

Effecten van een nematodenbesmetting op een veenkoloniaal akkerbouwbedrijf



Naam:	Jasper Speelman
Opleiding:	Tuin en akkerbouw
School:	Aeres Hogeschool Dronten (voorheen CAH Vilentum)
Plaats:	Tweede Exloërmond
Datum:	16-11-2020
Afstudeerdocent:	Dhr. P.J. Haak

Effecten van een nematodenbesmetting op een veenkoloniaal akkerbouwbedrijf

Welke gevolgen heeft een besmetting van Globodera rostochiensis/ pallida en Pratylenchus penetrans op de opbrengst van zetmeelaardappelen

Naam: Jasper Speelman
Opleiding: Tuin en akkerbouw
School: Aeres Hogeschool Dronten (voorheen CAH Vilentum)
Plaats: Tweede Exloërmond
Datum: 16-11-2020
Afstudeerdocent: Dhr. P.J. Haak

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Voor u ligt mijn afstudeerwerkstuk “Effecten van een nematodenbesmetting op een veenkoloniaal akkerbouwbedrijf”. Dit afstudeerwerkstuk is een van de onderdelen van de afstudeerfase van de opleiding Tuin en Akkerbouw aan de Aeres hogeschool te Dronten.

In dit afstudeerwerkstuk staan een aantal nematoden centraal, denkend aan het aardappelcystenaaltje *Globodera rostochiensis/pallida* en het wortellesieaaltje *Pratylenchus penetrans*. Het afstudeerwerkstuk is specifiek gericht op de zetmeelaardappeltelers in de veenkoloniën. Het eindproduct is een literatuurstudie gericht op de gevolgen en oplossingen voor een nematodenbesmetting op een veenkoloniaal akkerbouwbedrijf.

Bij deze wil ik graag een aantal mensen bedanken. Via deze weg wil ik mijn coach de heer P. Haak bedanken voor zijn begeleiding en de ondersteuning tijdens het schrijven van dit afstudeerwerkstuk. Daarnaast wil ik Agriant B.V., Boerenbedrijf Beuling B.V. en Akkerbouw en pluimveebedrijf Schuur bedanken voor het beschikbaar stellen van hun gegevens. Ook wil ik alle andere mensen bedanken die direct of indirect hebben bijgedragen aan het schrijven van dit afstudeerwerkstuk.

Tweede Exloërmond, november 2020

Inhoudsopgave

Titelpagina	I
Voorwoord	II
Inhoudsopgave	III
Samenvatting	IV
Summary	V
1 Inleiding.....	1
2 Materiaal en methode	8
2.1 Deelvraag 1, wat zijn de gevolgen van een nematodenbesmetting.	8
2.2 Deelvraag 2, welke oplossingsrichtingen zijn er om de schade van een besmetting te voorkomen.	10
2.3 Deelvraag 3, wat zijn de financiële gevolgen van een besmetting voor een veenkoloniaal akkerbouwbedrijf.	13
3 Resultaten	15
3.1 Wat zijn de gevolgen van een nematodenbesmetting.	15
3.1.1 Gevolgen van een besmetting met <i>Pratylenchus penetrans</i>	15
3.1.2 Gevolgen besmetting met <i>Globodera rostochiensis/ pallida</i>	16
3.2 Welke oplossingsrichtingen zijn er om de schade van een besmetting te voorkomen. ...	18
3.2.1 Bouwplan	18
3.2.2 <i>Tagetes patula</i>	19
3.2.3 Raketblad	22
3.2.4 Inundatie	22
3.2.5 Nematiciden	23
3.2.6 Aardappelen als vanggewas	25
3.3 Wat zijn de financiële gevolgen van een besmetting voor een veenkoloniaal akkerbouwbedrijf.	26
3.3.1 Financiële gevolgen besmetting met <i>Globodera rostochiensis /pallida</i>	26
3.3.2 Financiële resultaat oplossingsrichtingen voor <i>Globodera rostochiensis /pallida</i>	27
3.3.3 Financiële gevolgen besmetting met <i>Pratylenchus penetrans</i>	29
3.3.4 Financiële resultaat oplossingsrichtingen voor <i>Pratylenchus penetrans</i>	29
4 Discussie	34
4.1 Aanpak van de literatuurstudie	34
4.2 Resultaten.....	34
5 Conclusie & Aanbevelingen	36
Literatuurlijst.....	39
Bijlage 1 Saldo's 2013 t/m 2017	42
Bijlage 2 Saldoberekeningen vanggewassen	43
Bijlage 3 Saldoberekening zetmeelaardappel, zaaiui, wintergraan & suikerbieten	46
Bijlage 4: Toestemmingsformulier tot opname en beschikbaarstelling afstudeerwerkstukken in repository	47

Samenvatting

Het traditionele veenkoloniale bouwplan bestaat uit zetmeelaardappelen, granen en suikerbieten. De laatste jaren neemt de teelt van zaaiuien in de veenkoloniën toe. Zowel in de zetmeelaardappelen als in de uien ondervindt men opbrengstderving door de toenemende nematodendruk op de bedrijven. Door de toenemende druk van het aardappelpycystenaaltje *Globodera rostochiensis*/ *pallida* en het vrijlevend wortellesieaaltje *Pratylenchus penetrans* komen de saldo's onder druk te staan. Door de toenemende druk ontstaan er veel vragen over de gevolgen hiervan.

De hoofdvraag van dit literatuuronderzoek luidt daarom ook: ***“Welke gevolgen heeft een nematodenbesmetting op de teelt van zetmeelaardappelen in het veenkoloniale zand- en dalgebied, wat zijn de gevolgen voor de bedrijven en welke oplossingsmogelijkheden zijn ervoor handen.”***

Uit analyse van de gevonden literatuur blijkt dat een besmetting met het vrijlevend wortellesieaaltje *P. penetrans* meerdere negatieve gevolgen voor de zetmeelaardappelteelt. De nematode prikt de wortel aan, waarna deze afsterft. Bij een besmetting met *P. penetrans* ondervindt de aardappel zoveel schade dat een opbrengstderving van 20-30% te verwachten is. Ook de teelt van zaaiuien ondervindt schade door *P. penetrans*. Ook aardappelmoeheid, *Globodera* spp. zorgt voor een opbrengstderving in de aardappelteelt. Afhankelijk van het geteelde ras en de hoogte van de aanwezige besmetting, geeft het een opbrengstderving van 20-50%. Niet alleen geeft het een opbrengstderving in de teelt van aardappelen. Wanneer een perceel besmet verklaard wordt op de aanwezigheid van *Globodera* spp., mag op het perceel geen uitgangsmateriaal zoals pootaardappelen, 1^e jaars plantuien en bloembollen meer geteeld worden.

Voor zowel het aardappelpycysten aaltje *Globodera* spp. als vrijlevend wortellesieaaltje *P. penetrans* zijn er diverse oplossingsrichtingen om de besmettingen te bestrijden. Enkele oplossingsrichtingen voor het bestrijden van *Globodera* spp. zijn: de teelt van raketblad (doding tussen de 15-72%), aardappelen als vanggewas (doding 80-90%) en inundatie (doding 99%). Bij problemen met *P. penetrans* is de beste keuze om *Tagetes patula* te zaaien, deze heeft een actieve doding en weet besmettingen terug te dringen naar nul of bijna nul.

Ook blijkt uit de literatuur dat de financiële gevolgen *Globodera* spp. erg afhankelijk zijn van het bouwplan van een bedrijf. Teelt men zetmeelaardappelen dan is de opbrengstderving afhankelijk van de hoogte van de besmetting €866,- tot €1.732,- per hectare. Wanneer men pootgoed teelt en door een besmetverklaring terug moet naar zetmeelaardappelen, geeft dit een verlies van € 3.438,- per hectare. De financiële gevolgen van een besmetting met *P. penetrans* is in de teelt van zetmeelaardappelen een opbrengstderving van €796,25 per hectare. In de teelt van uien ligt de opbrengstderving op €990,- per hectare. Wanneer men naar de oplossingsrichtingen kijkt kan zowel de teelt van raketblad als aardappelen als vanggewas om *Globodera* spp. te bestrijden financieel het beste uit. Echter alleen wanneer men pootgoed gaat telen na het uitvoeren van een bestrijding. Bij een besmetting met *P. penetrans* is de teelt van *Tagetes patula* na de teelt van wintergerst financieel gezien de beste keuze. Zowel in de teelt van aardappelen als uien wordt een aanzienlijke meeropbrengst behaald.

Het antwoord op de hoofdvraag is dat de gevolgen van een nematodenbesmetting erg afhankelijk zijn van de soort besmetting, de hoogte van de besmettingsgraad en de geteelde gewassen op een bedrijf. De besmettingen hebben grote financiële gevolgen voor een bedrijf. Om een besmettingen te bestrijden zijn er meerdere oplossingsmogelijkheden. Bij een besmetting met *Pratylenchus penetrans* is het telen van *Tagetes patula* na de teelt van wintergerst een financieel aantrekkelijke oplossing. Bij een besmetting met *Globodera rostochiensis*/ *pallida* ligt de voorkeur bij de teelt van aardappelen als vanggewas en daarna weer gebruik maken van de mogelijkheid om pootgoed te telen. Met dit literatuuronderzoek is er een naslagwerk voor agrariërs, teeltadviseurs en andere belangstelden voor de zetmeelaardappelteelt die problemen ondervinden met nematoden. Hierin vinden ze informatie over de gevolgen en de verschillende oplossingsrichtingen die er beschikbaar zijn.

Summary

The traditional Veenkoloniaal farm consists of starch potatoes, cereals and sugar beets. In recent years, the cultivation of seed onions has increased in the Veenkoloniën. Both starch potatoes and onions are experiencing yield loss as a result of the increasing nematode pressure on the farms. Due to the increasing pressure of the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* / *pallida* and the root lesion nematode *Pratylenchus penetrans*, the margins are under pressure. This increasing pressure of nematodes raises many questions on the consequences.

To address this problematic issue, this literature study will provide an answer to the following main question: ***"What consequences does a nematode contamination have on the cultivation of starch potatoes in the Veenkoloniën, what are the consequences for the farms and what solutions are available for it"*** Analysis of the existing literature found that contamination with the root lesion nematode *P. penetrans* has several negative consequences for starch potato cultivation. The nematode pierces the root, whereafter it dies. Correspondingly, a contamination with *P. penetrans* results in an expected loss of 20-30%. The cultivation of seed onions is also being impaired by *P. penetrans*. Potato cyst nematode *Globodera* spp. causes loss of yield in potato cultivation. Depending on the variety grown and the level of contamination present, contamination by *Globodera* spp. results in 20-50% yield depletion. However it does not only cause a loss of yield in the cultivation of potatoes. When a plot is declared infected for the presence of *Globodera* spp. It is no longer aloud to grow seed potatoes, first year onion sets and flower bulbs on the plot.

For both the potato cyst nematode *Globodera* spp. and the root lesion nematode *P. penetrans*, there are various solutions to combat the infections. Possible solutions to control *Globodera* spp. are the cultivation of *Solanum sisymbriifolium* (killing between 15-72%), scattering potatoes as catch crops (killing 80-90%) and inundation (killing 99%). When it comes to *P. penetrans* contamination, it is advised to sow *Tagetes patula*, which reduces the infections to (nearly) nil.

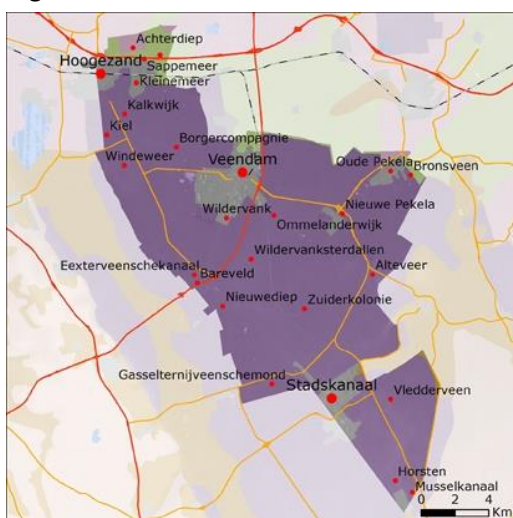
Moreover, the literature shows the financial impact of *Globodera* spp. which is dependent on the potato type grown. If starch potatoes are grown, the yield loss varies between €866,- and €1732,-/hectare, depending on the level of contamination. However, when seed potatoes are grown and have to be returned to starch potatoes due to a contamination declaration, it will result in a loss of €3438,-/hectare. Likewise, contamination with *P. penetrans* results in yield loss of €796,25 per hectare in the cultivation of starch potatoes. Regarding the cultivation of seed onions, the loss of yield translates to €990,- per hectare.

Looking at the solutions, the cultivation of rocket leaves and potatoes as a catch crop to combat *Globodera* spp is financially most viable. However, only in case one starts growing seed potatoes after export. On the other hand, when infected with *P. penetrans*, the cultivation of *Tagetes patula* after the cultivation of winter barley is the best financial choice. A considerable increase in yield is achieved in both the cultivation of starch potatoes and seed onions.

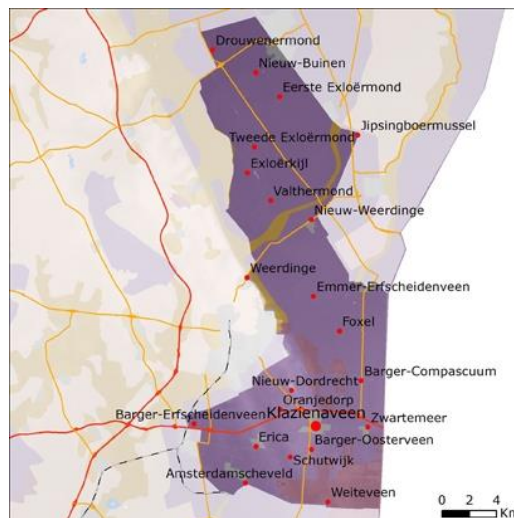
To conclude the research question, the consequences of a nematode contamination are highly dependent on the type of contamination and the level of contamination and the crops grown on a farm. Nonetheless, the infections have major financial consequences for a company, though fortunately, several solutions are available. In case of contamination with *Pratylenchus penetrans*, growing *Tagetes patula* after growing winter barley is a financially attractive solution. In case of contamination with *Globodera* spp. the preference is for the cultivation of potatoes as a catch crop and then again using the option of growing seed potatoes. This literature study provides a reference book for farmers, crop advisers and other interested parties in starch potato cultivation who are experiencing problems with nematodes. In this research study information is available on the consequences and the various solutions to these kind of problems.

1 Inleiding

De veenkoloniën is een streek in het zuidoosten van de provincie Groningen, en het oosten van de provincie Drenthe. De veenkoloniën is op te delen in twee gebieden: de oude en de jonge veenkoloniën. De oude veenkoloniën (figuur 1) bestaat uit de gemeentes: Hogezaand Sappemeer, Veendam, Pekela, Stadskanaal en Westerwolde. Vanaf de 17^e eeuw is men begonnen met de vervening van het Boertanger Moeras (Vries, 2019). De jonge veenkoloniën (figuur 2) bestaat uit de gemeentes: Borger-Odoorn en Emmen. Het is een voormalig hoogveengebied dat in de 19^e en 20^e eeuw is verveend. Na de Tweede Wereld Oorlog stopte de vervening door de komst van andere goedkopere brandstoffen (Vries, 2019). De bovenste laag van het hoogveen de zogenaamde Bolsterlaag was niet geschikt als brandstof. Na het afgraven van het veen werd deze laag teruggebracht en vermengt met de dekzand laag. Hierdoor ontstond er dalgrond, in combinatie met dierlijke en kunstmest een redelijk vruchtbare akkerbouwgrond (Aalders, 2020). Deze grond bleek zeer geschikt voor de teelt van zetmeelaardappelen. De zetmeelaardappelteelt is de redding van het gebied geweest, het zorgde voor veel werkgelegenheid.



Figuur 1 Oude Veenkoloniën (Vries, 2019)



Figuur 2 Jonge veenkoloniën (Vries, 2019)

Nog steeds is de zetmeelaardappel een belangrijk gewas voor het veenkoloniaal akkerbouwbedrijf. Het veenkoloniale bouwplan bestaat uit: zetmeelaardappelen, granen (voornamelijk zomergerst en wintertarwe) en suikerbieten (Knollema, 2018). In tabel 1 is te zien hoe het standaardbouwplan is samengesteld. Onder overige gewassen worden gerekend: cichorei, waspeen, zaaiuien en bloembollen.

Tabel 1 Veenkoloniaal bouwplan (Knollema, 2018)

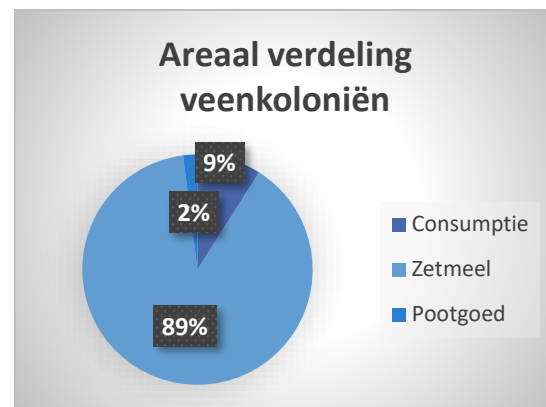
Theoretisch bouwplan		Werkelijk bouwplan	
Gewas	Percentage	Gewas	Percentage
Zetmeelaardappelen	50%	Zetmeelaardappelen	39%
Graan	25%	Pootaardappelen	3%
Suikerbiet	20%	Consumptieaardappelen	2%
Overige	5%	Graan	30%
		Suikerbiet	18%
		Overige	8%
Totaal	100%		100%

Dat de zetmeelaardappel een veel geteeld gewas is in de veenkoloniën blijkt ook uit de cijfers van het Centraal Bureau voor de Statistiek. In Nederland wordt 165.065,97 hectare aardappelen geteeld (2018), daarvan wordt 25.778,91 hectare in de veenkoloniën geteeld, dit ongeveer 16% van het landelijk areaal (CBS, 2018). In tabel 2 en figuur 3 is de areaal verdeling van de aardappelteelt in de veenkoloniën te zien. Onder de veenkoloniën worden de eerder genoemde gemeenten gerekend:

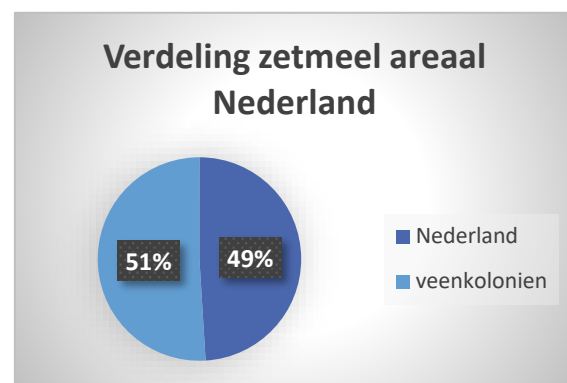
- Hogezaand Sappemeer
- Veendam
- Pekela
- Stadskanaal
- Westerwolde
- Borger-Odoorn
- Emmen

Tabel 2 Aardappelareaal in Nederland (CBS, 2018)

Nederland totaal	165.065,97	Ha
Veenkoloniën	25.778,91	Ha
Waarvan:	Consumptie	2.356,02 Ha
	Pootgoed	450,05 Ha
	Zetmeel	22.972,84 Ha



Figuur 3 Areaal verdeling veenkoloniën (CBS, 2018)



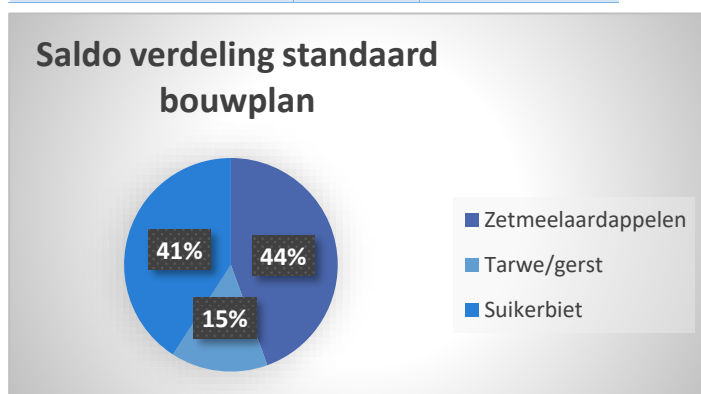
Figuur 4 Zetmeel areaal verdeling Nederland (CBS, 2018)

Van het aardappel areaal in Nederland is 45.073,16 hectare zetmeelaardappelen. Dit 27 % van het aardappelareaal van Nederland. Meer dan de helft van dit areaal, 22.972,84 hectare (51%) wordt in de veenkoloniën verbouwt (CBS, 2018). De verdeling van het zetmeelareaal is te zien in figuur 4.

Ook financieel gezien is de zetmeelaardappel een belangrijk gewas voor het veenkoloniaal akkerbouwbedrijf. De zetmeelaardappel zorgt voor een groot deel van het inkomen van een bedrijf. Om te kijken hoe groot het aandeel is voor het bedrijfssaldo is in bijlage 1 een saldoberekening van de afgelopen 5 teeltjaren gemaakt. Voor de berekeningen van het bedrijfssaldo is gebruik gemaakt van een gemiddeld bedrijf met 100 hectare grond. Uit de gegevens blijkt dat voor een standaard bouwplan de zetmeelaardappelen voor 44% van de inkomsten zorgt, zoals te zien in tabel 3 en figuur 5. Dit is een gemiddeld saldo van de jaren 2013 t/m 2017. De laatste jaren vindt er een verschuiving in het bouwplan plaats. Sommige bedrijven leveren een deel van hun areaal zetmeelaardappelen en suikerbieten in voor de teelt van zaaiuien. Deze trend zal zich de komende jaren doorzetten (Vos, 2019). Door de teelt van zaaiuien verandert het bedrijfssaldo van deze bedrijven positief ten opzichte van het standaard bouwplan. Zoals te zien in figuur 6 en tabel 4 op de volgende pagina.

Tabel 3 Bedrijfssaldo standaard bouwplan

Gewas	Ha	Saldo
Zetmeelaardappelen	50,00	€ 95.731,10
Tarwe/gerst	25,00	€ 31.642,43
Suikerbiet	25,00	€ 87.972,85
Totaal	100,00	€ 215.346,38

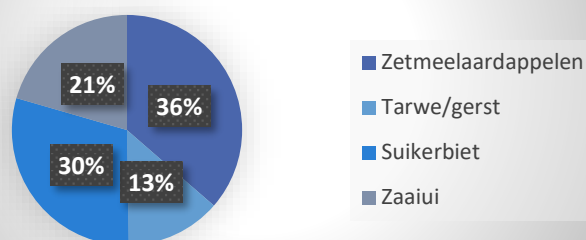


Figuur 5 Saldo verdeling standaard bouwplan (CBS, 2019) (Wageningen University & Research, 2019)

Tabel 4 Bedrijfssaldo standaard bouwplan + zaaiuien

Gewas	Ha	Saldo
Zetmeelaardappelen	45,00	€ 86.157,99
Tarwe/gerst	25,00	€ 31.642,43
Suikerbiet	20,00	€ 70.378,28
Zaaiui	10,00	€ 48.582,82
Totaal	100,00	€ 236.761,52

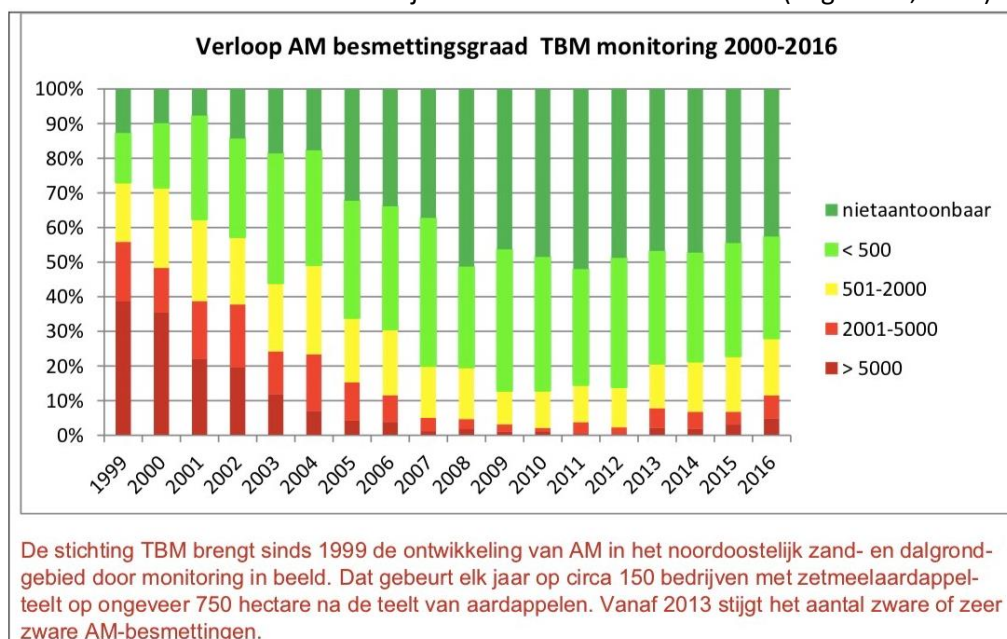
Saldo verdeling standaard bouwplan + zaaiuien



Figuur 6 Saldo verdeling standaard bouwplan + zaaiuien

Maar het saldo van het veenkoloniale akkerbouwbedrijf staat onder druk door de toenemende aaltjesproblematiek in de zetmeelaardappelteelt. Uit metingen van Stichting TBM (Teeltbeschermingsmaatregelen Zetmeelaardappelen) die jaarlijks 750 ha monitort blijkt dat de afgelopen jaren de besmetting met aardappelmoeheid is toegenomen. Op de website van Boerderij was in een interview met Jeroen Kloos, projectleider van het plan van aanpak voor AM van Brancheorganisatie Akkerbouw te lezen dat 2 jaar geleden 1 tot 1,5% van de onderzochte percelen zwaar tot zeer zwaar besmet was met aardappelmoeheid. Dat is opgelopen naar 20% in de laatste meting (Engwerda, 2019). Jeroen Kloos spreekt over een zorgelijk toename van aardappelmoeheid. In figuur 7 is het verloop van het aantal besmettingen te zien.

Het meest bezorgd is Kloos over het vinden van virulente AM-aaltjes op percelen waar resistente rassen zijn geteeld voor aardappelmoeheid (AM). “Van 1998 tot 2012 zagen we een afname van percelen met een zware AM-besmetting door het telen van resistente rassen. Vanaf 2012 zien we een lichte toename. Maar de laatste 2 jaar is die toename heel sterk” (Engwerda, 2019).



Figuur 7 Verloop AM-besmetting (Stichting TBM, 2018)

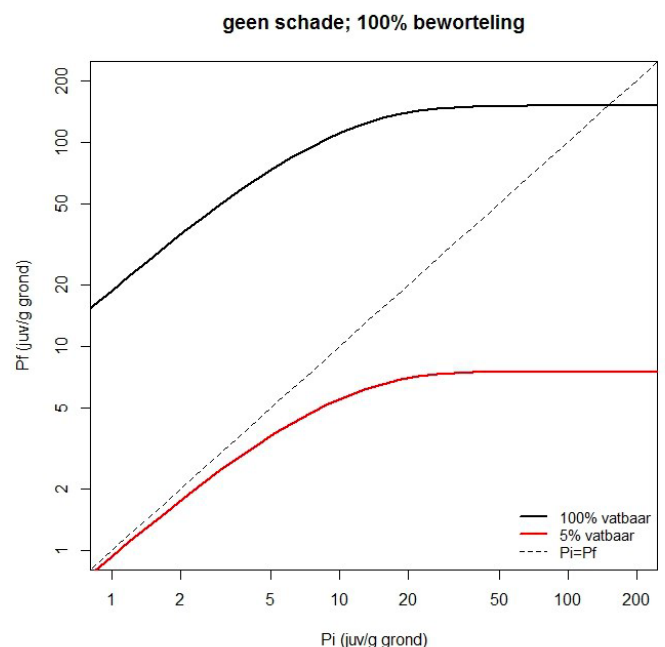
Aardappelmoeheid wordt veroorzaakt door het aardappelcysteaaltje. Het aardappelcysteaaltje is onder te verdelen in *Globodera rostochiensis* en *Globodera pallida* (Brancheorganisatie Akkerbouw, 2018). Beide soorten bestaan uit meerder groepen ook wel pathotypen genoemd. Van *G. rostochiensis* zijn 5 pathotypen bekend: Ro 1, Ro 2, Ro 3, Ro 4 en Ro5. Bij *G. pallida* is er wel variatie tussen de populaties maar zijn ze niet te onderscheiden van elkaar, hierdoor gaan de pathotypen in elkaar over. Bij *G. pallida* heb je een onderverdeling in: Pa 1, Pa 2 en Pa 3. Het pathotype Pa 1 is in Nederland nog nooit aangetroffen, in Nederland betreft het altijd een mengpopulatie van Pa 2 en Pa 3 (Molendijk, Den Nijs, & Janssen, 2017).

Tussen beide soorten is het enige visuele verschil te zien op het moment dat de cysten verkleuren. *G. rostochiensis* verkleurt van wit via geel naar bruin. Bij *G. pallida* is de geelverkleuring er niet en verkleuren de cysten van wit naar bruin (Brancheorganisatie Akkerbouw, 2018).

De cysten van *Globodera rostochiensis* en *pallida* bestaat uit de gelooide huid van de afgestorven moeder. De moeder zet gedurende haar leven eieren af binnen haar lijf. Na de dood van de moeder blijft de cyste gevuld met eieren achter in de grond. In de eieren vindt de eerste ontwikkeling van de nieuwe aaltjes nog juvenielen genoemd al plaats, de eerste vervelling. Pas wanneer er een nieuw aardappelgewas aanwezig is en deze lokstoffen produceert, wordt de rust doorbroken en verlaten de juvenielen de cyste. De juvenielen zoeken zich een weg naar de wortels van de aardappelplant en prikken deze aan. Hierdoor ontstaat er een zogeheten 'reuzencel': een voedingscel. Vanuit de voedingscel voedt de juveniel zich. Het juveniel vervelt zich 3 keer, na de 3^e vervelling wordt de populatie opgesplitst in mannetjes en vrouwtjes. De vrouwtjes blijven in het wortelgestel achter en zwellen op. Op een gegeven moment barst hun achterlijf uit de wortel en dan worden de vrouwtjes bevrucht door de mannetjes. Kort na de bevruchting sterven de mannetjes. De vrouwtjes blijven in de wortel zitten. Omstreeks de langste dag zijn ze op de wortels zichtbaar als witte bolletjes. Het vrouwtje sterft ook uiteindelijk, de huid looit en zo ontstaat er een nieuwe cyste (Brancheorganisatie Akkerbouw, 2018).

In het begin van de jaren 50 werd door de Stichting van Plantveredeling begonnen met het inkruisen van resistenties in aardappelrassen tegen *G. rostochiensis* en *G. pallida* (Janssen R., 2004). De resistentie van *G. rostochiensis* is in het merendeel van de aardappelrassen gebaseerd op 1 gen. Dit in tegenstelling tot *G. pallida*. Bij *G. pallida* is de resistentie verdeeld over meerdere genen. De mate van resistentie hangt af van het aantal resistentie genen die het ras bevat. Hierdoor is de resistentie niet absoluut maar partieel. Hierdoor kan afhankelijk van de hoeveelheid aanwezige resistentie genen in een ras alsnog een paar juvenielen zich ontwikkelen tot vrouwtje en een voedingscel maken (Molendijk, Den Nijs, & Janssen, 2017).

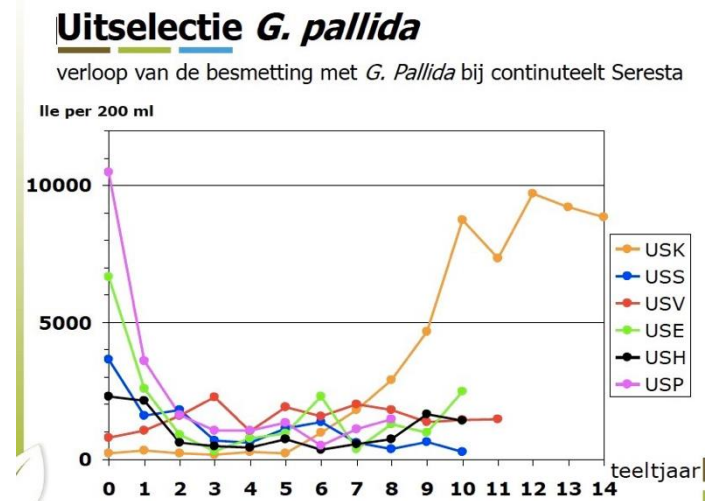
De mate waarin *G. rostochiensis* en *G. pallida* vermeerderen op een bepaald aardappelras is afhankelijk van meerdere factoren. Onder andere de mate van resistentie van een ras, de dichtheid van de populatie cysten, het perceel en de groeiomstandigheden hebben effect op de vermeerdering van de aardappelcysten. Door de grote variatie aan factoren die een invloed hebben op de vermeerdering wordt de resistentie van een ras uitgedrukt in relatieve vatbaarheid (Molendijk, Den Nijs, & Janssen, 2017). Wanneer er geen besmetting is lopen de lijnen van het vatbare ras en de partieel resistente ras gelijk. Om de relatieve vatbaarheid te bepalen wordt er op een besmetting een volledig vatbaar ras vergeleken met een partieel vatbaar ras. Zoals te zien is in figuur 8. De eindbesmetting van het volledig vatbare ras wordt op 100% gezet. Deze wordt vergeleken met de vermeerdering van het partieel resistente ras. Met behulp van een formule wordt zo de relatieve vatbaarheid bepaalt (Molendijk, Den Nijs, & Janssen, 2017). Aan de hand van de relatieve vatbaarheid kan de maximale eindbesmetting na een teelt van partieel resistent ras bepaald worden.



Figuur 8 Relatie P_i en P_f bij een vatbaar en partieel resistent ras (Molendijk, Den Nijs, & Janssen, 2017)

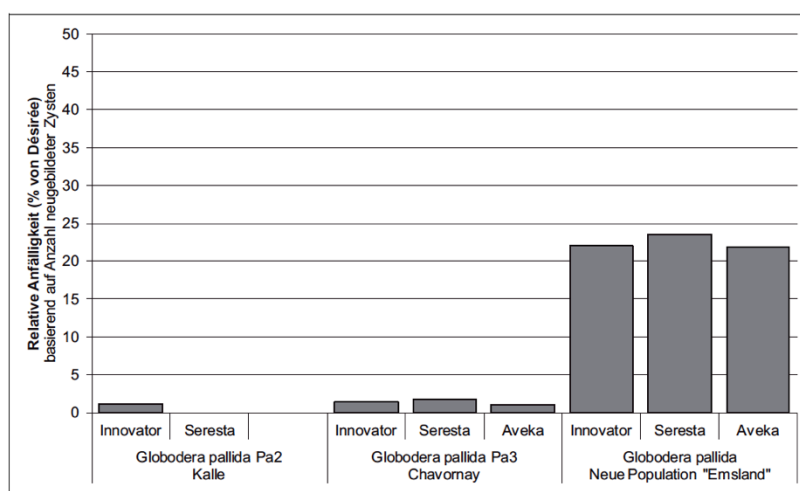
Het probleem waar telers op dit moment mee geconfronteerd worden is dat er ondanks het telen van resistente aardappelrassen toch vermeerdering van aardappelmoeheid plaats vindt. Dit komt doordat een klein deel van de aaltjespopulatie de resistentiewerking van de aardappelplant heeft weten te omzeilen. Deze aaltjes worden virulente aaltjes genoemd. Deze kunnen ondanks de resistentiegenen van de plant zich toch vermeerderen. Wanneer er in de loop der jaren vaak hetzelfde ras geteeld wordt op hetzelfde perceel, kan deze virulente populatie zich ongestoord vermeerderen van een aantal aaltjes na een zware besmetting met aardappelpycsteaaltjes (Molendijk, Den Nijs, & Janssen, 2017).

Het HLB heeft in de jaren '90 in samenwerking met de WUR een proef aangelegd op proefboerderij Kooyenburg Marwijksoord. In de proef werd er 1 op 1 het ras Seresta geteeld. Na 6 teeltjaren begon een bepaalde populatie zich sterk te vermeerderen. Deze kreeg de naam USK, Uit Selectie Kooyenburg. Het verloop van de besmetting is te zien in figuur 9. De relatieve vatbaarheid van beide populaties liep op naar 25 %. Deze had echter niet hoger mogen zijn dan 2% vergeleken met de door Europa opgestelde resistentietoets populaties (Molendijk, Den Nijs, & Janssen, 2017).



Figuur 9 Uitselectie *G. pallida* (Schepel, 2019)

Niet alleen onder zetmeelaardappelen vindt zich uitselectie plaats. De landwirtschaftskammer Hannover meldt in 2012 dat zij ook op een proefveld een verdachte populatie *G. pallida* hebben aangetroffen. De eindbesmettingen op dit perceel lag vele malen hoger dan verwacht mocht worden bij het telen van rassen met de bijbehorende resistenties tegen *G. pallida*. Op het perceel werd een 1 op 2 rotatie aangehouden met driemaal op rij een teelt van het ras Festien. De besmetting is vergeleken met de in Europa vastgestelde *G. pallida* populaties. In de proef zijn zowel de officiële *G. pallida* 2, *G. pallida* 3 en de virulente "Emsland populatie meegenomen. De proef is uitgevoerd met 2 zetmeelrassen, Seresta en Aveka en het bekende consumptie ras Innovator. Zoals te zien is in figuur 10 vermeerderd de virulente "Emsland" populatie zich sterk op al deze rassen. Bij de officiële *G. pallida* stammen vindt geen tot weinig vermeerdering plaats zoals verwacht mocht worden aan de hand van de resistentie genen van deze rassen. Met deze proef is aangetoond dat er een nieuwe *G. pallida* populatie is ontstaan die de resistenties van bestaande aardappelrassen weet te omzeilen (Molendijk, Den Nijs, & Janssen, 2017).



Figuur 10 uitselectie "Emsland" populatie (Smant, 2019)

Abb. 1. Vergleich der relativen Anfälligkeit der Kartoffelsorten 'Innovator', 'Seresta' und 'Aveka' für die *Globodera pallida* Populationen „Kalle“, „Chavornay“ und den neu in Deutschland aufgetretenen Virulentyp „Emsland“ ('Désirée' = 100%).

Naast *Globodera rostochiensis* en *pallida* is *Pratylenchus penetrans*, ook wel bekend als het wortelsieaaltje een toenemend probleem aan het worden op zand en dalgrond. Dit is het gebied waar de meeste zetmeelaardappels geteeld worden. De druk van *Pratylenchus penetrans* is de afgelopen jaren toegenomen doordat de inzet van natte grondontsmetting is afgenomen. Daarnaast heeft *Pratylenchus penetrans* een brede waardplantenreeks waardoor deze zich snel kan vermeerderen (Brommer & Molendijk, 2006).

Pratylenchus penetrans is net als *Globodera rostochiensis* en *pallida* een aaltje. Het verschil tussen beide aaltjes is dat *Globodera rostochiensis* en *pallida* cysteaaltjes zijn en maar één waardplant hebben. *Pratylenchus penetrans* is een vrijlevend aaltje met een grote waardplantenreeks.

Pratylenchus penetrans blijft ten opzichte van de cysten zijn gehele levenscyclus mobiel in de bodem. Hierdoor kan deze zowel in de plantenwortels als losse grond bewegen. In zowel de losse grond als in de wortels van waardplanten komen alle stadia van het aaltje voor. Vanuit de losse grond dringt een aaltje de wortel van een waardplant binnen. Eenmaal binnen zuigt deze de cellen van de wortel leeg. De cellen die leeggezogen zijn sterven af en verkleuren bruin. Hierdoor ontstaat het bekende schadebeeld van *Pratylenchus penetrans*, de lichtbruine laesies op de wortel zoals te zien is in figuur 11 (Brommer & Molendijk, 2006) (Wageningen Universiteit & Research, 2019).



Figuur 11 Schadebeeld *Pratylenchus penetrans* op een aardappelwortel (Groenkennisnet, 2019)

Wanneer er voldoende voedsel aanwezig is voor de vrouwtjes, leggen ze eitjes in de grond of in de wortel van de waardplant. In tegenstelling tot *Globodera rostochiensis* en *pallida* kan *P. penetrans* onder Nederlandse weersomstandigheden 2 tot 3 generaties per jaar hebben. *Globodera rostochiensis* en *pallida* hebben onder deze weersomstandigheden maar één generatie per jaar. Doordat *P. penetrans* meerder generaties per jaar kan hebben is er een sterke vermeerdering (Brommer & Molendijk, 2006) (Wageningen Universiteit & Research, 2019).

Schade door *P. penetrans* wordt veroorzaakt door het aanprikken van de wortels van de waardplant. Hierdoor ontstaan er bruine laesies op de wortels. Bij een zware besmetting rot het wortelgestel weg. Bij een zware besmetting van *P. penetrans* lijken de symptomen op een valplek bij aardappels die normaal veroorzaakt wordt door het aardappelcysteaaltje, zoals te zien is in figuur 12. Echter wanneer er op deze locatie een monsters geprikt wordt, wordt het duidelijk dat het om een besmetting met *P. penetrans* gaat.



Figuur 12 Valplek veroorzaakt door *P. penetrans* (Wageningen Universiteit & Research, 2019)

In Noorwegen werden de gevolgen van een besmetting met *P. penetrans* duidelijk door het aanleggen van een proef op een besmet perceel met *P. penetrans*. Op het perceel waar drie jaar gerst geteeld was, werd een proef aangelegd. Het doel van deze proef was het onderzoeken welke schade *P. penetrans* kan veroorzaken op de opbrengst van aardappelen. De hoogte van de besmetting van het zwaarst besmette deel was 900 pp/ 250 g grond. Op het naastgelegen gedeelte van het perceel was er een besmetting aanwezig van 40 pp/ 250 g grond. Bij de oogst in oktober werd het effect van de besmetting duidelijk. Na de teelt werd van beide percelen een opbrengst bepaling gedaan. Op het gedeelte van het perceel met de lage besmetting was de opbrengst 30 ton aardappels per Ha. In het deel met de zware besmetting bedraagt de opbrengst slechts 15 ton aardappels per Ha. In deze situatie levert deze besmetting een opbrengstderving van 50% op (Holgado, Oppen Skau, & Magnusson, 2009).

Ook onder Nederlandse omstandigheden ontstaat er door een besmetting met *P. penetrans* een substantiële opbrengstderving. Deze opbrengstderving kan bij een besmetting oplopen tot 20-30%. Bij rassen die gevoelig zijn voor een besmetting met *P. penetrans* zoals het veel geteelde ras Seresta, kan de opbrengstderving nog verder oplopen (Brommer & Molendijk, 2006).

Dit heeft uiteindelijk tot de volgende hoofdvraag geleid:

“Welke gevolgen heeft een nematodenbesmetting op de teelt van zetmeelaardappelen in het veenkoloniale zand- en dalgebied, wat zijn de gevolgen voor de bedrijven en welke oplossingsmogelijkheden zijn ervoor handen.”

Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- Wat zijn de gevolgen van een nematodenbesmetting
- Welke oplossingsrichtingen zijn er om de schade van een besmetting te voorkomen
- Wat zijn de financiële gevolgen van een besmetting voor een veenkoloniaal akkerbouwbedrijf.

Het beantwoorden van de hierboven genoemde vragen heeft als doel dat zowel agrariërs als teeltadviseurs inzicht krijgen rondom de nematodenproblemen die zich afspelen in de zetmeelaardappelteelt. Wat zijn de gevolgen van een nematodenbesmetting en welke gevolgen hebben deze voor de continuïteit van een veenkoloniaal akkerbouwbedrijf. Naast de gevolgen wordt er ook gefocust op welke oplossingsmogelijkheden er zijn om de problematiek onder controle te krijgen. Hierdoor ontstaat er met dit literatuuronderzoek een naslagwerk voor agrariërs, teeltadviseurs en andere belangstelden voor de zetmeelaardappelteelt die problemen ondervinden met nematoden.

Deze literatuurstudie richt zich op het veenkoloniale akkerbouwbedrijf. Van de vele nematoden soorten wordt er in deze literatuurstudie alleen gekeken naar aardappelmoehheid, *Globodera rostochien* en *Globodera pallida* en het vrijlevend wortelaaltje *Pratylenchus penetrans*. Andere schadelijke aaltjes soorten die zich voor doen in deze regio worden buiten beschouwing gelaten.

2 Materiaal en methode

In dit hoofdstuk wordt de aanpak van het schrijven van het afstudeerwerkstuk besproken. Per deelvraag wordt er aangegeven welke gegevens er nodig zijn. Ook wordt in dit hoofdstuk het zoekplan en de manier van verwerken van de bronnen besproken.

Voor het opdoen van kennis en informatie om de deelvragen en uiteindelijk de hoofdvraag te kunnen beantwoorden moet er een literatuurstudie gedaan worden. Tijdens deze studie worden er verschillende bronnen gezocht. De belangrijkste eis die aan deze bronnen gesteld wordt is dat deze betrouwbaar zijn.

2.1 Deelvraag 1, wat zijn de gevolgen van een nematodenbesmetting.

In deze deelvraag wordt beschreven wat de gevolgen zijn van een nematodenbesmetting voor een veenkoloniaal akkerbouwbedrijf. Met behulp van een literatuurstudie wordt er informatie verzameld om uiteindelijk deze deelvraag te kunnen beantwoorden. Alle bronnen worden met behulp van een zoekplan beoordeeld op hun relevantie en betrouwbaarheid.

nr.	Titel	Auteurs	Peer-re-viewd	Jaar	APA
1	Groenbemesters in de strijd tegen gewone wortelstee-aaltjes (<i>Pratylenchus penetrans</i>)	Elberse, I Hoek, H		2012	(Elberse & Hoek, 2012)
3	Groenbemesters en <i>Pratylenchus</i> in een bouwplan met zetmeelaard-appelen	E. Brommer & L.P.G. Molendijk		2006	(Brommer & Molendijk, 2006)
4	Field damage in potato by lesion nematode <i>Pratylenchus penetrans</i> , its association with tuber symptoms and its survival in storage	R. Holgado, K. A. Oppen Skau, C. Magnusson	X	2009	(Holgado, Oppen Skau, & Magnusson, 2009)
10	Aaltjes als opbrengst beperkende factor in de Fabrieksaardappelteelt	T.H. Been & L.P.G. Molendijk		2003	(Been & Molendijk, 2003)
11	Deskstudie financiële gevolgen aaltjesbesmetting	W. T. Runia, L.P.G. Molendijk en B. van der Waal		2008	(Runia, Molendijk, & Waal, 2008)
12	Toegenomen virulentie voor <i>Globodera pallida</i> in Nederland	F. Jansen		2017	(Janssen F. , 2017)
13	Achtergrondinformatie over het ontstaan van virulentere populaties van het witte aardappelcyste-aaltje <i>Globodera pallida</i>	L.P.G. Molendijk, L. Den Nijs en F. Janssen		2017	(Molendijk, Den Nijs, & Janssen, 2017)
14	AM: hoe houden we het beheersbaar	Stichting TBM		2018	(Stichting TBM, 2018)
25	Bestrijdingsmaatregelen Aardappelmoehheid	NVWA		2018	(NVWA, 2018)
29	NVWA-aardappelmoehheid	NVWA		-	(NVWA, 2020)

30	Resultaten van het HPA-project Inventarisatie bestrijdingsmethoden	W.T. Runia, T.G. van Beers, E. Brommer, C.J. Kok, L.P.G. Molendijk	X	2006	(Runia, Beers, Brommer, Kok, & Molendijk, 2006)
31	Praktijknetwerk aaltjes - uien	Johnny Visser, Gerard Hoekzema & Leendert molendijk		2015	(Visser, Hoekzema, & molendijk, 2015)
35	Themadag bodem gebonden plagen en ziekten van aardappelen	PAVG		1991	(PAVG, 1991)
40	Modeling of Yield Loss in Potato Early Dying Caused by <i>Pratylenchus penetrans</i> and <i>Verticillium dahliae</i>	T.A. Wheeler, L.V. Madden, R.C. Rowe, R.M. Riedel	X	1992	(Wheeler, Madden, Rowe, & Riedel, 1992)
41	The relationship between initial population density of potato cyst nematode <i>Globodera pallida</i> and the yield of partially resistant potatoes	D.A. Elston, M.S. Phillips, D.L. Trudgil	X	1991	(Elston, Phillips, & Trudgil, 1991)

2.2 Deelvraag 2, welke oplossingsrichtingen zijn er om de schade van een besmetting te voorkomen.

In deze deelvraag wordt beschreven welke oplossingsrichtingen er zijn om de schade van een besmetting te voorkomen. Bij elke oplossing wordt gekeken wat de werking is, en welke mogelijke nadelen en kosten aan deze oplossingen hangen. Met behulp van een literatuurstudie wordt er informatie verzameld om uiteindelijk deze deelvraag te kunnen beantwoorden. Alle bronnen worden met behulp van een zoekplan beoordeeld op hun relevantie en betrouwbaarheid.

nr.	Titel	Auteurs	Type	Jaar	APA
1	Groenbemesters in de strijd tegen gewone wortelstee-aaltje (<i>Pratylenchus penetrans</i>)	Elberse, I Hoek, H		2012	(Elberse & Hoek, 2012)
3	Groenbemesters en <i>Pratylenchus</i> in een bouwplan met zetmeel-aardappelen	E. Brommer & L.P.G. Molendijk		2006	(Brommer & Molendijk, 2006)
5	Effect of Compost and Manure Soil Amendments on Nematodes and on Yields of Potato and Barley: A 7-Year Study	J. Kimpinski, C. E. Gallant, R. Henry, J. A. Macleod, J. B. Sanderson, and A. V. Sturz	X	2013	(Kimpinski J. , et al., 2013)
6	Long-term effects of eight soil health treatments to control plant-parasitic nematodes and <i>Verticillium dahliae</i> in agro-ecosystems	Korthals, G.W. Thoden, T.C. Van den Berg, W. Visser, J.H.M.	X	2013	(Korthals, Thoden, Van den Berg, & Visser, 2013)
8	Suppression of <i>Pratylenchus penetrans</i> Populations in Potato and Tomato using African Marigolds	S.A. Alexander en C.M. Waldermaier	X	2006	(Alexander & Waldermaier , 2006)
9	Effect of Forage and Grain Pearl Millet on <i>Pratylenchus penetrans</i> and Potato Yields in Quebec	G. Bélair, N. Dauphinais, Y. Fournier, O. P. Dangi, and M. F. Clément	X	2005	(Bélair, Dauphinais, Fournier, & Clément, 2005)
12	Toegenomen virulentie voor <i>Globodera pallida</i> in Nederland	Jansen, F		2017	(Janssen F. , 2017)
14	AM: hoe houden we het beheersbaar	Stichting TBM			(Stichting TBM, 2018)
16	Plant Pathogen Population Dynamics in Potato Fields	Morgen, G.D. Stevenson, W.R. MacGuidwin, A.E. Kelling, K.A. Binning, L.K. J. Zhu	X	2002	(Morgen, et al., 2002)
17	The Effect of Marigolds (<i>Tagetes</i> spp.) and Other Cover Crops on <i>Pratylenchus penetrans</i> and on Following Potato Crops	J. Kimpinski W.J. Arsenault C.E. Gallant J.B. Sanderson	X	2000	(Kimpinski, Arsenault, Gallant, & Sanderson, 2000)

18	Zaaitijden_groenbemes- ters_en_gb-mengsel.	L. Molendijk G. Hoekzema J. Visser		2017	(Molendijk, Hoekzema, & Visser, Zaaitijden_gr oenbemester s_en_gb- mengsel., 2017)
19	Kansen Groenbem_Valthermond	L. Molendijk J. Visser W. Haagsma		2016	(L.Molendijk, J.Visser, & W.Haagsma, 2016)
21	Resistente aardappelrassen als onderdeel van een aaltjes be- heersingsstrategie	R. Janssen		2004	(Janssen R. , 2004)
22	Effects of Tages patula on Active and Inactive Stages of Root-Knot Nematodes	S.P. Marahatta K.H. Wang B.S. Sipes, C.R.R. Hooks	X	2012	(Marahatta, Wang, Sipes, & Hooks, 2012)
23	Management of Lesion Nema- todes and Potato Early Dying with Rotations Crops	J.A. LaMondia	X	2006	(LaMondia, 2006)
24	Root-Knot and Root-Lesion Nema- tode Suppression by Cover Crops, Poultry Litter, and Poultry Litter Compost	K. L. Everts, S. Sardanelli, R. J. Kratochvil, D. K. Armentrout, L. E. Gallagher,	X	2006	(Everts, Sardanelli, R. J. Kratochvil, Armentrout, & Gallagher, 2006)
25	Bestrijdingsmaatregelen Aardap- pelmoeheid	NVWA		2018	(NVWA, 2018)
26	Groenbemers en aaltjes	Molendijk. L Kort- hals G Visser J		2013	(Molendijk.L, G.Korthals, & J.Visser, 2013)
27	Raketblad (Solanum sisymbriifo- lium) Teeltaspecten en sanerende wer- king op aardappelcysteaaltjes (Glo- bodera sp.)	O. Hartsema, H. van der Mheen, W. van den Berg, W. van Gastel, L. Molendijk H. Hoek		2004	(Hartsema, Mheen, Berg, Gastel, & Molendijk, 2004)
29	NVWA-aardappelmoeheid	NVWA		2020	(NVWA, 2020)
30	Resultaten van het HPA-project Inventarisatie bestrijdingsmetho- den	W.T. Runia, T.G. van Beers, E. Brommer, C.J. Kok, L.P.G. Mo- lendijk	X	2006	(Runia, Beers, Brommer, Kok, & Molendijk, 2006)
36	Handboek voor de Akkerbouw en groenteteelt in de volle grond	H Bosch P de Jonge		1989	(Bosch & Jonge, 1989)

37	Groenbemesters in een Veenkoloniaal bouwplan (I)	Johnny Visser, Gerard Hoekzema, Johan Specken		2019	(J.Visser, G.Hoekzema, & J.Specken, 2019)
39	Veenkoloniale AM precies in beeld	Schepel E		2019	(Schepel, 2019)
42	Het effect van granulaire systemische nematiciden op de productie van consumptieaardappelen	Schepers A, Bus C.B., Brinkman H, Pw Th Maas	X	1985	(Schepers, Bus, Brinkman, & Maas, 1985)
43	Effectiviteit inundatie voor de bestrijding van <i>Globodera pallida</i> en <i>Verticillium dahliae</i>	W. Runia L. Molendijk H. Regeer, A. Venhuizen	X	2012	(W.Runia, L.Molendijk, H.Regeer, & A.Venhuizen, 2012)
44	Verango	Bayer Crop Science		2019	(Bayer Crop Science, 2019)
45	Vydate 10G	Corteva Agriscience		2019	(Corteva Agriscience, 2019)
46	Aaltjesschema, AM en PP	Wageningen University & Research		2020	(Wageningen University & Research, 2020)
47	Aaltjesschema ALLES	Wageningen University & Research		2020	(Wageningen University & Research, 2020)
48	Handboek Groenbemesters	W. Haagsma H. Hoek L Molendijk		2019	(Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019)

2.3 Deelvraag 3, wat zijn de financiële gevolgen van een besmetting voor een veenkoloniaal akkerbouwbedrijf.

In deze deelvraag wordt beschreven en berekent wat de financiële gevolgen zijn voor een veenkoloniaal akkerbouwbedrijf. Wat zijn de gevolgen van de opbrengstderving die door een nematoden besmetting ontstaan. Met behulp van een literatuurstudie wordt er informatie verzameld om uiteindelijk deze deelvraag te kunnen beantwoorden. Alle bronnen worden met behulp van een zoekplan beoordeeld op hun relevantie en betrouwbaarheid.

nr.	Titel	Auteurs	Type	Jaar	APA
10	Aaltjes als opbrengst beperkende factor in de Fabrieksaardappel-teelt	T.H. Been & L.P.G. Molendijk		2003	(Been & Molendijk, 2003)
11	Deskstudie financiële gevolgen aaltjesbesmetting	W. T. Runia, L.P.G. Molendijk en B. van der Waal		2008	(Runia, Molendijk, & Waal, 2008)
14	AM: hoe houden we het beheersbaar	Stichting TBM		2018	(Stichting TBM, 2018)
18	Zaaitijden_groenbemers_en_gb-mengsel.	L. Molendijk G. Hoekzema J. Visser		2017	(Molendijk, Hoekzema, & Visser, 2017)
19	KansenGroenbem_Valthermond pdf-verslag	L. Molendijk J. Visser W. Haagsma		2016	(L.Molendijk, J.Visser, & W.Haagsma, 2016)
28	Gemeenschappelijk landbouwbeleid	RVO		2020	(RVO, 2020)
30	Resultaten van het HPA-project Inventarisatie bestrijdingsmethoden	W.T. Runia, T.G. van Beers, E. Brommer, C.J. Kok, L.P.G. Molendijk	X	2006	(Runia, Beers, Brommer, Kok, & Molendijk, 2006)
31	Praktijknetwerk aaltjes - uien	J. Visser, G. Hoekzema & L. molendijk		2015	(Visser, Hoekzema, & molendijk, 2015)
32	Optimeel 2017	AVEBE- Agro		2018	(AVEBE Agro, 2018)
33	Optimeel 2018	AVEBE- Agro		2019	(AVEBE Agro, 2019)
34	KWIN AVG	Wageningen University & Research		2015	(Wageningen University & Research, 2015)
37	Groenbemesters in een Veenkoloniaal bouwplan (I)	J. Visser, G. Hoekzema, J. Specken		2019	(J.Visser, G.Hoekzema, & J.Specken, 2019)

38	Verdienmodel veenkoloniale akkerbouw klaar voor de toekomst	Knollema B		2018	(Knollema, 2018)
42	Het effect van granulaire systemische nematiciden op de productie van consumptieaardappelen	Schepers A, Bus C.B., Brinkman H, Pw Th Maas	X	1985	(Schepers, Bus, Brinkman, & Maas, 1985)
43	Effectiviteit inundatie voor de bestrijding van <i>Globodera pallida</i> en <i>Verticillium dahliae</i>	W. Runia L. Molendijk H. Regeer, A. Venhuizen	X	2012	(W.Runia, L.Molendijk, H.Regeer, & A.Venhuizen, 2012)

3 Resultaten

In dit hoofdstuk wordt er antwoorden gegeven op de deelvragen die in hoofdstuk 1 geformuleerd zijn. Deze vragen zijn beantwoord doormiddel van de gevonden literatuur in hoofdstuk 2. Per deelvraag is er een paragraaf waarin de resultaten worden besproken.

3.1 Wat zijn de gevolgen van een nematodenbesmetting.

In deze paragraaf worden de gevolgen van een besmetting van zowel *Pratylenchus penetrans* als van *Globodera rostochiensis* en *pallida* voor een akkerbouwbedrijf beschreven.

3.1.1 Gevolgen van een besmetting met *Pratylenchus penetrans*

De gevolgen van een nematodenbesmetting zijn op meerdere plekken te vernemen voor een akkerbouwbedrijf. De primaire gevolgen zijn vooral van invloed op de gewasontwikkeling. *Pratylenchus penetrans* (vrijlevend wortellesieaaltje) veroorzaakt bij aardappelen een vertraagde ontwikkeling van het gewas, hierdoor sluit het gewas later en sterft eerder af. Dit mede door een interactie van *P. penetrans* met de schimmel *Verticillium dahliae*. Deze interactie versterkt de veroudering van het gewas waardoor de productie eerder stopt dan in een gezond gewas (Brommer & Molendijk, 2006). Ook onder droge omstandigheden worden aangetaste planten door *P. penetrans* zichtbaar. Doordat *P. penetrans* de wortels van de plant aanprikt sterven deze af (Brommer & Molendijk, 2006). Hierdoor wordt de opname van water vermoeilijkt. Onder droge omstandigheden zijn deze planten daardoor snel te herkennen. Dit kenmerkende beeld van een achterblijvende groei van planten kwam ook tot uiting tijdens een veldproef in Noorwegen. Op het perceelsgedeelte met de meeste schade werd een besmetting van *P. penetrans* aangetroffen met een dichtheid van 360 pp/100 ml grond. De eerste visuele zichtbare schade werd aangetroffen bij een dichtheid van 44 pp/100 ml grond (Holgado, Oppen Skau, & Magnusson, 2009). In figuur 13 hieronder is het kenmerkend schadebeeld door *P. penetrans* te zien.



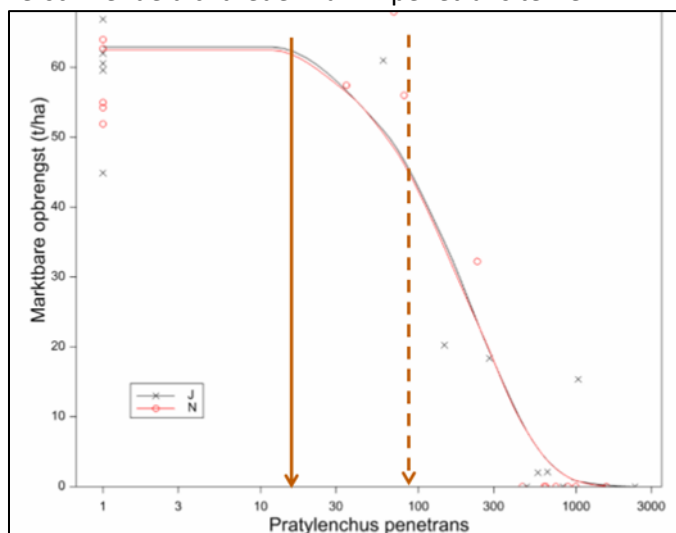
Figuur 13 Schadebeeld *P. penetrans* in een perceel aardappelen. Bron: (Holgado, Oppen Skau, & Magnusson, 2009)

Doordat de schade al bij een lage dichtheid van *P. penetrans* wordt waargenomen spreekt men al snel over een opbrengstderving van 20-30 % ten opzichte van een teelt zonder schade van *P. penetrans* (Brommer & Molendijk, 2006). In andere onderzoeken spreekt men zelfs van een opbrengstderving van 30 tot 70% bij een besmetting van *P. penetrans* (Holgado, Oppen Skau, & Magnusson, 2009). Uit de opbrengstmetingen uit Noorwegen bleek dat op het perceel gedeelte met de hoogste besmettingsgraad met *P. penetrans* er een opbrengst behaald werd van 15.000 kg per hectare. Op het perceelsgedeelte met geen besmetting van *P. penetrans* werd een opbrengst van 30.000 kg per hectare behaald (Holgado, Oppen Skau, & Magnusson, 2009). Wanneer deze opbrengsten in percentages uitgedrukt worden zit men hier in deze situatie op een opbrengstderving van 50%.

Dat *P. penetrans* bij een lage besmetting al opbrengstderving geeft werd in de jaren '50 ook vastgesteld door zowel Steinhorst als Oostenbrink. Steinhorst vatte zijn onderzoeken samen in een schade-relatie voor het wortellessieaaltje. In zijn onderzoeken vond hij een tolerantiegrens voor schade van 2,1 larven/cc grond. Bij een besmetting van 200 larven/ cc grond stelde hij een minimum opbrengst van een tiende van de potentiële opbrengst vast (Been & Molendijk, 2003).

Kenmerkend aan alle onderzoeken is dat schade door *P. penetrans* al bij lage dichtheden snel toeneemt. Uit diverse onderzoeken van PPO blijkt dat niet alleen de dichtheid van de populatie een invloed op de opbrengstderving heeft. Maar dat jaar, ras en het organische stofgehalte van het perceel ook grote invloeden heeft op de uiteindelijke opbrengstderving door *P. Penetrans* (Been & Molendijk, 2003).

Niet alleen aardappelen zijn gevoelig voor een aantasting door *P. penetrans*, ook zaaiuien zijn zeer gevoelig. De teelt van zaaiuien heeft in de veenkoloniën de laatste jaren een vlucht genomen. En deze toename van het areaal zaaiuien zal de komende jaren alleen maar toenemen (Vos, 2019). Om vast te stellen wat de gevolgen van een besmetting met *P. penetrans* op de ontwikkeling en de uiteindelijke opbrengst van zaaiuien, zijn in 2014 op een perceel met een dichtheid van 130-4.300 pp/100ml grond veldproeven aangelegd (Visser, Hoekzema, & molendijk, 2015). Net als bij aardappelen wordt er grote verschillen gezien in de begin ontwikkeling van het gewas. Bij hoge besmettingen met *P. penetrans* heeft men zelf te maken met de wegval van planten. De schadedrempel voor opbrengstderving bij zaaiuien ligt rond de 10-15 pp/ 100 ml grond (Visser, Hoekzema, & molendijk, 2015). Bij hogere aantallen neemt de opbrengst sterk af. In figuur 14 is de opbrengstderving bij de verschillende dichtheden van *P. penetrans* te zien.



Figuur 14 opbrengstderving door *P. penetrans* in zaaiuien Bron: (Visser, Hoekzema, & molendijk, 2015)

Uit de figuur blijkt dat de opbrengst sterk afneemt bij een lage besmetting. De hoogste besmetting waarbij nog rendabel geteeld kan worden wordt geschat op 100 pp/100 ml grond (Visser, Hoekzema, & molendijk, 2015). Bij hogere besmettingen neemt de opbrengst zo sterk af dat er geen rendabele uienteelt meer mogelijk is.

3.1.2 Gevolgen besmetting met *Globodera rostochiensis*/ *pallida*

De gevolgen van een besmetting met *Globodera rostochiensis* en *Globodera pallida* (aardappelmoeheid, AM) is veel groter dan alleen opbrengstderving. Wanneer tijdens een officieel grondonderzoek AM aangetroffen wordt op een perceel, wordt op dat perceel een officiële besmetverklaring opgelegd door de NVWA (NVWA, 2020). Deze officiële besmetverklaring bevat enkele verboden en bepalingen die van invloed zijn op de gewassen die op een besmet perceel geteeld mogen worden.

Gewassen die niet meer op zo'n perceel geteeld mogen worden zijn:

- Pootaardappelen, zowel pootgoed voor verkoop, dan wel TBM/ART voor eigen vermeerdering.
- Andere waardplanten van *Globodera* spp. zoals aubergine, tomaat, paprika en peper

- Teelt van uitgangsmaterialen. Echter dit mag wel wanneer deze volledig vrij van grond verhandeld kunnen worden.

Door de officiële besmetverklaring mogen deze gewassen niet eerder weer geteeld worden nadat het perceel na een officieel grondonderzoek weer schoon verklaard wordt (NVWA, 2020).

Naast enkele verboden voor sommige teelten geeft een besmetting met aardappelmoeheid ook een opbrengstderving in de teelt van aardappelen. Deze schade is visueel waar te nemen op het moment dat de rijen van het gewas gaan sluiten. Planten op een plek met een besmetting blijven achter in ontwikkeling en sluiten de rijen later. Wanneer deze planten uit de grond getrokken worden, zitten er aan de onderkant speldenknopige cysten (Brancheorganisatie Akkerbouw, 2018). De opbrengstderving van AM is zeer afhankelijk van de besmettingsgraad, ras, en perceel. De opbrengstderving door AM wordt afhankelijk van de besmetting geschat tussen de 25-50% ten opzichte van de te verwachten opbrengst zonder aanwezige AM-besmetting (Stichting TBM, 2018).

Door de intensieve veredeling in de jaren '50 werden er rassen gekruist die resistent waren voor een aantasting door aardappelmoeheid (Janssen R., 2004). Door deze resistenties kon er met een hoge teeltfrequentie toch een rendabele teelt plaats vinden. Door stichting TBM wordt er jaarlijks monitoring uitgevoerd naar de AM-besmettingen in het zetmeelaardappelen gebied. Vanaf 1987 wordt er elk jaar 750 hectare onderzocht. Tijdens de beginjaren van de monitoring was er een dalend aantal besmettingen met AM. Dit door betere resistenties in de geteelde rassen. Sinds 2012 wordt er weer een toename van het aantal besmettingen waargenomen. Deze toename is te wijten aan een virulente AM-populaties die door uitselectie steeds meer toeneemt (Stichting TBM, 2018). Deze uitselectie vindt plaats onder de *Globodera pallida*. De landwirtschaftskammer Hannover meldt in 2012 dat zij op een proefveld een verdachte populatie *G. pallida* hebben aangetroffen. De eindbesmettingen op dit perceel lag vele malen hoger dan verwacht mocht worden bij het telen van rassen met de bijbehorende resistenties tegen *G. pallida*. Op het perceel werd een 1 op 2 rotatie aangehouden met driemaal op rij een teelt van het ras Festien. De besmetting is vergeleken met de in Europa vastgestelde *G. pallida* populaties. In de proef zijn zowel de officiële *G. pallida* 2, *G. pallida* 3 en de virulente "Emsland populatie" meegenomen. De proef is uitgevoerd met twee zetmeelrassen, Seresta en Aveka en het bekende consumptie ras Innovator. De virulente "Emsland" populatie vermeerde zich sterk op al deze rassen. Bij de officiële *G. pallida* stammen vindt geen tot weinig vermeerdering plaats zoals verwacht mocht worden aan de hand van de resistentie genen van deze rassen (Molendijk, Den Nijs, & Janssen, 2017). Deze uitselectie van *G. pallida* stammen heeft voor de zetmeelaardappelteelt in de veenkoloniën grote gevolgen. Door de nauwe 1:2 teeltrotatie van de zetmeelaardappelen betekent dit bij verdere uitselectie op een perceel, of bij het verslepen van virulente populaties dat het aantal percelen met een schadelijk besmettingsniveau alleen maar verder zal gaan toenemen (Molendijk, Den Nijs, & Janssen, 2017).

Door het verder toenemen van het aantal percelen met een besmettingsniveau boven de schadepdrempel en het steeds virulenter worden van de populaties neemt de opbrengstderving alleen maar verder toe. Zelfs bij de teelt van de huidige hoog resistente aardappelrassen zal men te maken krijgen met een opbrengstderving (Stichting TBM, 2018).

3.2 Welke oplossingsrichtingen zijn er om de schade van een besmetting te voorkomen.

Om de schade van de diverse aaltjes te voorkomen zijn er diverse oplossingsrichtingen. Er zijn veel factoren die een invloed hebben op de schade die een besmetting met nematoden heeft op een gewas. Niet alle oplossingen zorgen voor een 100% afname van de besmetting maar zorgen dat het geteelde gewas voldoende kan ontwikkelen en er zo nog een rendabel opbrengst te behalen is.

3.2.1 Bouwplan

Door binnen het bouwplan de juiste keuzes te maken met de meest geschikte gewassen en de juiste vruchtopvolging kan men een aaltjespopulatie sterk beïnvloeden. Aaltjes hebben op basis van hun levenswijze verschillende waardplanten. De waardplant geschiktheid geeft de mate aan waarin een bepaald aaltje zich vermeerderd op een gewas (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019). Bij de teelt van een niet waardplant neemt de populatie aaltjes afhankelijk van de omstandigheden veel of weinig af (PAVG, 1991). In tabel 5 is een overzicht te zien van het aaltjesschema. Hierin is van veel gewassen en diverse groenbemesters de waardplangeschiktheid voor *Globodera* spp. en *Pratylenchus penetrans* te zien.

Gewas	<i>Globodera</i> spp.	<i>P. penetrans</i>	Groenbemester	<i>Globodera</i> spp.	<i>P. penetrans</i>
Aardappel	***	***	Bladrammenas	-	***
Cichorei	-	**	Engels raaigras	-	**
Hennep	-	***	Facelia	-	***
Mais	-	***	Gele mosterd	-	***
Peen	-	**	Italiaans raaigras	-	***
Suikerbiet	-	*	Japanse haver	-	-
Spinazie	-	*	Raketblad	--i	*
Stamslaboon	-	***	Rogge	-	***
Ui	-	***	Tagetes	-	--
Wintergerst	-	**	Voederwikke	-	***
Wintertarwe	-	**	Zwaardherik	?	***
Zomergerst	-	**			
Zomertarwe	-	**			
Lelie	-	***			
Tulp	-	**			

Legenda schade		Legenda vermeerdering	
	onbekend	?	onbekend
	geen	--	actieve afname
	weinig	-	natuurlijke afname
	matig	*	weinig
	sterk	**	matig
		***	sterk
		i	enige informatie

Tabel 5 aaltjesschema bron: (Wageningen University & Research, 2020)

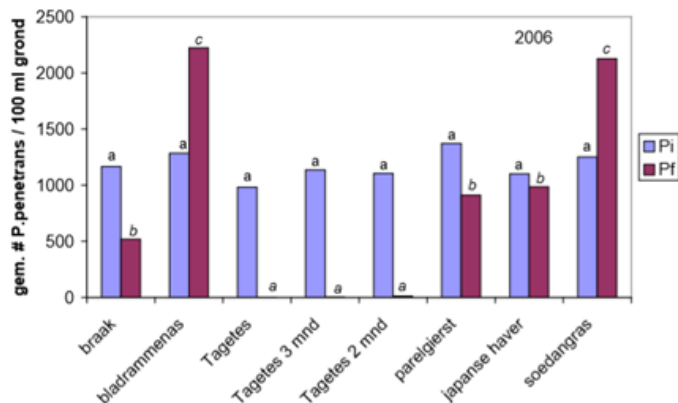
Uit het schema blijkt dat *Globodera* spp. zich alleen vermeerderd op aardappelen. In de veenkoloniën is het gebruikelijk om een 1:2 bouwplan met aardappelen te hanteren. In het jaar dat er geen aardappelen geteeld worden vindt er natuurlijke afbraak plaats.

Het aantal levende cysten dat in een jaar zonder waardplant afneemt is ongeveer 30%. Wanneer men een ruimer bouwplan aanhoudt van 1:3 of 1:4 aardappelen, neemt de populatie aanwezige cysten nog verder af (Stichting TBM, 2018). Belangrijke voorwaarde om deze maximale natuurlijke afname te bereiken is dat aardappel opslagplanten verwijderd worden. Wanneer er te veel aardappelopslag aanwezig blijft, kan de afname zelfs nul wezen of kan er zelfs vermeerdering plaats vinden van de aardappelcysten (Stichting TBM, 2018). Door de teeltrotatie te verruimen kan met het probleem met aardappelcysten onder controle krijgen. In theorie zou hiervoor een periode van 6 tot 8 jaar voor nodig zijn. Dit is bedrijfsmatig als economisch niet interessant voor een veenkoloniaal akkerbouwbedrijf (Brancheorganisatie Akkerbouw, 2018). Dit omdat de aardappel voor een groot deel van de inkomsten verzorgd. Ook doordat er weinig alternatie gewassen zijn die geteeld kunnen worden. Of men moet de mogelijkheid hebben om grond te kunnen ruilen met een veehouder. Het aaltje *Pratylenchus penetrans* heeft veel waardplanten. Niet alleen vermeerderd hij op vele gewassen en groenbemesters. Ook kan *P. penetrans* zich sterk vermeerderen op diverse onkruiden zoals kweekgras, straatgras, muur en melganzevoet (PAVG, 1991). Dit maakt het verlagen van de populatie in bouwplan verband veel moeilijker. Zoals in tabel 5 op pagina 18 te zien is zijn alle gebruikelijke akkerbouwgewassen en de meeste groenbemesters waardplant voor *P. penetrans*. Er zijn wel gewassen waarop *P. penetrans* zich minder vermeerderd. Dit zijn suikerbieten, spinazie en enkele koolsoorten.

3.2.2 *Tagetes patula*

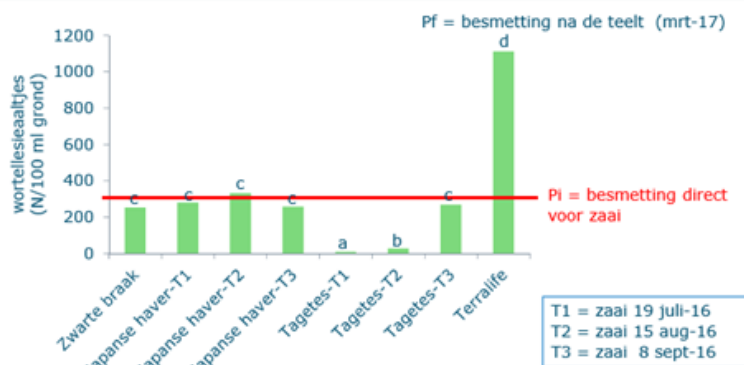
Van *Tagetes* is al meer dan 60 jaar bekend dat het aaltjes zoals *P. penetrans* onderdrukt (Marahatta, Wang, Sipes, & Hooks, 2012). In 1957 werd er al melding gemaakt van het bestrijdend effect van *Tagetes* op *P. penetrans* (Runia, Beers, Brommer, Kok, & Molendijk, 2006). Van *Tagetes* zijn verschillende soorten: *Tagetes erecta*, *Tagetes minuta* en *Tagetes patula*. De werking van *Tagetes erecta* en *Tagetes minuta* op *P. penetrans* is matig of zelfs niets. Alleen *Tagetes patula* heeft het gewenste effect op *P. penetrans* (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019). De werking van *Tagetes patula* op *P. penetrans* komt door de stof α -terthienyl. In de endodermis van *Tagetes patula* komt deze stof voor. Zelf is deze stof niet dodelijk voor aaltjes. Wanneer aaltjes de endodermiscellen beschadigen door het binnendringen van de wortels reageert de plant hierop en wordt de zuurstofradicaal ozon gevormd. Ozon is dodelijk voor de aaltjes (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019) (Runia, Beers, Brommer, Kok, & Molendijk, 2006). Deze reacties werkt alleen voor aaltjes die de endodermis binnendringen zoals *P. penetrans*, andere aaltjes worden hier niet door aangepakt (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019). Naar het effect van *Tagetes patula* is al veel onderzoek gedaan. In een 3-jarige proef in Canada tussen 1992 t/m 1994 kwam de dodende werking op *P. penetrans* ook tot uiting. Begin juni werden de diverse groenbemesters gezaaid. De beginbesmetting van de proef lag op 830 pp/kg grond. Na de teelt werd de dichtheid opnieuw bepaald, na de teelt bedraagt de besmetting nog 160 pp/kg grond (Kimpinski, Arsenault, Gallant, & Sanderson, 2000). Het volgende jaar werden er op de behandelde percelen het gevoelige aardappelras voor *P. penetrans* Superior geteeld. Na de oogst werd de opbrengst bepaald. Na het 3-jarig onderzoek was de conclusie dat *Tagetes patula* de besmetting verlaagde en dit beduidend beter deed dan de andere gezaaide groenbemesters. Door het lagere aantal *P. penetrans* was de aardappelopbrengst 10% hoger dan van de andere veldjes (Kimpinski, Arsenault, Gallant, & Sanderson, 2000). Ook was het aantal aardappels in de maatsortering 58-88 mm 8% hoger dan bij de andere groenbemesters (Kimpinski, Gallant, & Sanderson, 2000). In proeven uit Virginia tussen 1986 en 1993 spreekt men van een reductie van 89 % van de *P. penetrans* populatie na de teelt van *Tagetes patula* (Alexander & Waldermaier, 2006). Na de teelt van *Tagetes* zag men een gemiddelde opbrengststijging van 10% bij de nateelt van aardappels na *Tagetes patula* (Alexander & Waldermaier, 2006). Ook in Nederland is er al veel onderzoek gedaan naar het dodend effect van *Tagetes patula* op *P. penetrans*. In 2006 t/m 2008 zijn er op diverse percelen proeven aangelegd met groenbemesters. Onder andere met bladrammenas, Japanse haver en *Tagetes Patula*. Het object zwarte braak is erin meegenomen als referentie (Elberse & Hoek, 2012).

De begin besmetting Pi varieerde tussen de 1.000 en 1.400 pp/100 ml grond. Na de teelt van de diverse groenbemesters werd er aan het einde van het groeiseizoen opnieuw monsters gestoken. In figuur 15 zijn de verschillende Pi en Pf waarden van de diverse groenbemesters te zien.



Figuur 15 Gemiddelde Pi en Pf P. penetrans na de teelt van groenbemesters Bron: (Elberse & Hoek, 2012)

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat de besmetting bij braak door natuurlijke afbraak ongeveer gehalveerd is van 1.166 naar 519 pp/100ml grond (Elberse & Hoek, 2012). In het object met de bladrammenas heeft zich een duidelijke vermeerdering van de populatie plaats gevonden. Ook bij de Japanse haver is er een lichte afname van het aantal aaltjes. Bij de objecten met Tagetes patula is duidelijk de meeste afname te zien. Bij een teelt van 5 maanden is de populatie P. penetrans teruggelopen van 983 naar 2 pp/100ml grond (Elberse & Hoek, 2012). Ook bij de verkorte teeltduren van de Tagetes patula is een afname van de P. penetrans waar te nemen. Zowel bij de teelt van 3 als van 2 maanden is de afname groot. Na de teelt van 3 maanden waren er in het grondmonster nog 5 pp/100 ml grond aanwezig en bij de teelt van 2 maanden nog 12 pp/100ml grond (Elberse & Hoek, 2012). De zaaidatum van Tagetes patula is heel belangrijk voor de ontwikkeling van het gewas. Tagetes patula is zeer vorstgevoelig. Bij de eerste nachtvorst sterft het gewas af (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019). Het ideale zaaimoment ligt tussen half mei en half augustus (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019). Ook op proefboerderij 'T kompas te Valthermond zijn proeven aangelegd om te onderzoeken wat het effect is van Tagetes patula op P. penetrans en de volgteelt van zetmeelaardappelen. In de proef zijn 3 verschillende groenbemesters gezaaid: Tagetes patula, Japanse haver en het mengsel Teralife solarigol. Teralife solarigol is een mengsel van Alexandrijnse klaver, Deder, Vlas, Niger, Tillage rammenas en Zomerwikken (Molendijk, Hoekzema, & Visser, 2017). De groenbemesters zijn gezaaid na de oogst van de wintergerst medio juli. De gemiddelde beginbesmetting lag ongeveer op 300 pp/100 ml grond. Na de teelt van de groenbemesters bleek weer dat Tagetes patula een dodende werking heeft op P. penetrans. Het mengsel zorgde voor een sterke vermeerdering, de Japanse haver was gelijk aan zwarte braak. In figuur 16 zijn de resultaten van de proef te zien. In het jaar erna zijn op de proefvelden zetmeelaardappelen geteeld, het vatbare ras Seresta en het tolerante ras voor P. penetrans Festien (Molendijk, Hoekzema, & Visser, 2017).



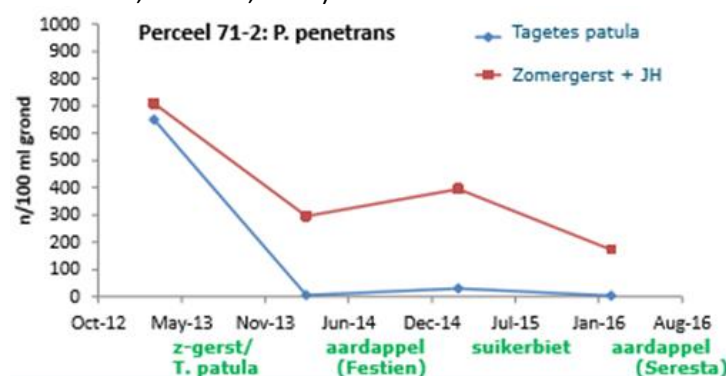
Figuur 16 Pi/Pf P. penetrans na de teelt van diverse groenbemesters

Na de teelt van de groenbemesters is de opbrengst van zetmeelaardappelen bepaald op de verschillende proefvelden. In tabel 6 zijn de opbrengst gegevens te zien. Uit de tabel blijkt dat zowel bij het gevoelige als het tolerante ras een meeropbrengst te zien is na de teelt van *Tagetes patula*. Ten opzichte van zwarte braak is bij het gevoelige ras Seresta de meeropbrengst 3 ton zetmeel per hectare. Bij het tolerante ras Festien is de meeropbrengst 1,9 ton zetmeel per hectare. Gemiddeld geeft de teelt van *Tagetes patula* een meeropbrengst van 2,5 ton zetmeel ten opzichte van zwarte braak (Molendijk, Hoekzema, & Visser, 2017).

Tabel 6 Zetmeelopbrengst per ha na teelt groenbemesters Bron: (Molendijk, Hoekzema, & Visser, 2017)

Seresta (gevoelig)	Zetmeelopbrengst /ha (ton)	Festien (tolerant)	Zetmeelopbrengst /ha (ton)	Gemiddeld /ha (ton)
Braak	12,5	Braak	13,2	12,9
Japanse haver 1	12,8	Japanse haver 1	13,1	13,0
Japanse haver 2	13,0	Japanse haver 2	13,2	13,1
Japanse haver 3	13,1	Japanse haver 3	13,4	13,3
Tagetes 1	15,5	Tagetes 1	14	14,8
Tagetes 2	14,8	Tagetes 2	13,7	14,3
Tagetes 3	13,7	Tagetes 3	13,3	13,5
Mengsel	12,1	Mengsel	12,5	12,3

Ook is er onderzoek gedaan na het duureffect van de doding van *P. penetrans* door *Tagetes patula*. In een 4-jarige bouwplanproef is de teelt van zomergerst vervangen voor een volledige teelt van *Tagetes patula*, een zogenaamd boost-jaar. Na de teelt van *Tagetes* zijn in de daaropvolgende jaren zetmeelaardappelen (Festien en Seresta) en suikerbieten geteeld. Voor en na elke teelt zijn er monsters gestoken en de aanwezige *P. penetrans* bepaald. In de onderstaande figuur 17 is het verloop van de besmetting te zien in de verschillende jaren. Uit de proef blijkt dat de teelt van *Tagetes patula* een lange duurwerking heeft van enkele teelten, de besmetting blijft op een zeer laag niveau (Molendijk, Hoekzema, & Visser, 2017). In deze rotatie bracht de teelt *Tagetes patula* ten opzichte van het standaardbouwplan een meeropbrengst van 2,5 ton zetmeel over de gehele rotatie (Molendijk, Hoekzema, & Visser, 2017).



Figuur 17 verloop besmetting *P. penetrans* in een bouwplan met boost-jaar Bron: (Molendijk, Hoekzema, & Visser, 2017)

Tagetes patula moet geteeld worden als een volwaardig gewas, te late zaai heeft als nadeel dat het gewas slecht ontwikkeld en daardoor niet voor voldoende doding zorgt (Molendijk, Hoekzema, & Visser, 2017). Het beste kan er gezaaid worden rond half mei tot begin augustus, per hectare is ongeveer 6-10 kg zaaizaad nodig (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019). Een volwaardig gewas *Tagetes patula* is 150 kg stikstof per hectare nodig, er wordt een gift van 50-80 kg N per hectare geadviseerd (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019). *Tagetes Patula* is een traag groeiend gewas, voor voldoende doding moet er tegen onkruid gespoten worden. Wanneer er onkruid blijft staan, kan *P. penetrans* zich als nog vermeerderen daarop. *Tagetes patula* is gevoelig voor herbiciden, er moet altijd onder groeizame en afgeharde omstandigheden gespoten worden (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019).

Hieronder is een gangbaar spuitschema weergegeven zoals deze in de praktijk gehanteerd wordt:

Na zaai, voor opkomst gewas:

- 3 ltr/ha Clinic N (glyfosaat)

5 á 7 dagen na opkomst:

- 0,5 ltr/ha Astrix (fenmedifam) + 0,5 ltr/ha Goltix (metamitron)

Na 5 á 7 dagen na de eerste bespuiting:

- 0,75 ltr/ha Astrix (fenmedifam) + 0,75 ltr/ha Goltix (metamitron)

Na 5 á 7 dagen:

- 0,75 ltr/ha Kontakt (fenmedifam) + 0,75 ltr/ha Goltix (metamitron) + 1.5 ltr/ha Centurion Plus (clethodium)

In bijlage 2 is een volledige saldoberekening te vinden van de teelt van *Tagetes patula*.

3.2.3 Raketblad

In de jaren '90 is uit onderzoek gebleken dat Raketblad de eigenschap heeft cysten van *Globodera* spp. te lokken (Hartsema, Mheen, Berg, Gastel, & Molendijk, 2004). Raketblad is familie van de aardappel maar vormt geen knollen. Raketblad kiemt pas bij een bodemtemperatuur van 10 graden en staat bekend om zijn trage beginontwikkeling. Daarom kan het beste tussen half mei en half juni gezaaid worden (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019). Raketblad is een vanggewas voor *Globodera* spp. Raketblad produceert net als een aardappelgewas lokstoffen waardoor larven uit de cyste gelokt worden (Brancheorganisatie Akkerbouw, 2018). Alleen in tegenstelling tot aardappelen kunnen de larven zich niet vermeerderen op raketblad en sterven af (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019). Voor voldoende lokking van de cysten is een goede doorworteling belangrijk. Een dichte stand van het gewas zorgt ervoor dat er in de gehele bouwvoor lokstof wordt afgegeven (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019). De werking van raketblad varieert veel, de lokking door het gewas varieert tussen de 15 tot 72 % (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019). Uit proeven van Wageningen University op proefvelden en praktijkpercelen komen verschillende resultaten. De maximale lokking door raketblad was 71% verbetering ten opzichte van zwarte braak. Het gemiddelde uit de proef was 34 % lokking bij de teelt van raketblad en 23 % lokking bij zwarte braak (Hartsema, Mheen, Berg, Gastel, & Molendijk, 2004). Over alle proeven bij PPO kwam men op een gemiddelde van 52 % lokking bij de teelt van raketblad. Dit was 28% meer dan bij zwarte braak (Hartsema, Mheen, Berg, Gastel, & Molendijk, 2004). De lokking door Raketblad is heel wisselend en is van veel factoren afhankelijk maar biedt wel een oplossing voor een besmetting met *Globodera* spp. Raketblad wordt gezaaid tussen half mei en juli, bij een latere zaai ontwikkelt zich geen volledig gewas meer. Per hectare wordt ongeveer 3 kg zaad gezaaid. De stikstofbehoefte van raketblad bij aanvang van de teelt is 40 kg N per hectare, half juli dient er een overbemesting van 40-60 kg N per hectare uitgevoerd te worden. Voor een geslaagd effect en het voorkomen van onderdrukking door onkruid dient er gespoten worden tegen onkruid (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019). Hieronder is een gangbaar spuitschema weergegeven zoals deze in de praktijk gehanteerd wordt:

Voor opkomst:

- 1 ltr/ha Stomp (pendimethalin) + 0,15 ltr/ha Centium (clomazone)

Vlak voor opkomst:

- 3 ltr/ha Clinic N (glyfosaat)

Na opkomst 3x spuiten:

- 10 gr/ha Titus (rimsulfuron) + 0,25 ltr/ha Uitvloeier H

In bijlage 2 vindt u een volledige saldoberekening van de teelt van Raketblad.

3.2.4 Inundatie

Inundatie is het onderwater zetten van een perceel met als doel een zuurstofloze bodem te creëren, dit met als doel nematoden te doden (Runia, Beers, Brommer, Kok, & Molendijk, 2006). Door de toename van CO₂ door anaerobe bacteriën, nitrificatie, het toenemen van ammoniakgas en de productie van organische zuren wordt de bodem zuurstofloos (Runia, Beers, Brommer, Kok, & Molendijk,

2006). Voor een goede werking van de inundatie moet er met de volgende punten rekening gehouden worden:

- De bodemtemperatuur, wanneer de bodemtemperatuur te laag is worden de bacteriën die nodig zijn om de bodem zuurstofloos te maken niet actief. De minimale bodemtemperatuur ligt rond de 16 graden (NVWA, 2018).
- Tijdens de gehele inundatieperiode moet er voldoende water op het perceel liggen om ervoor te zorgen dat deze zuurstofloos blijft (NVWA, 2018).
- Het perceel moet minimaal 12 weken onder water staan voor een voldoende doding van de aaltjes (NVWA, 2018).

Naast de bovengenoemde punten moet er ook rekening gehouden worden met de hoogteverschillen op een perceel. Deze mag maximaal 50cm zijn tussen het hoogstgelegen en het laagstgelegen punt. Neemt het hoogteverschil verder toe, dan neemt de druk op de dijkjes te veel toe en is het lastig om voldoende water te houden op het gehele perceel voor voldoende afsluiting van de bodem (W.Runia, L.Molendijk, H.Regeer, & A.Venhuizen, 2012). Door het zuurstofloos maken van de bodem sterft een aanwezige besmetting met *P. penetrans* op een behandeld perceel (Runia, Beers, Brommer, Kok, & Molendijk, 2006). Door PPO-AGV zijn er proeven gedaan naar de effectiviteit van inunderen op een besmetting met *G. pallida*. Zowel voor en na de inundatie zijn er aaltjes monsters gestoken. De doding door inundatie op *G. pallida* was 99,9% (W.Runia, L.Molendijk, H.Regeer, & A.Venhuizen, 2012). In andere proeven is ook gekeken naar de effectiviteit van inundatie op *G. rostochiensis*. Ook hier blijkt dat inundatie 99,9% doding geeft (Brancheorganisatie Akkerbouw, 2018). Inundatie is dus een geschikte methode om aardappelcysten te doden. De kosten van inundatie liggen rond de €2.711,- per hectare, inclusief het gemiste saldo van een graangewas en het egaliseren van het perceel. Mocht het perceel niet geëgaliseerd te hoeven worden bedragen de kosten €1.661,- per hectare (W.Runia, L.Molendijk, H.Regeer, & A.Venhuizen, 2012).

3.2.5 Nematiciden

Tijdens de teelt van aardappelen worden vaak nematiciden gebruikt om problemen met aaltjes te onderdrukken en de vermeerdering tegen te gaan. (Brancheorganisatie Akkerbouw, 2018) In de teelt van aardappelen zijn 3 nematiciden toegelaten: Vydate 10G, Nemathorin en Verango. Per nematicide zijn er verschillende toepassingsvoorwaardes:

- Vydate 10G
De werkzame stof van Vydate 10G is oxamyl. Vydate heeft een toelating voor het bestrijden van *Globodera* spp. en *P. penetrans* in aardappels. Vydate mag tijdens het poten met een veurbehandeling toegepast worden of met een volvelds behandeling tijdens de grondbewerking voorafgaande aan poten. De dosering van Vydate is 10 kg/ha voor de veurbehandeling, 20 kg/ha halve dosering volvelds en 40 kg/ha volveldstoepassing. In de teelt van uien heeft het een toelating voor een rijen of zaaibedbehandeling tijdens zaai. De dosering is 20 kg/ha (Corteva Agrosience, 2017).
- Nemathorin 10G
De werkzame stof van Nemathorin 10G is fosthiazaat. Nemathorin heeft een toelating voor het bestrijden van *Globodera* spp en *P. penetrans* in aardappels. Nemathorin mag tijdens het poten met een veurbehandeling toegepast worden of met een volvelds behandeling tijdens de grondbewerking voorafgaande aan poten. De dosering van Nemathorin is 7,5 kg/ha voor de veurbehandeling en 30 kg/ha voor de volveldstoepassing (Syngenta, 2018).
- Verango
De werkzame stof van Verango is fluopyram. Verango heeft een toelating voor het bestrijden van *Globodera* spp in aardappels. Verango mag tijdens het poten met een veurbehandeling toegepast worden of met een grondbehandeling voorafgaande aan de grondbewerking. De dosering van Verango is 0,625 ltr/ha voor zowel de veur als grondbehandeling (Bayer Crop Science, 2019).

Naar het gebruik van nematiciden en de werking op *Globodera rostochiensis* en *pallida* is onderzoek gedaan (Runia, Beers, Brommer, Kok, & Molendijk, 2006). Van nematiciden is bekend dat het beste resultaat behaald wordt op zandgronden. Het hoge organische stofgehalte van de dalgronden in de veenkoloniën heeft een negatief effect op de werking van de nematiciden (Runia, Beers, Brommer, Kok, & Molendijk, 2006). Schade door *Globodera* spp. kan nooit volledig voorkomen worden door de inzet van granulaat (Brancheorganisatie Akkerbouw, 2018). De toepassing van granulaat is erop gericht het wortelgestel van resistente rassen te ondersteunen, uiteindelijk moet het resistente ras de aaltjes zelf onderdrukken. Wel kan de inzet van granulaat de opbrengstderving door een aantasting met *Globodera* spp. verminderen (Brancheorganisatie Akkerbouw, 2018). Uit praktijkproeven van Corteva blijkt dat de inzet van Vydate 10G een positief effect heeft op de opbrengst. Op het proefperceel bevond zich een AM-besmetting van 14.000 II/200ml grond (Corteva Agriscience, 2019). Na het uitvoeren van de proef zijn er aan het einde van het seizoen opbrengstmetingen gedaan. In de proef is het onbehandelde perceel op 100% gesteld. Bij de toepassing van 10 kg Vydate per ha in de rij kwam men op een opbrengst van 151% ten opzichte van het onbehandelde. Bij de toepassing van 20 kg Vydate volvelds kwam men zelfs op een opbrengst van 191% ten opzichte van onbehandeld (Corteva Agriscience, 2019). Uit deze proef blijkt dat bij een hoge besmetting van 14.000 II/200 ml grond de inzet van granulaat een positief effect heeft op de opbrengst van de aardappelen.

Ook is er onderzoek gedaan naar de inzet van nematiciden bij een besmetting met *P. penetrans*. De resultaten uit deze onderzoeken hebben hetzelfde resultaat al bij de inzet bij *Globodera* spp (Runia, Beers, Brommer, Kok, & Molendijk, 2006). Het gebruik van nematiciden heeft een opbrengst verhogend effect. In de meeste gevallen geeft een volvelds toepassing met granulaat een hogere opbrengst dan een veurbehandeling. Het gebruik van een volveldstoepassing van granulaat zorgt voor het dalen van de aanwezige populatie *P. penetrans* (Runia, Beers, Brommer, Kok, & Molendijk, 2006). Dat het gebruik van nematiciden bij een besmetting met *P. penetrans* een positief effect heeft op de opbrengst blijkt ook uit praktijkproeven van Bayer CropScience. Tijdens een praktijkproef op een perceel met een besmetting met *P. penetrans* gaf de inzet van nematiciden een meeropbrengst van 2,2 ton per hectare ten opzichte van onbehandeld bij een volveldstoepassing van 20 kg Vydate (Bayer Crop Science, 2019). Bij het gebruik van een volveldstoepassing van Verango gaf deze een meeropbrengst van 3,9 ton per hectare ten opzichte van onbehandeld (Bayer Crop Science, 2019).

Niet alleen bij aardappelen heeft het inzetten van een nematicide een positief effect op de opbrengst, ook in de teelt van zaaiuien heeft het inzetten van een nematicide voor een *P. penetrans* besmetting een positief effect op de opbrengst. Zaaiuien zijn zeer gevoelig voor een besmetting van *P. penetrans*. Uit proeven van praktijknetwerk uien blijkt dat het bij het uitvoeren van een behandeling van 20 kg/ha Vydate er een meeropbrengst wordt behaald ten opzichte van onbehandeld (Visser, Hoekzema, & molendijk, 2015). De besmetting op het perceel varieerde van 130-4.300 pp/100ml grond (Visser, Hoekzema, & molendijk, 2015). In de proef gaf onbehandeld een opbrengst van 50 ton uien per hectare, het object behandeld met granulaat gaf een opbrengst van 60 ton per hectare. Het gebruik van granulaat bij een besmetting van *P. penetrans* geeft een meeropbrengst van 10 ton uien per hectare (Visser, Hoekzema, & molendijk, 2015).

Aan het gebruik van een nematicide zitten ook kosten verbonden. Hieronder in tabel 7 vindt u per toepassing de kosten per hectare.

Tabel 7 Kosten nematicide per toepassingsmogelijkheid

Nematicide:	€/kg	volveldstoepassing	Veurbehandeling	Halve dosering volvelds
Nemathorin 10 G	15,0	€ 450,00	€ 112,50	-
Vydate 10 G	13,6	€ 544,00	€ 136,00	€ 272,00
Verango	285,0	€ 178,13	€ 178,13	-

Bron: (Agriant B.V., 2020)

3.2.6 Aardappelen als vanggewas

Aardappelcysten worden gelokt door lokstoffen die door de aardappelplant geproduceerd worden (Brancheorganisatie Akkerbouw, 2018). Wanneer aardappelen kort na het poten doodgespoten worden hebben de aaltjes niet voldoende tijd om de cyclus te doorlopen en zich te kunnen vermeerderen en sterven ze vroegtijdig. Deze manier van aardappelen inzetten als vanggewas is 1 van de officiële bestrijdingsmethodes die de NVWA aanraadt om aardappelmoehheid te bestrijden (NVWA, 2018). Voor een goede lokking van de cysten zijn er meerder factoren die daar een belangrijke rol bij spelen. Voordat de cysten actief worden moet de grond voldoende op temperatuur zijn. Vanaf een graad of 10 worden de cysten in de grond actief (Brancheorganisatie Akkerbouw, 2018). Ook is het van belang dat de bouwvoor volledig doorworteld is om voldoende lokstof te produceren en zo alle aanwezige cysten te lokken. Een goede richtlijn hiervoor is dat er ongeveer 9 planten per m² staan (NVWA, 2018). Ook mag er alleen vlak en volvelds gepoot worden om zo voldoende beworteld oppervlakte te krijgen.

Van half april tot begin mei worden de aardappelen vlakvelds gepoot. Voor de teelt wordt pootgoed in de maat 28/35 gebruikt. Het gebruikte pootgoed moet minimaal een resistentie cijfer 7 hebben op de pathotypen die er bestreden wordt. Bij een geslaagde teelt van het vanggewas is er een doding van 80-90 % haalbaar (NVWA, 2018).

Eind mei worden de aardappelen gepoot, om voldoende planten per m² te krijgen zijn er tussen de 90.000 tot 100.000 knollen per hectare nodig. Na het poten wordt er meestal geen onkruidbestrijding uitgevoerd. Afhankelijk van de weersomstandigheden en de phytophthora druk in de omgeving wordt er 2 keer een bestrijding uitgevoerd. Op de 40^e dag van de teelt worden de aardappelen doodgespoten. Hiervoor heeft alleen glyfosaat een toelating (NVWA, 2018). Naast de plant, dood glyfosaat ook de mogelijk aanwezige knollen. In bijlage 2 vindt u een volledige saldo berekening van de toegerekende kosten van een teelt van aardappelen als vanggewas. Afhankelijk van de omstandigheden tijdens de teelt bedragen de kosten €1.400,- per hectare.

3.3 Wat zijn de financiële gevolgen van een besmetting voor een veenkoloniaal akkerbouwbedrijf.

Wanneer zich op een akkerbouwbedrijf een probleem voor doet met nematoden heeft dit financiële gevolgen voor het bedrijf. De financiële gevolgen zijn te wijten aan verschillende factoren waaronder:

- Welke nematoden zijn er aanwezig, en de graad van de besmetting.
- Wat is het bouwplan, niet alle gewassen zijn even gevoelig voor een besmetting met een bepaalde nematode.
- Worden er oplossingsmogelijkheden toegepast, en zo ja welke.

Om een duidelijk beeld te krijgen van de financiële gevolgen voor een akkerbouwbedrijf wordt er gerekend aan de hand van de twee onderstaande uitgangsposities:

1. Standaard veenkoloniaal bouwplan:
 - Zetmeelaardappelen 50%
 - Granen(wintertarwe/wintergerst) 25%
 - Suikerbieten 25%
2. Standaard veenkoloniaal bouwplan aangevuld met zaaiuien:
 - Zetmeelaardappelen 45%
 - Granen(wintertarwe/wintergerst) 25%
 - Suikerbieten 20%
 - Zaaiuien 10%

In beide situaties wordt er uitgegaan van de volgende opbrengsten en prijzen:

- Zetmeelaardappelen 45 ton 20,5% zetmeel, €90,-/100kg
- Granen (wintertarwe/wintergerst) 8,5 ton, €170,-/100kg of 7,5 ton €160,-/100kg
- Suikerbieten 85 ton 17% suiker, €3,5/100kg
- Zaaiuien 60 ton, €110/100 kg

In bijlage 3 is een saldoberekening gemaakt op basis van bovenstaande opbrengsten. Dit om een realistische uitgangspositie te krijgen. De gegevens die hierbij gebruikt zijn beschikbaar gesteld door twee veenkoloniale akkerbouwbedrijven en toeleverancier Agriant B.V. uit Emmen.

3.3.1 Financiële gevolgen besmetting met *Globodera rostochiensis* /*pallida*

De financiële gevolgen van een besmetting met *Globodera rostochiensis* en/of *pallida* zijn heel erg afhankelijk van het bouwplan op het bedrijf. Wanneer een perceel besmet verklaard wordt mag er op het perceel geen uitgangsmateriaal zoals pootgoed, bloembollen en 1^e jaars plantuien meer geteeld worden (NVWA, 2020). Wanneer in het bouwplan pootgoed en/of grond verhuurd wordt voor de teelt van bloembollen heeft dit gevolgen voor het bedrijfssaldo. Het gemiddelde saldo voor pootgoed in de regio noord en TBM/zetmeel zit op €5.550,- per hectare (Wageningen University & Research, 2015). Wanneer er door de besmetverklaring geen pootgoed geteeld wordt maar zetmeelaardappelen geeft dit een verlies van €3.438,- per hectare. (Bijlage 3) Ook mag het perceel niet meer verhuurd worden voor de teelt van bloembollen. Voor huurland wordt tussen de €2.000,- tot €2.500,- per hectare betaald. Dit gat in de rotatie zal dan opgevuld moeten worden met een ander gewas. Gezien de grondsoort zijn er weinig alternatieven, daarom komt men al snel bij de teelt van wintertarwe. Ook dit heeft een negatief financieel effect. Niet alleen door het niet mogen telen van uitgangsmateriaal ondervindt men schade, ook in de teelt van zetmeelaardappelen ondervindt men opbrengstschade. De opbrengstderving door de besmetting ligt tussen de 25-50% ten opzichte van de te verwachten opbrengst zonder aanwezige AM-besmetting (Stichting TBM, 2018). Wanneer men dit in geld uitdrukt zit men op financiële opbrengstderving tussen €866,- tot €1.732,- per hectare. Bij een besmetting van 10% zit men op een opbrengstderving van €346,- per hectare. Uit onderzoek blijkt dat 15% van het areaal besmet is met een virulente AM-besmetting (Stichting TBM, 2018). Voor een standaard veenkoloniaal akkerbouwbedrijf van 100 hectare met een 1 op 2 bouwplan zou dit een financiële schade opleveren van €6.495,- over het gehele aardappelareaal.

3.3.2 Financiële resultaat oplossingsrichtingen voor *Globodera rostochiensis* / *pallida*

Wanneer men 1 van de benoemde oplossingsrichtingen vanuit paragraaf 3.2 toepast krijgt men te maken met aanvullende kosten. Wegen deze kosten op tegen de meeropbrengst door het verlagen of reduceren tot nul van de besmetting met aardappelmoehheid. Hieronder wordt per oplossingsrichting gekeken of deze zorgt voor een meerwaarde op het bedrijfssaldo.

Aardappelen als vanggewas.

Aardappelen als vanggewas is 1 van de door de NVWA goedgekeurde maatregelen om een AM-besmetting te bestrijden (NVWA, 2018). De kosten van de teelt van het vanggewas bedragen €1400,- per hectare. Hierbij komen nog de kosten door het vervallen van het saldo van de wintertarwe. De wintertarwe komt te vervallen om zo het vanggewas op tijd te kunnen zaaien. De totale kosten per hectare komen dan op:

• Teeltkosten vanggewas	€1.400,-
• Saldo wintertarwe	€ 805,- +
Totaal kosten	€2.205,-

De werking van het vanggewas is wisselend, wanneer de teelt slaagt kan er een doding van 80-90% ten opzichte van de beginbesmetting behaald worden (NVWA, 2018). Wanneer hierdoor bij een volgende officiële bemonstering de besmetverklaring komt te vervallen, wordt het weer mogelijk om uitgangsmateriaal te telen. Wanneer de aardappelteelt weer ingevuld wordt met de teelt van pootgoed in plaats van zetmeelaardappelen geeft dit een saldoverhoging van €3.438,- ha. Wanneer hier de kosten voor de teelt van het vanggewas afgetrokken wordt komt men op een plus van €1.233,- per hectare. Vergelijken met het standaard bouwplan wordt er een meeropbrengst van €428,- per hectare behaald. In onderstaande tabel 7 is hier een overzicht van te vinden.

Voor een bedrijf met zetmeelaardappelen zal de meeropbrengst door het doden van de aaltjes maximaal €1.732,- per ha opleveren (Stichting TBM, 2018). Uit onderstaande tabel 8 blijkt dat dit niet voldoende is om de kosten in 1 teelt met zetmeelaardappelen terug te verdienen. De kosten van de teelt van het vanggewas wordt pas terugverdient na de tweede teelt met zetmeelaardappelen.

Tabel 8 Kosten – baten aardappelen als vanggewas

Situatie:	Standaard	Vanggewas teelt pootaardappelen	Vanggewas teelt zetmeelaardappelen
Saldo wintergraan	€ 805,00	€ -805,00	€ -805,00
Kosten vanggewas	€ 0,00	€ 1.400,00	€ 1.400,00
Saldo Zetmeelaardappel	€ 2.112,00	€ 5.550,00	€ 2.112,00
Saldo pootaardappelen			
Meer opbrengst aardappelen	€ 0,00	€ 0,00	€ 1.732,00
Totaal saldo	€ 2.917,00	€ 4.745,00	€ 3.039,00
Totaal kosten	€ 0,00	€ 2.205,00	€ 2.205,00
Totaal meer opbrengst	€ 0,00	€ 3.438,00	€ 1.732,00
Werkelijk saldo	€ 2.917,00	€ 3.345,00	€ 1.639,00
Verschil kosten - baten	€ 0,00	€ 1.233,00	€ -473,00
Verschil t.o.v. standaard	-	€ 428,00	€ -1.278,00

Inundatie

Wanneer een met *Globodera* spp. besmet perceel geïnundeerd wordt, behaald men een doding van 99,9 % (W.Runia, L.Molendijk, H.Regeer, & A.Venhuizen, 2012). De kosten van inunderen bedragen €2700,- per hectare. Dit is inclusief het wegvallen van het saldo van de wintertarwe teelt in het jaar van de inundatie (W.Runia, L.Molendijk, H.Regeer, & A.Venhuizen, 2012). Ook inunderen is 1 van de officiële bestrijdingsmethodes van de NVWA (NVWA, 2018). Wanneer na inundatie de besmetverklaring ingetrokken wordt mag men weer uitgangsmateriaal telen op het perceel. Wanneer er weer pootaardappelen geteeld mogen worden in plaats van zetmeelaardappelen geeft dit een meeropbrengst van €3.438,- per hectare.

Wanneer hier de kosten van de inundatie afgetrokken wordt komt men op een financiële meeropbrengst van €738,- per hectare. De kosten van inundatie worden al naar 1 teelt met pootgoed terugverdiend. Echter vergeleken met de standaard situatie zonder inundatie is er een negatief verschil van €67,- per hectare. Hieronder in tabel 9 is hier een overzicht van te vinden.

Wanneer op een bedrijf zetmeelaardappelen geteeld worden geeft het bestrijden van een zeer zware besmetting een meeropbrengst van €1.732,-. Wanneer hier de kosten van de inundatie afgetrokken wordt komt men op een negatief saldo van €968,- per hectare zoals te zien in tabel 8 hieronder. De inundatie zal pas na meerdere aardappelteelten terugverdiend worden.

Tabel 9 Kosten - baten inundatie

Situatie:	Standaard	Inundatie teelt pootaardappelen	Inundatie teelt zetmeelaardappelen
Saldo wintergraan	€ 805,00	€ 0,00	€ 0,00
Kosten inundatie	€ 0,00	€ 2.700,00	€ 2.700,00
Saldo Zetmeelaardappel	€ 2.112,00	€ 5.550,00	€ 2.112,00
Saldo pootaardappelen			
Meer opbrengst aardappelen	€ 0,00	€ 0,00	€ 1.732,00
Totaal saldo	€ 2.917,00	€ 5.550,00	€ 3.844,00
Totaal kosten	€ 0,00	€ 2.700,00	€ 2.700,00
Totaal meer opbrengst	€ 0,00	€ 3.438,00	€ 1.732,00
Werkelijk saldo	€ 2.917,00	€ 2.850,00	€ 1.144,00
Verschil kosten - baten	€ 0,00	€ 738,00	€ -968,00
Verschil t.o.v. standaard	-	€ -67,00	€ -1.773,00

Raketblad

Ook de teelt van raketblad heeft een dodende werking op aardappelmoeheid. Bij een geslaagde teelt kan er een lokking van tussen de 15 tot wel 72% behaald worden (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019). Net als de eerdergenoemde oplossingsrichtingen is de teelt van Raketblad een officiële bestrijdingsmethode van de NVWA (NVWA, 2018). Wanneer na de teelt van raketblad gemonsterd wordt en de besmetverklaring ingetrokken wordt kan men weer pootgoed verbouwen op het perceel. De teeltkosten van raketblad zijn €548,75 per hectare. (Bijlage 2)

Samen met het missen van het saldo van de teelt van wintertarwe zijn de totale kosten per hectare dan:

• Teeltkosten vanggewas	€ 548,75
• Saldo wintertarwe	€ 805,- +
Totaal kosten	€ 1.353,75

De kosten van de teelt van raketblad wordt met 1 teelt van pootaardappelen weer terugverdiend. Per hectare geeft de teelt een plus van €2.085,22 ten opzichte van het saldo van zetmeelaardappelen. Ten opzichte van het standaard bouwplan zonder teelt van raketblad wordt er een positief saldo van €1.280,22 per hectare behaald. In tabel 10 op de volgende bladzijde is hier een overzicht van te vinden. Ook in de situatie met alleen zetmeelaardappelen wordt bij een zware besmetting de kosten van de teelt na 1 seizoen terugverdiend. De meeropbrengst door de teelt van raketblad zijn €379,22 per hectare. Echter vergeleken met het standaard bouwplan zonder teelt van raketblad wordt er een negatief saldo van €425,78 behaald. Pas na de tweede aardappelteelt zal het saldo hoger zijn dan het standaard bouwplan zonder teelt van raketblad. In tabel 9 op de volgende pagina is hier een overzicht van te vinden.

Tabel 10 Kosten – baten raketblad

Situatie:	Standaard	Raketblad, teelt pootaardappelen	Raketblad teelt zet- meelaardappelen
Saldo wintergraan	€ 805,00	€ -805,00	€ -805,00
Kosten raketblad	€ 0,00	€ 547,78	€ 547,78
Saldo Zetmeelaardappel Saldo pootaardappelen	€ 2.112,00	€ 5.550,00	€ 2.112,00
Meer opbrengst aardappelen	€ 0,00	€ 0,00	€ 1.732,00
Totaal saldo	€ 2.917,00	€ 4.745,00	€ 3.039,00
Totaal kosten	€ 0,00	€ 1.352,78	€ 1.352,78
Totaal meer opbrengst	€ 0,00	€ 3.438,00	€ 1.732,00
Werkelijk saldo	€ 2.917,00	€ 4.197,22	€ 2.491,22
Verschil kosten - baten	€ 0,00	€ 2.085,22	€ 379,22
Verschil t.o.v. standaard	-	€ 1.280,22	€ -425,78

3.3.3 Financiële gevolgen besmetting met *Pratylenchus penetrans*

De financiële gevolgen van een besmetting met *Pratylenchus penetrans* voor een akkerbouwbedrijf zijn afhankelijk van wat voor bouwplan er op een bedrijf gehanteerd wordt. Is het een traditioneel veenkoloniaal bouwplan of worden er ook zaaiuien geteeld op het bedrijf. De effecten van een besmetting met *P. penetrans* is heel verschillend. Uit Noors onderzoek blijkt dat bij een matige besmetting van 360pp/100ml grond de opbrengst 50% lager is dan het perceelsgedeelte zonder besmetting (Holgado, Oppen Skau, & Magnusson, 2009). Ook in Nederlandse onderzoeken hebben ze het over een opbrengstderving van 20-30 % (Brommer & Molendijk, 2006). Wanneer zich op een perceel een matige besmetting voorkomt geeft dit een opbrengstderving van 30%. Volgens deskstudie van PPO geeft dit een financiële opbrengstderving van €691,- per hectare (Runia, Molendijk, & Waal, 2008). Voor een gemiddeld veenkoloniaal akkerbouwbedrijf van 100 ha met een 1 op 2 rotatie heeft dit grote gevolgen. Uit onderzoek blijkt dat op een kleine 20% van het onderzochte areaal een opbrengstderving van 5% of meer te verwachten is (Been & Molendijk, 2003). Wanneer dit doorgerekend wordt op een bedrijf van 100 hectare geeft dit een opbrengstderving van €6.910,-.

Niet alleen aardappelen zijn gevoelig voor schade door *Pratylenchus penetrans*, ook zaaiuien onder vinden hierdoor opbrengstderving. Dit komt door hun relatief kleine wortelgestel. In onderzoek uit 2014 is vastgesteld dat uien zeer gevoelig zijn (Visser, Hoekzema, & molendijk, 2015). Het schadeverloop is te zien in figuur 14 op pagina 16. Gezien de snelle daling van de grafiek neemt de opbrengstderving snel toe bij een toename van de besmetting met *P. penetrans*. In de grafiek is te lezen dat bij een besmetting van 300 pp/100ml grond er nog 20 ton markbare opbrengst is (Visser, Hoekzema, & molendijk, 2015). Bij geen besmetting met *P. penetrans* is het mogelijk om een opbrengst van 60 ton te behalen. Door de besmetting heeft men een opbrengstderving van 33% (Visser, Hoekzema, & molendijk, 2015).

3.3.4 Financiële resultaat oplossingsrichtingen voor *Pratylenchus penetrans*

In deze paragraaf wordt bij een aantal oplossingsrichtingen gekeken wat de financiële gevolgen zijn voor het bedrijfssaldo en of de kosten van de toegepaste oplossing terugverdient kan worden door de meeropbrengst van de gewassen. Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen een traditioneel veenkoloniaal bouwplan en een bouwplan aangevuld met de teelt van zaaiuien.

Tagetes patula

Een van de mogelijkheden om een besmetting met *P. penetrans* te bestrijden is de teelt van *Tagetes patula*. Uit diverse proeven, onder andere enkele die aangelegd zijn op PPO 'T Kompas in Valthermond blijkt dat de teelt van *Tagetes patula* de aanwezige besmetting van *P. penetrans* terug kan brengen naar nul of bijna nul (Molendijk, Visser, & Haagsma, 2016).

Doordat de aanwezige populatie met P. penetrans gedood wordt, ondervindt de daaropvolgende aardappelteelt geen schade. In de proeven zijn twee rassen onderzocht. Het voor P. penetrans gevoelige ras Seresta. En het tolerante ras voor P. penetrans Festien (Molendijk, Hoekzema, & Visser, 2017). Door de doding van de P. penetrans krijgt men een opbrengst stijging ten opzichte van de onbehandelde percelen. In tabel 11 is per ras de meeropbrengst vermeld.

Tabel 11 opbrengst stijging na de teelt Tagetes in zetmeelaardappelen. Bron: (Molendijk, Hoekzema, & Visser, 2017)

Ras	Zetmeelopbrengst Braak (ton)	Zetmeelopbrengst Tagetes (ton)	Verschil (ton)	Financiële verschil
Festien	12,9	14,8	1,9	€617,50
Seresta	12,5	15,5	3	€975,-
Gemiddeld			2,45	€796,25

Uit tabel 11 is goed op te maken dat het bestrijden van P. penetrans in een gevoelig ras meer opbrengst stijging geeft dan een tolerant ras. Gemiddeld is er een meeropbrengst van 2,5 ton zetmeel per hectare. In de tabel wordt er uitgegaan van een zetmeel prijs van € 325,-/ton (Molendijk, Hoekzema, & Visser, 2017). Uitgaande van een gemiddelde opbrengststijging geeft dit een meeropbrengst van € 796,25 per hectare in de teelt van zetmeelaardappelen.

De kosten van de teelt van Tagetes patula liggen op €458,10 per hectare. (Bijlage 2) In de proeven wordt er gezaaid na de teelt van wintergerst of de gehele graanteelt wordt achterwege gelaten. Door het wegvallen van de wintertarwe teelt of het telen van wintergerst wordt er geen of een lager saldo behaald dan de standaard situatie. Dit saldo verschil moet samen met de kosten van de teelt van Tagetes patula terugverdiend worden met de meeropbrengst van de zetmeelaardappelen. In onderstaande tabel 12 is per situatie een saldoberekening gemaakt.

Tabel 12 Kosten- baten Tagetes teelt

Situatie:	Standaard, geen Tagetes	Geen wintertarwe, teelt Tagetes	Wintergerst, nateelt Tagetes
Saldo wintergraan	€ 805,00	€ -805,00	€ 475,00
Kosten Tagetes	€ 0,00	€ 458,10	€ 458,10
Saldo Zetmeelaardappel	€ 2.112,00	€ 2.112,00	€ 2.112,00
Meer opbrengst aardappelen	€ 0,00	€ 796,25	€ 796,25
Totaal saldo	€ 2.917,00	€ 2.103,25	€ 3.383,25
Totaal kosten	€ 0,00	€ 1.263,10	€ 788,10
Totaal meer opbrengst	€ 0,00	€ 796,25	€ 796,25
Werkelijk saldo	€ 2.917,00	€ 1.645,15	€ 2.925,15
Verschil kosten - baten	€ 0,00	€ -466,85	€ 8,15
Verschil t.o.v. standaard	-	€ -1.271,85	€ 8,15

Uit tabel 12 valt te concluderen dat er ondanks de meeropbrengst van de zetmeelaardappelen de kosten bij het wegvallen van de teelt wintertarwe niet terugverdiend worden. Wanneer de wintertarwe vervangen wordt voor wintergerst met nateelt Tagetes patula wordt er een positief saldo van €8,15 per hectare behaald ten opzichte van het standaard bouwplan zonder Tagetes patula.

Uit de proeven gedaan op PPO 'T Kompas blijkt dat de Tagetes een lange duurwerking heeft. Uit de proeven blijkt dat de populatie 4 jaar lang op een laag niveau blijft en dat de tweede aardappelteelt ook een positief effect ondervindt van de Tagetes (Molendijk, Hoekzema, & Visser, 2017). In tabel 13 op de volgende pagina is doorgerekend wat het effect hiervan is op het saldo over de gehele rotatie. Het saldo van de suikerbieten is op nul gesteld, aangezien deze geen schade ondervindt van P. penetrans (L.Molendijk, J.Visser, & W.Haagsma, 2016).

Tabel 13 kosten- baten Tagetes gehele rotatie

Situatie:	Standaard, geen Tagetes	Geen wintertarwe, teelt Tagetes	Wintergerst, nateelt Tagetes
Saldo wintergraan	€ 805,00	€ -805,00	€ 475,00
Kosten Tagetes	€ 0,00	€ 458,10	€ 458,10
Saldo Zetmeelaardappel	€ 2.112,00	€ 2.112,00	€ 2.112,00
Meer opbrengst aardappelen	€ 0,00	€ 796,25	€ 796,25
saldo suikerbiet	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Saldo Zetmeelaardappel	€ 2.112,00	€ 2.112,00	€ 2.112,00
Meer opbrengst aardappelen	€ 0,00	€ 796,25	€ 796,25
Totaal saldo	€ 5.029,00	€ 5.011,50	€ 6.291,50
Totaal kosten	€ 0,00	€ 1.263,10	€ 788,10
Totaal meer opbrengst	€ 0,00	€ 1.592,50	€ 1.592,50
Werkelijk saldo	€ 5.029,00	€ 4.553,40	€ 5.833,40
Vershil kosten - baten	€ 0,00	€ 329,40	€ 804,40
Vershil t.o.v. standaard	-	€ -475,60	€ 804,40

Uit tabel 13 blijkt dat wanneer men de wintertarwe teelt vervangt voor wintergerst met als nateelt Tagetes er over de gehele rotatie een positief saldo van €804,40 per hectare wordt behaald. In de situatie waar de wintertarweteelt volledig achterwege gelaten wordt, worden de kosten van de teelt van Tagetes en het missen van het saldo van de wintertarwe niet terugverdiend door de meeropbrengst in de aardappelteelten. Ten opzichte van het standaard bouwplan wordt in deze situatie een negatief saldo behaald van €475,60 per hectare.

In de situaties hierboven is er gerekend met een traditioneel veenkoloniaal bouwplan. De laatste jaren neemt het areaal zaaiuien in de veenkoloniën toe (Vos, 2019). Ook zaaiuien zijn gevoelig voor schade van P. penetrans. Uit onderzoek blijkt dat bij een matige besmetting er een opbrengstderving is van 33% (Visser, Hoekzema, & molendijk, 2015). Omdat deze 33% berekend is op basis van 1 onderzoek wordt er in onderstaande berekeningen gerekend met een opbrengstschade van 20%. Dit om een realistisch beeld te kunnen geven. Zoals bij de vorige situaties worden ook hier 3 mogelijkheden doorgerekend: 1. standaard zonder maatregelen, 2. wintertarwe teelt achterwege laten en Tagetes patula zaaien en 3. wintertarwe vervangen door wintergerst en nateelt van Tagetes patula. Bij de aardappelen wordt gerekend met een opbrengststijging van 2,5 ton zetmeel per hectare. Bij de zaaiuien met een opbrengststijging van 15% ten opzichte van de standaard situatie. De meeropbrengst in de zaaiuien is €990,- per hectare (15% van €6.600,-) In de onderstaande tabel 14 is de meeropbrengst van de zaaiuien en de aardappelen doorgerekend.

Tabel 14 Kosten- baten Tagetes standaard bouwplan incl. zaaiuien

Situatie:	Standaard, geen Tagetes	Geen wintertarwe, teelt Tagetes	Wintergerst, nateelt Tagetes
Saldo wintergraan	€ 805,00	€ -805,00	€ 475,00
Kosten Tagetes	€ 0,00	€ 458,10	€ 458,10
Saldo Zetmeelaardappel	€ 2.112,00	€ 2.112,00	€ 2.112,00
Meer opbrengst aardappelen	€ 0,00	€ 796,25	€ 796,25
Saldo zaaiuien	€ 3.435,00	€ 3.435,00	€ 3.435,00
Meer opbrengst zaaiuien	€ 0,00	€ 990,00	€ 990,00
Totaal saldo	€ 6.352,00	€ 6.528,25	€ 7.808,25
Totaal kosten	€ 0,00	€ 1.263,10	€ 788,10
Totaal meer opbrengst	€ 0,00	€ 1.786,25	€ 1.786,25
Werkelijk saldo	€ 6.352,00	€ 6.070,15	€ 7.350,15
Vershil kosten - baten	€ 0,00	€ 523,15	€ 998,15
Vershil t.o.v. standaard	-	€ -281,85	€ 998,15

Uit tabel 14 blijkt dat in de situatie waar in de teelt van wintertarwe achterwege laten de kosten terugverdiend worden en er een positief saldo van €523,15 per hectare behaald wordt. Echter vergeleken met de standaard situatie zonder Tagetes patula is de opbrengst negatief met een bedrag van €281,85 per hectare. In de situatie waar de wintertarwe wordt vervangen door de teelt van wintergerst met nateelt van Tagetes patula worden de kosten terugverdiend en is er een positief saldo van €988,15 per hectare. Zoals te zien in tabel 14.

Zoals eerder benoemt is het bekend dat Tagetes patula een lange duurwerking heeft (Molendijk, Hoekzema, & Visser, 2017). In onderstaande tabel 15 is doorgerekend wat het effect hiervan is op het saldo over de gehele rotatie. Het saldo van de suikerbieten is op nul gesteld, aangezien die geen schade ondervindt van P. penetrans (L.Molendijk, J.Visser, & W.Haagsma, 2016).

Tabel 15 Kosten- baten Tagetes standaard bouwplan incl. zaaiuien gehele rotatie

Situatie:	Standaard, geen Tagetes	Geen wintertarwe, teelt Tagetes	Wintergerst, nateelt Tagetes
Saldo wintergraan	€ 805,00	€ -805,00	€ 475,00
Kosten Tagetes	€ 0,00	€ 458,10	€ 458,10
Saldo Zetmeelaardappel	€ 2.112,00	€ 2.112,00	€ 2.112,00
Meer opbrengst aardappelen	€ 0,00	€ 796,25	€ 796,25
Saldo zaaiuien	€ 3.435,00	€ 3.435,00	€ 3.435,00
Meer opbrengst zaaiuien	€ 0,00	€ 990,00	€ 990,00
Saldo suikerbiet	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Saldo Zetmeelaardappel	€ 2.112,00	€ 2.112,00	€ 2.112,00
Meer opbrengst aardappelen	€ 0,00	€ 796,25	€ 796,25
Totaal saldo	€ 8.464,00	€ 9.436,50	€ 10.716,50
Totaal kosten	€ 0,00	€ 1.263,10	€ 788,10
Totaal meer opbrengst	€ 0,00	€ 2.582,50	€ 2.582,50
Werkelijk saldo	€ 8.464,00	€ 8.978,40	€ 10.258,40
Verschil kosten - baten	€ 0,00	€ 1.319,40	€ 1.794,40
Verschil t.o.v. standaard	-	€ 514,40	€ 1.794,40

Uit tabel 15 blijkt dat in beide situaties de kosten van de teelt van Tagetes patula terugverdiend wordt. In de situatie waar de teelt van wintertarwe is komen te vervallen heeft met over de gehele rotatie een meeropbrengst van €514,40 ten opzichte van het standaard bouwplan. In de situatie waarin de wintertarwe is vervangen voor de teelt van wintergerst heeft men een meeropbrengst van €1.794,40 per hectare ten opzichte van de standaard variant zonder bestrijdingsmaatregelen.

Inundatie

Een andere oplossingsrichting voor het bestrijden van een besmetting met *P. penetrans* is inundatie. Doormiddel van inundatie kan een aanwezige besmetting met *P. penetrans* gedood worden (Runia, Beers, Brommer, Kok, & Molendijk, 2006). In onderstaande tabel 16 is doorgerekend of de kosten van inundatie terug te verdienen is met de meeropbrengst van de zetmeelaardappelen. Net als bij de berekeningen van de Tagetes wordt er gerekend met een opbrengststijging van 2,5 ton per hectare. De kosten van de inundatie zitten op €2.700,- per hectare. Dit is inclusief het wegvallen van het saldo van de wintertarwe in het jaar van inundatie (W.Runia, L.Molendijk, H.Regeer, & A.Venhuizen, 2012).

Tabel 16 Kosten – baten inundatie standaard bouwplan

Situatie:	Standaard, geen inundatie	Inundatie met standaard bouwplan
Saldo wintergraan	€ 805,00	€ -2.700,00
Kosten inundatie		
Saldo Zetmeelaardappel	€ 2.112,00	€ 2.112,00
Meer opbrengst aardappelen	€ 0,00	€ 796,25
Totaal saldo	€ 2.917,00	€ 208,25
Totaal kosten	€ 0,00	€ 2.700,00
Totaal meer opbrengst	€ 0,00	€ 796,25
Verschil kosten - baten	€ 0,00	€ -1.903,75
Verschil t.o.v. standaard	-	€ -2.708,75

Uit tabel 16 blijkt dat de kosten van de inundatie niet terugverdiend wordt met de meeropbrengst van de zetmeelaardappelen. De kosten van €2.700,- per hectare zal pas naar de 4^e aardappelteelt terugverdiend worden. Dit gaat alleen op als de besmetting op een laag niveau blijft, echter zijn hier geen gegevens over beschikbaar.

Zoals eerder benoemt zijn niet alleen aardappelen gevoelig, ook zaaiuien zijn gevoelig voor schade van *P. penetrans*. Uit onderzoek blijkt dat bij een matige besmetting er een opbrengstderving is van 33% (Visser, Hoekzema, & molendijk, 2015). Omdat deze 33% berekend is op basis van 1 onderzoek wordt er in onderstaande berekeningen gerekend met een opbrengstschade van 20%. In onderstaande tabel 17 is gekeken wat het effect van inundatie is op een traditioneel veenkoloniaal bouwplan uitgebreid met de teelt van zaaiuien.

Tabel 17 Kosten – baten inundatie standaard bouwplan incl. zaaiuien

Situatie:	Standaard, geen inundatie	inundatie met standaard bouwplan incl. zaaiuien
Saldo wintergraan	€ 805,00	€ -2.700,00
Kosten inundatie		
Saldo Zetmeelaardappel	€ 2.112,00	€ 2.112,00
Meer opbrengst aardappelen	€ 0,00	€ 796,25
Saldo zaaiuien	€ 3.435,00	€ 3.435,00
Meer opbrengst zaaiuien	€ 0,00	€ 990,00
Totaal saldo	€ 6.352,00	€ 4.633,25
Totaal kosten	€ 0,00	€ 2.700,00
Totaal meer opbrengst	€ 0,00	€ 1.786,25
Verschil kosten - baten	€ 0,00	€ -913,75
Verschil t.o.v. standaard	-	€ -1.718,75

Zoals in tabel 17 te zien is wordt er ondanks de meeropbrengsten van de zaaiuien ook in dit geval de gemaakte kosten niet terugverdiend. Men komt op een negatief saldo van €1.718,75 per hectare. Ook met het uitgebreide bouwplan met zaaiuien zal men meerdere teelten moeten hebben om de gemaakte kosten terug te verdienen. Ervan uit gaande dat de besmetting met *P. penetrans* op een laag niveau blijft.

4 Discussie

In dit hoofdstuk wordt de aanpak van het literatuuronderzoek bediscussieerd. Daarnaast worden de resultaten van dit onderzoek onderzocht.

4.1 Aanpak van de literatuurstudie

Naar aanleiding van de uitgevoerde literatuurstudie voorafgaande aan het schrijven van dit afstudeerwerkstuk zijn er 3 deelvragen opgesteld om de hoofdvraag te beantwoorden. Om deze deelvragen te beantwoorden is er literatuur van diverse bronnen bestudeerd. Deze gegevens zijn voor het grootste gedeelte gevonden in wetenschappelijke databanken zoals onder andere “Google Scholar”. De literatuur gevonden in deze databank is allemaal peer-reviewed, en daardoor zeer betrouwbaar. Naast de wetenschappelijke databanken is er gebruik gemaakt van Google. Hier is vooral gezocht naar onderzoeken van Wageningen University & Research en onderzoeken uitgevoerd door PPO ‘T Kompas. Deze zijn meestal niet peer-reviewed maar wel betrouwbaar. Ook is er gebruik gemaakt van bronnen van de NVWA. Onder deze literatuur zaten veel onderzoeksrapporten die bestudeerd zijn. Naast de onderzoeksrapporten is er gebruik gemaakt van artikelen op de site van onder andere Boerderij. Daarnaast is er gebruik gemaakt van het “Handboek Groenbemester.” Er is hier gebruik gemaakt omdat hierin zeer praktische informatie verwerkt is over de teelt van diverse groenbemesters. Ook is er gebruik gemaakt van interne presentaties van gewasbeschermingsfabrikanten. Dit zijn vaak onderzoeken van een fabrikant zelf waardoor ze vaak minder betrouwbaar zijn. Echter wanneer er gebruik gemaakt wordt van onafhankelijke aansluitproeven worden deze gegevens een goede aanvulling.

4.2 Resultaten

Na het opstellen van de deelvragen in hoofdstuk 1 en het verzamelen van literatuur in hoofdstuk 2 is de literatuur in hoofdstuk 3 geanalyseerd en met elkaar vergeleken. Wat opvalt is dat er veel literatuur is over de schade van *P. penetrans* in de teelt van (zetmeel)aardappelen (Been & Molendijk, 2003) (Holgado, Oppen Skau, & Magnusson, 2009). Op het gebied van zaaiuien is weinig onderzoek gedaan naar mogelijke schade van *P. penetrans*. uit de beschikbare informatie blijkt dat uien zeer gevoelig zijn voor schade door een besmetting met *P. penetrans* (Visser, Hoekzema, & molendijk, 2015). Ook op het gebied van opbrengstderving in aardappelen door een aantasting van *Globodera* spp. is weinig onderzoek beschikbaar. Met spreekt in zetmeelaardappelen over een opbrengstderving van €866,- tot €1.732,- per hectare (Stichting TBM, 2018).

Van de literatuur van hoofdstuk 3.1 kan gezegd worden dat zowel uit internationaal als nationaal onderzoek op het gebied van *Pratylenchus penetrans* blijkt dat aardappelen zeer gevoelig zijn (Holgado, Oppen Skau, & Magnusson, 2009) (Brommer & Molendijk, 2006). De literatuur op dit gebied bevestigt elkaar. Ook is in verschillende literatuur terug te vinden dat bij een besmetting met *P. penetrans* gedacht moet worden aan een opbrengstderving van 30 tot wel 50 % (Been & Molendijk, 2003) (Holgado, Oppen Skau, & Magnusson, 2009). Op het gebied van opbrengstderving door *Globodera rostochiensis* en *pallida* is weinig literatuur beschikbaar. Over de virulente pathotypen van *Globodera pallida* is wel veel literatuur beschikbaar. Ze bevestigen elkaar dat er een nieuwe pathotype is van *pallida* (Molendijk, Den Nijs, & Janssen, 2017) (Stichting TBM, 2018).

Ook de literatuur gevonden en geanalyseerd in hoofdstuk 3.2 bevestigt elkaar. In diverse studies wordt de dodende werking van *Tagetes patula* op *P. penetrans* bevestigd (Marahatta, Wang, Sipes, & Hooks, 2012) (Kimpinski, Gallant, & Sanderson, 2000) (Alexander & Waldermaier, 2006). Ook wordt in meerder onderzoeken bevestigd dat na de teelt van *Tagetes patula* de opbrengst in aardappelen stijgt. Van de gevonden literatuur op het gebied van nematociden is weinig onafhankelijk. De gebruikte literatuur is voor een groot deel afkomstig van de fabrikanten van de nematociden zelf. De bedrijven voeren deze onderzoeken uit met een commercieel doel. Dit moet in acht genomen worden bij de betrouwbaarheid van de onderzoeken.

De literatuur gebruikt in hoofdstuk 3.3 is veel afkomstig van dezelfde bron. Wel komen de onderlinge onderzoeken allemaal op hetzelfde resultaat. In de onderzoeken komt men elke keer op een meer opbrengst in de zetmeelaardappelteelt. Ook de duurwerking van de *Tagetes patula* wordt bevestigd (Molendijk, Hoekzema, & Visser, 2017) (Molendijk.L, G.Korthals, & J.Visser, 2013). Over de andere oplossingsrichtingen is beperkt literatuur beschikbaar.

Door de verscheidenheid aan literatuur bij de deelvragen zijn er betrouwbare antwoorden te geven op de deelvragen. Doordat veel literatuur elkaar bevestigde is de betrouwbaarheid van de antwoorden te garanderen. Van vraagstukken waar niet voldoende literatuur beschikbaar was blijft het afweten of de beschikbare resultaten 100% betrouwbaar zijn.

De gebruikte onderzoeksmethode, een literatuurstudie was een goede keuze voor dit vraagstuk. Door deze onderzoeksmethode is beschikbare literatuur over dit onderwerp geanalyseerd en zijn er waardevolle conclusies uit te trekken voor zowel akkerbouwers als teeltadviseurs werkzaam in de veenkoloniën.

5 Conclusie & Aanbevelingen

Dit afstudeerwerkstuk is geschreven om zowel agrariërs als teeltadviseurs inzicht te geven rondom de nematodenproblemen die er spelen in de zetmeelaardappelteelt. Wat zijn de gevolgen van een nematodenbesmetting en welke gevolgen hebben deze voor de continuïteit van een veenkoloniaal akkerbouwbedrijf. Naast de gevolgen is er gefocust op welke oplossingsmogelijkheden er zijn om de problematiek onder controle te krijgen. De hoofdvraag van deze literatuurstudie luid:

“Welke gevolgen heeft een nematodenbesmetting op de teelt van zetmeelaardappelen in het veenkoloniale zand- en dalgebied, wat zijn de gevolgen voor de bedrijven en welke oplossingsmogelijkheden zijn ervoor handen.”

Wat zijn de gevolgen van een nematodenbesmetting

Een besmetting met het vrijlevend wortelstelselaaltje *Pratylenchus penetrans* heeft meerdere negatieve gevolgen voor de zetmeelaardappelteelt. De nematode prikt de wortel aan, waarna deze afsterft. Hierdoor sterft de aardappelplant uiteindelijk vroegtijdig. Al bij een matige besmetting met *P. penetrans* ondervindt de aardappel zoveel schade dat een opbrengstderving van 20-30% te verwachten is. Ook de teelt van zaaiuien ondervindt schade door *P. penetrans*. Door het relatief kleine wortelgestel van uien neemt de opbrengstderving sterk toe bij een matige besmetting. Ook aardappelmoehed, *Globodera rostochiensis* en *pallida* zorgen voor een opbrengstderving in de aardappelteelt. Afhankelijk van het geteelde ras en de hoogte van de aanwezige besmetting, geeft het een opbrengstderving van 20-50%. Niet alleen geeft het een opbrengstderving in de teelt van aardappelen. Wanneer een perceel besmet verklaard wordt op de aanwezigheid van *Globodera rostochiensis* of *pallida* mag op het perceel geen uitgangsmateriaal zoals pootaardappelen, 1^e jaars plantuien en bloembollen meer geteeld worden.

Welke oplossingsrichtingen zijn er om de schade van een besmetting te voorkomen

Om de schade van een besmetting met nematoden te beperken zijn er diverse oplossingsrichtingen beschikbaar:

- **Bouwplan:**
Een manier om *Globodera* spp. te bestrijden is het verruimen van het bouwplan. Aaltjes van *Globodera* spp. vermeerderen zich alleen op aardappelen. Wanneer er geen aardappelen geteeld worden neemt de besmetting met 30% per jaar af. Bij een rotatie van 1 op 6 zal de aanwezige besmetting zover gedaald zijn dat het veilig is om weer een aardappelgewas te telen. Anders dan *Globodera* spp heeft *Pratylenchus penetrans* een brede ranch aan waardplanten. Er zijn enkele gewassen waarop *P. penetrans* zich niet of matig vermeerderd. Maar met deze gewassen is geen realistisch bouwplan te realiseren. De oplossing voor *P. penetrans* kan dus niet behaald worden in het wijzigen van het bouwplan.
- **Tagetes patula:**
Tagetes patula is een vanggewas dat ingezet kan worden om een besmetting met *P. penetrans* te bestrijden. *Tagetes patula* doodt door een chemische reactie actief de aanwezige besmetting met *P. penetrans*. Met een teelt met een teeltduur van 5 maanden kan een besmetting van 983pp/100ml grond teruggebracht worden na een besmetting van 2 pp/100ml grond. Ook bij een kortere teeltduur van 2 maanden wordt besmetting gereduceerd tot 12 pp/100 ml grond. Ook is van *Tagetes patula* bekend dat er een duurwerking is. Na de teelt van *Tagetes patula* kan daarna een opbrengstverhoging verwacht worden bij de teelt van een gevoelig gewas zoals aardappelen en zaaiuien.
- **Raketblad:**
Een ander vanggewas is de teelt van raketblad. Met raketblad wordt een besmetting met *Globodera* spp. gelokt. Echter de werking is wisselend. Er worden resultaten van 15 tot 72% lokking behaald. Door de wisselende werking is het geen betrouwbare oplossing en wordt deze niet geadviseerd om in te zetten om een besmetting met *Globodera* spp. te reduceren.

- **Inundatie:**
Met inundatie wordt de bodem van een perceel zuurstofloos gemaakt door deze onderwater te zetten. Nematoden kunnen niet over deze zuurstofloze omstandigheden en zullen afsterven. Door het perceel 14 weken in de zomer onderwater te zetten wordt zowel een aanwezige besmetting met *Globodera* spp en *P. penetrans* bestreden.
- **Aardappelen als vanggewas:**
Ook het inzetten van aardappelen als vanggewas is een mogelijkheid om *Globodera* spp te bestrijden. Na een 40 dagen durende teelt worden de aardappelen doodgespoten. Door de aardappelen zijn de cysten gelokt maar hebben geen tijd gehad zich te vermeerderen. Door de lokking sterft 80-90 % van de aanwezige cysten.
- **Nematiciden:**
Het inzetten van nematiciden is geen oplossing, een aanwezige besmetting wordt niet bestreden maar onderdrukt. Doordat de aanwezige aaltjes onderdrukt worden door de inzet van een nematicide kan een gewas zich goed ontwikkelen en toch tot een marktbaar opbrengst te kunnen groeien.

Wat zijn de financiële gevolgen van een besmetting voor een veenkoloniaal akkerbouwbedrijf.

De financiële gevolgen *Globodera* spp. Is afhankelijk van het bouwplan van een bedrijf. Teelt men zetmeelaardappelen dan is de opbrengstderving afhankelijk van de hoogte van de besmetting €866,- tot €1.732,- per hectare. Wanneer men pootgoed teelt en door een besmetverklaring terug moet naar zetmeelaardappelen, geeft dit een verlies van €3.438,- per hectare.

De financiële gevolgen van een besmetting met *P. penetrans* is afhankelijk van de geteelde gewassen. In de teelt van zetmeelaardappelen ondervindt men een opbrengstderving van €796,25 per hectare bij een matige besmetting. In de teelt van zaaiuien ligt de opbrengstderving bij een matige besmetting op €990,- per hectare.

Zowel de teelt van raketblad als aardappelen als vanggewas om *Globodera* spp. te bestrijden kan financieel alleen uit wanneer men pootgoed gaat telen. In de teelt van zetmeelaardappelen worden de kosten pas terugverdient door de meeropbrengsten na de 2^e aardappelteelt. Bij inundatie kunnen de kosten zowel bij een besmetting met *Globodera* spp en *P. penetrans* niet terugverdient worden naar 1 teelt. In beide situaties worden de kosten pas terugverdiend naar meerdere teelten. Bij een besmetting met *P. penetrans* is de teelt van *Tagetes patula* na de teelt van wintergerst financieel gezien de beste keuze. Zowel in de teelt van zetmeelaardappelen als zaaiuien wordt een aanzienlijke meeropbrengst behaald. Ook door de lange duurwerking is het financieel gezien een interessante oplossing.

Aan de hand van de deelvragen is de hoofdvraag beantwoord:

De gevolgen van een nematodenbesmetting zijn afhankelijk van de soort besmetting en de hoogte van de besmettingsgraad en de geteelde gewassen op een bedrijf. De besmettingen hebben grote financiële gevolgen voor een bedrijf. Ze veroorzaken een opbrengstderving afhankelijk van de soort tussen de 20-50% ten opzichte van geen besmetting. Om de besmettingen te bestrijden zijn er meerdere oplossingsmogelijkheden. Bij een besmetting met *Pratylenchus penetrans* is het telen van *Tagetes patula* na de teelt van wintergerst een financieel aantrekkelijke oplossing. Bij een besmetting met *Globodera rostochiensis/ pallida*. ligt de voorkeur bij de teelt van aardappelen als vanggewas en daarna weer gebruik maken van de mogelijkheid om pootgoed te mogen telen.

Aanbevelingen:

Aan de hand van de gedane literatuurstudie zijn de nog onduidelijkheden die open bleven naar het analyseren van de literatuur verwerkt in onderstaande aanbevelingen. De aanbevelingen bestaan uit de volgende onderzoeksvragen die mogelijk beantwoord kunnen worden door aanvullend onderzoek.

- Welke opbrengstdervingen zijn er te verwachten bij verschillende dichtheden van *Globodera* spp in de teelt van zetmeelaardappelen.
- Welke opbrengstdervingen zijn er te verwachten in de teelt van zaaiuien bij diverse dichtheden van *Pratylenchus penetrans*.
- Wat is de duurwerking van de diverse oplossingsrichtingen, hoe lang weten ze de besmettingsniveau 's laag te houden zodat deze onder de schadedrempel blijft
- Welke opbrengstverhogingen zijn er te verwachten bij het inzetten van nematiciden.

Literatuurlijst

- Aalders. (2020). *Dalgrond*. Opgehaald van www.geheugenvandrenthe.nl:
<https://www.geheugenvandrenthe.nl/dalgrond>
- Agriant B.V. (2020). *Prijzlijst Gewasbeschermingsmiddelen, kunstmest & zaaizaden 2020*. Emmen.
- Akkerbouw en pluimveebedrijf Schuur. (2020). *Jaarrekening 2019*. 2e Exloërmond.
- Alexander, S., & Waldermaier, C. (2006). *Suppression of Pratylenchus penetrans Populations in Potato and Tomato using African Mar-igolds*.
- AVEBE Agro. (2018). *Optimeel 2017*.
- AVEBE Agro. (2019). *Optimeel 2018*.
- Bayer Crop Science. (2019). *Verango*.
- Bayer CropScience. (2018). *Etiket Verango (W0)*.
- Been, T., & Molendijk, L. (2003). *Aaltjes als opbrengstbeperkende factor in de Fabrieksaardappelteelt*.
- Bélair, G., Dauphinais, N., Fournier, Y., & Clément, O. P. (2005). *Effect of Forage and Grain Pearl Millet on Pratylenchus penetrans and Potato Yields in Quebec*.
- Boerenbedrijf Beuling B.V. (2020). *Jaarrekening 2019*. 1e Exloërmond.
- Bosch, H., & Jonge, P. d. (1989). *Handboek voor de Akkerbouw en groenteteelt in de volle grond*.
- Brancheorganisatie Akkerbouw. (2018). *Beheersing van aardappelmoeheid in de akkerbouw*.
- Breel, M. (2018, augustus). *Modulewerkboek APL 4*. Dronten.
- Brommer, E., & Molendijk, L. (2006). *Groenbemesters en Pratylenchus in een bouwplan met zetmeelaardappels*. Lelystad.
- CBS. (2018, November 20). *Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar gemeente*. Opgehaald van www.cbs.nl:
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80781ned/table?dl=19173&ts=1549567756896>
- CBS. (2019, januari 31). *Akkerbouwgewassen; productie naar regio*. Opgehaald van www.cbs.nl:
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/7100oogs/barv?ts=1549729569400>
- Corteva Agriscience. (2019). *Vydate 10G*.
- Corteva Agroscience. (2017). *Etiket Vydate 10G (W8)*.
- Elberse, I., & Hoek, H. (2012). *Groenbemesters in de strijd tegen gewone wortellessieaaltjes (Pratylenchus penetrans)*.
- Elston, D., Phillips, M., & Trudgil, D. (1991). *The relationship between initial population density of potato cyst nematode Globoderapallida and the yield of partially resistant potatoes*.
- Engwerda, J. (2019, januari 30). *Nieuw agressief aaltje rukt op, grote zorgen over AM*. Opgehaald van www.boerderij.nl: <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2019/1/Nieuw-agressief-aaltje-rukt-op-grote-zorgen-over-AM-387289E/>
- Engwerda, J. (2019, Januari 30). *Plantgezondheid achilleshiel voor pootgoedsector*. Opgehaald van www.boerderij.nl:
<https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2019/1/Plantgezondheid-achilleshiel-voor-pootgoedsector-386777E/>
- Everts, K. L., Sardanelli, S., R. J. Kratochvil, Armentrout, D. K., & Gallagher, L. E. (2006). *Root-Knot and Root-Lesion Nematode Suppression by Cover Crops, Poultry Litter, and Poul-try Litter Compost*.
- Groenkennisnet. (2019, september). *Wortellessieaaltje - aardappel*. Opgehaald van Wiki.groenkennisnet: <https://wiki.groenkennisnet.nl/display/BEEL/Wortellessieaaltje++aardappel>
- Haagsma, W., Hoek, H., & Molendijk, L. (2019). *Handboek Groenbemesters*.
- Haagsma, W., Hoek, H., & Molendijk, L. (2019). *Handboek Groenbemesters*.
- Hartsema, Mheen, Berg, Gastel, & Molendijk. (2004). *Raketblad (Solanum sisymbriifolium) Teeltaspecten en sanerende werking op aardappelpysteaaltjes (Globodera sp.)*.

- Holgado, R., Oppen Skau, K., & Magnusson, C. (2009). Field damage in potato by lesion nematode *Pratylenchus penetrans*, its association with tuber symptoms and its survival in storage. *Nematol*, 25-29.
- J.Visser, G.Hoekzema, & J.Specken. (2019). *Groenbemesters in een Veenkoloniaal bouwplan (I)*.
- Janssen, F. (2017). *Toegenomen virulentie voor Globodera pallida in Nederland*.
- Janssen, R. (2004). Resistentie aardappelrassen als onderdeel van een aaltjesbeheersingsstrategie. *Gewasbescherming*, 287-290.
- Kimpinski, J., Arsenault, W., Gallant, C., & Sanderson, J. (2000). *The Effect of Marigolds (Tagetes spp.) and Other Cover Crops on Pratylenchus penetrans and on Following Potato Crops*.
- Kimpinski, J., Gallant, C. E., Henry, R., Macleod, J. A., Sanderson, J. B., & Sturz, A. V. (2013). Effect of Compost and Manure Soil Amendments on Nematodes and on Yields of Potato and Barley: A 7-Year Study,. *Journal of Nematology*.
- Kimpinski, J., Gallant, C., & Sanderson, J. (2000). The Effect of Marigolds (Tagetes spp.) and Other Cover Crops on *Pratylenchus penetrans* and on Following Potato Crops. *Journal of Nematology*.
- Knollema, B. (2018, Maart 3). Verdienmodel veenkoloniale akkerbouw klaar voor de toekomst. Valthermond, Innovatie veenkoloniën.
- Korthals, G., Thoden, T., Van den Berg, W., & Visser, J. (2013). *Long-term effects of eight soil health treatments to control plant-parasitic nematodes and Verticillium dahliae in agro-ecosystems*.
- Korthals, G., Thoden, T., Van der Berg, W., & Visser, J. (2013). Long-term effects of eight soil health treatments to control plant-parasitic nematodes and *Verticillium dahliae* in agro-ecosystems. *Applied Soil Ecology*.
- L.Molendijk, J.Visser, & W.Haagsma. (2016). *Kansen Groen-bem_ Valthermond*.
- LaMondia, J. (2006). *Management of Lesion Nematodes and Potato Early Dying with Rotations Crops*.
- Marahatta, S., Wang, K., Sipes, B., & Hooks, C. (2012). *Effects of Tages patula on Ac-tive and Inactive Stages of Root-Knot Nematodes*.
- Molendijk, L., Den Nijs, L., & Janssen, F. (2017). *Achtergrondinformatie over het ontstaan van virulente populaties van het witte aardappelcysteaaltje Globodera pallida*. Wageningen.
- Molendijk, L., Hoekzema, G., & Visser, J. (2017, dec). Groenbemesters, zaaitijden en opbrengst. Valthermond.
- Molendijk, L., Hoekzema, G., & Visser, J. (2017). *Zaaitijden_groenbemesters_en_gb-mengsel*.
- Molendijk, L., Visser, J., & Haagsma, W. (2016, Nov). Van GLB plicht naar bodemkans. Valthermond.
- Molendijk, L., G.Korthals, & J.Visser. (2013). *Groenbemesters en aaltjes*.
- Morgen, G., Stevenson, W., MacGuidwin, A., Kelling, K., Binning, L., & J.Zhu. (2002). *Plant Pathogen Population Dynamics in Potato Fields*.
- NVWA. (2018). *Bestrijdingsmaatregelen Aardappelmoetheid*.
- NVWA. (2020). *aardappelmoetheid*. Opgehaald van www.nvwa.nl:
<https://www.nvwa.nl/onderwerpen/aardappelmoetheid>
- PAVG. (1991). *Themadag bodemgebonden plagen en ziekten van aardappelen*.
- Runia, W. T., Molendijk, L., & Van der Waal, B. (2008). *Deskstudie financiële gevolgen aaltjesbesmetting*.
- Runia, W. T., Molendijk, L., & Waal, B. v. (2008). *Deskstudie financiële gevolgen aaltjesbesmetting*.
- Runia, W., Beers, T. v., Brommer, E., Kok, C., & Molendijk, L. (2006). *Resultaten van het HPA project Inventarisatie bestrijdingsmethoden*.
- RVO. (2020). *Gemeenschappelijk landbouw-beleid*. Opgehaald van www.rvo.nl:
<https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/gemeenschappelijk-landbouwbeleid>
- Schepel, E. (2019, februari). Veenkoloniale AM precies in beeld. Valthermond.
- Schepers, A., Bus, C., Brinkman, H., & Maas, P. T. (1985). *Het effect van granulaire sys-temische nematiciden op de productie van consumptie-aardappelen*.
- Smant, G. (2019, februari). Project Pallifit. Valthermond.
- Stichting TBM. (2018). *AM, hoe houden we het beheersbaar*.

- Syngenta . (2018). *Etiket Nematorin 10G (W3)*.
- Visser, J., Hoekzema, G., & molendijk, L. (2015). *Praktijknetwerk aaltjes - uien* .
- Vos, P. (2019, Januari 10). *Areaalverschuiving uien al licht ingezet in 2018*. Opgehaald van www.boerderij.nl:
<https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2019/1/Areaalverschuiving-uien-al-licht-ingezet-in-2018-380179E/>
- Vries, G. d. (2019, Februari). *Jonge veenkoloniën*. Opgehaald van www.landschapsgeschiedenis.nl:
http://landschapsgeschiedenis.nl/deelgebieden/22-Jonge_Veenkolonien.html
- Vries, G. d. (2019, Februari). *Oude Veenkoloniën*. Opgehaald van www.landschapsgeschiedenis.nl:
http://landschapsgeschiedenis.nl/deelgebieden/21-Oude_Veenkolonien.html
- W.Runia, L.Molendijk, H.Regeer, & A.Venhuizen. (2012). *Effectiviteit inundatie voor de bestrijding van Globodera palli-da en Verticillium dahliae* .
- Wageningen Universety & Research. (2019, september). *Pratylenchus penetrans*. Opgehaald van [Aaltjesschema.nl](http://www.aaltjesschema.nl):
[http://www.aaltjesschema.nl/Basiskennis/Soortenaaltjes/Pratylenchusspp\(wortellesieaaltjes\)/Pratylenchuspenetrans.aspx](http://www.aaltjesschema.nl/Basiskennis/Soortenaaltjes/Pratylenchusspp(wortellesieaaltjes)/Pratylenchuspenetrans.aspx)
- Wageningen Universety & Research. (2019, september). *Pratylenchus penetrans in aardappel*. Opgehaald van [Aaltjesschema.nl](http://www.aaltjesschema.nl):
http://www.aaltjesschema.nl/SchemaInfo/PRPE_SOLTU.aspx
- Wageningen University & Research. (2015). *KWIN AVG*.
- Wageningen University & Research. (2019, februari). *Agrimatie - informatie over de agrosector*. Opgehaald van www.agrimatie.nl:
<https://www.agrimatie.nl/Binternet.aspx?ID=14&Bedrijfstype=22&SelectedJaren=2018%402017%402016%402015&GroteKlassen=Alle+bedrijven>
- Wageningen University & Research. (2020). *aaltjesschema*. Opgehaald van www.aaltjesschema.nl:
<http://www.aaltjesschema.nl.win01.shared.site4u.nl/Schema.aspx>
- Wageningen University & Research. (2020). *aaltjesschema*. Opgehaald van www.aaltjesschema.nl:
<http://www.aaltjesschema.nl.win01.shared.site4u.nl/Schema.aspx>
- Wheeler, T., Madden, L., Rowe, R., & Riedel, R. (1992). *Modeling of Yield Loss in Potato Early Dying Caused by Pratylenchus penetrans and Verticillium dahliae* .

Bijlage 1 Saldo's 2013 t/m 2017

Opbrengst ton/ Ha

Gewas	2017	2016	2015	2014	2013	Gemiddeld
Zetmeelaardappelen	43,00	44,00	43,00	42,20	38,50	42,1 Ton
Tarwe	9,50	8,30	9,20	9,30	9,50	9,2 Ton
Gerst	6,00	6,50	6,50	6,30	6,40	6,3 Ton
Suikerbiet	100,00	84,10	89,30	98,80	87,20	91,9 Ton
Zaaiui	60,90	59,00	58,00	58,20	61,20	59,5 Ton

Prijs €/100kg

Gewas	2017	2016	2015	2014	2013	Gemiddeld
Zetmeelaardappelen	€ 8,16	€ 8,52	€ 7,28	€ 7,03	€ 7,17	€ 7,63
Tarwe	€ 16,25	€ 16,25	€ 15,53	€ 16,86	€ 19,08	€ 16,79
Gerst	€ 16,74	€ 15,19	€ 16,10	€ 17,56	€ 18,84	€ 16,89
Suikerbiet	€ 4,27	€ 4,26	€ 4,07	€ 4,77	€ 6,37	€ 4,75
Zaaiui	€ 9,33	€ 9,75	€ 13,83	€ 9,65	€ 15,77	€ 11,67

Bruto-opbrengst per ha

Gewas	2017	2016	2015	2014	2013	Gemiddeld
Zetmeelaardappelen	€ 3.508,80	€ 3.748,80	€ 3.130,40	€ 2.966,66	€ 2.760,45	€ 3.223,02
Tarwe	€ 1.543,75	€ 1.348,75	€ 1.428,76	€ 1.567,98	€ 1.812,60	€ 1.540,37
Gerst	€ 1.004,40	€ 987,35	€ 1.046,50	€ 1.106,28	€ 1.205,76	€ 1.070,06
Suikerbiet	€ 4.270,00	€ 3.582,66	€ 3.634,51	€ 4.712,76	€ 5.554,64	€ 4.350,91
Zaaiui	€ 5.681,97	€ 5.752,50	€ 8.021,40	€ 5.616,30	€ 9.651,24	€ 6.944,68

Toegerekende kosten per ha

Gewas	2017	2016	2015	2014	2013	Gemiddeld
Zetmeelaardappelen	€ 1.386,00	€ 1.474,00	€ 1.243,00	€ 1.283,00	€ 1.156,00	€ 1.308,40
Tarwe	€ 585,00	€ 601,00	€ 586,00	€ 589,00	€ 577,00	€ 587,60
Gerst	€ 461,00	€ 428,00	€ 425,00	€ 463,00	€ 444,00	€ 444,20
Suikerbiet	€ 817,00	€ 869,00	€ 854,00	€ 871,00	€ 749,00	€ 832,00
Zaaiui	€ 2.227,00	€ 2.021,00	€ 2.196,00	€ 2.043,00	€ 1.945,00	€ 2.086,40

Saldo per ha

Gewas	2017	2016	2015	2014	2013	Gemiddeld
Zetmeelaardappelen	€ 2.122,80	€ 2.274,80	€ 1.887,40	€ 1.683,66	€ 1.604,45	€ 1.914,62
Tarwe	€ 958,75	€ 747,75	€ 842,76	€ 978,98	€ 1.235,60	€ 952,77
Gerst	€ 543,40	€ 559,35	€ 621,50	€ 643,28	€ 761,76	€ 625,86
Suikerbiet	€ 3.453,00	€ 2.713,66	€ 2.780,51	€ 3.841,76	€ 4.805,64	€ 3.518,91
Zaaiui	€ 3.454,97	€ 3.731,50	€ 5.825,40	€ 3.573,30	€ 7.706,24	€ 4.858,28

Bron: (Wageningen University & Research, 2019) (CBS, 2019)

Saldoberekening Tagetes

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs € per kg/l	Bedrag
Hoofdproduct eos	3000	kg	0,018	€ 54,00
Bruto-opbrengst				€ 54,00
Uitgangsmateriaal				
zaaizaad	6	kg	30,00	€ 180,00
Bemesting				
Kunstmest				
KAS 27%	250	kg	0,19	€ 46,25
Gewasbescherming				
Clinic N (glyfosaat 360)	3	L	5,00	€ 15,00
Centurion Plus (clethodium)	1,5	L	41,60	€ 62,40
Goltix SC (metamitron 700)	2	L	32,40	€ 64,80
Astix (fenmedifam 160)	1,25	L	8,60	€ 10,75
Kontakt (fenmedifam 320)	0,75	L	17,20	€ 12,90
				€ 165,85
Overige kosten				
Diesel	120	L	1,00	€ 120,00
Totaal overige kosten				€ 120,00
Toegerekende kosten				€ 512,10
Saldo				-€ 458,10

Bron: (Agriant B.V., 2020) (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019)

Saldoberekening Raketblad

	Hoeveel- heid	Eenheid	Prijs € per kg/l	Bedrag
Hoofdproduct eos	1425	kg	0,018	€ 25,65
Bruto-opbrengst				€ 25,65
Uitgangsmateriaal				
zaaizaad	3	kg	100,00	€ 300,00
Bemesting				
Kunstmest				
KAS 27%	350	kg	0,19	€ 64,75
Gewasbescherming				
Clinic N (glyfosaat 360)	3	L	5,00	€ 15,00
Stomp (pendimethalin 400)	1	L	12,40	€ 12,40
Centium (clomazone 360)	0,15	L	180,00	€ 27,00
Titus (rimsulfuron 250)	0,03	kg	880,00	€ 26,40
Uitvloeier H	0,75	L	11,80	€ 8,85
				€ 89,65
Overige kosten				
Diesel	120	L	1,00	€ 120,00
Totaal overige kosten				€ 120,00
Toegerekende kosten				€ 574,40
Saldo				-€ 548,75

Bron: (Agriant B.V., 2020) (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019)

Saldoberekening Aardappelen als vanggewas

	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs € per kg/l	Bedrag
Bruto-opbrengst				€ 0,-
Uitgangsmateriaal				
Pootgoed	3000	kg	0,40	€ 1200
Bemesting				
<i>Kunstmest</i>				
KAS 27%	200	kg	0,19	€ 38
Gewasbescherming				
Clinic N (glyfosaat 360)	5	L	5,00	€ 25,00
Robbester	1	L	3,00	€ 3,00
Video WG (mancozeb 680 cymoxanil 50)	4	kg	8,5	€ 34,00
				€ 62,00
Overige kosten				
Diesel	100	L	1,00	€ 100,00
Totaal overige kosten				€ 100,00
Toegerekende kosten				€ 1400,00
Saldo				-€ 1400,00

Bron: (Agriant B.V., 2020) (Haagsma, Hoek, & Molendijk, 2019)

Bijlage 3 Saldoberekening zetmeelaardappel, zaaiui, wintergraan & suikerbieten

Zetmeelaardappelen	Prijs € /kg	0,09
	Hoeveelheid	Bedrag
Hoofdproduct	45000	€ 4.050,00
Brutoopbrengst		€ 4.050,00
Uitgangsmateriaal		€ 598,00
Bemesting		
Organische meststoffen		€ 0,00
Kunstmeststoffen		€ 165,95
Totaal bemesting		€ 165,95
Gewasbeschermingsmiddelen		
Herbiciden		€ 177,49
Fungiciden		€ 437,78
Insecticiden		€ 77,87
Overige		€ 121,74
Nematiciden		€ 135,97
Totaal gewasbescherming		€ 950,85
Overige kosten		
Diesel/loonwerk		€ 223,00
toegerekende kosten		€1.937,80
SALDO		€ 2.112,20

Zaaiuien	Prijs € /kg	0,11
	Hoeveelheid	Bedrag
Hoofdproduct	60000	€ 6.600,00
Brutoopbrengst		€ 6.600,00
Uitgangsmateriaal		€ 665,00
Bemesting		
Organische meststoffen		€ 0,00
Kunstmeststoffen		€ 361,15
Totaal bemesting		€ 361,15
Gewasbeschermingsmiddelen		
Herbiciden		€ 361,97
Fungiciden		€ 573,09
Insecticiden		€ 54,30
Overige		€ 117,98
Nematiciden		€ 272,00
Totaal gewasbescherming		€ 1.379,34
Overige kosten		
Diesel/loonwerk		€ 750,00
toegerekende kosten		€3.155,49
SALDO		€ 3.444,51

Suikerbieten	Prijs € /kg	0,035
	Hoeveelheid	Bedrag
Hoofdproduct	85000	€ 2.975,00
Brutoopbrengst		€ 2.975,00
Uitgangsmateriaal		€ 274,00
Bemesting		
Organische meststoffen		€ 0,00
Vleeskuikenmest	7	€ 0,00
KAS	150	€ 32,25
Gewasbeschermingsmiddelen		
Herbiciden		€ 236,78
Fungiciden		€ 158,85
Insecticiden		€ 0,00
Overige		€ 0,00
Nematiciden		€ 0,00
		€ 395,63
Overige kosten		
Diesel/loonwerk		€ 594,00
toegerekende kosten		€1.403,10
SALDO		€ 1.571,90

Wintertarwe	Prijs € /kg	0,17
	Hoeveelheid	Bedrag
Hoofdproduct	8500	€ 1.445,00
Brutoopbrengst		€ 1.445,00
Uitgangsmateriaal		€ 104,00
Bemesting		
Organische meststoffen		€ 0,00
Vleeskuikenmest	7	€ 0,00
KAS	150	€ 32,25
Gewasbeschermingsmiddelen		
Herbiciden		€ 89,01
Fungiciden		€ 129,98
Insecticiden		€ 0,00
Overige		€ 20,25
Nematiciden		€ 0,00
		€ 239,24
Overige kosten		
Diesel/loonwerk		€ 100,00
toegerekende kosten		€639,74
SALDO		€ 805,26

Wintergerst	Prijs € /kg	0,16
	Hoeveelheid	Bedrag
Hoofdproduct	7500	€ 1.200,00
Brutoopbrengst		€ 1.200,00
Uitgangsmateriaal		€ 91,20
Bemesting		
Organische meststoffen		€ 0,00
Kunstmeststoffen		€ 177,00
Totaal bemesting		€ 177,00
Gewasbeschermingsmiddelen		
Herbiciden		€ 47,90
Fungiciden		€ 86,32
Insecticiden		€ 0,00
Overige		€ 31,02
Nematiciden		€ 0,00
Totaal gewasbescherming		€ 165,24
Overige kosten		
Diesel/loonwerk		€ 292,00
toegerekende kosten		€725,44
SALDO		€ 474,56

Bron: (Agriant B.V., 2020) (Boerenbedrijf Beuling B.V., 2020) (Akkerbouw en pluimveebedrijf Schuur, 2020)

Bijlage 4: Toestemmingsformulier tot opname en beschikbaarstelling afstudeerwerkstukken in repository

Je staat op het punt je afstudeerwerkstuk in te leveren. Je hebt daarbij misschien wel dankbaar gebruik gemaakt van afstudeerwerkstukken van je voorgangers. Ook jouw afstudeerwerkstuk kan van belang zijn voor volgende afstudeerders of misschien wel voor jouw (inter)nationale vakgebied. Daarom willen we jouw product opnemen in een databank die full tekst toegang biedt aan derden. Daarvoor hebben we wel jouw toestemming als auteur nodig.

Let op!

Gezien bovenstaande is elk afstudeerwerkstuk in principe openbaar. Tenzij er zwaarwegende argumenten voor geheimhouding zijn.

Aeres Hogeschool Dronten en Almere heeft een digitale kennisbank (repository) waarin Aeres Hogeschool Dronten en Almere afstudeerwerkstukken die door studenten in het kader van hun studie aan de Hogeschool hebben geschreven, toegankelijk worden gemaakt voor derden. Hierdoor wordt het proces van creatie, verwerving en deling van kennis binnen het onderwijs mogelijk gemaakt en ondersteund.

De in de kennisbank opgenomen afstudeerwerkstukken zullen gedurende minimaal zeven jaar in de kennisbank worden opgenomen en toegankelijk worden gemaakt voor potentiële gebruikers binnen en buiten Aeres Hogeschool Dronten en Almere. Om opname en beschikbaarstelling mogelijk te maken dient dit Toestemmingsformulier.

Door opname en beschikbaarstelling in de digitale kennisbank wordt het auteursrecht niet overgedragen. Daarom kan de student zijn of haar toestemming tot het beschikbaar stellen van zijn afstudeerwerkstuk intrekken.

Rechten en plichten student

De student verleent aan Aeres Hogeschool Dronten en Almere kosteloos de niet-exclusieve toestemming om zijn afstudeerwerkstuk op te nemen in de digitale kennisbank en om dit afstudeerwerkstuk beschikbaar te stellen aan gebruikers binnen en buiten Aeres Hogeschool Dronten en Almere. Hierdoor mogen gebruikers het afstudeerwerkstuk geheel of gedeeltelijk kopiëren en bewerken. Gebruikers mogen dit alleen doen en de resultaten publiceren indien dit gebeurt voor eigen studie en/of onderwijs- en onderzoeksdoeleinden en onder de vermelding van de naam van de student en de vindplaats van het afstudeerwerkstuk.

Afstudeerwerkstukken die als vertrouwelijk moeten worden beschouwd, worden niet opgenomen in de repository.

De toestemming om de afstudeerwerkstuk aan derden beschikbaar te stellen, gaat in per onderstaande datum.

De student geeft Aeres Hogeschool Dronten en Almere het recht de toegankelijkheid van het afstudeerwerkstuk te wijzigen en te beperken indien daar zwaarwegende redenen voor bestaan.

De student verklaart dat de stage-biedende organisatie dan wel de opdrachtgever van het afstudeerwerkstuk geen bezwaar heeft tegen opname en beschikbaarstelling van het afstudeerwerkstuk in de repository.

Verder verklaart de student dat toestemming is verkregen van de rechthebbende van materiaal dat de student niet zelf gemaakt heeft om dit materiaal als onderdeel van de

afstudeerwerkstuk op te nemen in de digitale kennisbank en aan derden binnen en buiten Aeres Hogeschool Dronten en Almere beschikbaar te stellen.

De student geeft Aeres Hogeschool Dronten en Almere het recht het afstudeerwerkstuk op te nemen in de digitale kennisbank en ter beschikking te stellen voor een periode van minimaal zeven jaar.

Rechten en plichten Hogeschool

De door de student verleende niet-exclusieve toestemming geeft Aeres Hogeschool Dronten en Almere het recht het afstudeerwerkstuk aan gebruikers binnen en buiten Aeres Hogeschool Dronten en Almere beschikbaar te stellen.

Aeres Hogeschool Dronten en Almere mag verder het afstudeerwerkstuk voor gebruikers binnen en buiten Aeres Hogeschool Dronten en Almere vrij toegankelijk maken voor een gebruiker van de digitale kennisbank en mag deze gebruiker toestemming geven om het afstudeerwerkstuk te kopiëren en te bewerken. Gebruikers mogen dit alleen doen en de resultaten publiceren indien dit gebeurt voor eigen studie en/of onderwijs- en onderzoeksdoeleinden en onder de vermelding van de naam van de student en de vindplaats van het afstudeerwerkstuk.

Aeres Hogeschool Dronten en Almere zal ervoor zorgen dat vermeld wordt wie de schrijver is van het afstudeerwerkstuk waarbij zij tevens aangeeft dat bij gebruik van het afstudeerwerkstuk de herkomst hiervan duidelijk vermeld moet worden. Aeres Hogeschool Dronten en Almere zal duidelijk maken dat voor ieder commercieel gebruik van het afstudeerwerkstuk toestemming van de student nodig is.

Aeres Hogeschool Dronten en Almere heeft het recht de toegankelijkheid van het afstudeerwerkstuk te wijzigen en te beperken indien daar zwaarwegende redenen voor bestaan.

Rechten en plichten gebruiker

Door dit Toestemmingsformulier mag een gebruiker van de digitale kennisbank het afstudeerwerkstuk geheel of gedeeltelijk kopiëren en/of geheel of gedeeltelijk bewerken. Gebruikers mogen dit alleen doen en de resultaten publiceren indien dit gebeurt voor eigen studie en/of onderwijs- en onderzoeksdoeleinden en onder de vermelding van de naam van de student en de vindplaats van het afstudeerwerkstuk.

Toestemming:

Ik:

Jasper Speelman J. J. M. Speelman

- ☒ geef toestemming voor opname van mijn afstudeerwerkstuk in repository
☐ geef geen toestemming voor opname in repository. In dit geval wordt alleen intern gearchiveerd voor accreditatie doeleinden

Datum

11-11-2020

Opleiding

Tuin & Akker Bouw

Major

Tuin & Akker Bouw

Meer informatie over het auteursrecht is te lezen op <https://auteursrechten.nl/>