

# Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond

## Deel 2: resultaten veldonderzoek (tussenrapportage resultaten 2012)

In opdracht van en gefinancierd door:



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW

Dit project is uitgevoerd door:

Auteur(s):

Willem van Geel  
Brigitte Kroonen-Backbier  
David van der Schans  
Jan Ties Malda

Organisatie:

PPO-AGV  
PPO-AGV  
PPO-AGV  
ALTIC

Projectnummers: 32 502173 00 (PPO) en 1820 (ALTIC)

Dit project maakt deel uit van het Masterplan Mineralenmanagement (MMM). Het MMM is een initiatief van LTO Nederland, de Nederlandse Akkerbouw Vakbond en het Productschap Akkerbouw. Binnen het MMM voeren diverse partijen gezamenlijk onderzoeks- en voorlichtingsprojecten uit op het gebied van bodem, bemesting en water.

Dit rapport is eveneens terug te vinden op [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl).



Voor uw vragen over het MMM kunt u zich wenden tot Tjitse Bouwkamp (PA).

Stadhoudersplantsoen 12 • Postbus 29739 • 2502 LS Den Haag  
☎ 070 370 84 26 • ✉ [mmm@hpa.agro.nl](mailto:mmm@hpa.agro.nl) • [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl)

Dit rapport is een uitgave van:

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR  
Business Unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondgroenten

© Lelystad, maart 2013

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting DLO, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondgroenten

*Hoewel de inhoud van deze uitgave met zorg is samengesteld, kunnen hieraan op geen enkele wijze rechten worden ontleend.*

# Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING .....	9
2 OPZET EN UITVOERING .....	11
2.1 N-bijmestsystemen in de proeven .....	11
2.1.1 NBS-gewassensing .....	11
2.1.2 Aardappelmonitoring (Altic) .....	12
2.2 Opzet van de proeven .....	13
2.3 Proefuitvoering .....	13
3 RESULTATEN PROEF OP ZAND (VREDEPEEL).....	17
3.1 Bijmestadviezen per systeem .....	17
3.2 Gewasontwikkeling.....	19
3.3 Opbrengst en kwaliteit.....	21
3.4 Stikstofopname .....	24
4 RESULTATEN PROEF OP LÖSS (HULSBERG) .....	27
4.1 Bijmestadviezen per systeem .....	27
4.2 Gewasontwikkeling.....	29
4.3 Opbrengst en kwaliteit.....	31
4.4 Stikstofopname .....	32
5 BESPREKING.....	35
LITERATUUR.....	39
BIJLAGE 1. PROEFOBJECTEN EN PROEFVELDSHEMA VREDEPEEL .....	40
BIJLAGE 2. PROEFOBJECTEN EN PROEFVELDSHEMA HULSBERG .....	42
BIJLAGE 3. BODEMVRUCHTBAARHEID PROEFPERCELEN .....	44
BIJLAGE 4. WEERSGEGEVENS VREDEPEEL EN HULSBERG.....	45
BIJLAGE 5. BEREKENDE N-GIFTEN NBS-GEWASSENSING.....	47
BIJLAGE 6. BODEMANALYSE ALTIC, VREDEPEEL 13 JUNI.....	48
BIJLAGE 7. BODEMANALYSE ALTIC, HULSBERG19 JUNI.....	50
BIJLAGE 8. FOTO'S GEWASSTAND VREDEPEEL .....	52
BIJLAGE 9. FOTO'S GEWASSTAND HULSBERG.....	54



# Samenvatting

In opdracht van het Productschap Akkerbouw onderzoeken PPO en Altic voor het Masterplan Mineralen Management (MMM) de mogelijkheden om de stikstofbenutting van aardappel te verbeteren door de ontwikkeling van nieuwe of verbeterde stikstofbemestingssystemen. De doelstelling van MMM is om verliezen van nutriënten naar bodem, water en lucht in de akkerbouw sterk terug te dringen.

In 2011 is een literatuurstudie uitgevoerd naar de mogelijkheden om stikstofbenutting van aardappel te verbeteren. De bevindingen hiervan zijn verwoord in het rapport "Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond - Deel 1a: Deskstudie". Hierin is onder meer geconcludeerd dat een N-bijmeststelsel de beste mogelijkheid biedt om een hoge N-benutting bij behoud van opbrengst en kwaliteit te realiseren. Een N-bijmeststelsel gebaseerd op meting van de lichtreflectie door het gewas met een gewassensor (gewassensing) is het meest perspectiefvol, maar staat nog in de kinderschoenen. Verbeteringen zijn nodig en lijken ook mogelijk.

In de tweede fase van het project is voorzien om nieuwe of verbeterde bijmestsystemen te testen in tweejarig veldonderzoek (2012 en 2013) op zand- en lössgrond in het Zuidoosten. De meest perspectievolle systemen worden daarna in de derde fase (2014) getoetst en gedemonstreerd op praktijkpercelen. In de fasen 2 en 3 is een klankbordgroep van aardappeltelers op zuidoostelijk zand en löss bij het project betrokken om de resultaten mede te beoordelen en de praktische uitvoerbaarheid en acceptatie van de systemen.

In het rapport "Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond - Deel 1b" zijn nieuwe dan wel verbeterde N-bijmeststrategieën op basis van gewassensing ontworpen en is een plan van aanpak opgesteld om deze strategieën te testen.

Het voorliggende (tussen)rapport gaat in op de veldproeven van 2012 die zijn uitgevoerd op een zuidoostelijke zandgrond (Vredepeel) en op löss (Hulsberg). In beide proeven zijn de volgende systemen beproefd:

- **NBS-gewassensing vanaf gewassluiting**  
Uit de lichtreflectie door het gewas wordt de stikstofopname van het gewas afgeleid. Deze wordt vergeleken met een streefwaarde voor de N-opname vanaf het moment van gewassluiting. Als de opname onder de streefwaarde ligt, wordt een bijmestgift berekend. De streefwaarde is afhankelijk gesteld van de opbrengstpotentie op het perceel c.q. de streefopbrengst. De lichtreflectie is gemeten met de Yara N-sensor.
- **NBS-gewassensing + N-balans**  
Bij dit systeem is de vaste streefwaarde bij gewassluiting vervangen door een streef-N-opnamecurve in de tijd. Als de actuele N-opname door het gewas op enig moment onder de streefopnamecurve komt, wordt een bijmestadvies berekend. Bij de streefopnamecurve wordt rekening gehouden met de opbrengstverwachting en het effect van hogere of lagere temperaturen op de gewasgroei en de N-opnamesnelheid. De bijmestgift wordt berekend met behulp van een N-balansmethode waarin ook de actuele Nmin-voorraad in de bodem wordt betrokken en een voorspelling van de N-mineralisatie:  $N\text{-gift} = \text{nog op te nemen hoeveelheid stikstof door het gewas} + \text{buffer} - N_{\text{min}} - N\text{-mineralisatie}$ .
- **Aardappelmonitoring Classic**  
Het klassieke aardappelmonitoring is als referentie opgenomen in de proeven om de nieuwe bijmestsystemen te kunnen vergelijken met een traditioneel systeem. De bijmestgift wordt bij dit systeem bepaald op basis van het nitraatgehalte in de bladsteeltjes en het loofgewicht, dat op vier momenten tijdens het groeiseizoen worden gemeten.
- **Aardappelmonitoring Online**  
Bij deze variant van aardappelmonitoring is het nitraatgehalte in de bladsteeltjes gemeten en is de loofgroei gemonitord met behulp van gewassensing. Het loofgewicht wordt hierbij berekend uit de lichtreflectie door het gewas.

- **Aardappelbemestingsindicator**

Deze tweede, nieuwe variant van aardappelmonitoring bestaat uit het klassieke aardappelmonitoring (o.a.) aangevuld met gelijktijdige meting van de Nmin-voorraad in de bodem. Er wordt op twee momenten gemeten in plaats van vier.

In de proeven is verder een reeks vaste N-trappen aangelegd om een optimale N-gift te kunnen afleiden onder de betreffende groeiomstandigheden in de proeven en om de bijmestadviezen te kunnen beoordelen. Bij de N-bijmestssystemen is een basisgift stikstof bij poten toegediend van 145 kg N per ha te Vredepeel (2/3 deel in de vorm van varkensdrijfmest en 1/3 deel als KAS) en 150 kg N per ha te Hulsberg (volledig KAS).

In het onderzoek is tevens de bruikbaarheid van omgekeerde N-vensters voor bijbemesting beoordeeld. Dit zijn vensters die hoger worden bemest dan de rest van het perceel en fungeren als referentie met een ruim voldoende stikstofvoorziening. Op basis van het verschil in N-opname (afgeleid uit gewassensing) tussen de omgekeerde vensters en de rest van het perceel, kan een bijmestadvies worden afgeleid.

In de proef op zand is één keer berekend in augustus om vochtgebrek te voorkomen. In de proef op löss is niet berekend.

Door de vele neerslag in het voorjaar te Vredepeel en daardoor uitspoeling van stikstof moest al vroeg worden bijbemest. Bij het eerste meetmoment (half juni) gaven alle systemen een bijmestadvies, behalve 'NBS-sensing vanaf gewassluiting', omdat het gewas nog niet gesloten was. Een week later gaf dit systeem wel een bijmestadvies. In tabel I is een overzicht gegeven van de N-bemesting bij de verschillende systemen te Vredepeel

Tabel I. **Gerealiseerde N-bemesting per N-bijmeststelsel in 2012 te Vredepeel (kg N per ha)**

N-bijmeststelsel	Basisgift 3/4	Bijbemesting			Totale N-gift
		19/6	27/6	10/7	
Aardappelmonitoring Classic	145	70	-	-	215
Aardappelmonitoring Online	145	70	-	-	215
NBS-sensing vanaf gewassluiting	145	-	90	-	235
Aardappelbemestingsindicator	145	70	-	50	265
NBS-sensing + N-balans	145	125	-	-	270

In de proef te Vredepeel was een hoge stikstofgift nodig in 2012 om een economische optimale opbrengst te behalen (hoger dan de N-gebruiksnorm van 260 kg N per ha). Dit werd het beste aangegeven door de systemen 'NBS-gewassensing + N-balans' en Aardappelbemestingsindicator.

'NBS-sensing vanaf gewassluiting' gaf een iets lager bijmestadvies. Dat bij dit systeem pas een week later werd bijbemest dan bij de andere systemen, had geen nadelig effect op de opbrengst.

Het bijmestadvies van Aardappelmonitoring Classic en Aardappelmonitoring Online was aan de lage kant. Het nieuwe, ontwikkelde systeem Aardappelbemestingsindicator was in deze proef een verbetering.

Het bleek bij aardappelmonitoring goed mogelijk te zijn om het loofgewicht te bepalen op basis van gewassensing in plaats van door wegen van het loof. Sensing gaf zowel in de proef te Vredepeel als te Hulsberg een nagenoeg gelijk beeld van de loofontwikkeling als wegen van het loof en leidde tot hetzelfde bijmestadvies.

De nieuwe bijmestssystemen NBS-gewassensing en Aardappelbemestingsindicator lijken op basis van de proef op zand perspectiefvol. Een kritische succesfactor bij NBS-gewassensing is het goed kunnen schatten van de opbrengst en N-opname door het gewas op basis van de gewasontwikkeling aan het begin van de zomer (juni- begin juli) dan wel van de streefwaarde voor de N-inhoud bij gewassluiting.

Te Hulsberg was het droger dan te Vredepeel. Er trad geen uitspoelingsverlies op maar ook geen droogte tijdens het groeiseizoen. Het aardappelgewas groeide goed en er waren geen duidelijke verschillen in loofontwikkeling of N-inhoud van het gewas bij N-niveaus van 150 kg N per ha of hoger. In de bodem werden hoge Nmin-voorraden gemeten.

Alle N-bijmestsystemen gaven aan dat de stikstofvoorziening van het gewas in orde was en dat niet of weinig behoefde te worden bijbemest. Aardappelbemestingsindicator gaf een bijmestadvies van 20 kg N per ha (4 juli gestrooid). De overige systemen adviseerden niet bij te bemesten na de basisgift van 150 kg N per ha. Aan het einde van het groeiseizoen ontstonden er verschillen tussen de N-niveaus. Het loof bleef langer groen naarmate de N-gift hoger was, waardoor de productie bij hogere N-gift wat langer is doorgegaan. Uit de vaste N-trappen bleek dat de knolopbrengst bij N-giften >150 kg N per ha nog duidelijk toenam en zelfs bleef doorstijgen bij verhoging van de N-gift tot 300 kg N per ha. Dit werd tijdens het groeiseizoen niet verwacht. Geen van de N-bijmestsystemen gaf aan dat 150 kg N per ha onvoldoende was om de maximale opbrengst te behalen. Enkel Aardappelbemestingsindicator gaf een klein bijmestadvies (20 kg N per ha). Dit was echter niet voldoende om de maximale opbrengst te behalen.

De stikstofbenutting door het gewas was aan de lage kant. Een hogere benutting zou tot een hogere stikstofopname en opbrengst hebben geleid. Belemmering van de N-opname door het gewas door droogte of verlies door uitspoeling lijken geen rol te hebben gespeeld.

Verder was de droge-stofproductie per kg opgenomen stikstof te Hulsberg lager dan te Vredepeel. Dit duidt erop dat de productie te Hulsberg door andere groeifactoren is belemmerd dan alleen stikstof. Welke factoren dat zijn geweest, is niet duidelijk. Wellicht is een hoge zoutconcentratie (met name chloride als antagonist van stikstof) de oorzaak geweest van een verminderde N-efficiëntie.

Er lijkt in de proef te Hulsberg sprake te zijn geweest van bijzondere groeiomstandigheden waar geen enkel N-adviesysteem op kon anticiperen. Naast de N-bijmestsystemen, zou bij opvolging van de N-bemestingsrichtlijn of op basis van visuele beoordeling van de gewasstand, ook niet zijn besloten om in de periode tussen half juni en half juli fors bij te bemesten. Het effect van de hoogte van de stikstofgift werd pas op het eind van het groeiseizoen zichtbaar, ruim na de meetperiode van de N-bijmestsystemen. Deze situatie werd door geen enkel N-adviesysteem voorzien.

Het effect van droogte op het functioneren van de N-bijmestsystemen kon in 2012 niet worden beoordeeld, omdat er geen sprake was van droogte.

Het omgekeerde N-venster als indicator voor bijbemesting heeft niet goed gefunctioneerd in de proeven. Het gaf te Hulsberg geen aanleiding tot bijbemesting en te Vredepeel tot een geringe bijbemesting. Het perspectief ervan is daarom twijfelachtig. Het zal in 2013 opnieuw worden beoordeeld.





# 1 Inleiding

Het Masterplan Mineralen Management (MMM) streeft naar een emissie-neutrale akkerbouw in 2030 met behoud van rentabiliteit van teelten. De verliezen van nutriënten naar bodem, water en lucht mogen daarbij niet hoger zijn dan de emissie op onbemeste gronden. Als tussendoel moet de nutriëntenemissie naar grond- en oppervlaktewater in 2017 voldoen aan de normen die zijn gesteld in de Kaderrichtlijn Water en de EU-Nitraatrichtlijn.

Dit vraagt om een optimaal en efficiënt mineralengebruik. De benutting van mineralen door gewassen moet omhoog en dientengevolge moeten het overschot en de verliezen omlaag. Om dit te bereiken, moet de huidige kennis over efficiënte bemesting maximaal worden ingezet, maar is ook vernieuwing en innovatie van het mineralenmanagement nodig.

Één van de vijf hoofdthema's in het MMM is timing en management van mineralen: voedingsstoffen op de juiste plaats, in de juiste hoeveelheid, in de juiste vorm en op het juiste moment voor de plant (het gewas) beschikbaar krijgen. Één van de vragen binnen dit thema is om nieuwe bijmestsystemen en –strategieën voor aardappel te ontwikkelen.

Aardappel is een gewas dat de aangeboden stikstof matig tot vrij slecht benut. Veelal wordt niet meer dan 50% van de toegediende (werkzame) stikstof teruggewonnen via de geoogste knollen en blijft er na oogst veel stikstof achter in de bodem. Deze gaat in de herfst- en winterperiode deels verloren door uitspoeling en denitrificatie. Op droge zandgronden en lössgronden (waar nauwelijks denitrificatie plaatsvindt) betreft het verlies merendeels uitspoeling.

De oorzaken van de lage N-benutting bij aardappel zijn een gevolg van:

- gewaseigenschappen, waaronder beworteling en het stikstofopnamepatroon;
- een (te) hoge stikstofgift.

De stikstofbenutting van aardappel kan worden verbeterd door:

1. te zorgen voor een goede bodemkwaliteit (bewortelbaarheid, gezondheid en vochtvoorziening);
2. veredeling op een betere stikstofefficiëntie;
3. overdosering van stikstof te voorkomen door een goede afstemming van de stikstofgift op de gewasbehoefte en het stikstofaanbod uit andere bronnen, zoals mineralisatie in de bodem.

Dit project richt zich op het laatst genoemde punt. De krappe N-gebruiksnormen voor zand en löss maken het noodzakelijk om zo efficiënt mogelijk met stikstof om te gaan om opbrengstderving zo veel mogelijk te beperken. Het is hierbij zaak om zo goed mogelijk perceelsgericht te bemesten. Door op percelen met een sterkere stikstoflevering te besparen op de stikstofgift, houdt men meer stikstof over om de schralere percelen wat extra te geven. Perceelsgerichte bemesting is mogelijk door een goede voorspelling van het N-leverend vermogen van de grond of door toepassing van een stikstofbijmeststelsel (NBS). Door controle en bijsturing van de stikstofvoorziening tijdens de teelt met behulp van een NBS kan worden ingespeeld op variatie in mineralisatie en stikstofverliezen tijdens de teelt, zowel tussen percelen als tussen jaren.

Het project “Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond” is verdeeld in drie fasen. In fase 1 (2011) is een deskstudie uitgevoerd naar:

- a. de oorzaken van de lage N-benutting bij aardappel, de mogelijkheden om dit te verbeteren en de knelpunten die zich hierbij voordoen;
- b. de resultaten die zijn bereikt in aardappel met systemen van geleide bemesting, precisiebemesting en plaatsspecifieke bemesting;
- c. de mogelijkheden om bestaande bemestingssystemen te verbeteren en om nieuwe bemestings-systemen en –strategieën te ontwerpen.

In fase 2 (2012-2013) worden veldproeven uitgevoerd op zuidoostelijke zandgrond en op löss, waarin de nieuwe bemestingssystemen worden beproefd. In fase 3 (2014) worden de systemen die als perspectiefvol uit de veldproeven naar voren zijn gekomen (effectief en praktisch haalbaar), getoetst op een aantal praktijkbedrijven op zand en löss (of indien gewenst ook op klei).

Aan het begin van fase 2 is een klankbordgroep gevormd bestaande uit acht aardappeltelers uit het zuidoostelijk zandgebied en drie telers uit het lössgebied. Deze groep is in de fasen 2 en 3 actief bij het

project betrokken en beoordeelt met name de praktische uitvoerbaarheid en acceptatie door de praktijk van de bijmeststrategieën. Aan het einde van de tweede fase zal in overleg met de leden van de klankbordgroep worden vastgesteld welke bemestingssystemen in de derde fase in praktijk worden getoetst.

De punten a. en b. van de eerste fase zijn uitgewerkt in het rapport “Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond - Deel 1a: Deskstudie”. Hierin is onder meer geconcludeerd dat een N-bijmestssysteem de beste mogelijkheid biedt om een hoge N-benutting bij behoud van opbrengst en kwaliteit te realiseren. Een N-bijmestssysteem op basis van gewassensing is het meest perspectiefvol, maar staat nog in de kinderschoenen. Verbetering zijn nodig en lijken ook mogelijk. Aanbevolen is het vervolg van het onderzoek hierop in te steken. In het rapport “Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond - Deel 1b: ontwerp van systemen en plan van aanpak veldonderzoek” zijn nieuwe dan wel verbeterde N-bijmeststrategieën op basis van gewassensing beschreven en is een plan van aanpak opgesteld om deze strategieën te toetsen in veldproeven en te vergelijken met huidige en nieuwe strategieën. Het plan van aanpak en de te toetsen strategieën zijn tijdens twee bijeenkomsten met de klankbordgroep in het eerste kwartaal van 2012 bediscussieerd en vastgesteld.

Het voorliggende (tussen)rapport gaat in op de veldproeven van 2012 die zijn uitgevoerd op een zuidoostelijke zandgrond (Vredepeel) en op löss (Hulsberg). In hoofdstuk 2 van dit rapport wordt de opzet en uitvoering van de proeven beschreven. In hoofdstuk 3 worden de resultaten weergegeven van de proef op zand en in hoofdstuk 4 van de proef op löss. In hoofdstuk 5 worden de resultaten bediscussieerd.

## 2 Opzet en uitvoering

### 2.1 N-bijmestsystemen in de proeven

In overleg met de klankbordgroep zijn de hierna genoemde N-bijmestsystemen in de proeven van 2012 opgenomen. Voor de beschrijving en achtergronden van de systemen: zie de rapporten "Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond - Deel 1a en Deel 1b (van Geel et al., 2011 & van Geel et al., 2012).

#### 2.1.1 NBS-gewassensing

Bij NBS-gewassensing wordt de lichtreflectie door het gewas gemeten. Uit de reflectie van groen licht (560 nm) en infrarood (810 nm) wordt de vegetatie-index  $WDVI_{\text{groen}}$  berekend. Hiervan wordt de N-opname door het gewas afgeleid met behulp van een ijklijn die het verband weergeeft tussen  $WDVI_{\text{groen}}$  en de N-opname. Bij de huidige methode wordt vanaf 90% grondbedekking door het gewas een N-bijmestadvies gegenereerd. Daartoe wordt de gemeten N-inhoud van het gewas vergeleken met een streefwaarde. Tot nu toe werd een vaste streefwaarde gehanteerd van 200 kg N per ha voor consumptieaardappel en 175 kg N per ha voor zetmeelaardappel. Als de gemeten N-inhoud hoger is dan de streefwaarde, hoeft niet te worden bijbemest. Als de N-inhoud lager is dan de streefwaarde, wordt een bijmestadvies gegeven. De bijmestgift wordt berekend als het verschil tussen de streef-N-inhoud van het gewas en de gemeten N-inhoud.

Deze methode is oorspronkelijk ontwikkeld met de CropScan-sensor. Deze sensor is geschikt voor handmetingen, maar niet voor gebruik op een trekker of spuitboom. In het onderzoek van 2012-2014 wordt daarom de Yara N-sensor gebruikt. Hierbij is de vegetatie-index S1 van de Yara N-sensor omgerekend naar de  $WDVI_{\text{g}}$  van de CropScan volgens de relatie die Van Evert et al. (2012) vonden:  $WDVI_{\text{g}} = 1,604 * S1$ . Vervolgens is de met de CropScan-methode opgestelde ijklijn gebruikt om de N-inhoud van het aardappelgewas te schatten.

#### **NBS-gewassensing vanaf gewassluiting met opbrengstafhankelijke streefwaarde**

In het onderzoek van 2012-2014 is de vaste streefwaarde voor de N-opname bij gewassluiting vervangen door opbrengstafhankelijk streefwaarde. Door de streefwaarde afhankelijk te stellen van de opbrengstverwachting, kunnen hiervoor gedifferentieerde bijmestadviezen worden gegeven en kan de kans op over- of onderdosering van stikstof worden verkleind.

Op basis van in het verleden behaalde aardappelopbrengsten op de proefpercelen van 2012 is aanvankelijk uitgegaan van een streefopbrengst van 65-70 ton per ha bruto knolopbrengst voor de proef op zand en van 60-65 ton per ha voor de proef op löss. Vanwege een matige gewassontwikkeling in het voorjaar is de opbrengstverwachting in de proef op zand in juni iets naar beneden toe bijgesteld: 60-65 ton per ha. Er is vanuit gegaan dat het gewas rond gewassluiting 80% van zijn totale stikstof ( $N_{\text{max}}$ ) moet hebben opgenomen.  $N_{\text{max}}$  is berekend als:  $1,188 * \text{totale N-opname in de knollen bij oogst}$  (Neeteson et al., 1987). De N-opname in de knollen is geschat door de bruto-knolopbrengst te vermenigvuldigen met een gemiddeld N-gehalte in de knollen van 3,3 kg per ton voor consumptieaardappel (Van Dijk & Van Geel, 2012). Dit resulteert voor Vredepeel in:  $62,5 \text{ ton/ha} * 3,3 \text{ kg/ton} * 1,188 = 245 \text{ kg N per ha}$ . De streefwaarde bij gewassluiting is dan  $80\% * 245 = 196 \text{ kg N per ha}$  (afgerond 200 kg N per ha). Voor de proef löss is uitgegaan van 60 ton per ha  $\sim N_{\text{max}}$  235 kg N per ha en 190 kg N per ha bij gewassluiting.

#### **NBS-gewassensing met N-streefopnamecurve en N-balansmethode**

Bij dit systeem is de streefwaarde voor de stikstofinhoud van het gewas op een vast moment (bij gewassluiting) vervangen door een normlijn voor het stikstofopnameverloop in de tijd. Als de gemeten N-opname onder de normlijn komt, wordt een bijmestadvies berekend.

De normlijn is gebaseerd op de streefopbrengst (en daarvan afgeleide N-opname door het gewas;  $N_{\text{max}}$ ) en de actuele temperatuursom. Door de N-opnamecurve uit te zetten tegen de actuele temperatuursom in plaats van tegen het aantal dagen na poten of opkomst, is rekening gehouden met de invloed van de

temperatuur op het verloop van gewasgroei en N-opname. Er is gebruik gemaakt van de relatie tussen T-som en stikstofopnamepatroon die is opgesteld door Steltenpool & Van Erp (1995). Voor het onderzoek is onderstaande relatie gehanteerd:

$$250 + N_{max} * e^{-e^{-0,00494 * (T-som - 544)}}$$

De T-som is hierbij berekend vanaf de datum van opkomst. Er is een basistemperatuur van 2 °C gehanteerd (berekening T-som op basis van de gemiddelde etmaaltemperatuur minus 2 graden).

De bijmestgift is berekend met een N-balansmethode, analoog aan het NBS-bodem (zie van Geel et al., 2011 & van Geel et al., 2012):

N-gift = Nog op te nemen hoeveelheid N + buffer – Nmin – N-mineralisatie.

De nog op te nemen hoeveelheid stikstof door het gewas tot einde teelt wordt berekend als: Nmax minus de gemeten actuele N-opname. Het is ook mogelijk om de N-opname te berekenen tot aan een volgend meetmoment. In dat geval moet de gewenste N-opname op dat volgende meetmoment worden geschat m.b.v. de T-somcurve, op basis van een gemiddeld temperatuurverloop tussen het huidige en het volgende meetmoment.

De buffer bedraagt bij de eerste meting (drie à vier weken na opkomst) 80 kg N per ha voor klei- en lössgrond en 60 kg N per ha voor zand- en dalgrond. Bij de volgende metingen wordt de buffer met 5 kg N per ha per week verlaagd (geteld vanaf het moment van de eerste meting).

De Nmin in de bodem wordt gemeten: tot 60 cm diepte op klei- en lössgrond en tot 30 cm diepte op zandgrond.

Van het benodigde N-aanbod wordt de bijdrage door stikstofmineralisatie in de bodem afgetrokken. In het NBS-bodem wordt hiertoe gerekend met gemiddeld 1 kg N per ha per dag tot 1 augustus voor consumptie-aardappel en tot 15 augustus voor zetmeelaardappel. Voor een naar verwachting zwakker mineraliserende grond wordt 0,8 kg N per ha per dag aangehouden en voor een sterker mineraliserende grond 1,2 kg N per ha per dag. Voor de proefvelden op zand en löss in 2012 is 1 kg per ha per dag gehanteerd.

Naast de bodemmineralisatie is voor de proef te Vredepeel de N-werking uit de toegediende organische mest in mindering gebracht en voor de proef te Hulsberg de N-werking van een in het voorjaar ingewerkte groenbemester (gele mosterd). De mineralisatie is geschat met het mineralisatiemodel MINIP (Janssen, 1996). De berekening is gebaseerd op de gemeten samenstelling van de organische mest te Vredepeel. Voor de groenbemester te Hulsberg is op basis van een forse gewasontwikkeling de N-inhoud geschat op 100 kg N per ha. Voor de C/N-verhouding is een forfaitaire waarde van 20 gehanteerd.

## 2.1.2 Aardappelmonitoring (Altic)

### **Aardappelmonitoring Classic**

Het klassieke aardappelmonitoring is als referentie opgenomen in de proeven om de nieuwe bijmest-systemen te kunnen vergelijken met een traditioneel systeem. De bijmestgift wordt bij dit systeem bepaald op basis van het nitraatgehalte in de bladsteeltjes en het loofgewicht.

### **Aardappelmonitoring Online**

Bij Aardappelmonitoring Online opgenomen, wordt de loofgroei gemonitord met behulp van gewassensing. Aanvankelijk vond dit plaats aan de hand van satellietbeelden. In het onderzoek van 2012-2014 wordt dit vervangen door de Yara N-sensor. Voor deze toepassing wordt een relatie gelegd tussen een vegetatie-index en de bovengrondse biomassa. Hiervoor is een ijklijn beschikbaar.

### **Aardappelbemestingsindicator**

Een tweede, nieuwe variant van aardappelmonitoring die in de proeven is opgenomen betreft de Aardappelbemestingsindicator. Dit systeem bestaat uit het klassieke aardappelmonitoring aangevuld met gelijktijdige meting van de Nmin-voorraad in de laag 0-30 cm. Rond knolzetting wordt twee keer bemonsterd (bladstelen, loof en bodem) met een tussenperiode van een week. Het bijmestadvies wordt berekend door eerst het aardappelmonitoringsadvies op basis van loofgewicht en nitraatgehalte in de bladstelen vast te stellen. Vervolgens wordt op dit advies een correctie aangebracht op basis van de minerale N-voorraad.

## 2.2 Opzet van de proeven

In de veldproeven is een basisgift bij poten van 150 kg N per ha aangehouden (ca. 60% van de N-gift volgens de N-bemestingsrichtlijn). De basisgift in de veldproef op zand bestond uit een gift varkensdrijfmest à ca. 100 kg werkzame N per ha vóór poten, aangevuld met ca. 50 kg N per ha als KAS. In de proef op löss is er om praktische redenen van uitvoering voor gekozen om de gehele basisbemesting met KAS uit te voeren vóór poten. De bijbemesting vond ook plaats met KAS.

Naast de in paragraaf 2.1 beschreven bijmestsystemen is in de beide veldproeven een reeks vaste N-trappen opgenomen (incl. een nulobject) om af te kunnen leiden wat de optimale N-gift is onder de betreffende groeiomstandigheden in de proeven. De resultaten van de N-bijmestsystemen kunnen hieraan worden gespiegeld. De onderstaande vaste trappen zijn opgenomen:

### *Proef op zand*

1. Nulobject (geen N-bemesting)
2. Basisgift VDM, 30 ton per ha, ca. 100 kg N-werkzaam per ha
3. Basisgift VDM (100 kg N-wz./ha) + 50 kg N/ha bij poten
4. Basisgift VDM (100 kg N-wz./ha) + 50 kg N/ha bij poten + 75 kg N/ha bij knolzetting
5. Basisgift VDM (100 kg N-wz./ha) + 100 kg N/ha bij poten + 75 kg N/ha bij knolzetting + 25 kg N/ha eind juni

### *Proef op löss*

1. Nulobject (geen N-bemesting)
2. Basisgift 100 kg N per ha
3. Basisgift 150 kg N/ha
4. Basisgift 150 kg N/ha + 75 kg N/ha bij knolzetting
5. Basisgift 200 kg N/ha + 75 kg N/ha bij knolzetting + 25 kg N/ha eind juni

De hoogste N-trap (nr. 5) fungeerde in de proeven tevens als omgekeerd N-venster. Dat is een venster dat hoger worden bemest dan de rest van het perceel en als referentie met een ruim voldoende stikstofvoorziening dient. Op basis van het verschil in N-opname (gemeten met een gewassensor) tussen de omgekeerde vensters en de rest van het perceel, kan een bijmestadvies worden afgeleid.

Bijbemesting op basis van omgekeerde N-venster is na overleg met de klankbordgroep niet in de proeven opgenomen, omdat de aanleg van een omgekeerd N-venster niet praktisch is. Wel is nagegaan in hoeverre het omgekeerde venster tekende ten opzichte van de andere N-trappen en is de bruikbaarheid ervan beoordeeld.

In de proef op zand wordt berekend indien nodig. In de proef op löss is, na raadpleging van de klankbordgroep, besloten om niet te beregenen. Dit is de meest representatieve situatie voor de praktijk. Vanwege het risico van beperking van de N-opname door het gewas bij droogte kan het wenselijk zijn in geval van stikstofdeling de gehele bijmestgift vroeg te strooien (bij knolzetting). In de proef op löss is daarom een extra (reserve)object opgenomen, waarbij in geval van droogte eenmalig wordt bijbemest bij knolzetting met KAS of wordt bijbemest via bladbemesting met urean. De bemestingswijze en de hoogte van de N-gift wordt dan tijdens het groeiseizoen vastgesteld in overleg met de klankbordgroep.

Beide proeven zijn aangelegd als gewarde blokkenproef in vier herhalingen. De proefveldschema's zijn weergegeven in de bijlage 1 en 2.

## 2.3 Proefuitvoering

De proeven zijn uitgevoerd op het PPO-proefbedrijf te Vredepeel (zand) en op een praktijkperceel in Zuid-Limburg (löss). De bodemvruchtbaarheidstoestand van de percelen is weergegeven in bijlage 3. In tabel 1 is een aantal gegevens opgenomen van de teelt en uitvoering van de proeven.

Tabel 1. Gegevens van de teelt en proefuitvoering

	Vredepeel	Hulsberg
Voorvrucht:	snijmais	wintertarwe + gele mosterd groenbemester
Nmin voorjaar 0-30 cm:	19 kg N/ha	32 kg N/ha
30-60 cm:	19 kg N/ha	16 kg N/ha
Bemesting:	zie bijlage 2 en tabel 3	zie bijlage 2 en tabel 8
Hoofdgrondbewerking:	ploegen op 6 april	niet kerende grondbewerking 30 april
Aardappelras:	Fontane	Fontane
Teeltdoel:	verwerking tot frites	verwerking tot frites
Pootdatum:	17 april 2012	30 april 2012
Pootafstand:	75 cm x 33 cm	75 cm x 33 cm
Opkomstdatum:	20 mei 2012	29 mei 2012
Rugopbouw (aanaarden):	enkele dagen na poten	meteen bij poten
Ziekte- en onkruidbestrijding:	volgens praktijk	volgens praktijk
Berekening:	indien nodig; (er is 1x berekend op 17 augustus)	geen berekening
Oogstdatum netto veldjes:	11 oktober 2012	10 oktober 2012
Grootte netto veldjes:	10 m x 1,5 m	10 m x 1,5 m

In de proef te Vredepeel is op 3 april, kort vóór ploegen, 30 ton per ha varkensdrijfmest toegediend met een bouwlandinjecteur (behalve bij het nulobject). De mest bevatte 4,5 kg N per ton, waarvan 3,2 kg in minerale vorm en 1,2 kg in organische gebonden vorm. Totaal is 135 kg N per ha toegediend. Voor de gebruiksnormen geldt een forfaitaire werkingscoëfficiënt van 70%. Dit komt neer op een aanvoer van 95 kg werkzame N per ha. De daadwerkelijk N-werking is op basis van de samenstelling van de mest geschat op ruim 80% m.b.v. de vuistregels in de adviesbasis bemesting (van Dijk & van Geel, 2012). De aanvullende basisgift met KAS is na poten gestrooid, vlak vóór het aanaarden van de ruggen.

In de proef te Hulsberg is de basisgift KAS bij alle objecten in één keer gestrooid vóór de niet-kerende hoofdgrondbewerking. Het poten en aanaarden op löss is één werkgang uitgevoerd. De gele mosterd groenbemester te Hulsberg was fors ontwikkeld (gewashoogte 1,5 m). De gele mosterd is begin februari kapot gevoren en 26 maart ingewerkt.

Door frequente en ruime hoeveelheid neerslag tijdens de groeiperiode is er in de proef te Vredepeel niet berekend in de maanden mei, juni en juli. Na een periode van hoge temperaturen en droogte is er op 17 augustus één keer berekend.

Vanaf 3,5 weken na opkomst te Vredepeel en 3 weken na opkomst te Hulsberg is gestart met de metingen en bemonsteringen voor de N-bijmestsystemen. De verschillende metingen/bemonsteringen zijn voor alle systemen steeds op dezelfde dag uitgevoerd. In de tabellen 2 is hiervan een overzicht gegeven. De lichtreflectie door het gewas is gemeten met een handheld Yara-N-sensor. De metingen zijn wekelijks uitgevoerd, tot het moment dat het loof in elkaar ging zakken. Daarna is geen betrouwbare meting meer mogelijk. Totaal is vier keer gemeten. De metingen zijn bij alle objecten uitgevoerd om verschillen in gewasontwikkeling en N-opname tussen de objecten te registreren. Naast de Yara-sensor is te Vredepeel ook met de CropScan-sensor gemeten om de berekende N-opname via de S1 te vergelijken met de direct uit de CropScan-data berekende N-opname. Het resultaat en de bespreking van die vergelijking wordt opgenomen in de rapportage van 2014. Daarbij zal dan ook worden ingegaan op de mogelijkheden om de N-opname rechtstreeks te schatten uit de S1. Bij het object NBS-gewassensing + N-balans wordt in principe de Nmin-voorraad pas gemeten, als de uit de

gewasreflectie afgeleide N-opname onder de normlijn komt. In de proeven echter, is de Nmin wekelijks gemeten. Op beide proeflocaties is de Nmin in de laag 0-30 cm gemeten. Op het lössperceel had 0-60 cm moeten worden gemeten, maar omdat de ondergrond hard en droog was, lukte dat niet.

Voor de Aardappelmonitoringsobjecten zijn in alle vier de veldjes per object 10 bladsteeltjes geplukt en samengevoegd tot een mengmonster van 40 bladsteeltjes. Het nitraatgehalte is gemeten door Altic.

Voor Aardappelmonitoring Classic en de Aardappelbemestingsindicator is in alle vier de veldjes per object het loof van twee planten afgesneden, samengevoegd tot een monster van acht planten en gewogen. In principe worden bij dit systeem twee bemonsteringsdata gehanteerd. In de proeven is op drie momenten gemeten.

Verder zijn op een aantal momenten tijdens de groeiperiode foto's gemaakt van de gewasstand bij de verschillende objecten.

Tabel 2. **Overzicht metingen en bemonsteringen in het gewas voor de bijmestystemen**

Object	Waarneming/meting	Datum						
		Vredepeel: Hulsberg:	12/6 19/6	21/6 27/6	28/6 4/7	5/7 13/7	24/7 9/8	21/8 12/9
Visuele beoordeling gewas	Stand, kleur, bodembedekking, afsterving	x					x	x
Alle objecten	Meting met de Yara-sensor	x	x	x	x			
NBS-gewassensing + N-balans	Nmin-voorraad 0-30 cm	x	x	x	x			
Aardappelmonitoring Classic + Online	Nitraatgehalte bladsteeltjes	x	x	x	x			
Aardappelmonitoring Classic	Loofgewicht bepalen	x	x	x	x			
Aardappelbemestingsindicator	Nitraatgehalte bladsteeltjes + loofgewicht bepalen + Nmin-voorraad 0-30 cm	x	x	x	x			

Na oogst is de knolopbrengst vastgesteld, de maatsortering (<40, 40-50, 50-70 en >70 mm), de uitval en het onderwatergewicht. Verder heeft Altic het droge-stofgehalte in de knollen gemeten en het N-gehalte. Met deze cijfers is de droge-stofproductie berekend en de N-opname in de knollen. Op basis van de N-opname in de knollen is de zogenoemde schijnbare stikstofbenutting per object berekend. Dit is de extra N-opname in de knollen ten opzichte van het nulobject, gedeeld door de stikstofgift.

De proefresultaten zijn statistisch geanalyseerd met behulp van het softwarepakket Genstat. Verschillen tussen objecten zijn als statistisch significant aangemerkt indien de zogenoemde overschrijdingskans kleiner is dan 5%. In de tabellen met resultaten in de hoofdstukken 3 en 4 is met een lettercode aangegeven of de objecten significant van elkaar verschillen. Als achter de objecten dezelfde letter staat, betekent dit dat ze niet significant van elkaar verschillen. Tevens is LSD-waarde weergegeven: het statistisch kleinste betrouwbare verschil bij een overschrijdingskans van 5%.

In een aantal gevallen is de respons van opbrengst of N-opname op de stikstofbemesting grafisch weergegeven en is een zogenoemde responscurve gefit met behulp van regressieanalyse. Daarbij is de best passende curve geselecteerd op basis van het hoogste percentage verklaarde variantie.

De stikstofbehoefte van Fontane is vergelijkbaar met die van Bintje. De berekende stikstofgift volgens de stikstofbemestingsrichtlijn uit de adviesbasis bemesting (van Dijk & van Geel, 2012) bedroeg 266 kg N per ha voor de proef te Vredepeel en 232 kg N per ha voor de proef te Hulsberg. Daar kan de N-werking uit de ingewerkte groenbemester nog vanaf worden getrokken. Uitgaande van een geschatte N-inhoud van 100 kg N per ha is de nawerking aan de hand van de vuistregels in de adviesbasis bemesting geschat op 50 kg N per ha. Er resteert dan een N-gift van 182 kg N per ha.

De N-gebruiksnorm in 2012 voor Fontane bedroeg 260 kg N per ha op zandgrond en 255 kg N per ha op lössgrond.





### 3 Resultaten proef op zand (Vredepeel)

Het voorjaar begon vrij koud, waardoor het gewas traag opkwam. Later tijdens het groeiseizoen wisselden warmere en koelere perioden elkaar af. Gemiddeld genomen was de temperatuur in de periode april t/m augustus normaal.

Er viel te Vredepeel in het voorjaar veel regen, met name in de periode tussen half mei en half juni. Ook juli was een natte maand. In de maanden april t/m augustus viel te Vredepeel bijna 200 mm meer regen dan normaal.

De temperatuur- en neerslaggegevens zijn weergegeven in bijlage 4.

#### 3.1 Bijmestadviezen per systeem

Door de vele neerslag in het voorjaar te Vredepeel moest al vroeg worden bijbemest. De basisgift stikstof bij poten was grotendeels uitgespoeld naar een diepere bodemlaag. De geplande vaste N-trappen zijn daarom te Vredepeel verhoogd (tabel 3).

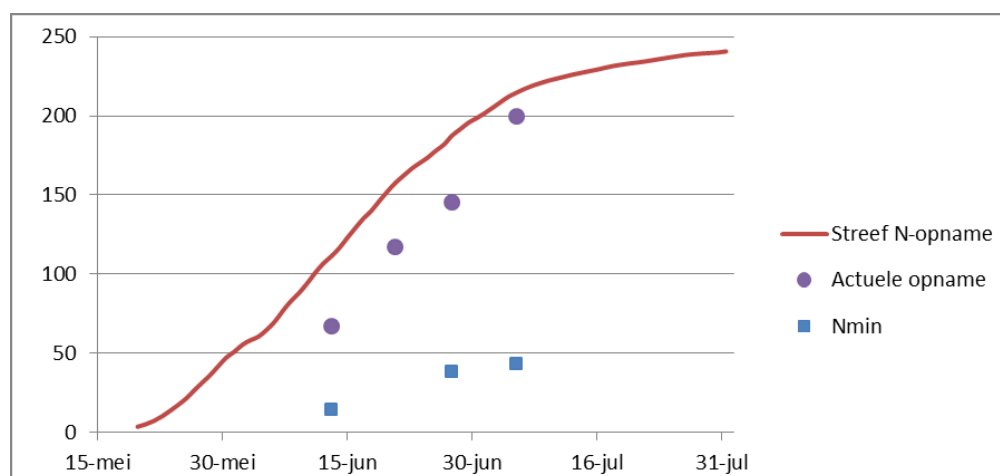
Bij het eerste meetmoment, drieënhalve week na opkomst, gaven alle systemen een bijmestadvies, behalve het systeem 'NBS-gewassensing vanaf gewassluiting', omdat er nog geen 90% grondbedekking was bereikt. Een week later kon bij dit systeem wel een bijmestadvies worden berekend.

##### **NBS-gewassensing + N-balans**

In figuur 1 is de streefcurve voor N-opname weergegeven op basis van de T-som, de uit gewassensing afgeleide N-opname en de Nmin-voorraad in de bodemlaag 0-30 cm op de vier meetmomenten. Bij de eerste meting (13 juni) zat de actuele N-opname een stuk onder de streefopnamecurve. Omdat het nog vroeg in het groeiseizoen was, is geen bijmestgift tot einde teelt berekend, maar voor een periode van drie weken vooruit (t/m begin juli). Daardoor kon in de zomer nogmaals worden bijgestuurd.

Er is rekening mee gehouden dat het gewas een aantal weken nodig heeft om de achterstand in te halen, uitgaande van een maximale N-opnamesnelheid van aardappel in de periode juni-half juli van zo'n 5 kg N per ha per dag. De bijmestgift is berekend op 125 kg N per ha (zie bijlage 5).

Na de tweede meting is geen bijmestadvies berekend. Na de derde meting (28 juni) is een bijmestadvies berekend van 75 kg N per ha. Omdat de N-opname een duidelijk stijgende lijn vertoonde en ervan uitgaande dat het gewas meer dan twee weken tijd nodig heeft om de achterstand in te halen, is besloten om niet bij te bemesten en het laatste meetmoment af te wachten. Bij dat laatste meetmoment (5 juli) was de N-opname de normlijn dicht benaderd. Er is een bijmestgift berekend van 14 kg N per ha, maar omdat deze hoeveelheid te klein is om nog goed met KAS te kunnen verstrooien, is niet meer bijbemest.



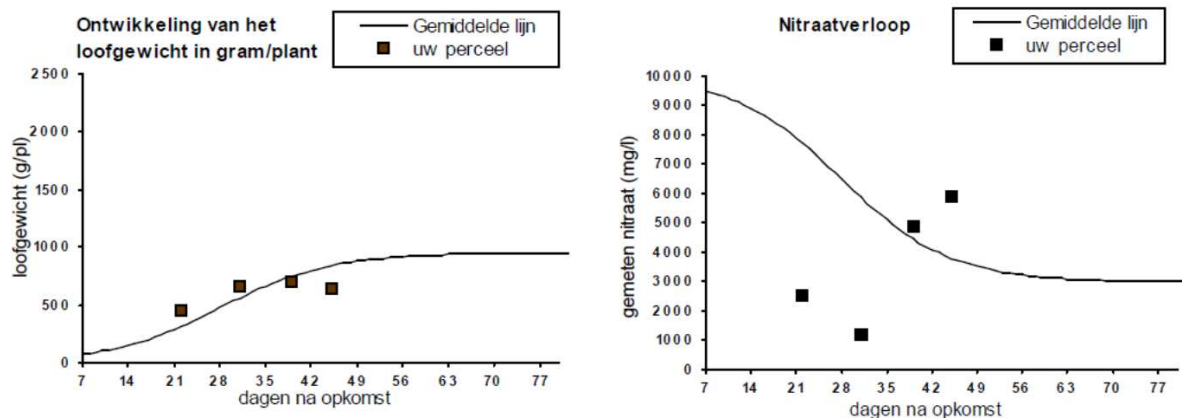
Figuur 1. **Streef N-opname op basis van streefopbrengst en T-som, actuele N-opname afgeleid uit gewassensing en gemeten Nmin 0-30 cm te Vredepeel**

### NBS-gewassensing vanaf gewassluiting

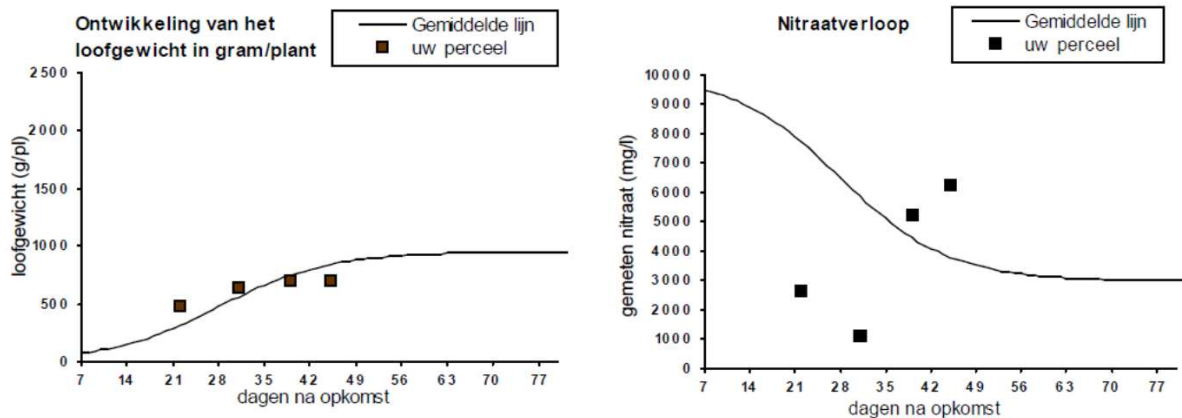
Bij 'NBS-sensing vanaf gewassluiting' is na de tweede meting een éénmalig N-bijmestadvies berekend en gestrooid van 90 kg N per ha (zie bijlage 5).

### Aardappelmonitoring

In de figuren 2 en 3 is het gemeten loofgewicht en het nitraatgehalte in de bladsteeltjes weergegeven bij Aardappelmonitoring Classic en bij Aardappelmonitoring Online. Beide systemen gaven een nagenoeg identiek beeld en ook hetzelfde bijmestadvies. Na de eerste meting volgde een bijmestadvies van 70 kg N per ha. Dit betrof een gemaximeerde gift (d.w.z. dat hogere adviesgiften dan 70 kg N per ha worden afgetopt op 70). Na de tweede, derde en vierde meting was het bijmestadvies nul.



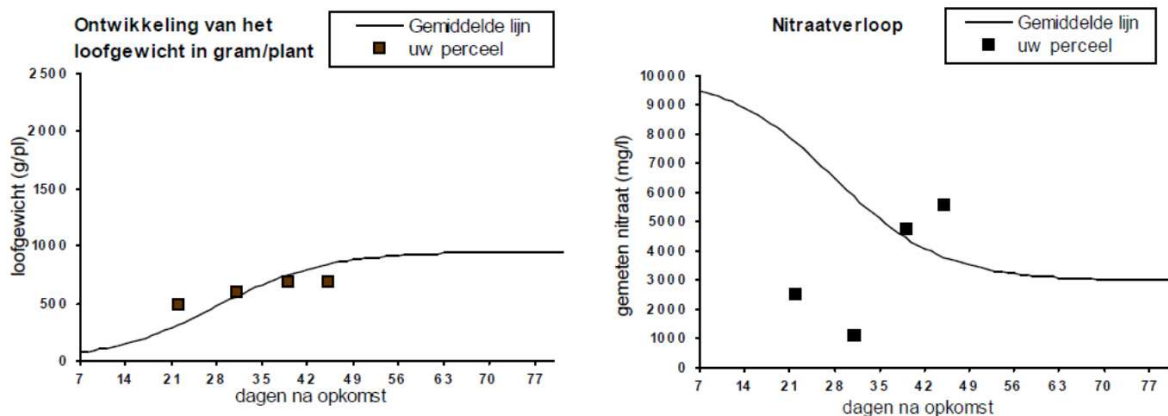
Figuur 2. Gemeten loofgewicht en nitraatgehalte in de bladsteeltjes ten opzichte van de normlijnen bij Aardappelmonitoring Classic te Vredepeel



Figuur 3. Uit sensing afgeleid loofgewicht en het gemeten nitraatgehalte in de bladsteeltjes ten opzichte van de normlijnen bij Aardappelmonitoring Online te Vredepeel

### Aardappelbestedingsindicator

In figuur 4 is het gemeten loofgewicht en het nitraatgehalte in de bladsteeltjes bij Aardappelbestedingsindicator weergegeven. In de proef is vier keer gemeten, maar in praktijk zou slechts twee keer zijn gemeten: het eerste en derde meetmoment. De gemeten Nmin bedroeg 23 kg N per ha bij het eerste meetmoment en 21 kg N per ha bij het derde moment. Op beide momenten is een bijmestadvies gegeven: 70 kg N per ha na de eerste meting (gemaximeerde gift) en 50 kg N per ha na de derde meting.



Figuur 4. **Gemeten loofgewicht en nitraatgehalte in de bladsteeltjes ten opzichte van de normlijnen bij Aardappelbestedingsindicator te Vredepeel**

Na de eerste meting (13 juni) gaf Aardappelbestedingsindicator ook een kalibijmestadvies van 155 kg K<sub>2</sub>O per ha (zie bijlage 6). Vanwege de lage zwaveltoestand van de bodem werd geadviseerd bij te bemesten met kaliumsulfaat. In het bemestingsplan van de proef was voorzien om rond knolzetting op het hele proefveld 50 kg K<sub>2</sub>O bij te bemesten met patentkali (zie bijlage 1). Omdat de proef gericht is om N-bemesting, is besloten om de kalibemesting bij het object 'Aardappelbestedingsindicator' gelijk te houden aan de rest van het proefveld, anders zou een verstrengeling ontstaan tussen stikstof- en kalibemesting.

Tabel 3. **Gerealiseerde N-bemesting per object te Vredepeel (kg N per ha)**

Object	Basisgift		Bijbemesting				Totaal bijbemest	Totale N-gift
	VDM 3/4	KAS 3/4	1 <sup>e</sup> 19/6	2 <sup>e</sup> 27/6	3 <sup>e</sup> 10/7	4 <sup>e</sup>		
Nulobject – 0N	0	0	-	-	-	-	0	0
Vaste trap – 95 N	95	0	-	-	-	-	0	95
Vaste trap – 195N	95	50	50	-	-	-	50	195
Vaste trap – 245N	95	50	100	-	-	-	100	245
Vaste trap – 345N	95	100	150	-	-	-	150	345
Aardappelmonitoring Classic	95	50	70	-	-	-	70	215
Aardappelmonitoring Online	95	50	70	-	-	-	70	215
NBS-sensing vanaf gewassluiting	95	50	-	90	-	-	90	235
Aardappelbestedingsindicator	95	50	70	-	50	-	120	265
NBS-sensing + N-balans	95	50	125	-	-	-	125	270

## 3.2 Gewasontwikkeling

Op 12 juni bleef de grondbedekking met groen loof bij het nulobject duidelijk achter ten opzichte van de overige objecten. De grondbedekking bij het nulobject is geschat op 40-50%. Tussen de overige objecten was er geen duidelijk verschil en zat de grondbedekking rond de 80%.

Op 24 juli bedroeg de grondbedekking bij het nulobject gemiddeld zo'n 65%, bij de vaste trap 95N 90% en bij de overige objecten 99-100%.

Op 21 augustus was de grondbedekking met groen loof bij het nulobject afgenomen naar ca. 20% en bij de vaste trap 95N naar 35-40%. Bij de vaste trap 195N was het afgenomen naar 60%. Bij de overige objecten was de grondbedekking nog zo'n 65-75%, zonder duidelijke effect van de hoogte van de N-bemesting.

Op 24 juli was de loofkleur donkerder groen bij hogere N-gift. Tussen de verschillende bijmestobjecten (N-traject van 215 tot 270 kg N per ha) was er geen duidelijk zichtbaar kleurverschil. De hoogste vaste N-trap (345N) gaf nog wel een iets donkerdere kleur (tabel 4).

Op 24 juli waren de eerste verschijnselen van loofafsterving zichtbaar, maar er waren nog geen duidelijke, verschillen tussen de objecten te zien in mate van afsterving. Het loof begon ook bij alle objecten in elkaar te zakken, behalve bij het nulobject. Bij de vaste trap 95N was het loof minder ver ineens gezakt dan bij de overige bemeste objecten. Tussen de overige bemeste objecten was er geen duidelijk zichtbaar verschil qua mate van inzakken van het loof.

Op 21 augustus werd de gewasstand door de bank genomen als beter beoordeeld naarmate de N-gift hoger was. Ook waren er verschillen zichtbaar in mate van loofafsterving, maar deze kwamen niet duidelijk overeen met de verschillen in hoogte van de N-gift. Het loof bij object 'NBS-sensing vanaf gewassluiting' was het minst ver afgestorven.

In bijlage 7 zijn foto's weergegeven van de gewasstand per object op drie momenten tijdens het groeiseizoen.

Tabel 4. **Gewasbeoordeling per object te Vredepeel op 24 juli en 21 augustus**

Object	Totale N-gift (kg/ha)	Kleur 24 juli	Gewasstand 21 aug	Afsterving 21 aug
Nulobject – ON	0	1½	1	2½
Vaste trap – 95 N	95	2	2	2
Vaste trap – 195N	195	3½	3	2½
Vaste trap – 245N	245	4	4-4½	2½-3
Vaste trap – 345N	345	5	4½-5	3½
Aardappelmonitoring Classic	215	4	3½	2½
Aardappelmonitoring Online	215	4	4	3½
NBS-sensing vanaf gewassluiting	235	4	4½	3½-4
Aardappelbemestingsindicator	265	4	4-4½	3
NBS-sensing + N-balans	270	4	4½-5	3½

Toelichting:

Gewasstand	Kleur	Afsterving
1 = slecht	1 = zeer licht	1 = zwaar
2 = matig	2 = licht	2 = matig
3 = redelijk	3 = redelijk	3 = licht
4 = voldoende	4 = redelijk tot goed	4 = zeer licht
5 = goed	5 = goed (donker)	5 = niet

In tabel 5 is de uit de gewassensing berekende N-opname door het gewas weergegeven. Op 13 juni (er was toen nog niet bijbemest) was er geen significant effect van de hoogte van de basisgift stikstof op de N-inhoud van het gewas. Enkel bij het nulobject was deze lager.

Op 21 juni (er was toen net bijbemest; zie tabel 3) was er bij de vaste trappen een lichte tendens dat de N-inhoud van het gewas hoger was naarmate de N-gift hoger was. Die tendens was ook op 28 juni en 6 juli aanwezig.

De N-inhoud bij het object 'NBS-sensing vanaf gewassluiting' was op 28 juni en 6 juli significant lager dan die bij de andere NBS-objecten. Bij dit object was een week later bijbemest dan bij de andere NBS-objecten (zie tabel 3).

Op 13 juni was de gemeten N-inhoud van het omgekeerde N-venster (de hoogste vaste N-trap in de proef; 195 kg N per ha op dat moment) niet hoger dan bij de basisgift van 145 kg N per ha. Later tijdens het groeiseizoen ontstond er wel een verschil. Op 28 juni en 4 juli was de N-inhoud van de hoogste vaste N-trap (345N) significant hoger dan van de vaste trap 195N. Indien zou zijn bijbemest op basis van het omgekeerde N-venster, had de bijmestgift ca. 30 kg N per ha bedragen.

Tabel 5. Stikstofinhoud van het gewas (kg N per ha), afgeleid uit gewassensing

Object	13 juni	21 juni	28 juni	6 juli
Nulobject – 0N	37 a .	69 a . .	66 a . . . .	68 a . . . . .
Vaste trap – 95N	68 . b	111 . b .	100 . b . . .	111 . b . . . .
Vaste trap – 145N + 50N	67 . b	123 . b c	142 . . c d .	190 . . . d e .
Vaste trap – 145N + 100N	59 . b	125 . b c	152 . . . d e	202 . . . . e f
Vaste trap – 195N + 150N	65 . b	139 . . c	163 . . . . e	215 . . . . . f
Aardappelmonitoring Classic	68 . b	122 . b c	148 . . c d e	190 . . . d e .
Aardappelmonitoring Online	66 . b	122 . b c	141 . . c d .	194 . . . d e f
NBS-sensing vanaf gewassluiting	62 . b	111 . b .	115 . b . . .	155 . . c . . .
Aardappelbemestingsindicator	66 . b	114 . b .	133 . . c . .	179 . . . d . .
NBS-sensing + N-balans	67 . b	117 . b c	145 . . c d .	200 . . . d e f
<i>LSD 5%</i>	<i>10</i>	<i>23</i>	<i>16</i>	<i>22</i>

### 3.3 Opbrengst en kwaliteit

In de proef te Vredepeel hadden de eerste zes à zeven rijen veldjes van het proefveld (de veldjes 1 t/m 7 en 21 t/m 27; zie bijlage 1) meer last van de vele neerslag tijdens het groeiseizoen dan de andere veldjes. Het was op dit deel van het proefveld natter. De opbrengsten op deze veldjes bleven achter bij die van de rest van het proefveld. In de statistische analyse is rekening gehouden met deze veldvariatie door een covariantieanalyse uit te voeren. Hierbij is een covariabele aangemaakt waarin onderscheid is gemaakt tussen de veldjes 1 t/m 7 en 21 t/m 27 enerzijds en de overige veldjes anderzijds. De covariabele had een significant effect op de bruto en netto opbrengst, maar niet op het onderwatergewicht. De in de tabel 6 weergegeven opbrengstcijfers betreffen de voor de covariantie gecorrigeerde objectgemiddelden.

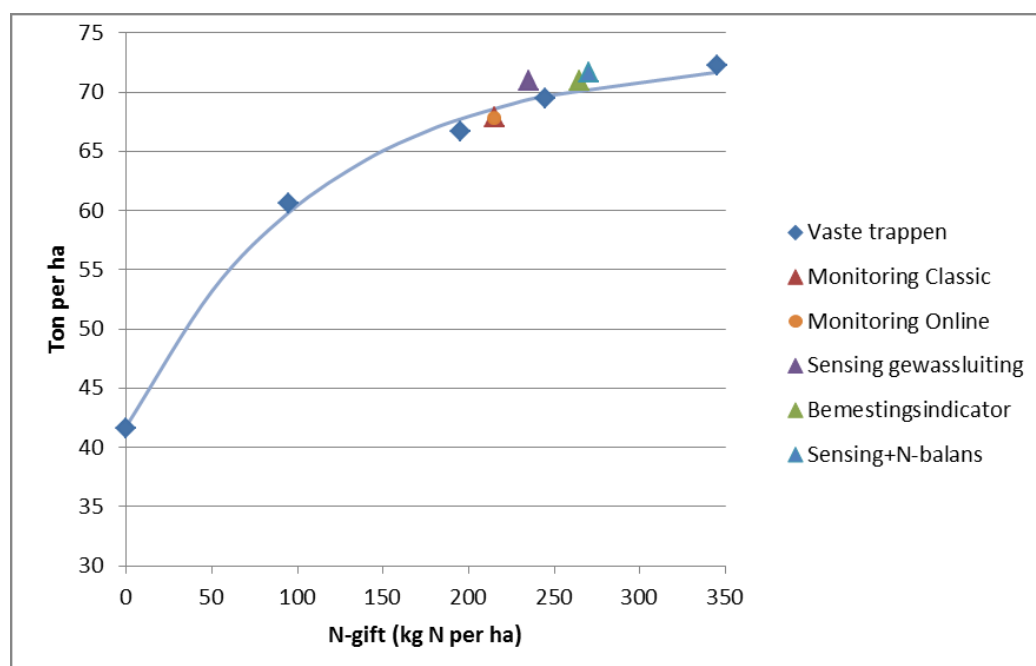
Er was een duidelijke tendens dat een hogere N-gift leidde tot een hogere knolopbrengst. Met behulp van regressieanalyse is een responscurve gefit van de netto opbrengst bij de vaste N-trappen. Dit is weergegeven in figuur 5. Ook de opbrengsten van de NBS-objecten zijn in de figuur weergegeven. De uitval door groene knollen en rotte knollen was nihil in de gehele proef en hiervoor waren ook geen significante verschillen tussen de objecten. De uitval aan groene en rotte knollen samen bedroeg gemiddeld in de proef minder dan een half procent van de bruto opbrengst. Gemiddeld in de proef vertoonde 3% van knollen van de bruto opbrengst groeischeuren en misvormingen. Dit percentage fluctueerde per veldje, maar werd niet significant beïnvloed door de objecten c.q. de hoogte van de N-gift. Omdat het hier om toeval gaat, zijn de knollen met groeischeuren en misvormingen tot de netto-opbrengst gerekend.

Een hogere knolopbrengst ging gepaard met een grovere sortering (figuur 6). De verschillende NBS-objecten (timing en verdeling van de N-gift) hadden geen significant effect op de sortering anders dan via de opbrengst.

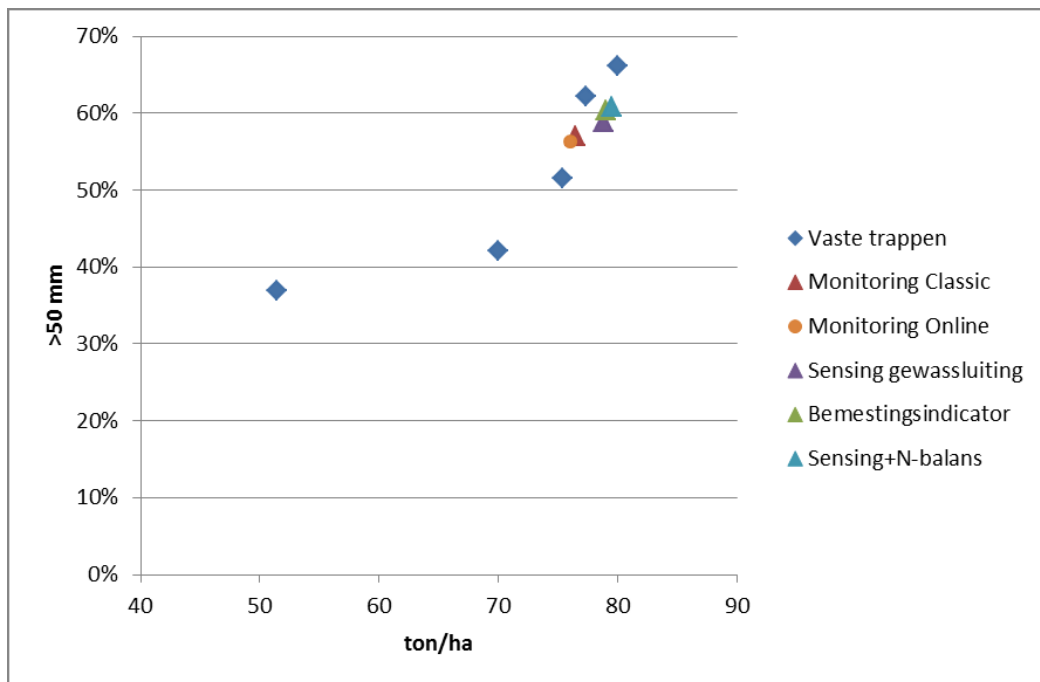
Het onderwatergewicht (OWG) van de knollen nam significant af bij stijging van de N-gift (figuur 7). De verschillende NBS-systemen (timing en verdeling van de N-gift) hadden geen significant effect op het OWG, anders dan via de hoogte van de N-gift. Het OWG zat bij alle objecten ruim boven de kritische ondergrens van 360 g voor fritesverwerking.

Tabel 6. **Bruto en netto knolopbrengst te Vredepeel**

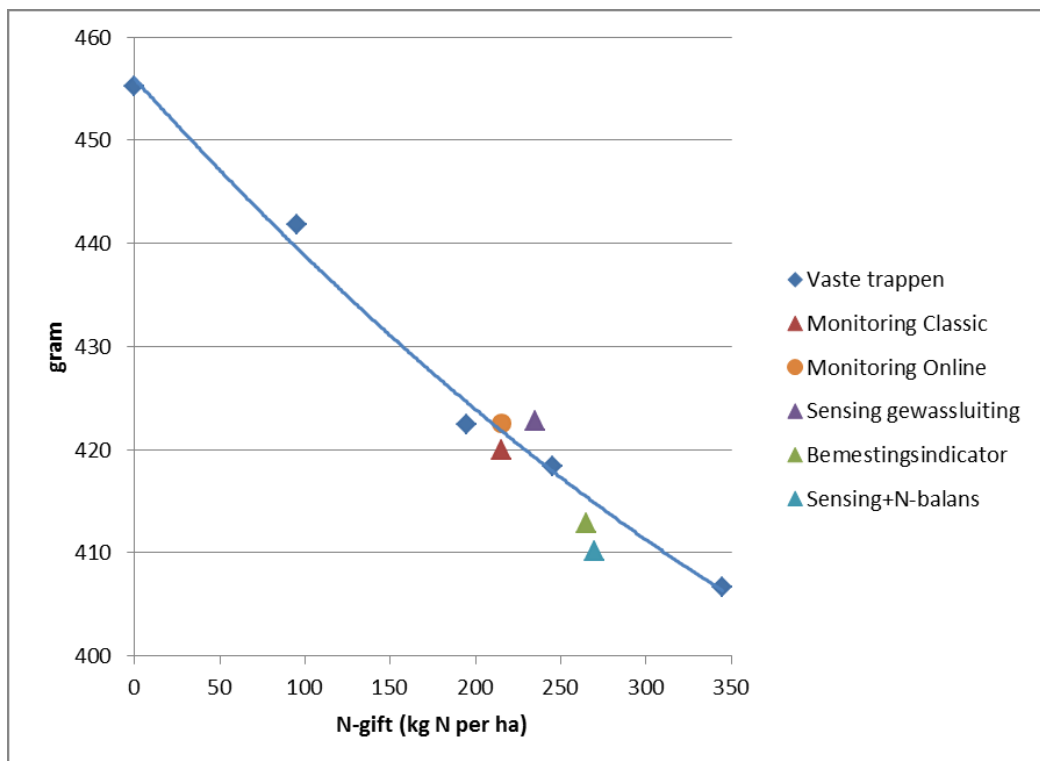
Object	N-gift (kg/ha)	Bruto opbrengst (ton/ha)	Netto >40 mm (ton/ha)
Nulobject – 0N	0	51,5 a . . . .	41,6 a . . . .
Vaste trap – 95N	95	70,0 . b . . .	60,6 . b . . .
Vaste trap – 195N	195	75,4 . . c . .	66,7 . . c . .
Vaste trap – 245N	245	77,3 . . c d e	69,5 . . c d e
Vaste trap – 345N	345	80,0 . . . . e	72,3 . . . . e
Aardappelmonitoring Classic	215	76,5 . . c d e	67,9 . . c d .
Aardappelmonitoring Online	215	76,1 . . c d .	67,8 . . c d .
NBS-sensing vanaf gewassluiting	235	78,8 . . c d e	71,0 . . . d e
Aardappelbemestingsindicator	265	79,0 . . c d e	70,9 . . . d e
NBS-sensing + N-balans	270	79,5 . . . d e	71,7 . . . . e
<i>LSD 5%</i>		<i>3,7</i>	<i>3,3</i>



Figuur 4. **Netto knolopbrengst (>40 mm) uitgezet tegen de totale N-gift (Trendlijn = door de vaste trappen gefitte exponentiële responscurve)**



Figuur 6. Gewichtspercentage knollen >50 mm, uitgezet tegen de bruto knolopbrengst



Figuur 7. Onderwatergewicht uitgezet tegen de stikstofgift (Trendlijn = door de vaste trappen gefitte 2<sup>e</sup> graads polynoom responscurve)

Aan de hand van de responscurve in figuur 4 is een economisch optimale N-gift afgeleid. Dit is het omslagpunt waarboven de kosten van extra stikstof die wordt toegediend, hoger zijn dan de financiële meeropbrengst die daardoor nog wordt verkregen. Er is gerekend met een stikstofprijs van €1,08 per kg N (KAS; KWIN-AGV 2012), een aardappelprijs van 10 cent per kg bij levering af veld of 13 cent per kg na bewaring en 3% bewaarverlies. De berekende economisch optimale N-gift bedraagt zowel bij levering af veld als na bewaring >350 kg N per ha.

Een dergelijk gift zit ver boven de N-gebruiksnorm van 260 kg N per ha. Bij aftopping van de gift op 260 kg N per ha bedraagt de berekende opbrengstderving ruim anderhalve ton per ha c.q. ca. €55,- per ha bij levering af veld en ca. €100,- per ha na bewaring (opbrengstderving minus besparing meststofkosten).

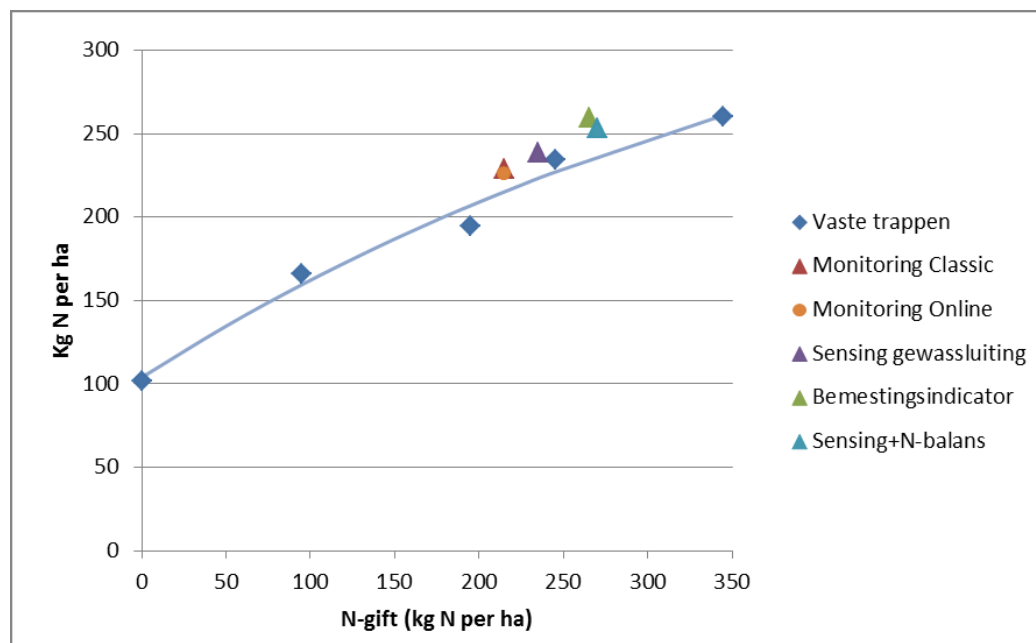
### 3.4 Stikstofopname

De covariabele voor natheid in het proefveld (zie paragraaf 3.3) had ook een significant effect op stikstofopname in de knollen. De in de figuren 8 t/m 9 weergegeven resultaten betreffen de voor de covariantie gecorrigeerde objectgemiddelden.

De N-opname in de knollen nam significant toe bij stijging van de N-gift (figuur 8). Uit lineaire-regressie-analyse bleek dat verschillen in N-opname tussen de diverse NBS-systemen zijn toe te schrijven aan verschillen in N-gift tussen de systemen. Anders dan via de hoogte van de N-gift hadden de systemen (c.q. timing en verdeling van de N-gift) geen significant effect op de N-opname.

In tabel 7 is de berekende stikstofterugwinningsindex (ANR) weergegeven op basis van N-opname in de knollen. Deze zat bij alle bijmestsystemen tegen de 60% aan. Bij de vast trap 95N (alleen varkensdrijfmest) bedroeg de ANR 67%. Bij de overige vaste trappen was de ANR wat lager.

In figuur 9 is de netto knolopbrengst uitgezet tegen de N-opname in de knollen. Aan de hand van de responscurve is berekend dat de maximale opbrengst werd behaald bij een N-opname in de knollen van 270 kg N per ha.

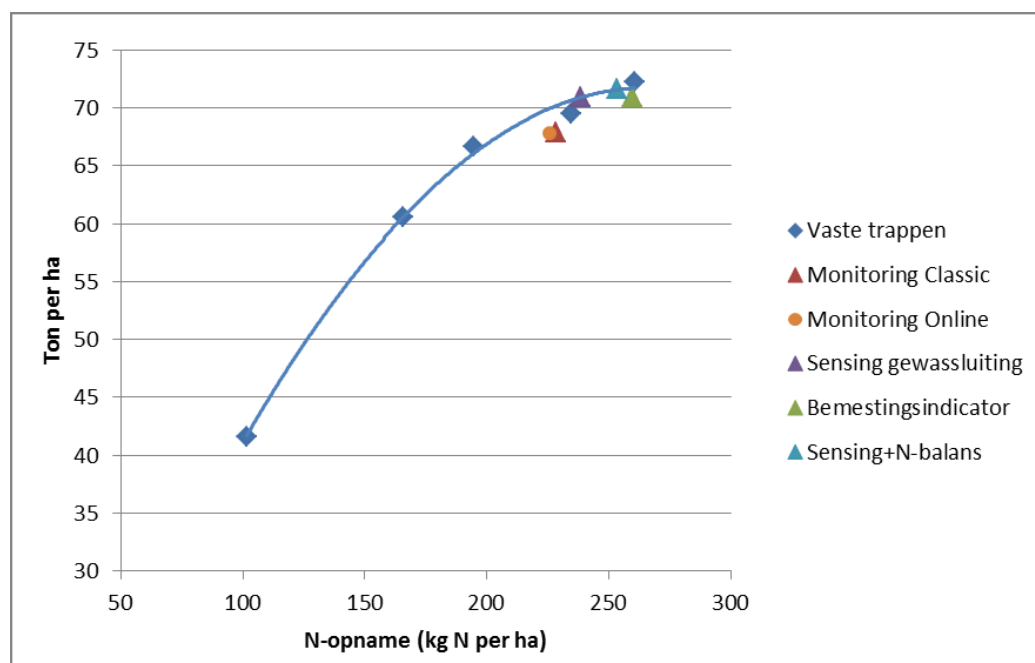


Figuur 8. **Stikstofopname in de knollen uitgezet tegen de stikstofgift (Trendlijn = door de vaste trappen gefitte exponentiële responscurve)**



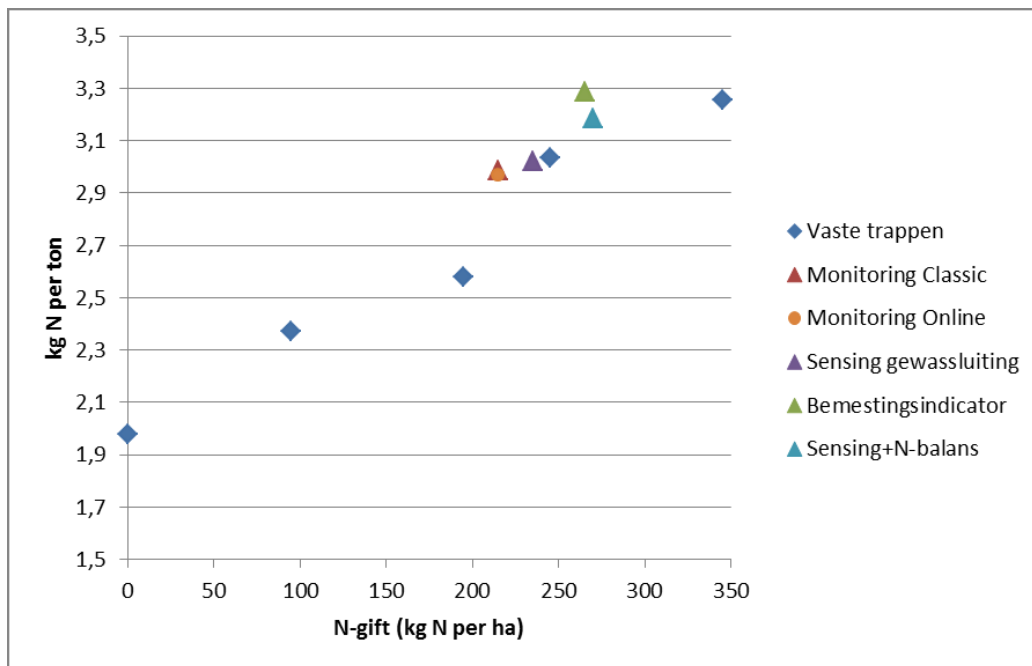
Tabel 7. **Berekende stikstofterugwinningsindex (ANR) op basis van N-opname in de knollen**

Object	N-gift (kg/ha)	ANR
Nulobject – 0N	0	-
Vaste trap – 95N	95	67% . . c
Vaste trap – 195N	195	47% a
Vaste trap – 245N	245	54% a b
Vaste trap – 345N	345	46% a
Aardappelmonitoring Classic	215	59% . b c
Aardappelmonitoring Online	215	58% . b c
NBS-sensing vanaf gewassluiting	235	58% . b c
Aardappelbestedingsindicator	265	60% . b c
NBS-sensing + N-balans	270	56% a b
<i>LSD 5%</i>		<i>11%</i>



Figuur 9. **Netto knolopbrengst uitgezet tegen de N-opname in de knollen**  
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte 2<sup>e</sup> graads polynoom responscurve)

In figuur 10 is het N-gehalte in de knollen weergegeven op basis van de bruto opbrengst. Het N-gehalte nam toe bij stijging van de N-gift. Bij de hoogste giften bedroeg het gehalte 3,1 tot 3,3 kg N per ton. Vooraf is voor de berekening van de N-opname op basis van de streefopbrengst uitgegaan van een gehalte van 3,3 kg N per ton (zie paragraaf 2.1.1).



Figuur 10. N-gehalte in de knollen (kg N per ton vers product)

## 4 Resultaten proef op löss (Hulsberg)

Evenals te Vredepeel begon het voorjaar vrij koud, waardoor het gewas traag opkwam. Later tijdens het groeiseizoen wisselden warmere en koelere perioden dan normaal (gemiddeld) elkaar af. De gemiddelde temperatuur in de periode april t/m augustus was normaal.

Te Hulsberg viel er in het voorjaar minder neerslag dan te Vredepeel. Het voorjaar was wat droger dan normaal en de zomer wat natter dan normaal. Totaal viel er de periode april t/m augustus een vrijwel normale hoeveelheid regen.

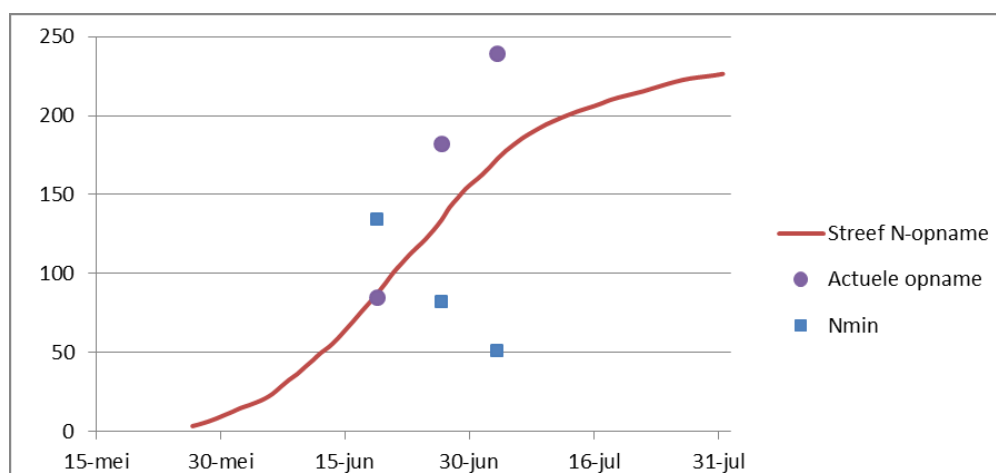
De temperatuur- en neerslaggegevens zijn weergegeven in bijlage 4.

### 4.1 Bijmestadviezen per systeem

Het aardappelgewas in de proef te Hulsberg groeide goed. In juni werden hoge Nmin-voorraden in de bodem gemeten. Dit duidt op een hoge N-mineralisatie, waarschijnlijk uit de ingewerkte groenbemester. Alle N-bijmestsystemen gaven aan dat de stikstofvoorziening van het gewas in orde was en dat niet of weinig hoefde te worden bijbemest. Aardappelbemestingsindicator gaf een bijmestadvies van 20 kg N per ha. De overige systemen adviseerden niet bij te bemesten.

#### NBS-gewassensing + N-balans

In figuur 11 is de streefopnamecurve weergegeven op basis van de T-som, de uit gewassensing afgeleide N-opname en de Nmin-voorraad in de bodemlaag 0-30 cm per meetmomenten. Bij de vierde meting (13 juli) was het loof al in elkaar aan het zakken en dan is geen betrouwbare afleiding van de N-opname meer mogelijk. Op alle meetmomenten zat de actuele N-opname op of boven de streefopnamecurve. Er is niet bijbemest (zie bijlage 5)



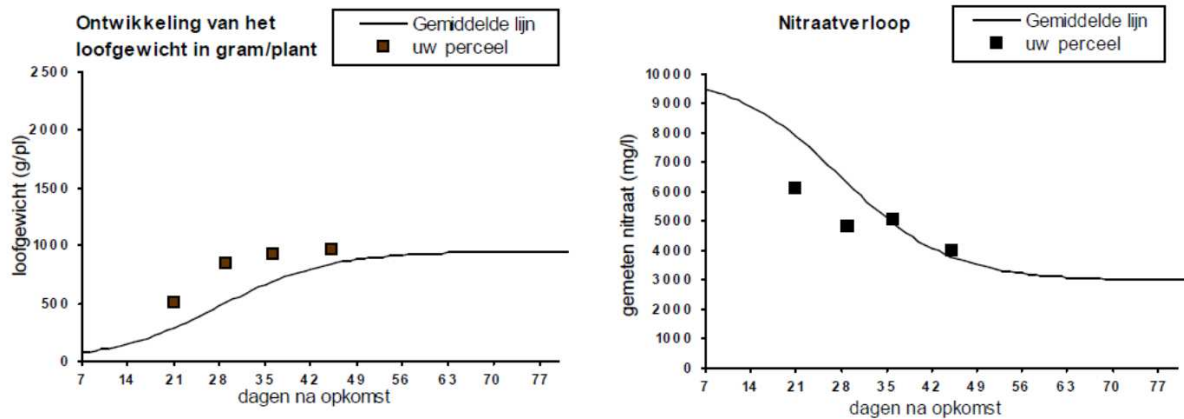
Figuur 11. **Streef N-opname op basis van streefopbrengst en T-som, actuele N-opname afgeleid uit gewassensing en gemeten Nmin 0-30 cm te Hulsberg**

#### NBS-gewassensing vanaf gewassluiting

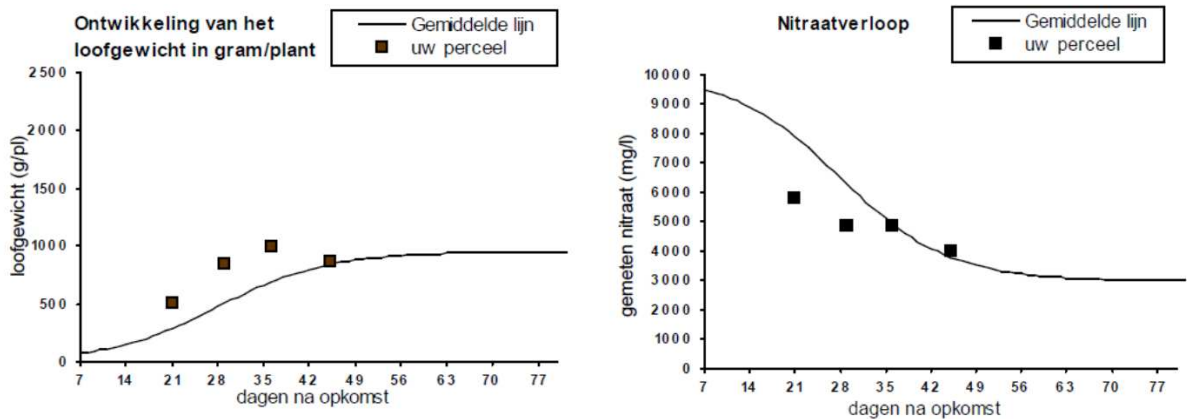
Bij de eerste meting was er nog geen 90% grondbedekking bereikt. Na de tweede meting (27 juni) bedroeg het bijmestadvies 15 kg N per ha. Deze hoeveelheid is te klein is om met KAS te kunnen verstrooien en is niet toegediend. Na de derde meting was het bijmestadvies nul.

#### Aardappelmonitoring

In de figuren 12 en 13 is het gemeten loofgewicht en het nitraatgehalte in de bladsteeltjes weergegeven bij Aardappelmonitoring Classic en bij Aardappelmonitoring Online. Beide systemen gaven vrijwel hetzelfde beeld en ook het advies om niet bij te bemesten.



Figuur 12. **Gemeten loofgewicht en nitraatgehalte in de bladsteeltjes ten opzichte van de normlijnen bij Aardappelmonitoring Classic te Hulsberg**

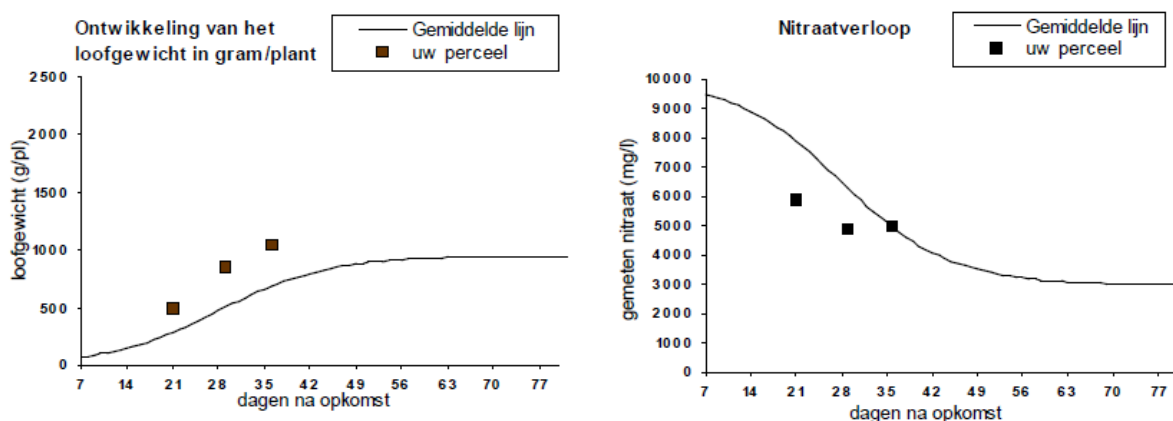


Figuur 13. **Uit sensing afgeleid loofgewicht en het gemeten nitraatgehalte in de bladsteeltjes ten opzichte van de normlijnen bij Aardappelmonitoring Online te Hulsberg**

### Aardappelbestedingsindicator

In figuur 14 is het gemeten loofgewicht en het nitraatgehalte in de bladsteeltjes bij Aardappelbestedingsindicator weergegeven. In de proef is drie keer gemeten, maar in praktijk zou slechts twee keer zijn gemeten: het eerste en tweede meetmoment in de proef. De gemeten Nmin bedroeg 127 kg N per ha bij het eerste meetmoment en 102 kg N per ha bij het tweede moment. Na het tweede moment is een bijmestadvies gegeven van 20 kg N per ha.

Uit de bodemanalyse die bij 'Aardappelbestedingsindicator' werd uitgevoerd, bleek dat het chloridegehalte in de bodem erg hoog was (zie bijlage 7). Ook in de bladsteeltjes van de aardappelen werd een hoog chloridegehalte aangetroffen (bijlage 7).



Figuur 14. **Gemeten loofgewicht en nitraatgehalte in de bladsteeltjes ten opzichte van de normlijnen bij Aardappelbestedingsindicator te Hulsberg**

Tabel 8. **Gerealiseerde N-bemesting per object te Hulsberg (kg N per ha)**

Object	Basisgift	Bijbemesting					Totale N-gift	
		KAS	1 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>		Totaal
		2/4	28/6	4/7	9/7	-		bijbemest
Nulobject – 0N	0	-	-	-	-	0	0	
Vaste trap – 100N	100	-	-	-	-	0	100	
Vaste trap – 150N	150	-	-	-	-	0	150	
Vaste trap – 225N	150	75	-	-	-	75	225	
Vaste trap – 300N	200	75	-	25	-	100	300	
NBS-sensing + N-balans	150	-	-	-	-	0	150	
NBS-sensing vanaf gewassluiting	150	-	-	-	-	0	150	
Aardappelmonitoring Classic	150	-	-	-	-	0	150	
Aardappelmonitoring Online	150	-	-	-	-	0	150	
Aardappelbestedingsindicator	150	-	20	-	-	0	170	

## 4.2 Gewasontwikkeling

Op 19 juni had het nulobject 70% grondbedekking bereikt en de overige objecten 80%. Het loof was bij het nulobject wat minder fors ontwikkeld en iets lichter groen van kleur dan bij de andere objecten. De loofontwikkeling en kleur van de overige objecten was gelijk. In juli waren er geen duidelijke, zichtbare verschillen in gewasstand en kleur tussen de objecten met N-giften van 150 kg N per ha of hoger. In tabel 9 zijn de gewaswaarnemingen weergegeven van 9 augustus en 12 september. Omdat bij de meeste NBS-objecten niet is bijbemest, zijn de resultaten per stikstofniveau weergegeven. Hierbij zijn de resultaten alle objecten die 150 kg N per ha hebben gekregen, gemiddeld. Op 9 augustus was er meer grondbedekking door groen loof naarmate de N-gift hoger was, werd de gewasstand als beter beoordeeld en was het loof nog donkerder groen van kleur. Ook op 12 september was er meer grondbedekking door groen loof naarmate de N-gift hoger was en was het loof minder ver afgestorven. In bijlage 8 zijn foto's weergegeven van de gewasstand per object op twee momenten tijdens het groeiseizoen.

Tabel 9. **Gewasbeoordeling per object te Hulsberg op 9 augustus en 12 september**

Totale N-gift (kg/ha)	Grond-bedekking 9 aug	Gewasstand 9 aug	Kleur 9 aug	Grond-bedekking 12 sep	Afsterving 12 sep
0	50%	1½	1-1½	10%	80-85%
100	55-60%	2	2½	15-20%	75%
150	75%	3	3½-4	25-30%	55-60%
170 (Aardappelbemestingsindicator)	80%	3½-4	4	30%	55-60%
225	80%	3-3½	4-4½	30-35%	45-50%
300	85-90%	4-4½	4½-5	40-45%	40-45%

Toelichting:

Gewasstand	Kleur
1 = slecht	1 = zeer licht
2 = matig	2 = licht
3 = redelijk	3 = redelijk
4 = voldoende	4 = redelijk tot goed
5 = goed	5 = goed (donker)

In tabel 10 is de uit gewassensing berekende N-opname door het gewas weergegeven. Op 19 juni (er was toen nog niet bijbemest) was er geen significant effect van de hoogte van de basisgift stikstof op de N-inhoud van het gewas. Enkel bij het nulobject was deze lager.

Op 27 juni en 4 juli was de N-inhoud bij het nulobject en de laagste N-trap (100N) significant lager dan die bij de overige objecten. Bij de overige objecten (150 kg N per ha of meer) was er geen significant verschil qua N-inhoud. Op 27 juni was er nog niet bijbemest en op 4 juli is 20 kg N per ha bijbemest bij object 'Aardappelbemestingsindicator'.

De N-inhoud bij het omgekeerde N-venster (de hoogste vaste N-trap in de proef) was op 19 juni niet hoger dan bij de basisgift van 150 kg N per ha en op 27 juni en 4 juli iets hoger maar niet significant. Op basis van het omgekeerde N-venster is besloten om niet bij te bemesten.

Tabel 10. **Stikstofinhoud van het gewas (kg N per ha), afgeleid uit gewassensing**

N-gift (kg/ha)	19 juni	27 juni	4 juli
0	77 a .	110 a . .	111 a . .
100	84 . b	168 . b .	209 . b .
150	84 . b	180 . . c	231 . . c
150+20 (Aardappelbemestingsindicator)	84 . b	180 . . c	236 . . c
150+75	85 . b	179 . . c	227 . . c
200+75+25	84 . b	187 . . c	236 . . c
<i>LSD 5% min-max<sup>1</sup></i>	<i>2</i>	<i>7</i>	<i>10</i>
<i>LSD 5% min-min<sup>2</sup></i>	<i>3</i>	<i>8</i>	<i>13</i>

<sup>1</sup> LSD voor vergelijking van N-niveau 150N met één van de overige N-niveaus

<sup>2</sup> LSD voor vergelijking van de overige N-niveaus onderling

## 4.3 Opbrengst en kwaliteit

In tabel 11 zijn de gemiddelde bruto en netto knolopbrengst (>40 mm) weergegeven en het onderwatergewicht. Omdat bij de meeste NBS-objecten niet is bijbemest, zijn de resultaten per stikstofniveau weergegeven. De knolopbrengst bleef toenemen bij stijging van de N-gift. In figuur 15 is de netto opbrengst grafisch uitgezet tegen de N-gift en is een met behulp van regressieanalyse gefitte responscurve weergegeven. De opbrengst bij het object 'Bemestingsindicator' lag iets boven de responscurve van de vaste trappen. Het verschil was echter niet significant.

Een hogere knolopbrengst ging gepaard met een grovere sortering (figuur 16).

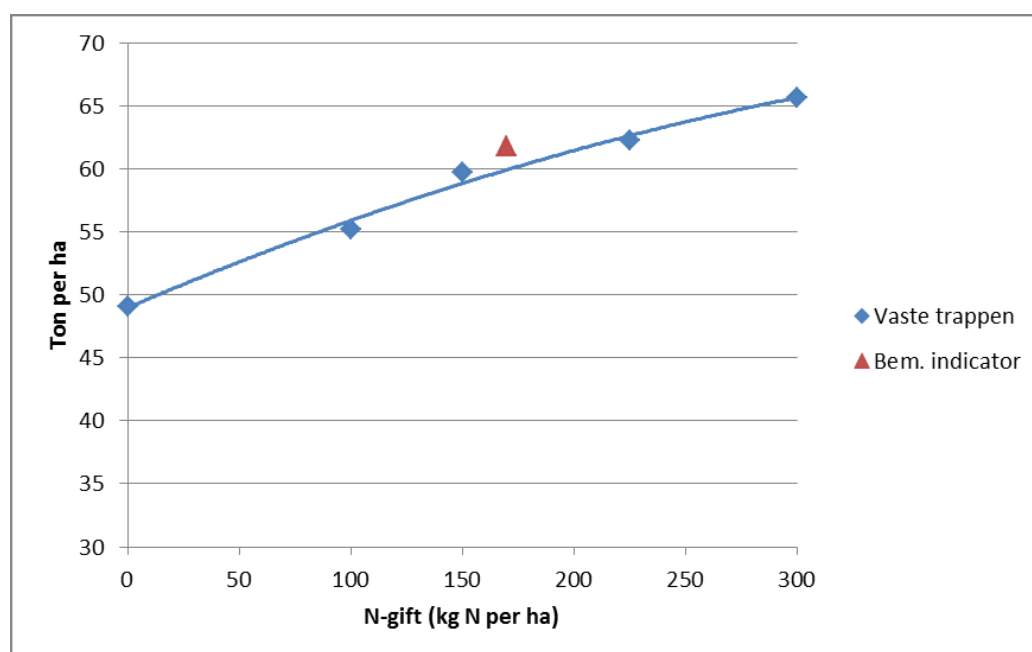
Een hogere N-gift leidde tot een daling van het onderwatergewicht (OWG). Het OWG zat bij alle objecten ruim boven de kritische ondergrens van 360 voor frites op contract (tabel 11).

Tabel 11. **Bruto en netto knolopbrengst en onderwatergewicht te Hulsberg**

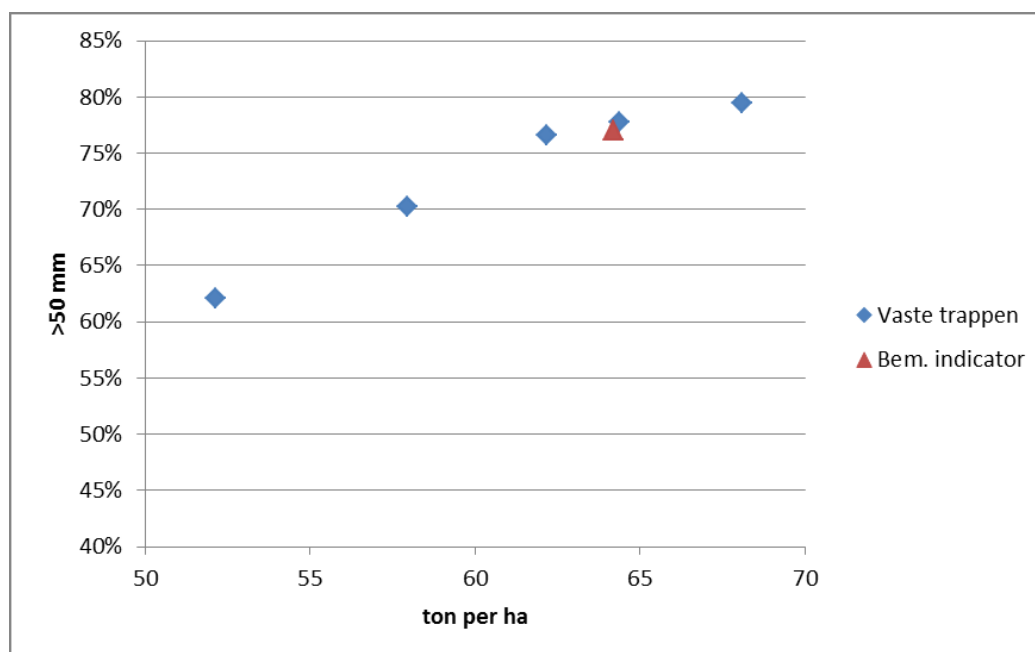
N-gift (kg/ha)	Bruto opbrengst (ton/ha)	Netto >40 mm (ton/ha)	Onderwatergewicht (gram)
0	52,1 a ...	49,1 a ...	433 . b
100	58,0 . b ..	55,2 . b ..	409 a .
150	62,2 .. c .	59,7 .. c .	408 a .
170 (Aardappelbemestingsindicator)	64,2 .. c .	61,8 .. c .	401 a .
225	64,4 .. c .	62,3 .. c d	400 a .
300	68,1 ... d	65,7 ... d	400 a .
<i>LSD 5% min-max<sup>1</sup></i>	<i>2,7</i>	<i>2,7</i>	<i>9</i>
<i>LSD 5% min-min<sup>2</sup></i>	<i>3,6</i>	<i>3,5</i>	<i>12</i>

<sup>1</sup> LSD voor vergelijking van N-niveau 150N met één van de overige N-niveaus

<sup>2</sup> LSD voor vergelijking van de overige N-niveaus onderling



Figuur 15. **Netto knolopbrengst (>40 mm) uitgezet tegen de totale N-gift**  
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte 2<sup>e</sup> graads polynoom responscurve)



Figuur 16. Gewichtspercentage knollen >50 mm, uitgezet tegen de bruto knolopbrengst

Er kwamen nauwelijks rotte knollen voor: gemiddeld in de proef was minder dan 0,05% van de bruto opbrengst rot. Ook kwamen nauwelijks groene knollen voor: gemiddeld in de proef minder dan 0,5% van de bruto opbrengst. De hoeveelheid knollen met groeischeuren en misvormingen bedroeg gemiddeld in de proef eveneens minder dan 0,5% van de bruto opbrengst. De knoluitval werd niet significant beïnvloed door de hoogte van de N-gift. De knollen met groeischeuren en misvormingen zijn (evenals te Vredepeel) bij de netto-opbrengst geteld.

Omdat de opbrengst bleef doorstijgen bij toename van de N-gift, kan er geen optimale N-gift worden berekend. Deze bedroeg >300 kg N per ha.

## 4.4 Stikstofopname

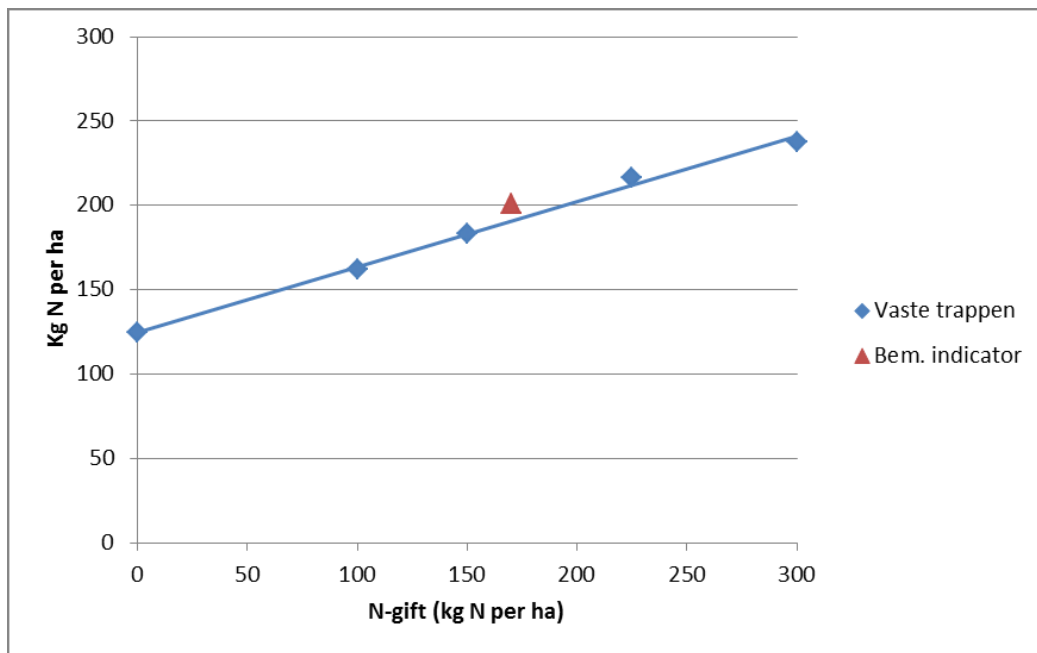
Het N-gehalte (en de N-opname) in de knollen is alleen bepaald bij de vaste N-trappen en bij object 'Bemestingsindicator' en niet bij de overige NBS-objecten. De N-opname in de knollen nam significant lineair toe bij stijging van de N-gift (figuur 17). De N-opname bij het object 'Bemestingsindicator' lag iets boven de responscurve van de vaste trappen. Dit betrof een significant verschil.

In tabel 12 is de berekende stikstofterugwinningsindex (ANR) weergegeven op basis van N-opname in de knollen. De ANR was bij 'Bemestingsindicator' significant hoger dan bij de meeste vaste trappen.

Tabel 12. Berekende stikstofterugwinningsindex (ANR) op basis van N-opname in de knollen

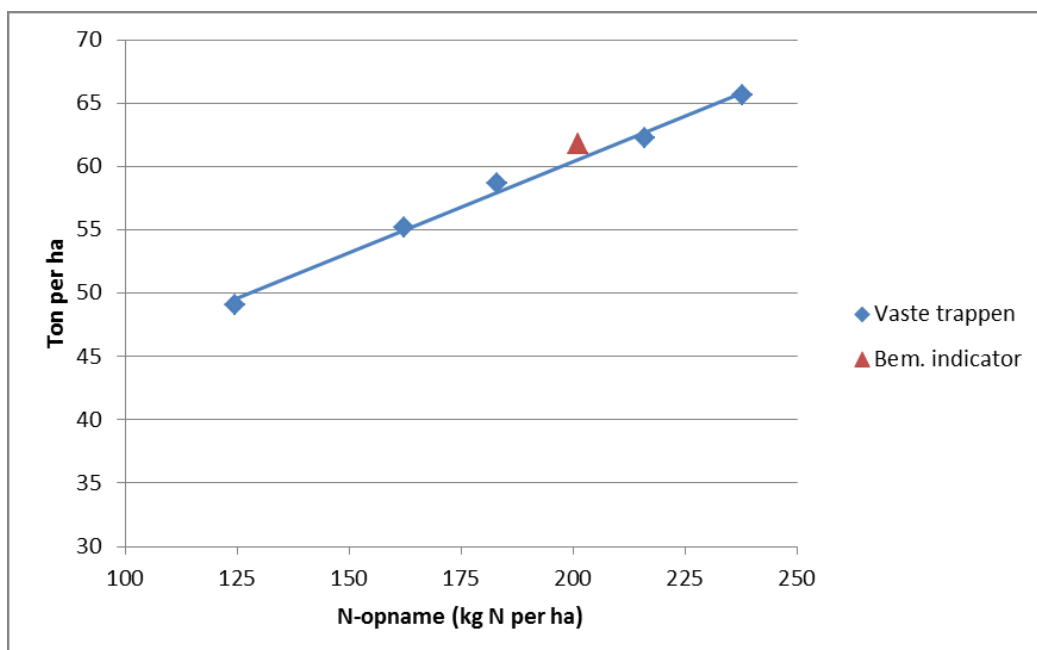
N-gift (kg/ha)	ANR
0	-
100	38% a .
150	39% a .
170 (Aardappelbemestingsindicator)	45% . b
225	41% a b
300	38% a .
<i>LSD 5%</i>	<i>5%</i>





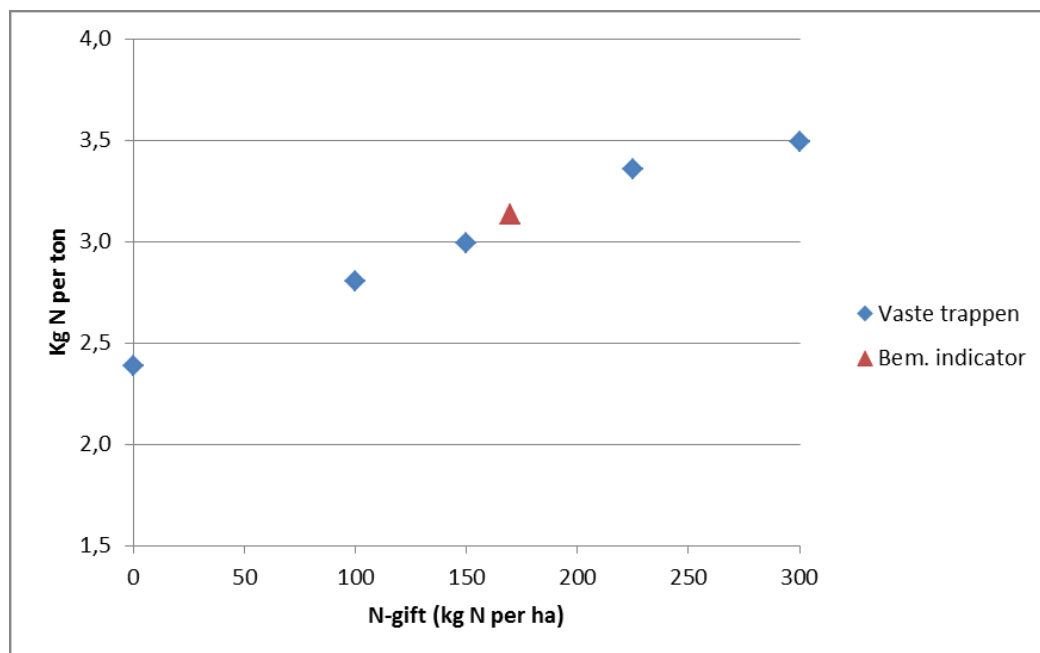
Figuur 17. **Stikstofopname in de knollen uitgezet tegen de stikstofgift**  
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte lineaire responscurve)

In figuur 18 is de netto knolopbrengst uitgezet tegen de N-opname in de knollen. Omdat de opbrengst bleef doorstijgen bij toenemende N-opname, kan niet worden afgeleid bij welke N-opname de maximale opbrengst zou zijn behaald. De opbrengst bij het object 'Bemestingsindicator' lag iets boven de responscurve van de vaste trappen, maar dit verschil was niet significant.



Figuur 18. **Netto knolopbrengst uitgezet tegen de N-opname in de knollen**  
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte lineaire responscurve)

In figuur 19 is het N-gehalte in de knollen weergegeven op basis van de bruto opbrengst. Het N-gehalte nam toe bij stijging van de N-gift tot 3,5 kg N per ton bij de hoogste N-trap.



Figuur 19. N-gehalte in de knollen (kg N per ton vers product)

## 5 Bespreking

In de proef te Vredepeel is in het voorjaar stikstofverlies opgetreden door de natte weersomstandigheden. Om een optimaal economisch resultaat te behalen, was een hoge stikstofgift nodig. De berekende economisch optimale N-gift lag ver boven de N-gebruiksnorm (van 260 kg N per ha). Omdat de N-gebruiksruimte op bedrijfsniveau kan worden ingevuld, kan er boven de N-gebruiksnorm worden bemest, mits er op een ander perceel of in een andere teelt van hetzelfde bedrijf onder de N-gebruiksnorm wordt bemest, zodanig dat de totale N-gebruiksruimte van het bedrijf niet wordt overschreden. Echter, omdat het N-verlies door de natheid in het voorjaar in de zuidoostelijke zandregio ook op andere (aardappel)percelen zal zijn opgetreden, is de kans klein dat er op andere percelen een stikstofbesparing mogelijk was en zou er geen of misschien een beperkte ruimte zijn geweest om de aardappelen meer stikstof te geven dan de N-gebruiksnorm.

Dat een hoge N-gift nodig was, werd het beste aangegeven door de systemen 'NBS-gewassensing + N-balans' en Aardappelbemestingsindicator. Deze beide systemen hielden rekening met de Nmin-voorraad in de bodem (de andere drie systemen niet).

'NBS-sensing vanaf gewassluiting' gaf een iets lager bijmestadvies. Ook is een week later bijbemest dan bij de overige NBS-objecten. Dit leek aanvankelijk te laat. De via sensing gemeten N-inhoud van het gewas bleef achter bij die van de overige NBS-objecten. Toch oogde de gewasontwikkeling even goed als bij de het object met een vergelijkbare N-gift die eerder was gestrooid (de vaste trap 245 N; zie tabel 4). Aan het eind van het groeiseizoen bleef het loof bij 'NBS-sensing vanaf gewassluiting' wat langer groen dan bij de vaste trap 245N. Vermoedelijk ging de productie daardoor wat langer door en werd uiteindelijk een goede opbrengst verkregen in verhouding tot de hoogte van de N-gift. Het met een week uitstellen van de bijbemesting tot gewassluiting had dus zeker geen nadelig effect op de opbrengst.

Het bijmestadvies van Aardappelmonitoring Classic en Aardappelmonitoring Online was aan de lage kant. Het nieuwe, ontwikkelde systeem Aardappelbemestingsindicator was in deze proef een verbetering.

Het bleek bij aardappelmonitoring goed mogelijk te zijn om het loofgewicht te bepalen op basis van gewassensing in plaats van door wegen van het loof van vijf planten. Sensing gaf zowel in de proef te Vredepeel als te Hulsberg een nagenoeg gelijk beeld van de loofontwikkeling en hetzelfde bijmestadvies.

Voor het bepalen van de bijmestgiften bij de twee objecten met NBS-gewassensing is aanvankelijk uitgegaan van een streefopbrengst van 65-70 ton per ha. In juni is deze op basis van een matige gewasontwikkeling iets naar beneden bijgesteld: 60-65 ton per ha. Deze opbrengst is ruimschoots gehaald.

Echter, de opbrengst die behaald kon worden onder de groeiomstandigheden in deze proef lag hoger: 80 ton per ha bruto. Hierbij moet worden bedacht dat de gemeten opbrengsten op proefveldjes hoger liggen dan op praktijkpercelen (ca. 15% hoger voor proefboerderij Vredepeel. Voor de bepaling van de bijmestgiften is uitgegaan van een goede, reële praktijkopbrengst en niet van een goede proefveldopbrengst.

Voor het bepalen van de N-opname is gerekend met een forfaitair N-gehalte van 3,3 kg per ton vers. Dat gehalte is niet te laag genomen. Aldus is uitgegaan van een N-opname in de knollen van 206 kg N per ha en een maximum opname in het totale gewas van 245 kg N per ha.

Indien was uitgegaan van een opbrengst van 80 ton per ha met een N-opname in de knollen van 265 kg N per ha en een totale gewasopname van 315 kg N per ha, zou 'NBS-sensing + N-balans' na de 4<sup>e</sup> meting (begin juli) nog een bijmestadvies van 85 kg N per ha hebben gegeven. Indien dat was gestrooid, zou er totaal 355 kg N per ha zijn gegeven. Dat komt overeen met de berekende economisch optimale gift, maar die gift zou binnen de N-gebruiksnormen niet kunnen worden gestrooid.

Bij 'NBS-sensing vanaf gewassluiting' zou zijn uitgegaan van een streefwaarde bij gewassluiting van 250 kg N per ha i.p.v. 200 en zou het bijmestadvies 50 kg N per ha hoger zijn geweest. Totaal was dan 285 kg N/ha gegeven.

De beproefde, nieuwe bijmestsystemen NBS-gewassensing en Aardappelbemestingsindicator lijken op basis van de proef op zand perspectiefvol. Een kritische succesfactor bij NBS-gewassensing is het goed kunnen

schatten van de opbrengst en N-opname door het gewas op basis van de gewasontwikkeling aan het begin van de zomer (juni- begin juli) dan wel van de streefwaarde voor de N-inhoud bij gewassluiting. Als men tevreden is met de streefopbrengst, dan hebben de systemen in de proef op zand goed voldaan.

De in de proef op zand gevonden ANR is, in vergelijking tot de afgeleide ANR in eerdere proeven op zand (zie deskstudie deel 1a) en gelet op het natte voorjaar (stikstofuitspoeling), relatief goed te noemen. Dit moet worden toegeschreven aan de basisbemesting met VDM. In het natte voorjaar zal er van de stikstof uit VDM minder zijn uitgespoeld dan van de stikstof uit KAS (getuige de hoge ANR bij VDM; vaste trap - 95N, tabel 7). Een deel van de stikstof in de VDM is organisch gebonden en komt geleidelijk vrij. Het minerale deel van de stikstof bestaat volledig uit ammonium-N (bij KAS is dat 50%), die minder gemakkelijk uitspoelt dan nitraat-N. Weliswaar wordt ammonium in de bodem omgezet in nitraat, maar bij de lage bodemtemperatuur in het vroege voorjaar (maart - begin mei) verloopt die omzetting langzaam en kan het tot na half mei duren voordat alle ammonium is omgezet. Mogelijk is er daardoor wat minder stikstof uit de VDM verloren gegaan dan uit KAS. De werkelijke N-werking van de stikstof in de VDM zal hoger zijn geweest dan de forfaitaire waarde van 70% waarmee is gerekend.

In de proef op löss bleef de opbrengst doorstijgen bij verhoging van de N-gift tot >300 kg N per ha. Dit werd tijdens het groeiseizoen niet verwacht. De loofontwikkeling was goed en er waren in juni en juli geen zichtbare verschillen in gewasstand en kleur tussen de objecten met N-giften van 150 kg N per ha of hoger. De gewasreflectiemetingen wezen ook op een goede loofontwikkeling en N-opname. Tussen de objecten met N-giften van 150 kg N per ha of hoger verschilde de uit gewassensing afgeleide N-inhoud van het gewas niet of nauwelijks. Het gemeten loofgewicht t.b.v. aardappelmonitoring zat boven de normlijn. In juni werden hoge Nmin-voorraden in de bodemlaag 0-30 cm gevonden en ook in de eerste helft van juli bedroegen deze nog zo'n 50 kg N per ha.

Desondanks leek stikstof in deze proef toch een beperkende factor te zijn voor de knolproductie (zelfs nog bij een gift van 300 kg N per ha). Pas aan het einde van het groeiseizoen ontstonden er verschillen tussen de N-niveaus. Het loof bleef langer groen naarmate de N-gift hoger was. Daardoor zal de productie bij hogere N-gift wat langer zijn doorgegaan, wat heeft geresulteerd in een hogere opbrengst.

Geen van de N-bijmestsystemen gaf aan dat 150 kg N per ha onvoldoende was om de maximale opbrengst te behalen. Enkel Aardappelbemestingsindicator gaf een klein bijmestadvies (20 kg N per ha), dat echter niet voldoende was om de maximale opbrengst te behalen. Het moment van bijbemesten (begin juli; een week later dan bij de vaste trappen) leek gunstig effect te hebben op de knolopbrengst en N-opname.

Voor de bepaling van de bijmestgiften bij de twee objecten met NBS-gewassensing is uitgegaan van een streefopbrengst van 60-65 ton per ha. Deze opbrengst is net gehaald bij een basisgift van 150 kg N per ha. Als men tevreden is met die streefopbrengst, dan hebben alle systemen in de proef te Hulsberg goed voldaan.

Om een streefopbrengst van 60 ton per ha bruto te behalen, is uitgegaan van een N-opname in de knollen van 198 kg N per ha (wat niet te laag was ingeschat) en een maximum opname in het totale gewas van 235 kg N per ha. Indien was uitgegaan van 70 ton per ha bruto met een N-opname in de knollen van 230 kg N per ha en een totale gewasopname van 275 kg N per ha, had 'NBS-sensing + N-balans' na de 1<sup>e</sup> meting (19 juni) een bijmestadvies van 55-60 kg N per ha gegeven. Indien dat was gestrooid, zou er totaal 205-210 kg N per ha zijn gestrooid, wat nog steeds niet voldoende was om de maximum opbrengst te behalen.

Bij 'NBS-sensing vanaf gewassluiting' zou zijn uitgegaan van een streefwaarde bij gewassluiting van 220 kg N per ha i.p.v. 190 zou het er eind juni een bijmestadvies van 45 kg N per ha zijn gegeven. Als echter de volgende meting was afgewacht (begin juli), zou het bijmestadvies nul zijn geweest.

De stikstofterugwinningsindex (ANR) op basis van N-opname in de knollen was in de proef te Hulsberg aan de lage kant in vergelijking tot de afgeleide ANR in andere proeven op klei en zand (zie deskstudie deel 1a). Een hogere ANR c.q. N-opname zou tot een hogere opbrengst hebben geleid.

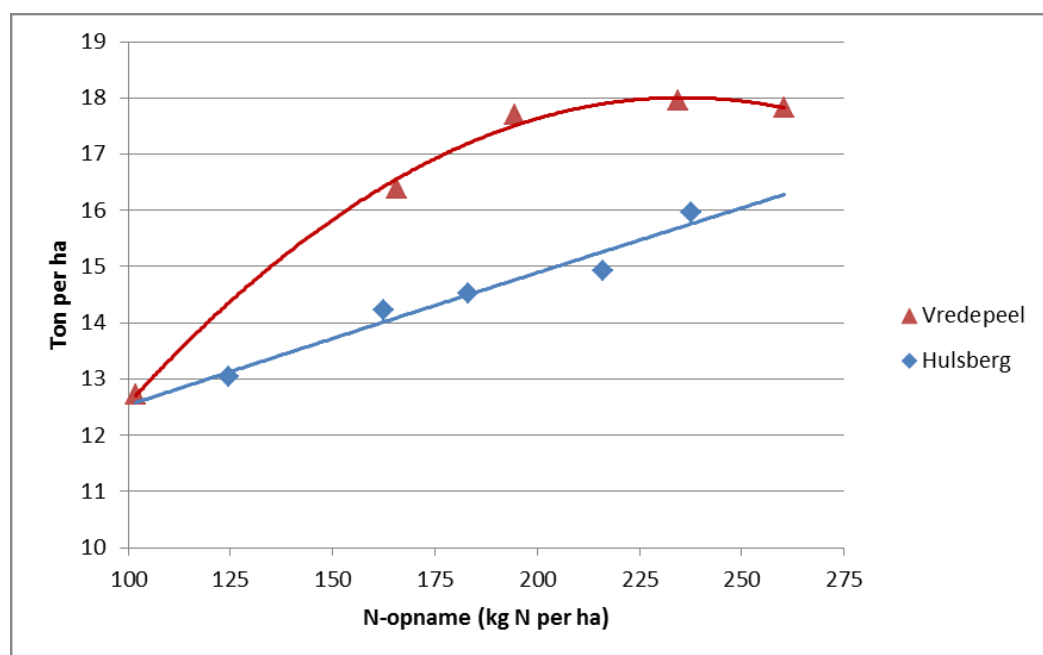
Belemmering van de N-opname door het gewas door droogte lijkt geen rol te hebben gespeeld. Weliswaar is er niet berekend, maar er viel gedurende de groeiperiode voldoende regen voor een goede gewasgroei. Ook uitspoeling heeft geen rol gespeeld.

Verder viel op dat het N-gehalte in de knollen te Hulsberg wat hoger was dan te Vredepeel en dat de

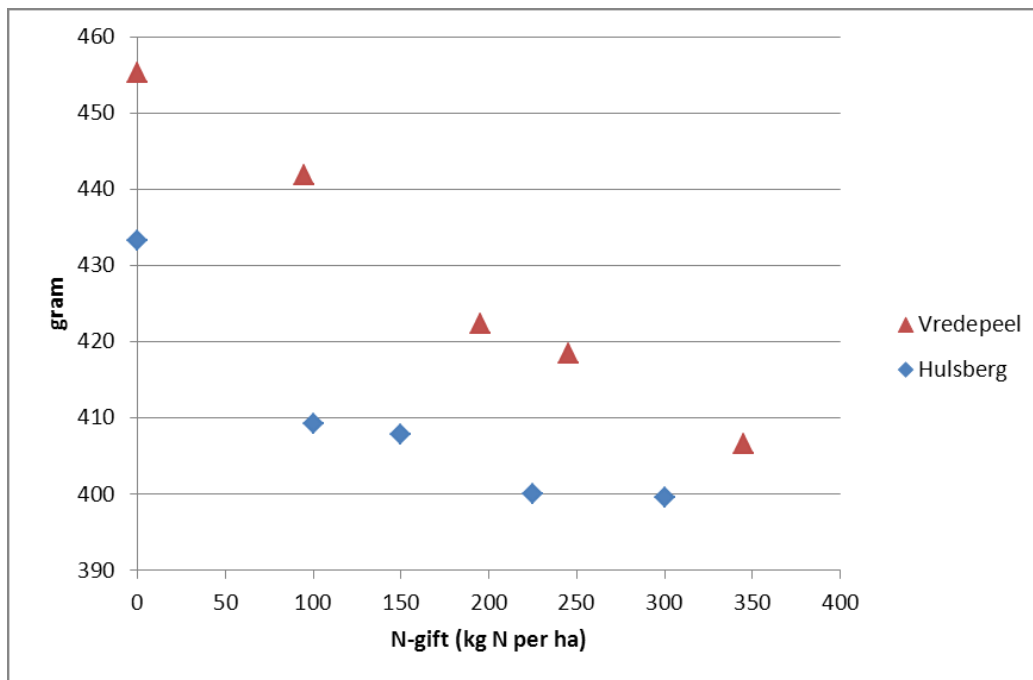
knoldroge-stofproductie per kg opgenomen stikstof te Hulsberg lager was dan te Vredepeel (zie figuur 20). Dit duidt erop dat de productie te Hulsberg door andere groeifactoren is belemmerd dan alleen stikstof. Mogelijk heeft het hoge chloride-gehalte in de bodem nadelig effect gehad. Teveel chloride remt de afvoer van assimilaten van het loof naar de knollen. Het verlaagt ook het onderwatergewicht. Het OWG was in de proef te Hulsberg inderdaad lager dan te Vredepeel (figuur 21), maar gerelateerd aan de kwaliteitseisen was het niet laag. Een ander effect van chloride-overmaat is vervroegde afsterving. De afsterving te Hulsberg begon inderdaad al vrij vroeg, maar dit kan ook zijn veroorzaakt (of versneld) door een zeer warme periode in het midden van augustus (zie bijlage 4). Het toedienen van hoge hoeveelheden chloride via Kalizout 60 is evenwel een gebruikelijke maatregel om de blauwgevoeligheid van de knollen te verlagen.

Er lijkt in de proef te Hulsberg sprake te zijn geweest van bijzondere groeiomstandigheden waar geen enkel N-adviesstelsel op kon anticiperen. Naast de N-bijmestsystemen, zou ook niet op basis van de N-bemestingsrichtlijn, noch op basis van visuele beoordeling van de gewasstand, zijn besloten om in de periode tussen half juni en half juli fors bij te bemesten. Het effect van de hoogte van de stikstofgift werd pas op het eind van het groeiseizoen zichtbaar, ruim na de meetperiode van de N-bijmestsystemen. Deze situatie werd door geen enkel N-adviesstelsel voorzien.

Het effect van droogte op het functioneren van de N-bijmestsystemen kon in 2013 niet worden beoordeeld, omdat er geen sprake was droogte.



Figuur 20. Knoldroge-stofopbrengst bij de vaste N-trappen uitgezet tegen de N-opname in de knollen (Trendlijn = door de vaste trappen gefitte 2<sup>e</sup> graads polynoom)



Figuur 21. **Onderwatergewicht bij de vaste N-trappen uitgezet tegen de N-gift**

Het omgekeerde N-venster tekende in de proef te Vredepeel half juni niet, ondanks een lage N<sub>min</sub>-voorraad in de bodem. Eind juni en begin juli tekende het wel. Het verschil in afgeleide N-opname was echter niet groot, op grond waarvan zou zijn besloten om een beperkte bijbemesting uit te voeren à 30 kg N per ha. Dat zou niet genoeg zijn geweest. Te Hulsberg tekende het omgekeerde N-venster half juni niet en eind juni en begin juli nauwelijks. Het venster gaf geen aanleiding tot bijbemesting. In deze proeven heeft het omgekeerde N-venster als indicator voor bijbemesting niet goed gefunctioneerd. Het perspectief ervan is daarom twijfelachtig. In de proeven van 2013 zal het opnieuw worden beoordeeld.

# Literatuur

- Dijk, W. van & W. van Geel (2012). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 102 p. + bijlagen. Alleen elektronisch beschikbaar op de web site Kennisakker ([www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl))
- Evert, F.K. van, R. Booij, J.N. Jukema, H.F.M. ten Berge, D. Uenk, E.J.J. Meurs, W.C.A. van Geel, K.H. Wijnholds & H. Slabbekoorn (2012). Using crop reflectance to determine sidedress N rate in potato saves N and maintains yield. *European Journal of Agronomy* 43:58-67. DOI: 10.1016/j.eja.2012.05.005.
- Geel, W. van, B. Kroonen-Backbier, D. van der Schans & J.T. Malda (2011). Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond. Deel 1a: Deskstudie. PPO nr. 439. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 88 pp.
- Geel, W. van, B. Kroonen-Backbier, D. van der Schans & J.T. Malda (2012). Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond. Deel 1a: ontwerp van systemen en plan van aanpak veldonderzoek. PPO nr. 459. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 25 pp.
- KWIN-AGV 2012. Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt. PPO Publicatie 486. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 204 pp.
- Janssen, B.H. (1996). Nitrogen mineralization in relation to C:N ratio and decomposability of organic materials. *Plant and Soil* 181, p. 39-45.
- Neeteson, J.J., D.J. Greenwood & A. Draycott (1987). A dynamic model to predict yield and optimum nitrogen fertilizer applications rate for potatoes. *Proceedings 262 of the Fertiliser Society, London*, 31 pp.
- Steltenpool, J.A.N. en P.J. van Erp (1995). Schatting van de actuele N-opname door aardappelen. *Meststoffen 1995*, p. 45-50.
- Uenk, D., C. Grashoff & W.C.A. van Geel (2005). Stikstofbijbemesting op aardappelen op basis van omgekeerde N-vensters in combinatie met CropScan. *Nota 336. Plant Research International, Wageningen*, 22 p + bijlagen.

## Bijlage 1. Proefobjecten en proefveldschema Vredepeel

Object code	Basisgift		Bijbemesting				Totaal stikstofgift werkzaam (kg N/ha)
	organische mest m3 VDM /ha	KAS kg N/ha	1 <sup>e</sup> gift bij begin knolzetting KAS kg N/ha	2 <sup>e</sup> gift eind juni KAS kg N/ha			
<b>Vaste N-trappen</b>							
A		0					0
B	30 m <sup>3</sup> (95 kg N wz)	0					100
C	30 m <sup>3</sup> (95 kg N wz)	50					150
D	30 m <sup>3</sup> (95 kg N wz)	50	75				225
E	30 m <sup>3</sup> (95 kg N wz)	100	75	25			300
<b>N-bijmestsystemen</b>							
			<b>Bijbemesting met KAS</b>				
F	30 m <sup>3</sup> (95 kg N wz)	50	S1. Aardappelmonitoring Classic Bladsteeltjes plus loofmassa 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst				
G	30 m <sup>3</sup> (95 kg N wz)	50	S2. Aardappelbemestingsindicator Bladsteeltjes, loofmassa plus Nmin bodem, 2 x				
H	30 m <sup>3</sup> (95 kg N wz)	50	S3. NBS-gewassensing vanaf gewassluiting Yara N-sensor Vanaf gewassluiting regelmatig meten				
I	30 m <sup>3</sup> (95 kg N wz)	50	S6. NBS-gewassensing + N-balans Yara N-senor; T-som, opbrengst en Nmin-meting 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst				
J	30 m <sup>3</sup> (95 kg N wz)	50	S7. Aardappelmonitoring Online met gewassensor Yara N-sensor en bladsteeltjes 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst				

### Opmerking(en) bemesting:

- Organische mest: VDM 4,5 N, 1,5 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 4,2 K<sub>2</sub>O per ton;  
30 ton per ha = 135 kg N (95 kg N werkzaam totaal); 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 126 kg K<sub>2</sub>O op 3 april via bouwlandinjectie
- Basisbemesting perceel: 150 kg K<sub>2</sub>O (K60) en 10 kg Borax op 13 februari  
aanvulling in object A: 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (tripelsuper) en 250 - 150 = 100 kg K<sub>2</sub>O per ha (K60)
- Basisbemesting organische mest voor hoofdgrondbewerking; basisbemesting kunstmest voor aanaarden
- Overbemesting rond knolzetting: 50 kg K<sub>2</sub>O, 70 kg SO<sub>3</sub> en 17 kg MgO per ha (patentkali) op 28 juni



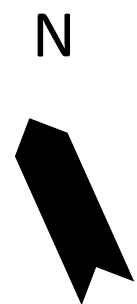
Proeveldschema Vredepeel

	B	20
	J	19
	G	18
	I	17
	F	16
	C	15
	E	14
	A	13
	H	12
II	D	11
	J	10
	I	9
	H	8
	G	7
	F	6
	E	5
	D	4
	C	3
	B	2
I	A	1

6 m |

12 m

	E	40
	C	39
	J	38
	D	37
	I	36
	G	35
	F	34
	B	33
	A	32
IV	H	31
	C	30
	F	29
	B	28
	A	27
	I	26
	H	25
	J	24
	E	23
	G	22
III	D	21



## Bijlage 2. Proefobjecten en proefveldschema Hulsberg

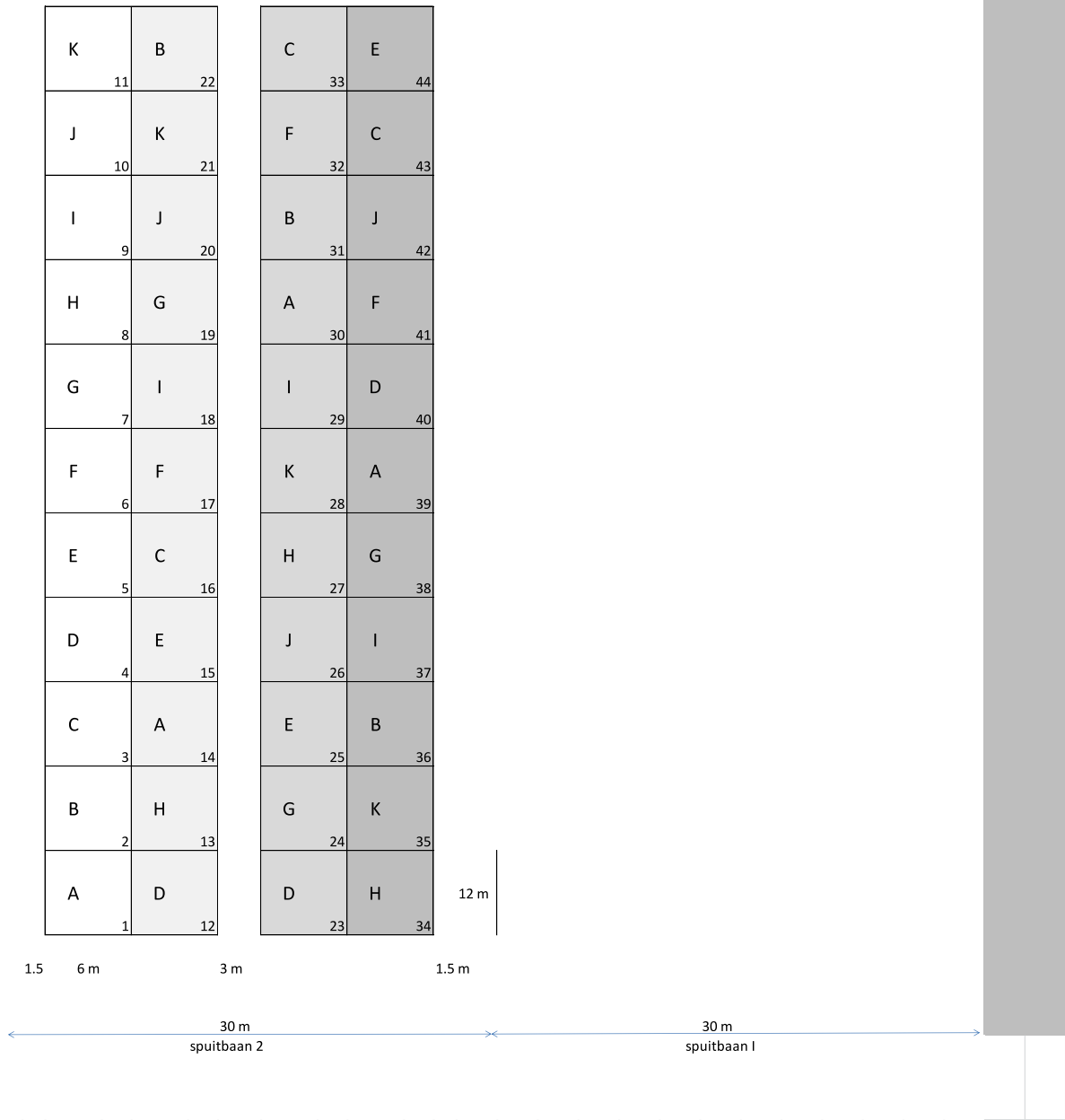
Object code	Basisgift		Bijbemesting				Totaal stikstofgift (kg N /ha)
	organische mest geen	KAS kg N/ha	1° gift bij begin knolzetting KAS kg N/ha	2° gift eind juni KAS kg N/ha			
<b>Vaste N-trappen</b>							
A	0	0					0
B	0	100					100
C	0	150					150
D	0	150	75				225
E	0	200	75	25			300
<b>N-bijmestsystemen</b>							
			<b>Bijbemesting met KAS</b>				
F	0	150	S1. Aardappelmonitoring Classic Bladsteeltjes plus loofmassa 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst				
G	0	150	S2. Aardappelbemestingsindicator Bladsteeltjes, loofmassa plus Nmin bodem 2 keer				
H	0	150	S3. NBS-gewassensing vanaf gewassluiting Yara N-sensor Vanaf gewassluiting regelmatig meten				
I	0	150	S6. NBS-gewassensing + N-balans Yara N-sensor; T-som, opbrengst en Nminmeting 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst				
J	0	150	S7. Aardappelmonitoring Online met gewassensor Yara N-sensor en bladsteeltjes 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst				
K	0	150	Extra object, nader in te vullen tijdens het groeiseizoen, afhankelijk van groeiverloope en wersomstandigheden				

### Opmerking(en):

- Gekozen is om in de proef geen organische mest toe te passen vanwege uitvoerbaarheid. Bovendien zal de zeer geslaagde groenbemester al veel nalevering opleveren tijdens de teelt.
- In de proef wordt wel gecompenseerd voor fosfaat en kali, die in de praktijk met dierlijke mest wordt gegeven – afhankelijk van de Pw en K-getal.  
Pw getal is 59 – geen fosfaatbemesting; K-bemesting: 150 kg K<sub>2</sub>O via kunstmest hele perceel; Op praktijkdeel komt 25 ton VDM (7 kg K<sub>2</sub>O per ton) = 175 kg K<sub>2</sub>O. In proefveld dus extra K<sub>2</sub>O strooien
- In proefveld gestrooid: 300 kg K<sub>2</sub>O als Kali 60 begin april
- Basisbemesting kunstmest voor poten. Poten en anaarden gebeurt in 1 werkgang.

# Proeveldschema Hulsberg

mast



## Bijlage 3. Bodemvruchtbaarheid proefpercelen

### Analyseuitslag bodemvruchtbaarheid (door Blgg) proefperceel Vredepeel, 12 april 2012

Resultaat hoofdelement	Eenheid	Resultaat	Gem.*	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Stikstof-totaal	mg N/kg	1420							
C/N-ratio		20	16	13 - 17					
N-leverend vermogen	kg N/ha	49	54	93 - 147					
Zwavel-totaal	mg S/kg	240							
C/S-ratio		118		50 - 75					
S-leverend vermogen	kg S/ha	5	11	20 - 30					
P-beschikbaar (P-PAE)	mg P/kg	2,2	6,4	1,3 - 2,6					
P-voorraad (P-AL)	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	54	72	30 - 46					
P-nalevering		25		17 - 27					
Pw	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /l	48							
K-beschikbaar (K-PAE)	mg K/kg	70		70 - 110					
K-getal		15	18						
K-voorraad	mmol+/kg	2,1		1,0 - 1,9					
Ca-beschikbaar	kg Ca/ha	204		100 - 150					
Ca-totale bodemvoorraad	kg Ca/ha	4075		2845 - 4270					
Mg-beschikbaar	mg Mg/kg	148	76	49 - 82					
Na-beschikbaar	mg Na/kg	< 6	7	49 - 77					
Zuurgraad (pH)		5,4	5,3	5,6 - 6,1					
Organische stof	%	4,9	3,0						
Lutum	%	< 1							
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	70	74	> 53					
CEC-bezetting	%	94	69	> 95					
Bodemleven	mg N/kg	38		60 - 80					

### Analyseuitslag bodemvruchtbaarheid (door Blgg) proefperceel Hulsberg, 4 maart 2011, 0-25 cm

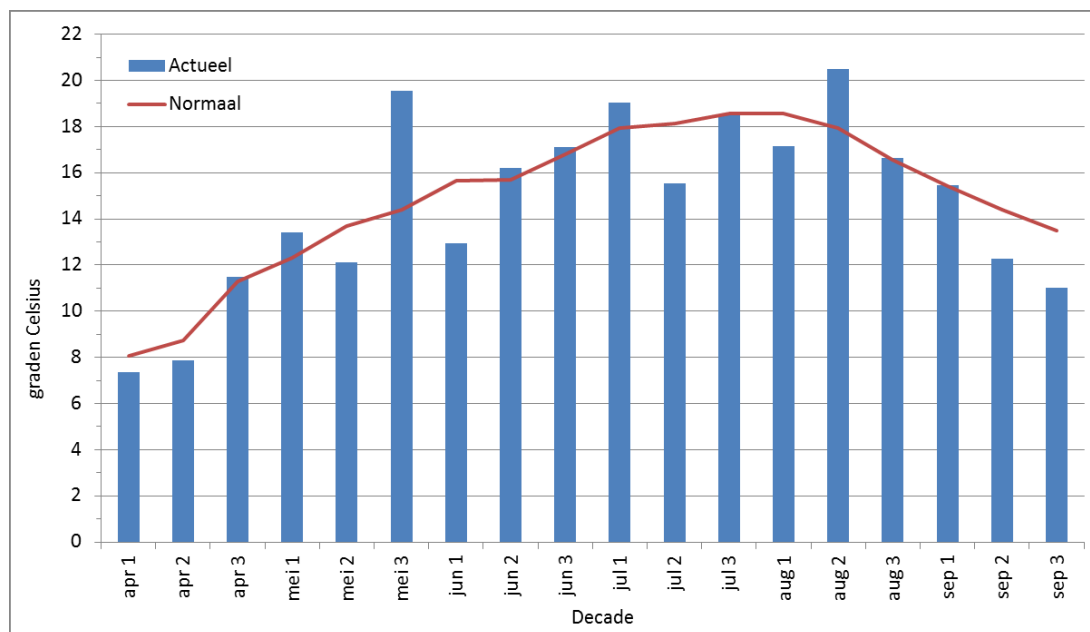
Resultaat hoofdelement	Eenheid	Resultaat	Gem.*	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Stikstof-totaal	mg N/kg	880							
C/N-ratio		12	11	13 - 17					
N-leverend vermogen	kg N/ha	44	82	93 - 147					
P-beschikbaar (P-PAE)	mg P/kg	2,2	3,5	1,1 - 2,1					
P-voorraad (P-AL)	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	49	40	20 - 31					
P-nalevering		22		17 - 27					
Pw	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /l	59							
K-beschikbaar (K-PAE)	mg K/kg	62	92	64 - 85					
Zwavel-totaal	mg S/kg	160							
S-leverend vermogen	kg S/ha	7	18						
S-aanvoer (incl. SLV)	kg S/ha	23	34	20 - 30					
Ca-beschikbaar	kg Ca/ha	< 10		850 - 1280					
Ca-voorraad	kg Ca/ha	6283		4886 - 7328					
Magnesium	mg Mg/kg	82	120	49 - 82					
Natrium	mg Na/kg	21	16	37 - 60					
Zuurgraad (pH)		6,6	6,4	6,6 - 7,6					
C-organisch	%	1,1							
Organische stof	%	2,1	3,2	3,1 - 6,0					
Lutum	%	14	14						
Afslibbaar (berekend)	%	24 - 33							
C-anorganisch	%	0,06							
Koolzure kalk	% CaCO <sub>3</sub>	0,4							
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	121	147						
Bodemleven	mg N/kg	26		60 - 80					

\* Dit zijn regiogemiddelden. Meer informatie staat bij onderdeel Gemiddelde.

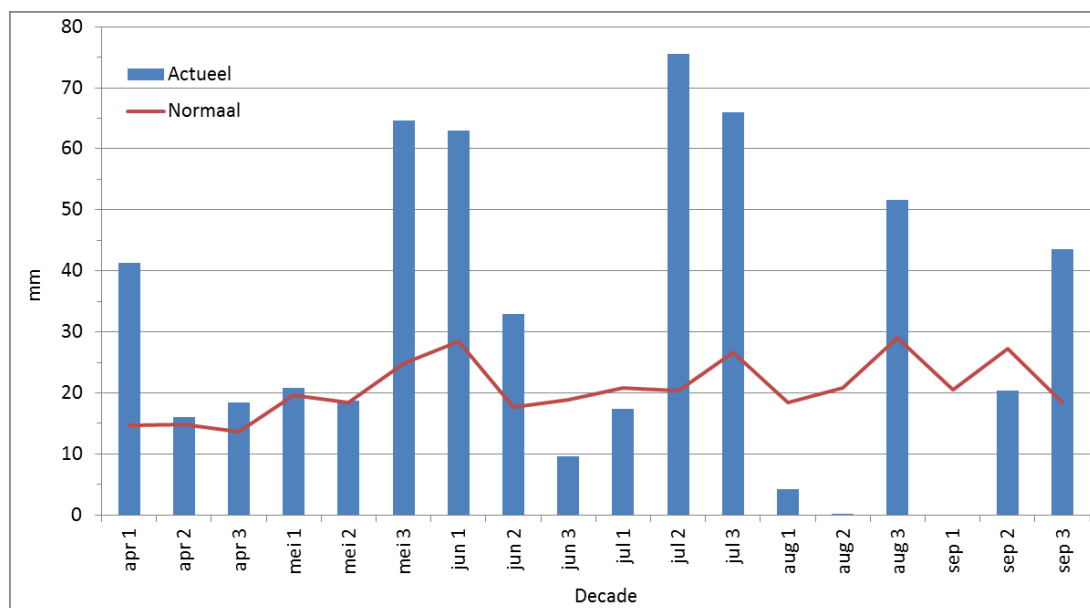
## Bijlage 4. Weersgegevens Vredepeel en Hulsberg

In de onderstaande figuren zijn de gemiddelde dagtemperatuur en neerslagsom te Vredepeel en Hulsberg per decade weergegeven. Decade 1 = dag 1 t/m 10, decade 2 = dag 11 t/m 20 en decade3 = dag 21 t/m 30 of 31.

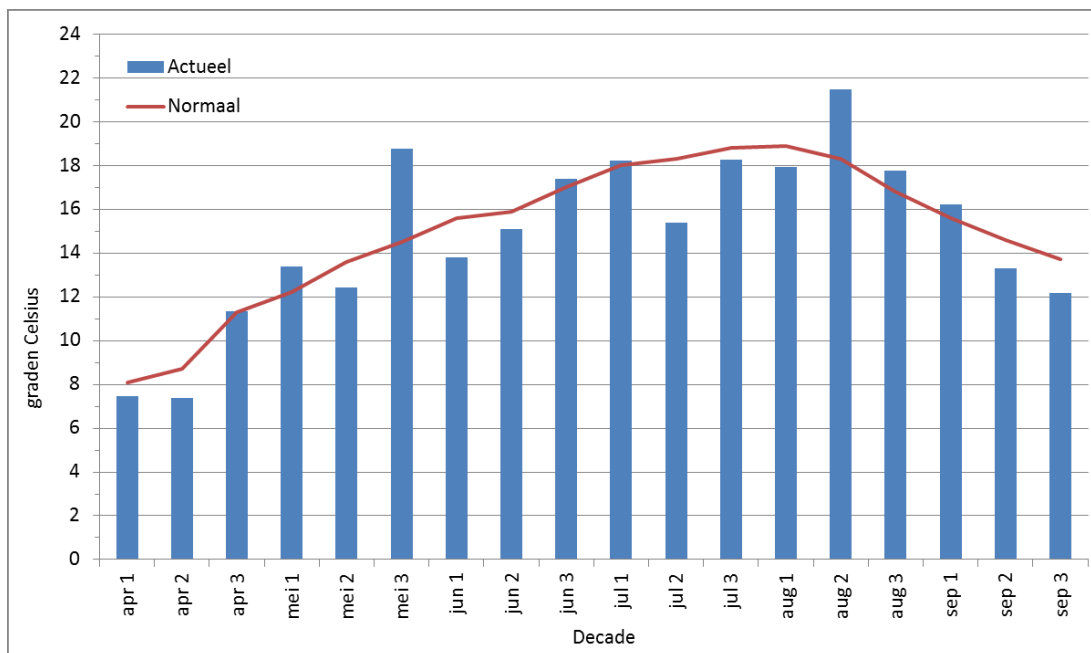
In de figuren is tevens de normale temperatuur en normale hoeveelheid neerslag weergegeven. Dit betreft het gemiddelde van de jaren 1981-2010 (de normaalperiode). De normalen zijn genomen van de dichtstbijzijnde meetpunten van het KNMI. Voor Vredepeel betrof dit de neerslag te Ysselsteyn en de gemiddelde temperatuur van Volkel en Arcen. Voor Hulsberg betrof dit de temperatuur te Beek en de gemiddelde neerslag van Beek en Valkenburg.



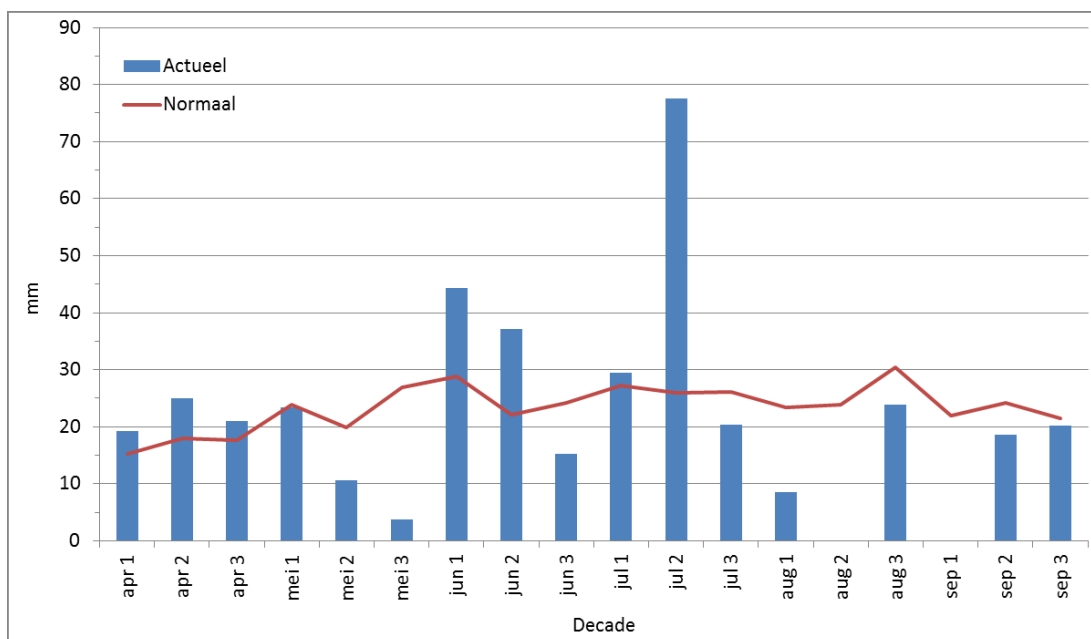
Figuur 4-1. Gemiddelde dagtemperatuur per decade te Vredepeel (april t/m september 2012)



Figuur 4-2. Neerslag per decade te Vredepeel (april t/m september 2012)



Figuur 4-3. Gemiddelde dagtemperatuur per decade te Hulsberg (april t/m september 2012)



Figuur 4-4. Neerslag per decade te Hulsberg (april t/m september 2012)

## Bijlage 5. Berekende N-giften NBS-gewassensing

### Vredepeel

Totale N-opname gewas bij streefopbrengst: 245 kg N per ha (zie paragraaf 2.1.1).

#### NBS-gewassensing + N-balans

	13 juni	21 juni	28 juni	6 juli
Gemeten N-opname:	67	117	145	200
Nog op te nemen:	105	-	100	45
	t/m begin juli		tot einde teelt	tot einde teelt
+ Buffer:	60	-	50	45
- Nmin:	14	-	38	43
- N-mineralisatie uit VDM-gift:	3	-	5	3
- N-mineralisatie bodem:	21	-	34	30
= N-bijmestgift:	127	-	73	14

Na de meting van 21 juni is geen bijmestgift berekend.

#### NBS-gewassensing vanaf gewassluiting (eenmalige bijmestgift)

Gemeten N-opname op 21 juni:	111 kg N per ha
Streefwaarde:	200 kg N per ha (zie paragraaf 2.1.1)
Bijmestadvies:	89 kg N per ha

### Hulsberg

Totale N-opname gewas bij streefopbrengst: 235 kg N per ha (zie paragraaf 2.1.1).

#### NBS-gewassensing + N-balans

	19 juni	27 juni	4 juli
Gemeten N-opname:	107	182	239
Nog op te nemen tot einde teelt:	85	53	0
+ Buffer:	80	75	-
- Nmin:	134	82	-
- N-mineralisatie uit gele mosterd:	15	12	-
- N-mineralisatie bodem:	42	45	-
= N-bijmestgift:	-26	-11	-

#### NBS-gewassensing vanaf gewassluiting (eenmalige bijmestgift)

	27 juni	4 juli
Gemeten N-opname:	175	226
Streefwaarde:	190	190
Bijmestadvies:	15	0

# Bijlage 6. Bodemanalyse Altic, Vredepeel 13 juni

Bodemanalyse bij het object 'Aardappelbemestingsindicator' met de Spurway-analyse van Altic.

## ANALYSECERTIFICAAT SPURWAY



Altic Projecten

-

### HERZIEN ANALYSECERTIFICAAT

Dit certificaat vervangt de resultaten van  
labnummer 1284 d.d. 15 juni 2012

### MONSTER EN ONDERZOEK

### ALTIC PROJECTEN

Labnummer	: 1284	Monstername door	: Opdrachtgever
Datum binnenkomst	: 15 juni 2012	Datum monstername	: Niet bekend
Datum rapportage	: 15 juni 2012	Bemonsteringsdiepte	: 30 cm
Aangeboden als	: 2825 - VP 1805 - object G - ras Fontane		
Gewas (beteeld)	: Aardappelen cons. (zand/dal) vroegrijpheid 6.0		

### ANALYSERESULTATEN

### WAARDERING

Parameter	Eenheid	Resultaat	Streeftraject			Laag	Streeftraject	Hoog
			in 10 cm	in 10 cm				
Nitraatstikstof	NO <sub>3</sub> -N kg/ha	7.7	-	-				
Ammoniumstikstof	NH <sub>4</sub> -N kg/ha	< 4.6	< 5	normaal				
Fosfor	P kg/ha	6.1	3 - 6	ruim voldoende				
Kalium	K kg/ha	42.4	75 - 100	laag				
Magnesium	Mg kg/ha	105	50 - 75	hoog				
Zwavel	S kg/ha	2.4	10 - 15	laag				
Calcium	Ca kg/ha	348	300 - 2700	voldoende				
Mangaan	Mn kg/ha	0.3	1 - 3	laag				
Zink	Zn kg/ha	16.6	3 - 30	voldoende				
IJzer	Fe kg/ha	134	100 - 500	voldoende				
Borium	B kg/ha	0.5	0.3 - 0.5	voldoende				
Koper	Cu kg/ha	5.0	3 - 6	voldoende				
Molybdeen	Mo kg/ha	< 0.1	-	-				
Natrium	Na kg/ha	18.1	< 50	normaal				
Chloride	Cl kg/ha	14.9	< 40	normaal				
Silicium	Si kg/ha	2.6	-	-				
Geleidbaarheid	EC mS/cm	0.2	0.6 - 1.2	zeer laag				
Zuurgraad	pH-KCl	5.1	5.2 - 7	laag				
Zuurgraad	pH-H <sub>2</sub> O	6.1	5.7 - 7.5	voldoende				

De waardering is gewasonafhankelijk, nadere informatie over de waardering en advisering is opgenomen op de achterzijde van dit analysecertificaat.



## ANALYSECERTIFICAAT

Labnummer 1284 d.d. 15-06-2012 (vervolg)

### TOEGEPASTE METHODES

Parameter	Toegepaste norm(en) of richtlijn		
		Voorbehandeling	Meting
Nitraatstikstof	NO <sub>3</sub> -N	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 13395
Ammoniumstikstof	NH <sub>4</sub> -N	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 11732
Chloride	Cl	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN 6651
Overige voedingselementen		Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN 6966
Boor (B), calcium (Ca), koper (Cu), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg), mangaan (Mn), molybdeen (Mo), natrium (Na), fosfor (P), zwavel (S), silicium (Si), zink (Zn)			
Zuurgraad	pH-KCl	Gelijkwaardig aan NEN 5750	Gelijkwaardig aan NEN 5750
	pH-H <sub>2</sub> O	Gelijkwaardig aan NEN 5750	Gelijkwaardig aan NEN 5750
Geleidbaarheid	EC	Gelijkwaardig aan NEN 5749	Gelijkwaardig aan NEN 5749

### BODEMVOORRAAD EN ADVIES

	Beschikbare voorraad	Adviesgift (in kg/ha)
<b>Stikstof (N)</b>	23.0 kg/ha	0
Tijdens het groeiseizoen geldt voor zover mogelijk het NBS. Een stikstof (start-)gift is eventueel noodzakelijk; neem hiervoor contact op met uw teeltspecialist.		
<b>Fosfor (als P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	41.8 kg/ha	0
Gronden die van nature veel P bevatten kunnen voor gewassen met een lang groeiseizoen, ondanks een lage beschikbaarheid, toch over voldoende P beschikken. Na het zaaien of planten heeft een fosfaatbemesting weinig zin, tenzij er een grondbewerking wordt uitgevoerd.		
<b>Kalium (als K<sub>2</sub>O)</b>	153 kg/ha	155
<b>Magnesium (als MgO)</b>	523 kg/ha	0
<b>Zwavel (als SO<sub>3</sub>)</b>	18.1 kg/ha	0
Bij een lage waardering kan het zinvol zijn om voor of tijdens het seizoen een bodembemesting met zwavel uit te voeren. In diverse kalium- en magnesiummeststoffen zit zwavel. LET OP! 1 kg S komt overeen met 2.5 kg SO <sub>3</sub> .		
<b>Calcium (als CaO)</b>	1 043 kg/ha	0
<b>Mangaan (Mn)</b>	0.9 kg/ha	0
Vanaf mei t/m augustus kan het inzetten van een bladmeststof zinvol zijn, afhankelijk van het gewas is herhaling noodzakelijk.		
<b>Zink (Zn)</b>	49.7 kg/ha	0
<b>Ijzer (Fe)</b>	402 kg/ha	0
Een bodemtoepassing na mei is te laat en een bladbespuiting kan schade veroorzaken.		
<b>Borium (B)</b>	1.4 kg/ha	0
Gezien het tijdstip in het seizoen verdient boriumbladbemesting de voorkeur boven een bodembemesting.		
<b>Koper (Cu)</b>	15.1 kg/ha	0

# Bijlage 7. Bodemanalyse Altic, Hulsberg 19 juni

Bodemanalyse bij het object 'Aardappelbemestingsindicator' met de Spurway-analyse van Altic.

## ANALYSECERTIFICAAT SPURWAY



Altic Projecten

### MONSTER EN ONDERZOEK

ALTIC PROJECTEN

Labnummer	: 1728	Monstername door	: Opdrachtgever
Datum binnenkomst	: 20 juni 2012	Datum monstername	: Niet bekend
Datum rapportage	: 20 juni 2012	Bemonsteringsdiepte	: 25 cm
Aangeboden als	: 2824 - Object G - Fontane		
Gewas (beteeld)	: Aardappelen cons. (zand/dal) vroegrijpheid 6.0		

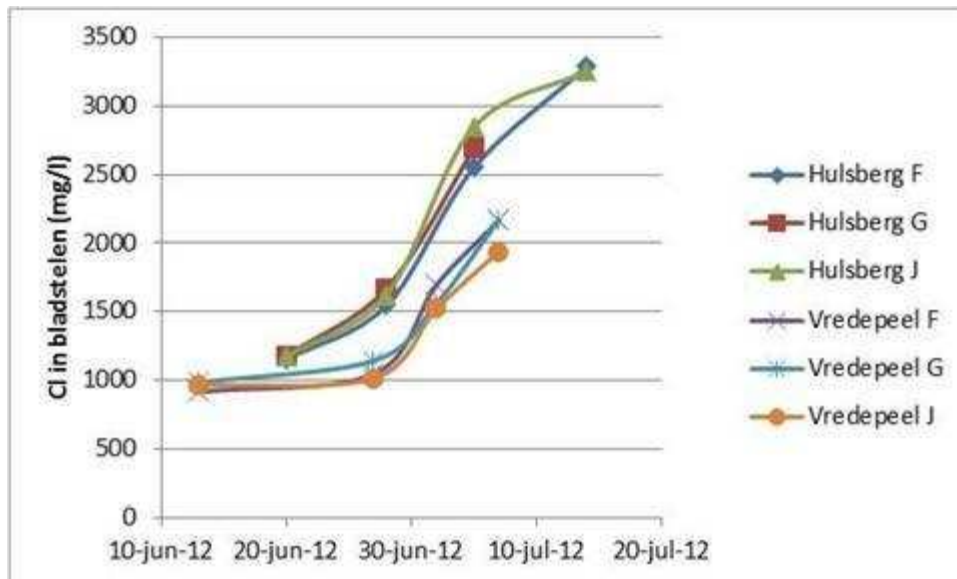
### ANALYSERESULTATEN

### WAARDERING
















Parameter	Eenheid	Resultaat	Streeftraject		Waardering	Laag	Streeftraject	Hoog
			in 10 cm	in 10 cm				
Nitraatstikstof	NO <sub>3</sub> -N kg/ha	50.9	-	-	-			
Ammoniumstikstof	NH <sub>4</sub> -N kg/ha	< 4.6	< 5	normaal				
Fosfor	P kg/ha	35.5	3 - 6	hoog				
Kalium	K kg/ha	107	75 - 100	ruim voldoende				
Magnesium	Mg kg/ha	65.5	50 - 75	voldoende				
Zwavel	S kg/ha	5.0	10 - 15	laag				
Calcium	Ca kg/ha	831	300 - 2700	voldoende				
Mangaan	Mn kg/ha	0.2	1 - 3	laag				
Zink	Zn kg/ha	31.0	3 - 30	hoog				
IJzer	Fe kg/ha	429	100 - 500	voldoende				
Borium	B kg/ha	0.6	0.3 - 0.5	ruim voldoende				
Koper	Cu kg/ha	7.4	3 - 6	vrij hoog				
Molybdeen	Mo kg/ha	0.2	-	-				
Natrium	Na kg/ha	47.3	< 50	normaal				
Chloride	Cl kg/ha	136	< 40	zeer hoog				
Silicium	Si kg/ha	51.8	-	-				
Geleidbaarheid	EC mS/cm	1.3	0.6 - 1.2	vrij hoog				
Zuurgraad	pH-KCl	6.4	5.2 - 7	voldoende				
Zuurgraad	pH-H <sub>2</sub> O	7.2	5.7 - 7.5	voldoende				
















De waardering is gewasonafhankelijk, nadere informatie over de waardering en advisering is opgenomen op de achterzijde van dit analysecertificaat.

Gemeten chloridegehalte in de bladstelen van de aardappelen te Hulsberg:













## Bijlage 8. Foto's gewasstand Vredepeel

veldnr.	21 juni 2012 vooraanzicht	28 juni 2012	21 augustus 2012
1 A Nulobject 0 kg N per ha			
2 B Vaste trap 95 kg N per ha			
3 C Vaste trap 195 kg N per ha			
4 D Vaste trap 245 kg N per ha			
5 E Vaste trap 345 kg N per ha			














veldnr.	21 juni 2012 vooraanzicht	28 juni 2012	21 augustus 2012
6 F Aardappel- monitoring Classic			
7 G Aardappel- bemesting- indicator			
8 H NBS sensing vanaf sluiting			
9 I NBS sensing + N-balans			
10 J Aardappel- monitoring Online			













# Bijlage 9. Foto's gewasstand Hulsberg

## Gewasontwikkeling op 19 juni:

<b>A</b> Nulobject 0 kg N per ha		<b>F</b> Aardappel- monitoring Classic	
<b>B</b> Vaste trap 100 kg N per ha		<b>G</b> Aardappel- bemesting- indicator	
<b>C</b> Vaste trap 200 kg N per ha		<b>H</b> NBS sensing vanaf sluiting	
<b>D</b> Vaste trap 250 kg N per ha		<b>I</b> NBS sensing + N-balans	
<b>E</b> Vaste trap 350 kg N per ha		<b>J</b> Aardappel- monitoring Online	

**Gewasontwikkeling op 9 augustus:**

OBJECT	vooraanzicht	bovenaanzicht 1	bovenaanzicht 2
<b>A</b> Nulobject 0 kg N per ha			
<b>B</b> Vaste trap 100 kg N per ha			
<b>C</b> Vaste trap 200 kg N per ha			
<b>D</b> Vaste trap 250 kg N per ha			
<b>E</b> Vaste trap 350 kg N per ha			

OBJECT	vooraanzicht	bovenaanzicht 1	bovenaanzicht 2
<b>F</b> Aardappel- monitoring Classic			
<b>G</b> Aardappel- bemesting- indicator			
<b>H</b> NBS sensing vanaf sluiting			
<b>I</b> NBS sensing + N-balans			
<b>J</b> Aardappel- monitoring Online	