

Hoe kunnen akkerbouwers ritnaalden monitoren om een goed beeld te krijgen van de populatie in een perceel en welke rol spelen lokstoffen hierbij?

7-11-2022



Hoe kunnen akkerbouwers ritnaalden monitoren om een goed beeld te krijgen van de populatie in een perceel, en welke rol spelen lokstoffen hierbij?

Tom Lagendijk, 3026926

Opleiding: Tuin- en akkerbouw Agrarisch ondernemerschap, Aeres Hogeschool Dronten

Klas: 4TAO

+31629882230

tomlagendijk@hotmail.com

Afstudeerdocent: Evert Los

7 november 2022, Lelystad

Wageningen University & Research

Klaas van Rozen en Hilfred Huiting

Onderzoeker bodemplagen

+31320291339

klaas.vanrozen@wur.nl hilfred.huiting@wur.nl

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

Dit afstudeerwerkstuk is uitgevoerd bij Wageningen University & Research en is geschreven in het kader van mijn opleiding tuin-akkerbouw agrarisch ondernemerschap aan de Aeres Hogeschool in Dronten.

Wageningen University & Research in Lelystad is een onderzoeksbedrijf met een eigen akkerbouwbedrijf. Op het eigen akkerbouwbedrijf en op andere plekken bij telers in Nederland leggen zij proeven aan in uiteenlopende gewassen.

Bij deze wil ik Wageningen University & Research bedanken voor de kans die ik heb gekregen om het bedrijf beter te leren kennen. Daarnaast wil ik graag de betrokken onderzoekers: Hilfred Huiting, Klaas van Rozen, Charlotte Nederpel en Bas Allema bedanken voor de begeleiding en ondersteuning tijdens mijn afstudeerfase.

Vanuit Aeres Hogeschool wil ik graag mijn begeleider Evert Los bedanken voor de begeleiding tijdens het afstudeertraject.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Inhoud

Voorwoord	2
Samenvatting.....	4
Summary	5
Hoofdstuk 1. Inleiding	6
1.1 Aanleiding.....	6
1.2 Relevantie.....	7
1.3 Breder kader	8
1.3.1 Bodem insecten	8
1.3.2 Lokstoffen.....	10
1.3.3 Knowledge gap	11
1.3.4 Hoofdvraag en deelvragen	12
1.4 Doelstelling.....	12
Hoofdstuk 2. Materiaal en methode	13
2.1 Onderzoekopzet deelvraag 1 en 2	13
2.2 Onderzoekopzet deelvraag 3	15
Hoofdstuk 3. Resultaten	16
3.1.1 Afstand ritnaald ten opzichte van het lokmiddel	16
3.1.2 Significante verschillen per lokstof.....	19
3.2 Plek waar de ritnaald is teruggevonden.....	20
3.4 Nieuwe manieren van ritnaald monitoren.....	22
Hoofdstuk 4. Discussie.....	23
Hoofdstuk 5. Conclusie.....	25
Hoofdstuk 6. Aanbevelingen	27
Literatuurlijst	28
Bijlagen	30
Bijlage 1. Vergelijking lokstoffen	30

Samenvatting

Schade van ritnaalden neemt de laatste jaren toe in Nederland. Om eventuele ritnaaldschade vroeg in kaart te kunnen brengen, zijn lokmiddelen nodig om te kunnen meten hoeveel ritnaalden er op een bepaalde plek aanwezig zijn. Indien dit goed wordt gemonitord, kan bijvoorbeeld bijtijds worden bijgestuurd in teeltkeuzes als de vruchtwisseling of gewassoort.

De meest gebruikelijke methode voor ritnaald signalering op dit moment is door middel van de lokstof; halve aardappels. Door deze in te graven in de grond en na twee weken weer op te graven en dan te kijken naar eventuele schade door ritnaalden in de aardappels, ook wordt de grond rond de lokstof doorzocht naar ritnaalden. Aan de hand van eventueel gevonden ritnaalden of schade kan dit een probleem geven in een volggewas.

Aan de hand van literatuur zijn er een aantal lokstoffen gevonden die aantrekking hebben van ritnaalden. Deze lokstoffen zijn getest in een binnen proef onder geconditioneerde omstandigheden om zo elk lokmiddel op dezelfde manier te kunnen testen. Er is hier gebruik gemaakt van Pvc buizen gevuld met voor alle buizen dezelfde zandgrond. Daarbij zijn er in elke buis vier ritnaalden losgelaten op een exacte afstand van de verschillende lokmiddelen. Om vervolgens de ritnaalden weer op te zoeken na een bepaalde tijd en te meten in centimeters hoever ze van het lokmiddel worden gevonden. Deze afstanden worden vergeleken met de andere proefbuizen om zo verschillen aan te tonen per lokmiddel.

In dit onderzoek kwamen aardappeldelen en sorghum/koolstof naar voren met de meeste aantrekking. Dus een lokstof die meer aantrekking heeft dan de reguliere aardappeldelen is niet aangetoond in dit onderzoek. Daarnaast is er gekeken naar andere manieren van ritnaald monitoring dan het werken met een lokstof. Hier kan nieuwe techniek een rol spelen in het detecteren van ritnaalden in de grond met camera's en sensoren. Camera's kunnen op een grondbewerking machine geplaatst worden om zo tijdens de bewerking ritnaalden te zien die aan de oppervlakte komen. Sensoren kunnen een rol gaan spelen om de grond van bovenaf te scannen en hierbij ritnaalden in de grond te detecteren.

Als vervolgonderzoek wordt aanbevolen om verder te kijken naar de aantrekking van de verschillende lokmiddelen in een perceel.

Summary

In recent years, the Netherlands has seen an increase in wireworm damage. Lures are required in order to count the number of wireworms present in a certain area so that potential wireworm damage can be detected early. Hence, the farmer is able to adapt and modify decisions such as crop rotation in accordance with the detection of wireworms.

The attractant, half potatoes, is currently the most popular way for signaling wireworms. The soil surrounding the attractant is checked for wireworms by burying it, digging it up again after two weeks, and then searching for any damage from wireworms in the potatoes. This could be problematic for a future crop depending on any wireworms or other damage discovered.

Literature-based research has revealed a variety of attractants that are drawn to wireworms. To be able to evaluate each attractant in the same way, these attractants were tested indoors in controlled environments in this study. Here, PVC pipes are used, each filled with the same sandy soil. Each tube had four wire ropes that were dropped at a precise distance from each lure. After some time has passed, search for the wire ropes once more, and measure in centimetres how far they are from the lure. These distances are contrasted with those in the other test tubes to demonstrate how each lure differs.

In this research, the components of potatoes and sorghum/carbon were the most appealing. Therefore, this study did not show an attractant that is more attractive than the typical potato components. In addition, alternatives to using an attractant for wireworm monitoring were studied. Here, modern technology can help by using cameras and sensors to find underground wireworms. Wireworms that surface during tillage can be observed using cameras mounted on a tillage machine. Sensors can be used to scan the ground from above and find underground wireworms.

Research examining the appeal of the various plot attractants can be done as a follow-up study.

Hoofdstuk 1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Ritnaalden veroorzaken schade in aardappelen, mais en vele andere gewassen. De schade wordt ieder jaar groter, omdat er grotere populaties zijn waarbij de schade tot afkeur van complete partijen kan zorgen (Akkerwijzer, 2020). Ritnaalden, de larven van de kniptor, eten gaten/gangen in aardappels waardoor de aardappel afgekeurd kan worden voor consumptie. Daarnaast eten ze ook aan verschillende kiemplanten, waaronder mais, ui en suikerbieten. Ritnaalden zorgen dus in al deze gewassen voor opbrengstverliezen.

Om hier wat aan te doen is een project gestart in Lelystad: grondige aanpak bodemplagen. Dit project loopt voor vier jaar, is gestart in februari 2022 en richt zich op ritnaalden, emelten, springstaarten en de duizendpoot. Om erachter te komen hoe deze insecten leven en hoe schade/opbrengstverliezen hiervan te beperken zijn.

Het signaleren gebeurt nu door aardappels door te snijden en deze op 20 cm diep in de grond aan te brengen in het voorjaar bij voldoende temperatuur. Vervolgens deze aardappels weer op te graven na twee weken en hier de ritnaalden in te tellen. Er wordt gezocht naar een makkelijkere manier van monitoring in het voorjaar en/of najaar.

Leeswijzer:

In sectie 1.2 wordt dieper ingegaan op de achtergrond van de problematiek omtrent ritnaalden. Hierin wordt onder meer toegelicht waarom het ritnaalden-probleem de afgelopen jaren groter is geworden voor akkerbouwers. In sectie 1.3 wordt vervolgens de achtergrond geschetst omtrent verschillende plaaginsecten en hoe deze kunnen worden gesignaleerd middels verschillende lokstoffen. Op basis van deze analyse wordt de knowledge gap gedefinieerd van waaruit de onderzoeksvragen voor dit afstudeeronderzoek volgen. Om deze onderzoeksvragen te verduidelijken is in sectie 1.4 de doelstelling van dit onderzoek opgenomen. Bij sectie 2 wordt beschreven hoe het onderzoek eruit ziet. Daarbij komt een opzet over hoe het middelenonderzoek en het literatuuronderzoek uitgevoerd is. En bij sectie 3 worden de resultaten gepresenteerd en toegelicht voor alle deelvragen aan de hand van tabellen en grafieken. Bij sectie 4 wordt dieper ingegaan op de resultaten in vergelijking met wat in de literatuur gevonden is. Daarnaast is er kritisch gereflecteerd op het onderzoek. Vervolgens in sectie 5 staat de conclusie van dit onderzoek en komen de hoofd en deelvragen terug met een duidelijk antwoord per vraag. Afsluitend staan in sectie 6 aanbevelingen voor onderzoekers en agrariërs die verder willen met dit onderwerp.

1.2 Relevantie

De grotere schade van ritnaalden is mogelijk het gevolg van de zachtere winters. De winters zijn de afgelopen 50 jaar minder streng geworden (KNMI, 2020). Hierdoor kunnen insecten makkelijker de winter overleven en start het nieuwe jaar met een hogere populatie van ritnaalden in het perceel. Daarnaast kan de levenscyclus van een ritnaald verschillen door een verkorte levenscyclus van in plaats van vijf jaar naar drie jaar. Dit komt door het warmere weer en de eventuele hoeveelheid voedsel die er te vinden is.

Om grip te krijgen op de problematiek rondom ritnaalden, is het ten eerste van belang om deze goed te kunnen monitoren. Het monitoren van ritnaalden is echter een arbeidsintensief werk, omdat dit nu gebeurt door halve aardappels in te graven op ongeveer 20 centimeter en deze gemiddeld 14 dagen te laten zitten. Om ze hierna weer op te graven en te bestuderen of er ritnaalden of sporen van ritnaalden aanwezig zijn in de knollen. Een ritnaald beweegt zich voornamelijk verticaal in de bodem, hierdoor is het lastig om een perceel te bemonsteren op de totale populatie ritnaalden (Huiting & Ester, 2008). Voor een akkerbouwer is het belangrijk om voor een teelt waarbij ritnaalden schade aan kunnen brengen, te weten hoe groot de populatie in de percelen is. Er is dus noodzaak aan manieren om de problematiek beter en sneller te kunnen monitoren, om hier ook al in een eerder stadium op te kunnen sturen.

In september 2006 is een proef ingezet, waarin een vergelijking werd gemaakt tussen signaleren in het najaar en het voorjaar, voorafgaand aan het jaar waarin aardappels worden geteeld op een perceel. Ook werd hierbij een aantal lokstoffen/methoden vergeleken. Bij de signalering in het najaar werden meer ritnaalden gevonden dan in het voorjaar. Het aantal gevonden ritnaalden was echter laag, op beide momenten. Van de geteste lokstoffen/methoden gaven de nu gebruikelijke halve aardappelknollen het beste resultaat (Huiting & Ester, 2008).

1.3 Breder kader

1.3.1 Bodem insecten

Naast de ritnaald zijn er nog meer bodemplagen die schade aan gewassen kunnen toebrengen. Het onderzoeksteam van de WUR richt zich tijdens het vierjarige project op deze vier verschillende bodemplagen. Hieronder in figuur 1 is een overzicht te vinden van de plagen en in welke gewassen deze schade geven. Het gaat hier om vier bodemplagen die op dit moment de meeste schade geven in de Nederlandse akkerbouw volgens WUR Lelystad. Met name de teelten van suikerbieten, uien en cichorei zijn gevoelig voor deze verschillende plaaginsecten. Om een goed beeld te krijgen van de verschillende bodemplagen in Nederland wordt een beschrijving per bodemplaag uitgewerkt in dit hoofdstuk. Door andere bodemplagen dan de ritnaalden te onderzoeken kan er in het uiteindelijke onderzoek van de WUR een eventueel verband gelegd worden tussen het monitoren en de lokstoffen van de verschillende soorten bodemplagen.

	Aardappel	Cichorei	Gladfool	Gras (inzaai)	Handelsgewas	Lelie	Mais	Peen	Suikerbiet	Uien
Ritnaald	✓	✓	✓	✓	(✓)	✓	✓	(✓)	✓	✓
Emelt		✓		✓	(✓)				✓	✓
Springstaart		✓			(✓)			✓	✓	✓
Duizendpoot		✓			(✓)			✓	✓	✓

Figuur 1. Overzicht plaaginsecten en gewassen (Bron: WUR open teelten)

Wat opvalt in bovenstaand figuur is dat ritnaalden in de meest gangbare teelten schade geeft. Hierdoor is het van belang om meer inzicht in de plagen zelf te krijgen en hoe we deze kunnen signaleren. Dit om akkerbouwers een goed beeld te geven over een plaag in een perceel. Om hieruit een gewogen beslissing te maken om wel of niet een bestrijding uit te voeren.

Springstaart

Er zijn honderden soorten springstaarten waarvan een aantal schadelijk is voor de Nederlandse akkerbouwgewassen. Zo leven springstaarten voornamelijk van afgestorven plantenresten, bacteriën en schimmels, maar ze kunnen ook leven van jonge planten. Zodra de temperatuur boven de 5 graden komt, worden ze actief en gaan ze op zoek naar voedsel. Deze schade wordt voornamelijk in jonge bietenplanten gevonden (Akkerwijzer, 2019).

Duizendpoot

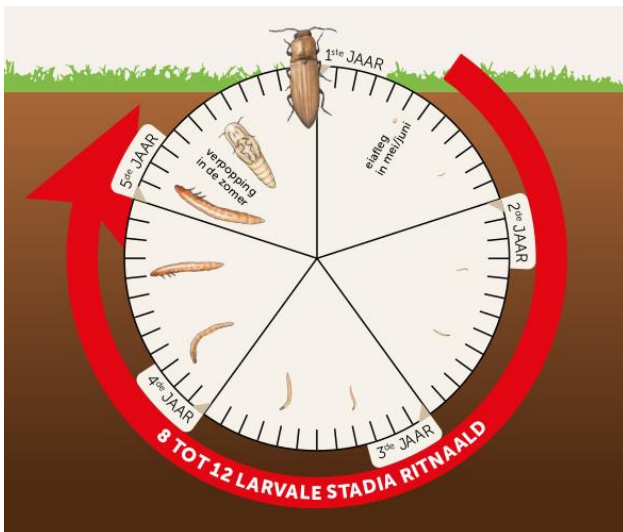
Bij de duizendpoot die schade geeft aan akkerbouw gewassen gaat het voornamelijk om de wortelduizendpoot. Dit volwassen insect is smal en 5 tot 7 mm lang. Hij draagt 2 lange antennen en 12 paar poten. De kleur is glanzend wit crème. De wortelduizendpoten kunnen meerdere jaren leven. Met regelmatige intervallen vervellen zij zich. De wortelduizendpoten voeden zich met algen, schimmels en mossen; in bepaalde perioden worden zij aangetrokken door zaden en zeer jonge worteltjes, waarvan zij aan de uiteinden vreten. De kiemende zaden, jonge worteltjes en haartjes worden aangevreten. Dit leidt tot uitdroging en afsterven van jonge kiemplantjes. De schade kan uitdrukkelijk voorkomen in jonge planten die op afstand staan zoals bieten, mais en aardappelen (Syngenta, 2022).

Emelt

Emelten zijn de pootloze larven van langpootmuggen. Emelten komen vooral voor op gescheurd grasland en blijven voornamelijk in de grond. De emelten voeden zich met dood organisch materiaal, de grotere emelten eten ook levende plantdelen zoals plantenwortels. De Larven kunnen, vooral als ze in groten getale voorkomen, veel schade aanrichten. Bij hogere nachttemperaturen komen emelten bovengronds en vreten van gewasdelen op maaiveldhoogte (Groen kennisnet, 2022).

Ritnaald

Een ritnaald is een larve van de kniptor. Ze leven ondergronds waar ze zich voeden met de ondergrondse delen van diverse planten. De soorten die schade aanrichten aan gewassen, ontwikkelen zich gedurende drie tot vijf jaar in de bodem, bij voorkeur in grasachtige en vochtige gewassen. Tijdens deze meerjarige groeifase kunnen ze de gewassen uit figuur 1 aantasten. Na de larvenperiode verpopt de ritnaald in de zomer, dit is overzichtelijk terug te vinden in figuur 2 en 3. Tijdens de winter of in het volgend voorjaar verschijnen de kevers. De volwassen kniptorren leven slechts enkele maanden bovengronds. Gedurende deze periode paren en leggen de vrouwtjes eitjes af. De huidige manier van bestrijden van ritnaalden is door het gebruik van granulaat die de ritnaalden verlamt, waardoor ze sterven (Syngenta, 2022).



Figuur 2. Levenscyclus van ei tot volwassen kniptor (bron: Syngenta, 2022)



Figuur 3. Levenscyclus van de kniptor± de ritnaalden, de pop en de tor (bron: Van Frankenhuyzen, 1996)

Het is van belang om te weten wat voor soort ritnaald de schade geeft in de belangrijkste gewassen. Er zijn verschillende soorten ritnaalden waarbij er twee zijn die de meeste schade geven. Dit zijn: de *Agriotes Lineatus* en de *Agriotes Sputator* (Johnson et al., 2013).

Monitoring van ritnaalden in de aardappelteelt kan door ± 10 dagen vóór het planten halve aardappels in de bouwvoor in te graven en deze na een aantal dagen te controleren op ritnaaldenvreterij. Deze methode is echter niet volledig betrouwbaar. Het is namelijk niet uit te sluiten dat er geen ritnaalden aanwezig zijn als ze niet in de aardappels worden gevonden. De ritnaalden waren op dat moment nog niet actief. Bij aanwezigheid van ritnaalden kan eventueel nog voor een ander gewas gekozen worden. Een ander hulpmiddel bij de monitoring van ritnaalden is de Kniptorkit, een val die met behulp van seksuele lokstoffen (feromonen) kniptorren lokt en vangt. De Kniptorkit moet geplaatst worden in waardplantgewassen. De vallen (twee per perceel) moeten al vóór 1 mei geplaatst worden en tot eind juni blijven staan. De vangsten moeten wekelijks gecontroleerd worden (Biokennis, 2007).

Er is nog een manier om ritnaalden inzichtelijk te krijgen, dit gaat via het volwassen insect. Door via het volwassen insect te monitoren geeft dit goed beeld over de te verwachten ritnaald schade in het teeltjaar erna (WUR, 2008). In dit onderzoek worden in grasachtige gewassen kniptorvallen geplaatst met een seksferomoon. In deze vallen worden de volwassen insecten gevangen en elke week geteld, om zo vast te stellen hoe groot de populatie is aan volwassen insecten die eitjes kunnen leggen. Aan deze manier van monitoren/bestrijden zit wel een nadeel, namelijk dat er een jaar voor de teelt al gemonitord moet worden. En het gewas moet een grasachtige zijn, anders zal de ritnaald hier niet/weinig aangetroffen worden. Dit maakt het voor een akkerbouwer moeilijk om bijvoorbeeld aardappelland te huren bij een veeboer. De huurder is dan niet in staat geweest om het perceel eerst te monitoren op kniptorren.

1.3.2 Lokstoffen

Zoals toegelicht in sectie 1.3.1 worden momenteel halve aardappels gebruikt om ritnaalden te monitoren. Dat is vanwege een lange tijdsduur en een klein oppervlakte wat gemeten kan worden geen efficiënte manier van monitoren. Daarnaast zijn er verschillende andere stoffen waarvan bekend is dat deze aantrekking hebben voor ritnaalden. Deze stoffen zouden in Nederland gebruikt kunnen worden als getest wordt in de proef dat deze een sterkere aantrekking hebben dan aardappels. Hiermee kan de Nederlandse boer een duidelijk beeld krijgen van een ritnaaldpopulatie in een perceel. Hieronder staan de verschillende lokstoffen met een korte toelichting uit de verschillende bronnen.

Houtskool/sorghum

In het onderzoek van Journal of Economic Entomology (Bynum & Archer, 1987) kwam naar voren dat in dit geval sorgum zaden afgedekt met een laag houtskool en daarboven op een laag polyethyleen zeil van 1m² het meest effectief was voor het aantrekken van ritnaalden. In dit onderzoek zijn de verschillen tussen het voorweken van de zaden in water en het droog in de grond stoppen, wel/niet afdekken met houtskool, wel/niet afdekken met zeil en het wel of niet vochtig maken van de lok plek. Het onderzoek is in drie jaar uitgevoerd om zo een beter beeld te krijgen met de verschillen per seizoen.

Pireco ritnaalden val

Pireco gebruikt voor het lokken van ritnaalden, tarwezemelen en OmniTerre. OmniTerre is een biologisch, kleimineraal structuur verbeterend middel op basis van fossiel gesteente (Montmorillonit) en helpt om vocht en voedingsmiddelen vast te houden (Pireco, 2022).

Aardappelzetmeel met mais

Mais blijkt volgens een artikel van Field crop news (Baute, 2018) een goede lokstof te zijn om ritnaalden aan te trekken. Deze lokstof wordt voor het gebruikt kan worden eerst 12 uur in het water gehouden, zodat de korrels goed volgezogen zijn en sneller beginnen met kiemen.

In het onderzoek over alternatieve strategieën voor het beheersbaar houden van ritnaalden (Poggi et al., 2021) is in een methode om ritnaalden te lokken zetmeel gebruikt. Waaruit blijkt dat ritnaalden hierdoor worden aangetrokken.

Appelzuur

Ritnaalden kunnen aangetrokken worden door appelzuur (Johnson et al., 2013). Hier zijn meerdere lokstoffen getest, maar de appelzuur kwam onder andere naar voren als goede lokstof. Hierdoor is er het onderzoek voor deelvraag twee gekozen voor zure appels om zo de meest natuurlijke vorm van appelzuur te kunnen krijgen.

Feromoon

Volgens het rapport van Ecological Research Station of Uppsala University (Borg-Karlson et al., 1988) is de werking van een bepaald feromoon getest voor het lokken van het volwassen insect van de ritnaald, de kniptor. Uit dit onderzoek kwam een lijst naar voren met welke feromoon een specifieke kniptor soort kon lokken. Hieruit kwam de vraag wat dit feromoon doet op het eventueel aantrekken van ritnaalden.

Graan

In een onderzoek van Parker (1996) en Springer-Verlag (2011) is met gebruik van graan die eerst 24 uur in het water heeft gestaan, onderzocht wat dit voor aantrekking heeft op ritnaalden. Uit dit onderzoek zijn meerdere lokmiddelen gebruikt, maar graan kwam naar voren als effectief lokmiddel. Daarnaast wordt graan al meerdere jaren gebruikt door de onderzoekers van WUR in Lelystad om ritnaalden aan te trekken.

Aardappelen

In september 2006 werd een proef ingezet, waarin een vergelijking werd gemaakt tussen signaleren in het najaar en het voorjaar, voorafgaand aan het jaar waarin aardappels worden geteeld op een perceel. Ook werd wederom een aantal lokstoffen/methoden vergeleken. Bij de signalering in het najaar werden meer ritnaalden gevonden dan in het voorjaar. Het aantal gevonden ritnaalden was echter laag, op beide momenten. Van de geteste lokstoffen/methoden gaven de nu gebruikelijke halve aardappelknollen het beste resultaat (PPO AGV, 2008).

Frass

Naar frass is nog weinig onderzoek gedaan, omdat het product nog niet lang op de markt is. Frass is insectenpoep van de zwarte soldaatvlieg. In het interne rapport Effect frass BSF op ritnaalden (2020) is frass getest als lokmiddel voor ritnaalden. Uit dit rapport kwam naar voren dat de meest geplaatste ritnaalden terug werden gevonden bij de frass.

1.3.3 Knowledge gap

Vanuit de hierboven genoemde problemen komt de vraag naar boven: hoe kunnen akkerbouwers ritnaalden monitoren alvorens een bestrijding te overwegen? Er zijn meerdere manieren van monitoring maar om dit op perceelniveau te doen is lastig en arbeidsintensief. Daarnaast speelt de voorvrucht en het weer mee in het monitoren van ritnaalden.

Er is op dit moment nog geen gemakkelijke/efficiënte manier voor signalering van ritnaalden in een perceel. Terwijl het probleem van de ritnaald schade steeds groter wordt en er behoefte is aan een goede manier van bemonsteren.

Dit onderzoek richt zich dan ook op het vinden van een methode om op een efficiënte manier ritnaalden te kunnen monitoren in het veld. Daarbij is er al onderzoek gedaan naar verschillende lokmiddelen maar daar is voornamelijk onderzoek gedaan per lokmiddelen. Er worden daarom in dit onderzoek meerdere lokmiddelen vergeleken. Een andere toevoeging van deze studie is dat dit gedaan wordt in een gecontroleerde lab-omgeving, terwijl de meeste andere studies op dit gebied veldstudies zijn. Het uitvoeren van de labproef in een gecontroleerde omgeving zorgt voor een eenduidige vergelijking tussen eerder genoemde lokstoffen. De resultaten van deze studie en het

beter inzicht in het effect van de lokstoffen op de activiteit van de ritnaalden moet de akkerbouwer helpen om bijtijds inzicht te krijgen in het probleem en indien mogelijk op een adequate manier te kunnen bijsturen tijdens de teelt.

1.3.4 Hoofdvraag en deelvragen

Om een goed beeld te krijgen van het te onderzoeken onderwerp ritnaalden zijn er hoofd- en deelvragen geformuleerd. Hierbij zijn de deelvragen van belang om de hoofdvraag uiteindelijk te kunnen beantwoorden. In hoofdstuk 1.4 worden deze vragen nader toegelicht

Hoofdvraag:

Hoe kunnen akkerbouwers ritnaalden monitoren om een goed beeld te krijgen van de populatie in een perceel, en welke rol spelen verschillende lokstoffen hierbij?

Deelvragen:

1. Op welke afstand worden de ritnaalden gevonden ten opzichte van de lokmiddelen?
2. Op welke plek in de buis worden de ritnaalden teruggevonden?
3. Op welke nieuwe manieren kunnen ritnaalden worden gemonitord?

1.4 Doelstelling

Dit onderzoek geeft inzicht aan het WUR onderzoeksteam/ de Nederlandse akkerbouwers met betrekking tot het monitoren van ritnaalden en de lokstoffen die daarbij kunnen helpen. Het advies voortkomend uit dit onderzoek zal een bijdrage leveren aan het monitoren en uiteindelijk bestrijden van ritnaalden.

Om tot een advies te komen wordt er tijdens dit onderzoek een proef aangelegd in het lab in Lelystad. Tijdens het labonderzoek worden de afstanden van de ritnaalden ten opzichte van de lokmiddelen gemeten. Doordat de waarden onderling te vergelijken zijn, zal een analyse van het labonderzoek de verschillen in beeld brengen. Dit labonderzoek draagt bij aan het vinden van de meest effectieve lokstoffen waardoor het eenvoudiger kan worden voor een akkerbouwer om een ritnaaldpopulatie in een perceel in kaart te brengen.

Daarnaast wordt er voor dit onderzoek literatuuronderzoek gedaan en contact gelegd met onderzoekers en bedrijven over mogelijke andere/nieuwere manieren om ritnaalden te kunnen signaleren en om dit volgend jaar mee te nemen in een veldproef.

Voor het beantwoorden van de hoofdvraag worden de uitkomsten van het labonderzoek en het literatuuronderzoek concreet samengevat. De hieruit voortvloeiende adviezen maken het voor het WUR onderzoeksteam/ de Nederlandse akkerbouwers eenvoudiger om ritnaalden in een perceel te monitoren.

Hoofdstuk 2. Materiaal en methode

2.1 Onderzoeksopzet deelvraag 1 en 2

Voor zowel deelvraag 1 als deelvraag 2 wordt een lab proef aangelegd. Er is hier gekozen om een proef in het lab uit te voeren, dit heeft voor- en nadelen ten opzichte van een veldproef. Een voordeel is dat er evenveel ritnaalden per lokproef worden uitgezet. Dit is een belangrijk punt, omdat in een perceel de populaties sterk kunnen verschillen. Dit kan in veldsituaties leiden tot variatie, waar herhalingen voor nodig zijn om tot betrouwbare resultaten te komen. Mochten bepaalde lokmiddelen een significant verschil geven in de lab proef, dan worden deze in de jaren erna in het veld verder getest.

Voor dit onderzoek zijn acht verschillende middelen gekozen die zijn toegelicht in hoofdstuk 1.3.2. De verschillende lokmiddelen:

- De inhoud van Pireco ritnaald val
- Aardappelzetmeel met mais
- Delen van appels
- Koolstof/sorghum
- Feromoon
- Graan
- Aardappel delen
- Frass

Op de locatie in Lelystad is de beschikking over buizen zoals in figuur 4. Deze buizen worden allemaal gevuld met dezelfde zandgrond, die gehomogeniseerd wordt. Per lokmiddel worden 6 buizen gebruikt om een zo goed mogelijk beeld te krijgen, de buizen worden horizontaal gelegd. De afstand tussen lokmiddel en ritnaalden is per buis 20 centimeter.



Figuur 4. Proef buizen Lelystad

Per buis worden vier ritnaalden vrijgelaten onder in de buis. Waarbij het lokmiddel op 15 centimeter van boven wordt ingegraven, en is de ruimte tussen ritnaald en lokmiddel ongeveer 20 centimeter. Deze buizen worden in een koelcel op exact 15 graden gehouden om na 2 dagen de eerste buizen te beoordelen. Bij het monitoren wordt de buis leeggemaakt en gaat er gekeken worden waar de ritnaalden zich bevinden ten opzichte van het lokmiddel. Dit kan uitgedrukt worden in centimeters vanaf het lokmiddel, daarnaast wordt gekeken hoe actief de ritnaalden nog zijn bij het moment van monitoren en wordt er een cijfer gegeven tussen 1 en 10 om aan te geven hoeveel gangen er in de buis zijn gemaakt door de ritnaalden.

Waarnemingsschema:

1. Inzet maandag
2. Beoordeling na 2 dagen (wo) – 1 herhaling (= 8 buizen)
3. Beoordeling na 4 dagen (vr) – 1 herhaling
4. Beoordeling na 7 dagen (ma) – 1 herhaling
5. Beoordeling na 9 dagen (wo) – 1 herhaling
6. Beoordeling na 11 dagen (vr) – 1 herhaling
7. Beoordeling na 14 dagen (ma) – 1 herhaling

Benodigdheden:

- Een koelcel die op 15 graden kan blijven, voor twee weken. Start vanaf week 19 tot en met week 21 (9-23 mei).
 - Minimaal 48 buizen van 80 cm lang en een doorsnede van 8 cm met bijbehorende blauwe afsluit doppen.
 - Duct tape om de buizen af te kunnen sluiten.
 - Zandgrond van grondwal tegen de A6 aan, langs perceel G85. 4 liter grond per buis, in totaal 192 liter schone grond.
 - Als er per buis 4 ritnaalden van het geslacht Agriotes worden geplaatst dan zijn er in totaal 192 ritnaalden nodig bij 6 herhalingen. Deze worden verzameld op dezelfde plek als waar de grond vandaan komt.
1. Voor het lokmiddel van Pireco wordt per buis een halve liter lokmiddel gebruik, die van tevoren licht vochtig is gemaakt. Deze bestaat uit één deel OmniTerre en twee delen tarwe zemelen.
 2. Voor het aardappelzetmeel met mais is het van belang dat de mais voor dat deze de buis ingaat dat deze eerst 12 uur in een emmer met water heeft gestaan. Hier wordt 250 gram aardappelzetmeel en 250 gram mais gemengd en in de buis gedaan.
 3. Voor het appelzuur zullen zure groene appels zoals Granny Smith of Goudrenet gebruikt worden. Deze appels worden in blokjes van twee bij twee centimeter gesneden tot een hoeveelheid van een halve kilo per buis.
 4. Voor de sorghum/koolstof is het van belang om een halve kilo sorghum te mengen met een dun laagje houtskoolpoeder, waarbij de sorghum hier ook 12 uur in een emmer water heeft gestaan. Hierna worden de sorghum en houtskool gemengd en in de buis aangebracht.
 5. Voor het feromoon zijn losse feromoon buisjes van ongeveer 2 cm nodig.
 6. Voor het lokmiddel graan wordt een halve kilo graan eerst in een emmer water voor minimaal 12 uur gelegd voor dat deze in de buis gedaan kan worden.
 7. Voor het lokmiddel aardappel worden Agria tafelaardappelen in blokjes van twee bij twee centimeter gesneden tot een hoeveelheid van een halve kilo per buis.
 8. Voor het frass wordt een hoeveelheid van een halve liter per buis gebruikt die licht vochtig is gemaakt.

Voor de eerste deelvraag worden de afstanden in centimeters van de ritnaalden per lokmiddelen verwerkt in een Excel document om van hieruit een statistische analyse uit te voeren. Dit gebeurt door middel van een ANOVA-analyse om zo verschillen in aantrekking aan te kunnen tonen. De afstand van de ritnaald tot het lokmiddel geeft een beeld in hoeverre de ritnaald wordt aangetrokken door het lokmiddel. Voor deelvraag twee wordt gekeken naar de plek waar de ritnaald zich bevindt in de buis, bijvoorbeeld aan de rand van de buis of midden in de grond. Deze gegevens worden doormiddel van een chi-kwadraattoets verwerkt. De plaats in de buis zegt wat over hoe de geur van het lokmiddel verspreidt, dus of de ritnaald terug wordt gevonden aan de rand van de buis of in het midden van de buis. Wanneer er in meerdere herhalingen gemeten wordt dat de ritnaalden binnen 10 centimeter van de lokstof teruggevonden worden, kan de lokstof als geschikt worden gezien.

2.2 Onderzoeksopzet deelvraag 3

Voor deelvraag drie: 'op welke nieuwe manieren kunnen ritnaalden worden gemonitord?' wordt er literatuurstudie gedaan om te onderzoeken wat voor technieken er al zijn.

Tabel 1. Literatuur criteria deelvraag 3

Sleutel zoektermen	Overige zoektermen
Ritnaalden (<i>Agriotes sp.</i>)	Biologische bestrijding (<i>biological control</i>)
Insecten monitoren (monitoring insects)	Chemische bestrijding (<i>chemical control</i>)
Kniptorren (<i>Agriotes sp.</i>)	
Detectietechniek (detection technique)	

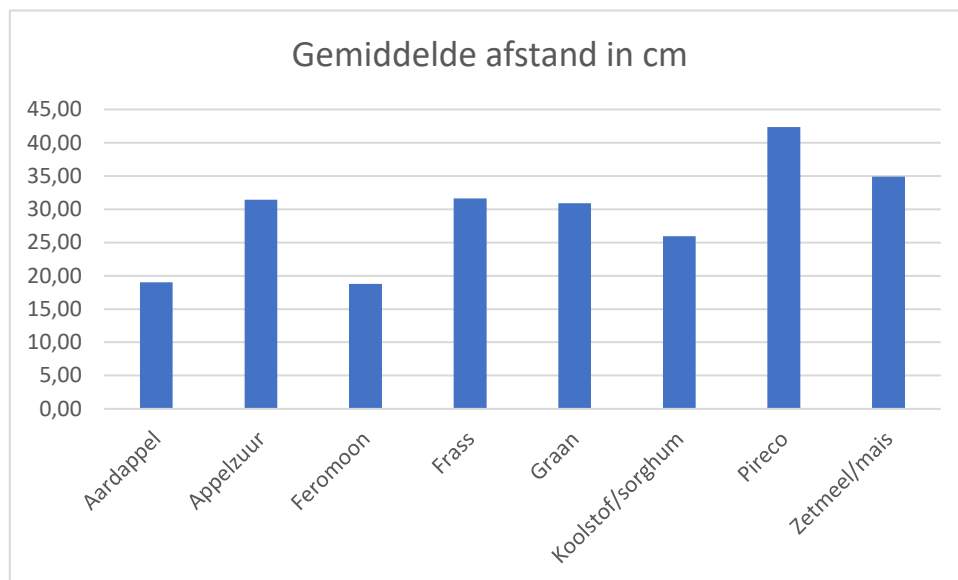
In tabel 1 staat de literatuur criteria die gebruikt wordt voor het zoeken naar literatuur voor deelvraag 3. Er wordt hier gekeken naar wat voor technieken er al zijn voor het signaleren van ritnaalden maar ook naar wat voor technieken er voor andere insecten zijn, en of deze ook toepasbaar zijn voor ritnaalden. Uit deze deelvraag zullen verschillende technieken komen die mogelijk gebruikt kunnen gaan worden in de toekomst. Echter zal dit eerst in de volgende jaren getest worden.

Hoofdstuk 3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten weergegeven van het praktijkonderzoek en deelvraag 3.

3.1.1 Afstand ritnaald ten opzichte van het lokmiddel

Het praktijk onderzoek is begonnen op 9 mei 2022 en geëindigd op 23 mei 2022. In de periode waarin het onderzoek uitgevoerd is, zijn om de dag resultaten verzameld. Met de resultaten die hieronder staan wordt deelvraag 1 beantwoord. De deelvraag luidt: op welke afstand worden de ritnaalden gevonden ten opzichte van de lokmiddelen?



Figuur 5. Gemiddelde afstand ritnaalden ten opzichte van de lokstof in cm

Hierboven in figuur 5 staat een grafiek met op de x-as de verschillende lokstoffen en op de y-as het gemiddelde aantal centimeter tussen de ritnaalden en de lokstof. Indien een score 0 centimeter aangeeft, zit de ritnaald dus in of direct tegen de lokstof aan.

In figuur 5 is opvallend genoeg te zien dat de ritnaalden bij de lokstoffen aardappel en feromoon gemiddeld het dichtst naar de lokstof zijn gegaan. Daarnaast is bij de Pireco lokstof de grootste gemiddelde afstand gemeten. Voor appelzuur, frass en graan zijn de gemiddelde afstanden ongeveer gelijk. Hierbij is dus geen gemiddelde aantrekking gevonden. Wat daarnaast opvalt aan de tabel is dat de ritnaalden op ongeveer 20 centimeter van de lokstof zijn losgelaten en ze dus, uitgezonderd van de aardappel en feromoon, allemaal van de lokstof af zijn gegaan. Aardappel als lokstof wordt op het moment gebruikt als ritnaaldloksstof bij WUR in Lelystad. Dit lijkt gezien de gemeten aantrekking uit figuur 5 in vergelijking met de andere stoffen dan ook een goede lokstof.

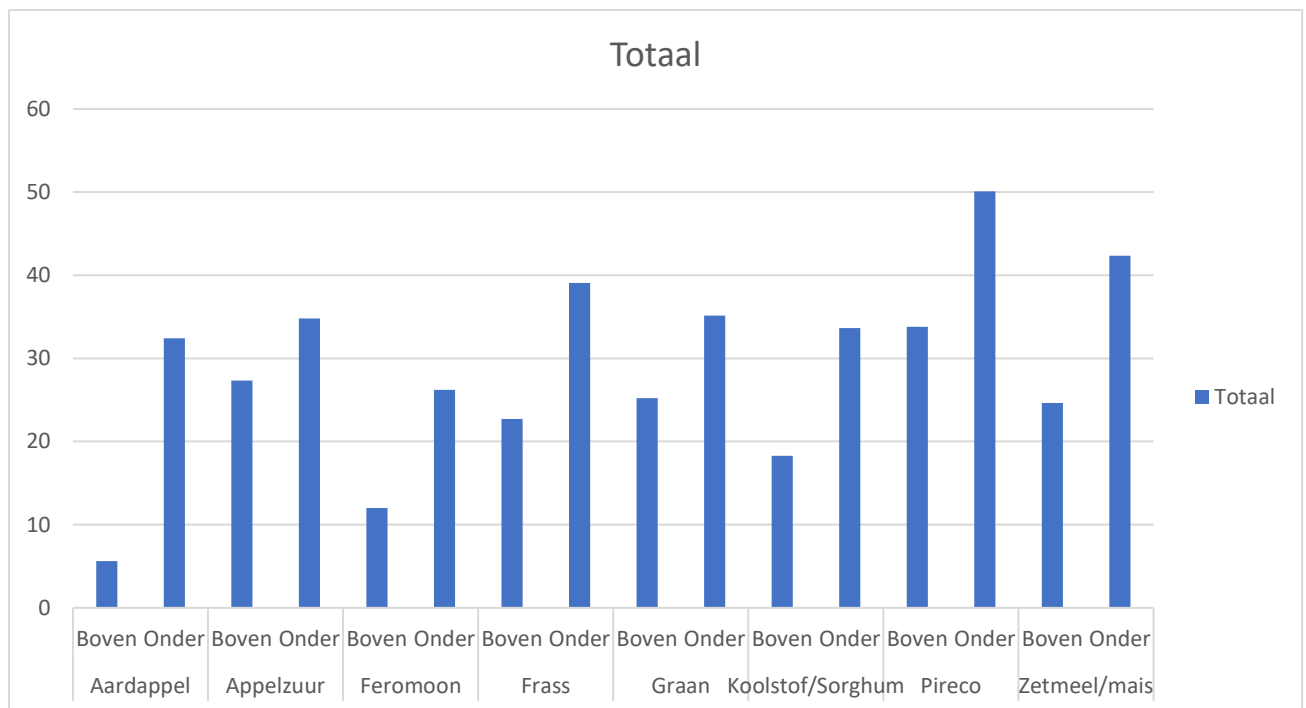
Tabel 2. Spreiding van de lokstoffen proef

	Centimeter							
	Aardappel	Appelzuur	Feromoon	Frass	Graan	Koolstof/Sorghum	Pireco	Zetmeel/mais
Valid	20	20	21	22	21	22	21	19
Missing	4	4	3	2	3	2	3	5
Mean	20.000	31.450	18.762	31.636	30.905	25.955	42.333	34.895
Std. Deviation	16.918	15.869	16.510	17.056	15.770	20.889	13.302	20.031
Minimum	0.000	0.000	0.000	4.000	3.000	0.000	25.000	0.000
Maximum	56.000	61.000	60.000	60.000	64.000	58.000	63.000	70.000

Hierboven in tabel 2 zijn weer de lokstoffen weergegeven met daarbij niet alleen de gemiddelde afgelegde afstand van de ritnaalden per lokstof, maar ook de spreiding per lokstof. Zo is te zien in de tabel dat bij aardappel, appelzuur, feromoon, koolstof/sorghum en zetmeel/mais het minimum nul is. Dit wil zeggen dat er ritnaalden in of tegen de lokstof aan zijn teruggevonden, dus dat de afstand tussen lokstof en ritnaald nul centimeter is. Dit zou de juiste werking van deze lokstoffen impliceren: er zijn immers ritnaalden aangetroffen die volledig naar de lokstof zijn toegegaan.

Echter zijn lang niet alle ritnaalden naar de kant van de lokstof toegegaan. Dat is bijvoorbeeld ook te zien in de regel van het maximum in tabel 2: daar staat de maximale afstand die gemeten is tussen lokstof en ritnaald, waarbij opvalt dat bij de lokstof zetmeel/mais er één of meerdere ritnaalden op 70 centimeter van de lokstof zijn teruggevonden. Daarbij heeft deze lokstof ook de grootste spreiding in vergelijking met de andere stoffen. Dit zou kunnen komen omdat de lokstof mogelijk aantrekkende en een afstotende werking heeft. Bij de lokstof aardappel is de kleinste spreiding te zien tussen de minimaal 0 en de maximaal 56 centimeter.

Wat opviel tijdens het analyseren van de data, was het verschil in de plaats waar de lokstof is aangebracht. Zo is te zien in figuur 6 dat er meer aantrekking richting de lokstof was wanneer de lokstof bovenin de buis aangebracht is. Doordat de lokstof boven in de buis aangebracht is, is deze minder samengedrukt en net als de grond rond de lokstof. Dus hier hebben de ritnaalden de weg met minder weerstand gekozen. Bij elke lokstof is meer aantrekking gemeten bij de kant waar de lokstof minder samengedrukt was.



Figuur 6. Gemiddelde afstand ritnaalden ten opzichte van de lokstof met verschil in de plaats van de lokstof

3.1.2 Significante verschillen per lokstof

Om na te gaan of de gevonden verschillen in afgelegde afstand van de ritnaalden per lokstof ook statistisch significant zijn (deelvraag 1), is een ANOVA-toets uitgevoerd om significante verschillen per lokstof aan te kunnen tonen. Er is hier voor een anova toets gekozen omdat er verschillende groepen zijn, en omdat de afhankelijke variabele een schaalvariabele is. Op deze manier kan dus worden nagegaan of er meer verschil zit binnen de lokstoffen zelf (een grotere spreiding, of 'ruis', binnen de lokstof), of dat er juist veel verschil zit tussen de verschillende lokstoffen onderling. In geval van grote verschillen tussen de lokstoffen, en kleine verschillen in de afgelegde afstand van de ritnaalden binnen de lokstof zelf, zou dat wijzen op een significant verschil tussen de lokstoffen.

In bijlage 1 staat een tabel waar de lokstoffen onderling vergeleken zijn. Omdat alle lokstoffen onderling met elkaar worden vergeleken in de *post-hoc* analyse van deze ANOVA-toets, komt hier een grote tabel uit. Indien we een p-waarde hanteren van 0,05, zijn hieruit zijn enkele significante verschillen op te maken. Hieronder staan de desbetreffende stoffen.

Aardappel: Bij de lokstof aardappel is een significant verschil gevonden ten opzichte van de Pireco lokstof, dit wil zeggen dat het verschil groot genoeg is om deze significant te noemen. In de tabel is dit terug te zien doordat de *p*-waarde kleiner of gelijk is aan 0.05. In dit geval zelfs < 0.001 . Dit duidt er op dat met een zeer grote waarschijnlijkheid (van ruim 99%) te concluderen is dat aardappel als lokstof aantrekkelijker is voor ritnaalden dan de Pireco lokstof.

Feromoon: Bij de lokstof feromoon is net als bij de aardappel een significant verschil gevonden ten opzichte van de Pireco lokstof.

De bovenstaande conclusies zijn dan ook in lijn met figuur 5, waaruit ook al was gebleken dat aardappel en feromoon een gemiddeld sterkere aantrekking hebben, en Pireco als lokstof juist onaantrekkelijk bleek voor de ritnaalden.

3.2 Plek waar de ritnaald is teruggevonden

Tabel 3. Plaats waar de ritnaalden zijn teruggevonden

Contingency Tables

Lokstof	Locatie		Total
	Midden	Rand	
Aardappel	16	4	20
Appelzuur	13	7	20
Feromoon	14	7	21
Frass	12	10	22
Graan	13	8	21
Koolstof/Sorghum	15	8	23
Pireco	12	9	21
Zetmeel/mais	9	10	19

Voor de tweede deelvraag (op welke plek in de buis worden de ritnaalden teruggevonden?) is gekeken waar de ritnaalden in de buis werken aangetroffen. In tabel 3 hierboven staan links de lokstoffen en rechts staat midden, rand en totaal. Voor midden geldt het aantal ritnaalden die in het midden van de buis zijn aangetroffen en voor de rand het aantal ritnaalden die aan de rand worden teruggevonden. Bij totaal staat het totale aantal ritnaalden die teruggevonden zijn per lokmiddel. Hier valt op dat dit niet voor elke lokstof gelijk is, omdat bij sommige buizen er ritnaalden uit de buis gekropen zijn en deze dus ook niet meer terug te vinden waren.

De ritnaalden konden dus op twee plekken worden gelokaliseerd: in het midden van de buis of aan de rand. Hiervoor is gekozen om te zien of de lokstof invloed heeft op de plek waar de ritnaald naar toe kruipt. Mogelijk kan een ritnaald bij een bepaalde lokstof meer naar de buitenkant toe kruipen, omdat deze bijvoorbeeld gedesoriënteerd is door de geur van de lokstof.

Hierbij valt op dat bij de lokstof aardappel de meeste ritnaalden zijn teruggevonden in het midden van de buis en maar vier in de rand. In vergelijking met de andere lokstoffen is dit een groot verschil. Dit kan komen doordat de lokstof aardappel mogelijk goed verspreid wordt door het zand waar het in ligt en de ritnaalden hier eerder in blijven zitten.

Om na te gaan of de verschillen wat betreft de aangetroffen plek in de buis ook significant verschillen per lokstof, is aanvullend een χ^2 -toets (chi-kwadraat) uitgevoerd. In tegenstelling tot deelvraag 1, waar de afhankelijke variabele in centimeters was gemeten, kunnen we nu enkel kijken naar de plek in de buis. Er kan dan ook geen 'gemiddelde' worden uitgerekend, waardoor voor de analyse gebruik wordt gemaakt van de non-parametrische χ^2 -toets.

Zoals te zien is in tabel 4, is de uitkomst van deze toets niet significant. De toets geeft namelijk een p-waarde van 0.654, wat ruim boven de grens van 0,05 zit. Hierdoor kunnen we niks met zekerheid zeggen over de resultaten uit tabel 3. In tabel 3 was weliswaar te zien dat aardappel veel vaker in het midden van de buis (en minder in de rand) werd aangetroffen ten opzichte van de andere lokstoffen. Echter blijkt uit de statistische analyse dat dit verschil niet significant is. Wel komt naar voren dat aardappel en feromoon (die ook in deelvraag 1 goed scoorden) nu beide ook de meeste scores van

ritnaalden in het midden hebben. Bij de andere lokstoffen zijn veel ritnaalden juist weer aan de rand teruggevonden. Echter zijn deze verschillen op basis van de huidige onderzoeksopzet dus nog niet significant te noemen en moet er dus voorzichtig worden omgegaan met het trekken van conclusies hieruit.

Tabel 4. Resultaten Chi-kwadraat toets (Plaats waar de ritnaalden zijn teruggevonden)

Chi-Squared Tests

	Value	df	p
X ²	6.837	9	0.654
N	206		

3.4 Nieuwe manieren van ritnaald monitoren

Naast de standaard manier van ritnaald monitoren is voor de derde deelvraag (op welke nieuwe manieren kunnen ritnaalden worden gemonitord?) gekeken naar nieuwe manieren van het monitoren van ritnaalden in de grond. Er is eerst een literatuurstudie gedaan, maar dit heeft niks opgeleverd aan bruikbare informatie. Hierdoor is er gekeken naar mogelijke manieren en hoe deze in de toekomst uitkomst kunnen bieden voor het signaleren van ritnaalden. Hiervoor speelt techniek een belangrijke rol. Zo kan nieuwe camera techniek gebruikt worden op bijvoorbeeld een grondbewerkingsmachine. Tijdens het bewerken van de grond kunnen ritnaalden aan de oppervlakte komen, waarna ze weer terug in de grond kruipen. Wanneer op het moment van bewerken een camera mee kijkt naar de grond kunnen hier de aantal ritnaalden gemonitord worden. Waarna er een inschatting gemaakt kan worden van het aantal ritnaalden per perceel en kan er onderscheid gemaakt worden in plekken per perceel waar meer of minder ritnaalden in de bovengrond zitten.

Deze manier van monitoren door middel van een sensor is dit jaar bij WUR Lelystad getest. In dit geval ging het om monitoren van emelten na tweejarig grasland. Hier is de camera op een grondbewerkingsmachine gemonteerd om emelten te kunnen zien die met de grondbewerking aan de oppervlakte komen. Er is nog geen documentatie van deze test maar er zijn wel degelijk emelten gemonitord door de camera. Met deze proef worden in de komende jaren meer percelen gemonitord.

Wanneer deze techniek goed voor emelten werkt kan deze mogelijk ook ingezet gaan worden voor het monitoren van ritnaalden. Echter is een ritnaald kleiner dan een emelt en daarom zijn de onderzoekers van WUR begonnen bij het monitoren van emelten. In de toekomst zullen ook proeven met ritnaaldmonitoring plaatsvinden met deze cameratechniek.

Naast het bewerken van de grond zouden er testen kunnen worden gedaan met een bovengrondse sensor. Die door middel van frequentie de bodem kan meten tot een bepaalde diepte. Deze techniek bestaat wel en wordt door verschillende bedrijven gebruikt om bijvoorbeeld verschillende grondsoorten of kabels en leidingen in de bodem te zien. In de literatuur zijn er geen onderzoeken gevonden op het gebied van sensormetingen voor insectenmonitoren in de bodem. Echter kan deze techniek interessant zijn voor onderzoekers en agrariërs, omdat de grond niet bewerkt hoeft te worden. Bij een grondbewerking komt maar een deel van de ritnaalden die in de grond zit naar boven. Maar bij een sensormeting die in de grond kijkt, kan mogelijk een groter deel van de populatie gemonitord worden. Hier kan in de komende jaren mee getest worden om zo de techniek beter te leren kennen en af te stellen. Daarnaast zal het veel tijd kosten om de verschillende bodeminsecten uit elkaar te houden bij het monitoren. Mocht dit eenmaal werken zou dit een mooie uitkomst kunnen zijn voor het signaleren en aanpakken van ritnaalden.

Hoofdstuk 4. Discussie

In dit hoofdstuk wordt een discussie beschreven over het onderzoek en de bijbehorende resultaten. Het doel van dit onderzoek was om lokstoffen te testen op aantrekking van ritnaalden. Dit om zo nieuwe lokmiddelen te testen en vergelijken met de lokstoffen die al veel gebruikt worden. Uit de beschreven literatuur in hoofdstuk 2 is bijvoorbeeld al naar voren gekomen dat er veel gebruik wordt gemaakt van verschillende lokstoffen (bijv. aardappel, maar ook feromoon, appelzuur, graan en andere lokstoffen). Deze lokstoffen zijn in andere studies wel individueel onderzocht, maar nog niet eerder tegelijk met elkaar vergeleken in een systematische lab-proef. In dit onderzoek is dit wel gedaan.

Aangezien er nog niet veel andere studies zijn gedaan naar de aantrekking van ritnaalden door lokstoffen in een lab-proef, zijn er ook op het gebied van methodiek ontwikkeling enkele belangrijke punten te noemen naar aanleiding van het onderzoek. Tijdens het uitvoeren van het onderzoek, na de eerste monitoring, zijn er bijvoorbeeld ritnaalden uit de buis gekropen. Dit is opgelost door alle buizen aan de uiteinden dicht te tapen, zodat er geen gaten meer waren waar een ritnaald uit kon ontsnappen. Verder was het tijdens de metingen de bedoeling om gangen die door de ritnaalden gemaakt waren te monitoren. Maar omdat er zandgrond gebruikt is viel dit makkelijk uit elkaar, waardoor gangen bijna niet terug te vinden waren. Dit zijn dus belangrijke aandachtspunten voor een vervolgstudie.

Voor dit onderzoek is bewust gekozen om de proef in het lab uit te voeren en niet in de volle grond. In de volle grond zijn er veel factoren die de invloed kunnen hebben op de uitkomst van de proef. Daarbij is het moeilijk om een perceel te vinden waar gedurende twee weken de lokstoffen uitgezet konden worden en waarvan bekend is dat op het perceel een grote populatie ritnaalden aanwezig zijn. Wanneer er lokstoffen op een perceel worden aangebracht waar ritnaalden aanwezig zijn kan bijvoorbeeld de ene lokstof precies op een plek aangebracht worden waar veel ritnaalden zijn en een andere op een plek waar weinig ritnaalden zitten. Dit geeft een onbetrouwbaar resultaat. Daarom zijn in het lab per proefbuis vier ritnaalden losgelaten.

Deze manier van het testen van lokstoffen in proefbuizen met grond is nog niet eerder uitgevoerd bij onderzoeken van WUR Lelystad. Daarom is dit onderzoek een mooie mogelijkheid voor de onderzoekers mee te kijken naar de verloop van het onderzoek en de resultaten. Mochten de resultaten uitkomen naar verwachting is de manier van deze proef een goede opzet, en kan er in de toekomst meerdere testen via deze methodiek uitgevoerd worden. Dit is dan ook van toegevoegde waarde voor vervolgstappen in het project grondige aanpak bodemplagen. Doordat lokstoffen makkelijker en sneller vergeleken kunnen worden.

Voorafgaand het onderzoek was de verwachting dat de traditionele lokmiddelen goed naar voren zouden komen. Voor de lokstof aardappel was dit wel het geval, maar bij frass niet. Daarnaast worden de andere lokstoffen waarvan in de literatuur bekend was dat er aantrekking was voor ritnaalden, minder aantrekking gevonden. In het bijzonder de lokstof van Pireco, deze wordt commercieel verkocht als lokmiddel voor ritnaalden. Maar bij deze lokstof is de minste aantrekking gemeten in vergelijking met de andere lokstoffen uit dit onderzoek.

Uit het onderzoek van Journal of Economic Entomology (Bynum & Archer, 1987), waarin sorghum met koolstof getest is en naar voren kwam als een lokstof met aantrekking op ritnaalden. Uit deze lokstoffen proef is ook gebleken dat er aantrekking van ritnaalden is op de lokstof sorghum met koolstof, en dit dus als een lokstof gezien kan worden.

In een onderzoek van Parker (1996) en Springer-Verlag (2011) waarin meerdere lokstoffen getest zijn kwam graan het beste naar voren met de meeste aantrekking. Echter is in deze lokstoffen proef graan niet teruggevonden als lokstof met gemiddeld gezien de meeste aantrekking. Opvallend is daarnaast dat gemiddeld gezien over alle proefbuizen, de ritnaalden zich 10 centimeter verder van de lokstof af hebben bewogen. Dit duidt erop dat in de huidige proefopzet de meeste lokstoffen niet aantrekkelijk waren voor de ritnaalden.

Hoofdstuk 5. Conclusie

Dit hoofdstuk geeft antwoord op de hoofdvraag. De hoofdvraag: *Hoe kunnen akkerbouwers ritnaalden monitoren om een goed beeld te krijgen van de populatie in een perceel en welke lokstoffen horen hierbij?* Om het antwoord op deze vraag te krijgen, is er een onderzoek uitgevoerd met acht verschillende lokstoffen. Allereerst worden de deelvragen hieronder beantwoord, en aan de hand hiervan, de hoofdvraag.

De eerste deelvraag: op welke afstand worden de ritnaalden gevonden ten opzichte van de lokmiddelen? Hiervoor zijn acht lokstoffen gebruikt. Gemiddeld over alle proefbuizen was de afstand 29,37 centimeter van lokstof naar de ritnaalden. Bij elke buis is bij het plaatsen van de lokstof en ritnaalden een vaste afstand van 20 centimeter aangehouden. Dus kan er gezegd worden dat de ritnaalden verder van de lokstof afgegaan zijn dan er naar toe gegaan. Daarbij zijn er twee lokstoffen waar aantrekking bij gevonden is, dit zijn aardappeldelen en feromoon.

Deze lokstoffen hebben als enige de meeste aantrekking in vergelijking met de andere lokstoffen. De lokstof aardappel wordt al als lokmiddel voor ritnaalden gebruikt en blijkt uit dit onderzoek dat ook een stof is met gemeten aantrekking van ritnaalden. Daarnaast is feromoon getest en deze gaf ook een gemiddelde aantrekking die bijna gelijk is aan aardappel. Feromoon is een lokmiddel voor de mannetjes van het volwassen insect, de kniptor. Dit blijkt uit dit onderzoek ook een goede lokstof te zijn met aantrekking van ritnaalden in vergelijking met de andere lokstoffen.

Door een verschil van de plaats van de lokstof in de buis is duidelijk geworden dat, als de lokstof bovenin de buis aangebracht is deze voor meer aantrekking zorgt. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de ritnaalden de weg kiezen van de minste weerstand.

Deelvraag 2: op welke plek in de buis worden de ritnaalden teruggevonden?

Voor deze deelvraag is gekeken naar de plek waar de ritnaalden werden teruggevonden in de buis tijdens het monitoren. Voor deze deelvraag zijn er twee keuzes waar de ritnaald werd teruggevonden, dit is aan de rand of in het midden van de buis. Dit kan iets zeggen over de lokstof en de werking hiervan op de ritnaalden.

Wat opviel in de resultaten is dat bij de lokstof aardappel de ritnaalden voornamelijk midden in de buis zaten en maar vier aan de rand. In vergelijking met de lokstof zetmeel/mais waarbij het merendeel aan de rand van de buis werd teruggevonden.

De laatste deelvraag: op welke nieuwe manieren kunnen ritnaalden worden gemonitord?

Voor deze deelvraag is geen literatuur gevonden, wel zijn er twee mogelijke manieren beschreven. Zo zijn er testen gedaan met een camera op een grondbewerkingsmachine. Deze camera is op de machine gemonteerd en heeft meegekeken tijdens de grondbewerking, om emelten te kunnen zien die aan de oppervlakte komen. Hier is één jaar getest en zal in de toekomst nog verder uitgewerkt worden. Hier zijn voor ritnaalden ook mogelijkheden om dit te testen.

Daarnaast kan er mogelijk gebruik gemaakt worden van sensortechniek. Door met een sensor over het land te rijden terwijl die sensor de bodem scant tot een bepaalde diepte. Deze techniek wordt op dit moment gebruikt om verschillende grondsoorten, kabels en leidingen te zien in de bodem. Hier liggen mogelijkheden om dit toe te passen op akkerbouwgrond om bodeminsecten te kunnen monitoren. Er zijn hier nog geen testen mee uitgevoerd maar in de toekomst zal dit een mooi alternatief kunnen zijn in vergelijking met het monitoren met lokstoffen.

Om terug te komen op de hoofdvraag: hoe kunnen akkerbouwers ritnaalden monitoren om een goed beeld te krijgen van de populatie in een perceel, en welke rol spelen verschillende lokstoffen hierbij? Volgens het onderzoek kan aardappel en feromoon het best gebruikt worden door de meeste gemeten aantrekking in vergelijking met de andere lokstoffen. Een groot verschil in aantrekking is niet gevonden ten opzichte van de gebruikelijke lokstof aardappel. Dus een efficiëntere lokstof is niet gevonden. Wel kunnen de stoffen met gemeten aantrekking verder getest worden in een perceel. Daarnaast is naar voren gekomen in dit onderzoek dat ritnaalden de weg van de minste weerstand kiezen, dit kan waardevol zijn voor de aanpak tegen ritnaalden. Bijvoorbeeld voor agrariërs die last hebben van ritnaalden in een perceel, om het perceel na het zaaien goed aan te rollen. Hierdoor heeft de ritnaald meer weerstand van de grond, en zal er mogelijk minder schade optreden.

Een efficiëntere manier voor akkerbouwers om ritnaalden te monitoren bestaat op dit moment nog niet, wel zijn er testen gedaan op het gebied van techniek met camera's. Als deze techniek verder getest en doorontwikkeld is, kan een akkerbouwer gemakkelijker en sneller ritnaalden signaleren in een perceel. En daarnaast geeft dit een goed beeld over het totale perceel in tegenstelling tot lokstoffen die maar een klein deel per geplaatste lokstof kunnen meten.

Hoofdstuk 6. Aanbevelingen

Tot slot kunnen er aanbevelingen gedaan worden voor de onderzoekers van Wageningen University & Research, agrariërs en overige partijen.

Met deze resultaten uit dit onderzoek kan aanbevolen worden om als lokmiddel de feromoon te gaan gebruiken in een proefperceel. De feromoon kwam met de aardappel namelijk naar voren als goed lokmiddel voor ritnaalden. De aardappel wordt al veel gebruikt als lokmiddel, maar daarnaast kan het dus ook interessant zijn om feromoon in te zetten als lokmiddel. Dit om zo te zien of in het veld ook ritnaalden worden aangetroffen bij het lokmiddel. Daarnaast zouden de andere lokmiddelen met een gemeten aantrekking uit dit onderzoek getest worden kunnen worden in een perceel. Op basis van de resultaten van deze studie lijken feromoon en aardappel echter het meest relevant.

Mochten de onderzoekers een gelijkwaardig onderzoek uitvoeren in de proefbuizen die voor dit onderzoek zijn gebruikt, zou een andere grondsoort gebruikt kunnen worden. In de zandgrond die voor deze proef gebruik is was het lastig om ritnaaldgangen terug te vinden. Waardoor er niks gezegd kon worden over de activiteit in de buis.

Voor agrariërs die meer met ritnaalden te maken krijgen, zouden meer kunnen gaan monstern door het ingraven van de genoemde lokstoffen om zo zelf een beter beeld te krijgen van een perceel. Daarnaast is het verstandig voor agrariërs om het project Grondige aanpak bodemplagen van WUR Lelystad te volgen. In dit project wordt specifiek op verschillende bodemplagen ingegaan waaronder ritnaalden, en dit onderzoek hieraan heeft bijgedragen.

Literatuurlijst

- Akkerwijzer. (2020). *Schade door ritnaalden*. Opgevraagd van: <https://www.akkervijzer.nl/artikel/242300-schade-veroorzaakt-door-ritnaalden-in-akkerbouwgewassen/>
- Akkerwijzer. (2019). *Springstaarten*. Opgevraagd van: <https://www.akkervijzer.nl/artikel/191116-bieten-overgezaaid-na-schade-door-springstaarten/>
- Baute, T. (2018). *Rain Delay? Good Time to Set Up Wireworm Baits*. Opgevraagd van: <https://fieldcropnews.com/2018/05/rain-delay-good-time-to-set-up-wireworm-baits/>
- Biokennis. (2007). *Ritnaalden en kniptorren in akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt*. Opgevraagd van: <https://www.biokennis.org/nl/biokennis/showdossier/ritnaalden-en-kniptorren-in-akkerbouw-en-vollegrondsgroenteteelt.htm>
- Borg-Karlson A.K, Agren L, Dobson, H. & Berström G. (1988). *Identification and electroantennographic activity of sex-specific geranyl esters in an abdominal gland of female Agriotes obscurus (L.) and A. lineatus (L.) (Coleoptera, Elateridae)*. Opgevraagd van: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01958940>
- Bynum, E.D. Jr & Archer, T.L. (1987). *Wireworm (Coleoptera: Elateridae) sampling for semiarid cropping systems*. Opgevraagd van: https://www.researchgate.net/publication/233669729_Wireworm_Coleoptera_Elateridae_Sampling_for_Semiarid_Cropping_Systems
- Doane, J.F., Lee, Y.W., Klingler, J. & Wescott, N. D. (1975). *The orientation response of Ctenicera destructor and other wire worms (Coleoptera: Elateridae) to germinating grain and carbon dioxide*. Opgevraagd van: <https://www.cambridge.org/core/journals/canadian-entomologist/article/abs/orientation-response-of-ctenicera-destructor-and-other-wire-worms-coleoptera-elateridae-to-germinating-grain-and-to-carbon-dioxide1/A481725DFB236758208634834B278133>
- Groen kennisnet. (2022). *Emelten*. Opgevraagd van: <https://wiki.groenkennisnet.nl/display/BEEL/Emelten>
- Huizing, H.F. & Ester, A. (2008). *Verbetering signalering ritnaalden: vergelijking van signaleringssystemen en -momenten ter verhoging van de betrouwbaarheid van signalering, 2006 & 2007*. Opgevraagd van: <https://wur.on.worldcat.org/search/detail/1019009962?queryString=verbetering%20signalering%20ritnaalden>
- Johnson S.N., Hiltpold I. & Turlings C.J. (2013). *Advances in insect physiology*. Opgevraagd van: https://www.researchgate.net/publication/278288187_ADVANCES_IN_INSECT_PHYSIOLOGY_Behaviour_and_Physiology_of_Root_Herbivores_PREFACE
- KNMI. (2020). *Zo'n zachte winter wordt heel gewoon*. Opgevraagd van: <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/zo-n-zachte-winter-wordt-heel-gewoon>
- Landl, M. & Glauning, J. (2011). *Preliminary investigations into the use of trap crops to control Agriotes spp. (Coleoptera: Elateridae) in potato crops*. Opgevraagd van: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10340-011-0348-3?noAccess=true>

- Parker W.E. (1996). *The development of baiting techniques to detect wireworms in the field, and the relationship between bait-trap catches and wireworm damage to potato*. Opgevraagd van: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0261219496000208?fr=RR-2&ref=pdf_download
- Pireco. (2020). *Pireco ritnaalden special*. Opgevraagd van: <https://pireco.eu/algemeen/pireco-ritnaalden-special-dealer-aan-het-woord/>
- Poggi, S., Le Cointe, R., Lehmkus, J., Plantegenest, M. & Furlan, L. (2021). *Alternative strategies for controlling wireworms in field crops*. Opgevraagd van: <https://www.mdpi.com/2077-0472/11/5/436>
- Rozen, K., Huiting, H., Elissen, H. & Weide, R. (2020). *Plan, update effect frass BSF op ritnaalden*. Opgevraagd van: intern rapport WUR Lelystad.
- Syngenta. (2022). *Ritnaalden en bodeminsecten in maïs*. Opgevraagd van: <https://www.syngenta.nl/ritnaalden-mais-0>
- Syngenta. (2022). *Wortelduizendpoot*. Opgevraagd van: <https://www.syngenta.nl/wortelduizendpoot/wortelduizendpoot>
- Van Frankenhuyzen. (1996). *Ritnaalden*. Opgevraagd van: <https://www.biogroei.be/plagen/ritnaalden>
- Wageningen University & Research. (2007). *Geleide bestrijding van ritnaalden en kniptorren*. Opgevraagd van: <https://edepot.wur.nl/8667#:~:text=Een%20ander%20hulpmiddel%20bij%20de,tot%20eind%20juni%20blijven%20staan>

Bijlagen

Bijlage 1. Vergelijking lokstoffen

Post Hoc Comparisons - Lokstof

		Mean Difference	SE	t	Ptukey
Aardappel	Aardappel, 40cm	-25.05	5.45	-4.59	< .001
	Appelzuur	-12.45	5.45	-2.28	0.40
	Feromoon	0.24	5.39	0.04	1.00
	Frass	-12.64	5.33	-2.37	0.35
	Frass, 40cm	-27.84	5.52	-5.04	< .001
	Graan	-11.90	5.39	-2.21	0.45
	Koolstof/Sorghum	-6.95	5.33	-1.31	0.95
	Pireco	-23.33	5.39	-4.33	< .001
	Zetmeel/mais	-15.89	5.52	-2.88	0.12
Aardappel, 40cm	Appelzuur	12.60	5.45	2.31	0.39
	Feromoon	25.29	5.39	4.69	< .001
	Frass	12.41	5.33	2.33	0.37
	Frass, 40cm	-2.79	5.52	-0.51	1.00
	Graan	13.15	5.39	2.44	0.31
	Koolstof/Sorghum	18.10	5.33	3.40	0.03
	Pireco	1.72	5.39	0.32	1.00
	Zetmeel/mais	9.16	5.52	1.66	0.82
Appelzuur	Feromoon	12.69	5.39	2.36	0.36
	Frass	-0.19	5.33	-0.03	1.00
	Frass, 40cm	-15.39	5.52	-2.79	0.15
	Graan	0.55	5.39	0.10	1.00
	Koolstof/Sorghum	5.50	5.33	1.03	0.99
	Pireco	-10.88	5.39	-2.02	0.59
	Zetmeel/mais	-3.44	5.52	-0.62	1.00
Feromoon	Frass	-12.87	5.26	-2.45	0.30
	Frass, 40cm	-28.08	5.46	-5.14	< .001
	Graan	-12.14	5.32	-2.28	0.41
	Koolstof/Sorghum	-7.19	5.26	-1.37	0.94
	Pireco	-23.57	5.32	-4.43	< .001
	Zetmeel/mais	-16.13	5.46	-2.96	0.10
Frass	Frass, 40cm	-15.21	5.40	-2.82	0.14
	Graan	0.73	5.26	0.14	1.00
	Koolstof/Sorghum	5.68	5.20	1.09	0.98
	Pireco	-10.70	5.26	-2.03	0.58
	Zetmeel/mais	-3.26	5.40	-0.60	1.00
Frass, 40cm	Graan	15.94	5.46	2.92	0.11
	Koolstof/Sorghum	20.89	5.40	3.87	5.68e-3
	Pireco	4.51	5.46	0.83	1.00
	Zetmeel/mais	11.95	5.59	2.14	0.50
Graan	Koolstof/Sorghum	4.95	5.26	0.94	0.99
	Pireco	-11.43	5.32	-2.15	0.50
	Zetmeel/mais	-3.99	5.46	-0.73	1.00
Koolstof/Sorghum	Pireco	-16.38	5.26	-3.11	0.06
	Zetmeel/mais	-8.94	5.40	-1.66	0.82
Pireco	Zetmeel/mais	7.44	5.46	1.36	0.94

Note. P-value adjusted for comparing a family of 10