



Aardappel in een Biodivers teeltsysteem: resultaten 2010-2014

Kees van Wijk, Wijnand Sukkel en Roelof Gruppen



WAGENINGENUR
For quality of life

Aardappel in een Biodivers teeltsysteem: resultaten 2010-2014

Tussenrapportage ziekte- en opbrengstverloop bij aardappel in een Biodivers-teeltsysteem
versus een standaard Biologische teelt op rijpaden

Kees van Wijk, Wijnand Sukkel en Roelof Gruppen

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, business unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroente

Dit onderzoek is in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken uitgevoerd door Wageningen UR
(University & Research centre), in het kader van beleidsondersteunend onderzoeksthema Resource efficiency
(projectnummer BO-31.03-008-001).

Wageningen UR is een samenwerkingsverband tussen Wageningen Universiteit en Stichting Dienst
Landbouwkundig Onderzoek.

Wageningen, Oktober 2015

PPO/PRI-rapport 661

Wijk, C.A.Ph. van, Sukkel, W. en Gruppen, R., 2015; Aardappel in een Biodivers teeltsysteem: resultaten 2010-2014. Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek. Research Institute Praktijkonderzoek Plant & Omgeving / Plant Research International, Wageningen UR (University & Research centre), PPO/PRI-rapport 661.

© 2015 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Research Institute Praktijkonderzoek Plant & Omgeving/Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; www.wageningenur.nl

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). 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 DLO.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO/PRI-rapport 661

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding en achtergrond	7
2 Materiaal en methode	9
2.1 Algemene opzet	9
2.2 Opzet proefvelden	9
2.3 Uitvoering biodiversiteitsmaatregelen in de proeven	10
2.4 Waarnemingen en bepalingen per gewas	11
2.5 Onderzoeksmethodiek en statistische analyse	12
2.6 Aardappel: achtergrond van toegepaste biodiversiteitsmaatregelen	12
2.7 Waarnemingen en bepalingen bij aardappel	15
2.7.1 Totaal overzicht	15
2.7.2 Proefjaar 2010	16
2.7.3 Proefjaar 2011	16
2.7.4 Proefjaar 2012	17
2.7.5 Proefjaar 2013	17
2.7.6 Proefjaar 2014	17
3 Resultaten P. infestans-ontwikkeling, plaagontwikkeling en opbrengsten	19
3.1 Proefjaar 2010	19
3.2 Proefjaar 2011	20
3.3 Proefjaar 2012	21
3.4 Proefjaar 2013	23
3.5 Proefjaar 2014	24
4 Samenvatting 2010-2014 P. infestans-aantasting en Opbrengst	29
4.1 Vergelijking systeem Biodivers versus Bio-standaard	29
4.2 Systeemvergelijking met alleen ras Ditta	30
4.3 Andere ziekten en plagen	31
5 Conclusies	33
Literatuur	35
Bijlage 1 Gewasrotatie proef Broekemahoeve, Lelystad	37
Bijlage 2 Situering proef binnen bedrijf Broekemahoeve, Lelystad 2014	39

Samenvatting

In de afgelopen decennia is de landbouw steeds minder divers geworden. Bedrijven en percelen worden groter om de kostprijs te kunnen verlagen en om aan de eisen van de afnemers naar grote hoeveelheden uniforme producten te voldoen. Het aaneengesloten oppervlak per gewas neemt hierdoor toe en ook de gewassen zelf worden uniformer door veredeling. Landbouwsystemen zijn door deze ontwikkeling minder divers en daardoor waarschijnlijk kwetsbaarder geworden voor onverwachte omstandigheden. Hierdoor moet er vaker en intensiever worden ingegrepen. Tegelijkertijd worden de mogelijkheden tot ingrijpen beperkt door de (maatschappelijke) bezwaren tegen pesticiden gebruik, de beperkingen in het middelenpakket, de afname van de bodemkwaliteit en vanwege het veranderende klimaat. Weerbaarheid van landbouwsystemen mag dan ook op veel belangstelling rekenen vanuit de maatschappij en het boerenbedrijf.

Diversiteit is een belangrijke bouwsteen van weerbaarheid. Vanuit de wetenschappelijke literatuur komen steeds meer aanwijzingen dat verschillende vormen van (bio)diversiteit bijdragen aan de weerbaarheid, veerkracht en robuustheid van landbouwsystemen. Biodiversiteit is belangrijk voor het functioneren van (landbouw)-ecosystemen maar ook voor de belevingswaarde als onderdeel van natuur en landschap. Dit biedt mogelijkheden voor het creëren van een win-win situatie.

Binnen het project Weerbare systemen en het vervolgproject Stabiliteit door Diversiteit wordt onderzocht hoe de biodiversiteit in de teelt verhoogd kan worden, meer nog dan alleen in een biologische teeltwijze met monocultuur op grote velden. Het gaat hier om diversiteit in tijd en ruimte .

Het doel is te komen tot weerbaarder landbouw ecosysteem met een lagere druk van ziekten en plagen en hogere opbrengst op systeem niveau door verhoging van de genetische diversiteit in een biologische akkerbouwrotatie

In dit verslag worden bij het gewas *aardappel* de resultaten van een systeem met extra biodiversiteitsmaatregelen (systeem Biodivers) vergeleken met een standaard biologische teeltwijze (systeem Bio-standaard) in de periode 2010-2014. Beide systemen worden in een rijpadenteelt uitgevoerd. Dit is een tussenrapportage, het onderzoek loopt nog door tot 2016. De resultaten van de andere gewassen en de hele rotatie worden apart gerapporteerd.

Werkwijze: In het onderzoek zijn binnen een biologisch teeltsysteem meerdere diversiteit bevorderende teeltmaatregelen gestapeld. Ter verhoging van de ruimtelijk biodiversiteit zijn de gewassen in de vruchtwisseling geteeld op smalle gewasstroken naast elkaar. Daar is een meerjarige bloemenstrook tussen gelegd om een betere opbouw te krijgen van natuurlijke vijanden tegen plaaginsecten. Om het bodemleven beter in stand te houden is er niet geploegd en is alleen niet-kerende-grondbewerking toegepast. Binnen de gewasstrook is de biodiversiteit extra verhoogd door toepassing van meerdere rassen (rasmengsels) per gewas of door mengteelt van 2 gewassen. Het onderzoek wordt uitgevoerd op de Broekemahoeve te Lelystad en op praktijklocaties. Het standaard biologische teeltsysteem wordt op grote praktijkvelden (percelen groter dan 2 ha) uitgevoerd. De daarin gebruikte vaste gewasrotatie, de groenbemesterskeuze en de teelt vanaf vaste rijpaden zijn ook in het Biodivers-systeem toegepast. De vruchtwisselingsgewassen op de Broekemahoeve zijn zomertarwe, mengteelt zomertarwe/veldboon, aardappel, peen, kool en gras/klaver.

In de 5 proefjaren 2010-2014 binnen het projecten Weerbare systemen en Stabiliteit door Diversiteit is het gewas *aardappel* in de Biodivers-rotatie vergeleken met een monocultuur in Bio-standaard op dezelfde locatie. De belangrijke parameters voor de biologische aardappelteelt bleken de gevoeligheid voor *P. infestans* en de opbrengst. In alle proefjaren is steeds de *P. infestans* aantasting bepaald en in de meeste jaren ook de opbrengst. Andere aardappelziekten en -plagen (luis, *Rhizoctonia*, *Alternaria*, etc.) kwamen in die jaren zo weinig voor dat daarop niet stelselmatig gescoord is.

Resultaten: De belangrijkste weerbaarheidsparemeter voor de teelt van aardappelen bleek de gevoeligheid voor *P. infestans*. De opbrengst hangt deels daarmee samen, maar werd ook beïnvloed door de systeemkeuze voor de teelt op smalle stroken.

P. infestans- aantasting loofaantasting: Uit de resultaten blijkt, dat het systeem Biodivers werkt om de aantasting van *P. infestans* te beperken. De reductie verschilde per jaar en varieerde van minder dan 5% tot meer dan 20%. De gemiddelde reductie lag op 16%; dit is statistisch betrouwbaar verschil. Als we de systemen met alleen het *P. infestans-gevoelige ras Ditta* vergelijken dan was de gemiddelde aantasting 3,9% in het systeem Biodivers en 17,5% in het systeem Bio-standaard. De gemiddelde reductie van 13,6% bleek eveneens een statistisch betrouwbaar verschil.

Opbrengst¹: de aardappelopbrengst is in de proeven minder frequent bepaald dan de *P. Infestans*-aantasting. In 5 situaties (J10 in 2011, 2012 en 2014 en op J8 in 2014 op beide percelen) was er een goede opbrengstvergelijking mogelijk. Gemiddeld over genoemde jaren en percelen scoorde teeltsysteem Biodivers een betrouwbaar hogere opbrengst van 4 ton/ha vergeleken met Bio-standaard. Stapelen van Biodivers- maatregelen werkte dus om tot een hogere opbrengst te komen. Eén van die biodiversiteitsmaatregelen was de toepassing van rasmengsels van een *P. infestans* gevoelig ras met een minder gevoelig ras voor *P. infestans*.

Als we rasmengsels niet meenemen en alleen met het *P. infestans-gevoelige ras Ditta* de opbrengst tussen de systemen vergelijken, dan leveren alleen de jaren 2012 en 2014 daarvoor bruikbare gegevens. Het systeem Biodivers komt dan op een gemiddelde opbrengst van 29,8 t/ha tegen 26,1 t/ha in het systeem Bio-standaard. Dit verschil van 3,7 t/ha in opbrengst is statistisch net niet betrouwbaar ($P=0.22$).

Effect van vaste rijpaden; in beide teeltsystemen Biodivers en Biostandaard wordt geteeld op bedden met vaste rijpaden. Omdat in eerdere jaren verschillen in gewasstand zichtbaar waren tussen binnen- en buitenrijen is in 2014 in beide teeltsystemen de opbrengst *per rij* bepaald.

In Bio-standaard varieerden de verschillen in marktbaar opbrengst tussen de binnenste rijen en buitenrijen tussen 2,9 tot 9 t/ha; gemiddeld was het verschil 6 t/ha. In Biodivers is dit verschil groter: tussen de 16,9 tot 19,2 t/ha, gemiddeld 18 t/ha. Als de opbrengst van de buitenrijen op het opbrengstpeil van de binnenste rijen gebracht kan worden, dan zal de gemiddelde productie in Bio-standaard 3 t/ha hoger uitkomen en in Biodivers 9 t/ha hoger. Ondanks dit extra opbrengst reducerende effect door de rijpaden bij systeem Biodivers, was bij dit systeem de opbrengst hoger dan in systeem Biostandaard. De algemene oorzaak van lagere opbrengst in de buitenrijen zou kunnen zijn de mindere beschikbaarheid van losse grond komt voor een goede rugopbouw. Dit vraagt nader onderzoek.

Uitvoerbaarheid teelt van 2 rassen op 3 meter smalle stroken: Het machinaal poten van 2 verschillende rassen op een bed van 4 ruggen (per ras 2 ruggen) bleek technisch mogelijk. Ook het loofbranden en oogsten van 2 rijen per ras is machinaal uitvoerbaar, maar kost veel meer tijd. Praktischer zal zijn het rooien van 1 bed van 4 rijen met hetzelfde ras, of een veelvoud daarvan zijnde 2 tot 3 bedden van hetzelfde ras naast elkaar.

¹ In een bredere context van biologische aardappel teelt, moet opgemerkt worden, dat het terugdringen van *P. infestans* in de biologische teelt veel effectiever zal zijn, als aardappelrassen met goede *P. infestans* resistentie gebruikt gaan worden. Anno 2014 kondigt zich een serie resistente rassen zich aan, die komende jaren nog wel hun gebruikswaarde in de keten (van teler, tussenhandel, verwerking en consument) moeten gaan bewijzen. Teeltsysteem Biodivers ter beperking van *P. infestans* is bij de komst van goede resistente rassen, minder noodzakelijk, maar niet overbodig. Een algemeen *P. infestans* reducerend effect door Biodivers teeltsysteem geeft, in de tijd gezien, minder kans op doorbreking van *P. infestans* resistenties door nieuwe fysio's.

1 Inleiding en achtergrond

Weerbaarheid van landbouwsystemen staat in de belangstelling vanwege de maatschappelijke bezwaren tegen pesticiden gebruik, de beperkingen in het middelenpakket, de afname van de bodemkwaliteit en vanwege het veranderende klimaat. Diversiteit is een belangrijke bouwsteen van weerbaarheid. Vanuit de wetenschappelijke literatuur (Rishi Kukreja, 2010) komen steeds meer aanwijzingen dat verschillende vormen van biodiversiteit bijdragen aan de weerbaarheid, veerkracht en robuustheid van landbouwsystemen. Biodiversiteit is belangrijk voor het functioneren van (landbouw)ecosystemen maar heeft ook een belevingswaarde als onderdeel van natuur en landschap. Dit biedt mogelijkheden voor het creëren van een win-win situatie.

In de afgelopen decennia is de landbouw steeds minder divers geworden. Bedrijven en percelen worden groter om de kostprijs te kunnen verlagen en om aan de eisen van de afnemers naar grote hoeveelheden uniforme producten te voldoen. Het aaneengesloten oppervlak per gewas neemt hierdoor toe en ook de gewassen zelf worden door veredeling uniformer. Landbouwsystemen zijn door deze ontwikkeling minder divers en kwetsbaarder geworden waardoor vaker moet worden ingegrepen.

Ons doel is om een stabiel, robuust, veerkrachtig landbouwsysteem te ontwikkelen door continuïteit te creëren voor alle nuttige organismen en discontinuïteit voor ongewenste organismen, om zo te komen tot een landbouwsysteem dat veel minder gevoelig is voor:

- ziekten en plagen
- weersinvloeden
- klimaatveranderingen.

Tot nu toe is vooral gekeken naar diversiteit in de tijd (vruchtwisseling) en diversiteit aan de randen van percelen. Beiden dragen bij aan weerbaarheid maar geven nog onvoldoende beperking van het pesticiden gebruik in gangbare systemen of een onvoldoende beperking van opbrengstderving in biologische systemen. Aangevoerd is dat de diversiteit van *randen rondom percelen* de weerbaarheid tegen plagen kan verhogen. Met de huidige grote perceel- en gewasoppervlakten is het effect echter gering. De actieradius van vele antagonisten (bodemleven, spinnen, loopkevers en roofmijten) is relatief beperkt. Om de weerbaarheid van het systeem verder te vergroten zal ook de (bio)diversiteit binnen het perceel moeten toenemen.

Een aspect wat nog beperkt onderzocht is, is de bijdrage van diversiteit binnen percelen. Het gaat hierbij niet om het verhogen van de biodiversiteit als doel op zich maar om het doelgericht creëren van continuïteit voor antagonisten en natuurlijke vijanden enerzijds en het creëren van discontinuïteit voor de overleving of populatieopbouw van ongewenste organismen anderzijds.

De uitdaging waar de huidige grootschalige landbouw voor staat is een hogere weerbaarheid te realiseren die niet ten koste gaan van het bedrijfsrendement. Hoe kun je meer systeemdiversiteit combineren met de vereiste uniformiteit die de mechanisatie en de markt vragen?

Toepassing van ecologische kennis in combinatie met moderne technologieën zoals GPS, ICT en sensor-technieken, bieden nieuwe kansen om een hogere systeemdiversiteit te bereiken binnen de grenzen en mogelijkheden van een rendabele bedrijfsvoering. Je kunt bijvoorbeeld in de percelen veel meer rassen of gewassen mengen als je dit door techniek ook weer kunt ontmengen.

Anderzijds kan de markt interesse hebben in mengrassen of mengsel van gewassen. Voorbeelden daarvan zijn: peen rassenmengsel Rainbow, veevoer gewasmengsel tarwe/veldboon of rassenmengsel van biologische baktarwesorten.

Onderzoek:

Om de effecten van hogere biodiversiteit onder veldomstandigheden te toetsen is onderzoek gestart met een biologische teeltsysteem met veel biodiversiteitsmaatregelen in een vaste rotatie van diverse gewassen. Belangrijke biodiversiteitsmaatregelen daarin zijn teelt op kleinere percelen (smalle stroken) en niet kerende grondbewerking, maar ook toepassing van rasmengsels. Dit systeem (aangeduid met systeem *Biodivers*) wordt vergeleken met een standaard biologisch teeltsysteem op grote percelen (aangeduid met systeem *Bio-standaard*). De rotatiegewassen in beide systemen zijn aardappel,

grasklaver, kool, zomertarwe, peen en mixteelt van veldboon en zomertarwe. De nadere omschrijving van beide systemen staat in hoofdstuk 2. Daar worden de toegepaste biodiversiteitsmaatregelen per gewas toegelicht en de opzet van onderzoek en pilots nader beschreven.

Daarna richt dit deelverslag zich specifiek op één van de gewassen in de rotatie, het gewas **aardappel**. Van dit gewas worden de toegepaste biodiversiteitsmaatregelen en de tussentijdse resultaten over de periode 2010-2014 weergegeven en daaruit worden de eerste basisconclusies verwoord. Dit vindt eerst plaats per jaar en wordt vervolgens samengevat over de jaren.

2 Materiaal en methode

2.1 Algemene opzet

In het bestaande systeem *Bio-standaard* worden al diverse biodiversiteitsmaatregelen toegepast die weerbaarheid verhogend werken vergeleken met een *gangbare (niet biologische)* teelt. Dat zijn:

- a) een ruimere vruchtwisseling (rotatie 1:6 of 1:7),
- b) een biologische teeltwijze, waardoor geen natuur verstorende ingrepen met chemische middelen plaatsvinden en de toegepaste organische bemesting ook het bodemleven stimuleert.
- c) toepassing van vaste rijpaden voor de teeltmaatregelen in het groeiseizoen, waardoor de bodemstructuur van het teeltbed niet extra belast wordt.
- d) zoveel mogelijk inzet van groenbemesters als vanggewas voor mineralen en CO₂ en als habitat voor natuurlijke vijanden.

Daar zijn in het systeem *Bio-divers* de volgende extra maatregelen aan toegevoegd:

- e) teelt op smalle stroken: door de rotatiegewassen in smalle stroken te telen in plaats van op grote brede percelen, ontstaat afwisseling van gewassen op korte afstand van elkaar en daardoor ruimtelijk een grotere diversiteit. Naar verwachting geeft dit meer weerbaarheid tegen ziekten en plagen. In de proef is een strookbreedte van 3,15 meter toegepast. In de praktijkpilots is de strookbreedte veelal 6, 9 of 12 meter.
- f) toepassing van Niet Kerende Grondbewerking (NKG= niet ploegen): daardoor blijft het bodemleven beter in stand en blijft de mest en organische stof meer in de bovenste bodemlaag. Ook de biodiversiteit die óp de bodem leeft o.a. kevers en spinnen) heeft hierbij een grotere overlevingskans. Daarnaast maakt NKG een langere periode van (winter) bodembedekking mogelijk dat weer extra voedsel en schuilplaats biedt voor deze organismen.
- g) gebruik met meerdere rassen binnen hetzelfde gewas, die verschillen in weerbaarheid tegen ziekten en plagen hebben. De verwachting is dat ziekten zich gemiddeld in een rassenmengsel minder snel ontwikkelen dan in een teelt met een enkelvoudig ras.
- h) mengteelt van verschillende gewassen binnen eenzelfde strook zoals zomertarwe/veldboon, voor veevoer. Hierdoor ontstaat meer diversiteit binnen het gewas.
- i) door opname van een meerjarige bloemenstrook tussen de teeltstroken; deze bloemenstrook kan een extra voedingsbron en vluchthaven dienen van natuurlijke vijanden in perioden dat de teeltstroken bewerkt worden of weinig gewasmassa hebben.

2.2 Opzet proefvelden

Na een interne literatuurstudie is in 2010 veldonderzoek gestart op de Broekemahoeve te Lelystad met één strokenproef in duplo. In 2011 is het onderzoek op de Broekemahoeve uitgebreid. Daar zijn toen op biologische percelen 2 systemen met 3 meter brede teeltstroken in 2 herhalingen aangelegd (zie bijlage 1). Als referentie zijn gebruikt de biologische gewassen in Bio-standaard, die in de rotatie van de biologische percelen J8 en J10 liggen. In de referentie wordt een grootschalige biologische teelt uitgevoerd met ploegen. Op perceel J10 wordt op enkele kavels ook het project BASIS (onderzoek naar Niet Kerende Grondbewerking versus standaard ploegen) uitgevoerd. In de jaren dat de referentiegewassen van het biodiversiteitsonderzoek in de rotatie op het perceel van project BASIS geteeld werden, zijn de waarnemingen uitgevoerd op het behandelingsploegen van BASIS. Als voorbeeld hoe de Biodivers- en de Bio-standaardgewassen op de locatie Broekemahoeve lagen, is in bijlage 2 een overzicht van de proefjaar 2014 weergegeven. De gewassen roteren jaarlijks over het bedrijf, zoals bijlage 1 aangeeft. Het onderzoek is meerjarig en loopt door tot 2016.

Daarnaast is in 2011 bij een biologische teler in Ens een demo met 2 systemen in 1 herhaling aangelegd.

2.3 Uitvoering biodiversiteitsmaatregelen in de proeven

Op zowel de locatie Broekemahoeve als Ens is steeds een systeem met veel diversiteit (Biodivers) vergeleken het gangbaar biologische systeem (Bio-standaard). Op de Broekemahoeve is bij beide systemen de vruchtwisseling gelijk gehouden en de bemesting op dezelfde wijze uitgevoerd. In de vruchtwisseling zijn de 6 gewassen aardappel, zomertarwe, boon/zomertarwe, peen, sluitkool, grasklaver. Bij systeem Biodivers is tussen herhaling 1 en 2 nog een strook met continueelt bloemen toegevoegd. Bij de bemesting wordt in beide systemen evenwichtsbemesting toegepast en gestreefd naar een beperkte input aan dierlijke mest. Grasklaver en/of luzerne wordt gebruikt voor als bron voor bemesting en organische stof. De praktische uitwerking van de eerder genoemde biodiversiteitsmaatregelen verschilt tussen beide locaties en wordt hieronder per locatie weergegeven.

Nadere typering en praktische uitwerking van beide systemen op de Broekemahoeve (proefjaren 2010-21-14):

1. systeem *Bio-standaard*: gangbaar biologisch systeem met grote percelen monocultuur (2-3 ha) waarop 1 ras geteeld wordt. De hoofdgrondbewerking is ploegen. Na de oogst van het hoofdgewas worden waar mogelijk groenbemesters gezaaid, die voor de winter onder geploegd worden.
2. systeem *Biodivers*: De diversiteit wordt gestimuleerd door stapeling van een aantal extra maatregelen:
 - o teelt op smalle stroken (3 m breed en 80-125 m lang) met vaste rijpaden, vastgelegd met GPS,
 - o extra bloemenstrook, neergelegd tussen de eerste en tweede serie van 6 gewasstroken,
 - o gebruikte organische mest en maaimeststof (mulchlaag) worden bij toepassing ondiep ingewerkt,
 - o minimale grondbewerking, wat betekent Niet Ploegen en alleen diepwoelen als dat vanwege grondverdichting nodig is,
 - o toepassing van mengsels van rassen,
 - o toepassing van mengteelten, zoals de combinatie veldboon en zomertarwe,
 - o de grond wordt met groenbemesters zo veel mogelijk het gehele jaar bedekt houden om lopende natuurlijke vijanden te stimuleren. Doordat er niet geploegd wordt en de groenbemesters pas in het voorjaar worden ondergewerkt, is de periode van grondbedekking in Biodivers veel langer dan in Bio-standaard.

Nadere typering en praktische uitwerking van beide systemen te Ens, proefjaar 2011:

1. Systeem *Bio-standaard*: gangbaar biologisch systeem met grote percelen monocultuur (5 ha) waarop 1 ras geteeld wordt. De hoofdgrondbewerking is ploegen. Na de oogst van het hoofdgewas worden waar mogelijk groenbemesters gezaaid, die voor de winter ondergeploegd worden.
2. Systeem *Biodivers*: de biodiversiteit wordt extra gestimuleerd door stapeling van maatregelen:
 - o strokenteelt (9 m breed en 250 m lang) in combinatie met GPS en zoveel mogelijk vaste rijpaden,
 - o beperkte inzet van dierlijke mest. Grasklaver en/of luzerne wordt gebruikt voor bemesting.
 - o organische mest, compost en maaimeststof (mulchlaag) worden niet of slechts ondiep ingewerkt ,
 - o minimale grondbewerking wat betekent Niet Ploegen en alleen diepwoelen als dat vanwege grondverdichting nodig is.
 - o langere periode van grondbedekking door groenbemesters vanwege onderwerken in het voorjaar (zie figuur 2).



Figuur 2. Links het Biodivers systeem eind mei, rechts hetzelfde systeem eind oktober. Gestreefd wordt om de bodem zoveel mogelijk bedekt te houden.

Beperkte voortgang onderzoek in de proefjaren 2012-2013: In 2012 is vanwege beperkte financiën het proefveld te Lelystad op PPO-AGV kosten low budget gehandhaafd. De gewassen zijn wel geteeld maar er zijn beperkte opbrengstbepalingen en waarnemingen gedaan. Tot halverwege 2013 was de financiering ook nog onduidelijk is dezelfde werkwijze gevolgd als in 2012. Van de gewassen die na half 2013 nog op het veld stonden, zijn wel uitgebreide opbrengstbepalingen en waarnemingen uitgevoerd. In 2014 kon het onderzoek weer volledig uitgevoerd worden.

2.4 Waarnemingen en bepalingen per gewas

Om het effect van de verschillende biodiversiteitsmaatregelen te toetsen worden er diverse waarnemingen en bepalingen verricht. Standaard worden er opbrengst- en kwaliteitsbepalingen uitgevoerd per gewas.

In de eerste paar jaar van het onderzoek zijn daarnaast ook brede inventarisaties gehouden van diverse ziekten en plagen en de natuurlijke vijanden bij de verschillende gewassen in het teeltplan. Vanaf 2013 is dat vanwege budgettaire redenen beperkt. Er wordt alleen getoetst op systeemverschillen bij *belangrijke* ziekten en plagen, die de opbrengst en kwaliteit sterk beïnvloeden, en alleen als deze het betreffende teeltjaar ook optreden. Hieronder per gewas een algemeen overzicht van huidige waarnemingen en bepalingen. Daarnaast zijn er aanvullende wensen voor waarnemingen, aangeduid met PM. Deze worden niet vanuit dit onderzoek, maar waar mogelijk via andere projecten of via stage-opdrachten van studenten ingevuld.

Aardappel:

- opbrengst en sortering
- P. Infestans aantasting– verloop,
- Rhizoctonia
- PM Luistelling
- PM: andere belangrijke ziekten/ plagen die zich toevallig voordoen.

Sluitkool; mengteelt rode en witte kool:

- opbrengst, sortering
- parasitering door sluipwespen in rupsen en poppen in het gewas
- trips aantasting via gewastelling
- PM: andere belangrijke ziekten/ plagen die zich toevallig voordoen.
- PM: onderzoek van grondmonster op Juneviel & adulten van wormen, (loop-)kevers, ritnaalden, emelten, slakken, spinnen, duizendpoot, en beoordeling structuur grond.; eventueel aanvullend studentenonderzoek.

Zomertarwe: rasmengsel 3 rassen

- opbrengst
- standaard Epipré-telling, roest, Fusarium, meeldauw, luis:
- kwaliteitsbepaling (Agrifirm)
- PM: andere belangrijke ziekten/ plagen die zich toevallig voordoen.

Peen B-peen:

- opbrengst/sortering
- peenvlieg aantasting
- meeldauwaantasting op het veldgewas
- alternaria in het veldgewas
- PM: andere belangrijke ziekten/ plagen die zich toevallig voordoen
- PM Peen product in bewaring om bewaarverschil te toetsen; evt. als studentenonderzoek.

Zomertarwe/veldbonen; mengteelt;

- opbrengst
- standaard Epipré-telling, roest, Fusarium, meeldauw, luis, *als er aantasting optreedt*
- veldboon : zwarte bonenluis en chocoladevlekkenziekte
- PM: andere belangrijke ziekten/ plagen die zich toevallig voordoen.

Grasklaver

- In 2013 alleen gemulched; In 2014; mulch naar koolstroken als meststof
- opbrengst droge stof; gehalten N, P, K
- PM: ritnaalden/emelten als er schade is in volggewas; eventueel studentenonderzoek

2.5 Onderzoeksmethodiek en statistische analyse

Dit project betreft systeemonderzoek van 2 teeltsystemen. Systeemonderzoek heeft vaak een groot aantal wisselende factoren, waardoor de resultaten vaak niet per factor geanalyseerd kunnen worden vanwege mogelijke interacties. Alleen de totaal resultaat van de systemen is te analyseren.

Daarnaast is gekozen voor aanpassingen van teeltmaatregelen op basis van eerdere onderzoeksresultaten. Dit lerend onderzoeksproces op basis van voortschrijdend inzicht maakt dat de verschillende teeltfactoren maar beperkt statistisch te analyseren zijn. Waar statische analyse vermeld staan, zijn deze verkregen door gebruik van analysepakket *Genstat*, 17^e edition.

2.6 Aardappel: achtergrond van toegepaste biodiversiteitsmaatregelen

Bedrijfseconomisch gezien is aardappel een belangrijk gewas, zowel voor de biologische als de gangbare sector. Binnen de biologische Aardappel, Groenten & Fruit (AGF) - segment heeft aardappel een marktaandeel van 13-17% (zie tabel 1). Hoewel de totale Biologische omzet van jaar tot jaar groeit fluctueert de biologische aardappelomzet, mede door wisselende aardappel opbrengsten.

Tabel 1. Bestedingen per productsegment (x miljoen euro).

	Biologische AGF			Totale AGF		
	2012	2013	Ontwikkeling	2012	2013	Ontwikkeling
Aardappelen	30,4	25,8	-15,1%	361,6	378,0	4,5%
Groente	99,4	109,8	10,5%	1.666,8	1.711,3	2,7%
Fruit	28,4	31,0	9,2%	1.149,1	1.245,2	8,4%
Conserven / diepvries	13,1	15,7	19,8%	493,3	503,5	2,1%
Ongespecificeerd in de buitenhuishoudelijke markt	5,8	5,4	- 6,9%	897,8	985,3	9,7%
Totaal	177,1	187,7	6,0%	4.568,6	4.823,3	5,6%
Marktaandeel	3,9%	3,9%				

Bron: LEI Wageningen UR, 2014

Aardappelopbrengsten: De biologische teelt kent grote jaarverschillen in aardappelopbrengst die meestal veroorzaakt worden door al dan niet vroegtijdige *P. infestans*- inval in het gewas. Als verhoging van weerbaarheid door meer biodiversiteit bij het gewas aardappel werkt ter vermindering van de *P. infestans* kan dat economisch aantrekkelijk zijn. Belangrijke vragen daarbij zijn: *hoe ontwikkelt P. infestans zich en hoe kunnen biodiversiteitsmaatregelen daarop zo inhaken dat de P. infestans ontwikkeling wordt beperken of voorkomen?*

Gezien de levenscyclus van de *P. infestans* (zie Tekstbox 1) is het van groot belang de kans op infectie te beperken door de periode dat het blad nat is zo veel mogelijk te verkleinen. Na een eventuele eerste infectie is het zaak verdere verspreiding *via opspattende regendruppels met sporen*, zo veel mogelijk te voorkomen.

Binnen dit onderzoek kunnen de volgende biodiversiteitsmaatregelen bijdragen aan remming van de *P. infestans*-uitbreiding: a) teelt op smalle stroken en b) gebruik van meerdere rassen (mixteelt)

Ad a) Bij *teelt op smalle stroken* zijn er drie aangrijpingspunten om in de *P. infestans* verspreiding te vertragen:

1. Teelt van *meer open gewas*; hierbij zal het blad eerder opdrogen, waardoor aanwezige sporen minder snel kunnen kiemen.
2. bij teelt op een smalle strook zijn er meer randrijen aardappel, gelegen naast een ander gewassen. Naast lagere gewassen dan aardappel gemiddeld een meer open gewas, vergeleken met een volveldsteelt (zie toelichting tekstbox 2). De invallende sporen zullen naar verwachting eerder gedood worden door het *ultraviolette licht* dat bij een open gewas beter in het gewas door dringt.

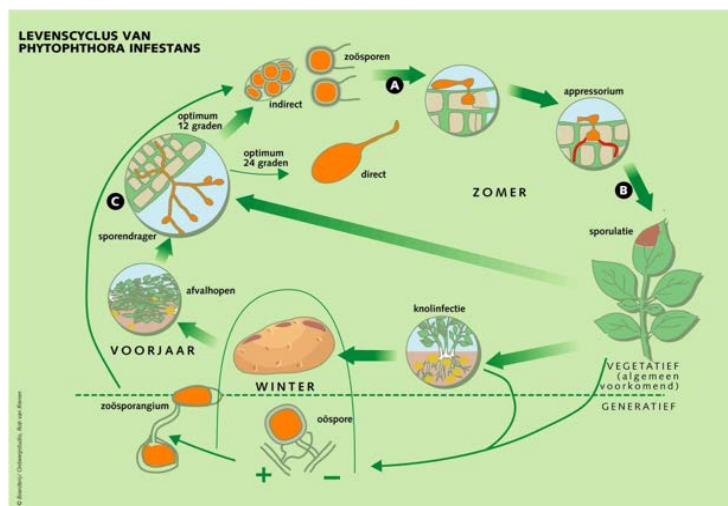
beperking spatverspreiding; deze verspreiding met *regen* gaat van plant naar plant. Bij teelt op smalle stroken stuit de verspreiding vrij snel op de grens van de smalle strook waarmee de uitbreiding in de breedte-richting stopt.

Tekstbox 1. Levenscyclus van *Phytophthora infestans*

Tijdens het groeiseizoen kunnen bladeren, stengels en knollen van de aardappelplant worden geïnfecteerd door sporen welke door de lucht of door regen worden verspreid. Op het blad kunnen sporendragers met sporen gevormd worden. Dat gebeurt alleen als er in het gewas gedurende tien uur of langer een relatieve luchtvochtigheid heerst van 90% of meer. De sporen kunnen door wind of regen verspreid worden. Door de lucht overbruggen sporen afstanden tot enkele tientallen kilometers, met regen worden ze van plant naar plant (spatverspreiding) en door afspoeling naar de knollen getransporteerd. Onder droge omstandigheden gaan ze binnen een dag dood. Ook in zonlicht worden de sporen binnen enkele uren door ultraviolet licht gedood. Als de spore op een aardappel blad terecht komt kan ze kiemen en het blad infecteren. Om te kiemen heeft de spore 3 à 4 uur vrij water (regen of dauw) nodig, bij een temperatuur van 12-18°C. Na binnendringing in het blad kunnen na 4 of 5 dagen nieuwe sporendragers met sporen gevormd.

Gunstige omstandigheden voor *P. infestans* zijn dus: warm en vochtig, 'broeierig' weer, lange bladnatperioden, temperaturen tussen 10 en 25°C. Ongunstige omstandigheden voor *P. infestans* zijn: droog weer, temperaturen onder 10°C of boven 25°C, vóór 12 uur een droog gewas, enkele uren zon

Na infectie van een plant is er de eerste paar dagen nog geen bladvlek zichtbaar (de latente periode). Na afloop van deze latente periode verschijnen vrij plotseling de karakteristieke bladvlekken. In de praktijk betekent dit dat op het moment waarop de eerste bladvlekken waargenomen worden de volgende generatie bladvlekken al latent (d.w.z. onzichtbaar) en in veel grotere aantallen aanwezig is. Bladvlekken groeien snel en produceren grote hoeveelheden sporen (enkele tienduizenden per cm² blad), zichtbaar als de typische "witte baard" van de bladvlek. Sporen worden hoofdzakelijk met wind en regen verspreid en kunnen nieuwe infecties veroorzaken in het eigen gewas of in buurgewassen. Onder gunstige weersomstandigheden (donker, koel weer met veel wind) kunnen sporen afstanden van vele kilometers overbruggen.



Bronnen van *Phytophthora*

P. infestans overwintert in Nederland als mycelium (schimmeldraden) in aangetaste knollen (in de afvalhoop, als opslag of in pootgoed) en als oösporen in de grond. Deze verschillende potentiële infectiebronnen veroorzaken in het voorjaar primaire haarden, plekken waar de allereerste aantasting door *P. infestans* in het nieuwe seizoen tot ontwikkeling komt.

Geïnfecteerde planten op de afvalhoop en (latent = onzichtbaar) geïnfecteerd pootgoed zijn, traditioneel, de belangrijkste starters van epidemieën. Vanuit één of enkele van deze primaire bronnen verspreidt *P. infestans* zich over de regio.

Oösporen kiemen langzaam (maar gestaag) onder vorming van sporen. Sporen kunnen maximaal 7 à 8 weken in de grond overleven. Praktisch gezien zijn er hierdoor vrijwel altijd sporen in een met oösporen besmet perceel aanwezig. Onder natte omstandigheden vormen deze sporen zwemsporen (zoösporen) die de onderste bladeren via direct contact of opspattend regenwater kunnen infecteren. Typische oösporen-infecties treden op bij natte plekken of velden en omvatten vele vlekken op de onderste bladlagen. De moederknol is daarbij in het algemeen gezond. Welk type potentiële bronnen in het voorjaar daadwerkelijk tot ontwikkeling komen wordt bepaald door aan- of afwezigheid van de verschillende bronnen en de weersomstandigheden.

Bron: Huub Schepers Bio-impuls

Eerder onderzoek met strokenteelt aardappel en preventie van *P. infestans*: dat strokenteelt kan werken ter preventie van *P. infestans* blijkt uit onderzoek van Bouws en Finckh (2008). Strokenteelt van aardappel tussen granen of grasklaver bracht in 2 van de 3 onderzoekjaren een reductie van 5-20%

Tekstbox 2. Toelichting meer open gewas in de proefopzet: Bij teelt op 3 meter brede aardappelstroken (= 4 rijen op 75 cm rijenafstand) tussen andere gewassen staat 50% van de planten aan de rand van een strook. Randrijen drogen meestal eerder op. Het eerder opdrogen van het gewas werkt alleen als het aangrenzende gewas lager is (zoals bij kool of grasklaver) of nog open is tijdens de infectieperiode, zoals bij peen. Hogere aangrenzende gewassen in de rotatie, zoals zomertarwe of een bloemenrand, zullen het aardappelgewas op smalle stroken juist langer nat houden vergeleken met een volvelds aardappelgewas. Op de Broekemahoeve was (van de 10 teelten in de 5 proefjaren) in 2 teelten het aangrenzende gewas aan beide kanten lager dan het aardappelgewas. In 8 teelten was aan 1 kant van de strook het gewas lager en aan de andere kant het gewas hoger. In totaal staan bij teelt op 3 meter brede stroken, 30% van de aardappelplanten aan een open kant en 20% procent van de aardappelplanten op de stroken stonden naast een hoger gewas. De overige planten hadden een andere aardappelplant als buur.

bladaantasting en gaf een positief opbrengsteffect. Dit effect was nog groter, als de stroken haaks op de heersende windrichting geteeld werden. Wel waren de opbrengst van de aardappel randrijen door concurrentie met het aangrenzende graangewas alle jaren aanzienlijk lager. Bij grasklaver als buurgewas was er geen opbrengst reductie in de aardappel randrij.

Ad b) Toepassing van de biodiversiteitsmaatregel *teelt van meerdere rassen binnen het aardappelperceel* kan bijdragen tot een lagere aantasting bij een *P. infestans* gevoelig ras. Uit onderzoek van Andrivon, e.a. (2003) bleek dat het gevoelige ras Bintje, geteeld in rijen naast minder gevoelige aardappelrassen, minder aantasting vertoonde en een hogere opbrengst gaf dan hetzelfde ras in monocultuur. Dit effect werd aangetoond op veldjes van 7*7 meter, waarbij in de mixteelt een rij Bintje afgewisseld werd met 1-2 rijen minder gevoelige rassen Charlotte en Claustar.

Op de Broekemahoeve worden op smalle stroken van 3 meter breed 2 rijen met een gevoelig ras afgewisseld met 2 rijen van een resistent ras over een lengte van 80 -120 m. De aardappelruggen lopen oost-west. De overheersende windrichting komt uit het zuidwesten. *De vraag is of het effect van minder *P. infestans* aantasting zich ook in deze ruimtelijke opzet voordoet.*

2.7 Waarnemingen en bepalingen bij aardappel

2.7.1 Totaal overzicht

In tabel 1 is vermeld welke waarnemingen en bepalingen bij aardappel de afgelopen jaren per locatie zijn uitgevoerd. Ook de gebruikte rassen in de rassenmengsels zijn vermeld.

Tabel 1. **Overzicht waarnemingen en bepalingen bij gewas aardappel per jaar en per locatie; project Stabiliteit door Diversiteit.**

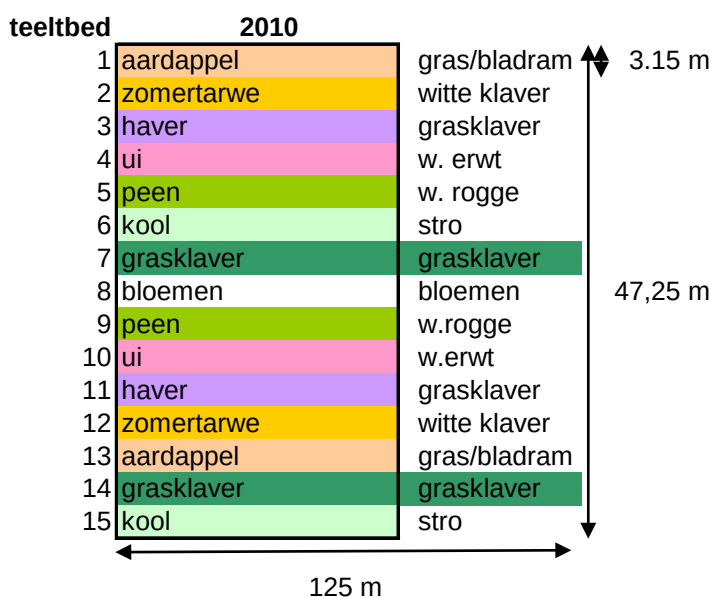
jaar	locatie	rassen in:	systeem	waarnemingen	bepalingen
		systeem Biodivers	systeem Bio-standaard.		
2010	Broekemahoeve	1mix strook: Ditta, Agria, Toluca; 1monostrook met Ditta	Ditta	P. infestans en plagen	niet bepaald
2011	Broekemahoeve	Ditta, Agria, Bionica	Ditta	P. infestans en plagen	opbrengst
2011	Ens	Ditta	Ditta	P. infestans en plagen	opbrengst
2012	Broekemahoeve	Ditta	Ditta	P. infestans	opbrengst/sortering
2013	Broekemahoeve	Ditta	Ditta	P. infestans	niet bepaald
2014	Broekemahoeve	Ditta en Toluca	Ditta	P. infestans	opbrengst/sortering

2.7.2 Proefjaar 2010

In het eerste proefjaar 2010 is het gewas aardappel in Biodivers zowel met een rassenmengsel geteeld als met 1 ras. Dit is als referentie ook vergeleken met een praktijkteelt biologische aardappel op Bio-standaard (2,6 ha). De behandelingen waren dus als volgt:

- Biodivers bed 1: ras Ditta monocultuur
- Biodivers bed 13: 1 strook mengteelt rassen Dita, Agria, Toluca
- Groot biologisch praktijkveld: ras Ditta op J8.

Het schema van Biodivers met de plek van gewas aardappel is weergegeven in figuur 3.



Figuur 3. **Schema van Biodivers 2010; project Stabiliteit door Diversiteit.**

In 2010 zijn er waarnemingen gedaan op de *P. infestans* ontwikkeling en op de plaagontwikkeling. De *P. infestans* is gescoord op 27 juli en de plaagontwikkeling op aardappel gescoord op 21 juli, 8 en 26 juli.

2.7.3 Proefjaar 2011

Vanaf 2011 is het teeltsysteem Biodivers uitgebreid naar J10, een 2^e perceel van biologische kavels van de Broekema hoeve. Ook op dat perceel zijn de grote praktijkvelden in de

rotatie als vergelijking (referentie) gebruikt voor Bio-standaard. Verder is het aantal gewassen van 7 naar 6 teruggebracht (zie bijlage 1). De ruimtelijke situering van de proefvelden is weergegeven in bijlage 2. Op de Broekemahoeve is in 2011 in Biodivers een mengsel van 3 rassen gepoot (Ditta, Agria en Bionica). Op de grote referentieveld voor Bio-standaard is op die locatie het biologische ras Ditta geteeld.

Op 12 en 14 juli is op beide percelen (J8 en J10) het percentage door *Phytophthora* aangetast blad op 3 plaatsen (subveldjes) in elke strook bepaald: voor, midden en einde van de strook. In Bio-standaard op J10 was de aantasting zo heftig dat al op 16 juli moest worden gebrand. Het aardappelloof in Biodivers en Bio-standaard op J8 is op 21 juli gebrand.

Bij de teler te Ens (ras Ditta) was op het moment van beoordelen het grote aardappelperceel wegens de flinke *P. infestans*-aantasting al gebrand waardoor op dat perceel geen exacte bepaling van de aantasting kon plaatsvinden.

Op 12 en 14 juli zijn op de Broekemahoeve de plaaginsecten en natuurlijke vijanden in de aardappelen gescoord; in Biodivers op beide percelen en in Bio-standaard alleen op perceel J10. Per perceel en per subveldje zijn 25 planten gemonitord; per plant zijn op de samengestelde bladeren de plaaginsecten en natuurlijke vijanden geteld.

2.7.4 Proefjaar 2012

In 2012 is vanwege ontbrekende financiën, het proefveld alleen maar in stand gehouden en zijn beperkt waarnemingen gedaan. Onder andere bij het gewas aardappel is het verloop van de *P. infestans* gescoord en is de opbrengst/sortering bepaald.

2.7.5 Proefjaar 2013

In 2013 was de opzet gelijk als in 2012. Het gewas consumptie aardappel (ras Ditta) is beoordeeld op *Phytophthora*; steeds de 2 herhalingen in Biodivers in vergelijking met het grote referentieveld.

- Biodivers op J8-3: de 2 herhalingen zijn vergeleken met subvelden aan de noordkant en zuidkant van het grote Bio-standaard perceel J8-4
- Biodivers op 10-5: de 2 herhalingen zijn vergeleken met subvelden aan de noordkant en zuidkant van het grote Bio-standaard perceel J10-2.

Aantasting van andere ziekten/plagen kwamen in aardappel nauwelijks voor en daarom is daarop niet gemonitord. Vanwege beperkt budget en ook omdat bij nog gezond gewas, de knolsortering uit de verkoopbare maat dreigde te groeien, is op alle percelen versneld het loof gebrand zonder een opbrengstbepaling en sortering uit te voeren in Biodivers. Om toch een indruk te hebben van het productie niveau in 2013 is wel per perceel de gemiddelde opbrengst en sortering van de proefrooi in Bio-standaard in het verslag opgenomen.

2.7.6 Proefjaar 2014

Ter verhoging van de diversiteit binnen het gewas is in 2104 in Biodivers op de Broekemahoeve uitgegaan van 2 rassen: het hoofdras Ditta (gevoelig is voor *P. infestans*) en het ras Toluca met bepaalde resistentie tegen *P. infestans*. Voor de praktische uitvoerbaarheid zijn de rassen niet gemengd, maar zijn per bed van 2 rijen met Ditta en 2 rijen met Toluca gepoot. Zo zijn de rassen nog wel apart te rooien met een 2 rijige rooimachine. Op de grote referentievelden werd het ras Ditta geteeld. Verder was de opzet bij de aardappel in 2014 gelijk aan die in voorgaande jaren.

3 Resultaten P. infestans-ontwikkeling, plaagontwikkeling en opbrengsten

3.1 Proefjaar 2010

De proef lag in 2010 alleen op het Broekema-perceel J8. De score op schimmels en plagen is uitgevoerd per behandeling (systeem + rassen) en daarbinnen op 2 subveldjes van elk 30 planten. De P. infestans beoordeling is weergegeven in tabel 2. Er is onderscheid gemaakt tussen blad met actieve sporen en totaal aangetast blad (dode aantasting en blad met actieve sporen). Er is alleen beoordeeld op 27 juli. Kort daarna zijn alle percelen gebrand omdat de bladaantasting hoog opliep en knolaantasting dreigde.

Tabel 2. **Percentage aardappelblad aangetast door Phytophthora beoordeeld op 27 juli; perceel J8, Broekemahoeve 2010; project Stabiliteit door Diversiteit**

subveld	systeem + rassen	% blad met actieve sporen		totaal % aangetaste bladeren (dode aantasting + actieve sporen)	
		subveld 1	subveld 2	subveld 1	subveld 2
J8-3-1	Biodivers met 1 ras	5	5	15	15
J8-3-13	Biodivers met rasmengsel	5	5	15	15
J8	Bio-standaard met 1 ras	10	10	20	20

In Biodivers was zowel het percentage blad met actieve sporen als het totaal percentage aangetaste bladeren (dode aantasting + actieve sporen) *lager* dan in het grote perceel met monocultuur. Het lijkt er dus op dat Biodivers een vertraagde P. infestans-druk geeft. De aardappelen op Bio-standaard vormden meer loof en een dichter gewas.

Plaaginsecten en natuurlijke vijanden: de aanwezigheid daarvan in het gewas is op drie datums gescoord; op 26 juni en 8 en 26 juli. De resultaten daarvan staan vermeld in tabel 3.

Tabel 3. **Percentage 'schone' planten* en percentage planten met plaaginsecten per behandeling op 26 juni, 8 en 26 juli 2010: perceel J8, Broekemahoeve 2010; project Stabiliteit door Diversiteit.**

datum	perceel	behandeling	% 'schone' planten*	% planten met rups	% planten met luis
21-6	J8-3-1	Biodivers + rasmengsel	85	0	2
8-7	J8-3-1	Biodivers + rasmengsel	30	0	47
27-7	J8-3-1	Biodivers + rasmengsel	28	0	53
21-6	J8-3-13	Biodivers + 1 ras	77	0	3
8-7	J8-3-13	Biodivers + 1 ras	27	3	43
27-7	J8-3-13	Biodivers + 1 ras	3	0	97
21-6	gemidd.	Biodivers	81	0	3
8-7	gemidd.	Biodivers	28	2	45
27-7	gemidd.	Biodivers	16	0	75
21-6	J8	Bio-standaard + 1 ras	67	0	28
8-7	J8	Bio-standaard + 1 ras	10	0	87
27-7	J8	Bio-standaard + 1 ras	0	0	100

*zonder plagen en natuurlijke vijanden

De grote trend in de tijd is dat de het percentage 'schone' planten afneemt en het percentage planten met luis toeneemt.

De aantasting door rups is gering. Natuurlijke vijanden zijn zeer beperkt gevonden.

Conclusie plaaginsecten en natuurlijke vijanden: Biodivers bleek gemiddeld minder snel onder de luis te lopen dan de teelt in Bio-standaard met 1 ras. Biodivers lijkt dus positief in dit opzicht. Wel was Biodivers met 1 ras op de laatste scoringsdatum 27 juli qua luisbezetting gelijk aan Bio-standaard. Kort na 27 juli is het loof gebrand. De opbrengst is in 2010 niet bepaald.

3.2 Proefjaar 2011

In 2011 is de proef uitgevoerd op 2 biologische percelen Broekema J8 en J10, zowel in het strokensysteem als op de standaard grote velden. Daarnaast was het aardappelperceel bij de teler Van Strien te Ens in het project opgenomen. Op 12 en 14 juli zijn de 6 aardappelpercelen beoordeeld op Phytophthora. De resultaten staan in tabel 4.

Bij de teler was het grote perceel op het moment van beoordelen al gebrand zodat een inschatting van de aantasting niet meer mogelijk was.

Tabel 4. **Percentage door Phytophthora aangetast blad en aardappelopbrengsten (t/ha); project Stabiliteit door Diversiteit, 2011**

Perceel	Phytophthora (%)		Opbrengst (ton/ha)	
	Biodivers	Bio-standaard	Biodivers	Bio-standaard
Broekema J8 ^a	6	17	*	*
Broekema J10	15	57	41,6	40,7
Teler Ens ^b	< 3	snelle aantasting, loof vroegtijdig gebrand	35,0	40,0

a) Broekemahoeve Biodivers J8: mengsel van 3 rassen; grote veld 1 ras Ditta, b) teler Ens: Biodivers en Bio-standaard: beide ras Ditta; de aardappelen zijn te Ens in Biodivers later geplant dan in Bio-standaard.

* = opbrengst niet bepaald

Uit de tabel 4 komt naar voren dat in teeltsysteem Biodivers de ontwikkeling van de Phytophthora trager verloopt dan in het grote aardappelperceel. Op de Broekemahoeve op het grote perceel J10 was de P. infestans ontwikkeling kort na 14 juli zo heftig dat er op 16 juli gebrand is. De stroken en het grote perceel op J8 zijn op 21 juli gebrand. Beelden van P. infestans-aantasting zijn te zien in figuur 4.

Naast de P. infestans waarnemingen zijn er deels ook opbrengsten bepaald op J10 en te Ens. Op Broekemahoeve J10 verschilt de opbrengst tussen beide systemen niet. Bij de teler te Ens is de opbrengst van Biodivers aanzienlijk lager dan die van het grote perceel. Dat kan veroorzaakt zijn doordat de aardappelen in Biodivers in Ens later geplant dan in het grote perceel. De opbrengst op de Broekemahoeve J8 is niet bepaald, zodat een opbrengstvergelijking niet mogelijk is.



Figuur 4. **Phytophthora-aantasting op de Broekmahoeve op 12 juli 2011; rechts een duidelijke haard; project Stabiliteit door Diversiteit**

Monitoring plagen en natuurlijke vijanden 2011: Op 12 juli zijn de plaaginsecten en natuurlijke vijanden geteld in beide percelen van Biodivers en in 1 perceel van Bio-standaard. De resultaten staan in tabel 5.

Tabel 5. **Aantal plaaginsecten en natuurlijke vijanden op 25 samengestelde bladeren gemiddeld over de subveldjes en de beide stroken per perceel; aardappel, Broekmahoeve 2011. project Stabiliteit door Diversiteit.**

teeltsysteem	perceel	luis (stuks)	zweefvlieg eitjes (stuks)	gaasvlieg eitjes (stuks)
Biodivers	J8-3	4	2	0
Biodivers	J10	10	6	1
Bio-standaard	J10	4	2	1

In juli 2011 was er een beperkte luizendruk in de aardappel teeltsystemen; er kon geen betrouwbaar verschil tussen de systemen worden vastgesteld. Wel zagen we tegelijkertijd de aanwezigheid van natuurlijke vijanden: eitjes van zweefvlieg en gaasvliegen. larven van de zweefvlieg zuigen luizen leeg. De larven van de gaasvlieg eten bladluizen, jonge rupsen, spint, vlindereieren, cicaden, pas geboren dopluizen. Er kon geen betrouwbaar verschil tussen de systemen worden vastgesteld op luizendruk en aantal natuurlijke vijanden, onder andere doordat Bio-standaard op J8 niet gemonitord is.

3.3 Proefjaar 2012

Vanwege ontbrekend budget is in 2012 het proefveld door PPO-AGV wel in stand gehouden maar zijn er beperkte waarnemingen gedaan, onder andere bij aardappel, een voor de biologische sector belangrijke gewas.

Het verloop van de *P. infestans* is gescoord en de opbrengst/sortering is bepaald. In tabel 6 staan de resultaten hiervan.

Tabel 6. **Percentage aardappelplanten aangetast door Phytophthora op 5 juli en 10 juli 2012, Broekemahoeve; project Stabiliteit door Diversiteit**

Perceel + teeltsysteem	P. infestans % aangetaste planten	
	5 juli	10 juli
Beoordelingsdatum >		
J8 Biodivers	1	3
J8 Bio-standaard	15	30
J10 Biodivers	1	1
J10 Bio-standaard	10	25
Gemiddelde Biodivers	1	2
Gemiddelde Bio-standaard	13	28

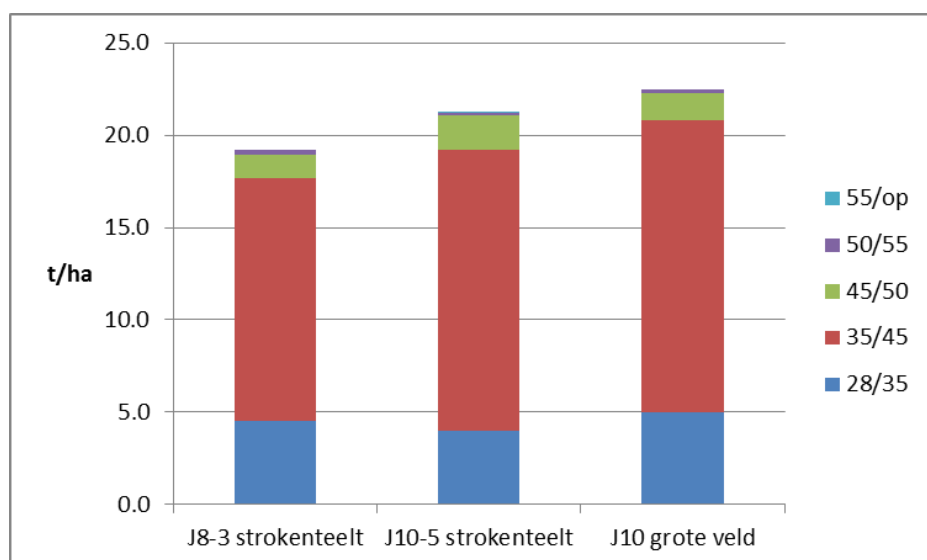
Conclusie P. infestans: Het percentage aangetaste planten verschilde aanzienlijk tussen de strokenteelt en Bio-standaard met monocultuur. Gemiddelde over beide percelen op de Broekemahoeve was de aantasting op 5 juli 13% en gestegen naar 28% op 10 juli. In Biodivers was de aantasting laag met 1 respectievelijk 2% op de genoemde datums. Beperking van *P. infestans* door teelt op smalle stroken was dus effectief. De grote velden zijn kort na 10 juli gebrand om verdere aantasting te voorkomen.

Opbrengst: De opbrengst is per sorteringsklasse weergegeven in tabel 7. In figuur 5 is de sortering van de marktbaar opbrengst in beeld gebracht.

Conclusie opbrengst: de opbrengsten waren bij alle teeltsystemen laag veroorzaakt door de *P. infestans*-aantasting. Per teeltsysteem gezien scoorde J10 grote veld de hoogste totale opbrengst. De marktbaar opbrengst van J10 grote veld verschilde weinig van de Biodivers behandeling op J10-5. In 2012 lag de Biodivers behandeling van J10 in het grotere aardappel perceel. In systeem Biodivers was er geen *P. infestans*-uitval. Blijkbaar beperkte de teelt in stroken de *P. infestans*-aantasting. De marktbaar opbrengst van Biodivers J8-3 bleef wel achter. Bij beide Biodivers objecten was de uitval door *Rhizoctonia* en overige gebreken groter dan op J10 grote veld. Bij de sortering had Bio-standaard J10 meer kleinere aardappelen (maat 28-35 mm) vergeleken met Biodivers. Het grootste aandeel in marktbaar sortering heeft de maat 35-45 mm. In die maat verschillen J10 de gewichtsofbrengsten van Biodivers en Bio-standaard elkaar maar weinig.

Tabel 7. **Aardappelopbrengst per teeltsysteem; Broekemahoeve 2012, project Stabiliteit door Diversiteit**

Teeltsysteem	Opbrengst	Marktbaar	Uitval door:			
			P. infestans		Rhizoctonia	Overige oorzaken
	Totaal	(> 28 mm)				
	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha
J8-3 Biodivers	21.1	19.2	0.0	1.0	0.4	0.4
J10-5 Biodivers	23.1	21.3	0.0	1.1	0.5	0.5
J10 5 Bio-standaard	26.1	22.5	1.4	0.0	0.2	0.2



Figuur 5. Aardappelsortering per teeltsysteem; Broekemahoeve 2012, project Stabiliteit door Diversiteit.

3.4 Proefjaar 2013

De P. infestans-aantasting is op 8 aug 2013 op aardappel beoordeeld volgens PD schaal. In alle behandelingen is het ras Ditta gebruikt. In Tabel 8 staan de resultaten van de score en beoordeling. Conclusie: de aantasting is nog licht en beperkt zich tot losse blaadjes; er zijn geen hele haarden P. infestans. Toch is er verschil in percentage aangetast blad tussen Biodivers en de volvelds teelt in Bio-standaard.

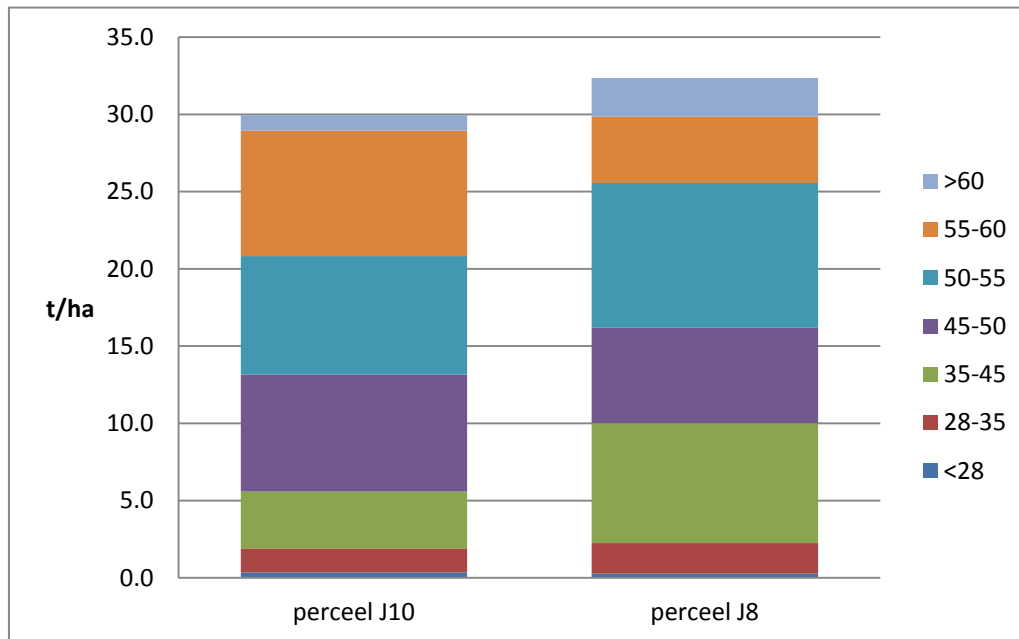
Tabel 8. Percentage P. infestans aangetaste aardappelplanten op 8 aug 2013 per teeltsysteem en per herhaling, Broekemahoeve; project Stabiliteit door Diversiteit

Systeem	perceel	herhaling	% aangetast blad	beoordeling (PD schaal)	opmerkingen
Biodivers	J8-3	1	19	8	blad lichte aantasting; vaak verdroogd
Biodivers	J8-3	2	15	8	blad lichte aantasting; vaak verdroogd
Biodivers	J8-3	gemiddeld	17	8	
Bio-standaard	J8-4	1	65	7	lichte aantasting
Bio-standaard	J8-4	2	75	7	lichte aantasting
Bio-standaard	J8-4	gemiddeld	70	7	
Biodivers	J10-5	1	25	7	blad lichte aantasting; vaak verdroogd
Biodivers	J10-5	2	24	7	blad lichte aantasting; vaak verdroogd
Biodivers	J10-5	gemiddeld	25	7	
Bio-standaard	J10-2	1	30	7	lichte aantasting
Bio-standaard	J10-2	2	45	7	lichte aantasting
Bio-standaard	J10-2	gemiddeld	38	7	

Andere ziekten- en plaagaantasting. Onder andere mogelijke Rhizoctonia, Alternaria en luisaantastingen zijn in 2013 gevolgd. Deze ziekten en plagen kwamen niet voor. Daarom zijn er geen specifieke waarnemingen of tellingen op gedaan.

Opbrengsten: Vergelijkende opbrengstbepalingen zijn in 2013 niet uitgevoerd. Uit proefrooiingen bleek namelijk, dat de partijen (door het lage aantal knollen per pol) uit de goed verkoopbare sortering voor consumptie aardappel dreigden te groeien. Daarom zijn de praktijkpercelen vroegtijdig gebrand, hoewel dit vanwege de *P. infestans* druk nog niet nodig was. Een zinvolle opbrengstvergelijking met de weerbare systemen was daardoor niet mogelijk.

Wel zijn op 6 en 8 augustus proefrooiingen uitgevoerd om een indruk van het opbrengstniveau te verkrijgen. De gemiddelden daarvan staan per sortering vermeld in figuur 6. De totale opbrengst op perceel J10 kwam uit op 29,9 t/ha en op J8 op 32,4 t/ha. wat voor de biologische teelt redelijke, maar geen uitzonderlijk goede opbrengsten genoemd mogen worden.



Figuur 6. **Aardappelsortering van het proefrooiën per Bio-standaardperceel; Broekemahoeve 2013, project Stabiliteit door Diversiteit.**

3.5 Proefjaar 2014

Ter verhoging van de diversiteit binnen het gewas, is in Biodivers op de Broekemahoeve uitgegaan van 2 rassen: het ras Ditta, (dat gevoelig is voor *P. infestans*) en het ras Toluca (met bepaalde resistentie tegen *P. infestans*). In de referentie in Bio-standaard is het ras Ditta geteeld.

Phytophthora infestans aantasting

In 2014 trad vroeg in het seizoen op 17 juni *P. infestans* aantasting op. Na deze eerste aantasting werd het warm en droog en doofde de vroege aantasting uit. Na de regen begin juli laaide de aantasting weer op. In Bio-standaard met monocultuur ras Ditta, breidde de *P. infestans*-aantasting zich sneller uit dan op Biodivers. Daarom zijn rond 10 juli de aardappelen in de grote referentievelden gebrand evenals de meest aangetaste Ditta op Biodivers. Op 15 juli was de resterende Ditta op Biodivers ook fors aangetast. Het ras Toluca bleef nagenoeg vrij van *P. infestans*, maar het gewas verkleurde en de groei viel stil. Daarom is op 18 juli op Biodivers het loof van zowel de resterende Ditta als van de Toluca gebrand.

De *P. infestans*-aantasting is beoordeeld op 17 juni, 8 juli en 15 juli 2014 volgens de PD schaal. Per bed (4 rijen) is steeds per rij beoordeeld, zodat eventueel effect van binnen en buitenrijen apart in

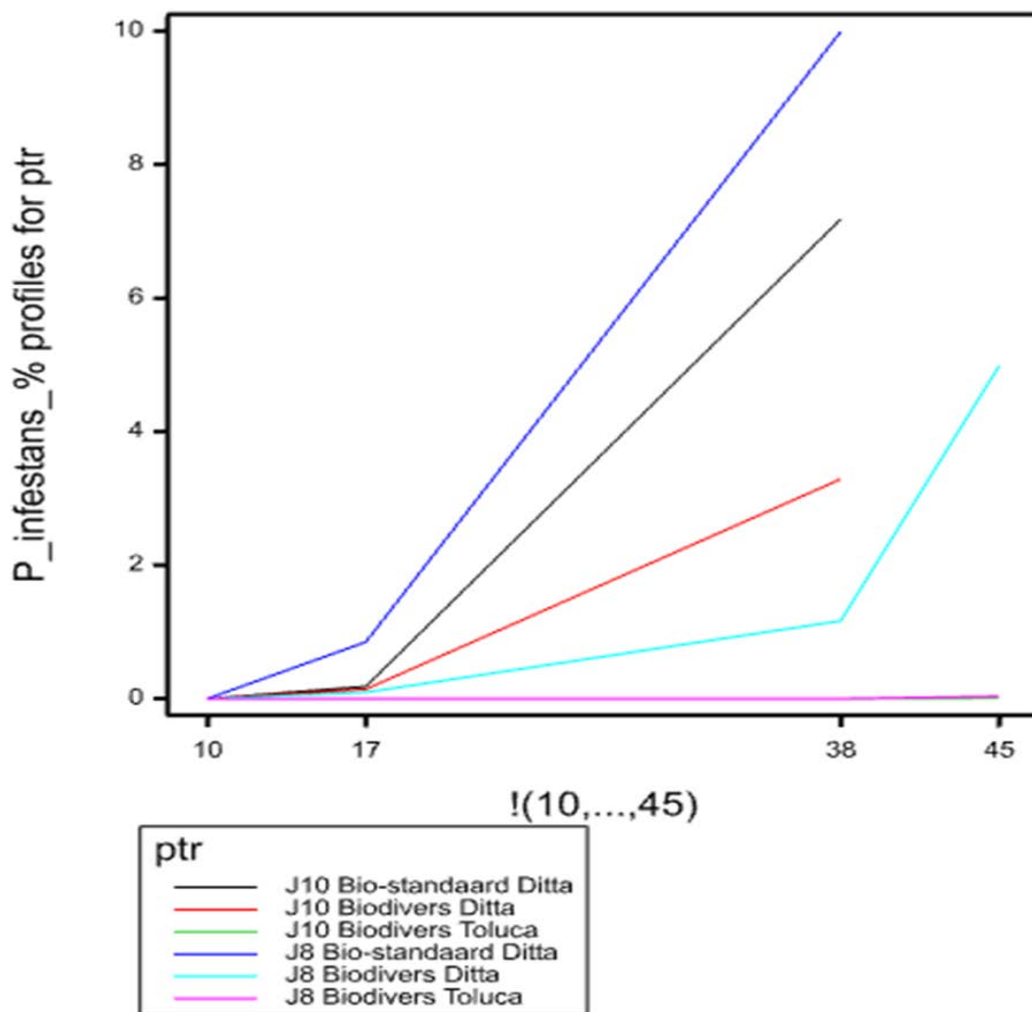
beeld te brengen is. In de tabel 9 is eerst de gemiddelde aantasting per teeltsysteem in beeld gebracht.

Tabel 9. **Percentage door *P. infestans* aangetaste aardappelplanten gemiddeld per teeltsysteem Broekemahoeve; Stabiliteit door Diversiteit 2014.**

teeltwijze	Percentage <i>P. infestans</i>		
Beoordelingsdatum >	17 juni	8 juli	15 juli
Bio-standaard	0.5	8.1	al gebrand
Biodivers	0.0	1.2	1.0

Conclusie tabel 9: er is een duidelijk verschil in *P. infestans* aantasting tussen Biodivers systeem en de monocultuur in Bio-standaard, zowel per beoordelingsdatum als bij het verloop in de tijd. De *P. infestans* aantasting ontwikkelde zich op Biodivers veel langzamer. De vraag daarbij is of dat komt door het gebruik van een ras met resistentie (Toluca) of door de andere diversiteitsmaatregelen in de strokenteelt?

Daarom is in figuur 7 het verloop van percentage *P. infestans* *per perceel* en *per ras* in beeld gebracht en in tabel 10 per ras en per rij, gemiddeld over de percelen J8 en J10. Rij 1 en rij 4 betreffen de buitenrijen langs het vaste rijpad en rij 2 en 3 de binnenste rijen. Op de Broekemahoeven lopen de rijen in de lengterichting van oost naar west. De rijennummering loopt van noord naar zuid, beginnend bij rij 1 aan de noordkant.



Figuur 7. **Weergave van het verloop van % *P. infestans* per perceel, per teeltsysteem en per ras (= PTR op Y-as) in dagen vanaf 1 juni (= 10...45 op X-as). Broekemahoeve; project Stabiliteit door Diversiteit, 2014.**

Conclusie figuur 7: op beide percelen wordt het weinig gevoelige ras Toluca niet aangetast. De aantasting van het gevoelige ras Ditta verloopt op beide percelen in het Biodivers teeltsysteem *langzamer* dan in het Bio-standaard. Dit tragere verloop kan veroorzaakt worden door de teelt op smalle stroken en/of de isolerende werking van het naastliggende resistente ras Toluca. Beide effecten zijn gekoppeld en in deze opzet van systeemonderzoek niet apart in beeld te brengen.

Conclusies tabel 10: deze tabel toont de effecten per ras *per teeltsysteem* in combinatie met de *plaats van de rij* op een teeltbed binnen hetzelfde ras.

Raseffect: Het raseffect is duidelijk aanwezig: Toluca is niet aangetast en Ditta wel. Maar ook Ditta op Biodivers is per beoordelingsdatum minder sterk aangetast dan Ditta in Bio-standaard.

Rij-effect; in *Bio-standaard* met monocultuur Ditta is er geen duidelijk effect van de plaats van de rij zichtbaar. In Biodivers is er op 8 juli bij ras Ditta minder aantasting in rij 1 en rij 2, vergeleken met de rijen 3 en 4. Ditta stond daar naast een hoog opgaande tarwestrook. Dit kan het verschil in aantasting veroorzaakt hebben; het aardappelgewas droogt in zo een situatie minder snel op.

Tabel 10. **Percentage door *P. infestans* (P.I.) aangetaste aardappelplanten per teeltsysteem, per ras en per rij, gemiddeld over de percelen J8 en J10: Broekemahoeve; project Stabiliteit door Diversiteit, 2014.**

teeltwijze	ras	rij	P.I beoord. 17 juni	P.I beoord. 8 juli	P.I beoord. 15 juli
Bio-standaard	Ditta	1	0.5	7.92	al gebrand
	Ditta	2	0.5	9.79	al gebrand
	Ditta	3	0.5	7.50	al gebrand
	Ditta	4	0.5	7.08	al gebrand
Biodivers	Ditta	1	0.05	0.05	5.0
	Ditta	2	0.1	0.08	5.0
	Ditta	3	0.3	2.94	al gebrand
	Ditta	4	0.3	2.94	al gebrand
Biodivers	Toluca	1	0.0	0.00	0.0
	Toluca	2	0.0	0.00	0.0
	Toluca	3	0.0	0.00	0.0
	Toluca	4	0.0	0.00	0.1

Andere ziekten- en plaagaantasting. Onder andere mogelijke aantastingen als Rhizoctonia en luisaantastingen zijn in 2014 wel gevolgd, maar deze ziekten en plagen kwamen niet voor.

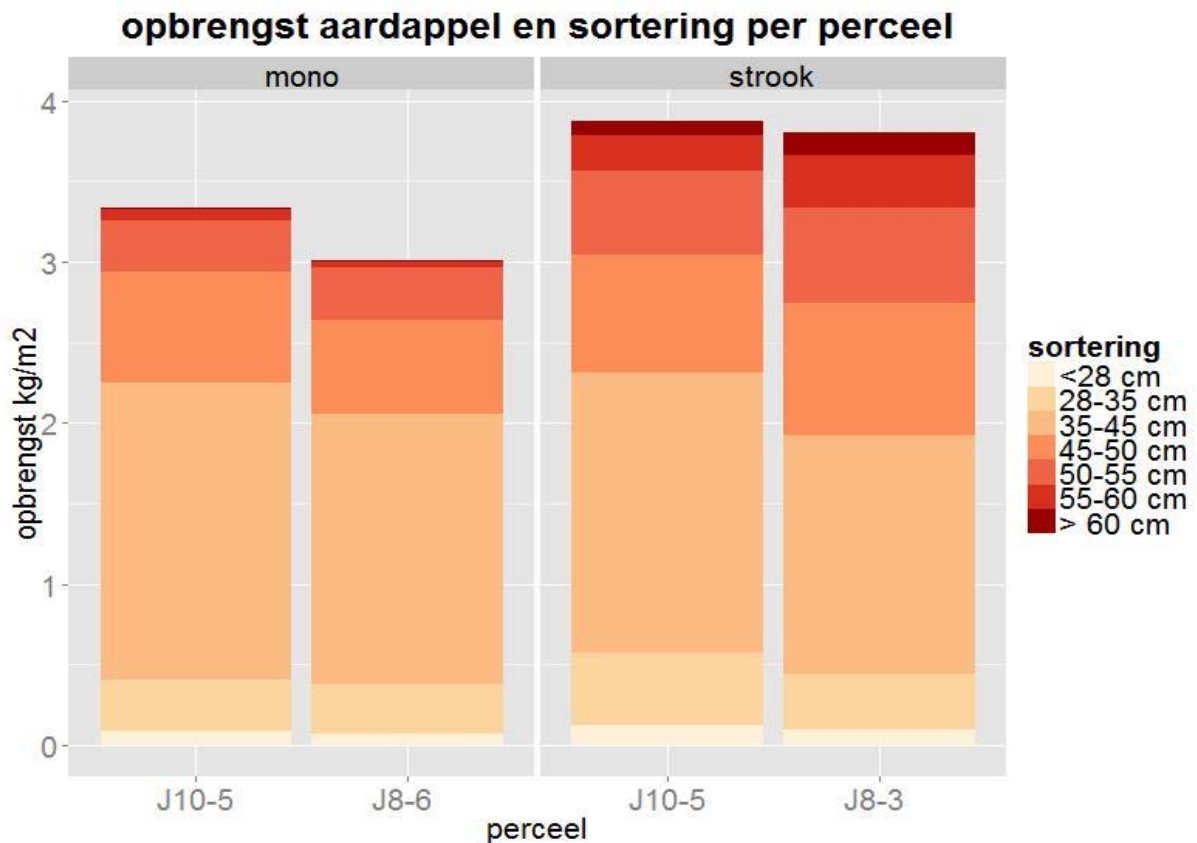
Opbrengst:

De *marktbaar* opbrengst (>28 mm) in Biodivers kwam uit op 37,2 t/ha tegen 30, 7 ton in Bio-standaard i(Tabel 11). Het opbrengst effect van Biodivers is statistische betrouwbaar hoger. Dat de hogere opbrengst niet alleen komt door het P.I.-resistente ras Toluca, blijkt ook uit de tabel 11. Beide rassen Ditta en Toluca hebben hetzelfde opbrengstniveau en verschillen statistisch gezien, niet van elkaar.

Tabel 11. **Aardappelopbrengst per teeltsysteem, per perceel en per ras. Broekemahoeve; project Stabiliteit door Diversiteit, 2014.**

Teeltsysteem /perceel/ ras	totale opbrengst (t/ha)	marktbaar opbrengst > 28 mm (t/ha)
Bio-standaard		
perceel J10-5 ras Ditta	33.4	32.5
perceel J8-6 ras Ditta	30.1	29.4
Bio-standaard gemiddeld	31.7	30.7
Biodivers		
perceel J10-5	38.7	37.5
w.v. ras Ditta	39.5	38.3
w.v. ras Toluca	38.0	36.6
perceel J8-3	38.0	37.0
w.v. ras Ditta	36.7	35.7
w.v. ras Toluca	39.4	38.3
Biodivers gemiddeld	38.4	37.2

In figuur 8 is per teeltsysteem en per perceel de sortering in beeld gebracht. De meeropbrengst van Biodivers komt vooral tot uiting in een hoger aandeel grotere knollen (> 45 mm).



Figuur 8. **Aardappelopbrengst (kg / m²) en sortering per teeltsysteem en per perceel; project Stabiliteit door Diversiteit, Broekemahoeve 2014.**

Marktbaar opbrengst & rasmengsels 2014. Ook voor de opbrengsten zijn de effecten van de behandeling rasmengsel en teeltsysteem op J8 en J10 verstrengeld. Daarom is in de analyse van behandeling ras niet apart meegenomen.

Opbrengsten per rij: Omdat elke rij apart gerooid en gesorteerd is, zijn de opbrengsten ook per rij in beeld te brengen. Zowel in Bio-standaard als in Biodivers wordt er gewerkt met rijpaden op 3,15

meter brede bedden met een breedte van 75 cm tussen de rijen. Rij 1 en 4 grenzen steeds aan het vaste rijpad; rij 3 en 4 liggen daartussen. De opbrengsten per rij zijn weergegeven in tabel 12.

Tabel 12. **Aardappelopbrengst per teeltsysteem en per rij; project Stabiliteit door Diversiteit, Broekmahoeve, 2014.**

Teeltsysteem	totale opbrengst (t/ha)	opbrengst > 28 mm (t/ha)
Bio-standaard gemiddeld	31.7	31.0
waarvan Rij 1	28.9	28.1
waarvan Rij 2	31.3	30.6
waarvan Rij 3	37.8	37.1
waarvan Rij 4	28.9	28.1
Biodivers gemiddeld	38.4	37.2
waarvan Rij 1	29.5	28.2
waarvan Rij 2	47.9	47.0
waarvan Rij 3	46.4	45.4
waarvan Rij 4	29.8	28.5

Conclusie rij-effect: in Bio-standaard variëren de verschillen in marktbaar opbrengst (>28 mm) tussen de binnenste rijen en buitenrijen tussen 2,9 tot 9 t/ha; gemiddeld 6 t/ha. In Biodivers is dit verschil groter: 16,9 tot 19,2 t/ha, gemiddeld 18 t/ha. Als de opbrengst van de buitenrijen op het opbrengstpeil van de binnenste rijen gebracht kan worden, dan zal de gemiddelde productie in Bio-standaard 3 t/ha hoger uitkomen en in Biodivers 9 t/ha hoger. Dit overtreft vaak het opbrengst verhogend effect van een lagere *P. infestans* aantasting.

Oorzaak opbrengstreductie buitenrijen: het berijden van het pad om te kunnen poten, aanaarden, etc., (waardoor minder losse grond voor een goede rugopbouw beschikbaar komt), is een mogelijke oorzaak voor dit opbrengstverschil. Dit rijpad-effect is beide teeltsystemen aanwezig, maar is bij Biodivers groter, mogelijk doordat deze paden meer bereden worden vergeleken met de teelt op Bio-standaard. Behalve voor het aanaarden wordt in Biodivers ook voor de teeltwerkzaamheden in het naastliggende gewas over de vaste rijpaden gereden. Bijvoorbeeld voor het planten en schoffelen van de kool wordt ook 2-3 keer extra over hetzelfde rijpad gereden.

Suggesties voor het verkrijgen van meer losse grond voor een goede rug opbouw zijn:

a) Het aardappel gewas in Biodivers te telen op 2-3-4 bedden van 3 m breed in plaats van 1 bed. Dit worden dan teeltstroken van 6, 9 of 12 m breed. Extra berijden vanwege naburig gewas neemt dan met dezelfde factor af naar de helft, 1/3 of 1/4. Ook de biodiversiteit zal bij bredere stroken in bepaalde mate afnemen en wellicht daarmee de weerstand tegen *P. infestans*. Onbekend is hoe sterk dit laatste effect gemiddeld zal zijn. b) de buitenste rijen op het bed 5-10 cm naar binnen te verplaatsen, waardoor meer ruimte beschikbaar komt voor losse grond naast het pad. Dat betekent dat de afstand tussen rij 1 en 2, evenals die tussen rij 3 en 4 op 65-70 cm komt. De afstand tussen rij 3 en 4 kan op 75 cm blijven. c) werken met smallere banden: bij 3,15 m brede bedden en 4 rijen op 75 cm afstand is er feitelijk maar plaats voor 15 cm bandbreedte. Standaard trekker banden zijn vaak 35-40 cm breed terwijl smalle banden (11 inch) ook nog 27 cm breed zijn. d) de aangereden en versmeerde grond, vooraf aan het aanaarden, mechanisch losmaken (egje of rolschoffel achter de trekkerwielen?) in combinatie met rijpad bekalking voor betere verkruiding. Dit vraagt nader onderzoek of het werkt en uitvoerbaar is. e) Op sommige praktijk worden de vaste rijpaden jaarlijks 30 cm verlegd; het ene jaar bijvoorbeeld 30 cm naar rechts, en het volgende jaar weer naar de oude plek, 30 cm naar rechts; daarmee worden om het jaar de rijpaden meegenomen in de bewerking, waardoor de verdichting op en rond de rijpaden minder is en zo meer losse grond voor de rugopbouw beschikbaar blijft.

4 Samenvatting 2010-2014 P. infestans-aantasting en Opbrengst

4.1 Vergelijking systeem Biodivers versus Bio-standaard

In de 5 proefjaren is bij aardappel het percentage P. infestans-aantasting in het loof bepaald in de systemen Biodivers en Bio-standaard. Zo is ook de opbrengst bepaald, zij het met enkele hiaten in sommige jaren vanwege beperkte financiering. In tabel 13 is een samenvatting over de jaren gemaakt van beide eigenschappen. Op 3 locaties in 2 jaren is in het Biodivers systeem een *mengsel* van 2 aardappelrassen geteeld als extra biodiversiteit maatregel.

P. infestans loof: Uit het gemiddelde percentage aantasting over de jaren blijkt dat in het teeltsysteem Biodivers (al dan niet met een mengsel van rassen) het aardappelloof *minder* door P. infestans aangetast wordt dan in het Bio-standaard met 1 ras. Dit is een betrouwbaar verschil.

Tabel 13. **Percentage P. infestans in het loof en marktbaar opbrengst (t/ha) bij aardappel per teeltsysteem, per perceel en per jaar; project Stabiliteit door Diversiteit, 2010-2014.**

teeltsysteem	Plaats, perceel	Jaar	P. Infestans %	Marktbaar opbrengst (t/ha)	opmerkingen
Bio-standaard	Br'hoeve J8	2010	10.0	*	
Biodivers+ rasmengsel	Br'hoeve J8	2010	5.0	*	
Bio-standaard	Ens, thuisp	2011	20.0	40.0	
Biodivers	Ens, thuisp.	2011	3.0	30.4	Bio-divers later geplant
Bio-standaard	Br'hoeve J8	2011	17.0	*	
Biodivers	Br'hoeve J8	2011	6.0	38.1	
Bio-standaard	Br'hoeve J10	2011	57.0	33.9	
Biodivers	Br'hoeve J10	2011	15.0	38.5	
Bio-standaard	Br'hoeve J8	2012	16.5	*	
Biodivers	Br'hoeve J8	2012	1.0	19.2	
Bio-standaard	Br'hoeve J10	2012	9.0	22.5	
Biodivers	Br'hoeve J10	2012	0.5	21.3	
Bio-standaard	Br'hoeve J8	2013	70.0	*	groeide uit de sortering
Biodivers	Br'hoeve J8	2013	12.0	*	idem
Bio-standaard	Br'hoeve J10	2013	37.5	*	idem
Biodivers	Br'hoeve J10	2013	24.5	*	idem
Bio-standaard	Br'hoeve J8	2014	13.8	29.4	
Biodivers + rasmengsel	Br'hoeve J8	2014	0.5	37.0	
Bio-standaard	Br'hoeve J10	2014	7.1	32.5	
Biodivers + rasmengsel	Br'hoeve J10	2014	1.7	37.5	
Bio-standaard a)	gemiddeld		20.8	28.7	
Biodivers a)	gemiddeld		4.2	32.7	
F. pr			<0.001	0.019	

* = niet bepaald, a) in het gemiddelde zijn alleen die jaren en locaties meegenomen, waar de waarnemingen en opbrengstbepaling in beide systemen gedaan zijn. De opbrengst van Ens 2011 is niet mee gemiddeld vanwege het ongelijke poottijdstip tussen beide systemen.

Marktbare opbrengst: Door ontbrekende financiering is over alle proefjaren de opbrengst maar op 5 percelen bepaald. Op 1 locatie (Ens 2011) werd de lagere opbrengst veroorzaakt door een later poottijdstip. Deze opbrengst is buiten beschouwing gelaten. Op J10 in 2011, 2012 en 2014 en op J8 in 2014 was er een goede vergelijking mogelijk tussen beide systemen Bio-standaard en Biodivers. Over die jaren en percelen is per teeltsysteem de gemiddelde opbrengst berekend en is een variantie analyse uitgevoerd. Daaruit blijkt dat systeem Biodivers gemiddeld over genoemde jaren en percelen een betrouwbaar hogere opbrengstverschil van 4 ton/ha. Dit is te verwachten omdat in systeem Biodivers de opbrengst van het niet vatbare ras is meegerekend in het gemiddelde, terwijl bij Biostandaard steeds het gevoelige ras Ditta geteeld is. Zuiverder is de systeemvergelijking met *alleen* ras Ditta.

4.2 Systeemvergelijking met alleen ras Ditta

Bij een systeemvergelijking met alleen het ras Ditta vervallen sommige proefjaren en resteert onderstaand datumbestand (zie tabel 14). Ook proefplaats Ens is buiten beschouwing gelaten vanwege het ongelijke poottijdstip van beide systemen.

Tabel 14. **Percentage P. infestans in het loof en marktbare opbrengst (t/ha) bij alleen aardappel ras Ditta, per teeltsysteem, per perceel en per jaar; project Stabiliteit door Diversiteit, 2010-2014**

teeltsysteem	Broekema-hoeve perceel	Jaar	P. Infestans %	Marktbare opbrengst (t/ha)	opmerkingen
Bio-standaard	J8	2010	10.0	*	
Biodivers	J8	2010	5.0	*	
Bio-standaard	J8	2012	16.5	*	
Biodivers	J8	2012	1.0	19.2	
Bio-standaard	J10	2012	9.0	22.5	
Biodivers	J10	2012	0.5	21.3	
Bio-standaard	J8	2013	70.0	*	groeide uit de sortering
Biodivers	J8	2013	12.0	*	idem
Bio-standaard	J10	2013	37.5	*	idem
Biodivers	J10	2013	24.5	*	idem
Bio-standaard	J8	2014	9.0	29.4	
Biodivers	J8	2014	2.0	35.8	
Bio-standaard	J10	2014	7.1	32.5	
Biodivers	J10	2014	3.0	38.3	
Bio-standaard a)	gemiddeld		17.5	26.1	
Biodivers a)	gemiddeld		3.9	29.8	
F. pr			<0.001	0.22	

* = niet bepaald, a) in het gemiddelde zijn alleen die jaren en locaties meegenomen, waar de waarnemingen en opbrengstbepaling in beide systemen gedaan zijn. De opbrengst van Ens 2011 is niet mee gemiddeld vanwege het ongelijke poottijdstip tussen beide systemen.

P. infestans loof: Uit het gemiddelde percentage aantasting over de jaren blijkt dat ook met alleen het aardappelras Ditta in het teeltsysteem Biodivers, het aardappelloof *minder* door P. infestans aangetast wordt dan in het Bio-standaard met Ditta. Dit is een betrouwbaar verschil.

Marktbare opbrengst: Wordt over de 2 jaren en totaal 4 percelen die resteren een meerjarige systeemvergelijking met alleen het ras Ditta uitgevoerd dan blijkt een 3.7 t/ha hogere opbrengst ten

gunste van het systeem Biodivers. Dit tendeert naar een betrouwbaar verschil maar is het niet ($F.Pr = 0.22$). Meer proefjaren kunnen dit verschil wellicht betrouwbaar onderbouwen.

4.3 Andere ziekten en plagen

Andere ziekten en plagen kwamen in de proefjaren maar beperkt voor, waardoor er niet op gemonitord is.

5 Conclusies

In de 5 proefjaren 2010-2014 binnen het projecten Weerbare systemen en Stabiliteit door Diversiteit is het gewas aardappel in de Biodivers-rotatie vergeleken met een monocultuur in Bio-standaard rotatie op dezelfde locatie. De belangrijkste parameters voor de biologische aardappelteelt bleken de gevoeligheid voor *P. infestans* en de opbrengst. In alle proefjaren is steeds de *P. infestans* aantasting bepaald en in de meeste jaren ook de opbrengst. Andere aardappelziekten en -plagen (luis, *Rhizoctonia*, *Alternaria*, etc.) kwamen in die jaren zo weinig voor dat daarop niet stelselmatig gescoord is.

P. infestans- aantasting loofaantasting: Zoals uit de resultaten blijkt, werkt het systeem Biodivers om de aantasting van *P. infestans* te beperken. De reductie verschilde per jaar en varieerde van minder dan 5% tot meer dan 20%. De gemiddelde reductie lag op 16%.

Als we de systeemvergelijking met *alleen* het *P. Infestans*-gevoelige ras Ditta in beschouwing nemen dan was de gemiddelde aantasting 3,9% in het systeem Biodivers en 17,5% in het systeem Bio-standaard. De gemiddelde reductie van 13,6% is een statistisch betrouwbaar verschil.

Opbrengst per teeltsysteem: de aardappelopbrengst is in de proeven minder frequent bepaald dan de *P. Infestans*- aantasting. In 5 situaties (J10 in 2011, 2012 en 2014 en op J8 in 2014) was er een goede opbrengstvergelijking mogelijk tussen Bio-standaard en Biodivers. Gemiddeld over genoemde jaren en percelen scoorde teeltsysteem Biodivers een betrouwbaar hogere opbrengst van 4 ton/ha vergeleken met Bio-standaard. Stapelen van Biodivers maatregelen werkte dus om tot een hogere opbrengst te komen.

Eén van die biodiversiteitsmaatregelen is de toepassing van rasmengsels van een *P. Infestans* gevoelig met een minder gevoelig ras voor *P. infestans*.

Als we met alleen het *P. Infestans*-gevoelige ras Ditta de *opbrengst* tussen de systemen willen vergelijken dan leveren alleen de jaren 2012 en 2014 daarvoor bruikbare gegevens. Het systeem Biodivers komt dan op een gemiddelde opbrengst van 29,8 t/ha tegen 26,1 t/ha in het systeem Bio-standaard. Dit verschil in opbrengst is statistisch net niet betrouwbaar ($P=022$).

Opbrengstverschil tussen binnen- en buitenrijen: Uit de opbrengstbepaling *per rij* in 2014 blijkt in beide teeltsystemen een aanzienlijk opbrengstverschil tussen de binnen- en buitenrijen; de opbrengst in de buitenrijen is stelselmatig *lager* dan in de binnenste rijen. Als de opbrengst van de buitenrijen op het opbrengstpeil van de binnenste rijen gebracht kan worden, dan zal de gemiddelde productie in Bio-standaard 3 t/ha hoger uitkomen en in Biodivers 9 t/ha hoger. Dit overtreft vaak het opbrengst verhogend effect van een lagere *P. infestans* aantasting.

De oorzaak van het opbrengstverschil de toepassing van het vaste rijpadensysteem kunnen zijn, waardoor minder losse grond beschikbaar komt voor een goede rugopbouw. Voldoende losse grond in de rug is voorwaarde voor een goede aardappelopbrengst. In beide teeltsystemen worden de teelthandelingen (voorjaargrondbewerking, poten, aanaarden, etc.) op vaste rijpaden uitgevoerd.

Het blijft de vraag of, in een rijpadensysteem, ondanks de lagere opbrengst van de buitenrijen de gemiddelde aardappel opbrengst veel lager is dan in een volvelds teeltsysteem. Wellicht geeft de minder bereiden grond in een rijpaden teeltsysteem extra hoge opbrengst., waardoor het verschil meer dan gecompenseerd wordt. In deze proefopzet is dat effect niet te achterhalen, omdat ook het systeem Biostandaard op rijpaden wordt uitgevoerd. Onderzoek van Vermeulen (2009) gaf bij de gewassen erwten en spinazie een betrouwbaar hoger opbrengst bij een rijpadensysteem. Bij uien en peen op ruggen gaf rijpadenteelt geen betrouwbare hogere opbrengst vergeleken met volvelds berijding.

In teeltsysteem Biodivers blijkt het opbrengstverschil tussen binnen- en buitenrijen *groter* dan in de teelt in Bio-standaard. Dit wordt wellicht veroorzaakt door het groter aantal keren dat de rijpaden in

Biodivers bereiden wordt. In Biodivers wordt namelijk ook voor de teeltmaatregelen van het naburige gewas over de vaste rijpaden van de aardappelstrook gereden. Het aantal keren extra berijding in dit Biodivers-systeem met bedden van 3,15 meter breed, is afhankelijk van het soort gewas op de naburige strook, maar kan oplopen tot het dubbele ten opzichte van een vaste rijpadensysteem in Bio-standaard.

Suggesties voor het verkrijgen van meer losse grond voor een goede rug opbouw zijn: a) het aardappel gewas in Biodivers te telen op 2, 3 of 4 bedden van 3 m breed in plaats van 1 bed. Dit worden dan teeltstroken van 6, 9 of 12 m breed. Extra berijden vanwege naburig gewas neemt dan met dezelfde factor af naar de helft, 1/3 of 1/4. Wellicht zal de biodiversiteit bij bredere stroken afnemen. Onbekend is hoe sterk dit laatste effect gemiddeld zal zijn. b) de buitenste rijen op het bed 5-10 cm naar binnen te verplaatsen, waardoor meer ruimte beschikbaar komt voor losse grond naast het pad. Dat betekent dat de afstand tussen rij 1 en 2, evenals die tussen rij 3 en 4 op 65-70 cm komt. c) werken met smallere banden: bij 3,15 m brede bedden en 4 rijen op 75 cm afstand is er feitelijk maar plaats voor 15 cm bandbreedte. Op sommige praktijk worden de vaste rijpaden jaarlijks 30 cm verlegd; het ene jaar bijvoorbeeld 30 cm naar rechts, en het volgende jaar weer naar de oude plek, 30cm naar rechts; daarmee worden om het jaar de rijpaden meegenomen in de bewerking, waardoor de verdichting op en rond de rijpaden minder is en zo meer losse grond voor de rugopbouw beschikbaar blijft.

Uitvoerbaarheid teelt van 2 rassen op 3 meter smalle strokenteelt: Het machinaal poten van 2 verschillende rassen op een bed van 4 ruggen (per ras 2 ruggen) bleek technisch mogelijk. Ook het loofbranden en oogsten van 2 rijen per ras is machinaal uitvoerbaar, maar kost veel meer tijd. Praktischer zal zijn het rooien van 1 bed van 4 rijen met hetzelfde ras, of een veelvoud daarvan zijnde 2 tot 3 bedden van hetzelfde ras naast elkaar.

In een bredere context van biologische aardappel teelt, moet opgemerkt worden, dat het terugdringen van *P. infestans* in de biologische teelt veel effectiever zal zijn, als aardappelrassen met goede *P. infestans* resistentie gebruikt gaan worden. Anno 2014 kondigt zich een serie resistente rassen zich aan, die komende jaren nog wel hun gebruikswaarde in de keten (van teler, tussenhandel, verwerking en consument) moeten gaan bewijzen.

Teeltsysteem Biodivers ter beperking van *P. infestans* is bij de komst van goede resistente rassen, minder noodzakelijk, maar niet overbodig. Een algemeen *P. infestans* reducerend effect door Biodivers teeltsysteem geeft, in de tijd gezien, minder kans op doorbreking van *P. infestans* resistenties door nieuwe fysio's.

Literatuur

Rishi Kukreja, 2010, Organic Farming and Biodiversity in Europe: examples from the Polar Circle to Mediterranean Regions, Presentations of the FOAM EU Group Conference "Biodiversity and Organic farming, a win-winpartnership,

Broek, van den Rob, 2009, Functionele agrobiodiversiteit, wat werkt? , Biokennis bericht, juni 2009

Andrivon D, J.M. Lucas, D. Ellisseche, Development of natural late blight epidemics in pure and mixed plots of potato cultivars with different levels of partial resistance, Plant Pathology (2003)

H. Bouws, M. R. Finckh Effects of strip intercropping of potatoes with non-hosts on late blight severity and tuber yield in organic production Plant Pathology (2008)

Skelsey P, Rossing WAH, Kessel GJT, Powell J, Van Der Werf W, 2005. Influence of host diversity on development of epidemics: an evaluation and elaboration of mixture theory. *Phytopathology* **95**, 328–382

Schepers, Huub (2013) Kennisbundel Bioimpuls Ziekten en Plagen / *Phytophthora Infestans*
http://www.dlvplant.nl/nl/core/media/file/Files_Biologische_Landbouw/Kennisbundel-BioImpuls-H5_v0100.pdf

Vermeulen, G.D. ; Mosquera Losada, J. 2009. Soil, crop and emission responses to seasonal-controlled traffic in organic vegetable farming on loam soil. *Soil & Tillage Research* 102 (1). - p. 126 - 134.

Bijlage 1 Gewasrotatie proef Broekemahoeve, Lelystad

Gewasrotatie per jaar in de tijd en ruimtelijk; in 2010 rotatie 1:7 + 1 bloemenstrook; aanpassing vanaf 2011; rotatie 1:6 + 1 bloemenstrook + 2 randstroken; project Stabiliteit door Diversiteit.

Vruchtwisseling van jaar tot jaar		aangepast vanaf 2011						
jaar	2010	jaar	2011 en volgende jaren					
1	aardappel	1	aardappel					
2	peen	2	grasklaver					
3	zomertarwe	3	kool					
4	kool	4	zomertarwe					
5	haver	5	peen					
6	grasklaver	6	Veldboon /z.tarwe					
7	ui							
Ruimtelijke vruchtwisseling								
	2010	teelt- bed	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	aardappel	rand	zomertarwe	peen	veldboon/ z.tarwe	aardappel	grasklaver	kool
	Zomertarwe	1	aardappel	grasklaver	kool	zomertarwe	peen	veldboon/ z.tarwe
	haver	2	kool	zomertarwe	peen	veldboon/ z.tarwe	aardappel	grasklaver
	ui	3	peen	veldboon/ z.tarwe	aardappel	grasklaver	kool	zomertarwe
	peen	4	grasklaver	kool	zomertarwe	peen	veldboon/ z.tarwe	aardappel
	kool	5	veldboon/ z.tarwe	aardappel	grasklaver	kool	zomertarwe	peen
	grasklaver	6	zomertarwe	peen	veldboon/ z.tarwe	aardappel	grasklaver	kool
		7	bloemenstrook (meerjarig)					
	peen	8	veldboon/ z.tarwe	aardappel	grasklaver	kool	zomertarwe	peen
	ui	9	grasklaver	kool	zomertarwe	peen	veldboon/ z.tarwe	aardappel
	haver	10	zomertarwe	peen	veldboon/ z.tarwe	aardappel	grasklaver	kool
	zomertarwe	11	aardappel	grasklaver	kool	zomertarwe	peen	veldboon/ z.tarwe
	Aardappel	12	peen	veldboon/z. tarwe	aardappel	grasklaver	kool	zomertarwe
	Grasklaver	13	kool	zomertarwe	peen	veldboon/ z.tarwe	aardappel	grasklaver
	kool	rand	veldboon/ z.tarwe	aardappel	grasklaver	kool	zomertarwe	peen

Bijlage 2 Situering proef binnen bedrijf Broekemahoeve, Lelystad 2014

J8	J9	J10
	J9-3B zomertarwe	J10-6 kool < 85 m >
J8-B peen		Biodivers J10-5 aardappel
J8-6 aardappel		
J8-5 1,2 ha peen	J9-2B Zaai uien	J10-4 zomertarwe
J8-4 Gras/klover		
J8-3 Biodivers <125 m>		J10-3 zomertarwe/veldboon
zome r- tarwe		
J8-2 zomertarwe/veldboon		
J8-1 1,5 ha kool		J10-2 Gras/klover
J8-A aardappel 0,8 ha	PPO - erf	J10-1 peen

	Weerbaar systeem
J9-2B	BASIS fields
	Biologisch
Peen	Referentie gewas (paarse letters) in standaard systeem

noord



Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 430
8200 AK Lelystad
T 0320 29 11 11
www.wageningenUR.nl

PPO/PRI-rapport 661



Bij Wageningen UR proberen plantonderzoekers de eigenschappen van planten te benutten om problemen op het gebied van voedsel, grondstoffen en energie op te lossen. Zo worden onze kennis van planten en onze moderne voorzieningen ingezet om de kwaliteit van leven in het algemeen en de innovatiekracht van onze opdrachtgevers in het bijzonder te vergroten.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,
onderdeel van Wageningen UR
Edelhertweg 1
Postbus 430
8200 AK Lelystad
T (+31)320 29 11 11
www.wageningenUR.nl/ppo

Report 661

Bij Wageningen UR proberen plantonderzoekers de eigenschappen van planten te benutten om problemen op het gebied van voedsel, grondstoffen en energie op te lossen. Zo worden onze kennis van planten en onze moderne voorzieningen ingezet om de kwaliteit van leven in het algemeen en de innovatiekracht van onze opdrachtgevers in het bijzonder te vergroten.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

