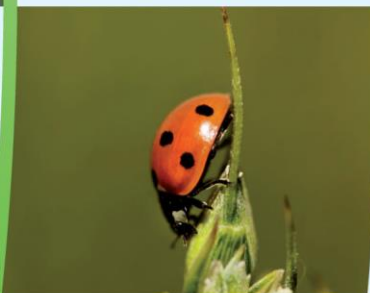


Soil for life

Rapport 1515.N.13

**Naar een duurzame bemesting
van asperge met minimale
emissies**



mei 2014

rapport 1515.N.13

Naar een duurzame bemesting van asperge met minimale emissies

Auteur(s) : ir. R. Postma
 dr. ir. L. van Schöll
 G.J. Doppenberg b.sc

© 2014 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie van Nutriënten Management Instituut NMI.

Rapporten van NMI dienen in eerste instantie ter informatie van de opdrachtgever. Over uitgebrachte rapporten, of delen daarvan, mag door de opdrachtgever slechts met vermelding van de naam van NMI worden gepubliceerd. Ieder ander gebruik (daaronder begrepen reclame-uitingen en integrale publicatie van uitgebrachte rapporten) is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NMI.

Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Verspreiding

Edwin de Jongh, Productschap Tuinbouw
Landelijke Kerngroep Asperges
Deelnemende aspergetelers

Inhoud

	pagina
Samenvatting en conclusies	2
1 Inleiding	4
1.1 Aanleiding	4
1.2 Doelstelling onderzoek	4
1.3 Verwachte resultaten	5
1.4 Rapportage en synthese	5
1.4.1 Overleg met stuurgroep	6
1.4.2 Communicatie en kennisoverdracht	6
2 Materiaal en methoden	7
2.1 Opzet	7
2.2 Uitvoering	7
2.3 Monsternamen en analyse van grond- en gewasmonsters	8
2.3.1 Bepaling versgewicht van loof en wortels en verwerking van gewasmateriaal	8
2.3.2 Monsternamen en analyse grondmonsters	10
3 Resultaten	11
3.1 Vers- en drooggewichten gewas en hoeveelheid nutriënten in gewas	11
3.1.1 Versgewichten van boven- en ondergrondse gewasdelen	11
3.1.2 Drooggewichten: berekend uit versgewicht en drogestofgehalte	12
3.1.3 Hoeveelheid nutriënten in gewas: berekend uit drooggewichten en nutriëntengehalten	13
3.1.4 Suiker in wortels: gehalten en hoeveelheid	14
3.2 Grondonderzoek	14
3.2.1 Resultaten monitoring juni, september en november	14
3.2.2 Evaluatie grondonderzoek: landbouwkundig	16
3.2.3 Evaluatie grondonderzoek: uitspoeling	18
4 Afleiding van een bemestingsadvies	21
4.1 Algemeen	21
4.2 N-advies	24
4.3 P-advies	25
4.4 K-advies	26
4.5 Mg-advies	26
4.6 Samenvatting	27
5 Conclusies	29
Literatuur	31
Bijlage 1. Achtergrond Bemonstering asperges	33
Bijlage 2. Asperge bemonsteringsprotocol	36
Bijlage 3. Vers- en drooggewichten gewas.	40
Bijlage 4. Gehalten en hoeveelheid nutriënten in gewas.	46
Bijlage 5. Uitslagen grondmonsters.	51
Bijlage 6. Uitgevoerde bemesting.	54

Samenvatting en conclusies

Aanleiding

Op moderne, gespecialiseerde aspergebedrijven wordt een duurzame productie van gezonde, kwalitatief hoogwaardige producten met minimale emissies naar het milieu steeds belangrijker. Enige jaren geleden heeft NMI een bureaustudie uitgevoerd naar het optimaliseren van de bemesting van asperges. Daaruit bleek dat vrijwel alle bemestingsonderzoek in asperges is uitgevoerd in het buitenland en dat het onderzoek relatief oud is, waardoor het moeilijk is conclusies te trekken voor de huidige aspergeteelt in Nederland. Geconcludeerd werd dan ook dat het voor het afleiden van betrouwbare richtlijnen voor de bemesting van asperges met minimale emissies gewenst is dat aanvullend praktijkonderzoek in Nederland zou worden uitgevoerd.

Het doel van het hier beschreven onderzoek was om na te gaan hoe onder verschillende omstandigheden via de bemesting kan worden gestuurd op een goede groei van gezonde, weerbare gewassen die leiden tot een optimale opbrengst en hoogwaardige productkwaliteit en minimale emissies naar het milieu. Daarbij zijn de volgende deelvragen onderscheiden:

- wat is de optimale bodemvruchtbaarheid en bemesting in verschillende teeltfasen voor een goede opbrengst en kwaliteit van asperges; en
- hoe kunnen de emissies van nutriënten (stikstof en fosfaat) naar grond- en oppervlaktewater bij de teelt van asperges zoveel mogelijk worden beperkt?

Opzet en uitvoering onderzoek

In navolging van onderzoek dat enige jaren geleden in Duitsland is uitgevoerd, is de opname van nutriënten door het aspergegewas in 2013 op praktijkpercelen in Nederland in beeld gebracht. De opname van nutriënten in uiteenlopende teeltfasen van het gewas vormt de basis voor de nutriëntenbehoefte, waarop de richtlijnen voor duurzame bemesting met minimale emissies worden gebaseerd. Voor het praktijkonderzoek zijn 13 praktijkpercelen met aspergegewassen (ras Backlim) van verschillende leeftijden (van 0-8 jaar) bij 4 aspergetelers geselecteerd. In de geselecteerde percelen zijn bodem- en gewasdata verzameld, zodat de nutriëntenstatus van bodem en gewas en het risico van N- en P-uitspoeling in beeld wordt gebracht. Op 3 tijdstippen in het seizoen (juni/juli, september/oktober, november) zijn de volgende waarnemingen gedaan:

- versgewicht boven- en ondergrondse plantendelen;
- samenstelling boven- en ondergrondse plantendelen;
- bodemsamenstelling (onder andere Nmin-voorraad en P-toestand).

Resultaten

Uit de vers- en drogestofgewichten van de aspergegewassen van verschillende leeftijden bleek dat de gewichten duidelijk toenamen naarmate het gewas ouder was. In het seizoen nam het totale versgewicht van het gewas tussen juli en september door loofgroei sterk toe, waarna het weer afnam door afsterving van het loof. Alleen in het 0-jarige gewas was sprake van een gelijkblijvend of toenemend gewicht, en een herverdeling van biomassa van loof naar wortels tussen september en november.

Ook de nutriënteninhoud nam toe met een toenemende leeftijd van het gewas. Zo was de N-, P- en K-inhoud in het september-monster van het 0-jarige gewas gelijk aan ca. 100 kg N/ha, 15 kg P/ha en 140 kg K/ha en in 8-jarige gewas aan ca. 200 kg N/ha, 40 kg P/ha en 270 kg K/ha. In het seizoen nam de nutriënteninhoud vrijwel steeds toe tussen juli en september, terwijl na september steeds sprake was van een afname. De verdeling van nutriënten over boven- en ondergrondse gewasdelen was afhankelijk van de leeftijd van het gewas (bij 0-jarig gewas is het aandeel nutriënten in loof hoog), het tijdstip in het seizoen (in september veel nutriënten in loof) en het nutriënt (van N, K, S en Ca zit een relatief groot deel in het loof, van P en Mg zitten relatief veel in wortels).

Uit de resultaten van het grondonderzoek op de praktijkpercelen met asperges blijkt dat de fosfaattoestand op basis van Pw in de september monsters vrijwel steeds boven het landbouwkundige streeftraject lag. Vooral als de plant beschikbare fracties (P-PAE en Pw) ruimschoots hoger zijn dan dit streeftraject is er een verhoogd risico van P-uitspoeling. Dat was voor 6 van 13 de praktijkpercelen uit deze studie het geval. Dit risico wordt vergroot als daarnaast tevens sprake is van hoge grondwaterstanden. De K- en Mg-toestand lag op de meeste percelen in het streeftraject. De pH lag soms in, soms onder en soms boven het streeftraject.

Vanuit milieukundig oogpunt dient de Nmin-voorraad in de bodem op het moment dat de opname van nutriënten door het gewas ten einde loopt (omstreeks eind september), niet te hoog te zijn. Als dat wel het geval is, zal een groot deel van die voorraad aan ammonium en nitraat namelijk uit kunnen spoelen naar het grondwater. Uit de monitoring blijkt dat de Nmin-voorraad in de 0-90 cm bodemlaag eind september in 10 van de 13 percelen ruim boven de 50-70 kg Nmin per ha lag, waardoor er sprake was van een verhoogd risico van nitraatuitspoeling.

Ten behoeve van een duurzame bemesting van asperges met minimale emissies is het volgende van belang:

- De jaarlijkse opname van nutriënten door het gewas vormt samen met de onvermijdbare verliezen de basis voor de bemestingsrichtlijnen voor gewassen van verschillende leeftijden. Voor P en K worden correcties toegepast voor de hoeveelheid nutriënten die via het loof weer op de bodem terecht komt.
- Voorgesteld wordt voor het N-, P- en K-advies onderscheid te maken naar leeftijd van het gewas, omdat het jonge gewas nutriënten vastlegt in de opslagwortels.
- De N-gift dient te worden afgestemd op de behoefte van het gewas en de N-beschikbaarheid in de bodem, door te corrigeren voor de Nmin-voorraad in het voorjaar en de verwachte N-mineralisatie in het seizoen.
- In situaties met P-toestanden boven het landbouwkundig streeftraject wordt geadviseerd de P-toestand te verlagen door het verlagen van de P-gift en zodoende het risico van P-uitspoeling te verlagen.
- Bij aanleg van het perceel wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van mineraalarme bodemverbeteraars in plaats van organische meststoffen die rijk zijn aan nutriënten, om verliezen in deze fase te beperken.
- Op basis van een gemiddelde jaarlijkse N-opname van 110 kg N per ha door het gewas, wordt het N-advies:
 - voor het gewas met een leeftijd tot 3 jaar gelijk aan 100 – Nmin (0-60 cm) en
 - vanaf 4 jaar gelijk aan 80 – Nmin (0-90 cm) kg N per ha.
- De P-, K- en Mg-adviezen zijn gebaseerd op de gemeten gewasopname en literatuurgegevens (Tabel A.1):

Tabel A.1. Voorgestelde adviezen voor P-, K- en Mg-bemesting van aspergegewassen.

waarderings- klasse	Pw, mg P ₂ O ₅ /l	P-advies voor jaar 1-3	P-advies jaar 4 en volgend	K plant beschikbaar, mg K/kg	K-advies, kg K ₂ O/ha	K-advies jaar 4 en volgend	Mg-plant beschikbaar, mg Mg/kg	Mg-advies, kg MgO/ha
laag	<20	100	60	<35	350	300	<50	70
matig	20-29	75	50	35-69	300	250	50-65	45
normaal	30-45	50	40	70-110	250	200	66-82	30
hoog	46-60	25	20	111-150	125	100	83-100	15
zeer hoog	>60	0	0	<150	0	0	>100	0

Conclusies

- Richtlijnen voor de gewenste bemesting van asperges kunnen worden afgeleid van de opname van nutriënten door aspergegewassen van verschillende leeftijden, waarbij correcties gemaakt dienen te worden voor de beschikbaarheid in de bodem en de hoeveelheid nutriënten die via het loof terugkomt op de bodem;
- Door de N- en P-giften goed af te stemmen op de behoefte van gewassen van verschillende leeftijden, de Nmin-voorraad, de verwachte N-mineralisatie en de P-toestand van de bodem, kunnen N- en P-emissies zoveel mogelijk worden beperkt. Vooral bij de aanleg van nieuwe percelen dienen overmatige giften aan nutriënten te worden vermeden.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Op moderne, gespecialiseerde aspergebedrijven wordt een duurzame productie van gezonde, kwalitatief hoogwaardige producten met minimale emissies naar het milieu steeds belangrijker. Alleen op die manier kan ook in de toekomst een economisch rendabele teelt worden gerealiseerd binnen wettelijke randvoorwaarden, met een goede ecologische voetafdruk en lage emissies naar het milieu. Voor de bemesting geldt dat gestreefd wordt naar een behoud van bodemvruchtbaarheid, een optimale beschikbaarheid van nutriënten voor het gewas en een zo laag mogelijke uitspoeling van nutriënten (vooral nitraat en fosfaat) naar grond- en oppervlaktewater. Daarnaast is het streven de bodem zoveel mogelijk weerbaar te maken voor klimaatverandering, zodat perioden van droogte en wateroverlast kunnen worden opgevangen.

Aangezien er in Nederland weinig onderzoek is gedaan naar de bemesting van asperges, heeft NMI in 2011/2012 in opdracht van Productschap Tuinbouw en de Landelijke Kerngroep Asperge van LTO Vollegroondsgroente.net een verdiepende bureaustudie uitgevoerd naar de bemesting van asperges. Daaruit bleek dat hiernaar ook in het buitenland relatief weinig onderzoek is uitgevoerd en dat het grootste deel van het uitgevoerde onderzoek relatief lang geleden is verricht. Dat maakt het moeilijk om conclusies te trekken voor de huidige aspergeteelt in Nederland, aangezien omstandigheden (onder andere grondsoort, temperatuur, neerslag) en teeltwijzen (o.a. gebruikte ras, plantdichtheid, teeltvervroeging) vrijwel steeds flink afwijken van die in het onderzoek dat in het buitenland is uitgevoerd. Voor het afleiden van betrouwbare richtlijnen voor de bemesting van asperges was het dan ook zeer gewenst aanvullend praktijkonderzoek in Nederland uit te voeren.

1.2 Doelstelling onderzoek

Nagaan hoe onder verschillende omstandigheden via de bemesting kan worden gestuurd op een goede groei van gezonde, weerbare gewassen die leiden tot een optimale opbrengst en hoogwaardige productkwaliteit en minimale emissies naar het milieu. Het op peil houden van een goede bodemvruchtbaarheid, een goede sponswerking van de bodem en minimale emissies van nutriënten naar grond- en oppervlaktewater zijn belangrijke randvoorwaarden. Daarbij kunnen de volgende deelvragen worden onderscheiden:

- wat is de optimale bodemvruchtbaarheid (organische stofgehalte, P-, K- en Mg-toestand en pH) en bemesting in verschillende teeltfasen voor een goede opbrengst en kwaliteit van asperges;
- hoe kunnen de emissies van nutriënten (stikstof en fosfaat) naar grond- en oppervlaktewater bij de teelt van asperges zoveel mogelijk worden beperkt; en
- hoe kunnen de hiervoor genoemde landbouwkundige en milieukundige doelen worden gecombineerd in een plan voor duurzame bemesting van asperges.

Een goede afstemming van het aanbod van nutriënten in de bodem op de behoefte van nutriënten van het gewas in verschillende teeltstadia, is een goede manier om landbouwkundige en milieukundige doelen te combineren. Met een dergelijke werkwijze kan een goede opbrengst en kwaliteit van het gewas worden gecombineerd met minimale uit- en afspoeling van nutriënten (stikstof en fosfaat) naar grond- en oppervlaktewater.

Uit de bureaustudie die in 2011/2012 door NMI is uitgevoerd (Postma & Van Schöll, 2012) bleek dat het niet zo eenvoudig is om de exacte behoefte van een aspergegewas aan nutriënten vast te stellen. Eén van de manieren om de behoefte aan nutriënten in beeld te krijgen is door het bepalen van het verloop van de opname van nutriënten door het gewas. In combinatie met informatie over de nutriëntenbeschikbaarheid in de bodem, kan hieruit met de balansmethode een inschatting van de nutriëntenbehoefte van het gewas worden gemaakt. Deze

methode is in Duitsland gebruikt voor de meest recente aanpassingen van de bemestingsadviezen (Paschold, 2007 en 2008; zie verder). Belangrijk punt dat daarin naar voren komt is dat vooral in de eerste jaren na aanleg van aspergepercelen een grote hoeveelheid nutriënten wordt vastgelegd in de opslagwortels. Vanwege het grote belang van de reservestoffen en nutriënten in de opslagwortels voor de productie van asperges in de volgende jaren, is een voldoende aanvoer van nutriënten via bemesting in de eerste jaren belangrijk.

In Duits onderzoek is eveneens gekeken naar het effect van bemesting op de (risico's van) uitspoeling van stikstof. Hieruit bleek onder andere dat een te hoge N-beschikbaarheid door een voorraadbemesting met een rijke organische mest (bijvoorbeeld dierlijke mest, chompost) leidt tot een hoog overschot op de N-balans, waardoor het risico van N-uitspoeling toeneemt (Bloom, 2003). Dit werd bevestigd in onderzoek dat in Nederland is uitgevoerd op een aantal praktijkpercelen, waar via grondonderzoek is gemeten hoeveel stikstof in het najaar in het bodemprofiel aanwezig was (De Ruijter & Wilms, 2008). Ook een (te) hoge N-bemesting in de jaren na de aanleg, leidt tot hoge stikstofvoorraden in de bodem en daardoor tot een relatief groot risico van verliezen (Paschold et al., 2003). Mogelijke oplossingen zijn

- i) het verlagen van de N-gift door die beter af te stemmen op de N-behoefte van het gewas en de N-levering vanuit de bodem;
- ii) de inzet van compost (minder rijk aan nutriënten) in plaats van chompost of dierlijke mest; en
- iii) de teelt van groenbemesters.

De resultaten van onderzoek dat in het buitenland is uitgevoerd zijn niet zonder meer te vertalen naar de Nederlandse situatie. Bovendien is onvoldoende bekend hoe de landbouwkundige (opbrengst en kwaliteit) en milieukundige doelen (uit- en afspoeling van stikstof en fosfaat) kunnen worden gecombineerd. Het hier beschreven onderzoek heeft ten doel hieraan een belangrijke bijdrage te leveren.

1.3 Verwachte resultaten

Het onderzoek diende inzicht omtrent de exacte bemestingsbehoefte en – wijze van asperges op te leveren. Dit betreft een advies voor een duurzame bemesting van asperges met minimale uitspoeling van stikstof en fosfaat naar grond- en oppervlaktewater. De bemesting heeft betrekking op verschillende nutriënten (N, P, K en Mg) gedurende verschillende teeltfasen (bij aanleg en in latere jaren). De in dit onderzoek verzamelde informatie is gebruikt om de huidige richtlijnen voor de bemesting van asperges te toetsen/evalueren en om te komen tot een voorstel voor een aangepast, duurzaam bemestingsadvies.

De benadering is zeer geschikt voor het vinden van een balans tussen landbouwkundige en milieukundige doelen. Aangezien bij deze werkwijze geen informatie wordt verkregen over het effect van uiteenlopende bemestingstrappen op de opbrengst en kwaliteit van asperges, is er een kans dat de afgeleide adviesgiften niet exact overeenkomen met de optimale giften voor het gewas.

1.4 Rapportage en synthese

De resultaten van de monitoring op praktijkpercelen zijn beschreven in dit rapport, waarin de deelnemende telers zijn geanonimiseerd. Op basis van een interpretatie van de meetgegevens en berekeningen is een aangepast advies afgeleid voor een duurzame bemesting van asperges met minimale uitspoeling van stikstof en fosfaat naar grond- en oppervlaktewater. In het rapport wordt een voorstel opgenomen voor de aangepaste richtlijnen.

1.4.1 Overleg met stuurgroep

Gedurende de uitvoering van het onderzoek is regelmatig overleg geweest met een stuurgroep, die bestond uit de voorzitter van de Landelijke Kerngroep Asperge, een vertegenwoordiger van Aceera en van LTO Vollegrondsgroente.net.

1.4.2 Communicatie en kennisoverdracht

Communicatie wordt uitgevoerd in overleg en in samenwerking met de Landelijke Kerngroep Asperge en de financier (Productschap Tuinbouw). De bevindingen van de studie en het geactualiseerde advies worden in een bijeenkomst met telers gepresenteerd. Daarnaast zal een artikel voor een vakblad worden opgesteld.

2 Materiaal en methoden

2.1 Opzet

In Duitsland is enkele jaren geleden een grootschalig onderzoek uitgevoerd ten behoeve van een actualisering van de bemestingsadviezen voor asperge (Paschold, 2007 en 2008). Daarbij is de opname van nutriënten vastgesteld op een groot aantal praktijkpercelen door gehele planten uit te graven, de bovengrondse en ondergrondse delen te wegen, te drogen en te analyseren op het N-, P-, K- en Mg-gehalte. Deze informatie is in combinatie met de balansmethode gebruikt als basis voor de geactualiseerde adviezen. Bij de balansmethode vormt de behoefte van het gewas aan nutriënten, die in beeld wordt gebracht door de opname van nutriënten in verschillende fasen van de teelt, samen met de onvermijdbare verliezen de basis voor het advies. De beschikbaarheid van nutriënten in de bodem dient daarop te worden afgestemd, zodat de uit- en afspoeling van stikstof en fosfaat naar grond- en oppervlaktewater zoveel mogelijk wordt beperkt.

In overleg met de Landelijke Kerngroep Asperge van LTO Vollegrondsgroente.net is besloten een vergelijkbaar onderzoek in Nederland te doen, waarbij het verloop van de nutriëntenopname van het aspergegewas onder praktijkomstandigheden zo goed mogelijk in beeld gebracht wordt. Door de waarnemingen te doen op aspergepercelen van verschillende leeftijden wordt informatie over het opnameverloop in verschillende teeltfasen verkregen. Deze informatie wordt in combinatie met de balansbenadering gebruikt voor een actualisering van het advies met minimale emissies van stikstof en fosfaat. Het verloop van de stikstof- en fosfaattoestand van de grond op de praktijkpercelen wordt eveneens gevolgd, zodat een indruk van de stikstof- en fosfaatbeschikbaarheid en (het risico van) uitspoeling wordt verkregen.

Het doel van het onderzoek is meerledig:

- Het kwantificeren van de opname van nutriënten door het aspergegewas in verschillende teeltfasen van de aspergeteelt in Nederland. Dit vormt de basis voor de nutriëntenbehoefte en kan worden vergeleken met vergelijkbare informatie uit het buitenland. Bij afwijkingen kan daarmee rekening worden gehouden bij het opstellen van het aangepaste bemestingsadvies.
- Het beoordelen van de voedingstoestand van bodem en gewas op basis van tussentijds grondonderzoek. Het verloop van de hoeveelheid beschikbare nutriënten in de bodem geeft een indruk van de verhouding tussen vraag en aanbod van nutriënten. Een hoge tot zeer hoge beschikbaarheid van nutriënten tijdens alle teeltfasen kan een indicatie zijn van een te hoog bemestingsniveau, dat tot te hoge verliezen kan leiden. Zeer lage niveaus kunnen daarentegen wijzen op een te krappe bemesting.

2.2 Uitvoering

Er zijn 13 praktijkpercelen met uiteenlopende teeltstadia bij 4 telers in Noord Brabant, Limburg en Duitsland (net over de grens) geselecteerd. De leeftijden van de aspergegewassen op de percelen varieerden van 0 tot 8 jaar na aanplant. In de 13 geselecteerde percelen zijn bodem- en gewasdata verzameld, zodat de nutriëntenstatus van bodem en gewas en het risico van N- en P-uitspoeling in beeld wordt gebracht. Het aantal rassen is beperkt tot 1 (Backlim).

Er waren drie monsternametijdstippen:

- eind juni/begin juli, zoveel mogelijk na oogst en voor bemesting;
- eind september/begin oktober, optimale loofontwikkeling; en
- half/eind november, eind van groeiseizoen, loof afgestorven.

Selectie telers/percelen

- De 13 percelen zijn geselecteerd in de belangrijkste teeltgebieden in het oosten van Noord Brabant en in Noord Limburg.
- Er is een advertentie geplaatst voor deelname aan onderzoek. Op basis van de (beperkte) respons zijn 4 telers geselecteerd. Door meerdere percelen per teler te selecteren is de organisatie vergemakkelijkt.
- Zoveel mogelijk zijn telers geselecteerd die beschikken over opbrengst en bemestingsgegevens en die de gegevens in willen brengen in het project.
- Herinplant-percelen zijn uitgesloten van het onderzoek.

Metingen:

- Gewicht boven- en ondergrondse plantendelen op drie representatieve locaties per perceel op 3 tijdstippen per jaar (tweede helft juli, tweede helft september en half november).
- Samenstelling boven- en ondergrondse plantendelen uit het gemiddelde van de drie representatieve delen per perceel op 3 tijdstippen per jaar.
- Bodemsamenstelling op 3 tijdstippen per jaar (eind juni, eind september/begin oktober, november). Hieruit kan het risico van de uitspoeling van stikstof (N) en fosfaat (P) naar grondwater worden afgeleid.

Daarnaast is de uitgevoerde bemesting door de telers opgevraagd.

Het voordeel van deze werkwijze is dat de uitvoerbaarheid relatief eenvoudig is, dat gebruik kan worden gemaakt van een combinatie van metingen, literatuurgegevens en berekeningen en dat het relatief snel tot resultaten leidt. Op basis van een interpretatie van de meetgegevens en berekeningen wordt een aangepast advies afgeleid voor een duurzame bemesting van asperges met een minimale uitspoeling van stikstof en fosfaat naar grond- en oppervlaktewater.

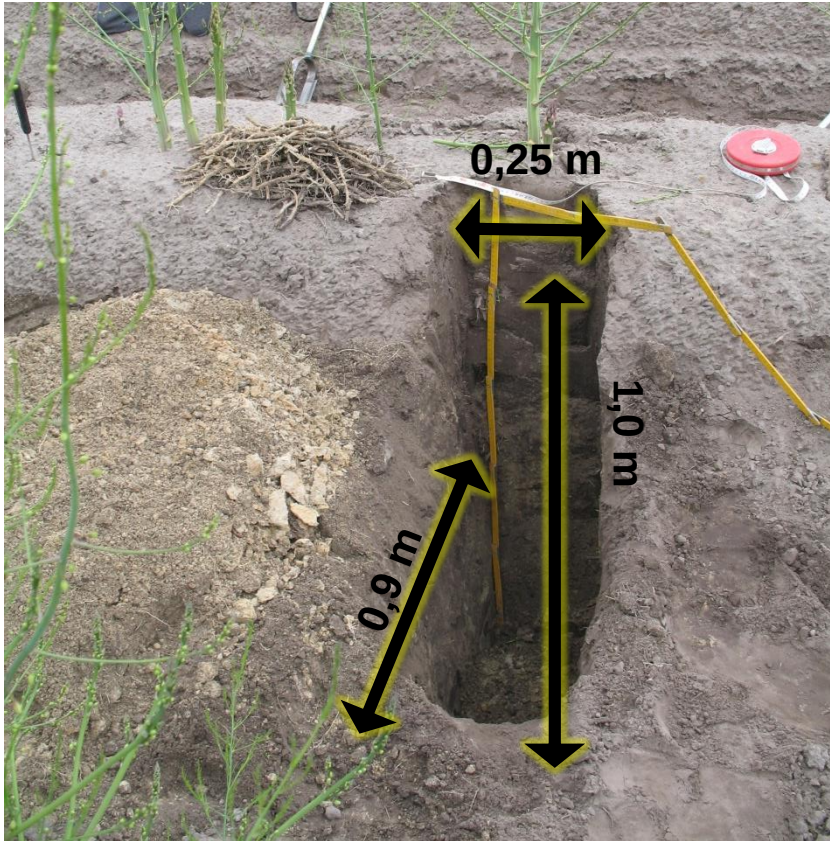
2.3 *Monsternamen en analyse van grond- en gewasmonsters*

2.3.1 Bepaling versgewicht van loof en wortels en verwerking van gewasmateriaal

Zoals hiervoor is aangegeven is enkele jaren geleden in Duitsland een vergelijkbaar onderzoek uitgevoerd (Paschold, 2007 en 2008). Hierbij zijn hele planten op praktijkpercelen uitgegraven, is het versgewicht bepaald en zijn gewasmonsters meegenomen naar het laboratorium, waar het gehalte aan droge stof en nutriënten is bepaald.

De methode die in Duitsland is toegepast is zeer moeilijk uitvoerbaar, erg tijdrovend en duur. Daarom is gezocht naar een alternatief, waarbij wel een indruk wordt verkregen van het totale versgewicht van wortels en loof op een perceel, maar waarbij het niet nodig is de complete planten uit te graven. Daartoe is, mede op basis van een methode van Dan Drost (Drost & Wilson, 2003) een protocol ontwikkeld (zie Bijlage 1 en 2) waarbij op drie plekken binnen een perceel de volgende bepalingen zijn verricht (uitgevoerd i.s.m. de Boerenbond Panningen):

- Verzamelen van loof over een lengte van 1 m op een rug / bed; en
- Verzamelen van wortels afkomstig van de helft van een wortelstelsel van 1 plant. Daartoe zijn grond en wortels langs de stengel 1 meter diep (gerekend vanaf bovenkant bed) weggestoken / weggegraven. De breedte van de sleuf was 25 cm (de plantafstand) en de lengte 90 cm (afstand van midden rug tot halverwege de volgende rug; Figuur 2.2). De oppervlakte van de sleuf was dus $0,25 \times 0,9 = 0,225 \text{ m}^2$.



Figuur 2.2. Weergave van de wijze waarop wortelmonsters zijn genomen t.b.v. het bepalen van het versgewicht en de samenstelling (gehalten aan nutriënten en suikers).

Eventuele alternatieven voor deze werkwijze die minder destructief zijn (zoals het bemonsteren van wortels met een boor) zijn verkend, maar geven niet dezelfde informatie. Daarmee kan namelijk niet voldoende nauwkeurig de totale hoeveelheid biomassa worden bepaald. Achtergrond van de bemonstering en het protocol zijn opgenomen in Bijlage 1 en 2.

Het materiaal is verzameld in plastic zakken en meegenomen naar het laboratorium. Daar wordt als eerste het versgewicht van het totaal verzamelde materiaal per monster bepaald. Wortels worden eerst schoon gespoeld, om grond van de wortels te verwijderen, en vervolgens droog gedept. Met deze informatie kan worden berekend wat het totale versgewicht (boven- en ondergronds) van de planten op een hectare is.

Nadat loof en wortels schoon zijn gespoeld en gewogen, is het materiaal fijn gehakt en gedroogd. Uit het verschil in gewicht van het gehakte materiaal voor en na drogen wordt het drogestofgehalte afgeleid.

Na drogen wordt het gedroogde materiaal fijn vermalen. Vervolgens worden de 3 monsters die steeds van hetzelfde perceel afkomstig zijn samengevoegd ten behoeve van een analyse in het lab. De monsters worden in het laboratorium verwerkt ten behoeve van het bepalen van gehalten aan de nutriënten stikstof (N), fosfor (P), kalium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), zwavel (S), mangaan (Mn), zink (Zn) en ijzer (Fe). In de wortelmonsters uit september en november is tevens het suikergehalte bepaald. De analyses zijn verricht door het geaccrediteerde laboratorium van BLGG AgroXpertus volgens eigen methoden. Voor de bepaling van mineralen is de methode gelijkwaardig aan NEN 6966. De bepaling van het suikergehalte bestaat uit een extractie met een ethanol-watmengsel (40/60 v/v) die wordt gevolgd door de gezamenlijke bepaling van het gehalte aan disacchariden (zoals sucrose) en monosacchariden (zoals glucose).

2.3.2 Monsternamen en analyse grondmonsters

Grondmonsters zijn per perceel genomen door monsternemers van BLGG AgroXpertus. Daarbij is de gangbare werkwijze gevolgd, waarbij een mengmonster per perceel wordt samengesteld uit meerdere steken. Er zijn monsters genomen ten behoeve van algemeen grondonderzoek, waarbij de pH, het organische stofgehalte en de voorraden aan nutriënten worden bepaald. Daarnaast zijn monsters genomen ten behoeve van N-mineraalonderzoek (directe N-beschikbaarheid), die in een aantal gevallen zijn gecombineerd met direct beschikbare fracties van andere nutriënten. De bemonsteringsdiepte was 60 cm voor het algemene grondonderzoek en 90 cm voor het N-mineraalonderzoek.

Er is gebruik gemaakt van dezelfde analysemethoden die normaalgesproken ook worden toegepast voor routinematige grondonderzoek ten behoeve van het afleiden van bemestingsadviezen.

3 Resultaten

3.1 Vers- en drooggewichten gewas en hoeveelheid nutriënten in gewas

3.1.1 Versgewichten van boven- en ondergrondse gewasdelen

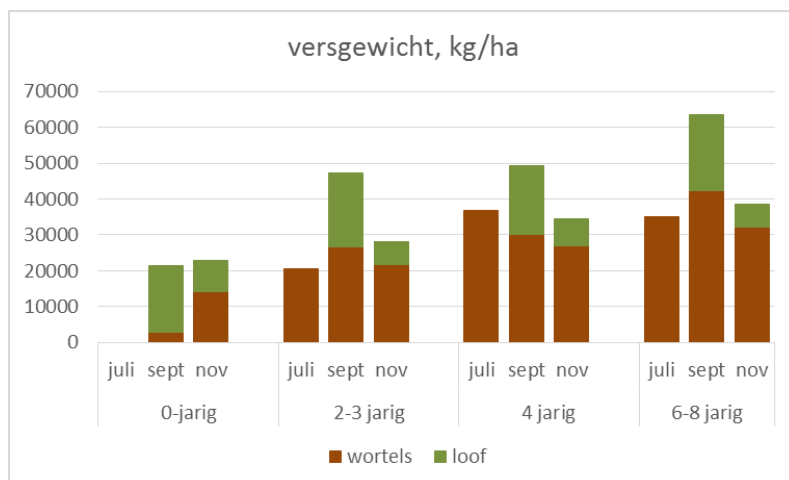
Zoals in het vorige hoofdstuk al is aangegeven zijn versgewichten van boven- en ondergrondse gewasdelen op de 12-13 geselecteerde percelen steeds bepaald op 3 plekken per perceel. Dit is gedaan op 3 tijdstippen in het seizoen:

- Juni/juli: alleen wortels op 12 percelen (exclusief 0-jarig perceel);
- September: wortels en loof op 13 percelen; en
- November: wortels en loof op 13 percelen; op een deel van de percelen was het loof echter al verwijderd.

Zoals in het vorige hoofdstuk is beschreven zijn de versgewichten van de wortels op 3 plekken per perceel bepaald door het graven van een sleuf met een oppervlakte van $0,25 \times 0,9 = 0,225 \text{ m}^2$. De gewichten die op die manier zijn verkregen zijn omgerekend naar hectare-basis door ze te vermenigvuldigen met een factor $10.000/0,225 = 44.444$.

De versgewichten van het loof zijn in het veld eveneens op 3 plekken per perceel bepaald door het loof van 1 meter lengte van een bed te verzamelen. Dit vertegenwoordigt een oppervlakte van $1,8 \text{ m}^2$. Dit is omgerekend naar hectarebasis door vermenigvuldiging met een factor $10.000/1,8 = 5556$.

De resultaten van de bepalingen van het versgewicht van wortel en loof zijn weergegeven in Figuur 3.1 en Bijlage 3.



Figuur 3.1. Versgewichten van wortels en loof op 3 tijdstippen in het seizoen (juli, september en november) op de percelen met aspergegewassen van verschillende leeftijden.

Uit de resultaten blijkt het volgende:

- Het 0-jarig gewas is geplant in het voorjaar van 2013 en is in september voor het eerst bemonsterd. De wortelmassa was op dat moment nog zeer laag en het totale plantgewicht bestond grotendeels uit loof. Tussen september en november is het totale plantgewicht nauwelijks toegenomen, maar is de verhouding tussen wortels en loof sterk veranderd. Het wortelgewicht is toegenomen en het loofgewicht afgenomen.
- Het 2-3 jarige gewas: vrij snel na het eind van de oogst is de eerste bemonstering eind juni / begin juli uitgevoerd. Op dat moment is alleen het wortelgewicht bepaald. In september en november zijn zowel wortel- als loofgewichten vastgesteld. Tussen juli en september neemt het totale plantgewicht vooral toe door een toename van het loofgewicht. Tussen september en november neemt het totale plantgewicht weer af, vooral

door een afname van het loofgewicht. Het versgewicht aan wortels verandert niet sterk gedurende het seizoen.

- Het 4 jarige gewas: het beeld komt vrij goed overeen met dat van het 2-3 jarige gewas, maar het niveau van het wortelgewicht in juli ligt wat hoger.
- Het 6-8 jarige gewas: dit komt qua beeld vrij goed overeen met het 4-jarige gewas.
- Er was sprake van een aanzienlijke spreiding in de versgewichten van het gewas binnen de percelen. Dit blijkt uit de hoge standaardafwijking rond het gemiddelde (Bijlage 3). Ook de percelen van dezelfde gewasleeftijd bij verschillende telers vertoonden een aanzienlijke spreiding.

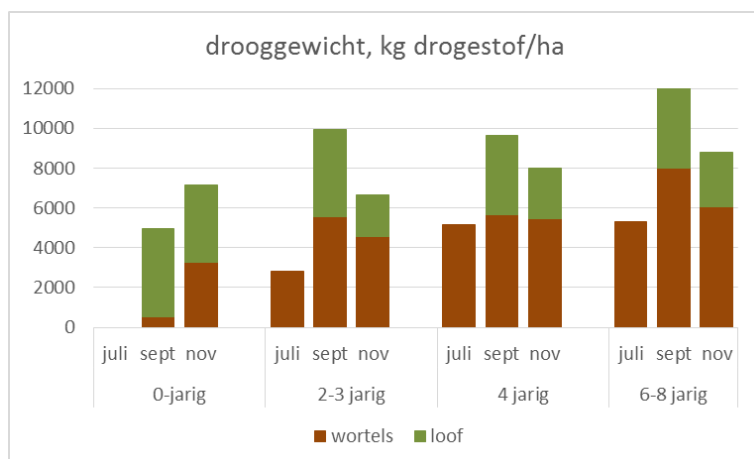
3.1.2 Drooggewichten: berekend uit versgewicht en drogestofgehalte

Van het gewasmateriaal (wortel- en loofmonsters) zijn drogestofgehalten in het laboratorium bepaald door een droging bij 70 °C (Tabel 3.1). De drogestofgehalten nemen in de loop van het seizoen toe: voor de wortelmonsters zijn de drogestofgehalten in de monsters uit september en november duidelijk hoger dan die uit juli. Voor de loofmonsters zijn de drogestofgehalten in materiaal uit november duidelijk hoger dan die uit september.

Tabel 3.1. Drogestofgehalte van wortels en loof in het seizoen bij gewassen van verschillende leeftijden.

Leeftijd gewas	maand monsternamen	wortels	loof
0-jarig	juli		
	sept	20%	24%
	nov	23%	44%
2-3 jarig	juli	14%	
	sept	21%	21%
	nov	21%	33%
4 jarig	juli	14%	
	sept	19%	21%
	nov	20%	34%
6-8 jarig	juli	15%	
	sept	19%	22%
	nov	19%	43%

Uit de informatie over de versgewichten (Figuur 3.1) en de drogestofgehalten (Tabel 3.1) zijn de drooggewichten berekend (Figuur 3.2).



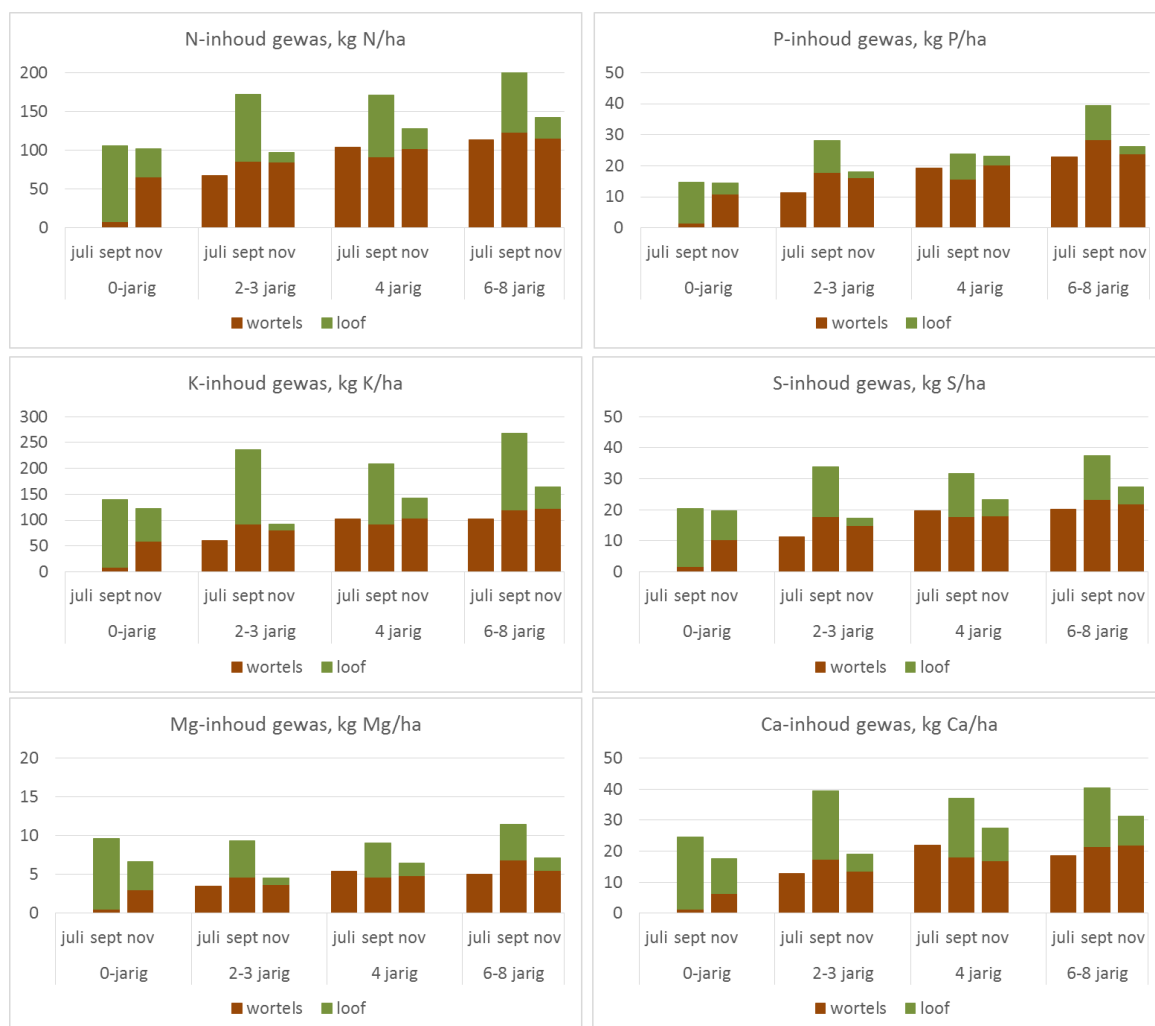
Figuur 3.2. Drooggewichten van wortels en loof op 3 tijdstippen in het seizoen (juli, september en november) op de percelen met aspergegewassen van verschillende leeftijden.

Het beeld van de drooggewichten wijkt af van dat van de versgewichten, doordat drogestofgehaltes tussen wortels en loof verschillen en door seizoensverschillen in de drogestofgehaltes.

3.1.3 Hoeveelheid nutriënten in gewas: berekend uit drooggewichten en nutriëntengehaltes

Zoals in het voorgaande hoofdstuk is beschreven zijn de gewasmonsters in het laboratorium verwerkt t.b.v. het bepalen van gehalten aan de nutriënten stikstof (N), fosfor (P), kalium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), zwavel (S), mangaan (Mn), zink (Zn) en ijzer (Fe). In de wortelmonsters uit september en november is tevens het suikergehalte bepaald. De resultaten van die gehalten zijn op perceelsniveau weergegeven in Bijlage 4.

De informatie over drooggewichten (Figuur 3.2) is gecombineerd met de gehalten aan nutriënten in wortel en loof en hieruit is de inhoud van de nutriënten in het gewas voor de uiteenlopende situaties berekend (Figuur 3.3).



Figuur 3.3. Inhoud van de nutriënten N, P, K, S, Mg en Ca in wortels en loof op 3 tijdstippen in het seizoen (juli, september en november) op de percelen met aspergegewassen van verschillende leeftijden.

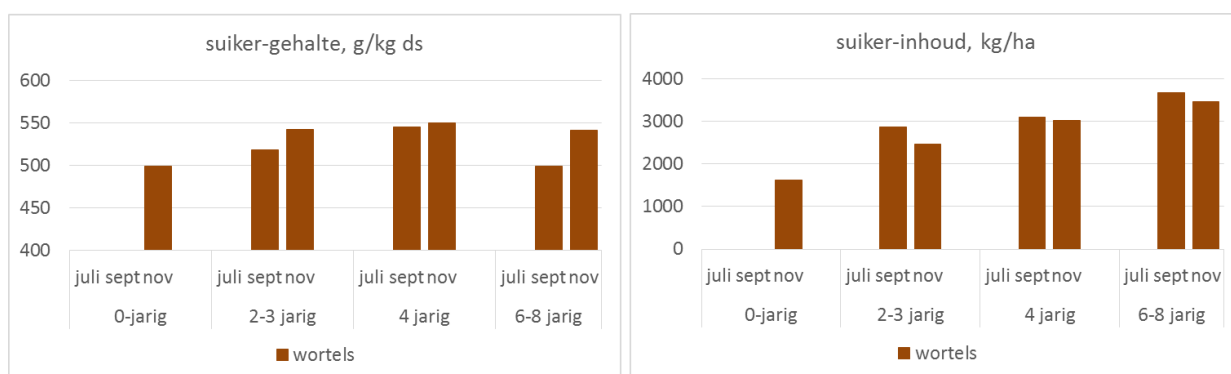
Uit de gegevens blijkt het volgende:

- In het algemeen neemt de nutriënteninhoud toe met de leeftijd van het gewas. Dit blijkt het duidelijkst uit een vergelijking van de nutriënteninhoud in september van het 0 jarige en het 2-3 jarige gewas. Alleen voor Mg was geen sprake van een hogere Mg-inhoud in het 2-3 jarige gewas. Voor alle overige nutriënten was dat wel het geval. De nutriënteninhoud in september van het 6-8 jarige gewas was in alle gevallen het hoogst.

- In vrijwel alle gevallen was sprake van een toename van de nutriënteninhoud in het totale gewas tussen juli en september, terwijl er tussen september en november sprake was van een afname.
- De verdeling van nutriënten over onder- en bovengrondse delen van het gewas (wortels en loof) hangt o.a. af van de leeftijd van het gewas en van het tijdstip in het seizoen. Vooral voor het 0 jarige gewas was die heel anders dan voor de oudere gewassen: in het 0 jarige gewas zitten vrijwel alle nutriënten (zeker in september) in het loof. Tussen september en november is vrijwel steeds sprake van een afname van de nutriënteninhoud van het gehele gewas, maar die afname is bij de oudere gewassen sterker dan bij het 0 jarige gewas. Verder nam de hoeveelheid nutriënten in de wortels van het 0 jarige gewas sterk toe tussen september en november, maar was dat bij de oudere gewassen nauwelijks het geval.
- De verdeling van de hoeveelheid nutriënten over wortel en loof verschilde tussen de nutriënten: van N, K, S en Ca zit een relatief groot aandeel in het loof, terwijl van P en Mg een relatief groot aandeel in de wortels zit.
- De totale hoeveelheid N in het wortelstelsel van het 4- en 6-8-jarige gewas was aanzienlijk lager (100-150 kg N per ha) dan de ruim 300 kg N per ha die werd gerapporteerd in Duits onderzoek (Paschold, 2007).
- De nutriëntengehalten in de wortels (bijlage 4) komen vrij goed overeen met die in Duits onderzoek (Hartmann et al., 1990), maar de P-gehalten in ons onderzoek waren aanzienlijk hoger en de N-gehalten iets hoger. Mogelijk was er bij deze nutriënten sprake van luxe consumptie (= gehalten zijn hoger dan nodig).

3.1.4 Suiker in wortels: gehalten en hoeveelheid

Naast de nutriënten is ook het suiker-gehalte in de wortels van september en november gemeten (Figuur 3.4). In combinatie met de drooggewichten (Figuur 3.2) is de suiker-inhoud van de wortels bepaald.



Figuur 3.4. Gehalte en inhoud van suiker in wortels op 2 tijdstippen in het seizoen (september en november) op de percelen met aspergegewassen van verschillende leeftijden.

Hieruit blijkt dat het suikergehalte in de oudere gewassen iets hoger was dan in het 0 jarige gewas en dat het gehalte in november iets hoger was dan in september. De totale hoeveelheid suiker in de wortels nam toe met de leeftijd van het gewas. Tussen september en november nam die hoeveelheid iets af.

3.2 Grondonderzoek

3.2.1 Resultaten monitoring juni, september en november

Op de 13 praktijkpercelen uit het onderzoek is op 3 tijdstippen in het seizoen (eind juni, eind september / begin oktober, november) grondonderzoek gedaan: het betreft zowel algemeen grondonderzoek (bemestingswijzer-pakket van BLGG AgroXpertus; in 0-60 cm laag) als Nmin-onderzoek (in 0-90 cm laag). De resultaten van de belangrijkste parameters zijn weergegeven in Tabel 3.2. Op de percelen van bedrijf D zijn in juni (half juni bemest) en november (door misverstand) geen grondmonsters genomen. De monsters die in november genomen hadden moeten worden, zijn op dit bedrijf in februari 2014 genomen.

Tabel 3.2. Resultaten grondonderzoek juni, september/oktober en november. Nmin-onderzoek is uitgevoerd in de 0-90 cm laag en het overige grondonderzoek in de 0-60 cm laag.

bedrijf	per- ceel	leeftijd gewas	datum	Nmin, kg N/ha	P-PAE, mg P/kg	P-AL, mg P ₂ O ₅ / 100 g	Pw, mg P ₂ O ₅ /l	K-PAE, mg K/kg	Mg-PAE, mg Mg/kg	pH	OS, %
A	1	2	19-6	74	8,1	88	85	107	57	6,2	2,2
	2	4	19-6	47	5,8	81	74	87	63	6,1	1,9
	3	8	-	-	-	-	58	-	-	-	-
A	1	2	04-10	148	10,1	95	94	109	70	6,0	2,2
	2	4	04-10	77	10,8	110	103	96	79	5,9	2
	3	8	04-10	50	9	91	89	129	93	6,1	2
A	1	2	19-11	63	12,7	94	101	128	96	6,0	1,9
	2	4	19-11	40	7,2	67	73	107	61	6,1	2,2
	3	8	19-11	74	5,0	60	62	122	100	6,0	2,1
B	1	2	18-6	169	2,0	65	52	77	51	6,0	3,0
	2	4	18-6	49	2,0	63	51	52	65	6,0	3,1
	3	6	18-6	101	3,2	57	54	43	46	5,4	2,3
B	1	2	26-09	180	2,9	76	61	86	62	6,2	2,8
	2	4	26-09	133	3,2	71	60	72	80	5,9	2,4
	3	6	26-09	220	6,6	87	80	76	72	5,3	2,9
B	1	2	22-11	106	1,3	58	44	47	36	5,9	2,3
	2	4	22-11	54	1,6	51	43	34	41	5,9	3,1
	3	6	22-11	99	4,3	61	60	49	58	5,6	3,0
C	1	3	20-6	23	1,8	42	40	32	99	5,8	1,6
	2	4	20-6	23	8,2	74	79	52	71	6,2	1,5
	3	7	20-6	73	3,7	33	45	71	52	5,2	1,8
C	1	3	26-09	52	2,8	52	50	41	118	6	1,4
	2	4	26-09	126	8,7	97	91	95	81	6,3	1,8
	3	7	26-09	200	3,6	37	46	67	55	5,6	1,8
C	1	3	26-11	153	2,0	50	45	61	112	5,9	1,6
	2	4	26-11	58	8,2	95	89	81	85	6,3	1,5
	3	7	26-11	32	2,4	36	40	60	45	5,1	1,8
D	1	1	-	-	-	-		-	-	-	-
	2	2	-	-	-	-		-	-	-	-
	3	4	-	-	-	-		-	-	-	-
	4	6	-	-	-	-		-	-	-	-
D	1	1	30-09	110	2,4	55	49	113	144	5,4	3
	2	2	26-09	252	5,3	136	97	115	131	5,7	3,9
	3	4	30-09	106	0,8	38	30	82	71	5,5	2,5
	4	6	30-09	97	4	75	64	95	78	5,6	2,2
D	1	1	11-2-'14	52	2,3	56	49	99	128	5,4	2,9
	2	2	11-2-'14	52	3,6	129	88	90	108	5,2	4,2
	3	4	11-2-'14	99	0,7	37	29	87	77	5,4	3,2
	4	6	11-2-'14	59	2,6	57	51	100	69	5,5	3,0
Streeftraject					3,4-4,7	40-55	30-45	70-110	66-82	5,5-5,9	

Opmerkingen bij de tabel:

Bedrijf A:

- De P-toestand lag op alle monsternametijdstippen ruim boven de streefwaarden. Dit geldt zowel voor P-beschikbaar als voor de P-bodemvoorraad (P-AL) en de P_w;
- De K-toestand lag in of boven streeftraject;
- De Mg-toestand lag soms onder, soms in en soms boven streeftraject;
- De pH lag vrijwel in alle situaties iets hoger dan streeftraject;
- tussen juni en oktober nam de P en K-toestand toe; tussen oktober en november nam de P-toestand af;
- De N_{min}-voorraad was niet al te hoog; en
- De OS-gehalten schommelden rond de 2%.

Bedrijf B:

- De P-bodemvoorraad lag vrijwel steeds boven het streeftraject;
- P-beschikbaar lag soms onder, soms in en soms boven het streeftraject;
- De K-toestand lag soms onder en soms in het streeftraject;
- De N_{min}-waarden waren begin oktober het hoogst (130 – 220 kg N_{min} /ha);
- De pH op perceel 3 was te laag en op andere percelen goed / iets te hoog; en
- De OS-gehalten fluctueerden tussen 2-3%.

Bedrijf C:

- Er was sprake van vrij grote verschillen tussen percelen t.a.v. de P-toestand;
- De P-toestand was het hoogst (ruim boven streeftraject) op perceel 2 en het laagst op perceel 1 en 3 (rond streeftraject; afhankelijk van parameter);
- De K-toestand was relatief laag: in 6 van de 9 gevallen lag de K-toestand onder het streeftraject;
- De pH op perceel 3 was te laag, maar op de overige percelen goed; en
- De OS-gehalten waren relatief laag: 1,5 – 1,8%.

Bedrijf D:

- Ook op dit bedrijf was sprake van vrij grote verschillen in de P-toestand tussen percelen: op perceel 3 was de P-toestand vrij laag (onderkant streeftraject of lager, afhankelijk van parameter) en op perceel 2 zeer hoog;
- De K- en Mg-toestand waren op perceel 1 en 2 hoog (boven streeftraject), terwijl ze op perceel 3 en 4 in het streeftraject lagen;
- De pH op de percelen lag aan de onderkant van het streeftraject; en
- De OS-gehalten lagen tussen 2 – 4 (perceel 2), wat relatief hoog was.

3.2.2 Evaluatie grondonderzoek: landbouwkundig

Zoals in het voorgaande rapport met de titel “Naar een optimale bemesting van asperges; een verdiepende studie” is aangegeven, wordt er in de bemestingsadviezen in Nederland bij fosfaat en kali onderscheid gemaakt naar een bodemgericht en een gewasgericht advies (De Haan & Van Geel, 2013):

- Bij het bodemgerichte advies wordt een bepaalde fosfaat- en kalitoestand van de bodem nagestreefd. Achtergrond hiervan is dat op veeljarige proefvelden met fosfaatbehoefte gewassen gevonden is dat bij een lage fosfaattoestand met een hoge fosfaatbemesting een lagere opbrengst wordt behaald dan bij een hogere fosfaattoestand met een lagere bemesting.
- De gewasgerichte adviezen zijn afhankelijk van de P-behoefte van het gewas (daartoe zijn gewassen ingedeeld in een aantal gewasgroepen, die verschillen in P-behoefte) en de P-toestand van de bodem.

Aangezien asperge niet sterk reageert op een P-bemesting, wordt het beschouwd als een gewas met een lage P-behoefte. Het gewasgerichte advies is hoog bij een lage P-toestand van de bodem en laag bij een hoge P-toestand van de bodem.

Voor het karakteriseren van de P-toestand en de P-levering wordt de Pw-meting als basis gebruikt in huidige bemestingsadviezen. Voor bouwplannen zonder fosfaatbehoefte gewassen wordt een streefgetal van 20 gehanteerd, maar wordt in het traject 30-45 geadviseerd de toestand te handhaven (De Haan & Van Geel, 2013). BLGG AgroXpertus maakt echter al een tiental jaren gebruik van andere meetmethoden om de fosfaatbeschikbaarheid in de bodem te karakteriseren, namelijk de gecombineerde bepaling van de bodemvoorraad aan fosfaat (P-AL) en de plant beschikbare hoeveelheid fosfaat (P-PAE). Hiervoor hanteert BLGG eigen streeftrajecten.

In Tabel 3.2 zijn de streeftrajecten voor fosfaat (gebaseerd op P-beschikbaar, de P-bodemvoorraad en Pw), kali (K-beschikbaar), magnesium (Mg-beschikbaar) en de pH weergegeven. Dit zijn de streeftrajecten die BLGG en/of De Haan & Van Geel (2013) hanteren. Er zijn 3 situaties met bijbehorende acties mogelijk (Tabel 3.3):

- Als een parameter lager is dan het streeftraject → dan wordt geadviseerd de toestand te verhogen via bemesting of bekalking (pH) tot aan het streeftraject. Er zijn tabellen beschikbaar voor de hoeveelheid nutriënten die daarvoor nodig zijn en die met meststoffen aangevoerd kunnen worden. Zo is ongeveer 230 kg P_2O_5 nodig om de Pw met 5 eenheden te verhogen (De Haan & Van Geel, 2013).
- Als een parameter in het streeftraject ligt → dan is het advies om de toestand te handhaven. Voor het handhaven van de streeftoestand moet gemiddeld over het bouwplan de afvoer en een onvermijdbaar verlies worden toegediend via meststoffen. De hoogte van de benodigde gift voor het compenseren van de afvoer is afhankelijk van de afvoer van nutriënten met het gewas. Bij asperges is dat betrekkelijk laag, vanwege de lage afvoer met het oogstproduct. BLGG AgroXpertus hanteert hiervoor 5 kg P_2O_5 , 16 kg K_2O en 25 kg SO_3 per ha, wat vrij goed overeen komt met gegevens uit de literatuur. Paschold (2007 en 2008) meldt een onttrekking van 20 kg N, 6,6 kg P_2O_5 , 19,2 kg K_2O en 1,3 kg MgO per ha voor een 3-jarig gewas met een opbrengstniveau van 8 ton per ha. Voor het compenseren van het onvermijdbare verlies moet bekend zijn hoe hoog dat is. In de Adviesbasis bemesting (De Haan & Van Geel, 2013) wordt gesteld dat de hoogte van het onvermijdbare verlies afhangt van de hoogte van de P-toestand van de bodem: aan de onderkant van het streeftraject is dat 5 kg P_2O_5 /ha/jaar en aan de bovenkant van dit traject is het 20 kg P_2O_5 /ha/jaar.
- Als een parameter hoger is dan streeftraject → dan mag de aanvoer lager zijn dan de afvoer plus het onvermijdbare verlies. Als de hoge toestand daalt en in het streeftraject komt, geldt het eerder genoemde advies om de toestand te handhaven.

Tabel 3.3. Benodigde acties op basis van het niveau van grondonderzoeksresultaten (sept) t.o.v. streeftrajecten.

Perceel	P-toestand (op basis van Pw)	K-toestand	Mg-toestand	pH
A1	Verlagen	Handhaven	Handhaven	Verlagen
A2	Verlagen	Handhaven	Handhaven	Handhaven
A3	Verlagen	Verlagen	Verlagen	Verlagen
B1	Verlagen	Handhaven	Verhogen	Verlagen
B2	Verlagen	Handhaven	Handhaven	Handhaven
B3	Verlagen	Handhaven	Handhaven	Verhogen
C1	Verlagen	Verhogen	Verlagen	Handhaven
C2	Verlagen	Handhaven	Handhaven	Verlagen
C3	Verlagen	Handhaven	Verhogen	Verhogen
D1	Verlagen	Verlagen	Verlagen	Verhogen
D2	Verlagen	Verlagen	Verlagen	Handhaven
D3	Handhaven	Handhaven	Handhaven	Handhaven
D4	Verlagen	handhaven	Handhaven	Handhaven

Uit Tabel 3.2 blijkt dat de P-toestand op de percelen in veel gevallen hoger is dan het streeftraject en dat in die gevallen wordt geadviseerd de toestand te verlagen (Tabel 3.3). Het komt echter op de praktijkpercelen ook regelmatig voor dat de toestand in of onder het streeftraject ligt en dat de toestand moet worden gehandhaafd of verhoogd (Tabel 3.2). De actuele waarden van de drie P-parameters (P plant beschikbaar en P-bodemvoorraad (P-AL) en Pw) ten opzichte van de streefwaarden geven in een aantal gevallen een verschillend beeld. Zo komt het een aantal keer voor dat de P plant beschikbaar onder en de P-bodemvoorraad (P-AL) en de Pw boven het streeftraject ligt. In die situaties kan het best naar Pw worden gekeken, omdat die de directe beschikbaarheid en de P-voorraad integreert.

De K-toestand (op basis van K-PAE) ligt op de meeste percelen in het streeftraject en dient in dat geval te worden gehandhaafd. In een enkel geval ligt hij boven of onder het streeftraject.

De Mg-toestand (op basis van Mg-PAE) ligt ook in de meeste gevallen in het streeftraject, maar hij ligt in 4 percelen boven het streeftraject en in 2 percelen eronder.

De pH ligt soms in, soms onder en soms boven het streeftraject.

Daarnaast is er de gewasgerichte bemesting die gericht is op optimale opbrengst en kwaliteit gewas. Het gewenste niveau van de bemesting hangt af van de bodemtoestand: hoe hoger de bodemtoestand, hoe lager de benodigde bemesting. Hiervoor verwijzen we naar het huidige advies in NI en D (Postma & Van Schöll, 2012; De Haan & Van Geel, 2013; Paschold, 2007 en 2008) en het volgende hoofdstuk.

3.2.3 Evaluatie grondonderzoek: uitspoeling

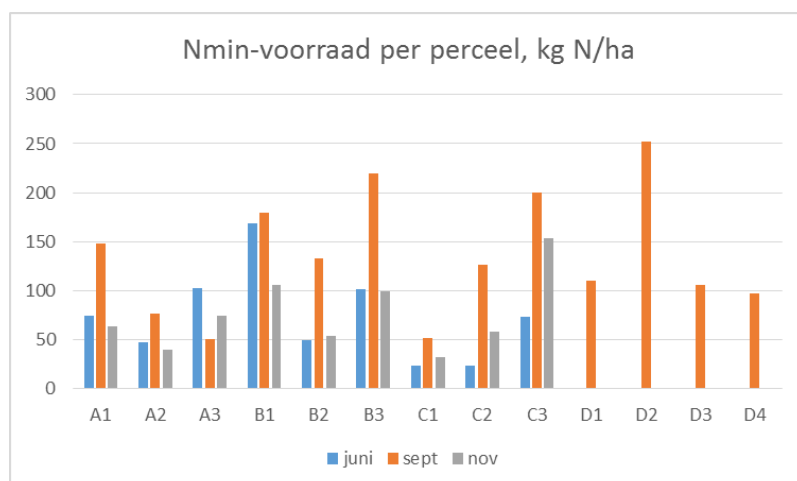
Stikstof

Bij een duurzame bemesting van asperges dienen de emissies van nutriënten naar grond- en oppervlaktewater minimaal te zijn. Vooral de uitspoeling van N in de vorm van nitraat (NO_3) naar het grondwater is van belang in verband met het maximaal toegestane gehalte van 50 mg NO_3 per liter in grondwater, die voortkomt uit de Europese nitraatrichtlijn. De uitspoeling van NO_3 wordt bepaald door de volgende factoren:

- De hoogte van de N-toediening met organische en minerale meststoffen;
- De opname van N door het gewas;
- Het vrijkomen van minerale N (ammonium en nitraat) uit organische stof in de bodem en uit organische meststoffen en/of gewasresten (via het mineralisatieproces, dat bestaat uit de stappen ammonificatie (omzetting van organische N in ammonium) en nitrificatie (omzetting van ammonium in nitraat));
- De omzettingen van N in de bodem, die van invloed zijn op de gasvormige verliezen (ammoniak-vervluchtiging en denitrificatie) en uitspoeling; en
- De weersomstandigheden, waarbij het met name gaat om temperatuur (van invloed op biologische processen, zoals mineralisatie) en neerslag (van invloed op uitspoeling).

Nitraatuitspoeling treedt vooral op als er veel nitraat in de bodem aanwezig is en als er sprake is van een groot neerslagoverschot. Vooral als dat gebeurt in een periode waarin de opname door het gewas niet zo hoog is, zal er eerder sprake zijn van verliezen in de vorm van uitspoeling.

In Figuur 3.5 is de Nmin-voorraad in de 0-90 cm bodemlaag van de praktijkpercelen op 3 tijdstippen in het seizoen (juni, september en november) weergegeven. In het algemeen nam de Nmin-voorraad tussen juni en september toe (door combinatie van N-toediening met meststoffen en N-mineralisatie) en nam hij tussen september en november weer af. Aangezien er tussen september en november geen sprake was van een netto opname door het gewas (Figuur 3.3), zal de afname van de Nmin-voorraad in diezelfde periode het gevolg zijn van verliezen, vooral als NO_3 -uitspoeling. Alleen op de percelen A2, A3 en C1 was de Nmin-voorraad lager dan 75 kg N per ha, wat tot een relatief lage N-uitspoeling zal hebben geleid.



Figuur 3.5. Hoeveelheden Nmin in de 0-90 cm bodemlaag op de 13 praktijkpercelen (A1...D4) tijdens de monsternametijdstippen in juni, september en november.

Om te voorkomen dat NO_3 -gehalten in het bovenste grondwater de norm van 50 mg NO_3 per liter overschrijden, dient de Nmin-voorraad in de 0-90 cm bodemlaag eind september niet uit te komen boven de 50-70 kg Nmin per ha (Spiertz, 1990). Aangezien de waarden op de meeste percelen (met uitzondering van A2, A3 en C1) op een hoger niveau liggen, en de Nmin grotendeels uit zal spoelen als NO_3 , betekent dat dat er verbeteringen mogelijk zijn in de N-bemesting op de praktijkpercelen, waarmee de teelt kan worden verduurzaamd. Voor een belangrijk deel ligt de sleutel daarvoor bij het afstemmen van de N-gift op de Nmin-voorraad in het voorjaar en op de N-mineralisatie uit organische stof in de bodem. Ook in Duitsland zijn de nodige studies uitgevoerd waarin Nmin in het najaar is gebruikt als voorspeller voor de NO_3 -uitspoeling in najaar en winter (onder andere Paschold et al., 1999 en 2003). Daarbij is onder andere gekeken naar de effectiviteit van de teelt van groenbemesters in het najaar.

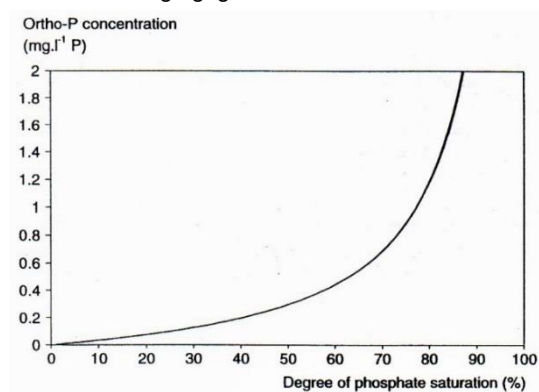
Een andere manier om het N-verlies in beeld te brengen is door het opstellen van een N-balans, waarbij het gaat om het verschil tussen aanvoer en afvoer van N. Het overschot op de balans geeft een goede indicatie van het verlies, alhoewel er ook een deel kan zijn vastgelegd in bodem (organische stof) en/of gewas (opslagwortels). Een N-balans voor asperges is onder andere opgesteld door Krug & Kailuweit (1999) en Bloom (2003). De N-balans kan worden opgesteld op basis van de N-gift (Bijlage 6) en de N-afvoer (ca. 20 kg N/ha per jaar na jaar 3).

Fosfaat

De eventuele uitspoeling van fosfaat is moeilijker te voorspellen, aangezien fosfaat in de bodem (ook in de ondergrond) kan worden vastgelegd aan ijzer(hydr)oxiden, waardoor het zich ophoopt. Pas als de fosfaatbindingscapaciteit in de bodem is verzadigd (fosfaatverzadigde gronden), zal het fosfaat in het grondwater terecht komen. Vooral bij diepe grondwaterstanden, kunnen grote hoeveelheden fosfaat in de bodem worden opgeslagen. Bij ondiepere / hogere grondwaterstanden, zal de opslagcapaciteit voor fosfaat beperkt zijn en zal het risico van fosfaatsuitspoeling relatief groot zijn.

Er is sprake van een fosfaatverzadigde grond als de maximaal toelaatbare fosfaatconcentratie in het bodemvocht op een referentiediepte wordt overschreden doordat er meer fosfaat in de bodem aanwezig is dan er kan worden gebonden. Op kalkarme zandgronden is sprake van fosfaatverzadiging als de fosfaatconcentratie in het bovenste grondwater (referentiediepte is de gemiddelde hoogste grondwaterstand, GHG) hoger is dan 0,1 mg ortho-P/l of 0,15 mg totaal-P/l (Schoumans, 2004; TCB, 2007). Op deze gronden is er sprake van een verhoogd risico op uitspoeling van P naar het bovenste grondwater en het oppervlaktewater.

De relatie tussen de fosfaatverzadigingsgraad en het P-gehalte in het bodemvocht in kalkarme zandgronden is beschreven met een exponentieel verband (Figuur 3.6). Gevolg hiervan is dat de berekende P-concentratie in het bovenste grondwater in kalkarme zandgronden zeer snel toeneemt bij een P-verzadigingsgraad boven 40-50% (Schoumans en Groenendijk, 2000). Het terugdringen van de verzadigingsgraad door bijvoorbeeld uitmijning zal in dit traject dan ook sneller tot een vermindering van P-emissie kunnen leiden dan in het traject met een lagere fosfaatverzadigingsgraad.



Figuur 3.6. Relatie tussen ortho-P evenwichtsconcentratie in het bodemvocht (Y-as) en fosfaatverzadigingsgraad (X-as, degree of phosphate saturation) voor een kalkarme zandgrond (Schoumans en Groenendijk, 2000).

Chardon (in Den Boer et al., 2001) berekent P-uitspoeling uit de bouwvoor voor grasland op basis van de gemiddelde Pw en P-AL gegevens en een neerslagoverschot van 300 mm per jaar, zie Tabel 3.4. Chardon komt tot de conclusie dat er een ruime spreiding is in de relatie tussen Pw en het P-gehalte in het bodemvocht. In veel gevallen is de spreiding van de berekende uitspoeling ongeveer gelijk aan de berekende gemiddelde uitspoeling.

Tabel 3.4. Berekende P-uitspoeling (kg P₂O₅/ha/jaar) uit de bouwvoor voor gras, gemiddelde P-AL (mg P₂O₅/100 g grond), gemiddelde Pw (mg P₂O₅/l grond) en landbouwkundige waardering op basis van P-AL per grondsoort.

Grondsoort	P-AL	Pw	P-waardering	P-uitspoeling
duinzand	34	34	voldoende	9
dekzand	42	33	ruim voldoende	8
zeeklei	35	24	voldoende	9
rivierklei	26	27	voldoende	10
dalgrond	38	31	ruim voldoende	5
kleiig veen	22	18	vrij laag	13
löss	20	40	voldoende	18

Bron: Chardon in Den Boer et al., 2001.

Gronden die volgens het bemestingsadvies voor grasland een toestand 'voldoende' hebben, hebben een behoorlijke berekende P-uitspoeling. Opvallend is de hoge berekende uitspoeling op kleiig veen bij een lage fosfaattoestand. Dat komt mede door de verhouding tussen de maximale hoeveelheid en de geschatte hoeveelheid geadsorbeerd fosfaat. Voor kleiig veen zijn deze bijna aan elkaar gelijk zodat er bijna geen buffer is in de bodem. Voor de andere grondsoorten is er wel een fosfaatbuffer aanwezig.

Op praktijkpercelen met fosfaattoestanden die duidelijk boven de landbouwkundige streeftrajecten (vooral voor P plant beschikbaar en Pw) liggen, is er een aanzienlijk risico van P uitspoeling naar grondwater. Dat is voor de praktijkpercelen uit deze studie dus het geval voor de percelen A1, A2, A3, B3, C2 en D2 (Tabel 3.2). Dit risico wordt vergroot als daarnaast tevens sprake is van hoge grondwaterstanden. In situaties met vergelijkbare P-toestanden wordt geadviseerd de P-toestand te verlagen en zodoende het risico van P-uitspoeling te verlagen.

4 Afleiding van een bemestingsadvies

4.1 Algemeen

4.1.1 De balansmethode als basis voor het bemestingsadvies

In het voorgaande rapport over de optimale bemesting van asperges (Postma & Van Schöll, 2012) is de Duitse systematiek voor het afleiden van een bemestingsadvies voor asperges gevolgd. Dit houdt in dat de balansmethode is gebruikt voor het afleiden van bemestingsadviezen voor de uiteenlopende nutriënten. Bij de balansmethode vormen de opname of afvoer van nutriënten door het gewas samen met de levering vanuit de bodem en de onvermijdbare verliezen de basis voor de benodigde gift. Voor N wordt deze systematiek internationaal veel toegepast, onder andere in de vorm van bijmestsystemen. Er zijn onder andere voorbeelden uit Frankrijk (MacKenzie & Teureau, 1997) en Duitsland (Ziegler et al., 1996; Feller et al., 2011).

Het is van belang om aan te geven dat de *opname* van nutriënten door het gewas iets anders is dan de *afvoer* van nutriënten met het gewas en/of gewasproduct. Zo is er bij aspergewassen steeds sprake van een opname van nutriënten in de periode mei-juni-september die vooral wordt veroorzaakt door de groei van het loof, terwijl er in die periode geen nutriënten worden afgevoerd. Afvoer van nutriënten van het perceel heeft alleen plaats bij de asperge-oogst en eventueel in het najaar, in het geval het loof van het perceel wordt verwijderd. Dit laatste gebeurt echter vrijwel nooit. Wel worden er met name in de eerste jaren na aanplant nutriënten vastgelegd in het wortelstelsel, waarmee rekening moet worden gehouden (Figuur 3.3). Een nutriëntenbalans wordt normaal gesproken opgesteld op basis van de totale aan- en afvoer van nutriënten naar een perceel of bedrijf, waardoor er bij een aspergegewas door de zeer lage nutriëntenafvoer vrijwel altijd sprake zal zijn van een overschot op de nutriëntenbalans. Bij gebruik van de balansmethode ten behoeve van het opstellen van een bemestingsadvies wordt meestal gekeken naar het deel van de nutriënten dat beschikbaar is voor het gewas. In het geval van N gaat het dan om ammonium (NH_4) en nitraat (NO_3), ofwel de Nmin-voorraad (zie onder andere Feller et al., 2011).

Bij de afleiding van de bemestingsadviezen voor asperges, dient rekening te worden gehouden met:

1. De opname van nutriënten door het gewas in de groeiperiode (voorjaar – september/oktober);
2. De hoeveelheid nutriënten die via het oogstproduct van het perceel wordt afgevoerd;
3. De vastlegging van nutriënten in de opslagwortels;
4. De hoeveelheid nutriënten die via het loof weer op de bodem terecht komt; en
5. De hoeveelheid nutriënten in de bodem die in de loop van het seizoen beschikbaar kan komen voor opname door het gewas.

4.1.2 Opname van nutriënten in de groeiperiode

In de eerder uitgevoerde bureaustudie (Postma & Van Schöll, 2012) is gebruik gemaakt van literatuurgegevens als basis voor het afgeleide advies, maar nu kunnen we een vergelijking maken met de meetgegevens van de opname, de vastlegging in opslagwortels en de nutriënten in het loof die zijn verzameld op de praktijkpercelen. Zie hiervoor de data uit Figuur 3.3 en Bijlage 4. De meting die op de praktijkpercelen in september is uitgevoerd, is gedaan op het moment dat de gewasontwikkeling, en zodoende ook de nutriënteninhoud van het gewas, maximaal was. Dit betekent dat de opname van nutriënten in de periode vanaf het voorjaar (voor jonge gewassen ongeveer vanaf begin mei; voor gewassen vanaf 3-4 jaar vanaf eind juni) tot eind september leidend is voor de benodigde gift. De

opname tot eind september (gecorrigeerd voor de nutriënteninhoud in juni) is berekend en weergegeven in Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Gemeten opname van nutriënten (in kg per ha) door gewassen van verschillende leeftijden op praktijkpercelen in de groeiperiode (vanaf het voorjaar tot eind september).

Leeftijd gewas	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	S	SO ₃	Mg	MgO	Ca	CaO
0	105	15	33	139	167	20	53	10	16	24	34
2-3	104	17	38	175	210	23	59	6	10	27	37
4	67	5	11	106	127	12	31	4	6	15	21
6-8	98	16	38	164	197	17	45	6	11	22	31

Uit de resultaten in Tabel 4.1 blijkt dat de opname van nutriënten in het 4-jaar oude gewas lager is dan in de gewassen met de overige leeftijden. Hiervoor is geen duidelijke verklaring en het lijkt te maken te hebben met de voorkomende spreiding tussen percelen.

Het niveau van de opname komt vrij goed overeen met de Duitse gegevens:

- Zo geven Feller et al. (2011) aan dat de N-opname in de groeiperiode in het tweede jaar 100-130 kg N per ha, in het derde jaar 100-125 kg N per ha en vanaf het vierde jaar 55 kg N per ha bedraagt. Met name de N-opname in het oude gewas (6-8 jaar) wijkt hier vanaf.
- De P-opname bedraagt volgens Duitse literatuur 50 kg P₂O₅ per ha in de eerste 3 jaar en 20 kg P₂O₅ per ha per jaar vanaf het vierde jaar (Paschold, 2008). Dat is dus wat hoger dan de opname die door ons is gemeten (Tabel 4.1), met uitzondering van het oude gewas (6-8 jaar).
- De K-opname bedraagt volgens Duitse literatuur 175 kg K₂O per ha in de eerste 3 jaar en 90 kg K₂O per ha per jaar vanaf het vierde jaar (Paschold, 2008). Dat is dus lager dan de opname die door ons is gemeten (Tabel 4.1), met uitzondering van het jonge gewas (eerste jaar).
- De Mg-opname bedraagt volgens Duitse literatuur 40-60 kg MgO per ha in de eerste 3 jaar en 10-30 kg MgO per ha per jaar vanaf het vierde jaar (Paschold, 2008). Dat is dus hoger dan de opname die door ons is gemeten (Tabel 4.1), met uitzondering van het oude gewas (6-8 jaar).
- De opname van S en Ca is niet vermeld in de Duitse literatuur, maar het moge duidelijk zijn dat die niet kan worden verwaarloosd. Aangezien Ca en S als nevenbestanddeel in veel meststoffen aanwezig zijn, is het risico van een tekort van deze nutriënten relatief klein.

4.1.3 Afvoer van nutriënten met het oogstproduct

De afvoer van nutriënten met het oogstproduct is in deze studie niet gemeten, maar dat is wel gedaan in de studies die zijn uitgevoerd in Duitsland (zie Tabel 4.2; Paschold, 2007).

Tabel 4.2. Effect van opbrengstniveau op de gemiddelde afvoer van nutriënten (in kg per ha) met het oogstproduct (bron: Paschold, 2007).

Opbrengst, t/ha	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	MgO	Ca	CaO
2	5	0,7	1,6	4	5	0,2	0,5	0,4	0,7
4	11	1,5	3,4	8	10	0,3	0,8	0,8	1,3
5	13	1,8	4,1	10	12	0,4	1,0	1	1,7
6	16	2,2	5,0	12	14	0,5	1,3	1,2	2,0
8	21	2,9	6,6	16	19	0,6	1,6	1,6	2,7
10	26	3,7	8,5	20	24	0,8	2,1	2	3,3

Uit de gegevens blijkt dat de afvoer van nutriënten met het oogstproduct in vergelijking met de jaarlijkse opname vrij klein is. Daarnaast valt op dat de N:K-verhouding in het oogstproduct hoog is ten opzichte van die in het hele gewas. De hoeveelheid K in het oogstproduct is dus relatief laag.

4.1.4 Vastlegging van nutriënten in het wortelstelsel

De nutriënteninhoud in de opslagwortels van gewassen met verschillende leeftijden, die is gemeten in de wortelmonsters van november 2013 (Bijlage 4) is weergegeven in Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Vastlegging van nutriënten (in kg per ha) in de opslagwortels van gewassen van verschillende leeftijden op praktijkpercelen. Gebaseerd op metingen in november 2013.

Leeftijd gewas	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	S	SO ₃	Mg	MgO	Ca	CaO
0	65	10,7	25	59,7	72	10,4	27	3,0	5	6,4	9
2-3	84	16,3	37	80,7	97	14,9	39	3,7	6	13,6	19
4	102	20,2	46	104,0	125	18,0	47	4,8	8	17,0	24
6-8	115	23,9	55	122,3	147	21,9	57	5,5	9	22,0	31

Uit de gegevens blijkt dat de hoeveelheid nutriënten in de opslagwortels toeneemt met de leeftijd van het gewas en dat dit effect ook na het vierde jaar door lijkt te gaan. Wel is de hoeveelheid N die wordt vastgelegd in de opslagwortels aanzienlijk lager dan de ruim 300 kg N per ha in gewassen van 4 jaar en ouder, die werd gerapporteerd door Paschold (2007).

4.1.5 Hoeveelheid nutriënten in het loof

De nutriënteninhoud in het loof van gewassen met verschillende leeftijden, die is gemeten in september en november 2013 is weergegeven in Tabel 4.4 (zie ook Bijlage 4). Opgemerkt moet worden dat het loof bij de monsternamen in november op een aantal percelen al was verwijderd, waardoor het niet kon worden meegenomen in de analyse.

Tabel 4.4. Nutriënteninhoud (in kg per ha) in het loof van gewassen van verschillende leeftijden op praktijkpercelen. Gebaseerd op metingen in september en november 2013.

Leeftijd gewas	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	S	SO ₃	Mg	MgO	Ca	CaO
september											
0	97	13	30	131	157	19	47	9	15	23	33
2-3	86	10	23	144	173	16	41	5	8	22	31
4	80	8	19	117	141	14	35	4	7	19	26
6-8	88	11	25	147	177	14	36	5	8	19	27
november											
0	37	4	8	62	75	9	24	4	6	11	16
2-3	13	2	4	12	14	2	6	1	1	6	8
4	26	3	7	39	46	5	14	2	3	10	15
6-8	26	2	6	42	50	5	14	2	3	9	13

De hoeveelheid nutriënten in het loof in november was aanzienlijk lager dan in september. Aangezien het loof in november vrij snel na de bemonstering is verwijderd en op het land is achtergelaten, kan dat

worden beschouwd als een bemesting. Waarschijnlijk is dat ook het geval voor (een deel van) de nutriënten die tussen september en november uit het loof zijn verdwenen, aangezien die niet terecht zijn gekomen in de wortels (Figuur 3.3). Ze hebben in de meeste situaties echter ook niet geleid tot een hogere beschikbaarheid van nutriënten in de bodem in november (Tabel 3.2). Verder kan een deel van de nutriënten die via het loof op de bodem terecht komt verloren gaan door uitspoeling in de winterperiode. Het resterende deel kan het jaar daarop weer worden benut door het gewas.

4.2 N-advies

Voor N ziet het voorgestelde advies er als volgt uit:

$$\text{N-advies} = N_{\text{min-streefwaarde}} - N_{\text{min voorraad}} \quad \text{kg N ha}^{-1}$$

De $N_{\text{min-streefwaarde}}$ is daarbij opgebouwd uit de verwachte N-opname door het gewas, een minimaal benodigde $N_{\text{min-voorraad}}$ in de bodem (de $N_{\text{min-buffervoorraad}}$), verminderd met de verwachte N-mineralisatie (zie onder andere Feller et al., 2011).

$$N_{\text{min streefwaarde}} = N \text{ opname} + N_{\text{min buffervoorraad}} - \text{netto N mineralisatie} \quad \text{kg N ha}^{-1}$$

De $N_{\text{min-buffervoorraad}}$ is de hoeveelheid N die niet door het gewas kan worden opgenomen en die minimaal in de bewortelde bodemlaag aanwezig moet zijn om een goede N-voorziening tot aan het einde van het groeiseizoen zeker te stellen.

De afleiding van de N_{min} streefwaarde voor asperge is beschreven door Paschold (2007, 2011). Er wordt onderscheid gemaakt tussen 1^{ste}, 2^{de}, 3^{de} en 4^{de} teeltjaar en ouder. Daarbij wordt rekening gehouden met de plantdichtheid (Tabel 4.2) en de bruto-opbrengst (voor de berekening van de afvoer/opname). Naast de $N_{\text{min-streefwaarden}}$ voor het gehele groeiseizoen is er ook een afleiding waarbij de $N_{\text{min-streefwaarden}}$ en het N-bemestingsadvies worden gesplitst in twee giften (Paschold, 2011).

Hierna wordt kort ingegaan op de onderdelen waaruit de $N_{\text{min-streefwaarde}}$ wordt afgeleid:

N-opname

De stikstofbehoefte van aspergeplanten is volgens de Duitse literatuur in de eerste jaren na uitplanten beduidend hoger dan in latere jaren. Dit komt omdat gedurende de eerste jaren na uitplanten er een uitbreiding van de overblijvende ondergrondse biomassa plaatsvindt, waarbij N wordt vastgelegd in de opslagwortels (zie onder andere Tabel 4.3). Na het vierde jaar blijft de ondergrondse biomassa stabiel, en is er enkel nog N nodig voor onderhoud en ter compensatie van afvoer. Dit wordt min of meer bevestigd met meetgegevens die zijn verzameld op praktijkpercelen in Nederland (Tabel 4.1 en 4.3). De opname tijdens de groeiperiode die is vermeld in Tabel 4.1, is leidend voor de N-behoefte. Een deel van de N die wordt opgenomen in de groeiperiode wordt vastgelegd in de wortels (die vervolgens in het volgende jaar deels ten goede komt aan het oogstproduct), een deel komt aan het eind van het seizoen via het loof op de bodem terecht en een deel zal verloren gaan.

Nmin-buffervoorraad

Zoals hiervoor aangegeven staat de $N_{\text{min-buffervoorraad}}$ voor de hoeveelheid N_{min} die het gewas niet uit de bodem op kan nemen. De $N_{\text{min buffervoorraad}}$ die door Paschold (2011) wordt gehanteerd is gedurende de eerste jaren 40 kg N per ha, maar vanaf het 4^{de} teeltjaar is dat nog maar de helft, namelijk

20 kg N per ha. Paschold (2011) vermeldt niet hoe deze waarde is afgeleid, maar het lijkt aannemelijk dat de buffervoorraad na enige jaren lager is door een lagere N-behoefte en een betere beworteling van het gewas.

Netto N-mineralisatie

Gedurende het groeiseizoen komt er vanuit de organische stof in de bodem ook N door mineralisatie beschikbaar. Paschold (2011) stelt deze hoeveelheid voor een humusarme (<1% organische stof) bodem gedurende de eerste twee teeltjaren op 10 kg N per jaar, in de navolgende jaren op 0. Dit zijn zeer lage hoeveelheden, die in de meeste Nederlandse gronden aanzienlijk hoger zullen zijn. Daarbij moet gedacht worden aan hoeveelheden van minimaal 50-100 kg N per ha per jaar, maar daaraan zijn in het kader van dit project geen metingen aan gedaan. De hoogte van de N-mineralisatie op een bepaald perceel is sterk afhankelijk van de geschiedenis van het perceel (oorspronkelijke grondsoort, maar vooral de teelt- en bemestingshistorie). Voorgesteld wordt voor Nederlandse omstandigheden uit te gaan van een N-mineralisatie van 50 kg N per ha in het seizoen.

In onderstaande Tabel 4.5 zijn de kengetallen vermeld die zijn gebruikt om de streefwaarden voor uiteenlopende teeltjaren af te leiden. Daarbij zijn de N-opname en de N-mineralisatie aangepast ten opzichte van de waarden in het voorgaande rapport (Postma & Van Schöll, 2012). Alleen voor de N-opname is dat gebaseerd op meetgegevens.

Tabel 4.5. Streefwaarden op basis van N-opname, Nmin-voorraad en N-mineralisatie (alle in kg N per ha per jaar) bij een plantdichtheid van ≥ 20.000 planten per ha voor Duitsland (Feller et al., 2011) en voorstel voor Nederland. Diepte staat voor bemonsteringsdiepte.

Advies	teeltjaar	Diepte, cm	N opname	Nmin buffervoorraad	N mineralisatie	Streefwaarde
N-advies Duitsland (Feller et al., 2011)	1	60	108	40	10	138
	2	90	129	40	10	159
	3	90	124	40	0	164
	4	90	55	20	0	75
Voorgestelde advies Nederland	1	60	110	40	50	100
	2	90	110	40	50	100
	3	90	110	40	50	100
	4 en volgend	90	110	20	50	80

In het uiteindelijke advies wordt de streefwaarde gecorrigeerd voor de Nmin-voorraad die al in de bodem aanwezig is in de 0-60 (1^e jaarsgewas) of 0-90 cm laag (vanaf 2^e jaar).

4.3 P-advies

Het P-advies in Duitsland maakt onderscheid naar de eerste 3 jaren en de jaren daarna, omdat er vooral in de eerste jaren ca. 50 kg P₂O₅ per ha wordt vastgelegd in het wortelstelsel. In de eerste 3 jaren wordt uitgegaan van een P-advies van 50 kg P₂O₅ per ha per jaar en in de jaren erna van 20 kg P₂O₅ per ha per jaar (Tabel 4.6). Aangezien de P-opname op de praktijkpercelen varieerde van 10 tot 40 kg P₂O₅ per ha per jaar en het onvermijdbaar P-verlies zo'n 5-20 kg P₂O₅ per ha per jaar bedraagt, lijkt het Duitse P-advies ook voor Nederland goed bruikbaar. Alleen het P-advies voor het oudere gewas is wat aan de lage kant, aangezien we in het 6-8 jarige gewas een P-opname van ca. 40 kg P₂O₅ per ha vaststelden (Tabel 4.1). Dit pleit er voor het P-advies ook na het derde jaar op een wat hoger peil te houden. Als we

een correctie toepassen voor de hoeveelheid P die via het loof weer op de bodem terecht komt (ca. 6-7 kg P₂O₅ per ha; zie Tabel 4.3), kan de adviesgift worden verlaagd tot 40 kg P₂O₅ per ha. Het lijkt zinvol de correctie voor de P-toestand van de bodem over te nemen en deze te baseren op het Pw-getal of een combinatie van P plant beschikbaar en de P-bodemvoorraad.

Tabel 4.6. Fosfaatbestedingsadvies (in kg P₂O₅ per ha) in afhankelijkheid van P-toestand van de bodem en het teeltjaar (naar Paschold, 2008).

Fosfaatbestedingsadvies Duitsland				Voorgestelde advies Nederland		
P-CAL, mg P ₂ O ₅ /100 g	waarderings-klasse	P-advies jaar 1-3	P-advies jaar 4 en volgend	Pw, mg P ₂ O ₅ /l	P-advies per jaar voor jaar 1-3	P-advies jaar 4 en volgend
< 6	Laag	100	40	<20	100	60
6-12	Matig	75	30	20-29	75	50
13-24	Normaal	50	20	30-45	50	40
25-34	Hoog	25	10	46-60	25	20
>34	zeer hoog	0	0	>60	0	0

4.4 K-advies

Het K-advies in Duitsland maakt evenals het P-advies onderscheid naar de eerste 3 jaren en de jaren daarna. In de eerste 3 jaren wordt uitgegaan van een K-advies van 175 kg K₂O per ha per jaar en in de jaren erna van 90 kg K₂O per ha per jaar (Tabel 4.7). Aangezien de K-opname op de praktijkpercelen varieerde van 100 tot 210 kg K₂O per ha per jaar en het onvermijdbaar K-verlies 0-50 kg K₂O per ha per jaar (resp. voor klei en zand) bedraagt, lijkt een aanpassing van het Duitse K-advies voor Nederland zinvol. Uitgaande van een K-opname van 200 kg K₂O per ha per jaar en een onvermijdbaar K-verlies van 50 kg K₂O per ha per jaar, zou het K-advies uitkomen op ca. 250 kg K₂O per ha per jaar. Aangezien er met het loof vanaf jaar 4 weer 50 kg K₂O per ha op de bodem terecht komt, lijkt het zinvol om de gift vanaf jaar 4 te verlagen tot 200 kg K₂O per ha per jaar. Het lijkt zinvol de correctie voor de K-toestand van de bodem over te nemen en te baseren op K plant beschikbaar.

Tabel 4.7. Kalibestedingsadvies (in kg K₂O per ha) in afhankelijkheid van K-toestand van de bodem en het teeltjaar (naar Paschold, 2008).

Kalibestedingsadvies Duitsland				Voorgestelde advies Nederland		
K-CAL (zandgrond), mg K ₂ O/100 g	waarderings-klasse	K-advies jaar 1-3	K-advies jaar 4 en volgend	K plant beschikbaar	K-advies jaar 1-3	K-advies jaar 4 en volgend
< 5	laag	300	180	<35	350	300
5-9	matig	230	135	35-69	300	250
10-15	normaal	175	90	70-110	250	200
16-25	hoog	85	45	111-150	125	100
>25	zeer hoog	0	0	<150	0	0

4.5 Mg-advies

Evenals het Duitse P- en K-advies is ook het Mg-advies voor asperges in Duitsland gebaseerd op de balansmethode (Mg-advies gelijk aan Mg-onttrekking gewas, een eventueel onvermijdelijk Mg-verlies, gecorrigeerd voor de Mg-beschikbaarheid in de bodem) (Paschold, 2008). De Mg-opname door het

aspergegewas in afhankelijkheid van plantdichtheid die in Duitsland wordt gehanteerd is gegeven in tabel 4.8. Deze opnamecijfers komen vrij goed overeen met de cijfers die we op de praktijkpercelen in Nederland hebben gemeten (Tabel 4.1).

Tabel 4.8. Magnesium-opname (kg MgO/ha/jaar) door een aspergegewas in de eerste jaren na aanleg in afhankelijkheid van plantdichtheid. Er is rekening gehouden met de Mg-vastlegging in opslagwortels en de opbrengstafhankelijke Mg-afvoer met de oogst (Paschold, 2008).

Teeltjaar	Mg-opname bij 2 plantdichtheden	
	15.000 planten/ha	20.000 planten/ha
1	10	12
2	15	20
3	15	20
4	10	10

Bij een plantdichtheid van 20.000 planten per ha is door Paschold (2008) voor de jaren 1-3 uitgegaan van een gemiddelde Mg-behoefte van 40-60 kg MgO per ha en voor jaar 4 en volgend van 10-30 kg MgO per ha. Gezien de opname door het gewas (Tabel 4.8 en 4.1) lijkt dat aan de hoge kant. Een Mg-gift van 30 kg MgO per ha per jaar lijkt voor gewassen met verschillende leeftijden te volstaan.

Bij het afleiden van de adviesgiften voor Mg wordt in het Duitse adviessysteem naast de Mg-behoefte van het gewas rekening gehouden met de Mg-beschikbaarheid in de bodem, zoals dat ook voor P en K is gedaan. Er is een indeling gemaakt in waarderingsklassen waarbij de beschikbaarheid uiteenloopt van zeer laag tot zeer hoog. De indeling is gebaseerd op analyses met het CaCl_2 -extract. Het gemiddeld bemestingsadvies, dat is afgeleid uit de behoefte van gewas, gaat uit van een Mg-toestand die als normaal wordt beoordeeld. Bij de andere Mg-toestanden wordt een correctie toegepast voor de beschikbaarheid (Tabel 4.9).

Tabel 4.9. Magnesiumbemestingsadvies (in kg MgO per ha) voor zandgrond in afhankelijkheid van Mg-toestand van de bodem en het teeltjaar (naar Paschold, 2008).

Magnesiumbemestingsadvies Duitsland				Voorgestelde advies Nederland	
Mg- CaCl_2 (zand), mg MgO/kg	waarderings- klasse	Mg-advies jaar 1-3	Mg-advies jaar 4 en volgend	Mg-plant beschikbaar	Mg-advies
< 30	laag	100	60	<50	70
30-44	matig	80	45	50-65	45
45-94	normaal	60	30	66-82	30
95-120	hoog	30	15	83-100	15
> 120	zeer hoog	0	0	>100	0

4.6 Samenvatting

Wij hebben in dit project de opname van de nutriënten N, P, K, Ca, Mg en S vastgesteld in de groeiperiode (vanaf het voorjaar tot eind september) van gewassen van verschillende leeftijden. Daarnaast zijn metingen verricht aan de verdeling van nutriënten over wortels en loof, en is gekeken hoeveel nutriënten worden vastgelegd in opslagwortels aan het eind van het seizoen (november) en hoeveel nutriënten er in november in het loof zitten en op de bodem terecht komen als het loof wordt gemaaid. De gegevens van de opname staan vermeld in Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Gemeten opname van nutriënten (in kg per ha) door gewassen van verschillende leeftijden op praktijkpercelen in de groeiperiode (vanaf het voorjaar tot eind september).

leeftijd gewas, jaar	N, kg/ha	P ₂ O ₅ , kg/ha	K ₂ O, kg/ha	MgO, kg/ha	CaO, kg/ha	SO ₃ , kg/ha
0	105	33	167	16	34	53
2-3	104	38	210	10	37	59
4	67	11	127	6	21	31
6-8	98	38	197	11	31	45

Hieruit blijkt het volgende:

- De hoeveelheid van de op de praktijkpercelen vastgestelde jaarlijkse opname van nutriënten door het gewas ligt in het algemeen in dezelfde orde van grootte als die vermeld in de Duitse literatuur, met uitzondering van die voor kali. Die ligt op basis van de metingen op een hoger niveau dan in Duitsland.
- De dip in de opname in het 4-jarige gewas kan niet goed worden verklaard.
- Deze opnamehoeveelheden vormen samen met de onvermijdbare verliezen de basis voor de adviezen voor de uiteenlopende nutriënten.
- Voorgesteld wordt voor het N-, P- en K-advies onderscheid te maken naar leeftijd van het gewas.
- Op basis van een gemiddelde jaarlijkse N-opname van 110 kg N per ha door het gewas, wordt het N-advies als volgt:
 - voor het gewas met een leeftijd tot 3 jaar gelijk aan 100 – N_{min}; en
 - vanaf 4 jaar gelijk aan 80 – N_{min} kg N per ha.

De N_{min}-voorraad wordt voor eerstejaars gewassen gebaseerd op de 0-60 cm bodemlaag en voor oudere gewassen op de 0-90 cm bodemlaag.

- Op basis van het Duitse advies, de gemeten P-, K- en Mg-opname door het gewas en de onvermijdbare verliezen, zijn adviezen uit Tabel 4.11. opgesteld, waarbij tevens rekening wordt gehouden met de beschikbare hoeveelheden van de nutriënten in de bodem.

Tabel 4.11. Voorgestelde adviezen voor P-, K- en Mg-bemesting van aspergegewassen.

waarderings- klasse	Pw, mg P ₂ O ₅ /l	P-advies voor jaar 1-3	P-advies jaar 4 en volgend	K plant beschikbaar, mg K/kg	K-advies, kg K ₂ O/ha	K-advies jaar 4 en volgend	Mg-plant beschikbaar, mg Mg/kg	Mg-advies, kg MgO/ha
laag	<20	100	60	<35	350	300	<50	70
matig	20-29	75	50	35-69	300	250	50-65	45
normaal	30-45	50	40	70-110	250	200	66-82	30
hoog	46-60	25	20	111-150	125	100	83-100	15
zeer hoog	>60	0	0	<150	0	0	>100	0

5 Conclusies

Uit de waarnemingen die in 2013 in aspergegewassen van verschillende leeftijden op praktijkpercelen zijn uitgevoerd is het volgende gebleken:

- De nutriënten-inhoud die in de opslagwortels wordt vastgelegd neemt toe naarmate het gewas ouder wordt. Dit blijkt het duidelijkst uit een vergelijking van de nutriënteninhoud in september van het 0 jarige en het 2-3 jarige gewas, maar ook in de jaren erna neemt de inhoud toe.
- De gemeten N-inhoud in opslagwortels van gewassen van 4 jaar en ouder bedraagt tussen 100 en 150 kg N per ha. Deze hoeveelheden zijn aanzienlijk lager dan de hoeveelheden van ruim 300 kg N per ha die in de Duitse literatuur zijn beschreven;
- De nutriëntengehalten in de wortels komen vrij goed overeen met die in Duits onderzoek (Hartmann et al., 1990), maar de P-gehalten in ons onderzoek waren aanzienlijk en de N-gehalten iets hoger. Mogelijk was er bij deze nutriënten sprake van luxe consumptie (= gehalten zijn hoger dan nodig).
- In vrijwel alle gevallen was sprake van een toename van de nutriënteninhoud in het totale gewas tussen juli en september, terwijl er tussen september en november sprake was van een afname.
- De verdeling van nutriënten over onder- en bovengrondse delen van het gewas (wortels en loof) hangt o.a. af van de leeftijd van het gewas en van het tijdstip in het seizoen. Vooral voor het 0 jarige gewas was die heel anders dan voor de oudere gewassen: in het 0 jarige gewas zitten vrijwel alle nutriënten (zeker in september) in het loof. Tussen september en november nam de hoeveelheid nutriënten in de wortels van het 0 jarige gewas sterk toe, maar dat was dat bij de oudere gewassen nauwelijks het geval.
- De verdeling van de hoeveelheid nutriënten over wortel en loof verschilde tussen de nutriënten: van N, K, S en Ca zit een relatief groot aandeel in het loof, terwijl van P en Mg een relatief groot aandeel in de wortels zit.
- Het suikergehalte in de wortels van oudere gewassen was hoger was dan in het 0 jarige gewas en het gehalte in de wortels die in november zijn bemonsterd was iets hoger was dan die in september.

Uit de resultaten van het grondonderzoek op de praktijkpercelen met asperges blijkt dat de fosfaattoestand op basis van P_w in de september monsters vrijwel steeds boven het landbouwkundige streeftraject lag. De K- en Mg-toestand lag op de meeste percelen in het streeftraject. De pH lag soms in, soms onder en soms boven het streeftraject.

Vanuit milieukundig oogpunt dient de N_{min}-voorraad in de bodem op het moment dat de opname van nutriënten door het gewas ten einde loopt (omstreeks eind september), niet te hoog te zijn. Als dat wel het geval is, zal een groot deel van die voorraad aan ammonium en nitraat namelijk uit kunnen spoelen naar het grondwater. Uit de monitoring blijkt dat de N_{min}-voorraad in de 0-90 cm bodemlaag eind september in 10 van de 13 percelen ruim boven de 50-70 kg N_{min} per ha lag, waardoor er sprake was van een verhoogd risico van nitraatuitspoeling. Er zijn dan ook verbeteringen mogelijk in de N-bemesting op praktijkpercelen, door de N-gift beter af te stemmen op de behoefte door te corrigeren voor de N_{min}-voorraad in het voorjaar en de N-mineralisatie uit organische stof in de bodem.

Ook de fosfaattoestand van de bodem was op een deel van de praktijkpercelen dusdanig hoog, dat er een risico is van fosfaatuitspoeling. Dit is vooral het geval als de plant beschikbare fracties (P-PAE en P_w) ruimschoots hoger zijn dan het landbouwkundige streeftraject. Dat was voor de praktijkpercelen uit deze studie het geval voor de percelen A1, A2, A3, B3, C2 en D2 (Tabel 3.2). Dit risico wordt vergroot als daarnaast tevens sprake is van hoge grondwaterstanden. In situaties met P-toestanden boven het landbouwkundig streeftraject wordt geadviseerd de P-toestand te verlagen door de P-gift te verlagen of achterwege te laten en zodoende het risico van P-uitspoeling te verlagen.

Uit de metingen van de nutriënten-opname door de gewassen op de praktijkpercelen blijkt het volgende:

- De hoeveelheid van de op de praktijkpercelen vastgestelde *jaarlijkse* opname van nutriënten door het gewas ligt in het algemeen in dezelfde orde van grootte als die vermeld in de Duitse literatuur, m.u.v. die voor kali. Die ligt op basis van de metingen op een hoger niveau dan in Duitsland.
- De lagere opname van nutriënten in het 4-jarige gewas dan in het oudere gewas kan niet goed worden verklaard.
- De jaarlijkse opname van nutriënten door het gewas vormen samen met de onvermijdbare verliezen de basis voor de adviezen voor de bemesting van uiteenlopende nutriënten voor gewas van verschillende leeftijden. Voor P en K worden correcties aangebracht voor nutriënten die via het loof weer op de bodem terecht komen.
- Voorgesteld wordt voor het N-, P- en K-advies onderscheid te maken naar leeftijd van het gewas.
- Op basis van een gemiddelde jaarlijkse N-opname van 110 kg N per ha door het gewas, wordt het N-advies als volgt:
 - voor het gewas met een leeftijd tot 3 jaar gelijk aan $100 - N_{min}$; en
 - vanaf 4 jaar gelijk aan $80 - N_{min}$ kg N per ha.

De N_{min} -voorraad wordt voor eerstejaars gewassen gebaseerd op de 0-60 cm bodemlaag en voor oudere gewassen op de 0-90 cm bodemlaag.

- Op basis van het Duitse advies, de gemeten P-, K- en Mg-opname door het gewas en de onvermijdbare verliezen, zijn adviezen uit Tabel 5.1 opgesteld, waarbij tevens rekening wordt gehouden met de beschikbare hoeveelheden van de nutriënten in de bodem.

Tabel 5.1. Voorgestelde adviezen voor P-, K- en Mg-bemesting van aspergegewassen.

waarderings- klasse	Pw, mg P ₂ O ₅ /l	P-advies voor jaar 1-3	P-advies jaar 4 en volgend	K plant beschikbaar, mg K/kg	K-advies, kg K ₂ O/ha	K-advies jaar 4 en volgend	Mg-plant beschikbaar, mg Mg/kg	Mg-advies, kg MgO/ha
laag	<20	100	60	<35	350	300	<50	70
matig	20-29	75	50	35-69	300	250	50-65	45
normaal	30-45	50	40	70-110	250	200	66-82	30
hoog	46-60	25	20	111-150	125	100	83-100	15
zeer hoog	>60	0	0	<150	0	0	>100	0

Literatuur

- Bloom P (2003) Einfluss von Komposten auf Stickstoffdynamik und –haushalt, Wachstum und Ertrag von Spargel (*Asparagus officinalis* L.). Dissertation Universität Hannover, 178 pp.
- De Haan JJ van & Van Geel W van (2013) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. PPO, Lelystad, 116 pp + bijlagen.
<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/adviesbasis-voor-de-bemesting-van-akkerbouwgewassen>.
- Den Boer DJ, Middelkoop J & Chardon WJ (2001) Analyse verandering fosfaattoestand en berekening uitspoeling in afhankelijkheid van gebruik en bodemvruchtbaarheid. NMI-rapport 364.97, 51 pp.
- Drost D (2008) High phosphorus applications at plating improve asparagus root growth and yield. Proceedings of the XIth International Symposium on Asparagus. Acta Horticulturae 776, 63-68.
- Drost D (2009) The Aspire root carbohydrate management system: Where is it going? Presentation. Utah State University.
- Drost D & Wilcox-Lee D (2000) Tillage alters root distribution in a mature asparagus planting. Scientia Horticulturae 83, p. 187-204
- Drost D & Wilson D (2003) Monitoring root length density and root biomass in asparagus (*Asparagus officinalis*) with soil cores. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 31:2, p. 125-137.
<http://dx.doi.org/10.1080/01140671.2003.9514245>
- Feller et al. (2011) Düngung in Freilandgemüsebau IGZ. 3. Überarbeitete Auflage Version 7 Juli 2011
www.igzev.de/publikationen/IGZ_Duengung_im_Freilandgemuesebau.pdf. In: Fink M (Hrsg.) Schriftenreihe der Leibnitz-Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) 3. Auflage, Heft 4, Grossbeeren, Duitsland.
- Fink M et al. (2011) N-Düngung. In : Feller et al. (eds) Düngung in Freilandgemüsebau IGZ. versie 7 juli 2011 www.igzev.de/publikationen/IGZ_Duengung_im_Freilandgemuesebau.pdf
- Hartman HD (1989) Spargel-Grundlagen für die Anbau. Ulmer GmbH & Co. ISBN 3-8001-5277-0. pp. 229.
- Hartman HD, Hermann G & Altringer R 1990 Evaluation of nutrient status of asparagus by leaf and root analyses. Acta Horticulturae 271, 433-442
- Krug H, Kailuweit D (1999b): Gefährdet Spargelanbau die Umwelt? Stickstoffhaushalt von Spargel. Gemüse (7): 433-436.
- McKenzie GH & Taureau JC (1997) Recommendation systems for nitrogen – A review. Proceedings of the Fertiliser Society no. 403; Cambridge, 50 pp.
- Paschold PJ, Hermann G & Artelt B (1999) Stickstoff: Ertrag, Stangenqualität und N_{min}-reste bei Spargel. Gemüse 35(10) p. 588-592.
- Paschold PJ, Hermann G & Artelt B (2003) Influence of N-Nutrition and catch crops on the yield of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) and N-leaching. Acta Horticulturae 627, ISHS. p. 57-64.
- Paschold PJ (2007) Neue N_{min}-Solwerte für Spargel. Gemüse 2007 43(2) p. 37-40.
- Paschold PJ (2008) Wie viel Phosphor, Kalium und Magnesium düngen? Gemüse 2008 44(9) p. 37-39.
- Postma R & Van Schöll L (2012) Naar een optimale bemesting van asperge; een verdiepende studie. NMI-rapport 1450, 49 pp.
- Ruijter FJ de & Wilms JAM (2008) Organische bemesting en stikstof in de teelt van asperge. Plant Research International, Rapport 190, 11 pp.
- Sanders DC (1999) Nitrogen-potassium interactions in asparagus. Acta Horticulturae 479, p. 421-424.
- Schoumans OF (2004) Inventarisatie van de fosfaatverzadiging van landbouwgronden in Nederland.

- Alterra-rapport 730.4, 42 pp.
- Schoumans OF & Groenendijk P (2000) 7 Modeling Soil Phosphorus Levels and Phosphorus Leaching from Agricultural Land in the Netherlands. *Journal of Environ Quality*, vol 29:p 111-116.
- TCB (2007) Advies fosfaatverzadiging in landbouwgronden. TCB S35(2007), 6 pp.
- Ziegler J, Strohmeier K, Brand T (1996) Nitrogen supply of vegetables based on the “KNS-system”. *Acta Hort. (ISHS)*, 428:223-234

Bijlage 1. Achtergrond bemonstering asperges

Hartmann et al. 1990 hebben getracht een relatie te leggen tussen de nutriëntenstatus van asperges en bodemdata door gewasanalyse van onder- en bovengrondse delen. Hiervoor is bemonsterd in een langjarige bemestingsproef, in een lysimeterproef met N-bemestingsniveaus en een survey-studie op praktijkpercelen.

Bodem- en gewasmonsters werden genomen tussen 1 en 10 september.

De bovengrondse delen bestonden uit de bovenste 30 cm van de volgroeide spruit. Deze werden na drogen gescheiden in 'naalden' en stengels.

Van de ondergrondse delen zijn de actieve kaneelkleurige wortels bemonsterd. Grondmonsters werden genomen op 0-30 en 30-60.

De nutriëntengehalten in de wortels uit de laag 30-60 waren significant gecorreleerd met de gehalten in de bodemmonsters. Deze relaties waren niet alle zwak ($r = 0,42$ P_2O_5 , $r = 0,33$ K_2O , $r = 0,5$ MgO en $r = 0,75$ CaO). Voor N is geen informatie gegeven. Er werd geen significante relatie met gehalten in de spuit vastgesteld.

Drost en Wilson (2003) hebben twee methoden vergeleken die ten doel hadden kwantitatieve informatie over de wortellengte en wortelbiomassa van het aspergegewas te verschaffen. De methoden waren

- een gerichte bemonstering met wortelboren; en
- het opgraven van het wortelstelsel.

Wortelboren: monsters werden genomen met een handboor (diameter 5,5 cm) op 15-30 en 60 cm vanaf het centrum van de rij, tot een diepte van 1 meter in 20 cm intervallen.

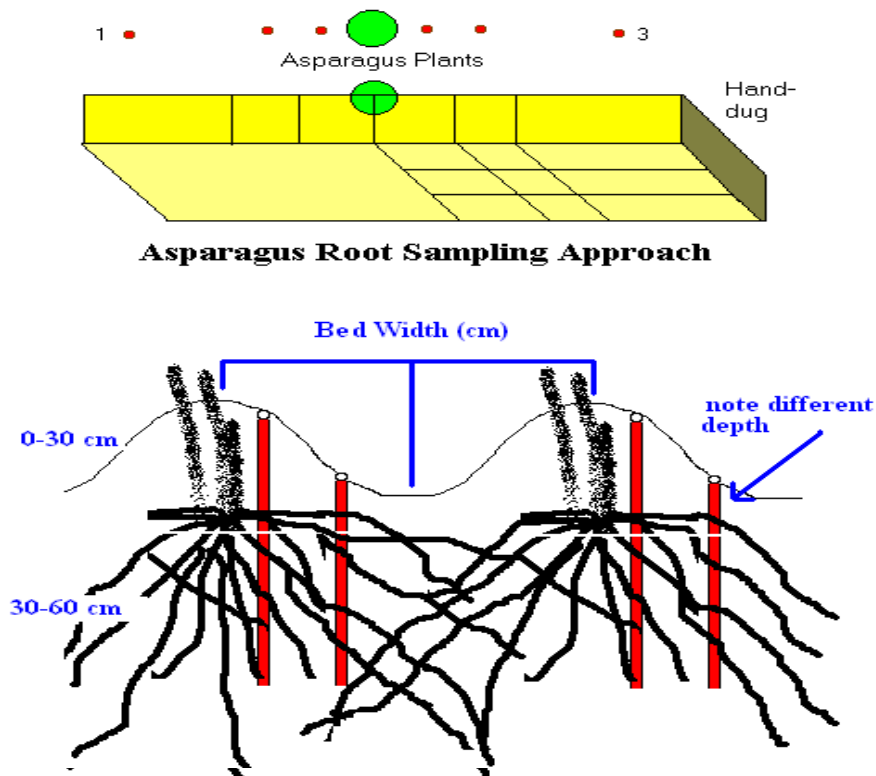
Bodemkuil: Monster werden genomen uit een kuil, met een lengte van 75 cm aan beide zijde vanaf het centrum van de rij (opgedeeld in 0-20, 20-40 cm, 40-75 cm), een breedte van 20 cm, tot een diepte van 1 meter in 20 cm intervallen. Vanwege de bewerkelijkheid van verzamelen en grote hoeveelheid grond zijn in de bodemkuilen geen opnamewortels gemeten.

De bodemmonsters werden bewaard in polyethyleen zakken bij een temperatuur van 2 °C gedurende 4 weken voor verdere analyse. Er werd onderscheid gemaakt naar opslagwortels (fleshy storage roots) en opnamewortels (fibrous feeding roots).

De opslagwortels (onvertakt, diameter 2-6 mm, lengte maximaal 1-2 m) werden met de hand van de grond gescheiden, gewassen, lengte gemeten langs lineaal, en gedroogd bij 80 °C gedurende 48 uur en gewogen.

De opnamewortels (vertakt of onvertakt, diameter tot 2 mm) werden door zeven uit de grond verzameld. De grondmonsters werden onder water gezet gedurende 4-6 minuten, en vervolgens gespoeld op een 1 mm² zeef. Hiermee werd > 95 % van de wortels uit de grond gezeefd. Vervolgens werden stukjes organische stof verwijderd. De wortels werden bewaard in 15% totdat de wortellengte werd gemeten. Na lengtemeting werden de wortels gedroogd bij 80 °C gedurende 48 uur en gewogen.

Plaatje van Dan Drost:



Uit de vergelijking van de twee methodes bleek dat met de wortelboren 85% van de wortellengte van opslagwortels zoals gevonden in de bodemkuil overeenstemde.

Bij de bodemkuil nam het uitgraven, verzamelen en meten van de opslagwortels 8 uur per plant in beslag, bij de wortelboren was dat 1,5 uur per plant.

In de tabel op de volgende bladzijde is de verdeling van de wortels over verschillende lagen bij verschillende diepten gegeven op einde groeiseizoen (oktober). Het gewicht van de opnamewortels was zeer klein in vergelijking met dat van de opslagwortels: 2% op 15 cm vanaf centrum rij, tot 4-5 % op 60 cm afstand van de rij.

Van de opslagwortels werd het grootste aandeel (50-62%) gevonden in de bovenste 20 cm. Gedurende het jaar was er variatie in wortelmassa, maar dat lijkt het aandeel opname wortels in totale wortelmassa niet sterk te beïnvloeden.

In een eerder onderzoek hebben [Drost & Wilcox-Lee \(2000\)](#) eenzelfde methode van wortelonderzoek met grondboren toegepast. Hierbij werden monsters genomen met een handboor (diameter 7,5 cm) op 40 en 80 cm vanaf het centrum van de rij, tot een diepte van 0,9 meter in 15 cm intervallen. Monsters werden gedurende 10 weken bij 4 °C bewaard voor verdere bewerking en analyse.

Tabel. Verdeling van de wortels over verschillende diepten in de bodem op verschillende afstanden van de rij aan het eind van het groeiseizoen (bron: Drost & Wilson, 2003).

Waimakariri soil					
Distance from row (cm)					
Depth	15	30	60	total	total, in %
opslagwortels	root dry weight (mg/cm ³)				
0-20	3,08	2,54	0,98	6,6	50%
21-40	1,7	0,83	0,51	3,04	23%
41-60	0,7	0,61	0,61	1,92	14%
61-80	0,44	0,38	0,31	1,13	9%
81-100	0,14	0,21	0,22	0,57	4%
Som	6,06	4,57	2,63	13,26	100%
opnamewortels	root dry weight (mg/cm ³)				
0-20	0,016	0,034	0,034	0,084	18%
21-40	0,007	0,012	0,006	0,025	5%
41-60	0,032	0,034	0	0,066	15%
61-80	0,038	0,028	0,047	0,113	25%
81-100	0,06	0,055	0,052	0,167	37%
Som	0,153	0,163	0,139	0,455	100%
% opnamewortels van totaal	2,5%	3,4%	5,0%		

Templeton soil					
Distance from row (cm)					
Depth	15	30	60	total	total, in %
opslagwortels	root dry weight (mg/cm ³)				
0-20	11,68	5,85	1,57	19,1	62%
21-40	4,44	3,61	2,41	10,46	34%
41-60	0,52	0,28	0,23	1,03	3%
61-80	0,27	0	0,01	0,28	1%
81-100	0	0,07	0	0,07	0%
Som	16,91	9,81	4,22	30,94	100%
opnamewortels	root dry weight (mg/cm ³)				
0-20	0,121	0,109	0,064	0,294	50%
21-40	0,043	0,034	0,05	0,127	22%
41-60	0,025	0,024	0,035	0,084	14%
61-80	0,016	0,008	0,012	0,036	6%
81-100	0,031	0,005	0,007	0,043	7%
Som	0,236	0,18	0,168	0,584	100%
% opnamewortels van totaal	1,4%	1,8%	3,8%		

Bijlage 2. Asperge bemonsteringsprotocol

Het protocol is met kleine aanpassingen gebaseerd op de veldmethode van Drost (Drost & Wilson, 2003). Daarbij is in een eerste veldbemonstering de alternatieve, minder destructieve methode verkend, waarbij met een grondboor op meerdere afstanden van de rij een monster is gestoken. De omrekening van wortelmassa uit deze bemonsteringen naar wortelmassa op hectarebasis leek echter onvoldoende betrouwbaar te zijn.

Op elk perceel worden op 3 representatieve plekken wortels en stengels verzameld.

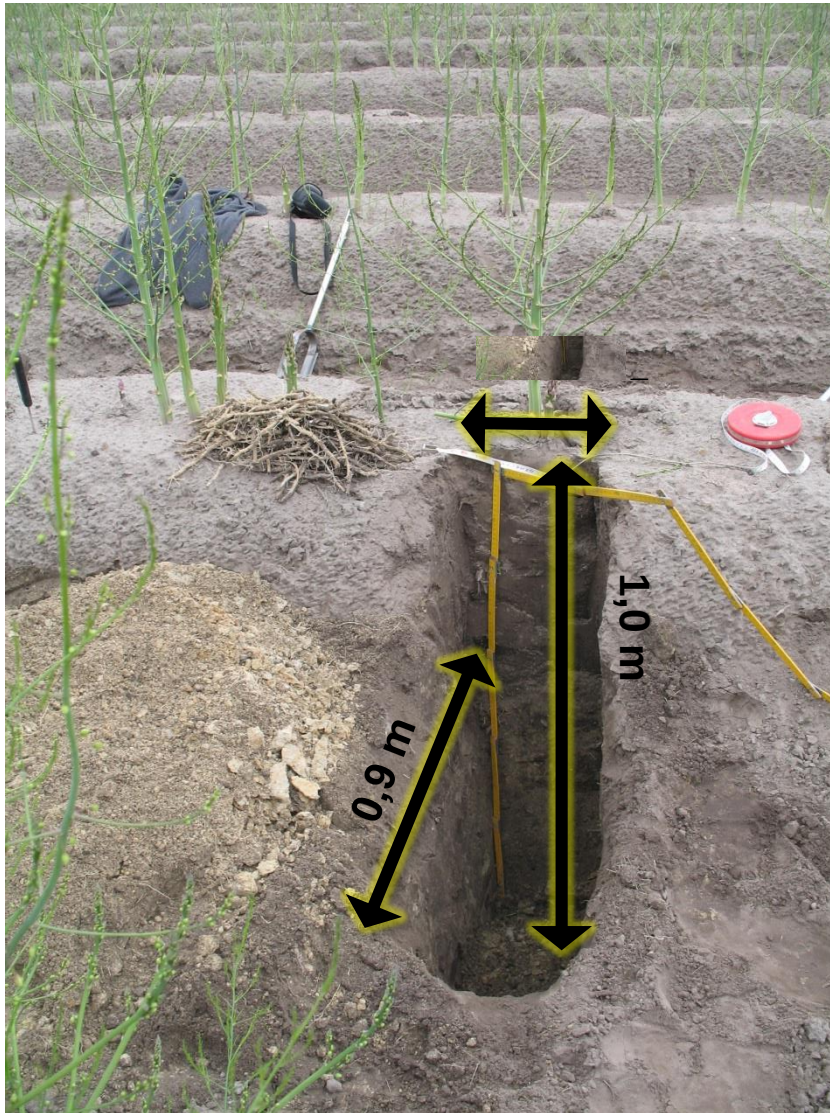
- Wortelmonsters: Op 3 representatieve plekken per perceel worden de wortels uitgegraven in een sleuf aan één kant van bed. De afmetingen van de sleuf zijn 90 (l) x 25 (b) x 100 (d) cm.
- Stengels: Op 3 representatieve plekken per perceel worden over 1 m lengte de bovengrondse delen vanaf de kroon van de aspergeplanten afgestoken (4 planten).
- Alle gewasmonsters worden zo veel mogelijk gekoeld bewaard tot verdere verwerking.

Voor de wortelmonsters wordt er aan een kant van het bed een rechthoekige kuil gegraven (zie foto).

Dimensies :

- Diepte 1 m, gemeten vanaf bovenkant bed
- De breedte is 25 cm (=plantafstand)
- Lengte 90 cm vanaf het midden van de plantrij van de rij (= 0,5*rijafstand).

Daarbij dienen de opslagwortels uit de grond verzameld te worden.



De opslagwortels zijn onvertakt, bruin, diameter 2-6 mm, en een lengte tot 1-2 m. Deze worden met de hand van de grond gescheiden, in plastic monsterzakken verzameld en gekoeld bewaard tot verdere verwerking.

Naast dikke opslagwortels zijn er ook nog dunne opnamewortels te vinden, (diameter tot 2 mm, wit, vaak vertakt), deze hoeven niet uit de grond verzameld te worden. Het aandeel van de opnamewortels in de totale hoeveelheid wortelmassa is verwaarloosbaar klein.



De opslagwortels van een aspergeplant. Vanuit de opslagwortels ontwikkelen zich dunne opnamewortels (met pijl aangegeven).

Monsters van stengels:

Voor de bemonstering van de stengels wordt het bed over een breedte van 1 m (= 4 planten) aan een kant weggestoken tot aan de kronen. Van de 4 planten binnen deze meter worden alle delen boven de kronen afgestoken en verzameld in plastic monsterzakken en gekoeld bewaard tot verdere bewerking.



Bijlage 3. Vers- en drooggewichten gewas.

Tabel 1. Vers- en drooggewichten wortel in juni/juli.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	Deel- monster	Wortel		
				Vers gewicht kg/ha	Ds %	Ds gewicht
A	1	2	a	19778	0,110	2178
			b	19911	0,118	2356
			c	10622	0,105	1111
A	2	4	a	34533	0,135	4667
			b	47733	0,125	5956
			c	39200	0,143	5600
A	3	8	a	51689	0,138	7111
			b	29644	0,121	3600
			c	38756	0,133	5156
B	1	2	a	8222	0,135	1111
			b	13289	0,124	1644
			c	5244	0,110	578
B	2	4	a	22133	0,127	2800
			b	32089	0,150	4800
			c	30044	0,123	3689
B	3	6	a	23111	0,144	3333
			b	25556	0,150	3822
			c	31378	0,129	4044
C	1	3	a	13956	0,156	2178
			b	43956	0,171	7511
			c	27556	0,158	4356
C	2	4	a	33778	0,133	4489
			b	41822	0,150	6267
			c	34578	0,141	4889
C	3	7	a	26133	0,143	3733
			b	25867	0,167	4311
			c	19333	0,189	3644
D	1	1	a			
			b			
			c			
D	2	2	a	23422	0,125	2933
			b	34489	0,129	4444
			c	24267	0,128	3111
D	3	4	a	31022	0,173	5378
			b	51956	0,141	7333
			c	43200	0,146	6311
D	4	6	a	61556	0,168	10356
			b	63200	0,167	10533
			c	23956	0,169	4044

Tabel 2. Gemiddelde waarden van de wortel per perceel in juni/juli.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	Wortel		
			<i>Vers gewicht kg/ha</i>	<i>Ds %</i>	<i>Ds gewicht</i>
A	1	2	16770	0,111	1881
A	2	4	40489	0,134	5407
A	3	8	40030	0,131	5289
B	1	2	8919	0,123	1111
B	2	4	28089	0,133	3763
B	3	6	26681	0,141	3733
C	1	3	28489	0,162	4681
C	2	4	36726	0,141	5215
C	3	7	23778	0,166	3896
D	1	1			
D	2	2	27393	0,127	3496
D	3	4	42059	0,154	6341
D	4	6	49570	0,168	8311

Tabel 3. Standaardafwijking van de wortel per perceel in juni/juli.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	Wortel		
			<i>Vers gewicht kg/ha</i>	<i>Ds %</i>	<i>Ds gewicht</i>
A	1	2	5325	0,007	673
A	2	4	6694	0,009	666
A	3	8	11077	0,008	1759
B	1	2	4067	0,012	533
B	2	4	5258	0,015	1002
B	3	6	4247	0,011	364
C	1	3	15022	0,008	2682
C	2	4	4432	0,008	933
C	3	7	3851	0,023	362
D	1	1			
D	2	2	6160	0,002	826
D	3	4	10513	0,017	978
D	4	6	22198	0,001	3696

Tabel 4. Vers- en drooggewichten wortel en loof in september.

Teler	Perceel	Deel- monster	Wortel			Loof		
			Vers gewicht kg/ha	Ds %	Ds gewicht	Vers gewicht kg/ha	Ds %	Ds gewicht
A	1	a	34844	0,249	8662	29117	0,209	6093
		b	17956	0,239	4289	19667	0,225	4423
		c	17733	0,281	4975	21717	0,188	4091
A	2	a	24756	0,231	5726	20622	0,209	4304
		b	29333	0,235	6902	26333	0,216	5682
		c	22578	0,209	4718	23956	0,243	5818
A	3	a	25289	0,171	4327	22000	0,228	5006
		b	139067	0,221	30711	24556	0,223	5478
		c	31156	0,186	5781	20311	0,227	4600
B	1	a	7644	0,198	1516	17411	0,209	3646
		b	6533	0,235	1537	19489	0,216	4211
		c	6978	0,233	1628	20678	0,224	4628
B	2	a	50889	0,197	10015	20767	0,182	3772
		b	56356	0,192	10825	14744	0,191	2809
		c	39644	0,084	3328	13106	0,206	2701
B	3	a	23644	0,196	4624	13033	0,201	2619
		b	34622	0,180	6225	18056	0,223	4020
		c	32889	0,192	6320	16867	0,192	3244
C	1	a	78933	0,224	17669	14300	0,230	3283
		b	48089	0,184	8829	17967	0,216	3878
		c	31289	0,183	5721	21422	0,215	4614
C	2	a	21067	0,195	4104	21250	0,238	5060
		b	26044	0,184	4785	15500	0,248	3846
		c	20178	0,220	4432	14750	0,227	3348
C	3	a	46844	0,198	9267	14444	0,227	3281
		b	50311	0,163	8208	16444	0,241	3956
		c	19022	0,174	3306	15272	0,246	3753
D	1	a	2667	0,196	522	21689	0,246	5327
		b				12550	0,215	2698
		c				21572	0,245	5287
D	2	a	22444	0,154	3457	21917	0,230	5036
		b	24667	0,172	4245	22056	0,199	4387
		c	22889	0,172	3934	20444	0,220	4508
D	3	a	20178	0,190	3829	21022	0,192	4043
		b	23378	0,178	4152	15700	0,171	2692
		c	28711	0,182	5220	21194	0,177	3746
D	4	a	45733	0,172	7877	32611	0,209	6815
		b	28933	0,163	4719	31917	0,213	6812
		c	29556	0,154	4552	28956	0,194	5615

Tabel 5. Gemiddelde waarden van de wortel en loof per perceel in september.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	Wortel			Loof		
			<i>Vers gewicht kg/ha</i>	<i>ds %</i>	<i>ds gewicht</i>	<i>Vers gewicht kg/ha</i>	<i>ds %</i>	<i>ds gewicht</i>
A	1	2	23511	0,256	5975	23500	0,208	4869
A	2	4	25556	0,225	5782	23637	0,222	5268
A	3	8	65170	0,192	13606	22289	0,226	5028
B	1	2	7052	0,222	1560	19193	0,216	4161
B	2	4	48963	0,158	8056	16206	0,193	3094
B	3	6	30385	0,189	5723	15985	0,205	3294
C	1	3	52770	0,197	10740	17896	0,220	3925
C	2	4	22430	0,199	4440	17167	0,238	4085
C	3	7	38726	0,178	6927	15387	0,238	3663
D	1	1	2667	0,196	522	18604	0,235	4437
D	2	2	23333	0,166	3879	21472	0,216	4644
D	3	4	24089	0,183	4400	19306	0,180	3494
D	4	6	34741	0,163	5716	31161	0,205	6414

Tabel 6. Standaardafwijking van de wortel en loof per perceel in september.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	Wortel			Loof		
			<i>Vers gewicht kg/ha</i>	<i>ds %</i>	<i>ds gewicht</i>	<i>Vers gewicht kg/ha</i>	<i>ds %</i>	<i>ds gewicht</i>
A	1	2	9816	0,022	2352	4971	0,018	1073
A	2	4	3448	0,014	1093	2869	0,018	838
A	3	8	64063	0,026	14831	2137	0,002	439
B	1	2	559	0,021	60	1653	0,007	493
B	2	4	8520	0,064	4115	4034	0,012	590
B	3	6	5902	0,008	953	2625	0,016	702
C	1	3	24165	0,023	6199	3562	0,008	667
C	2	4	3162	0,018	341	3556	0,011	880
C	3	7	17152	0,018	3180	1005	0,010	347
D	1	1				5243	0,018	1506
D	2	2	1176	0,010	397	893	0,016	346
D	3	4	4311	0,006	728	3124	0,011	710
D	4	6	9525	0,009	1874	1941	0,010	692

Tabel 7. Vers- en drooggewichten wortel en loof in november.

Teler	Perceel	Deel-monster	Wortel			Loof		
			Vers gewicht kg/ha	Ds %	Ds gewicht	Vers gewicht kg/ha	Ds %	Ds gewicht
A	1	a	26889	0,229	6153			
		b	18222	0,230	4185			
		c	27511	0,238	6553			
A	2	a	22444	0,250	5611	6083	0,395	2401
		b	36044	0,219	7904	9844	0,328	3232
		c	20444	0,241	4935	10478	0,365	3819
A	3	a	24489	0,186	4546	8167	0,403	3291
		b	32933	0,149	4909	7772	0,460	3575
		c	43778	0,212	9260	5706	0,431	2458
B	1	a	7244	0,190	1376	6406	0,296	1894
		b	15244	0,220	3359	6728	0,352	2370
		c	10844	0,221	2397	6422	0,326	2093
B	2	a	16489	0,207	3416	6039	0,253	1528
		b	11600	0,153	1775	12000	0,255	3059
		c	35600	0,201	7145	9617	0,267	2570
B	3	a	19467	0,168	3274			
		b	19333	0,193	3730			
		c	23822	0,190	4530			
C	1	a	17956	0,162	2906			
		b	20444	0,201	4100			
		c	21156	0,245	5182			
C	2	a	31378	0,175	5500	5956	0,355	2112
		b	38889	0,198	7700	5206	0,481	2503
		c	45556	0,194	8826	3322	0,529	1756
C	3	a	22133	0,177	3922	4456	0,472	2102
		b	37689	0,178	6715	3411	0,466	1588
		c	35111	0,193	6792	4556	0,544	2476
D	1	a	14000	0,233	3256	9317	0,371	3460
		b				13778	0,490	6751
		c				3467	0,443	1536
D	2	a	38667	0,202	7803			
		b	28000	0,204	5718			
		c	26711	0,180	4819			
D	3	a						
		b						
		c	21289	0,200	4258			
D	4	a	39378	0,191	7527	6239	0,414	2584
		b	52178	0,195	10161	7089	0,455	3225
		c	35422	0,203	7182	10556	0,318	3361

Tabel 8. Gemiddelde waarden van de wortel en loof per perceel in november.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	Wortel			Loof		
			<i>Vers gewicht kg/ha</i>	<i>Ds %</i>	<i>Ds gewicht</i>	<i>Vers gewicht kg/ha</i>	<i>Ds %</i>	<i>Ds gewicht</i>
A	1	2	24207	0,232	5631			
A	2	4	26311	0,237	6150	8802	0,362	3151
A	3	8	33733	0,182	6238	7215	0,431	3108
B	1	2	11111	0,210	2377	6519	0,325	2119
B	2	4	21230	0,187	4112	9219	0,258	2386
B	3	6	20874	0,184	3844			
C	1	3	19852	0,202	4063			
C	2	4	38607	0,189	7342	4828	0,455	2124
C	3	7	31644	0,183	5810	4141	0,494	2055
D	1	1	14000	0,233	3256	8854	0,435	3916
D	2	2	31126	0,195	6113			
D	3	4	21289	0,200	4258			
D	4	6	42326	0,196	8290	7961	0,396	3057

Tabel 9. Standaardafwijking van de wortel en loof per perceel in november.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	Wortel			Loof		
			<i>Vers gewicht kg/ha</i>	<i>Ds %</i>	<i>Ds gewicht</i>	<i>Vers gewicht kg/ha</i>	<i>Ds %</i>	<i>Ds gewicht</i>
A	1	2	5193	0,005	1267			
A	2	4	8488	0,016	1556	2376	0,033	713
A	3	8	9669	0,031	2623	1322	0,028	581
B	1	2	4007	0,018	991	181	0,028	239
B	2	4	12683	0,030	2752	3000	0,008	782
B	3	6	2554	0,014	636			
C	1	3	1680	0,042	1138			
C	2	4	7093	0,012	1691	1357	0,090	373
C	3	7	8337	0,009	1635	634	0,043	446
D	1	1				5171	0,060	2637
D	2	2	6562	0,013	1531			
D	3	4						
D	4	6	8758	0,006	1629	2287	0,070	415

Bijlage 4. Gehalten en hoeveelheid nutriënten in gewas.

Tabel 10. Gehalten wortels juni/juli.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	N- totaal g/ kg ds	Fos- for g/ kg ds	Ka- lium g/ kg ds	Zwa- vel g/ kg ds	Mag- nesium g/ kg ds	Cal- cium g/ kg ds	Na- trium g/ kg ds	Man- gaan Mg/ kg ds	Zink Mg/ kg ds	IJzer Mg/ kg ds
A	1	2	26,3	5	26	4,7	1,3	6,5	0,2	116	31	2563
A	2	4	21,2	4,4	22	4	1,1	5	0,2	77	18	1215
A	3	8	22,8	5,9	22	3,6	1	4,2	0,2	112	14	1485
B	1	2	19,7	3,8	24	4,1	1	4,8	0,3	54	33	1265
B	2	4	21,6	3,9	22	4,2	1	3,7	0,5	47	21	782
B	3	6	23,5	6,5	22	4	1,2	3,8	0,4	36	23	824
C	1	3	20,5	2,7	16	3,4	1,2	3,2	0,3	79	25	1385
C	2	4	19,5	4,3	22	3,9	1,2	4,4	0,5	58	23	964
C	3	7	15,3	1,9	14	3,9	1	2,9	1	119	27	1538
D	1	1										
D	2	2	29,3	5,5	27,0	4,6	1,3	5,4	0,4	31	37	309
D	3	4	18,9	2,5	15,9	3,3	0,9	3,8	0,2	74	27	2772
D	4	6	22,1	3,4	19,7	3,7	0,8	3,2	0,3	25	17	346

Tabel 11. Hoeveelheid nutriënten wortels juni/juli.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	N- kg/ha Kg / hect	P- kg/ha Kg / hect	K- kg/ha Kg / hect	Zwa- vel Kg / hect	Mag- nesium Kg / hect	Cal- cium Kg / hect	Na- trium Kg / hect	Man- gaan Kg / hect	Zink Kg / hect	IJzer Kg / hect	Sui- ker
A	1	2	49	9	48	8,8	2,4	12,2	0,38	0,22	0,06	4,82	n.d.
A	2	4	115	24	117	21,6	5,9	27,0	1,08	0,42	0,10	6,57	
A	3	8	121	31	114	19,0	5,3	22,2	1,06	0,59	0,07	7,85	
B	1	2	22	4	27	4,6	1,1	5,3	0,33	0,06	0,04	1,41	
B	2	4	81	15	81	15,8	3,8	13,9	1,88	0,18	0,08	2,94	
B	3	6	88	24	83	14,9	4,5	14,2	1,49	0,13	0,09	3,08	
C	1	3	96	13	75	15,9	5,6	15,0	1,40	0,37	0,12	6,48	
C	2	4	102	22	112	20,3	6,3	22,9	2,61	0,30	0,12	5,03	
C	3	7	60	7	54	15,2	3,9	11,3	3,90	0,46	0,11	5,99	
D	1	1									0,00	0,00	
D	2	2	102	19	94	16,0	4,7	19,0	1,52	0,11	0,13	1,08	
D	3	4	120	16	101	20,9	5,7	24,1	1,27	0,47	0,17	17,58	
D	4	6	185	29	161	31,0	6,4	26,9	2,49	0,21	0,14	2,87	

Tabel 12. Gehalten wortels september.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	N- totaal g / kg ds	Fos- for g / kg ds	Ka- lium g / kg ds	Zwa- vel g / kg ds	Mag- nesium g / kg ds	Cal- cium g / kg ds	Na- trium g / kg ds	Man- gaan mg / kg ds	Zink mg / kg ds	IJzer mg / kg ds	Sui- ker
A	1	2	15	2,7	14,6	2,9	0,8	3,1	0,1	67	22	1449	547
A	2	4	13,1	2,8	15,1	2,7	0,8	3,6	0,1	67	20	1201	559
A	3	8	15,4	3,7	15	2,7	0,9	3	0,2	95	22	1443	491
B	1	2	15,5	2,5	16,2	3	0,8	3,2	0,3	32	37	462	541
B	2	4	15,8	2,9	17,3	3,2	0,8	3,2	0,4	29	18	451	556
B	3	6	16,8	4,6	16,3	3,3	0,9	2,4	0,3	26	20	404	533
C	1	3	13,6	3	16,1	3,1	0,8	3	0,4	43	23	826	515
C	2	4	15,7	2	11,3	3	0,8	2,5	0,6	36	18	748	569
C	3	7	17,7	2,7	16	3,4	1	3,3	0,5	79	23	1284	451
D	1	1	15,1	2,5	15,6	3	0,9	2,3	0,5	20	23	575	
D	2	2	19,1	4,5	19	3,5	0,9	3,2	0,3	39	26	650	472
D	3	4	18,6	2,8	17,9	3,3	0,8	2,8	0,2	35	19	940	498
D	4	6	17,2	3,9	17,8	3,5	0,9	2,6	0,3	31	25	569	521

Tabel 13. Hoeveelheid nutriënten wortels september.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	N- kg/ha kg / hect	P- kg/ha kg / hect	K- kg/ha kg / hect	Zwa- vel kg / hect	Mag- nesium kg / hect	Cal- cium kg / hect	Na- trium kg / hect	Man- gaan kg / hect	Zink kg / hect	IJzer kg / hect	Sui- ker
A	1	2	93	17	90	18	5	19	0,62	0,41	0,14	8,96	3269
A	2	4	78	17	90	16	5	22	0,60	0,40	0,12	7,18	3232
A	3	8	214	51	208	37	12	42	2,78	1,32	0,31	20,03	6681
B	1	2	25	4	26	5	1	5	0,48	0,05	0,06	0,75	844
B	2	4	133	24	145	27	7	27	3,36	0,24	0,15	3,79	4479
B	3	6	98	27	95	19	5	14	1,76	0,15	0,12	2,36	3050
C	1	3	149	33	176	34	9	33	4,38	0,47	0,25	9,04	5531
C	2	4	71	9	51	14	4	11	2,72	0,16	0,08	3,40	2527
C	3	7	81	12	73	15	5	15	2,27	0,36	0,10	5,84	2003
D	1	1	8	1	9	2	1	1	0,28	0,01	0,01	0,32	
D	2	2	76	18	76	14	4	13	1,19	0,16	0,10	2,58	1831
D	3	4	84	13	81	15	4	13	0,90	0,16	0,09	4,23	2191
D	4	6	101	23	104	20	5	15	1,76	0,18	0,15	3,33	2978

Tabel 14. Gehalten loof september.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	N- totaal <i>g / kg ds</i>	Fos- for <i>g / kg ds</i>	Ka- lium <i>g / kg ds</i>	Zwa- vel <i>g / kg ds</i>	Mag- nesium <i>g / kg ds</i>	Cal- cium <i>g / kg ds</i>	Na- trium <i>g / kg ds</i>	Man- gaan <i>mg / kg ds</i>	Zink <i>mg / kg ds</i>	IJzer <i>mg / kg ds</i>	Sui- ker
A	1	2	20,6	2,3	33,9	3,9	0,8	5,9	0,1	66	21	114	
A	2	4	21,2	2,3	32,1	3,9	0,8	5,6	0,1	67	30	97	
A	3	8	17,9	2,3	30,7	3,1	0,8	4,7	0,1	66	42	179	
B	1	2	17,9	2,4	30	4	1,2	4,9	0,3	52	20	177	
B	2	4	16,6	1,8	30,6	3	0,9	3,2	0,2	27	25	99	
B	3	6	20,2	2,9	31,3	3	1,1	3,9	0,2	38	38	449	
C	1	3	17,1	1,8	28,9	2,6	1,2	4,2	0,1	28	25	112	
C	2	4	19,5	1,7	14,1	2,8	1,8	5,2	0,7	33	24	195	
C	3	7	17,7	1,7	30,4	2,5	1,2	3,7	0,2	32	35	273	
D	1	1	21,3	2,9	28,7	4,1	2	5,1	0,3	86	24	208	
D	2	2	19,7	2,4	33,3	3,7	1	4,2	0,2	96	39	259	
D	3	4	18,8	1,9	37,7	3,6	0,7	3,5	0,1	49	23	163	
D	4	6	18,6	2,4	31,5	3,2	0,9	3,7	0,1	70	44	156	

Tabel 15. Hoeveelheid nutriënten loof september.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	N- kg/ha <i>kg / hect</i>	P- kg/ha <i>kg / hect</i>	K- kg/ha <i>kg / hect</i>	Zwa- vel <i>kg / hect</i>	Mag- nesium <i>kg / hect</i>	Cal- cium <i>kg / hect</i>	Na- trium <i>kg / hect</i>	Man- gaan <i>kg / hect</i>	Zink <i>kg / hect</i>	IJzer <i>kg / hect</i>	Sui- ker
A	1	2	104	12	171	20	4	30	0,50	0,33	0,11	0,58	
A	2	4	116	13	175	21	4	31	0,54	0,37	0,16	0,53	
A	3	8	93	12	159	16	4	24	0,52	0,34	0,22	0,93	
B	1	2	77	10	129	17	5	21	1,29	0,22	0,09	0,76	
B	2	4	53	6	98	10	3	10	0,64	0,09	0,08	0,32	
B	3	6	69	10	107	10	4	13	0,68	0,13	0,13	1,53	
C	1	3	69	7	117	11	5	17	0,40	0,11	0,10	0,45	
C	2	4	82	7	59	12	8	22	2,95	0,14	0,10	0,82	
C	3	7	67	6	115	9	5	14	0,76	0,12	0,13	1,03	
D	1	1	97	13	131	19	9	23	1,37	0,39	0,11	0,95	
D	2	2	94	11	159	18	5	20	0,95	0,46	0,19	1,24	
D	3	4	68	7	136	13	3	13	0,36	0,18	0,08	0,59	
D	4	6	123	16	208	21	6	24	0,66	0,46	0,29	1,03	

Tabel 16. Gehalten wortels november.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	N- totaal g / kg ds	Fos- for g / kg ds	Ka- lium g / kg ds	Zwa- vel g / kg ds	Mag- nesium g / kg ds	Cal- cium g / kg ds	Na- trium g / kg ds	Man- gaan mg / kg ds	Zink mg / kg ds	IJzer mg / kg ds	Sui- ker
A	1	2	16	3,2	16,5	2,9	0,7	3,6	0,1	56	16	941	580
A	2	4	18,7	3,4	17,4	3,1	0,8	3	0,1	51	20	1090	585
A	3	8	17,2	4,2	19,1	3	0,8	3,4	0,2	78	16	1155	534
B	1	2	20,6	3,9	21	3,8	0,9	2,1	0,2	43	40	393	538
B	2	4	19,1	4,8	19,1	3,4	0,9	2,6	0,3	23	20	401	538
B	3	6	16,3	3,5	18,1	3,4	0,8	3,2	0,3	30	18	548	560
C	1	3	16,9	2,3	14,5	3,1	0,8	2,5	0,4	46	20	1125	536
C	2	4	15,9	3,4	18,8	3,1	0,9	3,4	0,3	36	20	634	560
C	3	7	18,5	3	17,5	3,5	0,9	4,1	0,6	64	19	918	513
D	1	1	19,4	3,2	17,8	3,1	0,9	1,9	0,3	23	22	921	499
D	2	2	19,4	4,3	18,1	3,2	0,8	2,8	0,2	29	24	619	514
D	3	4	19,8	2,9	18,5	3,2	0,8	2,7	0,2	36	21	1728	516
D	4	6	17	3,7	18,8	3,3	0,8	2,6	0,3	27	21	538	560

Tabel 17. Hoeveelheid nutriënten wortels november.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	N- kg/ha kg / hect	P- kg/ha kg / hect	K- kg/ha kg / hect	Zwa- vel kg / hect	Mag- nesium kg / hect	Cal- cium kg / hect	Na- trium kg / hect	Man- gaan kg / hect	Zink kg / hect	IJzer kg / hect	Sui- ker
A	1	2	93	19	96	17	4	21	0,58	0,33	0,09	5,47	3266
A	2	4	119	22	111	20	5	19	0,64	0,32	0,13	6,94	3598
A	3	8	111	27	124	19	5	22	1,29	0,50	0,10	7,47	3331
B	1	2	51	10	52	9	2	5	0,49	0,11	0,10	0,97	1279
B	2	4	81	20	81	14	4	11	1,28	0,10	0,09	1,71	2212
B	3	6	65	14	72	14	3	13	1,19	0,12	0,07	2,18	2153
C	1	3	71	10	61	13	3	10	1,68	0,19	0,08	4,72	2178
C	2	4	121	26	143	24	7	26	2,28	0,27	0,15	4,81	4112
C	3	7	141	23	133	27	7	31	4,56	0,49	0,14	6,98	3766
D	1	1	65	11	60	10	3	6	1,01	0,08	0,07	3,09	1625
D	2	2	123	27	114	20	5	18	1,26	0,18	0,15	3,91	3142
D	3	4	87	13	81	14	4	12	0,88	0,16	0,09	7,59	2197
D	4	6	145	32	161	28	7	22	2,56	0,23	0,18	4,59	4643

Tabel 18. Gehalten loof november.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	N- totaal g / kg ds	Fos- for g / kg ds	Ka- lium g / kg ds	Zwa- vel g / kg ds	Mag- nesium g / kg ds	Cal- cium g / kg ds	Na- trium g / kg ds	Man- gaan mg / kg ds	Zink mg / kg ds	IJzer mg / kg ds	Sui- ker
A	1	2											
A	2	4	10,4	1,3	19,8	2,5	0,5	5,2	0,1	54	21	914	
A	3	8	10	1,1	15,7	2	0,5	3,8	0,1	60	16	709	
B	1	2	6,1	0,8	5,6	1,1	0,4	2,6	0,1	56	32	981	
B	2	4	9,9	1,3	15,3	1,9	0,6	2,8	0,2	39	30	677	
B	3	6											
C	1	3											
C	2	4	9,1	0,7	6,6	1,4	0,9	3,4	0,1	42	20	921	
C	3	7	9,4	0,6	8,2	1,6	0,7	3,3	0,1	38	18	710	
D	1	1	9,3	0,9	15,5	2,3	0,9	2,8	0,2	47	29	592	
D	2	2											
D	3	4											
D	4	6	8,8	0,8	18,5	2	0,6	2,8	0,2	44	25	431	

Tabel 19. Hoeveelheid nutriënten loof november.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	N- kg/ha kg / hect	P- kg/ha kg / hect	K- kg/ha kg / hect	Zwa- vel kg / hect	Mag- nesium kg / hect	Cal- cium kg / hect	Na- trium kg / hect	Man- gaan kg / hect	Zink kg / hect	IJzer kg / hect	Sui- ker
A	1	2											
A	2	4	34	4	64	8	2	17	0,32	0,18	0,07	2,96	
A	3	8	32	4	50	6	2	12	0,32	0,19	0,05	2,26	
B	1	2	13	2	12	2	1	6	0,22	0,12	0,07	2,11	
B	2	4	24	3	38	5	1	7	0,49	0,10	0,07	1,66	
B	3	6											
C	1	3											
C	2	4	20	2	14	3	2	7	0,22	0,09	0,04	2,00	
C	3	7	20	1	17	3	1	7	0,21	0,08	0,04	1,50	
D	1	1	37	4	62	9	4	11	0,80	0,19	0,12	2,38	
D	2	2											
D	3	4											
D	4	6	28	3	58	6	2	9	0,63	0,14	0,08	1,35	

Bijlage 5. Uitslagen grondmonsters.

Tabel 20. Uitslagen grondmonsters juni/juli.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	Na	pH	KZK	OS	CEC	CEC- Bez.	Bodem leven	C/S	Vrd- N	Ca- besch	Ca- voorr	C- anorg	Klei	Silt	Zand
			Mg Na/ kg		%	%	mmol/ kg	%	mg N/ kg		kg/ha	kg Ca/ ha	kg Ca/ ha	%	%	%	%
A	1	2	<6	6,2	0,2	2,2	55	93	32	85	74	356	7115	<0,03	4	32	62
A	2	4	<6	6,1	0,2	1,9	49	100	43	69	47	345	6900	<0,03	4	29	65
A	3	8	<6	6,1	0,2	2,1	54	96	39	76	103	357	7140	<0,03	4	33	61
B	1	2	<6	6	0,2	3	57	94	19	87	169	371	7415	0,03	1	8	88
B	2	4	5	6	0,2	3,1	52	94	32	82	49	337	6730	<0,03	2	9	86
B	3	6	<6	5,4	0,2	2,3	37	92	30	74	101	239	4780	<0,03	3	10	85
C	1	3	5	5,8	0,2	1,6	50	90	25	62	23	303	6060	0,07	11	23	64
C	2	4	<6	6,2	0,2	1,5	38	93	40	58	23	252	5040	<0,03	7	28	64
C	3	7	<6	5,2	0,2	1,8	24	81	24	70	73	97	1945	<0,03	3	12	83
D	1	1															
D	2	2															
D	3	4															
D	4	6															

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	N- amm	N- nit	N- Tot	CN	NLV	P- PAE	Pw	P- AL	P buf- fering	K	K-vrd	K- getal	S- Tot	SLV	Mg
			mg/l	mg/l	mg N/ kg		kg N/ ha	mg P/ kg	mg P2O5/ l	mg/ 100g		mg K/ kg	mmol/ kg		mg S/ kg	kg S/ ha	mg Mg /kg
A	1	2	<0,5	4,1	910	14	111	8,1	85	88	11	107	3,1	26	<150	15	57
A	2	4	<0,5	2,6	780	14	97	5,8	74	81	14	87	2,9	22	160	20	63
A	3	8	<0,5	5,7	820	15	93	4,3	58	56	13	96	3,2	23	160	18	66
B	1	2	<0,5	9,4	960	18	86	2	52	65	33	77	2,1	18	200	19	51
B	2	4	<0,5	2,7	950	19	77	2	51	63	32	52	1,7	14	220	22	65
B	3	6	<0,5	5,6	850	16	89	3,2	54	57	18	43	1,4	13	180	21	46
C	1	3	<1,2	1,7	870	11	125	1,8	40	42	42	32	2,3	10	<150	20	99
C	2	4	<1,2	1,7	1230	7	223	8,2	79	74	9	52	3	16	150	22	71
C	3	7	<1,2	5,4	690	15	81	3,7	45	33	9	71	2,4	19	<150	18	52
D	1	1															
D	2	2															
D	3	4															
D	4	6															

Tabel 21. Uitslagen grondmonsters september/oktober.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	N- amm	N- nit	N- Tot	CN	NLV	P- PAE	Pw	P- AL	P buf- fering	K	K-vrd	K- getal	S- Tot	SLV	Mg
			mg/l	mg/l	mg N/ kg		kg N/ ha	mg P/ kg	mg P2O5/ l	mg/ 100g		mg K/ kg	mmol/ kg		mg S/ kg	kg S/ ha	mg Mg/ kg
A	1	2	<0,5	8,2	820	16	85	10,1	94	95	9	109	3,1	26	180	22	70
A	2	4	<0,5	4,3	880	13	116	10,8	103	110	10	96	3,3	23	160	19	79
A	3	8	<0,05	2,8	820	14	102	9	89	91	10	129	4,2	32	150	17	93
B	1	2	0,7	9,3	900	18	81	2,9	61	76	26	86	2,2	20	210	23	62
B	2	4	1,3	6,1	780	18	70	3,2	60	71	22	72	1,8	18	180	20	80
B	3	6	1,6	10,6	1230	14	143	6,6	80	87	13	76	2	19	210	22	72
C	1	3	0,8	3,5	1050	8	175	2,8	50	52	19	41	2,1	14	160	25	118
C	2	4	1,7	8,8	1560	7	265	8,7	91	97	11	95	3,4	24	210	32	81
C	3	7	0,9	11,6	690	15	81	3,6	46	37	10	67	1,8	19	150	18	55
D	1	1	0,6	5,5	960	18	86	2,4	49	55	23	113	2,2	26	210	21	144
D	2	2	1,2	12,8	1280	18	108	5,3	97	136	26	115	2,4	24	250	22	131
D	3	4	0,5	5,4	990	15	109	0,8	30	38	48	82	2,5	21	170	17	71
D	4	6	0,6	4,8	790	16	85	4	64	72	18	95	2,6	23	170	19	78

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	Na	pH	KZK	OS	CEC	CEC- Bez.	Bodem leven	C/S	Vrd- N	Ca- besch	Ca- voorr	C- anorg	Klei	Silt	Zand
			Mg Na/ kg		%	%	mmol/ kg	%	mg N/ kg		kg/ha	kg Ca/ ha	kg Ca/ ha	%	%	%	%
A	1	2	<6	6	0,2	2,2	59	96	28	71	148	398	7965	<0,03	4	35	59
A	2	4	6	5,9	0,2	2	58	99	30	73	77	401	8020	<0,03	3	39	56
A	3	8	<6	6,1	0,2	2	60	100	38	77	50	417	8330	0,04	6	59	33
B	1	2	7	6,2	0,2	2,8	62	97	28	77	180	415	8295	0,03	1	12	84
B	2	4	7	5,9	0,2	2,4	48	93	35	77	133	311	6225	0,04	2	9	87
B	3	6	5	5,3	0,2	2,9	44	95	32	80	220	285	5705	<0,03	3	10	84
C	1	3	8	6	0,3	1,4	59	89	37	51	52	366	7325	0,1	12	20	66
C	2	4	7	6,3	0,2	1,8	50	100	53	50	126	347	6945	<0,03	4	14	80
C	3	7	9	5,6	0,2	1,8	24	96	39	70	200	138	2750	<0,03	3	13	82
D	1	1	13	5,4	0,2	3	42	93	36	83	110	241	4825	0,03	1	8	88
D	2	2	13	5,7	0,2	3,9	54	100	45	90	252	341	6820	<0,03	3	17	76
D	3	4	10	5,5	0,2	2,5	33	100	21	85	106	198	3955	0,05	4	23	71
D	4	6	6	5,6	0,2	2,2	43	99	27	75	97	281	5625	<0,03	1	11	86

Tabel 22. Uitslagen grondmonsters november.

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	N- amm	N- nit	N- Tot	CN	NLV	P- PAE	Pw	P- AL	P buf- fering	K	K-vrd	K- getal	S- Tot	SLV	Mg
			mg/l	mg/l	mg N/ kg		kg N /ha	mg P/ kg	mg P2O5/ l	mg/ 100g		mg K/kg	mmol/ kg		mg S/ kg	kg S/ ha	mg Mg/ kg
A	1	2	0,5	3,5	830	15	97	12,7	101	94	7	128	3,6	31	180	22	96
A	2	4	0,5	2,2	760	14	92	7,2	73	67	9	107	3,3	27	<150	18	61
A	3	8	0,5	4,1	680	13	89	5	62	60	12	122	3,9	31	<150	22	100
B	1	2	<0,5	5,9	820	18	73	1,3	44	58	45	47	2,5	13	180	19	36
B	2	4	<0,5	3	950	14	116	1,6	43	51	32	34	2,1	10	190	23	41
B	3	6	<0,5	5,5	900	15	101	4,3	60	61	14	49	1,9	13	180	21	58
C	1	3	1,1	7,4	1150	9	188	2	45	50		61	3,6	17	160	21	112
C	2	4	1,1	2,1	1450	8	245	8,2	89	95		81	3,6	22	220	33	85
C	3	7	0,6	1,2	750	13	100	2,4	40	36		60	2,2	17	150	19	45
D	1	1															
D	2	2															
D	3	4															
D	4	6															

Teler	Perceel	Leeftijd gewas	Na	pH	KZK	OS	CEC	CEC- Bez.	Bodem leven	C/S	Vrd- N	Ca- besch	Ca- voorr	C- anorg	Klei	Silt	Zand
			Mg Na/ kg		%	%	mmol/ kg	%	mg N/ kg		kg/ha	kg Ca/ ha	kg Ca/ ha	%	%	%	%
A	1	2	9	6	0,2	2,2	57	100	35	71	63	398	7965	0,04	4	37	57
A	2	4	<6	6,1	0,2	1,8	49	99	36	70	40	335	6705	<0,03	5	35	58
A	3	8	<6	6	0,2	1,5	53	100	28	58	74	369	7370	<0,03	7	61	31
B	1	2	<6	5,9	0,2	2,5	44	100	21	81	106	302	6035	0,03	2	9	87
B	2	4	<6	5,9	0,2	2,3	47	95	23	70	54	312	6245	0,05	1	11	86
B	3	6	8	5,6	0,2	2,3	42	95	22	74	99	279	5570	0,03	3	9	86
C	1	3	29	5,9	0,2	1,8	55	100	42	65	153	354	7080	<0,03		20	67
C	2	4	21	6,3	0,2	2	52	94	38	53	58	333	6655	<0,03		19	74
C	3	7	23	5,1	0,2	1,7	22	88	39	66	32	111	2225	<0,03		16	79
D	1	1															
D	2	2															
D	3	4															
D	4	6															

Bijlage 6. Uitgevoerde bemesting.

Bedrijf	Perceel	Leeftijd gewas	Datum	Meststof + samenstelling	Dosering/ ha	Kg N/ ha	Kg P2O5 / ha	Kg K2O/ ha	Kg MgO/ ha
A	1	2	25-6	Mengmeststof		80	40	80	120
	2	4	24-6	Magnesium					120
			25-6	Varkensdrijfmest		76	70	60	20
	3	8	25-6	Mengmeststof		80	40	80	120
B	1	2	20-5	Kieseriet	350kg				81
			20-5	NP23+23	300kg	69	69		
			20-5	Patentkali	300kg			90	30
			20-5	Bladbemesting (7%MgO, 16,8% sulfaat)	4 liter				
			20-5	Bladbemesting Hydromag	4 liter				
	2	4	24-6	Kieseriet	350kg				95
			24-6	Rundveedrijfmest (4,35N, 1,65P2O5, 5,2K2O)	30m3	131	50	156	36
			24-6	Bladbemesting (7%MgO, 16,8% sulfaat)	4 liter				
			24-6	Bladbemesting Hydromag	4 liter				
	3	6	24-6	Kieseriet	350kg				95
			24-6	Rundveedrijfmest (4,35N, 1,65P2O5, 5,2K2O)	30m3	131	50	156	36
			24-6	Bladbemesting (7%MgO, 16,8% sulfaat)	4 liter				
			24-6	Bladbemesting Hydromag	4 liter				
C	1	3	28-6	NPKMg (12-0-10- 14)	300kg	36	0	30	42
	2	4	25-6	NPKMg (12-0-10- 14)	250kg	30	0	25	35
	3	7	24-6	NPKMg (12-0-10- 14)	250kg	30	0	25	35
D	1	0	1-12	groencompost	100 ton	500	220	420	180
			12-12	Dolokal supra	3000 kg				150
			5-3	Champost	166 m3	694	411	913	210
			5-3	runderstalmest	10 ton	53	28	61	22
			7-3	Dolokal supra	3450 kg				173
			8-3	rundveedrijfmest	40 ton	164	60	232	48
			26-3	dolokal	1000 kg				50
			<i>Totaal</i>			1411	719	1626	832
	2	2	25-6	Entec	300	78			
			7-3	Dolokal supra	1700				85
			1-6	Dolokal supra	3000				570
	3	4	25-6	Entec	300	78			
			1-6	Sulfamag	300				105
			25-6	Patentkali	200			60	20
	4	7	25-6	Entec	250	65			
			25-6	patentkali	200			60	20



www.nmi-agro.nl

nutriënten management
instituut nmi bv
postbus 250
6700 ag wageningen
binnenhaven 5
6709 pd wageningen
tel. (088) 876 1280
internet www.nmi-agro.nl