

## Effectiviteit inundatie voor de bestrijding van *Globodera pallida* en *Verticillium dahliae*

Willemien Runia & Leendert Molendijk  
Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO-AGV)  
Hetty Regeer, Aaldrik Venhuizen, Agrifirm Plant BV

Projectnummer: 3250224101

Dit project maakt deel uit van het Actieplan Aaltjesbeheersing, een initiatief van het Productschap Akkerbouw, Productschap Tuinbouw en LTO Nederland. Binnen het Actieplan voeren diverse partijen gezamenlijk onderzoeks- en voorlichtingsprojecten uit op het gebied van aaltjesbeheersing om de continuïteit van teelten voor de Nederlandse land- en tuinbouw te waarborgen.

### **Informatie over het Actieplan Aaltjesbeheersing**

Tjitse Bouwkamp  
Postbus 29739  
2502 LS Den Haag  
Telefoon: 070 - 370 84 26  
Fax : 070 - 370 83 10  
E-mail : aaltjesbeheersing@hpa.agro.nl  
Internet : [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl)

Een initiatief van: Productschap Akkerbouw, Productschap Tuinbouw en LTO Nederland

Dit rapport is een uitgave van **Praktijkonderzoek Plant en Omgeving**  
**Sector Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten**

Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad

Postbus 430

8200 AK Lelystad

Telefoon: **032 – 029 11 11**

Fax : **032 – 023 04 79**

E-mail : [willemien.runia@wur.nl](mailto:willemien.runia@wur.nl)

Internet: **[www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)**

© 2012, **december Lelystad, PPO - AGV.**

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 **PPO – AGV.**

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

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

PPO-agv

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad

: Postbus 430, 8200 AK Lelystad

Tel. : 0320 - 29 11 11

Fax : 0320 - 23 04 79

E-mail : [willemien.runia@wur.nl](mailto:willemien.runia@wur.nl)

Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

SAMENVATTING .....	4
1 INLEIDING .....	5
2 PROEFOPZET EN UITVOERING .....	7
2.1 Module 1 Effectiviteit bestrijding .....	7
2.2 Module 2 .....	9
2.3 Module 3 .....	10
2.3.1 Technische en economische facetten .....	10
2.3.2 Invloed op volggewas .....	11
2.3.3 Handleiding .....	11
2.3.4 Kennisoverdracht .....	11
3 RESULTATEN MODULE 1 .....	12
3.1 Effectiviteit tegen aardappelcysteaaltje <i>G. pallida</i> .....	12
3.2 Effectiviteit tegen <i>Verticillium dahliae</i> .....	12
3.3 Veldbesmetting .....	13
3.3.1 Vrijlevende aaltjes .....	13
3.3.2 Cysteaaltjes .....	13
3.4 Cystenemmer .....	13
4 RESULTATEN MODULE 2 .....	14
4.1 Visuele beoordeling .....	14
4.2 Penetrologger .....	16
4.3 Granulaire samenstelling .....	19
4.4 Spurway-plus analyses .....	20
5 RESULTATEN MODULE 3 .....	22
5.1 In kaart brengen technische en economische aspecten .....	22
5.2 Invloed op het volggewas monitoren .....	23
5.3 Handleiding/werkwijzer voor grootschalige toepassing van inundatie .....	24
5.4 Kennisoverdracht door veldexcursie, vakbladartikel en distributie handleiding .....	25
6 DISCUSSIE EN CONCLUSIE .....	26
LITERATUUR .....	29
BIJLAGE 1 proefveldschema inundatieproef 2011 .....	30
BIJLAGE 2 Visuele beoordelingen bodemprofiel 2011; vóór inundatie .....	31
BIJLAGE 3 Visuele beoordelingen bodemprofiel 2012; na inundatie .....	32
BIJLAGE 4 Korrelgrootteverdeling 2011; vóór inundatie .....	33
BIJLAGE 5 Korrelgrootteverdeling 2011; na inundatie .....	34
BIJLAGE 6 Spurway plus analyse 2011; vóór inundatie .....	35
BIJLAGE 7 Spurway plus analyse 2012; na inundatie .....	36

## SAMENVATTING

Een van de bedreigingen van de pootaardappelteelt zijn aardappelcysteaaltjes (AM). Pootaardappelen mogen alleen worden geteeld op AM-vrije percelen. Op het pootgoedbedrijf van Frank en Anton de Schutter is getracht met resistente rassen, de teelt van een vanggewas voor de aaltjes of door toepassing van granulaat de aaltjes te bestrijden. Het effect was niet altijd afdoende en de teelt van resistente rassen is op dit bedrijf economisch minder aantrekkelijk dan het vatbare ras Spunta. In 2011 is door PPO-AGV in opdracht van het productschap Akkerbouw (PA) in het kader van Actieplan Aaltjesbeheersing een proef uitgevoerd met inundatie op een perceel van de Schutter. De effectiviteit van inundatie tegen het aardappelcysteaaltje *Globodera pallida* is onderzocht, de invloed op de bodemstructuur en de technische en economische aspecten zijn in kaart gebracht.

Door inundatie gedurende 16 weken in de zomerperiode is een doding verkregen van 99,9% tegen het aardappelcysteaaltje *Globodera pallida* en 84% tegen de vaatschimmel *Verticillium dahliae*. Het inwerken van Sarepta mosterd heeft de effectiviteit tegen *G. pallida* en tegen *V. dahliae* niet verhoogd. Bij *G. pallida* was het effect van inundatie al maximaal. De veldbesmetting met nematoden bleek te laag voor conclusies.

De effectiviteit van biologische grondontsmetting van de dijkgrond, waarbij Sarepta mosterd is ingewerkt en de grond daarna is afgedekt met gasdichte folie, is tegen *G. pallida* circa 70% en is minder goed dan inundatie. De effectiviteit tegen *V. dahliae* is 99%, maar verschilt statistisch niet van inundatie.

In de waterafvoer na inundatie zijn bietencysten gevonden zonder vitale inhoud.

Visueel zijn er weinig verschillen te zien tussen de bodemprofielkuilen van 2011 en 2012 behalve een blauwverkleuring van de grond na inundatie.

De weerstand van de nattere grond na inundatie was iets lager dan daarvoor. Er is een geringe daling van lutumdeeltjes geconstateerd, die te verwaarlozen is.

De resultaten van de Spurway analyses in 2012 zijn zowel beïnvloed door de in 2011 geteelde en ingewerkte Sareptamosterd als door de inundatie. Verschillen na inundatie zijn: Beschikbaar fosfaat is aanzienlijk lager, evenals Pw, magnesium is hoger. Zwavel en ijzer zijn fors toegenomen in de bouwvoor, mogelijk door het inlaat water. Beschikbaar mangaan is hoger.

Er is een toename van natrium van 31.2 naar 119 kg/ha en ook de geleidbaarheid (EC) is toegenomen van 1.1 naar 1.4. Dit is waarschijnlijk veroorzaakt door het ingelaten water. Een analyse daarvan ontbreekt maar is in vervolgonderzoek wel gewenst.

Het percentage afsibbaar is zeer licht verlaagd van 10% naar 9%.

De bodemweerbaarheid is op dit perceel niet beïnvloed door de inundatie maar ligt van nature al op een laag niveau.

De kosten voor inundatie van € 2700 per ha, inclusief egalisatie en teeltverlies, zijn lager dan de baten voor pootgoed, die € 4000 hoger zijn dan voor consumptie. Na inundatie is de beste strategie om afwisselend een hoogresistent (HR) en een vatbaar ras te telen, te beginnen met een HR ras. Continu een vatbaar ras telen is niet mogelijk.

Na een tweede vatbare teelt wordt aangeraden om met een AMI-bemonstering de perceelsbesmetting weer in kaart te brengen en zo te bepalen of een volgende inundatie moet worden uitgevoerd.

De NVWA meldt inundatie aan als officiële bestrijdingsmaatregel in Brussel.

# 1 INLEIDING

De pootaardappelteelt in Nederland is in de noordelijke provincies geconcentreerd. Langs de waddenkust van de provincies Noord-Holland, Friesland en Groningen zijn vanwege gunstige klimatologische omstandigheden en de juiste grondsoort gespecialiseerde pootaardappelbedrijven gevestigd die hun product wereldwijd vermarkten.

Eén van hen is pootgoedteler Frank de Schutter uit het Noord-Groningse Vierhuizen. In een maatschap met vader Anton telen ze één-op-drie pootgoed. Een van de bedreigingen van de pootaardappelteelt zijn aardappelcysteaaltjes (AM). Pootaardappelen mogen alleen worden geteeld op AM-vrije percelen. Het is dus voor pootaardappeltelers van het grootste belang dat de grond AM-vrij is en blijft. Als er onverhoopt toch een besmetting aanwezig is in een perceel dan hebben ze met resistente rassen, de teelt van raketblad of aardappelen als vanggewas voor de aaltjes of door toepassing van granulaat geprobeerd de aaltjes te bestrijden. Het effect was niet altijd afdoende en de teelt van resistente rassen is voor dit bedrijf economisch niet aantrekkelijk. Vatbare rassen zoals Spunta leveren het beste rendement.

Bij een bollenteler in Drenthe zag Frank een perceel dat onder water was gezet om te ontsmetten; inundatie genoemd. Deze optie wilde hij zelf uitproberen op zijn bedrijf. In 2010 zette hij een perceel van 20 ha onder water nadat hij eerst Sarepta mosterd (*Brassica juncea*) had geteeld en ingewerkt. Het perceel stond minimaal 12 weken onder water. Het effect van de inundatie op de bodemziekten kon Frank zelf niet meten. Daarom nam hij contact op met Agrifirm voor subsidiëring van een proef vanuit het Wim Luijkx innovatiefonds. Dit werd gehonoreerd maar was onvoldoende voor een goede proefopzet, ondanks de kostenloze inzet van uren en materialen van de teler zelf. Agrifirm nam daarop contact op met PPO-AGV dat vervolgens met succes een proefvoorstel indiende bij het Productschap Akkerbouw in het kader van het Actieplan Aaltjesbeheersing. Het proefvoorstel was onderverdeeld in drie modules waarvan de eerste twee modules begin 2011 zijn gehonoreerd en de derde module na gebleken effectiviteit medio 2012. Daardoor kon in 2011 een proef worden uitgevoerd met inundatie op een ander perceel van de Schutter. Onderzoeksvragen in deze proef zijn onderverdeeld in twee hoofdvragen: wat is de effectiviteit (module 1) en wat is het effect op de bodemstructuur (module 2).

Te beantwoorden vragen in module 1 zijn:

- Ø Hoe effectief is inundatie tegen het aardappelcysteaaltje *Globodera pallida*?
- Ø Hoe effectief is inundatie tegen de vaatschimmel *Verticillium dahliae*?
- Ø In hoeverre verhoogt het inwerken van Sarepta mosterd (*Brassica juncea*) de effectiviteit. Kan door het inwerken van Sarepta mosterd in de omringende dijk deze grond meteen ook goed worden ontsmet? Dit om herintroductie vanuit behandelde grond te vermijden.
- Ø Kunnen cysten door drijven aan het wateroppervlak overleven?
- Ø Wat is het effect op de aanwezige vrijlevende schadelijke aaltjes in de grond?

De brochure over de beheersing van aardappelmoehed vermeldt dat inundatie van zeef- en sorteergrond gedurende 16 weken bij 15°C een goede bestrijding gaf van aardappelcysteaaltjes, Noordelijk wortelknobbelaaltjes, vrijlevende wortelaaltjes en diverse onkruiden (DLV plant e.a., 2011).

Literatuur van Spaull e.a. (1992) vermeldt dat inundatie gedurende 14 weken bij 20°C de meeste *G. pallida* cysten zijn gedood. Bij 15°C is een blootstellingstijd van 21 weken noodzakelijk. Na toevoeging van een koolstofbron en een sulfaatbron is het toxische gas H<sub>2</sub>S gemeten. Dit gas kan de doding aanzienlijk versnellen. Het doorleiden van H<sub>2</sub>S door water met daarin cysten doodde de cystinhoud in 1,5 uur.

Vanuit de bloembollenteelt is bekend dat inundatie bij de juiste toepassing matig tot goed effectief is tegen schadelijke aaltjes maar onvoldoende effectief is tegen sommige pathogene

schimmels zoals *Rhizoctonia solani* in de bloembollenteelt (S.A.M. de Kool, 2008). Of dit ook geldt voor *R. solani* AG 3 van aardappel is niet bekend. De teler hoopt door het inwerken van een groenbemester een vorm van biofumigatie te realiseren waardoor deze schimmels alsnog worden aangepakt.

In module 2 worden de volgende vragen beantwoord:

- Ø Welke invloed heeft inundatie op de bodemstructuur?
- Ø Worden door inundatie de fijne slibdeeltjes niet uitgespoeld?
- Ø Wat is het effect op de bemestingstoestand van de grond?
- Ø Neemt het zoutgehalte (NaCl) niet toe door inundatie?

De technische en economische aspecten van inundatie zijn uitgewerkt in module 3:

- 1 In kaart brengen technische en economische aspecten.
- 2 Invloed op het volggewas monitoren.
- 3 Handleiding/werkwijzer maken voor telers met gelijksoortige gronden voor grootschalige toepassing van inundatie.
- 4 Kennisoverdracht door veldexcursie, vakbladartikel en distributie handleiding.

Dit rapport omvat alle drie modules.

## 2 PROEFOPZET EN UITVOERING

### 2.1 Module 1 Effectiviteit bestrijding

Voor het beantwoorden van de vragen uit module 1 zijn in het te inunderen perceel vijf verschillende behandelingen aangelegd, zoals vermeld in tabel 1. Deze opzet is gekozen om zowel het effect van inundatie als van Sareptamosterd te onderzoeken, afzonderlijk en in combinatie. Bovendien is het inwerken versus het niet inwerken van de mosterd vergeleken. Door het inwerken van gehakselde mosterd uit het perceel in een deel van de dijk, waarna de grond is afgedekt met gasdichte folie (VIF), is onderzocht of op deze manier van biologische grondontsmetting (BGO) de dijkgrond zou kunnen worden ontsmet.

Tabel 1 Diverse behandelingen inundatieproef 2011

CODE	OBJECT	MOSTERD ( <i>Brassica juncea</i> )	INUNDATIE
A	Controle in dijk	nee	nee
B	Niet ingewerkte mosterd	ja	ja
C	Ingewerkte mosterd	ja	ja
D	Inundatie	nee	ja
E	Biologische grondontsmetting in dijk	ja	nee

Het proefveldschema met de codes voor de diverse objecten is vermeld in bijlage 1. Het perceel is ingedeeld in veldjes van 170 m bij 6 m voor de vrijwillige AM-bemonstering. Op basis van eerdere gegevens zijn de veldjes geselecteerd voor de objecten. Omdat de natuurlijke besmetting minimaal is en om die reden niet geschikt is voor het testen van de effectiviteit van inundatie is er voor gekozen om in afgesloten gaaszakjes een kunstmatige besmetting aan te brengen van gekweekte *Globodera pallida* en van *Verticillium dahliae* (Vd).

Op 6 mei 2011 zijn Monodur gaaszakjes met elk 2000 cysten/zakje van *Globodera pallida* op 20 cm diepte aangebracht in alle objecten in vijf herhalingen. Zakjes met elk 2 gram inoculum van *Verticillium dahliae* op tomatenstengels van een biologisch tuinbouwbedrijf zijn op die dag eveneens ingegraven (Foto 1 en 2).



Foto 1 inoculum in gaaszakjes



Foto 2 Ingegraven zakjes in vijf herhalingen



Op dezelfde dag zijn uit veldje 4974 grondmonsters genomen om de natuurlijke besmetting van nematoden te bepalen, zowel cysten als vrijlevend (Pi). Op deze plek was in 2007 het aardappelvrijlevende (ACA) vastgesteld. Halverwege dit veldje is een plotje van 2 m bij 2 m schematisch bemonsterd; 120 monstersteken; ca 3 kg grond. Voor de bepaling van vrijlevende nematoden is 100 ml grond uit het grondmonster gesubmonsterd. Voor de analyse op cysten is in een grote spoelkan 2000 kg grond gespoeld.

In ditzelfde plotje zijn de kunstmatige besmettingen diagonaal op 60 cm van elkaar ingegraven. Met bakens is deze plek gemarkeerd. Bij alle objecten zijn palen geplaatst om de lokaties te kunnen traceren.

Eind april is 20 kg/ha Sareptamosterd (Scala) gezaaid. In object D is op 25 mei de mosterd doodgespoten ten behoeve van de proef. Op 28 juni is de mosterd ingewerkt en zijn bij diverse objecten de zakjes met AM en Vd uitgegraven en na inwerken van de mosterd weer ingegraven. In object D is de grond alleen gespit. Na inwerken is grond aangereden met rotorkoepel om de grond zoveel mogelijk dicht te rollen zodat eventueel gevormde gassen langer in de grond blijven.

Op 1 juli is begonnen met het inlaten van water. Dit heeft 9 dagen geduurd met een waterinlaat van 1000 m<sup>3</sup> per uur. Op 10 juli stond het perceel helemaal onder water (foto 3 en foto 4).



Foto 3 waterinlaat



foto 4 geïnundeerd perceel

Een datalogger, die ingegraven was in het perceel, bleek achteraf niet gefunctioneerd te hebben. Daarom zijn de temperatuurgegevens van de KNMI van weerstation Lauwersoog gebruikt. Het betreft hier dus luchttemperaturen en geen bodemtemperaturen. Detailinformatie van temperatuur en neerslaghoeveelheden per maand zijn vermeld in tabel 2.

Tabel 2 Luchttemperatuur- en neerslaggegevens tijdens de inundatieperiode bij F. de Schutter

2011	Temperatuur (°C)			Neerslag (mm)
maand	etmaal gemiddelde	max	min	Totaal
juli	16.0	22.4	12.0	134.0
augustus	17.0	26.6	11.5	126.1
september	16.0	25.9	9.3	73.2
oktober	11.0	23.3	3.3	106.4



Na 17 weken inunderen is op 7 november de stop uit de afvoerbuis gehaald. In de afvoer is een cystenemmer met gaas geplaatst zodat eventuele cysten in het afvoerwater konden worden opgevangen.

Op 22 november 2011 was het veld begaanbaar en zijn de zakjes met AM en Vd uit de grond gehaald. Op deze datum is ook de cystenemmer meegenomen naar PPO-AGV en is het debris onderzocht op cysten. De bietencysten gevonden in de cystenemmer, zijn in een biotoets geanalyseerd op vitale inhoud. Op 9 december 2011 zijn daarvoor vatbare bieten gezaaid (Sabrina). Op 20 december zijn twee plantjes opgeplant, waarna op 21 december de suspensie van gecrushte cysten bij deze plantjes is gebracht. Gedurende 14 weken in een kas zijn de bieten geteeld bij een gemiddelde temperatuur van 18,3°C, een minimum temperatuur van 13,1°C en een maximumtemperatuur van 29,3°C. Op 29 maart 2012 zijn de bieten gespoeld en de wortelstelsels beoordeeld op cysten.

De effectiviteit van de behandelingen met AM is vastgesteld in een lange loktoets waarin eieren uit de cysten van aardappelcysteaaltjes (*Globodera pallida*) vanuit alle behandelingen, inclusief de controle, te lokken zijn gelegd.

De cysten uit de zakjes zijn na inweken vermalen en vanuit deze suspensies zijn per behandeling in duplo minimaal 1600 eieren te lokken gelegd op een zeefje/gaasbuisje, in een wekstof. Deze wekstof bestaat uit wortellexudaat van aardappel en is ten behoeve van de loktoets verzameld. Gedurende zes weken is wekelijks de wekstof afgetapt en verversst en zijn de juvenielen geteld die uit de eieren door het gaasbuisje zijn gekropen en in de wekstof terecht gekomen zijn. Daarna was de lokking dermate afgenomen dat er besloten is te stoppen.

De loktoets is ingezet op 5 december 2011 en afgerond na 6 weken op 16 januari 2012.

De effectiviteit van *Verticillium* is vastgesteld door het uitplaten van een deel van het tomatengewas met de microsclerotiën uit de zakjes op een specifieke voedingsbodem; modified soil extract agar. Per zakje is 6 mg gewas uitgeplaat per petrischaal, in drie herhalingen. Op 27 en 28 februari zijn de monsters uitgeplaat en op 12 en 14 maart beoordeeld.

Nadat in januari 2012 de drains waren geopend was het veld eind maart begaanbaar en zijn op 22 maart de grondmonsters van veldje 4974 genomen voor analyse op vrijlevende en AM aaltjes voor de nabemonstering (Pf), zoals voor de Pi. Voor de bepaling van vrijlevende nematoden is 100 ml grond uit het grondmonster gesubmonsterd. Voor de analyse op cysten is in een grote spoelkan 2000 kg grond gespoeld.

## 2.2 Module 2

Voor het beantwoorden van de vragen uit module 2 zijn zowel op 28 april 2011 (vóór inundatie) als op 22 maart 2012 (na inundatie) diverse bemonsteringen cq waarnemingen gedaan. Deze zijn uitgevoerd in hetzelfde veldje (4974) als voor de grondmonsters van module 1; behandeling C. Module 2 is geheel uitgevoerd door Agrarisch laboratorium Altic BV te Dronten onder leiding van Maurits Greydanus.

- De bodemstructuur is visueel beoordeeld door het graven van vier profielkuilen. Daarnaast is met een penetrometer de indringingsweerstand gemeten.
- De eventuele uitspoeling van fijne slibdeeltjes door inundatie is vastgesteld door de granulaire samenstelling te bepalen.
- Met de Spurway-bodemanalyse zijn de effecten op de bemestingstoestand en het zoutgehalte (NaCl) vastgesteld.

## 2.3 Module 3

### 2.3.1 Technische en economische facetten

*Technische handelingen inundatie perceel Frank de Schutter; grootte 30 ha.*

- Ü Half april (week 15) is het perceel geëgaliseerd en zijn de dijken aangelegd.
- Ü In week 16 is 25 m<sup>3</sup>/ha varkensdrijfmest uitgereden.
- Ü Sareptamosterd (Scala; 20 kg/ha) is gezaaid in week 17.
- Ü In week 26 is de mosterd verhakseld en ingewerkt. De mosterd bloeide en was circa 2 m hoog. Doordat het in de weken daarvoor veel had geregend was het gewas hier en daar platgeslagen. De roterende spitmachine had daardoor soms problemen met goed verhakselen van de mosterd, met name in de richting van de platgeslagen mosterd, aan de randen van de machine. Als tegen het gewas in werd gereden ging het verhakselen goed. Voor een goede effectiviteit van een ingewerkt gewas is het van belang om het gewas zo klein mogelijk te verhakselen zodat een optimale omzetting kan plaatsvinden.  
De werkbreedte van de spitmachine was 3 m.
- Ü Direct na het inwerken van de mosterd werd de rulle grond aangereden met een rotorkoepel om eventuele te vormen toxische stoffen zo goed mogelijk in de grond te houden. Daardoor werd de grond stevig en goed aangedrukt.
- Ü Na het inwerken van de mosterd zijn de drains dichtgestopt met buizen met fietsbanden, die na plaatsing zijn opgepompt waarmee de drains dicht worden gemaakt.
- Ü Daarna is begonnen met de inlaat van water met 1000 m<sup>3</sup> water per uur. **Vroegtijdig toestemming vragen bij het lokale waterschap, in dit geval het Noorderzijlvest, zodat bevestiging voor akkoord vóór inlaten water binnen is.**
- Ü Op 10 juli (week 27) stond het hele perceel onder water.
- Ü Van week 28 tot en met week 44 heeft het perceel 16 weken onder water gestaan. Per dag is er steeds ongeveer 1000 kuub water bij gepompt.
- Ü Gedurende de inundatie heeft een knalapparaat de ganzen verjaagd.
- Ü Eind week 44 is de stop uit de afvoer gehaald maar bleven de drains dicht. Zo wordt een gecontroleerde afvoer van water gerealiseerd en wordt voorkomen dat fijne slibdeeltjes uitspoelen en de drains verstopen.
- Ü In januari 2012 zijn de buizen uit de drains getrokken zodat de drainage weer kon functioneren.

#### *Economische aspecten inundatie*

De teler Frank de Schutter heeft de kostenkant van de inundatie in 2012 in kaart gebracht. Leendert Molendijk heeft met behulp van Nemadecide een **scenariostudie** uitgewerkt waarin de baten zichtbaar zijn geworden. Vraagstelling daarbij was:

- Kosten
  - Wat kost grootschalige inundatie voor pootgoedtelers?
  - Moet het perceel na elke aardappelteelt geïnundeerd worden?
- Baten
  - Hoe vaak kan ik vatbare rassen blijven telen na inundatie in plaats van resistente (HR) rassen?

Uitgangspunten voor de scenariostudie (dus niet de werkelijke besmetting in dit perceel!) zijn een haard van 190 m<sup>2</sup> met 50 cysten per kg grond in het centrum en totaal 900.000 cysten. De detectiekans is met Amex 1500 ml 26% en met AMI 100 75%.

### **2.3.2 Invloed op volggewas**

Agrifirm heeft de bietenteelt gevolgd, die na de inundatie op het perceel is geteeld in 2012. De teler heeft opgave gedaan van de opbrengst en kwaliteit.

### **2.3.3 Handleiding**

Er wordt een handleiding geschreven ten behoeve van telers die ook grootschalige inundatie willen toepassen. Deze handleiding wordt in dit rapport opgenomen en separaat op kennisakker.nl geplaatst.

### **2.3.4 Kennisoverdracht**

In het kader van optimale kennisoverdracht zullen de volgende producten worden opgeleverd:

- Ø Eindrapport op kennisakker.nl
- Ø Handleiding op kennisakker.nl
- Ø Veldexcursie
- Ø Vakbladartikel

### 3 RESULTATEN MODULE 1

#### 3.1 Effectiviteit tegen aardappelvormende *G. pallida*

In tabel 3 staan de resultaten van de diverse behandelingen tegen *G. pallida*. Als controle diende het startinoculum dat op PPO-AGV onder geconditioneerde omstandigheden is bewaard. Deze controle lokte evenveel larven uit de cysten als de controle in de dijk (A). Deze beide controles zijn als uitgangspunt genomen en de doding is op 0% gesteld en de overige behandelingen zijn daaraan gerelateerd. Alle behandelingen met inundatie zijn zeer effectief geweest; meer dan 99% doding. De toevoeging van mosterd, al dan niet ingewerkt, heeft geen additioneel effect.

De behandeling met BGO met mosterd in de dijk is minder effectief geweest tegen de AM-cysten.

Tabel 3 Effectiviteit diverse behandelingen tegen *Globodera pallida*

Code	Object	mosterd ( <i>Brassica juncea</i> )	Inundatie	doding %	Doding significantie*
PPO	Controle 10°C, 40% RV	nee	nee	0	. . c
A	Controle in dijk	nee	nee	0	. . c
B	Niet ingewerkte mosterd	ja	ja	99,7	a . .
C	Ingewerkte mosterd	ja	ja	99,9	a . .
D	Inundatie	nee	ja	99,9	a . .
E	Biologische grondontsmetting in dijk	ja	nee	68,8	. b .

\*Verschillende letters zijn significant verschillend met 95% zekerheid

#### 3.2 Effectiviteit tegen *Verticillium dahliae*

In tabel 4 staan de resultaten van de diverse behandelingen tegen *V. dahliae*. De onbehandelde microsclerotia van *V. dahliae* in de dijk zijn als uitgangspunt genomen; 0% doding en de overige behandelingen zijn daaraan gerelateerd. De effectiviteit varieert van 84 tot 99% maar is statistisch niet verschillend van elkaar. In het algemeen is een doding van meer dan 80% gerealiseerd tegen *V. dahliae*. De BGO-behandeling in de dijk is tegen dit organisme statistisch even effectief geweest als de inundatiebehandelingen.

Tabel 4 Effectiviteit diverse behandelingen tegen *Verticillium dahliae*

CODE	OBJECT	MOSTERD ( <i>Brassica juncea</i> )	INUNDATIE	DODING %	DODING SIGNIFICANTIE*
A	Controle in dijk	nee	nee	0	. b
B	Niet ingewerkte mosterd	ja	ja	91,1	a .
C	Ingewerkte mosterd	ja	ja	85,9	a .
D	Inundatie	nee	ja	83,9	a .
E	BGO in dijk	ja	nee	98,6	a .

\*Verschillende letters zijn significant verschillend met 95% zekerheid

### 3.3 Veldbesmetting

#### 3.3.1 Vrijlevende aaltjes

Als beginbesmetting zijn in 2011 per 100 ml grond na spoelen en 4 weken incubatie slechts 4 *Meloidogyne naasi* aaltjes aangetoond, 25 *Pratylenchus neglectus* aaltjes, geen Trichodoriden en 1425 overige aaltjes. Uit de nabemonstering in 2012 kwamen alleen nog 10 overige aaltjes per 100 ml grond en geen schadelijke aaltjessoorten meer. De aantallen zijn te klein om een effect van inundatie te kunnen vaststellen.

#### 3.3.2 Cysteaaltjes

De beginbesmetting (Pi) in het veld bedroeg 11 ACA-cysten per kg verse grond en 441 bietencysteaaltjes (BCA)-cysten. Na afloop van de inundatie (Pf) zijn geen ACA-cysten meer aangetoond en 390 BCA-cysten per kg grond, dus gelijk aan de beginbesmetting. Relevant is echter de cystinhoud en niet het aantal. De BCA-cysten zijn niet onderzocht op vitale inhoud omdat dit geen onderdeel van de opdracht was. Het aantal ACA-cysten was ontoereikend om de vitaliteit van de cystinhoud vast te kunnen stellen voor en na inundatie. Uit deze resultaten kan geen effect van de inundatiehandeling worden vastgesteld.

### 3.4 Cystenemmer

In 406 gram gedroogd debris uit de cystenemmer waren geen aardappelcysten aanwezig maar wel 32 bietencysten. Van deze bietencysten is de vitaliteit van de inhoud bepaald in een biotoets. Na 14 weken teelt zijn op de beide wortelstelsels van twee vatbare bietenplanten geen nieuwe cysten aangetroffen. De cystinhoud van de bietencysten uit de cystenemmer was dus niet vitaal.

## 4 RESULTATEN MODULE 2

### 4.1 Visuele beoordeling

In figuur 1 staan de foto's van profielkuil 2011 en in figuur 2 de foto's van profielkuil 2012. In de bijlagen 2 (2011) en 3 (2012) staan de beoordelingen.

Figuur 1 Bodemprofiel vòòr inundatie



Figuur 1. Overgang bouwvoor naar onderliggende zandlaag (kuil 2)



Figuur 2. Poriën op ca. 80 cm diepte



Figuur 2 Bodemprofiel 2012; na inundatie, weinig verschil met 2011 maar wel blauwkleuring door zuurstofgebrek.



Figuur 1. Blauwverkleuring als gevolg van zuurstofarme omstandigheden



Figuur 2. Poriën onderin de profielkuil



11-195 PPO Lelystad

4

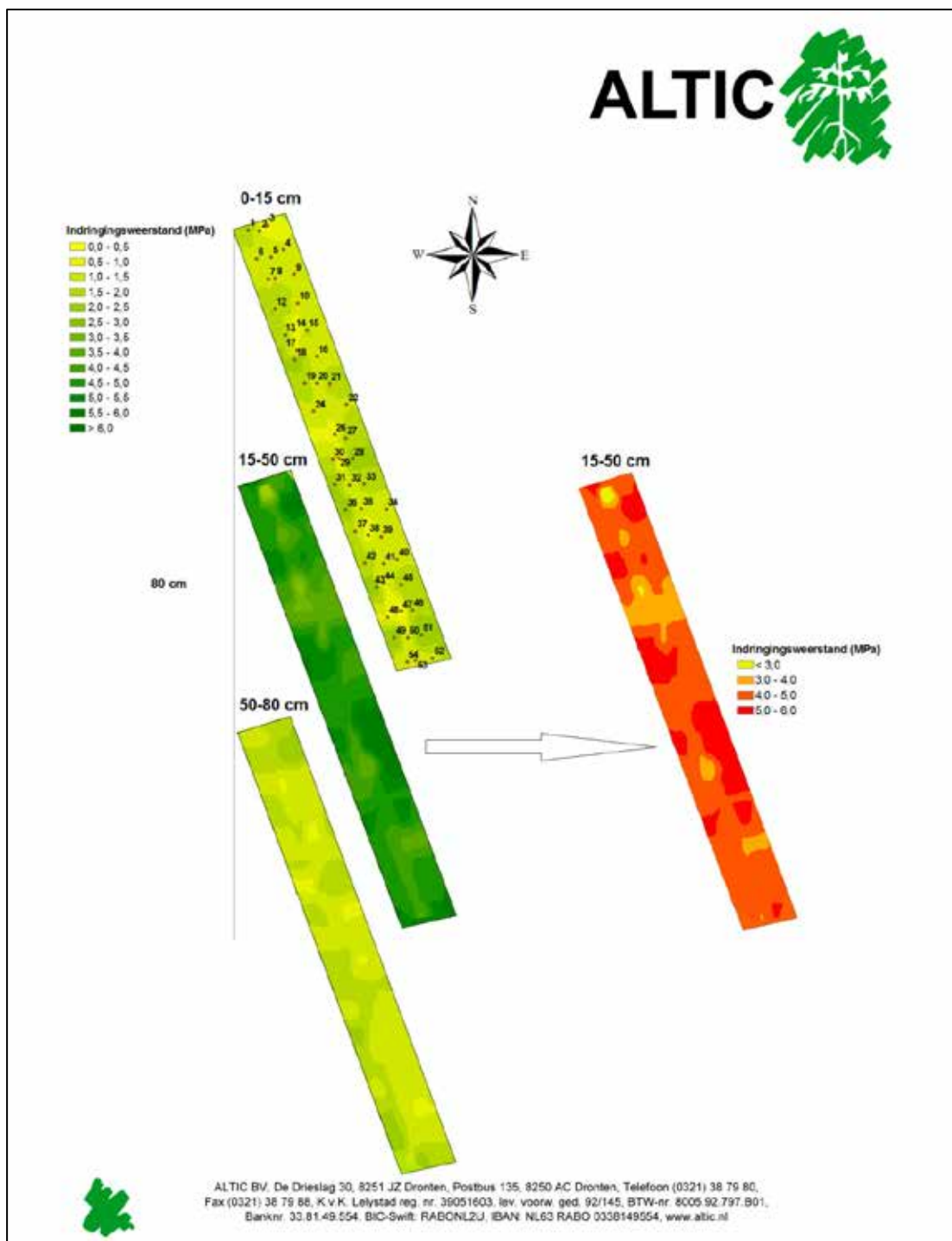
Conclusie Altic:

- Weinig verschillen voor en na inundatie
- Samenstelling/opbouw niet zichtbaar anders
- Diepere lagen nog vrij nat
- Na inundatie wel zeer duidelijk symptomen van zuurstofgebrek

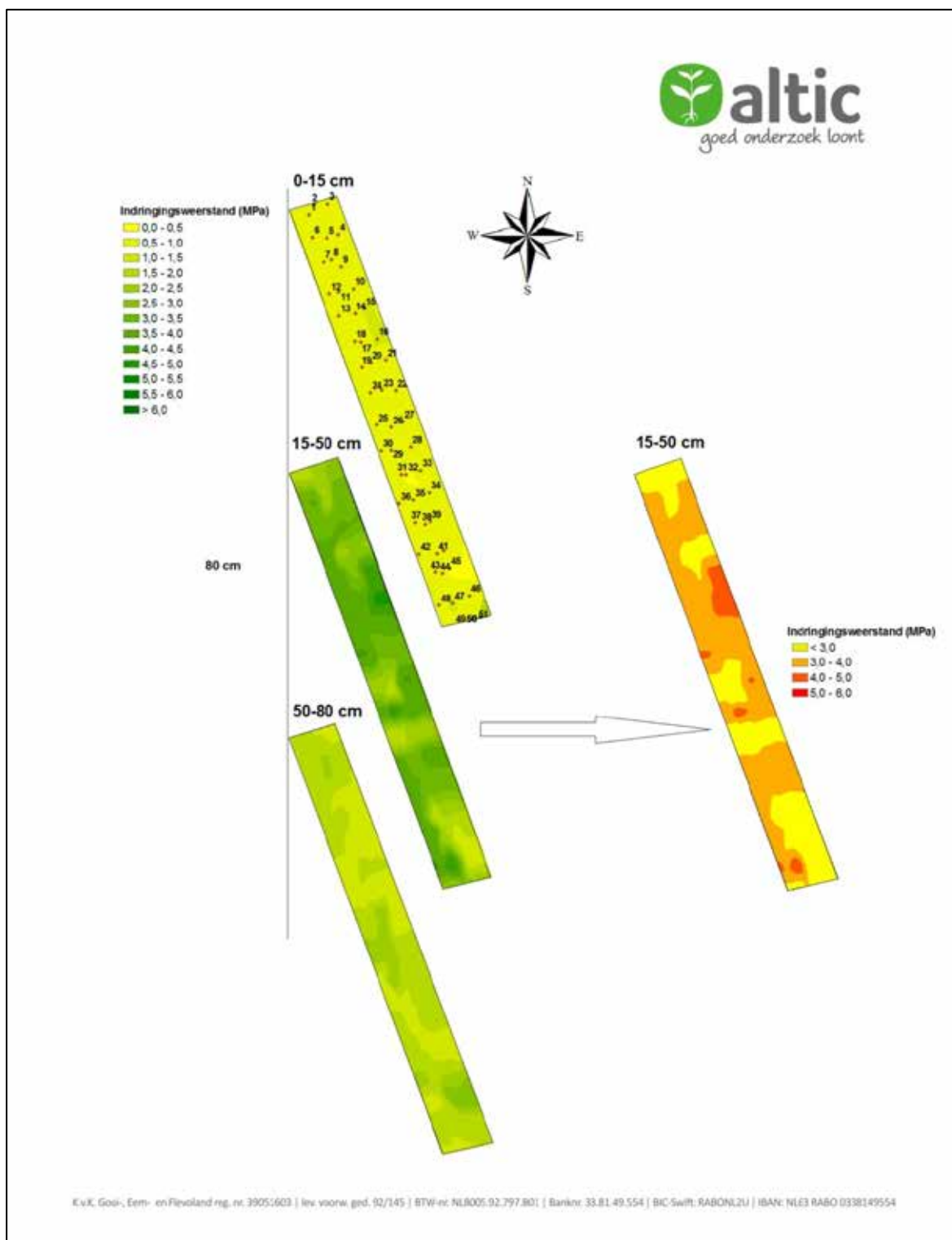


## 4.2 Penetrologger

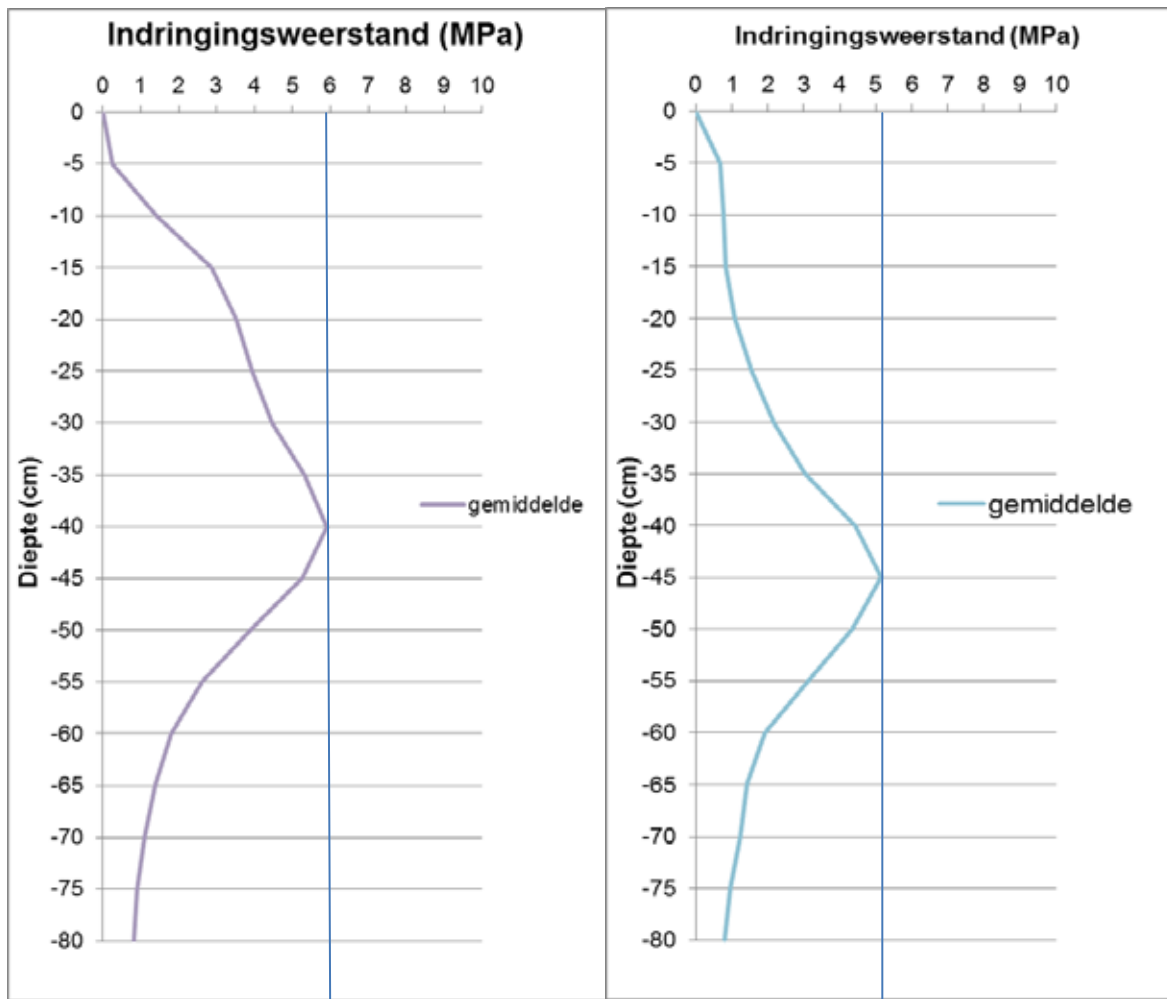
In figuur 3 staat de indringingsweerstand van de grond vóór inundatie en in figuur 4 na inundatie. Figuur 5 toont beide jaren in een overzicht.



Figuur 3 Indringingsweerstand vóór inundatie: 2011



Figuur 4 Indringingsweerstand grond 2012; na inundatie. Gemiddeld was de weerstand lager dan in 2011.



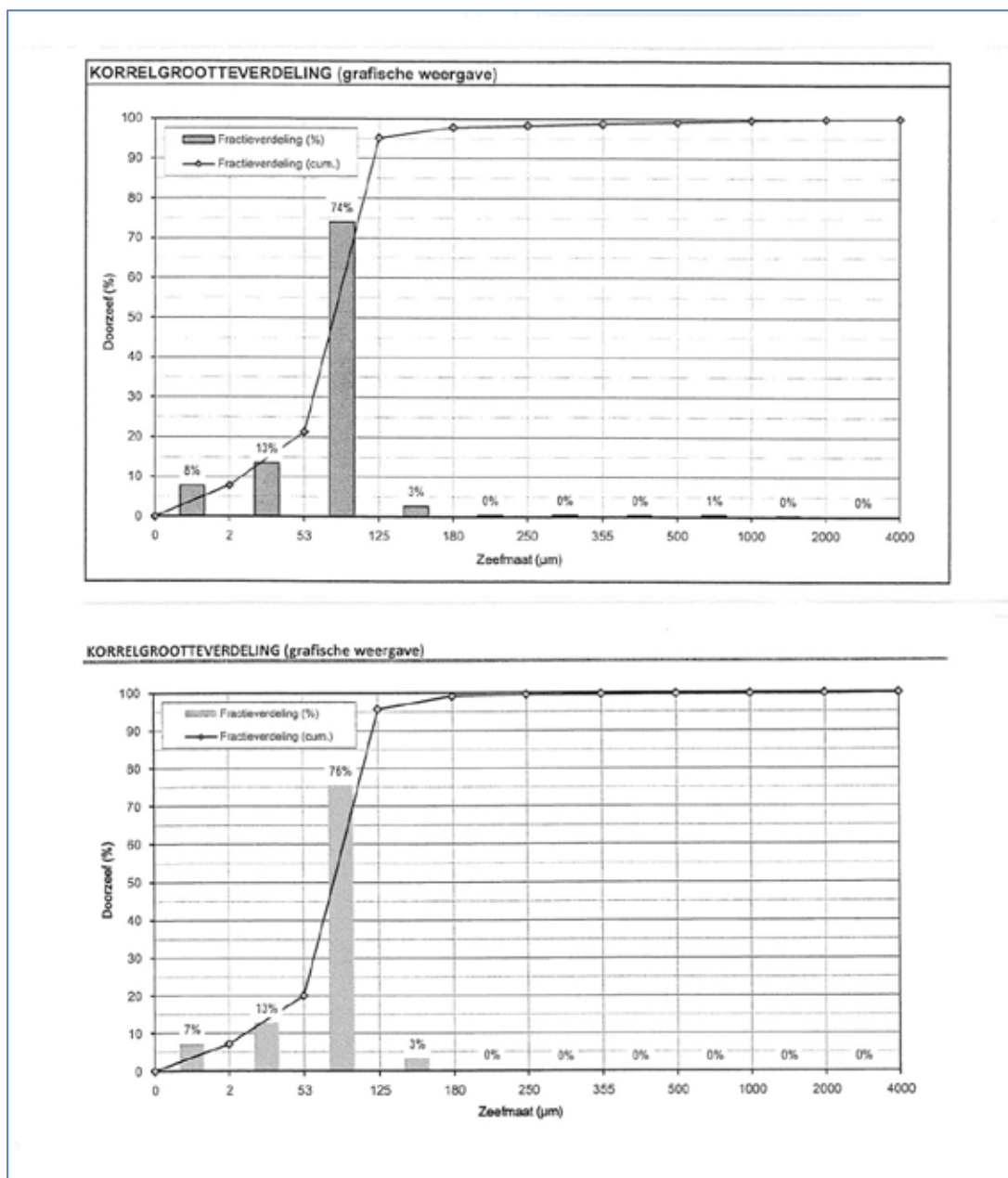
Figuur 5 Indringingsweerstand grond 2011 (links) en 2012 (rechts)

#### Conclusie Altic

- Gemiddeld in 2012 lagere indringingsweerstand (grond iets vochtiger dan in 2011)
- Vooral bovenin minder weerstand
- Op 50 cm laag met schelpjes (reden voor hogere weerstand), kan beworteling belemmeren

### 4.3 Granulaire samenstelling

De korrelgrootte van de grond vóór en na inundatie is in grafiekvorm samengevat in figuur 5. Details staan vermeld in bijlage 2 (2011) en bijlage 3 (2012). Na inundatie is er een lichte daling van deeltjes  $< 53 \mu\text{m}$  van 21.3% naar 20.1%. De helft van deze daling wordt veroorzaakt door een lichte daling van fijne lutumdeeltjes ( $< 2 \mu\text{m}$ ) van 7.8% naar 7.2%. Dit zijn verwaarloosbare verschillen.



Figuur 5 korrelgrootte verdeling vóór (boven) en na (onder) inundatie in %, per fractie en totaal (cumulatief).

Conclusie Altic:

- Minder bodemdeeltjes  $< 53 \mu\text{m}$
- Iets minder lutumdeeltjes  $< 2 \mu\text{m}$  (7.2% ipv 7.8%), verschil verwaarloosbaar

#### 4.4 Spurway-plus analyses

In bijlage 6 staan de analyseresultaten vermeld van de grond vóór inundatie. In bijlage 7 staan de resultaten van na de inundatie. In de tabellen 5 a en 5 b zijn de Spurway-plus analyses van vóór en na inundatie in combinatie met ingewerkte Sareptamosterd vergeleken.

Tabel 5 a Spurway-plus analyses vóór en na inundatie met ingewerkte Sareptamosterd

Parameter	streeftraject in 10 cm	2011	2012
Nitraatstikstof		33.4	6.5
Ammoniumstikstof		21.5	8.4
Fosfor	3-6	9.8	<0.1
Pw		47	24
P-Al		48	50
Kalium	75-100	122.4	121
Magnesium	50-75	29.4	93.5
Zwavel	10-15	2.6	63.3
Calcium	300-2700	2126.8	2275
Geleidbaarheid (EC)		1.1	1.4
pH-KCl		7.6	7.5
pH-H2O		8	8.1
Organische stof		1.4	1.4
Koolzure kalk		4.6	4.4
Afslibbaarheid		10	9
Lutum		7	6

lager
hoger
+/-gelijk

Tabel 5 b Spurway-plus analyses vóór en na inundatie met ingewerkte Sareptamosterd

Parameter	streeftraject in 10 cm	2011	2012
Mangaan	1-3	0.7	12.1
Zink	3-30	8.2	6.6
IJzer	100-500	121.3	282
Borium	0.3-0.5	0.3	0.5
Koper	3-6	3.3	2.1
Molybdeen		<0.1	0.2
Natrium		31.2	119
Chloride		33.6	38.8
Silicium		11.8	12.1

Altic: Invloed inundatie op beschikbaarheid nutriënten:

- Lager stikstof ( $\text{NO}_3$  en  $\text{NH}_4^+$ )
- Beschikbaar P en Pw lager, P-Al gelijk
- Magnesium hoger dan voor inundatie
- Forse toename van zwavel en ijzer in de bouwvoor
- Ook hogere EC en gehalte aan Na
- Opvallende toename van Mn van 0.7 à 12.1 (gevolg zuurstofloze omstandigheden)

## 5 RESULTATEN MODULE 3

### 5.1 In kaart brengen technische en economische aspecten.

De technische handelingen voor grootschalige inundatie in het algemeen zijn beschreven in de handleiding die wordt vermeld onder 5.3.

Het kostenoverzicht is opgesteld door teler Frank de Schutter en staat vermeld in tabel 6.

Tabel 6 Overzicht van kosten voor inundatie perceel de Schutter; 2011

Tarweteelt			€/ha	ha	€/uur	uren	€ totaal
zaaizaad			100				
zaaien			100				
bemesting			250				
gewasbescherming			250				
oogsten			200				
Opbrengst	9000 kg/ha á € 0.20		1800				
<b>Saldo tarweteelt</b>			<b>900</b>				
<b>Kosten inundatie</b>							
<b>Egaliseren</b>	loonwerker		1000				30000
<b>Dijk om perceel</b>	opbouw 2600 m	50 m/uur			65	52	3380
<b>Dijk om perceel</b>	afgraven 2600 m	100 m/uur			65	26	1690
<b>Sarepta mosterd</b>	zaaizaad	20 kg/ha	100	30			3000
	zaaien		100	30			3000
	klepelen/inspitten		150	30			4500
	Dichtrollen/rotorkopeg		50	30			1500
<b>Waterinlaat</b>	pomp 7,5 l dieselolie/uur á € 0.90				6.75		
<b>10 dagen</b>					6.75	240	1620
<b>1 dag/week</b>	pompen 12 weken; ( ca 4 wk niet)				6.75	288	1944
							<b>50634</b>
<b>overige kosten</b>			per stuk				
<b>Drainbuisafsluiters</b>	pvc-buis		10				
	ventiel		5				
	rubber opblaasslang		5				
	dopjes/slangenklemmen		1				
			21				
	per jaar; afschrijving in 3 jaar		7			100	700
<b>overige uren</b>	afsluiters maken				30	100	3000
	afsluiters aanbrengen/verwijderen						
	controle dijk						
			<b>1811</b>				<b>54334</b>
<b>verlies tarweteelt</b>			900				
<b>Kosten per ha</b>			<b>2711</b>	<i>inclusief egaliseren</i>			
			<b>1661</b>	<i>exclusief egaliseren</i>			



### Baten

Voorlopige berekeningen van NemaDecide met als uitgangspunt een **scenario** met een haard van 190 m<sup>2</sup> met 50 cysten per kg grond in het centrum en totaal 900.000 cysten hebben voor dit scenario de volgende conclusies opgeleverd:

- Ø Continu vatbaar telen is niet mogelijk
- Ø Na de vierde teelt is er een groot detectie risico.
- Ø Voer na de tweede vatbare teelt een AMI-bemonstering uit.
- Ø Na inundatie afwisselend hoogresistente (HR) rassen telen, te beginnen met HR houdt *G. pallida* het beste onder controle
- Ø Pootgoedteelt blijft in deze regio mogelijk.
- Ø KWIN laat voor pootgoed een € 4000,- hoger saldo zien dan voor consumptieaardappels.
- Ø Inundatie kan uit.

Voor elk bedrijf kan met behulp van NemaDecide berekend worden wat het effect van inundatie is op de aanwezige **werkelijke** AM-besmetting!

## **5.2 Invloed op het volggewas monitoren.**

Het effect op de volgteelt suikerbiet is volgens opgave van de teler:

2012 (inundatie - proefjaar 2011) à 83 ton/ha met 17% suiker (geoogst in 2<sup>e</sup> week september)

2011 (inundatiejaar 2010) à 90 ton/ha met 17% suiker.

### 5.3 Handleiding/werkwijzer voor grootschalige toepassing van inundatie.

Deze handleiding is samengesteld op basis van de door de teler verstrekte gegevens. Daarbij is ook de teelt van een groenbemester opgenomen hoewel in dit onderzoek de meerwaarde daarvan niet is aangetoond.

#### HANDLEIDING INUNDATIE VOOR POOTAARDAPPELTELERS MET VERGELIJKBARE GROND (10% afslibbaar, 1,4% organische stof, pH-KCL 7.6).

##### 1. EGALISEREN PERCEEL

Het hoogteverschil mag maximaal 50 cm bedragen; 55 cm water op het laagste punt en 5 cm water op het hoogste punt. Als er meer water staat dan is het risico op een dijkdoorbraak volgens de teler te groot.

##### 2. DIJKAANLEG

Begin vroeg in het jaar met de aanleg van de dijk rond het perceel. De dijk rondom het perceel moet 50 cm hoger zijn dan het hoogste punt van het perceel. De dijkgrond moet goed aangedrukt worden. De dijk wordt ingezaaid met gras om het dijklichaam extra stevigheid te geven. Langs de randen van de dijk blijft een strook van 12 m groenbemester staan als golfbreker.

##### 3. GROENBEMESTER TELEN EN INWERKEN

In april wordt een groenbemester gezaaid, enerzijds om de dijk te versterken en anderszijds om eventuele schimmelziekten nog beter te beheersen dan met alleen inundatie. De teelt wordt eind juni geklepeld en daarna ingewerkt. Als groenbemester heeft de teler goede ervaring met de teelt van bruine mosterd (*Brassica juncea*). Dit gewas wordt circa 1,5 m hoog en kan na verhakselen ingewerkt worden. Randstroken van 12 m worden niet verhakfeld en ingewerkt maar blijven intact als dijkbescherming. De effectiviteit van deze groenbemester in vergelijking met andere groenbemesters tegen schimmelziekten is nog onbekend.

##### 4. DRAINS AFSTOPPEN

In een perceel van 30 ha zijn 120 drains aanwezig met een onderlinge afstand van 8 m. De teler gebruikt voor het afstoppen pvc-buizen van 32 mm diameter en 9 meter lengte. Aan de ene kant zit een ventiel en aan de andere kant een fietsband. Na plaatsing in de drain wordt de fietsband met een compressor opgepompt en zit de drain dicht. De fietsband komt in de drain midden onder de dijk. Het afdichten duurt op dit perceel 1 volledige werkdag van 8 uur met twee mensen.

##### 5. ONDER WATER ZETTEN PERCEEL

Per uur wordt 1000 kuub water ingelaten op het perceel. Voor 30 ha werd zeven dagen dag en nacht achter elkaar gepompt. (Het grondwater staat hier 1,25 meter onder het maaiveld). Dan heeft het grondwater het maaiveld bereikt en staat het perceel na twee dagen volledig onder water. Tijdens de periode van minimaal 12 weken dat het perceel onder water staat moet er één uur per dag water worden bijgepompt. Dit is essentieel want als er delen van het perceel tijdelijk droog staan dan kan dat de effectiviteit negatief beïnvloeden. De overloop bij voorkeur niet in de hoek van het perceel om de kans op dijkdoorbraak te minimaliseren.

## 6. GANZEN VERJAGEN

Op sommige percelen, zoals in het Lauwersmeergebied, kan het nodig zijn om ganzen te verjagen. De ganzen vreten anders in de naastgelegen percelen aan de aardappelen. De kosten voor het verjagen van ganzen is als overige kostenpost opgenomen in het overzicht.

## 7. AFVOEREN WATER

Na een behandelingstijd van minimaal 12 weken wordt in het najaar op het laagste deel van het perceel de stop uit de afvoerleiding gehaald. Na ongeveer vier weken is al het water weggevoerd. Pas daarna worden de drainsstoppers er weer uitgehaald. Door gecontroleerd het water weg te laten lopen wordt voorkomen dat fijne gronddeeltjes door te hoge snelheid naar de drains spoelen en de drains verstopen. In de loop van de winter staat het grondwater weer op het oude niveau.

## 8. VOLGGEWAS

Tot het voorjaar wordt de grond niet bewerkt. Het eerste jaar na inundatie worden bieten geteeld omdat dit gewas een relatief goed ontwikkeld wortelstelsel heeft en bovendien water verdraagt waar eventueel wat natriumzout in zit.

## 9. STRUCTUUR NA INUNDATIE

De ervaring van de teler is dat de structuur goed blijft. Dit is ook gebleken uit het onderzoek. De fijne deeltjes blijven in de teeltlaag en spoelen niet of nauwelijks uit.

## 10. DIJKGROND

De grond van de dijk en daaronder is niet geïnundeerd en dus niet ontsmet. De teler houdt deze strook van 9 meter breed braak bij de volgende bietenteelt. In de eerstvolgende aardappelteelt komt op deze strook een hoogresistent ras te staan.

## **5.4 Kennisoverdracht door veldexcursie, vakbladartikel en distributie handleiding.**

Op 19 oktober 2012 is een veldexcursie georganiseerd door Agrifirm en PPO-AGV bij het bedrijf van Frank en Anton de Schutter. Er zijn vier lezingen gegeven.

1. Teler Frank de Schutter belichtte de reden waarom hij inundeert en lichtte de technische aspecten toe.
2. Willemien Runia (PPO-AGV) presenteerde de effectiviteit tegen AM (aardappelcysteaaltjes *Globodera pallida*)
3. Maurits Greydanus (Altic) belichtte het effect op de bodemkwaliteit en op het volggewas.
4. Leendert Molendijk (PPO-AGV) hield een kosten/baten analyse van inundatie.

Na de lezingen zijn de bezoekers met busjes naar het inundatieperceel van 2012 gereden waar Anton de Schutter tekst en uitleg gaf.

Er zijn circa 80 bezoekers geweest op deze open middag waaronder veel telers en de pers. Dit heeft geresulteerd in uitgebreide aandacht in diverse vakbladen in de weken daarna. Ook op de landelijke aaltjesdag van Actieplan Aaltjesbeheersing is dit onderwerp gepresenteerd.

De verspreiding van de handleiding gaat via kennisakker.nl waarop deze separaat wordt geplaatst.

## 6 DISCUSSIE EN CONCLUSIE

### Module 1

De vragen en de bijbehorende antwoorden (**vet**) van module 1 zijn:

- Ø Hoe effectief is inundatie tegen het aardappelcysteaaltje *Globodera pallida*?
  - **Door inundatie is een doding verkregen van 99,9% tegen het aardappelcysteaaltje *Globodera pallida*.**
- Ø Hoe effectief is inundatie tegen de vaatschimmel *Verticillium dahliae*?
  - **Door inundatie is een doding verkregen van 84% tegen de vaatschimmel *Verticillium dahliae***
- Ø In hoeverre verhoogt het inwerken van Sarepta mosterd (*Brassica juncea*) de effectiviteit?
  - **Het inwerken van Sarepta mosterd heeft de effectiviteit tegen *G. pallida* en tegen *V. dahliae* niet verhoogd. Bij *G. pallida* was het effect van inundatie al maximaal.**
  - **Het blijft onbekend wat een ingewerkte groenbemester onder anaerobe omstandigheden, zoals bij inundatie, doet. Bij biofumigatie is er sprake van een aerob proces.**
- Ø Kan door het inwerken van Sarepta mosterd in de omringende dijk deze grond meteen ook goed worden ontsmet?
  - **De effectiviteit van biologische grondontsmetting, waarbij Sarepta mosterd is ingewerkt en de grond daarna is afgedekt met gasdichte folie, is tegen *G. pallida* circa 70% en minder goed dan inundatie. De effectiviteit tegen *V. dahliae* is 99% maar statistisch niet verschillend van inundatie. De mindere resultaten tegen *G. pallida* zijn mogelijk toe te schrijven aan het feit dat de verhakselde mosterd niet fijn genoeg was, wat de vertering belemmert en dat de grond onvoldoende vochtig was, toen die is afgedekt met folie.**
- Ø Kunnen cysten door drijven aan het wateroppervlak overleven?
  - **In de cystenemmer die in de water uitlaat is geplaatst zijn geen aardappelcysten gevonden maar wel bietencysten. Deze bietencysten bleken geen vitale inhoud meer te hebben. Overleving aan het wateroppervlak lijkt dus niet aan de orde.**
- Ø Wat is het effect op de aanwezige (vrijlevende) schadelijke aaltjes in de grond?
  - **Na inundatie in combinatie met ingewerkte Sarepta mosterd zijn geen *Meloidogyne naasi* en *Pratylenchus neglectus* meer aangetoond. De beginbesmetting was echter dermate laag dat de trefkans hier meegespeeld heeft en statistisch geen harde conclusies zijn te trekken.**
  - **Ditzelfde geldt voor de cysteaaltjes. Na de behandeling zijn geen aardappelcysteaaltjes meer aangetroffen in de grond maar vóórafgaand aan de inundatie slechts 11 ACA per kg verse grond. Bij de bietencysteaaltjes zijn vóóraf 441 BCA aangetoond en na behandeling 390 BCA wat als monstervariatie moet worden aangemerkt.**

De gemiddelde etmaaltemperatuur van de lucht in de inundatieperiode van 16 weken was ruim 16°C, zoals te zien in tabel 2.

## Module 2

De vragen en de bijbehorende antwoorden (**vet**) van module 1 zijn:

- Ø Welke invloed heeft inundatie op de bodemstructuur?
  - **Visueel zijn er weinig verschillen te zien tussen de bodemprofielkuilen van 2011 en 2012. Wel zijn duidelijk de symptomen van zuurstofgebrek te zien na inundatie; een blauwverkleuring van de grond.**
  - **De weerstand van de grond was na inundatie wel lager dan daarvoor. Dit kan het gevolg zijn van het feit dat de grond ook iets vochtiger was. Vooral bovenin is minder weerstand gemeten. Op circa 50 cm diepte zit een laag met schelpjes. Deze zou in theorie een beperking kunnen vormen voor de wortelgroei.**
- Ø Worden door inundatie de fijne slibdeeltjes niet uitgespoeld?
  - **Na inundatie is er een lichte daling van circa 6% van deeltjes < 53 µm van 21.3% naar 20.1%. De helft van deze daling wordt veroorzaakt door een geringe daling van fijne lutumdeeltjes (< 2µm) van 7.8% naar 7.2%. De verschillen zijn minimaal en worden als verwaarloosbaar beschouwd.**
- Ø Wat is het effect op de bemestingstoestand van de grond?
  - **De resultaten van de Spurway analyses in 2012 zijn zowel beïnvloed door de in 2011 geteelde en ingewerkte Sareptamosterd als door de inundatie**
  - **Beschikbaar fosfaat is aanzienlijk lager, evenals Pw, Pal is ongeveer gelijk.**
  - **Beschikbaar kali blijft op hetzelfde niveau, magnesium is hoger.**
  - **Zwavel en ijzer zijn fors toegenomen in de bouwvoor. Mogelijk is dit het gevolg van de kwaliteit van het ingelaten water.**
  - **Opvallend is de zeer hoge mangaan beschikbaarheid in 2012.**
- Ø Neemt het zoutgehalte (NaCl) niet toe door inundatie?
  - **Ja er is een toename van natrium van 31.2 naar 119 kg/ha en ook de geleidbaarheid (EC) is toegenomen van 1.1 naar 1.4. Dit is waarschijnlijk veroorzaakt door het ingelaten water. Een analyse daarvan ontbreekt maar is in vervolgonderzoek wel gewenst.**
- Ü Overige waarnemingen
  - Het organische stof gehalte is stabiel gebleven op 1.4%
  - Koolzure kalk bleef vrijwel gelijk; 4.6% in 2011 en 4.4% in 2012.
  - Het percentage afslibbaar is zeer licht verlaagd van 10 naar 9%. Dit komt overeen met de uitslagen van de granulaire samenstelling van de grond.
  - Het klei-humuscomplex (CEC) is alleen bepaald in 2012 en is 56 mmol+/kg grond.

### Ü *Effect inundatie op bodemweerbaarheid*

De invloed van inundatie op de bodemweerbaarheid was geen onderdeel van dit project maar is aanvullend vanuit een ander project onderzocht. De bodemweerbaarheid is op dit perceel niet veranderd door inundatie. Daarbij zijn enkele kanttekeningen op zijn plaats.

1. De bodemweerbaarheid van de grond van dit perceel ligt op een laag niveau.
2. Waargenomen verschillen tussen de verschillende behandelingen zijn statistisch niet betrouwbaar.
3. Op bedrijven met weerbare gronden is het van belang de invloed van inundatie op de weerbaarheid na te gaan.

## Module 3 Kosten/baten analyse en kennisuitwisseling

### Kosten/batenanalyse

Wat kost grootschalige inundatie voor pootgoedtelers?

- **De kosten zijn €2700 per ha geweest op dit perceel, inclusief egalisatie en het verlies van een tarweteelt.**

Moet het perceel na elke aardappelteelt geïnundeerd worden?

- **Nee dat hoeft niet, maar is afhankelijk van de uitgangssituatie. Het verdient daarom aanbeveling om na de tweede vatbare teelt weer een AMI bemonstering uit te voeren om de veldbesmetting in kaart te brengen.**

Hoe vaak kan ik vatbare rassen blijven telen na inundatie in plaats van resistente (HR) rassen?

- **Na inundatie is de beste keuze om eerst een hoogresistent (HR) ras te telen en pas daarna een vatbaar ras. Deze afwisseling van HR eerst en daarna vatbaar houdt AM het beste onder controle volgens voorlopige berekeningen van Nemadecide.**
- **Op deze manier kan inundatie uit en blijft de pootgoedteelt mogelijk.**

Wat is de invloed op het volggewas?

- **De bietenteelt als volggewas na inundatie heeft geen negatief effect ondervonden van deze grondbehandeling. De opbrengst is na inundatie circa 90 ton per ha (17% suiker) wat ook in jaren zonder inundatie is behaald.**

De kennisuitwisseling van inundatie is optimaal geweest met een goed bezochte open middag, diverse vakbladartikelen en een presentatie op de landelijke aaltjesdag van Actieplan Aaltjesbeheersing.

De handleiding voor grootschalige inundatie voor telers wordt separaat op kennisakker geplaatst.

### TENSLOTTE

De NVWA meldt inundatie als officiële bestrijdingsmaatregel aan in Brussel.

## LITERATUUR

DLV Plant, PPO-AGV & HLB, 2011. Beheersing van aardappelmoeheid in de akkerbouw. Actieplan Aaltjesbeheersing.

de Kool, S.A.M., 2008. Inundatie in de bloembollenteelt. Brochure Telen met Toekomst.

Spaull, A.M., Trudgill, D.L. & Batey, T., 1992. Effects of anaerobiosis on the survival of *Globodera pallida* and possibilities for control. Nematologica 38: 88-97.





## BIJLAGE 2 Visuele beoordelingen bodemprofiel 2011; vóór inundatie

### Resultaten

#### Visuele bodembeoordeling Frank de Schutter

Locatie: Zevenhuizen  
 Teler: Frank de Schutter  
 Datum: 27 april 2011  
 Beoordeelde plek: 4974  
 Afmeting: 6x 170 m  
 Omstandigheden: Vrij droog  
 Gewas: geen

Op kavel 4974 zijn 4 profielkuilen gegraven waar de bodem visueel is beoordeeld. Op hetzelfde gedeelte zijn tevens metingen met een penetrologger verricht en is een mengmonster genomen voor een Spurway-Plus analyse en granulaire samenstelling.

#### Kuil 1 +/- 15 m vanaf voorkant uigezette deel (gezien vanaf kant weg)

0-35 cm bouwvoor (scherpe overgang naar onderliggende laag)  
 35-50 cm zand  
 50-80 cm kleiig tot 80 cm (wortelresten tot onder in de kuil)

#### Kuil 2 +/- 50 m vanaf voren

Opmerking: vrij vaste/stugge grond  
 0-25 cm bouwvoor  
 25-40 cm iets zwaardere laag  
 40-55 cm zand (veel roestvorming, rijk aan schelpen, ook deels boven ploegzool)  
 55-80 cm klei (vrij zwaar)

#### Kuil 3 +/- 100 m vanaf voorkant

0-35 cm bouwvoor  
 35-55 cm zand  
 55-80 cm klei (tot 80 cm wortelresten)

#### Kuil 4 +/- 150 m vanaf voorkant

0-35 cm bouwvoor  
 35-48 cm zand, veel schelpjes (lichte roestvorming)  
 48-80 cm klei (met wortelresten)

In alle kuilen was een vrij duidelijke scheiding zichtbaar tussen de bouwvoor (ongeveer 35 cm) naar de onderliggende armere zandlaag (zie figuur 1). In de laag vanaf ca. 40 cm werden veel schelpresten aangetroffen. Omdat op het moment van de beoordeling geen gewas op het veld aanwezig was, kon de actuele beworteling niet worden vastgesteld.

## BIJLAGE 3 Visuele beoordelingen bodemprofiel 2012; na inundatie

### Resultaten

#### Visuele bodembeoordeling perceel Frank de Schutter

Locatie: Vierhuizen  
 Teler: Frank de Schutter  
 Datum: 22 maart 2012  
 Beoordeelde plek: 4974  
 Afmeting: 6x 170 m  
 Omstandigheden: Goed (grond was drogende)  
 Gewas: geen

Op kavel 4974 zijn 4 profielkuilen gegraven waar de bodem visueel is beoordeeld. Op hetzelfde gedeelte zijn tevens metingen met een penetrologger verricht en is een mengmonster genomen voor een Spurway-Totaal analyse en granulaire samenstelling.

#### Kuil 1 +/- 15 m vanaf voorkant uigezette deel (gezien vanaf kant weg)

0-5 cm blauwverkleuring  
 35-50 cm zand (wortels tot ca. 50 cm)  
 50-80 cm klei (vrij stug, wel poriën)

#### Kuil 2 +/- 50 m vanaf voren

0-5 cm blauwverkleuring (veel onverteerde gewasresten bovenin)  
 5-35 cm bouwvoor (scherpe overgang naar onderliggende laag), ook nog deels blauw verdeeld over deze laag (minder dan bovenin)  
 35-55 cm zand (veel roest+schelpen)  
 55-80 cm kleiig tot 80 cm, vrij stug en vochtig (oude wortelresten tot onder in de kuil, onderin ook zeer kleine poriën)

#### Kuil 3 +/- 100 m vanaf voorkant

0-5 cm blauwverkleuring  
 5-30 cm bouwvoor, minder blauwverkleuring dan kuil 2  
 30-55 cm armere zandlaag, lichte roestvorming  
 55-80 cm klei tot 80 cm, wortelresten+poriën onderin kuil

#### Kuil 4 +/- 150 m vanaf voorkant

0-30 cm bouwvoor blauwverkleuring  
 30-55 cm armer zand, veel schelpjes (verse wortelresten tot 40 cm)  
 55-80 cm klei, poriën+oude wortelresten tot onder in de kuil

#### Metingen in 2011 en 2012

De visuele beoordeling in 2012 kwam op hoofdlijnen overeen met de beoordeling in 2011. Er werden veel poriën aangetroffen waardoor het water gemakkelijk weg kon zakken. De laag met schelpjes op ca. 40 cm zou onder bepaalde omstandigheden voor gewassen wel als storend kunnen worden ervaren. Vooral bovenin werd nu wel vrij veel blauwverkleuring vastgesteld, wat het gevolg is van zuurstofarme omstandigheden. De De grond was mooi opgedroogd, op een aantal plekken was de zwaardere laag (onderin de kuil) nog vrij nat.

## BIJLAGE 4 Korrelgrootteverdeling 2011; vóór inundatie

**ANALYSECERTIFICAAT**  
**KORRELGROOTTEVERDELING**  
**Interne rapportage**


Altic Projecten

MONSTER en ONDERZOEK		ALTIC PROJECTEN	
Labnummer	: 1404	Monstername door	: Opdrachtgever
Datum ontvangen	: 28 april 2011	Datum monstername	: Niet bekend
Datum rapportage	: 19 mei 2011	Monsterdiepte	: 30 cm
Aangeboden als	: 1951 - Frank de Schutter		

ANALYSERESULTATEN			
Parameter	Resultaten	Eenheid	Classificatie
Korrelgrootteverdeling (cumulatief) Een grafische weergave van de korrelgrootteverdeling is opgenomen op de achterzijde van dit analysecertificaat.			
< 4 mm	100.0	% m/m	
< 2 mm	99.9	% m/m	
< 1 mm	99.6	% m/m	
< 500 µm	99.1	% m/m	
< 355 µm	98.7	% m/m	
< 250 µm	98.2	% m/m	
< 180 µm	97.8	% m/m	
< 125 µm	95.1	% m/m	
< 53 µm	21.3	% m/m	Matig tot sterk kleiig zand
U < 2 µm (lutum)	7.8	% m/m	
Vreemde bestanddelen (+ delen > 4 mm)	< 1.0	% m/m	
Coëfficiënten / Karakteristieken			
Krommingscoëfficiënt	C <sub>c</sub>	0.96	
Gelijkmatigheidscoëfficiënt	C <sub>u</sub>	1.63	Zeer kleine spreiding
Zandmediaan	M50	91.3	µm Uiterst fijn zand
Overige parameters			
U Koolzure kalk	CaCO <sub>3</sub>	4.40	% m/m Kalkrijk
Organisch stof	<sup>a</sup> OS	1.37	% m/m Zwak humeus
Zuurgraad	<sup>b</sup> pH-KCl	7.60	

De classificatie van het bodemonmonster wordt vastgesteld op basis van het gehalte aan leem (fractie < 53 µm), kalk en organisch stof en de gelijkmatigheidscoëfficiënt en zandmediaan.

Dit certificaat mag niet zonder de schriftelijke toestemming van ALTIC gedeeltelijk gereproduceerd worden. Resultaten hebben enkel betrekking op de beproefde objecten. Onderzoek wordt verricht en adviezen worden alleen uitgebracht op voorwaarde dat de opdrachtgever afstand doet van ieder recht op aansprakelijkheid. De accreditatie (RvA L300) is toegekend voor de met een "Q" gemerkte analysemethoden. De waarneming en adviezen vermeld op dit analysecertificaat vallen buiten de scope van accreditatie. Nadere informatie over de toegepaste methoden en prestatiekenmerken of algemene voorwaarden kan op aanvraag worden verkregen. De analyseresultaten zijn geproduceerd onder verantwoordelijkheid van Ing. A.H.M. v.d. Berg, directeur.



ALTIC BV, De Drieslag 30, 8251 JZ Dronten, Postbus 135, 8250 AC Dronten, Telefoon (0321) 38 79 80,  
 Fax (0321) 38 79 88, K.v.K. Lelystad reg. nr. 39051603, lev. voorw. ged. 92/145, BTW-nr. 8005.92.797.B01,  
 Banknr. 33.81.49.554, BIC-Swift: RABONL2U, IBAN: NL63 RABO 0338149554, www.altic.nl

Pagina 1 van 2

# BIJLAGE 5 Korrelgrootteverdeling 2011; na inundatie

## ANALYSECERTIFICAAT KORRELGROOTTEVERDELING Interne rapportage



Altic Projecten

**MONSTER en ONDERZOEK**

ALTIC PROJECTEN

Labnummer	: 3951	Monstername door	: Opdrachtgever
Datum ontvangen	: 23 maart 2012	Datum monstername	: 22 maart 2012
Datum rapportage	: 17 april 2012	Monsterdiepte	: 30 cm
Aangeboden als	: 1951 F. de Schutter		

**ANALYSERESULTATEN**

Parameter	Resultaten	Eenheid	Classificatie
Korrelgrootteverdeling (cumulatief)			
Een grafische weergave van de korrelgrootteverdeling is opgenomen op de achterzijde van dit analysecertificaat			
< 4 mm	99.9	% m/m	
< 2 mm	99.8	% m/m	
< 1 mm	99.7	% m/m	
< 500 µm	99.6	% m/m	
< 355 µm	99.5	% m/m	
< 250 µm	99.4	% m/m	
< 180 µm	99.0	% m/m	
< 125 µm	95.7	% m/m	
< 53 µm	20.1	% m/m	Matig tot sterk kleiig zand
u < 2 µm (lutum)	7.2	% m/m	
Vreemde bestanddelen (+ delen > 4 mm)	< 1.0	% m/m	
Coëfficiënten / Karakteristieken			
Krommingscoëfficiënt	C <sub>c</sub>	0.96	
Gelijkmatigheidscoëfficiënt	C <sub>v</sub>	1.63	Zeer kleine spreiding
Zandmediaan	M50	91.0	µm
Overige parameters			
u Koolzure kalk	CaCO <sub>3</sub>	4.40	% m/m
Organisch stof	OS	1.42	% m/m
Zuurgraad	pH-KCl	7.50	

De classificatie van het bodemonmonster wordt vastgesteld op basis van het gehalte aan leem (fractie < 53 µm), kalk en organisch stof en de gelijkmatigheidscoëfficiënt en zandmediaan.

Dit certificaat mag niet zonder de schriftelijke toestemming van ALTIC gedeeltelijk gereproduceerd worden. Resultaten hebben enkel betrekking op de beproefde objecten. Onderzoek wordt verricht en adviezen worden alleen uitgebracht op voorwaarde dat de opdrachtgever afstand doet van ieder recht op aansprakelijkheid. De accreditatie (BNA L200) is toegekend voor de met een 'C' gemerkte analysemethoden. De waardering en afwijzen vermeldt no die analysecertificaat vallen buiten de scope van accreditatie. Nadere informatie over de toegepaste methoden en prestatiekenmerken of algemene voorwaarden kan op aanvraag worden verstrekt. De analyseresultaten zijn geproduceerd onder verantwoordelijkheid van ing. A.H.M. v.d. Salm - v.d. Berg, directeur.

K.J.K. Gooi-, Eem- en Flevoland reg.nr. 29051003 | lev.veenvr.ged.52/545 | BTW-nr. NL800532.797.B01 | Bankre. 33.81.49.554 | BIC SwiB33 RABONL2U | IBAN: NL83 RABO 0308149554  
ALTIC B.V. | De Orlinglaag 10 | 8251 JZ Dronten | Postbus 135 | 8250 AC Dronten | t. 0325-387980 | f. 0325-387988 | info@altic.nl | www.altic.nl

*hds*  
Pagina 1 van 2

# BIJLAGE 6 Spurway plus analyse 2011; vóór inundatie

## ANALYSECERTIFICAAT SPURWAY PLUS



Altic Projecten

MONSTER EN ONDERZOEK		ALTIC PROJECTEN	
Certificaatnummer	: 20110428-13950	Monstername door	: Opdrachtgever
Labnummer	: 1395	Datum monstername	: Niet bekend
Datum binnenkomst	: 28 april 2011	Bemonsteringsdiepte	: 30 cm
Datum rapportage	: 9 mei 2011	Bemonsteringsmethode	: Onbekend
Grondsoort	: Zeeklei		
Aangeboden als	: 1951 - Frank de Schutter		
Gewas (beteeld)	: Akkerbouwgewassen		

ANALYSERESULTATEN EN WAARDERING				De waardering is gewasafhankelijk, nadere informatie over het advies op pagina 2		
Parameter	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	Waardering	Laag	Hoog
		in 10 cm	in 10 cm			
Nitraatstikstof	NO <sub>3</sub> -N kg/ha	33.4	-	-		
Ammoniumstikstof	NH <sub>4</sub> -N kg/ha	21.5	-	hoog		
Fosfor	P kg/ha	9.8	3 - 6	ruim voldoende		
U Fosfaat (als P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Pw mg/l	47	-	vrij hoog		
U Fosfaat (als P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	P-AL mg/100 g	48	-	vrij hoog		
Kalium	K kg/ha	122.4	75 - 100	ruim voldoende		
Magnesium	Mg kg/ha	29.4	50 - 75	laag		
Zwavel	S kg/ha	2.6	10 - 15	laag		
Calcium	Ca kg/ha	2126.8	300 - 2700	voldoende		
Mangaan	Mn kg/ha	0.7	1 - 3	vrij laag		
Zink	Zn kg/ha	8.2	3 - 30	voldoende		
IJzer	Fe kg/ha	121.3	100 - 500	voldoende		
Borium	B kg/ha	0.3	0.3 - 0.5	vrij laag		
Koper	Cu kg/ha	3.3	3 - 6	voldoende		
Molybdeen	Mo kg/ha	< 0.1	-	-		
Natrium	Na kg/ha	31.2	-	normaal		
Chloride	Cl kg/ha	33.6	-	normaal		
Silicium	Si kg/ha	11.8	-	-		
Geleidbaarheid	EC mS/cm	1.1	-	normaal		
Zuurgraad	pH-KCl	7.6	-	hoog		
Zuurgraad	pH-H <sub>2</sub> O	8.0	-	-		
U Organische stof	OS %	1.4	-	-		
U Koolzure kalk	KK % CaCO <sub>3</sub>	4.6	-	-		
U Afslibbaarheid	%	10	-	-		
U Lutum (berekend)	%	7	-	-		

Dit certificaat mag niet zonder de schriftelijke toestemming van ALTIC gedeeltelijk gereproduceerd worden. Resultaten hebben enkel betrekking op de beproefde objecten. Onderzoek wordt verricht en adviezen worden alleen uitgebracht op voorwaarde dat de opdrachtgever afstand doet van ieder recht op aansprakelijkheid. De met 'U' gemarkeerde vermeldingen zijn uitsluitend (RvA 1201). De waardering en adviezen vermeld op dit analysecertificaat vallen buiten de scope van accreditatie. Nadere informatie over de toegepaste methoden en presatietekeningen of algemene voorwaarden kan op aanvraag worden verkregen. De analysesresultaten zijn geproduceerd onder verantwoordelijkheid van ing. A.H.M. v.d. Sam - v.d. Berg, directeur.



ALTIC BV, De Drieslag 30, 8251 JZ Dronten, Postbus 135, 8250 AC Dronten, Telefoon (0321) 38 79 80,  
Fax (0321) 38 79 88, K.v.K. Lelystad reg. nr. 39051603, lev. voorw. ged. 92/145, BTW-nr. 8005.92.797.B01,  
Banknr. 33.81.49.554, BIC-Swift: RABONL2U, IBAN: NL63 RABO 0338149554, www.altic.nl

Pagina 1 van 2



## BIJLAGE 7 Spurway plus analyse 2012; na inundatie

ANALYSECERTIFICAAT  
SPURWAY TOTAAL

Altic Projecten

## MONSTER EN ONDERZOEK

## ALTIC PROJECTEN

Labnummer	: 3950	Monsternamen door	: Opdrachtgever
Datum binnenkomst	: 23 maart 2012	Datum monstername	: 22 maart 2012
Datum rapportage	: 16 april 2012	Bemonsteringsdiepte	: 30 cm
Grondsoort	: Zeeklei	Bemonsteringsmethode	: Onbekend
Aangeboden als	: 1951 - F. de Schutter		
Gewas (onbeteeld)	: Akkerbouwgewassen		

## ANALYSERESULTATEN

## WAARDERING

Parameter	Eenheid	Resultaat	Streeftraject		Laag	Streeftraject	Hoog
		in 10 cm	in 10 cm				
Totaal stikstof	N	mg/kg	710	-			
C/N-verhouding			12	12 - 18	laag		
N-leverend vermogen NLV	kg/ha/jaar	56	-	-			
Nitraatstikstof	kg/ha	6.5	-	-			
Ammoniumstikstof	kg/ha	8.4	< 5	hoog			
Fosfor	P	kg/ha	< 0.1	3 - 6	laag		
Fosfaat	P <sub>w</sub>	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /l	24	-	voldoende		
Fosfaat	P-AL	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 l	50	-	vrij hoog		
Kalium	K	kg/ha	121	75 - 100	ruim voldoende		
K-getal		27	14 - 20	hoog			
Magnesium	Mg	kg/ha	93.5	50 - 75	vrij hoog		
Zwavel	S	kg/ha	63.3	10 - 15	hoog		
Calcium	Ca	kg/ha	2275	300 - 2700	voldoende		
Mangaan	Mn	kg/ha	12.1	1 - 3	zeer hoog		
Zink	Zn	kg/ha	6.6	3 - 30	voldoende		
Ijzer	Fe	kg/ha	282	100 - 500	voldoende		
Borium	B	kg/ha	0.5	0.3 - 0.5	ruim voldoende		
Koper	Cu	kg/ha	2.1	3 - 6	vrij laag		
Molybdeen	Mo	kg/ha	0.2	-	-		
Natrium	Na	kg/ha	119	< 50	zeer hoog		
Chloride	Cl	kg/ha	38.8	< 40	normaal		
Silicium	Si	kg/ha	12.1	-	-		
Geleidbaarheid	EC	mS/cm	1.4	0.6 - 1.2	vrij hoog		
Zuurgraad	pH-KCl		7.5	5.2 - 7	vrij hoog		
Zuurgraad	pH-H <sub>2</sub> O		8.1	5.7 - 7.5	vrij hoog		
Organische stof	OS	%	1.4	-	-		
Koolzure kalk	KK	% CaCO <sub>3</sub>	4.4	-	-		
Afslibbaarheid		%	9	-	-		
Lutum (berekend)		%	6	-	-		
Klei-humuscomplex	CEC	mmol+/kg	56	-	-		

Dit certificaat mag niet zonder de schriftelijke toestemming van ALTIC gedeeltelijk gereproduceerd worden. Resultaten hebben enkel betrekking op de beproefde objecten. Onderzoek wordt verricht en adviezen worden alleen uitgebracht op voorwaarde dat de opdrachtgever afstand doet van ieder recht op aansprakelijkheid. Nadere informatie over de toegepaste methoden en prestatiekenmerken of algemene voorwaarden kan op aanvraag worden verstrekt. De analyseresultaten zijn geproduceerd onder verantwoordelijkheid van ing. A.H.M. v.d. Salm - v.d. Berg, directeur.

K.v.K. Gooi- en Eemland reg.nr. 3901908 | rev.voorwged.92/145 | BTW-nr. NL800592759/001 | Banknr. 33-8145354 | BIC-Swift: RABONL2U | IBAN: NL63 RABO 0338149554  
De Drieglaz 30 | 8251 JZ Dronten | Postbus 135 | 8250 AC Dronten | t. 0321-387980 | f. 0321-387988 | info@altic.nl | www.altic.nl

*h28*  
Pagina 1 van 3