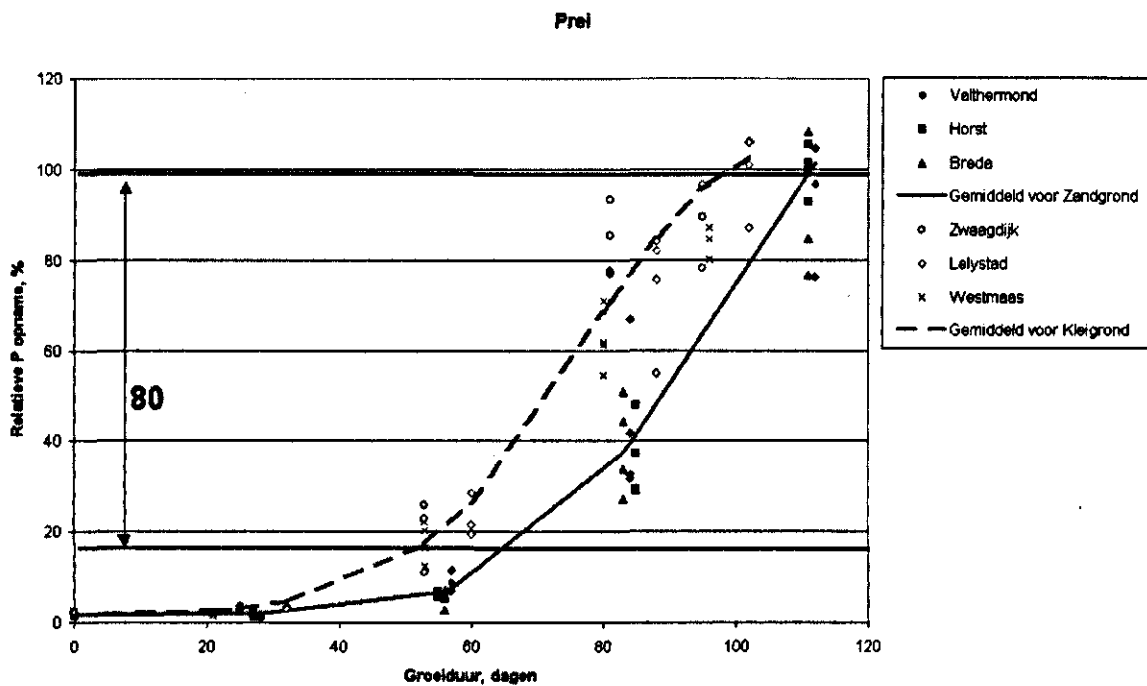
Een cruciale invoergegeven is de dagelijkse vraag naar fosfaat door het gewas (kg P per ha per dag). Gegevens over de opname van fosfaat door de overige vollegrondsgroentegewassen gedurende het groeiseizoen zijn zeer schaars. Gegevens over de fosfaatopname bij de oogst zijn daarentegen wel voor handen (Beukeboom, 1996; PAV, 2001). De dagelijkse vraag naar fosfaat door een specifiek gewas is daarom geschat. De schatting van dit invoergegeven is gebaseerd op:

1. een aanname van de duur van de lineaire groeifase (dagen),
2. de totale fosfaatopname (uit literatuurgegevens) en
3. het percentage fosfaat dat in de lineaire groeifase is opgenomen.

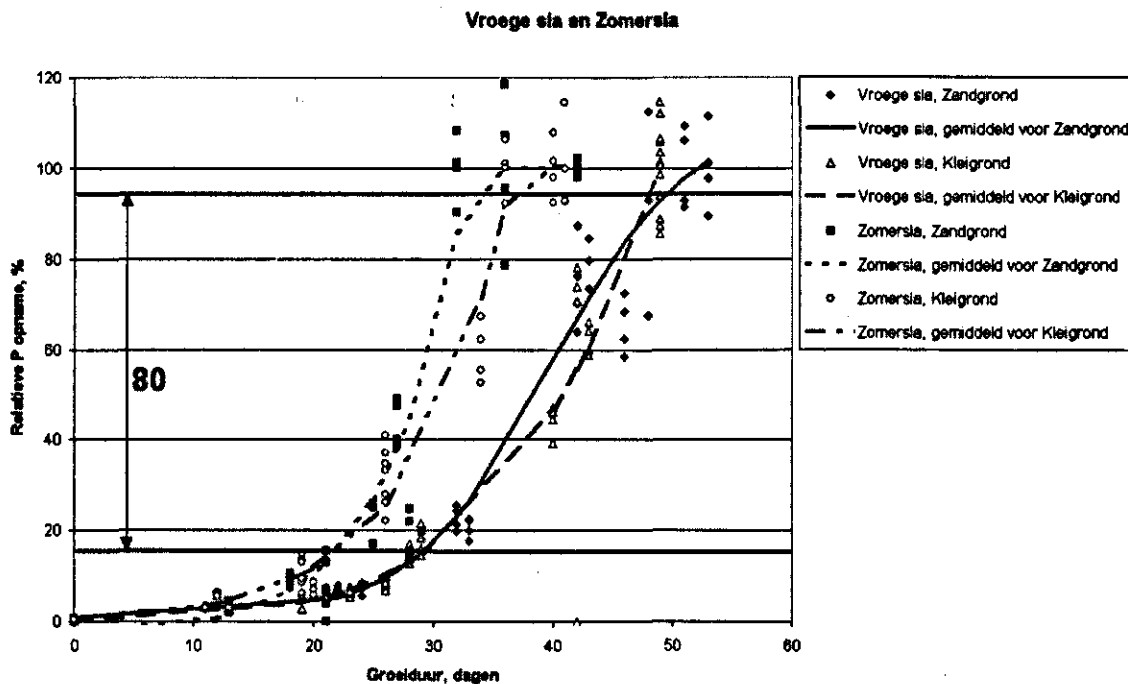
De methode voor de schatting van de groeiduur wordt gegeven in bijlage 1. De lengte van de lineaire groeifase is vastgesteld aan de hand van in de literatuur aangetroffen groeicurves of - bij ontbreken daarvan - afgeleid van groeicurves van gewassen die qua soort, teelt en groeiwijze vergelijkbaar zijn of als benadering daaraan gelijkgesteld kunnen worden. Van Noordwijk e.a. (1990) nemen op basis van literatuurgegevens aan dat 60% van de totale hoeveelheid fosfaat in de lineaire groeifase wordt opgenomen. Het veldonderzoek van het PAV heeft uitgewezen dat het percentage bij vollegrondsgroentegewassen hoger is en wel 80%. In de figuren 1, 2 en 3 worden voor resp. peen, prei en sla (vroeg- en zomerteelt) de relatieve opname van P in de tijd gegeven om dit te illustreren.



Figuur 1. Relatieve opname van P in de tijd van peen voor locaties op zandgrond (38,2 kg P per ha = 100%) en kleigrond (33,9 kg P per ha = 100%).



Figuur 2. Relatieve opname van P in de tijd van prei voor locaties op zandgrond (16,4 kg P per ha = 100%) en kleigrond (16,8 kg P per ha = 100%).



Figuur 3. Relatieve opname van P in de tijd voor vroege teelt en zomerteelt van sla samengevat voor zandgrond (14,4 kg P per ha bij vroege teelt = 100%; 12,5 kg P per ha bij zomerteelt = 100%) en kleigrond (15,5 kg P per ha bij vroege teelt = 100%; 14,3 kg P per ha bij zomerteelt = 100%).

Op basis van de resultaten gegeven in figuren 1, 2 en 3 is aan alle overige vollegrondsgroentegewassen opgelegd dat 80% van fosfaatopname plaats vindt in de lineaire groeifase. De opname van fosfaat door aardappel vormt hierop de enige uitzondering. Voor aardappel is 60% aangenomen conform aan Van Noordwijk e.a. (1990).

Een kritische kanttekening bij deze aanname is de volgende. De opname van nutriënten verloopt niet geheel synchroon met de productie aan drogestof. De opname van nutriënten gaat feitelijk vooraf aan de drogestofproductie. Er zijn echter onvoldoende mogelijkheden voor handen om voor individuele groenten de periode van lineaire opname snelheid van fosfaat vast te stellen met daaraan gekoppeld de drogestofproductie en nutriëntenopname. Eenvoudigheidshalve is de duur van de fase van lineaire opname gelijk gesteld aan de duur van de lineaire groeifase van de drogestofproductie voor alle gewassen. De consequentie van deze werkwijze is dat de opnamesnelheid van fosfaat mogelijk te hoog wordt ingeschat met name bij gewassen waarbij de opname van fosfaat sterk vooruit loopt op de drogestofproductie. De waarden, waarmee gerekend is, staan in bijlage 2.

3.2 Wortellengtedichtheid en wortelstraal

Meting van de wortellengtedichtheid (Lrv) en wortelstraal (R) is in 1997 en 1998 uitgevoerd bij teelten van toetsgewassen op de veldproeven te Horst, Meterikse Veld en Lelystad. Daarnaast zijn deze parameters in 1999 voor een aantal overige gewassen eenmalig gemeten. Tabel 2 vat deze waarden samen voor de bodemlaag 0-30 cm. Het betreft gemiddelde waarden waarbij geen rekening gehouden is met locatie, grondsoort of behandeling. Alle berekeningen voor Lrv en R zijn uitgevoerd op basis van een bodemlaag van 30 cm. In de praktijk komt dit overeen met een gemiddelde dikte voor de bouwvoor. Tabel 2 geeft verder waarden die afkomstig zijn uit de literatuur. Gewassen waarvan geen meetgegevens beschikbaar waren uit eigen onderzoek of uit literatuuronderzoek zijn op basis van hun gewassenmerken en soort qua wortellengtedichtheid en wortelstraal gespiegeld aan een vergelijkbaar gewas, waarvoor deze gegevens wel beschikbaar waren. Tabel 2 vat de gegevens van eigen onderzoek, literatuurstudie en interpretatie daarvan samen.

Tabel 2. Wortellengtedichtheid (Lrv) en wortelstraal (R) van een aantal vollegrondsgroentegewassen.

Gewas	Lrv cm per cm ³	R cm	Gewas	Lrv cm per cm ³	R cm
Aardappel	1,6	0,015	Peen	2,3	0,013
Andijvie	1,3	0,017	Peulvrucht (stamslaboon)	0,8	0,015
Bloemkool	2,5	0,021	Prei	1,1	0,037
Boerenkool	2,5	0,021	Sla	2,4	0,018
Bospeen	2,3	0,014	Snijbiet	2,0	0,010
Broccoli	2,5	0,021	Spinazie	1,3	0,024
Chinese kool	1,3	0,017	Spruitkool	2,5	0,021
Consumptie raap	2,0	0,010	Suikermaïs	2,5	0,010
Doperwt	0,9	0,021	Ui	1,8	0,034
Knoflook	1,8	0,034	Venkel	2,0	0,010
Koolraap	2,0	0,010	Waspeen	2,3	0,013
Koolrabi	2,0	0,010	Wittof	2,2	0,013
Kroot	2,0	0,010	Wittekool	2,5	0,021
Pastinaak	2,3	0,013			
<i>Gemiddeld</i>				2,0	0,019

3.3 Economische waarde

De economische waarde van vollegrondsgroentegewassen is afgeleid conform paragraaf 2.2.2. Tabel 3 vat de resultaten samen. Het betreft de bruto financiële opbrengst per ha.

De bruto-saldo's bij vollegrondsgroentegewassen zijn doorgaans dermate hoog dat meststofkosten een zeer geringe fractie bedragen.

Tabel 3. **Areaal en economische waarde van vollegrondsgroentegewassen.**

Gewas	Areaal, (ha) Jaar 2000	Bruto opbrengst, gulden /ha
Aardappel, consumptie	87440	10959
Aardbei	1746	7776
Andijvie	543	28466
Asperge, groen	100	24897
Asperge, wit	2084	42399
Augurk	50	36855
Bloemkool, wit	2165	22776
Boerenkool	788	9619
Peul	30	63936
Boon, stamsla	3736	7724
Tuinboon	694	3900
Boon, stoksnijs	.	41355
Broccoli	1062	20949
Courgette	20	115800
Erwt, (doperwt)	5867	3192
Kool, chinese	280	33492
Kool, rode	682	21865
Kool, savooie	235	25641
Kool, spits	333	19601
Kool, spruit	5033	19759
Kool, witte	1231	26563
Kool, witte, zuurkool	500	9000
Kroot	349	19928
Peen	8164	2070
Peen, bos	.	20715
Peterselie	50	60920
Pompoen	40	13787
Prei	3410	34535
Rabarber	350	31611
Schorseneer	1172	9680
Selderij, blad	50	48780
Selderij, groen	229	35427
Selderij, knol	1490	8000
Sla, ijs	1585	34024
Sla, krop-	400	27910
Radicchio rosso	50	42525
Spinazie	2022	16854
Ui	19979	10480
Ui, zilver	709	8955
Venkel	319	27506
Witlof, wortelteelt	4251	8733

4. Plaatsing van vollegrondsgroentegewassen op basis van berekening van de fosfaattoestand

Het mechanistisch model van Van Noordwijk e.a. (1990) berekent de fosfaattoestand (P_w -getal), die nodig is om het gewas volledig met fosfaat te voorzien zonder aanvullende bemesting. De waarde van deze berekende fosfaattoestand wordt naast wortelecologische eigenschappen en de vraag naar fosfaat sterk bepaald door de bodemchemische en bodemfysische eigenschappen. Een sterk fosfaatvastleggende grond vraagt een beduidend hogere fosfaattoestand om aan de vraag van het gewas te kunnen voldoen dan een zwak bufferende grond. Het transport van fosfaat in de bodem door diffusie bepaald, wordt bij droogte sterk belemmerd. Daardoor zal een droge grond een hogere fosfaattoestand nodig hebben om aan de gewasvraag te kunnen voldoen dan een vochtige grond.

Gegeven de bodemchemische en bodemfysische karakteristieken van een bodem en uitgaande van een optimale vochtvoorziening wordt de fosfaattoestand die nodig om aan de vraag van het gewas te kunnen voldoen vooral bepaald door de dagelijkse vraag en in wat mindere mate door de wortellengtedichtheid (L_{rv}) en de wortelstraal (R). Het effect van de wortelstraal is weer minder groot dan dat van de wortellengtedichtheid.

Met het mechanistisch concept van Van Noordwijk e.a. (1990) zijn 79 gewas- en teeltcombinaties voor 13 verschillende gronden voor de gewassen en hun teelten doorgerekend. De gewas- en teeltcombinaties zijn geselecteerd uit een groot scala teelten van vollegrondsgroentegewassen (zie bijlage 2). De variatie in scenario's wordt bepaald door variatie in de totale opname aan fosfaat, in de dagelijkse fosfaatvraag en in de bodemchemische eigenschappen van 13 gronden gegeven overige (constant gehouden) invoergegevens (tabel 1).

Wortelecologische gegevens zijn schaars. Een wortellengtedichtheid en wortelstraal is voor groepen van diverse gewassen aangenomen (zie tabel 2). Een deel van de combinaties viel af omdat de dagelijkse vraag om fosfaat niet berekend kon worden en/of omdat wortellengtedichtheid en wortelstraal niet verantwoord konden worden geschat.

De resultaten zijn samenvattend bewerkt door teelten te groeperen onder gewassen en de grondsoorten te groeperen op basis van de grondsoortindeling van het fosfaatbemestingsadvies voor akkerbouwgewassen. Zo zijn de resultaten van stamslabonen, doperwten, tuinbonen en snijbonen in al hun teeltwijzen eenvoudig onder 'peulvruchten' gegeven. De 13 grondsoorten zijn onderscheiden als klei- of zandgrond. Daardoor zijn zeeklei (Lelystad, Marknesse, Slootdorp en Zwaagdijk) en duinzand (Lisse) samengevoegd tot de categorie kleigrond en de zandgronden te Breda, Haren, Horst en Meterik, de dalgrond van Valthermond en lössgrond tot de categorie zandgrond. **De verschillen in uitkomsten van de berekeningen tussen deze categorieën zijn tenminste net zo groot als die binnen de grondsoorten van een categorie. De indeling naar kleigrond en zandgrond wordt in dit rapport echter gehanteerd gelet op de door de CBAV gewenste integratie met het akkerbouwadvies.** Figuur 4 geeft het resultaat.

De gewenste fosfaattoestand op kleigrond is lager dan die op zandgrond. Dit is met name toe te schrijven aan verschil in diffusiesnelheid van fosfaat en in wat mindere mate aan de bodemchemische eigenschappen. Spinazie, snijbiet, consumptieraap, Chinese kool, venkel, koolraap, peulvruchten, sla, andijvie en pastinaak vragen een hogere fosfaattoestand dan aardappel. Dit is met name een gevolg van de zeer hoge dagelijkse vraag (bijlage 2). Bij spinazie en snijbiet wordt de kanttekening geplaatst dat de berekende dagelijks vraag erg hoog is (bijlage 2). Er bestaat geen overeenstemming over de realiteitswaarde van het berekende getal. Aan de berekende fosfaattoestand mag dan ook geen grote waarde worden gehecht. Overige groentegewassen kunnen t.o.v. het akkerbouwgewas aardappel toe met een lagere fosfaattoestand. De verhouding tussen de fosfaattoestand van de groentegewassen t.o.v. van die voor het akkerbouwgewas aardappel (verhouding) wordt gegeven in tabel 4. Het betreft louter een relatieve verhouding. Gegeven getalswaarden kunnen niet gebruikt worden als maatstaf voor de efficiëntie van een meststofgift.

De resultaten van de berekende gewenste fosfaattoestand komen voor sla (vroeg teelt en zomerteelt), bloemkool en prei overeen met hetgeen in het veldonderzoek is vastgesteld (Ehler e.a., 2000). Opvallend is dat peen t.o.v. aardappel, bloemkool of prei volgens de berekeningen met een minder hoge fosfaattoestand

kan volstaan. Op zandgrond is echter een scherpere reactie op fosfaatbemesting vastgesteld. Het berekeningsresultaat is daarom ondergeschikt gesteld aan het resultaat van veldonderzoek. Gewassen die qua dagelijkse vraag vergelijkbaar zijn met peen en verder ook qua gewassenmerken een zekere gelijkenis vertonen, zijn daarom in dezelfde gewasgroep als peen geplaatst.

Op basis van de resultaten van Van Noordwijk e.a. (1990) kunnen t.o.v. aardappel soortgelijke verhoudingen voor sperzieboon, ui, suikerbiet, gerst en tarwe berekend worden; de waarden zijn dan resp. 1,0, 0,8, 0,9, 0,4 en 0,3. Deze verhoudingen zijn berekend onder de veronderstelling dat 60% van het fosfaat in de lineaire groeifase van het gewas wordt opgenomen. De verhoudingen komen overeen met de plaatsing in de gewasgroepen. Suikerbiet vormt hierop een uitzondering. Het gewas is in groep 2 geplaatst, bemesting rendeert minder dan het berekeningsresultaat toont.

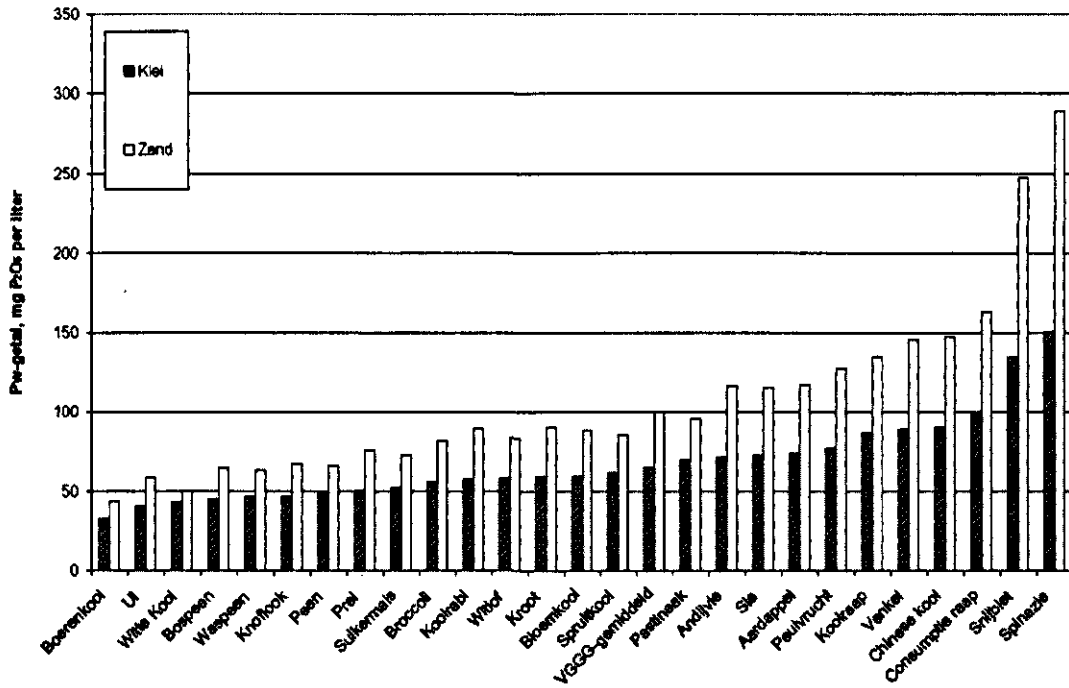
Over Chinese kool is binnen de CBAV discussie gevoerd. Gesteld werd dat de spiegeling aan intensief wortelende gewassen niet juist was. Op basis van die discussie zijn de wortel ecologische parameters van Chinese kool gelijk gesteld aan die van andijvie. Het berekeningsresultaat geeft aan dat het gewas nu een aanzienlijke hogere fosfaattoestand vraagt.

Tabel 4. Verhouding tussen de fosfaattoestanden van groentegewassen en van aardappel, waarbij zonder bemesting aan de vraag van het gewas kan worden voldaan.

Gewas	Grondsoort		
	Kleigrond	Zandgrond	Gemiddeld
Schorseneer	0,4	0,3	0,4
Boerenkool	0,5	0,4	0,5
Witte kool	0,7	0,5	0,6
Ui	0,6	0,6	0,6
Waspeen	0,7	0,6	0,7
Bospeen	0,7	0,6	0,7
Peen	0,7	0,7	0,7
Knoflook	0,7	0,7	0,7
Suikermaïs	0,8	0,7	0,7
Prei	0,8	0,8	0,8
Radicchio	0,8	0,8	0,8
Broccoli	0,8	0,8	0,8
Radijs	0,8	0,8	0,8
Witlof	0,9	0,8	0,9
Spruitkool	0,9	0,8	0,9
Raapsteel	0,8	0,9	0,8
Bloemkool	0,9	0,9	0,9
Koolrabi	0,9	0,9	0,9
Kroot	0,9	0,9	0,9
Pastinaak	1,1	1,0	1,0
Selderij, knol-	1,0	1,0	1,0
Aardappel	1	1	1
Rammenas	1,0	1,0	1,0
Peul	1,0	1,1	1,1
Sla	1,1	1,1	1,1
Andijvie	1,1	1,1	1,1
Selderij, bleek-	1,2	1,2	1,2
Peulvrucht	1,2	1,2	1,2
Koolraap	1,3	1,3	1,3
Venkel	1,3	1,4	1,4
Chinese kool	1,4	1,4	1,4
Consumptieraap	1,5	1,6	1,5
Snijbiet	2,0	2,4	2,2
Spinazie	2,3	2,9	2,6
Gemiddeld	1,0	1,0	1,0

Greenwood e.a. (1980a) hebben optimale fosfaatgiften berekend op basis van de door Greenwood e.a. (1980b) ontwikkelde opbrengstvergelijking. Ook Greenwood e.a. (1980a) stellen vast dat spinazie, sla, peulvruchten en wortel sterker fosfaatbehoeftiger zijn dan aardappel. Spruitkool, bloemkool en broccoli zijn volgens zijn onderzoek iets minder fosfaatbehoeftiger dan aardappel. Ook deze resultaten komen overeen

met die van dit onderzoek De resultaten van Greenwood e.a. (1980) wijken af voor prei en koolraap. Prei is volgens de resultaten van Greenwood fosfaatbehoeftiger dan in dit onderzoek en door Ehlert ea. (2000) is gevonden. Rode biet (kroot), koolraap en meiraap (consumptieraap) zijn beduidend minder fosfaatbehoefstig dan door ons berekend wordt.



Figuur 4. Fosfaattoestanden voor kleigrond en zandgrond voor een aantal vollegrondsgroentegewassen waarbij zonder bemesting aan de vraag van het gewas kan worden voldaan.

5. Voorstel plaatsing gewassen in gewasgroepen

Het huidige akkerbouwadvis kent een economische grondslag. Plaatsing van de gewassen heeft plaatsgevonden aan de hand van de economische optimale P-gift gegeven de Pw. Ook de toetsgewassen zijn op basis van deze maatstaf geplaatst (Ehlert e.a., 2001). Voor de overige groentegewassen kon deze werkwijze niet worden gebruikt vanwege het ontbreken van voldoende informatie over de P-behoefte. Deze gewassen zijn daarom geplaatst op basis van de volgende afwegingen (in afnemende belang):

1. Veldwaarnemingen afkomstig van binnenlands als buitenlands onderzoek waaruit de P-behoefte kan worden afgeleid;
2. Kenmerken van het te plaatsen gewas (totale P-opname en P-opnamesnelheid en wortelecologische eigenschappen) t.o.v. de toetsgewassen sla, peen, prei en bloemkool;
3. Vervolgens wordt een vergelijking uitgevoerd op basis van de berekende fosfaattoestand waarbij geen fosfaatbemesting meer nodig is en de positie t.o.v. het gewas aardappel;
4. Tenslotte is de bruto financiële opbrengst gewogen. Stappen 1 t/m 3 bleken voldoende basis te bieden om een gewas te kunnen plaatsen. Wanneer een gewas werd geplaatst in een groep waarin zich ook een toetsgewas bevond, heeft nog een weging op basis van bruto financiële opbrengst plaatsgevonden (toetsgewas versus overige gewas). In de overige gevallen is geen expliciete weging op basis van financieel resultaat uitgevoerd. De plaatsing is dan volledig gebaseerd op stappen 1 t/m 4.

Niet van alle gewassen zijn afdoende resultaten beschikbaar, in deze gevallen wordt geen voorstel voor plaatsing gegeven.

Conform de standpuntbepaling binnen de CBAV is de gewasgroepindeling van akkerbouwmatic geteelde vollegrondsgroentegewassen herzien op basis van de resultaten gegeven in hoofdstuk 4. Daardoor zijn groentegewassen in gewasgroepen met lagere fosfaatbehoefte terechtgekomen dan de tabel 2.5 van de adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen (Van Dijk, 1999) aangeeft.

Na het doorlopen van de stappen 1 tot en met 3 wordt de volgende indeling t.o.v. de toetsgewassen verkregen (tabel 5).

Tabel 5. Plaatsing van de overige vollegrondsgroentegewassen t.o.v. de toetsgewassen en hun voorgestelde indeling in gewasgroepen van het fosfaatadvies voor akkerbouwgewassen.

Toetsgewas	Gewasgroep voorstel	Overige vollegrondsgroentegewas
Sla, vroege en zomerteelt van kropsla	0	Alle overige sla-teelten, andijvie (krulandijvie), augurk aan touw, Chinese kool, consumptieraap, paksoi, pastinaak op zand, peen op zand (alle teelten), peterselie (eenmalige en meermalige oogst), selderij (bleek-), snijbiet, spinazie, venkel, witlof op zand.
Aardappel	1	Vroege aardappel, augurk (vlakvelds), peulvruchten (stamslaboon, doperwt, tuinboon, snijboon), knoflook, koolrabi, peul, rammenas, selderij (knot-), spruitkool, suikermais, ui (bosui, sjalot, zilverui, plant en zaaiui).
-	2	raapsteel, radicchio, radijs
Peen op klei	3	Alle overige teelten van peen op klei, pastinaak op klei, witlof op klei.
Bloemkool en prei	4	Aardbei, asperge (wit en groen), bieslook, boerenkool, alle overige teelten van bloemkool (witte, groene, romanesco), broccoli, courgette, koolraap, kroot, pompoen, alle overige teelten van prei, rabarber (alle teelten), schorseneer, sluitkool (rode-, witte-, savooie-, spits-).

Afwijkingen van de indelingscriteria

Bij breedwerpige toediening zouden peulvruchten in gewasgroep 0 geplaatst worden. Wegens de gunstige effecten van rijenbemesting bij stamslabonen op zandgrond en hun met aardappel vergelijkbare saldi zijn peulvruchten in gewasgroep 1 geplaatst conform het bemestingsadvies voor akkerbouwmatig geteelde vollegrondsgroenten. Het onderzoek van Prummel & Von Barnau Sijthoff (1975) is hier maatgevend geweest.

Gewassen die niet in het advies opgenomen worden zijn:

- Artisjok omdat het areaal te klein is (< 20 ha);
- Groenlof eveneens omdat het areaal is te klein is (< 20 ha);
- Bladselderij omdat er onvoldoende gegevens beschikbaar zijn;
- Kervel omdat er onvoldoende gegevens beschikbaar zijn;
- Veldsla eveneens omdat er onvoldoende gegevens beschikbaar van dit gewas onder glas.

Op basis van de indeling in gewasgroepen gegeven in tabel 5 kan het voorstel voor positionering van de overige vollegrondsgroentegewassen gegeven. In tabel 6 wordt het resultaat van plaatsing gegeven.

Tabel 6. Indeling gewasgroepen bij gewasgroepen van het fosfaatadvies voor akkerbouwland. Met aanvulling voorstel tot plaatsing andere vollegrondsgroenten (vet en schuin gedrukt).

Gewasgroep	Gewassen
0	Andijvie (inclusief krulandijvie), augurk (teelt-aan-touw), Chinese kool, consumptieraap, pakoel, pastinaak op zand, peen op zand (alle teelten op zand), peterselle (eenmalige en meermalige oogst), sla (bind-, krop-, ijs-, eikenblad, lolla rossa), selderij (bleek-), snijbiet, spinazie, venkel, wittof op zand.
1	Aardappel (consumptie-, fabrieks-, industriële verwerking), augurk (vlakvelds) , boon (bruine, stamsla-, snij-, stok-, pronk-, tuin-, veld-) ¹ , erwten (dop- en landbouw-), knoflook, koolrabi, mais (voedermais, korrelmais, suikermals)², peul, rammenas, selderij (knot-), spruitkool, uien (bosui, sjaiot, zilverui, plant- en zaaiui).
2	Suikerbieten, voederbieten, zaadbieten, vlas, karwij, raapsteel, radicchio, radijs.
3	Bloembollen, klaver, wikken, gerst, 1- en 2-jarig grasland (2 sneden) peen op klei (alle teelten op klei), pastinaak op klei, wittof op klei.
4	Granen (behalve gerst), graszaad, koolzaad en andere gewassen, aardbei, asperge (wit en groen), bieslook, bloenkool (witte, groene, romanesco), boerenkool, broccoli, courgette, koolraap, kroot, pompoen, prei (alle teelten), rabarber (alle teelten), schorseneer, sluitkool (groene, rode, savoie, witte, spits-)

1. Op zandgrond betreft het giften die als rijenbemesting worden toegediend; bij breedwerpige toediening dient 2x zoveel gegeven te worden, Op kleigrond betreft het giften die breedwerpig worden toegediend; bij rijenbemesting kan 75% van de breedwerpig geadviseerde gift worden volstaan.
2. Bij rijenbemesting de halve hoeveelheid.

Dankbetuiging

Bij het opstellen van het rapport zijn de kritische opmerkingen van ir. P.H.M. Dekker, ir. H.H.H. Titulaer en ir. W. van Dijk van PPO-Lelystad en van dr. ir. P. de Willigen van Alterra zeer nuttig geweest. Graag willen wij hier onze dank betuigen voor hun kritische inbreng.

Literatuur

Algemene verwijzingen

Beukeboom, J.A., 1996. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Kiezen uit gehalten 3. IKC-Landbouw, Ede.

Buwalda., J.G. & Freeman, R.E., 1988. Effects of Phosphorus Fertilizer Levels on Phosphorus Accumulation, Growth and Yield of Hybrid Squash in the Field, *Science Horticulturae*, 34: 201-210.

Commissie voor de samenstelling van de rassenlijst voor groentegewassen, 1996. Beschrijvende rassenlijst voor groentegewassen voor de teelt in de vollegrond. DLO-Centrum voor Plantenveredelings- en reproductieonderzoek, Wageningen

Dijk, W. van (samensteller), 1999. Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Publicatie nr. 95. Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt. Lelystad.

Ehlert, P.A.I., & Willigen, P. de, 1999. Relatie fosfaatbehoefte vollegrondsgroenten en fosfaattoestand in de bodem. In: P.H.M. Dekker. Naar maatwerk in bemesting. Themaboekje nr. 22. Praktijkonderzoek voor de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt. Lelystad, pp. 32-45.

Ehlert, P.A.I., Wijk, C.A.Ph., & Berg, W. van de, 2000. Fosfaatbehoefte van vollegrondsgroentegewassen, 1. Bemesting en rendement, PAV, Lelystad, projectrapport nummer 25.2.32, 45 p.

Föhse, D., Claassen, N. & Jungk, A. 1991. Phosphorus efficiency of plants. II. Significance of root radius, root hairs and cation-anion balance for phosphorus influx in seven plant species. *Plant and Soil*, 132 (2): 261-272.

Greenwood, D.J., Cleaver, T.J., Turner, M.K., Hunt, J., Niendorf, K.B. & Loquens, M.H., 1980. Comparison of the effects of phosphate fertilizer on the yield, phosphate content and quality of 22 different vegetable and agricultural crops. *Journal of Agricultural Science Cambridge*. 95: 457-469.

Goodman, D. & Greenwood, D.J., 1976. Distribution of roots, water and nutrients beneath cabbage grown in the field. *J. Sci. Fd. Agric.* 27: 28-36.

Heinen, M., & Willigen, P. de, 1998. FUSSIM2. A two-dimensional simulation model for water flow, solute transport and root uptake of water and nutrients in partly unsaturated porous media. *Quantitative Approaches in Systems Analysis No. 20*, AB-DLO and PE, Wageningen, The Netherlands, 140 pp.

Noordwijk, M., Willigen, P.de, Ehlert, P.A.I. & Chardon., W.J., 1990. A simple model of P uptake by crops as a possible basis for P fertilizer recommendations. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 38: 317-332.

Willigen, P.de, & Noordwijk, M., van, 1987. Roots, plant production and nutrient use efficiency. Doctoral thesis, Wageningen Agricultural University, 282. pp.

PAV, 'Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt 2000/2001' Lelystad, PAV, publicatie nr. 102, 365 p.

Verwijzingen per gewas

Aardappel

Anonymus, 1999.PPO-agv -Bemestingsdatabank.

Beukeboom, J.A., 1996. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Kiezen uit gehalten 3. IKC-Landbouw, Ede.

Andijvie

Beukeboom, J.A., 1996. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Kiezen uit gehalten 3. IKC-Landbouw, Ede.

Asperge, wit

Bosch, H., 1989. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond 1989, PAGV, Lelystad, 251 p.

Hartmann H.D. e.a. 1987. Long-term fertilization experiments with white asparagus, Asparagus research Newsletter Vol. 5 no. 2, p. 44.

Asperge, groen

Anonymus, Asparagus Production Guide, Eb 997, College of Agriculture and Home Economics, Washington State University, Pullman Washington, USA.

Poll, J.T.K., 2000. Groene Asperges, Teelthandleiding nr. 92, Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegroendsgroenteteelt (PAV), Lelystad, 64 p.

Augurk

Beukeboom, J.A., 1996. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Kiezen uit gehalten 3. IKC-Landbouw, Ede.

Titulaer, H.H.H., 1997. Fertigatie bij augurk en courgette loont de moeite, PAV-bulletin Vollegroendsgroenteteelt, p 17-19.

Boon, stamsla

Anonymus, 1999. PAV-Bemestingsdatabank

Anonymus, 1996. Fertilisation du haricot: Des besoins mieux connu, Unilet Informations, 91, p 23-25.

Beukeboom, J.A., 1996. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Kiezen uit gehalten 3. IKC-Landbouw, Ede.

Neuvel, J. 1996. Effect van rijenafstand, plantdichtheid en stikstofbemesting op de opbrengst, kwaliteit en gevoeligheid voor Botrytis bij stamslaboon, PAGV verslag nr.214, 111 p.

Prummel, J. (1967). Fosfaat- en kaliproeven met bladspinazie en stamslabonen. Buffer 13 (2):

Prummel, J. 1971. Fosfaat- en kalibemesting van bladspinazie en stamslabonen op landbouwgronden. Bedrijfsontwikkeling 2 (5): 77-82.

Prummel, J., Barnau Sijthoff, P.A. von, 1975. Rijenbemesting met fosfaat bij stamslabonen en tuinbonen. Bedrijfsontwikkeling 6 (2): 173-175

Bloemkool

Anonymus, 1999. PPO-agv -Bemestingsdatabank

Broccoli

Anonymus, 1999. PPO-agv -Bemestingsdatabank

Nivet, L., 1996. Alimentation minérale; Gros plan sur les besoins du brocoli., Unilet Informations, 93, 14-16.

Chinese kool

Wijk, C, van 1996, Teelt van Chinese kool, teelthandleiding nr 70, PAGV, 53 p.

Titulaer, H.H.H. e.a. , 1989. Fertigatie van Chinese kool, Jaarboek afgesloten onderzoek , Lelystad, PAGV, p. 137-139.

Consumptieraap

Beukeboom, J.A., 1996. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Kiezen uit gehalten 3. IKC-Landbouw, Ede.

Courgette

Buwalda., J.G. & Freeman, R.E., 1988. Effects of Phosphorus Fertilizer Levels on Phosphorus Accumulation, Growth and Yield of Hybrid Squash in the Field, Science Horticulturae, 34: 201-210.

Titulaer, H.H.H., 1997. Fertigatie bij augurk en courgette loont de moeite, PAV- bulletin Vollegrondsgroenteteelt, p 17-19.

Doperwt

Anonymus, 1999, PP)-agv -Bemestingsdatabank

Hopquin, B e.a., 1999. Les mineraux qui font le pois, Inilet Information Nr 101, p. 11-12.

Neuvel, J.J., Zwanepol, S., Alblas, J., Titulaer, H.H.H., Sukkel, W., 1992. Teelt van doperwten. Teelthandleiding nr. 48. Praktijkonderzoek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond (PAGV), Lelystad.

Koolraap

Beukeboom, J.A., 1996. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Kiezen uit gehalten 3. IKC-Landbouw, Ede.

Dyson, P.W. 1977. Effects of fertilizer and date of sowing on the rates of growth and nutrient uptake in swedes. In: Brassica forage crops. A United Kingdom conference on aspects of breeding, pathology, agronomy, variety testing, seed production, nutritive value and utilisation. [Greenhalgh, J.F.D.; McNaughton, I.H.; Thow, R.F. (Editors)] 35-40.

Koolrabi

Alt, D. & Ladebush, H., 1984. Langjähriger Feldversuch zur P-, K- und Mg-Düngung von Gemüsekulturen, Gartenbauwissenschaft, 49 (5/6): 270-279.

Knoflook

Visser, C.L.M. de, Zwanepol, S., Nannes, L., Vlucht, R.A.A., van der & Cuperus, C., 1997. Teelt van knoflook. Teelthandleiding nr. 75. Praktijkonderzoek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond (PAGV), Lelystad.

Kroot

Anonymus, 1999. PAV-Bemestingsdatabank

Bosch, H., 1989. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de Vollegrond. PAGV, Lelystad, 251 p.

Schoneveld, J. 1996. Mineralenopname bij peen en kroot, Interne Mededeling nr.1260, PAV, Lelystad, 22 p.

Paksoi

USDA voedingsmiddelentabel vanaf internet.

Pastinaak

Greenwood, D.J., Cleaver, T.J., Turner, M.K., Hunt, J., Niendorf, K.B. & Loquens, M.H., 1980. Comparison of the effects of phosphate fertilizer on the yield, phosphate content and quality of 22 different vegetable and agricultural crops. *Journal of Agricultural Science Cambridge*. 95: 457-469.

Peul

USDA voedingsmiddelentabel (Peas, edible-podded, raw) van af internet.

Pompoen

USDA voedingsmiddelentabel vanaf internet.

Raapstelen

USDA voedingsmiddelentabel (turnip greens, raw) vanaf internet.

Rabarber

Treptow, H. Rhabarber (Rheum-Arten) und seine Verwendung.

Schorseneer

Beukeboom, J.A., 1996. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Kiezen uit gehalten 3. IKC-Landbouw, Ede.

Nivet, L., 1999. Alimentation minérale de la scorsonère. Des références supplémentaires pour raisonner la fertilisation, Unilet information no 102, p 21-23.

Bosch, H., 1989. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de Vollegrond, PAGV, Lelystad, 251 p.

Anonymus, 1999. PP-agv-Bemestingsdatabank.

Sjalot

Visser, C.L.M. de, Zwanepol, S., Alblas, J., Dijk, W. van & Bleeker, P.O., 1998. Teelt van sjalotten. Teelthandleiding nr. 83. Praktijkonderzoek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond (PAGV), Lelystad.

Radicchio

Wijk, C.A.P., van Zwanepol, S., Ester, A., Stokkers, R., Meier, R., 1999. Teelt van radicchio. Teelthandleiding, nr. 86. Praktijkonderzoek voor de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt (PAV), Lelystad.

Radijs

Greenwood, D.J., Cleaver, T.J., Turner, M.K., Hunt, J., Niendorf, K.B. & Loquens, M.H., 1980. Comparison of the effects of phosphate fertilizer on the yield, phosphate content and quality of 22 different vegetable and agricultural crops. *Journal of Agricultural Science Cambridge*. 95: 457-469.

Rammenas

Bosch, H., 1989. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de Vollegrond. PAGV, Lelystad, 251 p.

Soorsma, H., 1992. Aanpassing stikstof richtlijn Rettich. Document voor Commissie Bemesting Vollegrond,

maart 1992, doc/10392/hs., 3 p.

Peen, bos-

Anonymus, 1999. PPO-agv-Bemestingsdatabank.

Nivet, L., 2000. Alimentation minérale; carotte Amsterdam: petite mais exigeante. Unilet information no 104, p 15-16.

Peen, was-

Schoneveld, J., 1996. Mineralenopname bij peen en kroot, PAV- interne Mededeling nr 1260, PAV Lelystad. 22 p.

Peen, grove

Nivet, L., 2000. Alimentation minérale; Grosse carotte: un appétit d'orge. Unilet information no 104, p 17-18.

Schoneveld, J., 1996. Mineralenopname bij peen en kroot, PAV- interne Mededeling nr 1260, PAV Lelystad, 22 p.

Wijk, C.A.Ph., van & Neuvel, J.J., 1999. Naar een evenwichtige fosfaatbemesting bij groenten. In: Themaboekje nr. 22. Naar maatwerk in bemesting, Lelystad, P. H. M. Dekker (ed)., PAV, Lelystad, blz. 21-31.

Peterselie

Beukeboom, J.A., 1996. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Kiezen uit gehalten 3. IKC-Landbouw, Ede.

Prel

Anonymus, 1999. PPO-agv -Bemestingsdatabank

Wijk, C.A.Ph., van & Neuvel, J.J., 1999. Naar een evenwichtige fosfaatbemesting bij groenten. In: Themaboekje nr.22. Naar maatwerk in bemesting, Lelystad, P. H. M. Dekker (ed)., PAV, Lelystad, blz. 21-31.

Selderij, blad-

Beukeboom, J.A., 1996. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Kiezen uit gehalten 3. IKC-Landbouw, Ede.

Selderij, bleek-

Anonymus, 1999. Alimentation minérale: attention aux besoins de fin de cycle; dossier céleri-branche, Unilet information no 103, p 13-14.

Beukeboom, J.A., 1996. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Kiezen uit gehalten 3. IKC-Landbouw, Ede.

Bosch, H., 1989, Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de Vollegrond, PAGV, Lelystad, 251 p

Selderij, knol-

Anonymus, 1999. PPO-agv-Bemestingsdatabank

Dekker, P.H.M. , Stikstofbemesting op knolselderij, Publikatie Contactdag Industriegroenten, PAGV 1984, pg 41-48

Sla, bindsla

Sanchez, C.A., 1995. Response of Diverse Lettuce Types to Fertilizer Phosphorus, Hort. Science, 30 (3): 528-531.

Sla, eikebladsla

Bosch, H., 1989. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de Vollegrond, PAGV, Lelystad, 251 p.

Sla, kropsla

Anonymus, 1999. PP-agv-Bemestingsdatabank

Wijk, C.A.Ph., van & Neuvel, J.J., 1999. Naar een evenwichtige fosfaatbemesting bij groenten. In: Themaboekje nr.22. Naar maatwerk in bemesting, Lelystad, P. H. M. Dekker (ed)., PAV, Lelystad, blz. 21-31.

Sla, ijssla

Beukeboom, J.A., 1996. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Kiezen uit gehalten 3. IKC-Landbouw, Ede.

Bosch, H., 1989. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de Vollegrond, PAGV, Lelystad, 251 p.

Anonymus, 1999. PPO-agv-Bemestingsdatabank

Snijbiet

USDA voedingsmiddelentabel (chard, swiss, raw) vanaf internet.

Spinazie

Alt, D. & Ladebush, H., 1984. Langjähriger Feldversuch zur P-, K- und Mg-Düngung von Gemüsekulturen, Gartenbauwissenschaft, 49 (5/6): 270-279.

Bosch, H., 1989. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de Vollegrond, PAGV, Lelystad, 251 p.

Beukeboom, J.A., 1996. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Kiezen uit gehalten 3. IKC-Landbouw, Ede.

Nivet, L., 1996. Alimentation minérale de l'épinard: Des besoins concentrés en fin de cycle. Unilet information no 94, p 16-18.

Prummel, J. (1967). Fosfaat- en kaliproeven met bladspinazie en stamslabonen. Buffer 13 (2): 34-37.

Prummel, J. 1971. Fosfaat- en kalibemesting van bladspinazie en stamslabonen op landbouwgronden. Bedrijfsontwikkeling 2 (5): 77-82.

Spitskool

Alt, D. & Ladebush, H., 1984. Langjähriger Feldversuch zur P-, K- und Mg-Düngung von Gemüsekulturen, Gartenbauwissenschaft, 49 (5/6): 270-279.

Spruitkool

Anonymus, 1999. PPO-agv-Bemestingsdatabank

Beukeboom, J.A., 1996. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Kiezen uit gehalten 3. IKC-Landbouw, Ede.

Bosch, H., 1989. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de Vollegrond. PAGV, Lelystad, 251 p.

Everaarts, A., & Beusichem, M., van, 1997. The effect of planting density on phosphorus uptake and phosphorus harvest by Brussels Sprouts. Netherlands Journal of Agricultural Science 45: 495-504.

Prummel, J. 1966. Fosfaat- en kalibemesting voor spruitkool en uien op landbouwgronden. Buffer 12 (1): 11-14.

Suikermaïs

Beukeboom, J.A., 1996. Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Kiezen uit gehalten 3. IKC-Landbouw, Ede.

Bosch, H., 1989. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de Vollegrond, PAGV, Lelystad. 251 p.

Tuinboon

Neuvel, J.J., Zwanepol, S., Titulaer, H.H.H., Stolk, J.H., Kraker, J. de, 1991. Teelt van tuinbonen. Teelthandleiding nr. 33. Praktijkonderzoek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond (PAGV), Lelystad.

Prummel, J., Barnau Sijthoff, P.A. von, 1975. Rijenbemesting met fosfaat bij stamslabonen en tuinbonen. Bedrijfsontwikkeling 6 (2): 173-175.

Prummel, J. 1979. Fosfaat- en kalibemesting van tuinbonen op landbouwgronden. Bedrijfsontwikkeling 10 (1): 77-80

Witte kool

Everaarts, A.P., & Moel, C.P. de, 1995. Stikstofbemesting en nutriëntenopname van witte kool (Nitrogen fertilization and nutrient uptake of white cabbage). Verslag nr. 202. Praktijkonderzoek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond (PAGV), Lelystad.

Witlof- en roodlofwortels

Anonymus, 1999. PPO-agv-Bemestingsdatabank, 1999.

Bosch, H., 1989. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de Vollegrond 1989, PAGV, Lelystad, 251 p.

Kruistum, G., van, Zwanepol, S., Alblas, J., Titulaer, H.H.H. & Sukkel, W., 1997. Productie van witlof en roodlof. Teelthandleiding nr. 79. Praktijkonderzoek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond (PAGV), Lelystad.

Zaalui

Anonymus, 1999. PAV-Bemestingsdatabank

Prummel, J. 1966. Fosfaat- en kalibemesting voor spruitkool en uien op landbouwgronden. Buffer 12 (1): 11-14.

Visser, C.L.M. de, & Zwanepol, S., 1993. Teelt van zaaiuien. Teelthandleiding nr. 52. Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV). Lelystad.

Bijlage 1. Methode van de berekening van de gemiddelde groeiduur in dagen

Als bron is de teeltkalender uit de Rassenlijst Vollegrondsgroenten 1996 gebruikt (Aalbersberg, 1996). In de teeltkalender wordt de groeiduur in maanden weergegeven. Deze maandaanduidingen zijn omgezet in groeiduur. Daar waar *begin van de maand* stond (bijv. begin maart) is uitgegaan van de 1^e dag van de maand. De *helft* van de maand is vastgelegd op 15 maart; het *einde van de maand* is vastgelegd op de laatste dag. Eind februari is dus gelijk gesteld aan 28 februari; eind maart aan 31 maart en eind april aan 30 april. De groeiperiode voor de verschillende rassen is vervolgens door gemiddelden te nemen omgezet in één groeiduur in dagen.

De groeiduur is berekend van begin van de buitenteelt tot het einde van actieve groei van het gewas. Zo is bijvoorbeeld voor *fijne peen onderdekker* gerekend tot december; hoewel de oogst pas in februari-mei plaatsvindt. Daarentegen is voor late spruitkool en late prei de gehele periode tot de oogst gerekend, omdat in winter en voorjaar ook groei kan plaatsvinden.

Bijlage 2. Totale fosfaatopname en de dagelijkse fosfaatopname van groentegewassen

Gewas	Totale P opname	Dagelijkse P opname in lineair groeifase
	kg P per ha	kg P per ha per dag
Aardappel, consumptie normaal	29,0	0,5
Aardappel, consumptie vroeg	25,7	0,5 ¹
Aardbei, gekoelde planten	8,8	0,2
Aardbei, normaal, consumptie	11,6	0,2
Andijvie, vroeg	17,5	0,4
Andijvie, zomer	16,4	0,6
Asperge (groen), normaal	10,3	0,1
Asperge (wit), productieveld - normaal	10,2	0,1
Augurk, vlakvelds	38,5	0,4
Bieslook, directe afzet perspot, vroeg	15,8	0,1 ¹
Bieslook, forcering	15,8	0,1 ¹
Bieslook, t.p.z. ²	15,8	0,1 ¹
Bloemkool, wit	26,2	0,6
Bloemkool, wit, januarizaai	22,1	0,5
Bloemkool, wit, laat	28,2	0,6
Bloemkool, wit, vrijsters	23,8	0,5
Bloemkool, wit, vroeg	28,7	0,7
Bloemkool, wit, zomer - vroeg	38,7	0,9
Boerenkool, herfst, maai, t.p.z.	14,6	0,4
Boerenkool, herfst, struik	19,2	0,3
Boon, stamsla -	21,9	0,5
Boon, stamsla - normaal - vers machinale	16,5	0,3
Boon, stamsla - normaal, industrie, mach	21,0	0,4
Boon, tuin - normaal, industrie, t.p.z.	31,0	0,9
Broccoli, herfst vroeg	27,4	0,6
Broccoli, zomer	26,7	0,6
Chinese kool, herfst	40,0	0,7
Chinese kool, herfst, bewaring	35,4	0,6
Chinese kool, vroeg met bedekking	34,4	0,7
Chinese kool, zomer	34,1	0,8

Bijlage 2. Totale fosfaatopname en de dagelijkse fosfaatopname van
groentegewassen, vervolg

Gewas	Totale P opname, kg P per ha	Dagelijkse P opname, kg P per ha per dag
Consumptieraap, zomer	33,3	1,0
Courgette, zomer	13,3	0,2
Erwt, rond, , industrie	10,6	0,2
Knoflook, najaarsplanting	25,5	0,4
Kool, witte, bewaar	43,7	0,3
Koolraap	54,5	0,8
Koolraap, t.p.z.	42,9	0,6
Koolrabi, vroeg, vers	14,3	0,4
Kroot	14,6	0,2
Kroot, herfst + bewaar, t.p.z.	24,3	0,3
Kroot, nateelt, t.p.z.	33,9	0,9
Kroot, zeer vroeg	13,6	0,2
Paksoi, zomer	27,5	0,7
Pastinaak	58,5	0,4
Peen, bos, zomer	17,9	0,4
Peen, CD -	43,2	0,4
Peen, fijn	27,9	0,3
Peen, fijn, herfst, vers	19,2	0,2
Peen, grove, industrie	37,7	0,3
Peen, was	25,7	0,2
Peen, was, industrie	32,9	0,3
Peen, was, industrie, vroeg	28,9	0,3
Peterselie, perspot	16,5	1,3
Peterselie, t.p.z.	49,5	1,3
Peul, late rijs, t.p.z.	10,6	0,2
Peul, vroege rijs	9,5	0,2
Pompoen, klein	10,1	0,2
Prei, herfst, laat	27,9	0,3
Prei, herfst, vroeg	24,0	0,2
Prei, winter, laat	25,7	0,2
Prei, winter, vroeg	20,5	0,2
Raapstelen, gewone, t.p.z.	15,8	0,3 ¹
Rabarber, 1.5 j pollen met forceren	25,2	0,1 ¹
Rabarber, late rassen	25,2	0,1 ¹
Rabarber, vroege rassen	17,0	0,1 ¹

Bijlage 2. Totale fosfaatopname en de dagelijkse fosfaatopname van
groentegewassen, vervolg

Gewas	Totale P opname, kg P per ha	Dagelijkse P opname, kg P per ha per dag
Radicchio rosso, herfst	6,3	0,2 ¹
Radicchio rosso, vroeg met bedekking	10,6	0,2
Radicchio rosso, zomer	6,4	0,2
Radijs, vroeg, t.p.z.	9,0	0,1 ¹
Rammenas (daikon, rettich), vroeg met bedekking	21,9	0,4 ¹
Schorseneer	21,6	0,1 ¹
Schorseneer, industrie, t.p.z.	21,3	0,1 ¹
Selderij, bleek-	40,6	0,4 ¹
Selderij, knol – normaal (contract)	42,4	0,2 ¹
Sla, bind - vroeg	13,6	0,4
Sla, eikenblad (rood en groen), zomer	18,9	0,9
Sla, ijs - vroeg	15,1	0,5
Sla, ijs - zeer vroeg met bedekking	9,0	0,3
Sla, ijs - zomer	10,2	0,4
Sla, krop -	14,8	0,6
Sla, krop - herfst	25,6	1,0
Sla, krop - herfst - vroeg	23,1	0,9
Sla, krop – vroeg onbedekt	13,2	0,5
Sla, krop - zeer vroeg met bedekking	10,6	0,4
Sla, krop - zomer	13,7	0,6
Snijbiet, blad - t.p.z.	31,1	2,0
Spinazie	27,3	1,9
Spinazie, vroeg vers	53,4	3,5
Spinazie, zomer - industrie	33,9	2,3
Spruitkool, laat	51,6	0,6
Spruitkool, midden	40,6	0,5
Spruitkool, middenvroeg	46,4	0,5
Suikermais, normale teelt, t.p.z.	30,2	0,4
Ui, sjalot, normaal	16,2	0,3
Ui, zaai	22,2	0,4
Ui, zaaiui, normaal	20,3	0,3
Venkel, knol, herfst	25,7	0,7
Venkel, knol, vroeg	30,8	0,9
Venkel, knol, zomer - t.p.z.	34,0	1,0
Witlof (wortelteelt)	32,1	0,4

Bijlage 2. Totale fosfaatopname en de dagelijkse fosfaatopname van groentegewassen, vervolg

Gewas	Totale P opname, kg P per ha	Dagelijkse P opname, kg P per ha per dag
Witlof (wortelteelt), laat	28,2	0,4
Witlof (wortelteelt), middenvroeg	36,3	0,5

¹ Informatie verzameld en samenvattend bewerkt door ing. C.A.Ph.van Wijk. De getalswaarde is gebaseerd op literatuurgegevens, persoonlijke mededelingen van ir. H.H.H. Titulaer en vigerende tuinbouwkundig inzichten. De overige gegevens zijn verkregen volgens de methode beschreven in hoofdstuk 2.

² t.p.z. is ter plekke gezaaid.

Bijlage 3. Toelichting per gewas voor plaatsing gewasgroepen

Deze bijlage geeft per gewas en zonodig per teelt de criteria op basis waarvan een gewas in een specifieke gewasgroep is geplaatst.

Aardappel

Aardappel is het gewas waaraan de fosfaatbehoefte van vollegrondsgroentegewassen wordt gespiegeld. De plaatsing van het akkerbouwgewas vormt geen onderwerp van discussie. Aardappel blijft in gewasgroep 1. De teelt van *vroege aardappelen* vergt een weging. De totale P-opname van *vroege aardappelen* is ca 3 kg P ha⁻¹ lager dan van de normale teelt. De dagelijkse vraag is vergelijkbaar met overige teelten (tot circa 0,5 kg P ha⁻¹.dag⁻¹) en daarmee wat lager dan het sterk op fosfaat reagerend gewas kropsla. Door een intensievere beworteling door aardappel is de opnamecapaciteit fors beter dan die bij sla en is de fosfaatbehoefte lager. Wezenlijke verschillen in berekeningsresultaat op basis van het mechanistisch concept tussen beide teelten ontbreken indien aangenomen wordt dat de wortelecologische parameters van eenzelfde orde van grootte zijn. De gebruikte wortelecologische parameters zijn van Van Noordwijk e.a. (1990). Vanuit teelttechnisch oogpunt is plaatsing van vroege aardappel in *gewasgroep 1* verantwoord.

Aardbei

Bij dit gewas is de totale opname met circa 12 kg P ha⁻¹ bescheiden. De dagelijkse fosfaatopname is vanwege de lange groeiduur laag (0,2 kg P ha⁻¹.dag⁻¹) in vergelijking met andere vollegrondsgroentegewassen. Er is geen onderscheid aangebracht tussen wachtbedplanten en teelt voor planten voor koeling. Verantwoorde kwantitatieve gegevens van het wortelstelsel ontbreken. De afvoer met het marktbaar product varieert van 4 tot 6 kg P ha⁻¹. Bij een productieduur van gemiddeld 30 dagen is de dagelijkse fosfaatopname vergelijkbaar met die in de vegetatieve vermeerderingsfase (0,2 kg P ha⁻¹.dag⁻¹). Teelt voor plant of teelt voor productie is daarop niet onderscheiden. Gezien de lage dagelijkse vraag naar P en de bescheiden opname is het gewas in *gewasgroep 4* geplaatst.

Andijvie

Bij gladbladige andijvie is de zowel de totale P-opname als de dagelijkse opname vergelijkbaar met die van kropsla (resp. 18 kg P ha⁻¹ en 0,5 kg P ha⁻¹.dag⁻¹). Ook qua prijsvorming liggen beide gewassen in dezelfde orde van grootte. Andijvie wordt verondersteld een wat beperkter wortelstelsel te hebben dan sla. Op basis van deze praktijkobservatie zijn wortelecologische parameters van spinazie gebruikt. Berekeningen wijzen dan uit dat andijvie een fosfaattoestand vraagt die van eenzelfde orde van grootte is als die voor sla. Het gewas is daarom voor alle grondsoorten in *gewasgroep 0* geplaatst.

Van krulandijvie zijn geen fosfaatopname cijfers voorhanden. Dit gewas wijkt alleen op het punt van de productie fors af van gladbladige andijvie. Krulandijvie wordt in een jonger stadium geoogst dan gladbladige andijvie (krulandijvie: ca 300-400 g/stuk; gladbladige andijvie 400-600 g/stuk). Krulandijvie is daarop gespiegeld aan andijvie en eveneens in *gewasgroep 0* geplaatst.

Artisjok

Van dit gewas zijn geen gegevens van P-opname voorhanden. Het areaal is geschat op minder dan 20 ha waarvan deels voor siergewas. Gelet op het ontbreken van essentiële gegevens en de geringe omvang is geen voorstel voor plaatsing gegeven in een gewasgroep.

Asperge

Van zowel de *groene* als *witte asperge* is de totale en de dagelijkse P-opname laag. De afvoer komt maximaal uit op 10 kg P ha⁻¹. Dit meerjarige gewas heeft een grote wortelintensiteit; kwantitatieve gegevens over wortellengtedichtheid en wortelstraal ontbreken echter. Op basis van de lage totale P-opname en de lage dagelijkse vraag zijn witte en groene asperge voor alle grondsoorten in de *gewasgroep*

4 geplaatst.

Augurk

Uit de fosfaatopnamecijfers blijkt augurk veel P op te nemen. De vlakveldsteelt van augurk kent een totale opname van ca 35 kg P ha⁻¹, en een dagelijkse opname varieert van 0,4 en 0,5 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. Betrouwbare gegevens van wortellengtedichtheid en wortelstraal ontbreken. Vermoedelijk liggen de orden van grootte van deze parameters in het bereik tussen sla en bloemkool. Als van deze aanname wordt uitgegaan, dan vraag vlakveldsteelt van augurk een iets lagere fosfaattoestand dan aardappel. Qua prijsvorming is augurk vergelijkbaar aan kropsla.

Van de teelt aan touw zijn geen P-opnamecijfers beschikbaar. Gezien de dubbele productie per ha (ca. 70 ton.ha⁻¹) ten opzichte van de vlakveldsteelt, wordt van een dubbele P-opname uitgegaan worden bij een vergelijkbare groeiduur. Het gewas vraagt dan meer fosfaat per dag (circa 0,8-1,0 kg P ha⁻¹.dag⁻¹). Onder aanname dat het gewas een wortelstelsel heeft dat vergelijkbaar is met sla, blijkt augurk aan touw een beduidend hogere fosfaattoestand te vragen dan aardappel. Augurken vlakveldsteelt is daarop in *gewasgroep 1* geplaatst. De augurk teelt aan touw is geplaatst in *gewasgroep 0*. Bij dit gewas is P overigens met fertigatie goed in de rij toe te dienen.

Bieslook

Van dit gewas is de totale fosfaatopname niet bekend. Vanuit de USDA-voedingsmiddelentabel is het P-gehalte cijfer toegepast op productie en teeltduur in Nederland. De totale opname komt zodoende uit op 16 kg P ha⁻¹. Bij bieslook veldteelt wordt van hetzelfde perceel diverse malen geoogst. De berekende groeiduur is het gemiddelde van de groeiduur van de verschillende teelten. Daaruit is een dagelijkse opname van 0,1 kg P ha⁻¹.dag⁻¹ berekend voor perspotteelt; voor ter plaatse zaai en voor de teelt voor forcering is de dagelijkse P-opname respectievelijk 0,1 en 0,07 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De afvoer is 13 kg P ha⁻¹. Gezien deze lage dagelijkse vraag is bieslook voor alle teelten en grondsoorten in *gewasgroep 4* geplaatst.

Bloemkool

Een reactie van het stukspercentage van bloemkool (witte) in zomerteelt op fosfaattoestand en/of fosfaatbemesting werd niet vastgesteld in de P-toestandenproeven of in de P-hoeveelhedenproeven (Van Wijk & Neuvel, 1999). Toch was totale fosfaat opname bijna 39 kg P ha⁻¹ en de opname per dag veldgroei 0,9 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De afvoer varieert van 8 tot 19 kg P ha⁻¹, afhankelijk van de teelt. De wortelintensiteit van bloemkool is groot. Dit is één van de redenen waarom de fosfaatbehoefte van het gewas gering is. Berekeningsresultaten geven aan dat bloemkool met iets minder P kan volstaan dan aardappel. Het berekeningsresultaat is echter ondergeschikt gemaakt aan de veldwaarneming.

In de andere bloemkoolteelten blijkt de dagelijkse opname lager te liggen, namelijk tussen 0,5 en 0,6 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De totale P-opname is lager (22 tot 29 kg P ha⁻¹). Onder de aanname dat de wortelkarakteristieken vergelijkbaar zijn, wordt hieruit afgeleid dat er in de andere teelten ook geen fosfaatreactie op de stuksopbrengst zal zijn.

Van groene bloemkool en Romanesco zijn geen fosfaatopname gegevens bekend. Deze soorten vertonen zoveel overeenkomst met witte bloemkool, dat verondersteld mag worden dat hun fosfaatbehoefte niet wezenlijk afwijkt.

Winterbloemkool heeft een vegetatieve groei van half augustus tot ca begin december van circa 105 dagen, de koolvorming vindt in het voorjaar plaats. De vroegste rassen worden circa eind maart tot half april geoogst en de laatste oogst vindt plaats in mei. De groeiperiode van koolvorming van deze vroege rassen is circa 45 dagen, van de late rassen circa 90 dagen. In deze periode van bloemkoolvorming en nog wat bladgroei wordt 20-22 kg P ha⁻¹ opgenomen; dat is maximaal 0,5 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. Dit is gelijk of lager dan de opname van zomerteelt. De opname moet wel gebeuren onder koudere omstandigheden in het voorjaar. De invloed van de temperatuur op de bodemchemische processen is niet erg groot. Het wortelstelsel is al aangelegd en een intensieve beworteling mag worden aangenomen. Winterbloemkool is daarop aan overige teelten gelijk gesteld.

Gezien de veldwaarneming en gegeven toelichting zijn alle bloemkoolsoorten (alle teelten van witte, groene en Romanesco) voor alle teelten en grondsoorten in *gewasgroep 4* geplaatst.

Boerenkool

De totale P-opname komt bij struikboerenkool in een herfstteelt uit op bij 19 kg P ha⁻¹. Door de lange groeiduur komt in de herfstteelt uit op een dagelijkse opname van 0,3 kg P ha⁻¹.dag⁻¹ hetgeen vergeleken met andere groentegewassen, vrij laag is. Voor maaiboerenkool liggen deze cijfers in dezelfde orde van grootte. Qua wortelintensiteit mag boerenkool gelijk gesteld worden met bloemkool. Gelet op het resultaat van veldonderzoek met bloemkool en gegeven de relatief lage totale P-opname en de relatief bescheiden dagelijks vraag is het gewas geplaatst in *gewasgroep 4*.

Boon (tuin-, pronk-, stamsla -, stamsnij-, stoksia-, stoksni-, en spek -)

Van deze bonensoorten zijn betrouwbare fosfaatopnamecijfers bekend met name van de stamslabonen. Uit de cijfers blijkt dat de totale fosfaatopname voor een normale verse marktteelt op 16 kg P ha⁻¹ en voor een normale industrieteelt op ca. 22 kg P ha⁻¹ ligt. De P-afvoer is met 4-6 kg P ha⁻¹ niet hoog. De dagelijkse P-opname komt op circa 0,5 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De wortelintensiteit is zwakker dan die van sla. Qua prijsvorming zijn in de zomerteelt beide gewassen vergelijkbaar. In vroege teelten is de opbrengstprijs hoger, maar veelal de productie lager, waardoor de totale fosfaatopname lager is.

De andere bonensoorten dan stamslabonen zijn veelal lager in productie waardoor ook de P-opname lager zal zijn. Alleen de pronkboon handpluk valt daarbuiten met een productie van 30 ton.ha⁻¹.

Uit fosfaatbestedingsonderzoek bij stamslabonen en tuinbonen (Prummel & Van Barnau Sijthoff, 1975; Prummel, 1979) is bekend dat door rijenbemesting lagere giften gegeven kunnen worden dan bij breedwerpige toepassing. Het effect van rijenbemesting is variabel. Op zandgrond zijn de meststofbesparende effecten van rijenbemesting groter dan op kleigrond. In het algemeen neemt het meststofbesparende effect af met stijging van de fosfaattoestand. De resultaten van onderzoek naar het effect van het plaatsen van meststof zijn door de toenmalige Commissie Bemesting vertaald naar de voorlichtingsboodschap dat op zandgrond bij rijenbemesting de helft van de gift bespaard worden t.o.v. die breedwerpig toegediend. Op kleigrond kan met een 25% lagere gift als rijenbemesting dezelfde productie in vergelijking met een breedwerpige toediening.

Bij breedwerpige toediening zouden bonen in *gewasgroep 0* geplaatst moeten worden. Het gewas vraagt een wat hogere fosfaattoestand dan aardappel. Gezien de ervaring met rijenbemesting en gelet op de plaatsing van deze gewassen in het akkerbouwadvis zijn alle genoemde bonensoorten in *gewasgroep 1* geplaatst onder de conditie dat op zandgrond de bemesting als rijenbemesting toegediend moet worden. Op kleigrond betreft het breedwerpige toediening. Bij rijenbemesting kan op kleigrond met 75% van de breedwerpig geadviseerde gift worden volstaan. Voor pronkboon ontbreken essentiële gegevens. Het gewas is op pragmatische grondslag bij overige boongewassen ondergebracht.

Tuinboon, industrieteelt, neemt in totaal 31 kg P ha⁻¹ op. De dagelijkse opname is 0,3 kg P ha⁻¹.dag⁻¹ en ligt daarmee op het niveau van stamslaboon. Ook de wortelintensiteit bij tuinboon is ten minste vergelijkbaar met die van stamslaboon.

Gezien bovenstaande wordt voorgesteld tuinboon eveneens in *gewasgroep 1* te plaatsen met de restricties dat op zandgrond de fosfaat als rijenbemesting toegediend worden. Op kleigrond betreft het breedwerpig toediening. Bij rijenbemesting kan met 75% van de breedwerpig geadviseerde gift worden volstaan.

Broccoli

De zomer- en herfstteelt-vroeg van broccoli neemt in totaal ruim 26 kg P ha⁻¹ op. De fosfaatafvoer is met 5-7 kg P ha⁻¹ niet hoog. De dagelijkse opname is ruim 0,6 kg P ha⁻¹.dag⁻¹, en is wat lager dan die voor bloemkool. De groeiwijze, plantopbouw en het oogststadium zijn in grote mate vergelijkbaar met die van bloemkool. Er is geen reden om aan te nemen dat het wortelstel van bloemkool afwijkt. Broccoli is qua fosfaatbehoefte dan vergelijkbaar met bloemkool. Het gewas is in *gewasgroep 4* geplaatst.

Chinese Kool

De totale P-opname in dit gewas ligt afhankelijk van de teelt tussen de 34-40 kg P ha⁻¹. Door de relatief korte groeiduur is de dagelijkse opname tussen de 0,6 en 0,8 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De fosfaatafvoer varieert van 15-21 kg P ha⁻¹. Van de gewasreactie op fosfaat is weinig bekend. Veelal is de gewasreactie op fosfaat bij brassica's gering. Over de wortelintensiteit van dit gewas is weinig bekend. Op basis van de discussie binnen de CBAV is aangenomen dat de wortel ecologische parameters vergelijkbaar zijn met die van spinazie

en andijvie. Door de relatief hoge dagelijkse vraag naar P en het zwak ontwikkeld wortelstelsel is berekend dat het gewas een hogere fosfaattoestand vraagt dan aardappel. Chinese kool is daarop in *gewasgroep 0* geplaatst.

Consumptieraap

Van consumptieraap (meikolletjes of meirapen) zijn gehalte- en opbrengstcijfers uit het PAGV handboek (Bosch, 1989) gebruikt en toegepast op een zomerteelt. De totale opname komt uit op 33 kg P ha⁻¹ en de dagelijkse opname op 1,0 kg P ha⁻¹. Aangenomen is dat de wortellengtedichtheid en wortelstraal vergelijkbaar zijn met die van suikerbiet. De beworteling gaat minder diep dan die van peen of sla. De groeitijd is relatief kort en het gewas wordt in een fysiologisch jong stadium geoogst. De beworteling is minder diep dan bij peen waardoor de opnamecapaciteit geringer zal zijn. Berekend wordt dat consumptieraap een aanzienlijk hogere fosfaattoestand nodig heeft dan aardappel. Daarop is het gewas in *gewasgroep 0* geplaatst.

Courgette

De totale P-opname in een fertigatieteelt in de zomer komt uit op 26 kg P ha⁻¹ bij een productie van 116 ton.ha⁻¹. Omgerekend naar een praktijkopbrengst van 60 ton ha⁻¹ komt de totale opname uit op 13 kg P ha⁻¹. Daaruit volgt een dagelijkse opname van 0,2 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. Betrouwbare gegevens van wortellengtedichtheid en wortelstraal ontbreken. Vermoedelijk liggen de orden van grootte van deze parameters in het bereik tussen sla en bloemkool. De fosfaatreactie van Cucurbitacea is groot bij ter plaatse zaai onder koude omstandigheden in de beginperiode van de groei (Buwalda, 1988). Effecten van temperatuur van de bodem op de fosfaat kunnen niet berekend worden met het mechanistisch concept van Van Noordwijk ea.(1990). Het effect is vooral gewasfysiologisch van aard en wordt nauwelijks veroorzaakt door effecten van temperatuur op bodemfysische of bodemchemische processen. De plaatsing van courgette is uitgevoerd op basis van de totale P-opname en de dagelijkse vraag voor omstandigheden waarin de temperatuur niet beperkend is. Het gewas kan dan in *gewasgroep 4* worden geplaatst.

Doperwt

Bij doperwt is zowel de totale fosfaatopname circa 11 kg P ha⁻¹ en de dagelijkse fosfaatopname 0,1 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. Het gewas heeft volgens literatuurgegevens een relatief zwak wortelstelsel. Doperwt blijkt ondanks de lage vraag door het zwakke wortelstelsel volgens berekening een met aardappel vergelijkbare fosfaattoestand nodig te hebben. Het gewas is daarop in *gewasgroep 1* geplaatst voor alle grondsoorten.

Groenlof

Betrouwbare gegevens van P-opname en dagelijkse vraag naar P zijn niet beschikbaar. Omdat het teeltareaal beperkt is, is het gewas nog niet in een *gewasgroep* geplaatst.

Kervel

Betrouwbare gegevens van P-opname en dagelijkse vraag naar P zijn niet beschikbaar. Omdat het teeltareaal beperkt is, is het gewas nog niet in een *gewasgroep* geplaatst.

Knoflook.

Knoflook heeft een lange groeiduur gewas waarin in totaal 25 kg P ha⁻¹ wordt opgenomen. De dagelijkse vraag naar P is 0,3 à 0,4 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De afvoer bedraagt 19 kg P ha⁻¹. Gegevens van wortellengtedichtheid en wortelstraal zijn niet bekend. Indien aan knoflook dezelfde wortelecologische kenmerken worden gegeven als van ui dan heeft het gewas een lagere fosfaattoestand nodig dan aardappel. Het gewas vraagt dan een iets hogere fosfaattoestand dan ui. Bij ui is het berekeningsresultaat ondergeschikt gemaakt aan de veldwaarnemingen van Prummel (1966). Ook veldonderzoek van Greenwood ea. (1980) wijzen op een grote fosfaatbehoefte dan hier berekend is. Knoflook is aan ui gespiegeld en daardoor in *gewasgroep 1* opgenomen.

Koolraap

Koolraap heeft een forse totaalopname (tot 54 kg P ha⁻¹). Ondanks de lange groeiduur is de dagelijkse opname relatief hoog circa 0,8 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De afvoer bedraagt maximaal 38 kg P ha⁻¹. De

wortelintensiteit is in de bovenste teeltlaag ongeveer vergelijkbaar met peen. Maar de totale beworteling van de diverse lagen is geringer. Om de voor de teelt gewenste fosfaattoestand te berekenen zijn de wortellengtedichtheid en wortelstraal van suikerbiet aangenomen. De berekende fosfaattoestand is dan hoger dan die voor aardappel. Het gewas zou daarop in gewasgroep 0 geplaatst worden. Dyson (1977) stelde een zeer geringe fosfaatbehoefte vast. Ook Greenwood ea. (1980) stelden bij koolraap een geringe fosfaatbehoefte vast. Het gewas bleek minder fosfaat nodig te hebben dan tarwe. Het huidige advies voor akkerbouwgewassen plaats koolraap in gewasgroep 4. Het berekeningsresultaat is daarom ondergeschikt gemaakt aan de resultaten van Engels onderzoek en is in *gewasgroep 4* geplaatst.

Koolrabi

Van dit beperkt geteelde gewas bedraagt de totaalopname in een vroege teelt 14 kg P ha^{-1} . Koolrabi heeft per dag $0,4 \text{ kg P ha}^{-1} \cdot \text{dag}^{-1}$ nodig. De afvoer bedraagt 11 kg P ha^{-1} . De wortelintensiteit is in de bovenste teeltlaag vergelijkbaar met peen maar de totale wortelintensiteit is veel geringer dan bij peen. Bij de berekening van de fosfaattoestand zijn de wortellengtedichtheid en wortelstraal van suikerbiet aangenomen. Koolrabi blijkt dan een met aardappel vergelijkbare fosfaattoestand nodig te hebben. Literatuurgegevens over de fosfaatbehoefte van koolrabi zijn niet voor handen. Het gewas is daarop in *gewasgroep 1* geplaatst.

Kroot

Bij dit gewas varieert de totaalopname van 15 kg P ha^{-1} in een vroege teelt tot ruim 34 kg P ha^{-1} in een herfstteelt. Een herfstteelt heeft een veel hogere productie. Kroot heeft een dagelijkse opname van maximaal $0,9 \text{ kg P ha}^{-1} \cdot \text{dag}^{-1}$ maar schommelt meestal rond de $0,2$ à $0,3 \text{ kg P ha}^{-1} \cdot \text{dag}^{-1}$. De afvoer kan oplopen tot 24 kg P ha^{-1} . De wortelintensiteit is in de bovenste teeltlaag vergelijkbaar met suikerbiet. De totale wortelintensiteit is geringer dan bij peen. Uit Duits onderzoek van Alt & Ladebush, 1984 blijkt de fosfaatreactie op de opbrengst bij kroot gering te zijn. De reactie volgens Alt & Ladebush is vergelijkbaar met die van prei. Berekend wordt dat de fosfaattoestand van kroot van vergelijkbare hoogte is als die voor aardappel. Het berekeningsresultaat is daarop ondergeschikt gesteld aan de resultaten van veldonderzoek van Alt & Ladebush (1984). Het gewas is daarop in *gewasgroep 4* voor alle grondsoorten gezet.

Paksoi

Deze snelgroeiende brassica (oogstbaar 46 dagen na planten) heeft een totaalopname van 28 kg P ha^{-1} in een zomerteelt. Paksoi heeft een dagelijkse opname van $0,7 \text{ kg P ha}^{-1} \cdot \text{dag}^{-1}$. De afvoer bedraagt daarbij tot 22 kg P ha^{-1} . Indien voor vroege en herfstteelt eenzelfde gehalte van $0,4 \text{ kg P}$ per ton vers product wordt aangenomen, dan bedragen de dagelijkse opname resp. $0,4$ en $0,5 \text{ kg P ha}^{-1} \cdot \text{dag}^{-1}$. Van paksoi zijn geen wortellengtedichtheden en wortelstralen bekend. Indien het gewas vergeleken wordt met Chinese kool, dan is het berekeningsresultaat dat paksoi een hogere fosfaattoestand vraagt dan aardappel. Hoewel brassica-soorten gemiddeld een beperkte opbrengstreactie op fosfaataanbod hebben, is paksoi vanwege de plaatsing van Chinese kool, de korte groeiduur en de hoge dagelijkse opname in *gewasgroep 0* geplaatst.

Pastinaak

Deze schermbloemige heeft een hoge totaalopname van 59 kg P ha^{-1} . Door de lange groeiduur komt de dagelijkse opname uit op $0,4 \text{ kg P ha}^{-1} \cdot \text{dag}^{-1}$. De afvoer bedraagt tot 47 kg P ha^{-1} . Onder aanname dat pastinaak een met peen vergelijkbare worteleigenschappen heeft, wordt berekend dat de fosfaattoestand vergelijkbaar is met die van aardappel. Omdat peen sterk reageert op fosfaattoestand en fosfaatbemesting en gelet op het resultaat van de berekening, is de plaatsing van pastinaak gespiegeld aan die van peen. Pastinaak op zand is daarop in *gewasgroep 0* geplaatst; pastinaak op klei is in *gewasgroep 3* geplaatst.

Peen

Het gewas peen is op grond van de fosfaatreactie bij CD- peen (Ehlert, 2000) geplaatst in groep 0 voor zandgronden, en in groep 3 voor peen op klei. Bij andere teelten van dit gewas zijn de totale opname met 18 tot 38 kg P ha^{-1} en de dagelijkse P-opname met $0,2$ en $0,3 \text{ kg P ha}^{-1} \cdot \text{dag}^{-1}$ wat lager. Gelet op het verschil tussen het berekeningsresultaat voor peen en de veldwaarneming, zijn alle teelten van peen qua benodigde fosfaattoestand, gelijkgesteld aan die voor CD-peen. Alle peenteelten op zand zijn geplaatst in *gewasgroep 0*, alle teelten op klei in *gewasgroep 3*.

Peterselie

Peterselie kent een hoge totaalopname van 49 kg P ha⁻¹ voor de ter plaatse gezaaide teelt (meerdere oogsten) en 17 kg P ha⁻¹ bij de eenmalige oogst (meestal perspotteelt). De dagelijkse opname komt voor de ter plaatse zaai uit op circa 1,3 kg P ha⁻¹.dag⁻¹ per teelt. De afvoer bedraagt respectievelijk 41 kg P ha⁻¹ en 13 kg P ha⁻¹. Indien dezelfde wortelecologische eigenschappen als peen worden aangenomen, blijkt peterselie een hogere fosfaattoestand dan aardappel nodig te hebben.

De wortelecologische parameters van peterselie in perspot zijn eveneens onbekend. Indien de wortellengtedichtheid van peen wordt aangenomen, dan is de berekende fosfaattoestand van peterselie in perspot eveneens hoger dan die van aardappel. Peterselie is daarop in *gewasgroep 0* geplaatst.

Peul

Bij deze vlinderbloemige is het fosfaatgehalte van de peul bekend. Bij schatting dat het loof en de wortels de helft van de totale fosfaatopname voor hun rekening nemen, komt het gewas peul uit op een lage totaalopname van maximaal 11 kg P ha⁻¹. De dagelijkse opname komt voor de perspotteelt en ter plekke zaai uit op 0,2 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De afvoer bedraagt daarbij maximaal 5 kg P ha⁻¹. Peulen vragen daardoor een wat minder hoge fosfaattoestand dan stamslabonen. De wortellengtedichtheid en de wortelstraal van peulwortels zijn niet bekend. Aangenomen is dat de waarden overeenkomen met die van boon. Het wortelstelsel is dan zwak ontwikkeld. Qua berekende fosfaattoestand is het gewas daardoor vergelijkbaar met die voor aardappel. Peul is daarop in *gewasgroep 1* geplaatst.

Pompoen

De totale fosfaatopname voor de in Nederland meest geteelde kleine pompoen komt uit op 10 kg P ha⁻¹ bij een productie van 17,5 ton.ha⁻¹. Daaruit volgt een dagelijkse opname van 0,2 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De fosfaatafvoer bedraagt 7,7 kg P ha⁻¹. De wortelintensiteit is vergelijkbaar met die van augurk. De fosfaatreactie van Curcubitacea is groot bij ter plaatse zaai onder relatief koude omstandigheden in de beginperiode van de groei (Buwalda, 1988). De fosfaatopname is relatief gering en de groeiperiode tot de oogst vrij lang. Effecten van temperatuur van de bodem op de fosfaat kunnen niet berekend worden met het mechanistisch concept van Van Noordwijk ea. (1990). Het effect is vooral gewasfysiologisch van aard en wordt nauwelijks veroorzaakt door effecten van temperatuur op bodemfysische of bodemchemische processen. De plaatsing van pompoen is uitgevoerd op basis van de totale P-opname en de dagelijkse vraag voor omstandigheden waarin de temperatuur niet beperkend is. Het gewas kan dan in *gewasgroep 4* worden geplaatst.

Prei

Het toetsgewas prei is op grond van de zeer beperkte fosfaatreactie in de vroege herfstteelt (Ehliert, 2000) geplaatst in groep 4 voor alle grondsoorten. Bij andere preiteelten van dit gewas is de totale P-opname en de dagelijkse fosfaatopname van eenzelfde orde van grootte of lager. Daardoor zijn alle preiteelten conform de vroege herfstteelt van prei in *gewasgroep 4* geplaatst.

Raapsteel

Raapsteel - blad en stelen van *Brassica rapa* - wordt jong geoogst; de teelt is vergelijkbaar met die van spinazie. De totale P-opname komt uit op 16,0 kg P ha⁻¹ bij een productie van 30 ton.ha⁻¹. Daaruit volgt een dagelijkse opname van 0,3 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De P-afvoer bedraagt 13 kg P ha⁻¹. Over de reactie van het gewas op fosfaatbemesting en fosfaattoestand is bij dit gewas niets bekend. Ook over de wortelecologische parameters is niets bekend. Andere brassica's hebben een geringe fosfaatreactie. Raapsteel wordt in tegenstelling tot andere brassica's in een jong stadium tijdens de volle groei geoogst. Indien aan raapsteel dezelfde wortelecologische eigenschappen worden gegeven als spinazie, dan wordt berekend dat het gewas een iets lagere fosfaattoestand vraagt als aardappel. Raapsteel is daardoor in *gewasgroep 2* geplaatst voor alle grondsoorten.

Rabarber

In de normale teelt is rabarber is een veeljarig gewas met een lange groeiperiode. De P-opname van de stelen komt uit op 6 kg P ha⁻¹ voor de vroege rassen en 8 kg P ha⁻¹ voor de late rassen. De P-opname van de stelen is tevens ook de P-afvoer van deze teelten. Door aan te nemen dat de P-opname door het blad en

pollen (wortels) gelijk is aan de opname van het marktbaar product, is de totale P-opname van vroege en late rassen resp. 17 en 25 kg P ha⁻¹. Hieruit wordt een dagelijkse opname van maximaal 0,1 kg P ha⁻¹.dag⁻¹ afgeleid.

Bij de wortelproductie voor de forceerteelt vindt de fosfaatafvoer plaats met afvoer van de wortel. Bij een totale fosfaatopname van 25 kg P ha⁻¹ komt de dagelijkse opname voor 1,5 jaar oude pollen uit op 0,05 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. Over fosfaatreactie op de opbrengst is bij rabarber niets bekend. Gezien het grote wortelstelsel en de zeer lage dagelijkse behoefte is rabarber *gewasgroep 4* geplaatst.

Radicchio

Het gewas radicchio behoort tot de cichorium-achtigen en wordt in de volle groei geoogst gelijk kropsla. De totale P-opname verschilt per teelt maar blijft onder de 11 kg P ha⁻¹. Daaruit wordt een dagelijkse opname van maximaal 0,2 kg P ha⁻¹.dag⁻¹ afgeleid. De hoogste P-afvoer vindt in de herfst plaats met 8 kg P ha⁻¹. Over de opbrengstreactie op fosfaatbemesting en fosfaattoestand is bij dit gewas weinig bekend. De wortelopbouw bij perspotteelt is vergelijkbaar met die van kropsla. Bij ter plaatse zaai wordt een penwortel gevormd. Indien dezelfde wortelecologische karakteristieken worden aangenomen als andijvie, dan is de berekende fosfaatbehoefte wat minder dan die van aardappel. Het gewas is daarop in *gewasgroep 2* geplaatst.

Radijs

Bij dit gewas bedraagt in de vroege teelt de totaalopname van 9,0 kg P ha⁻¹. Radijs heeft een zeer korte groei (1-2 maanden afhankelijk van de teelt). In de vroege teelt is dagelijkse opname van maximaal 0,1 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. Bij de zomerteelt kan dat oplopen tot 0,3 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De afvoer bedraagt 4 kg P ha⁻¹. De wortellengtedichtheid en de wortelstraal zijn niet bekend. Indien aan radijs dezelfde wortelecologische eigenschappen worden gegeven als spinazie, dan wordt berekend dat het gewas een iets lagere fosfaattoestand vraagt als aardappel. Radijs is daarom in *gewasgroep 2* geplaatst voor alle grondsoorten.

Rammenas (witte)

Een vroege teelt van rammenas (rettich) neemt in totaal 22 kg P ha⁻¹ op. Witte rammenas (Daikon) heeft een kortere groeitijd van 54 dagen (dat is 7-10 dagen korter dan rettich). De dagelijkse opname bedraagt 0,4 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De afvoer bedraagt 12 kg P ha⁻¹. De wortellengtedichtheid en wortelstraal zijn niet bekend. Naar rede zal de beworteling beter zijn dan die van radijs en wat minder dan die van peen. De berekende fosfaattoestand voor een beperkt wortelend gewas is daardoor gelijk aan die voor aardappel. Het gewas is daarop in *gewasgroep 1* voor alle grondsoorten geplaatst.

Schorseneer

Schorseneer heeft een lange groeiperiode van 198 dagen. Het gewas wordt in verband met de doorwortelbaarheid en de rooibaarheid alleen op zandgrond geteeld. De totale P-opname is circa 22 kg P ha⁻¹. De berekende dagelijkse P-opname is daardoor 0,1 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De afvoer is circa 19 kg P ha⁻¹. De wortelintensiteit kan vergeleken worden met die voor peen. Schorseneer wortelt echter dieper. Feitelijke gegevens van wortellengtedichtheid en wortelstraal ontbreken. De fosfaatreactie van schorseneer is in niet bekend. Indien schorseneer dezelfde wortelecologische parameters als peen heeft, dan wordt berekend dat met een veel lagere fosfaattoestand volstaan kan worden dan aardappel. Schorseneer is daarop in *gewasgroep 4* geplaatst.

Selderij (blad)

Van het gewas bladselderij wordt voor de industrie meermalen het jonge product geoogst. Er wordt 2 à 3 maal in het seizoen geoogst. Gegevens van de totale P-opname, de dagelijkse vraag naar P en wortelecologische gegevens ontbreken. Een advies voor plaatsing wordt niet gegeven.

Selderij (bleek-)

Bij het gewas bleekselderij (zowel gele als groene typen) komt de totale fosfaatopname uit op 41 kg P ha⁻¹ voor de herfstteelt. Daaruit volgt een vrij hoge dagelijkse opname van 0,4 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De P-afvoer bedraagt 15 kg P ha⁻¹. Wortelecologische gegevens ontbreken. Volgens Alt & Ladebush (1987) reageert selderij sterk op fosfaatbemesting. Indien het wortelstelsel van bleekselderij vergelijkbaar is met dat van

andijvie, dan vraagt het gewas een hogere fosfaattoestand als aardappel. Bleekselderij is daarop geplaatst in *gewasgroep 0*.

Selderij (knol-)

Bij een normale teelt van knolselderij wordt in totaal 42 kg P ha⁻¹ opgenomen. De dagelijkse vraag naar P is door de langere groeiduur lager, namelijk 0,2 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De P-afvoer bedraagt 28 kg P ha⁻¹. Volgens Alt & Ladebush (1987) reageert selderij sterk op fosfaatbemesting. Indien het wortelstelsel van knolselderij vergelijkbaar is met dat van andijvie, dan vraagt het gewas eenzelfde fosfaattoestand als aardappel. Knolselderij is daarop geplaatst in *gewasgroep 1*.

Sla (bind- , krop, ijssla, eikeblad-, Lolla rossa)

Bij deze slasoorten varieert de totale P-opname van 9 tot 26 kg P ha⁻¹. Van Lolla rossa zijn geen fosfaatgegevens voorhanden. De teelt in herfst piekt met een dagelijkse vraag van ca 1 kg P ha⁻¹.dag⁻¹; andere teelten hebben een wat lagere dagelijkse vraag van 0,4 à 0,6 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De P-afvoer ligt tussen de 5 en 13 kg P ha⁻¹.

Op grond van de zeer sterke fosfaatreactie in de vroege en zomerteelt van kropsla (Ehlert ea., 2000) is kropsla voor alle grondsoorten in *gewasgroep 0* geplaatst. Vastgesteld werd dat de vroege teelt niet wezenlijk van de zomerteelt verschilde in fosfaatbehoefte (Ehlert ea., 2000). Deze ervaring vormt de basis om alle teelten van sla in *gewasgroep 0* onder te brengen.

Sluitkool (rode- , witte- , savoioen- , spits-)

Bij deze *gewasgroep* is de opname van witte bewaarkool met ruim 44 kg P ha⁻¹ en een dagelijkse opname van 0,3 kg P ha⁻¹.dag⁻¹ representatief voor de diverse sluitkoolteelt. De afvoer bedraagt in die teelt ruim 15 kg P ha⁻¹. Sluitkool wortelt intensief. Bij de berekening van de fosfaattoestand nodig om aan de vraag van sluitkool te kunnen voldoen, zijn dezelfde wortelecologische parameters aangenomen als die van bloemkool. Voor sluitkool blijkt uit de berekening dat met een lagere fosfaattoestand kan worden volstaan dan bloemkool. Sluitkool is daarop voor plaatsing gespiegeld aan bloemkool en daardoor in *gewasgroep 4* geplaatst.

Winterspitskool heeft een productie van circa 1/3 van die van bewaarkool. De lineaire groeifase is circa 55 dagen in vergelijking met 134 dagen voor bewaarkool. Qua dagelijkse opname zal er geen verschil zijn tussen winterspitskool en bewaarkool. De P-opname vindt plaats onder koude omstandigheden. De groeisnelheid van het wortelstelsel kan verschillend zijn maar hierover zijn geen gegevens beschikbaar. Zelfs als de wortelengtedichtheden wat lager zouden zijn dan die van andere koolgewassen, zijn de exploitatie mogelijkheden van winterspitskool voldoende om met ten opzichte van aardappel lagere fosfaattoestand in vraag te worden gedekt. Winterspitskool is daarom bij sluitkool ingedeeld.

Snijbiet

Bij dit gewas gaat hier om het type met smalle nerven. Van het gewas snijbiet (blad van *Beta vulgaris*) wordt meermalen het jong product geoogst. De totale fosfaatopname komt uit op 31 kg P ha⁻¹ bij een productie van 61 ton.ha⁻¹. Daaruit volgt een dagelijkse opname van 2,0 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De fosfaatafvoer bedraagt 25 kg P ha⁻¹. Na zaai kan 61 dagen later kan dit gewas voor het eerst geoogst worden. Daarna wordt de hergroei verschillende malen. De totale groeiduur komt daarmee uit op gemiddeld 132 dagen. Over de opbrengstreactie op fosfaat is bij dit gewas niets bekend. Bij andere *Chenopodiaceae* (ganzenvoetachtigen) wisselt de fosfaatreactie sterk. Bij spinazie is de fosfaatreactie zeer sterk. Rode biet en andere knolvormende ganzenvoetachtigen reageren niet of nauwelijks op fosfaattoestand en fosfaatbemesting. Snijbiet is een bladgewas dat in de volle groei geoogst wordt. De dagelijkse vraag in die periode is zeer hoog. Daarop in snijbiet voor alle grondsoorten in *gewasgroep 0* geplaatst.

Spinazie

Het gewas spinazie wordt als jong product geoogst. De totale fosfaatopname varieert volgens Nederlandse bronnen tussen de 34 en 53 kg P ha⁻¹ (Bosch, 1989; Notma, 1993). Daaruit volgt een zeer hoge dagelijkse opname van 3 tot meer dan 3 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De P-afvoer bedraagt 18 – 32 kg P ha⁻¹. Uit Frans onderzoek blijkt een totale opname van 27 kg P ha⁻¹ en een dagelijkse opname van 0,4 kg P

ha⁻¹.dag⁻¹(Nivet, 1996).

Spinazie reageert sterk op fosfaatbemesting en fosfaattoestand (Alt & Ladebush, 1987). Spinazie wordt in de volle groei geoogst en de wortelintensiteit is volgens de verkenning beperkt. Gegeven de hoge dagelijkse vraag naar P, de korte groeiduur, het tijdstip waarop wordt geoogst en het beperkte wortelstelsel is spinazie voor alle grondsoorten in *gewasgroep 0* geplaatst.

Spruitkool

De totale P-opname van spruitkool varieert van 41 en 52 kg P ha⁻¹. De teelt heeft een voor een groentegewas lange groeiduur. De berekende dagelijkse vraag naar P is 0,5 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De P-afvoer schommelt tussen de 17 en 33 kg P ha⁻¹.

Greenwood ea. (1980) stelde voor spruitkool een iets lagere fosfaatbehoefte vast dan die voor aardappel. Wortelecologische gegevens van spruitkool ontbreken. Indien aangenomen wordt dat spruitkool een wortelstelsel heeft, dat vergelijkbaar is met bloemkool, dan wordt berekend dat de noodzakelijk fosfaattoestand lager is dan die voor aardappel. De berekende fosfaattoestand is vergelijkbaar met die voor bloemkool. Voor bloemkool werd vastgesteld dat de reactie op fosfaatbemesting en fosfaattoestand gering is (Ehlert ea., 2000). Prummel (1966) heeft een duidelijke fosfaatreactie vastgesteld niet alleen bij lage maar ook bij hogere fosfaattoestanden. Prummel stelde vast dat spruitkool eenzelfde fosfaatbehoefte heeft als aardappel. Ook de berekeningen van de noodzakelijk fosfaattoestand geven aan dat die vergelijkbaar zijn met aardappel. De veldwaarnemingen van Prummel (1966) en de resultaten van berekeningen hebben geleid tot plaatsing van spruitkool in *gewasgroep 1*.

Suikermais

Voor dit warmteminnende gewas is het Nederlandse groeiseizoen vrij kort. Alleen vroege en middelvroeg rassen kunnen een betrouwbare opbrengst geven. Suikermais kent een totale fosfaatopname van circa 30 kg P ha⁻¹. De dagelijkse opname bedraagt circa 0,4 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De fosfaatafvoer middels de kolven bedraagt 11 kg P ha⁻¹.

Van snijmais is bekend dat de opbrengst van het gewas sterk reageert op het fosfaataanbod. De reactie van suikermais op fosfaatbemesting en fosfaattoestand is niet bekend. In de praktijk blijkt suikermais een tragere groeisnelheid te hebben dan snijmais. Indien suikermais dezelfde wortelecologische eigenschappen heeft als snijmais, dan zou op basis van berekening van de noodzakelijke fosfaattoestand, het gewas wat minder fosfaat vragen dan aardappel. Voldoende fosfaataanbod voor een vlotte weggroei is voor de teelt belangrijk. Gelet op de fosfaatbehoefte van snijmais is het gewas daarom in *gewasgroep 1* geplaatst.

Ui (bosui, sjalot, zilverui, plant- en zaaiui)

Het gewas ui kent soorten en teelten die zowel in de volle groei (bosui, vroege sjalot, zilverui) als in volgroeid stadium geoogst worden. Alleen van het volgroeide product zijn gegevens van de P-afvoer bekend. Sjalot en zaaiui hebben een fosfaatopname van 16 tot 22 kg P ha⁻¹. De dagelijkse P-opname bedraagt circa 0,1 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De P-afvoer varieert van 13 kg P ha⁻¹ voor sjalot tot 18 kg P ha⁻¹ voor zaaiui. Volgens Engels onderzoek reageert zaaiui in de lente gezaaid vrij sterk op fosfaatbemesting (Greenwood ea. 1980). Vastgesteld werd dat onder Engelse omstandigheden deze reactie gelijk is aan die voor prei. Prei reageerde in recente fosfaatproeven zeer beperkt op fosfaat (Ehlert, 2001). Prummel (1966) vond geen verschil in reactie van sjalot of ui op fosfaatbemesting. Zowel sjalot als ui hadden een reactie op fosfaatbemesting die gelijk was aan die van aardappel (Prummel, 1966). Het berekeningsresultaat geeft aan dat ui een minder hoge fosfaattoestand nodig heeft dan die voor aardappel. Gelet op de veldwaarnemingen is het berekeningsresultaat ondergeschikt gemaakt aan de veldwaarnemingen.

Van plantui zijn geen P-opname cijfers bekend. De productie van 2^e jaars-plantui komt gemiddeld overeen met die van zaaiui. De groeiperiode is ca. een maand korter doordat van een jonge plantui in plaats van zaad uitgegaan wordt. Tweedejaars plantui wordt geoogst als het gewas gestreken is. De totale en dagelijkse P-opname zal weinig afwijken van zaaiui, omdat de beperkte P-opname door de kortere groeiperiode gecompenseerd wordt door de al aanwezige P in het uitgangsmateriaal.

De productie van eerstejaars plantui is ca. de helft van die van tweedejaars plantui en van zaaiui. Voor eerstejaars plantui gaat men uit van zaad. De groeiperiode is ca. 6 weken korter dan bij zaaiui. Eerstejaars plantui wordt in de volle groei (lineaire groeifase) geoogst. Hoewel de productie en totale P-opname lager zijn vergeleken met zaaiui, zal de dagelijkse P-opname in de lineaire groeifase waarschijnlijk niet afwijken

van zaaiui. Alle teelten van ui zijn daarop in *gewasgroep 1* geplaatst.

Veldsla

De teelt van veldsla vindt vooral onder glas plaats. Van veldsla zijn geen fosfaatgegevens voorhanden. Het areaal is met 5 ha zeer beperkt. Er is dan ook voor dit gewas geen voorstel voor plaatsing in een *gewasgroep* gegeven.

Venkel

Het betreft hier de teelt van venkelknollen en niet de teelt van het kruid venkel. Venkel behoort tot de schermbloemigen. Dit gewas heeft een totale P-opname die varieert van 26 tot 34 kg P ha⁻¹. De dagelijkse vraag naar P varieert van 0,7 tot 0,9 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De P-afvoer is lager: tot 8 kg P ha⁻¹. De reactie van venkel op fosfaatbemesting en fosfaattoestand is niet bekend. Ook wortelecologische gegevens zijn niet voor handen. Van venkel is over de opbrengstreactie op fosfaataanbod niets bekend. Indien het gewas een met suikerbiet vergelijkbaar wortelstel heeft, dan is een hogere fosfaattoestand nodig dan voor aardappel. De relatief hoge opname en dagelijkse vraag geven aan dat venkel fosfaatbehoefstig is. Venkel is daarop in *gewasgroep 0* geplaatst.

Witlof (wortelteelt)

Fosfaatbemesting heeft betekenis bij de witlofwortelteelt. De trek van witlofwortels wordt hier buiten beschouwing gelaten. De totale P-opname varieert van 28 tot 36 kg P ha⁻¹. De dagelijkse vraag naar P is circa 0,4 kg P ha⁻¹.dag⁻¹. De P-afvoer varieert van 17 tot 23 kg P ha⁻¹. Volgens de teelthandleiding witlof heeft de witlofwortelteelt een beperkte fosfaatbehoefte (van Kruistum ea., 1997). De indruk bestaat dat voor een vlotte kieming en opkomst voldoende gewasbeschikbaar fosfaat in de grond aanwezig moet zijn (van Kruistum ea., 1997). Over de opbrengstreactie van witlof op fosfaatbemesting en fosfaattoestand is echter niets bekend. De verkenning heeft aangegeven dat witlof een wortellengtedichtheid heeft die gelijk is aan die van peen. Berekend wordt dat witlof een fosfaattoestand nodig heeft die gelijk is aan die van aardappel. Gelet op de wortelecologische overeenkomst met peen en dezelfde dagelijkse vraag naar P als peen en het resultaat van veldonderzoek met peen (Ehlert ea., 2000) is witlofteelt op kleigrond in *gewasgroep 3* geplaatst. Witlofteelt op zand is in *gewasgroep 0* geplaatst.