

26 OKTOBER 2022



MECHANISCHE ONKRUIDBESTRIJDING IN DE VEENKOLONIALE AKKERBOUW

AFSTUDEERWERKSTUK

BUCK, ALRIK DE
AERES HOGESCHOOL DRONTEN
TAO

MECHANISCHE ONKRUIDBESTRIJDING IN DE VEENKOLONIALE AKKERBOUW

Dit rapport is gemaakt in opdracht van:

Aeres Hogeschool Dronten

De Drieslag 4

8251 JZ Dronten

088 020 6000

info.hogeschool.dronten@aeres.nl

www.aereshogeschool.nl

Student: Alrik de Buck

Opleiding: Agrarisch Ondernemerschap Tuinbouw & Akkerbouw

Plaats: Nieuweroord

Datum: 26-10-2022

Afstudeerdocent: Marnix Gijlers

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 het afstudeerwerkstuk welke vooraf gaat aan het afstudeerwerkstuk 'Mechanische onkruidbestrijding in de veenkoloniale akkerbouw'. Dit afstudeerwerkstuk is geschreven als afsluiting van de afstudeerfase van mijn studie Agrarisch Ondernemerschap Tuin- en Akkerbouw aan de Aeres Hogeschool Dronten. Zowel het onderwerp als de manier van onderzoek kwamen uit eigen initiatief, met de opdracht afkomstig van Aeres Hogeschool Dronten. Op het moment van schrijven heb ik samen met mijn ouders een akkerbouwbedrijf in de buurt van Nieuweroord (DR). Dit maakt dat het voor mij zeer interessant is om een afstudeerwerkstuk te schrijven over mechanische onkruidbestrijding in het eigen gebied. Bij deze wil ik mijn afstudeercoach Marnix Gijlers bedanken voor de prettige samenwerking en goede feedback. Verder gaat er een woord van dank uit naar iedereen die heeft bijgedragen, hoewel niet altijd direct betrokken, aan het tot stand komen van dit afstudeerwerkstuk.

Nieuweroord, 12 juni 2022

Alrik de Buck

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
Summary	6
1. Inleiding.....	7
1.1 Aanleiding en relevantie	7
1.1.1 Afname gewasbeschermingsmiddelen	7
1.1.2 Vraag vanuit de maatschappij	7
1.1.3 Druk vanuit de overheid	8
1.1.4 Wat betekent dit voor de Nederlandse akkerbouwsector.....	8
1.2 Veenkoloniale landbouw	9
1.2.1 Aardappelzetmeelindustrie	9
1.2.2 Huidige gewasrotatie	9
1.3 Gebruik van chemie in de landbouw.....	12
1.3.1 Ontwikkeling van chemische gewasbeschermingsmiddelen	12
1.3.2 Verandering van maatschappelijk draagvlak.....	14
1.4 Onkruidbestrijding.....	15
1.4.1 Chemische onkruidbestrijding	15
1.4.2 Mechanische onkruidbestrijding.....	16
1.4.3 Fysische onkruidbestrijding	19
1.5 Wat er niet bekend is	21
1.6 Afbakening van dit onderzoek	21
1.7 Hoofdvraag en deelvragen	22
1.7.1 Doelstelling	22
2. Materiaal en methode	23
2.1 Per deelvraag	23
3. Resultaten	25
3.1 Welke onkruiden vormen de grootste uitdaging in het huidige teeltsysteem?.....	25
3.2 Welk teeltsysteem/bedrijfstype is het meest geschikt voor mechanische onkruidbestrijding?.....	27
3.3 Hoe verhoudt de kosten-baten analyse van mechanische onkruidbestrijding zich tot de chemische onkruidbestrijding?	29
3.4 Wat is er mogelijk op het gebied van het combineren van mechanische en chemische onkruidbestrijding?	32
3.4.1 Bodemherbiciden en mechanische onkruidbestrijding	32
3.4.2 Mechanische onkruidbestrijding en contactherbiciden.....	32
3.4.3 Mechanische onkruidbestrijding en rijenbespuiting	32

4.	Discussie	34
4.1	Doelstelling	34
4.2	Welke onkruiden vormen de grootste uitdaging in het huidige teeltsysteem?	34
4.3	Welk teeltsysteem/bedrijfstype is het meest geschikt voor mechanische onkruidbestrijding?	34
4.4	Hoe verhoud de kosten-baten analyse van mechanische onkruidbestrijding zich tot de chemische onkruidbestrijding?	34
4.5	Wat is er mogelijk op het gebied van het combineren van mechanische en chemische onkruidbestrijding?	35
4.6	Evaluatie onderzoek	36
5.	Conclusie	37
5.1	Conclusie	37
5.2	Aanbevelingen	39
	Bronnenlijst	40
	Bijlagen	43
	Interviewvragen	43
	Inventarisatie onkruidbestrijding chemisch en mechanisch	44
	Interviews	47
	Welke onkruiden vormen de grootste uitdaging in het huidige teeltsysteem?	47
	Welk teeltsysteem/bedrijfstype is het meest geschikt voor mechanische onkruidbestrijding?	54
	Wat is er mogelijk op het gebied van het combineren van mechanische en chemische onkruidbestrijding?	57

Samenvatting

In dit afstudeerwerkstuk is er onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om mechanische onkruidbestrijding te implementeren in een veenkoloniaal bouwplan in het Noordoostelijk zandgebied van Nederland. De aanleiding voor dit onderzoek is de veranderende wet- en regelgeving omtrent het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw. De verwachting is dat het totale aanbod van de verschillende gewasbeschermingsmiddelen de komende jaren fors zal afnemen. Het is daarom belangrijk om alternatieve mogelijkheden te onderzoeken. Er is nog weinig onderzoek gedaan naar mechanische onkruidbestrijding in een veenkoloniaal bouwplan. Dit maakt dat de informatie met name moet komen uit de kennis en praktijkervaringen van deskundigen op het gebied van onkruidbestrijding, dit is gebeurd met name door middel van het afnemen van interviews.

Voorafgaand aan dit onderzoek is er een literatuurstudie gedaan. Op basis van de literatuurstudie is de volgende hoofdvraag samengesteld: In hoeverre is het mogelijk om mechanische onkruidbestrijding te implementeren in een veenkoloniaal bouwplan in het Noordoostelijk zandgebied. Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden is er allereerst onderzocht welke onkruiden het meest voorkomen. Daarna is onderzocht welk teeltsysteem het meest geschikt is voor mechanische onkruidbestrijding. Vervolgens is er een kosten-batenanalyse gemaakt waarbij het verschil in kosten naar voren komt van chemische en mechanische onkruidbestrijding. Als laatste zijn de mogelijkheden onderzocht van het combineren van chemische en mechanische onkruidbestrijding.

Uit het onderzoek komt naar voren dat mechanische onkruidbestrijding in een veenkoloniaal bouwplan volledig geïmplementeerd kan worden. Hierbij moet er wel rekening gehouden worden met een forse kostenstijging doordat er handmatig onkruid gewied moet gaan worden. Deze kostenstijging is zo fors dat dit financieel in veel gevallen op dit moment niet haalbaar is. Er kan ook gekozen worden om chemische en mechanische onkruidbestrijding te combineren. Dit kan door zowel het combineren van mechanische onkruidbestrijding met bodemherbiciden als met rijenbespuitingen. Door met rijenbespuitingen te gaan werken kan er mogelijk tot wel 66% op herbicidegebruik worden bespaard. Daarnaast zorgt een combinatie van chemische en mechanische onkruidbestrijding voor een forse afname op het aantal benodigde handwieduren, wat vervolgens een forse kostendaling met zich mee brengt.

Voor vervolgonderzoek is het interessant om praktijkonderzoek te doen naar het combineren van chemisch en mechanische onkruidbestrijding.

Summary

In this graduation project, research was conducted into mechanical weed control in the north-eastern part of the Netherlands. The purpose of this research is the changing legislation and regulation regarding the use of chemical plant protection products in agriculture. The total supply of the various crop protection products is expected to decrease in the coming years. It is important to explore alternative options. Little research has been done into mechanical weed control in a peat-colonial crop rotation. This means that the information must come from the knowledge and practical experiences of experts in the field of weed control, this has mostly been done through interviews.

A literature study was carried out prior to this research. Based on the literature study, the following main question is: is it possible to control weeds in a sandsoil peat colonial crop rotation in the north-eastern part of the Netherlands. In order to be able to answer the main question, research has been done on which weeds occur most often. Research also has been done on which cultivation system is most suitable for mechanical weed control. A cost-profit analysis is then made, showing the difference in costs of chemical and mechanical weed control. Finally, the possibilities of combining chemical and mechanical weed control are investigated.

The research shows that mechanical weed control can be implemented completely in a peat-colonial crop rotation. However, significant costs must be taken into account due to an increase in hand labour. This cost increase is so significant that in many cases it is not financially feasible. There is also the possibility to choose for combining chemical and mechanical weed control. This can be done by combining mechanical weed control with soil herbicides as well as combining with row spraying. By working with row spraying, it is possible to save up to 66% on the use of herbicides. In addition, a combination of chemical and mechanical weed control results in a significant reduction in the number of hand weeding hours required, which then results in a significant reduction in production costs.

For further research it is interesting to do research into combining chemical and mechanical weed control.

1. Inleiding

Dit werkstuk onderzoekt de mogelijkheden voor onkruidbestrijding op basis van mechanische bestrijding in het Noordoostelijk zandgebied. Het onderzoeksrapport begint met een literatuuronderzoek. In dit literatuuronderzoek wordt de bestaande literatuur doorzocht naar wat relevant is voor dit rapport, om daarna voorbereid de hoofdvraag en deelvragen beter te begrijpen en duidelijk te kunnen beantwoorden.

Het literatuuronderzoek begint met het ontstaan van de veenkoloniale landbouw en hoe deze zich tot op heden heeft ontwikkeld. Daarna wordt er verder ingegaan op de ontwikkelingen in het veenkoloniale akkerbouwgebied tot op heden.

Het thema van dit rapport is de toekomst van onkruidbestrijding in de veenkoloniale akkerbouw. Na het lezen van dit rapport moet de lezer een betere indruk krijgen van de kansen en bedreigingen voor de veenkoloniale akkerbouw op het gebied van onkruidbestrijding. Dit rapport is met name relevant voor akkerbouwers, landbouwadviseurs en beleidsmakers.

1.1 Aanleiding en relevantie

1.1.1 Afname gewasbeschermingsmiddelen

De laatste decennia leiden nieuwe wetenschappelijke inzichten over de effecten van werkzame stoffen op mens, dier en milieu tot meer of strengere beoordelingscriteria bij de toelating of verlenging van gewasbeschermingsmiddelen. Tot op heden resulteert dit in een steeds smaller gewasbeschermingsmiddelenpakket (Ministerie van LNV, 2020).

Ook Bayer, één van 's werelds grootste gewasbeschermingsmiddelenfabrikanten, verwacht een forse afname van de huidige toegelaten werkzame stoffen. Zo stelde Jolanda Wijsmuller, manager biologische gewasbescherming bij Bayer, in februari 2022 dat ze verwacht dat de hoeveelheid beschikbare actieve stoffen de komende vier jaar zal halveren. Ook zei ze dat de afname van chemische stoffen te snel gaat om dit gat met biologisch werkzame stoffen op te kunnen vangen. Biologisch werkzame stoffen zijn stoffen die werken op basis van bijvoorbeeld plantenextracten of hormonen, om zo planten te beschermen of juist te verzwakken. Uit de uitspraken van Wijsmuller kan geconcludeerd worden dat de sector andere manieren van gewasbescherming, zoals mechanische bestrijding, meer nodig zal zijn de komende jaren.

Ook het Bestuurlijk Platform Duurzame Gewasbescherming (BPDG) stelt in het *Uitvoeringsprogramma Toekomstvisie gewasbescherming 2030* dat de landbouw af zal moeten stappen van het standaard gebruiken van chemie en meer toe moet naar het toepassen van technische en biologische maatregelen. Hierbij stelt het BPDG dat gebruik van chemische middelen zo veel mogelijk moet worden voorkomen en enkel als laatste maatregel gebruikt dient te worden. Hieruit kan worden opgemaakt dat chemische middelen in de toekomst nog wel gebruikt zullen worden, maar eerder als uitzondering dan als standaard.

1.1.2 Vraag vanuit de maatschappij

Vanuit de maatschappij neemt de vraag naar het fors verminderen van het gebruik van chemie in de landbouw steeds verder toe. De laatste decennia ontstaan er steeds vaker groeperingen, die als doel hebben het gebruik van chemie in de landbouw drastisch te verminderen omdat ze bang zijn voor de ecologische gevolgen. Enkele voorbeelden hiervan zijn Meten=Weten en Stichting Bollenboos. Ook groene politieke partijen krijgen meer steun, zoals bijvoorbeeld Partij voor de Dieren welke sinds 2012 van 2 zetels naar 7 zetels in de Tweede Kamer is gegroeid. Groene partijen als GroenLinks en D66 groeiden in dezelfde

periode van gezamenlijk 16 zetels naar 32 zetels (Parlement.com). Dit geeft een duidelijke indicatie dat de maatschappij het laatste decennium steeds meer de groene kant kiest van politiek Den Haag.

In de supermarkt proberen consumenten steeds vaker bewust te kiezen voor biologische producten. Zo is de vraag naar biologische producten in 2020 met 12,9% gestegen. Een kanttekening hierbij is dat het marktaandeel van biologische producten in Nederlandse supermarkten in datzelfde jaar nauwelijks gegroeid is (Bionext, 2020).

1.1.3 Druk vanuit de overheid

Zoals eerder in paragraaf 1.1.1 genoemd werd, richt ook de overheid zich steeds meer op het in fors tempo verder verduurzamen van de landbouwsector. In de plantaardige sector komt dit met name neer op het verder terugdringen van chemie gebruik. Ook lijkt het erop dat de Nederlandse overheid vanuit de Europese Unie gedwongen gaat worden om in 2030 verschillende verduurzamingseisen te behalen. De Europese Unie wil met de Green Deal en de daarvan op de landbouw toegespitste Farm-to-Fork strategie ervoor zorgen dat Europa verder verduurzaamt. Voor de Nederlandse landbouw gaat dit onder andere betekenen dat 25% van het landbouwareaal biologisch ingericht moet zijn in 2030. In 2020 is het biologische landbouwareaal gegroeid naar 4,1% (Bionext, 2020). Wat ook in de Farm-to-Fork strategie staat is dat het gebruik van pesticiden en andere chemische middelen die invloed hebben op de biodiversiteit flink zullen moeten afnemen. Dit betekent dat wanneer de Green Deal definitief is, de Nederlandse overheid gedwongen wordt om fors in te zetten op snelle groei van de biologische sector. Naar verwachting zal dit gepaard gaan met een snelle afname van het chemische middelenpakket, om zo de milieudruk snel omlaag te kunnen brengen.

1.1.4 Wat betekent dit voor de Nederlandse akkerbouwsector

De afname van gewasbeschermingsmiddelen op korte termijn betekent dat de Nederlandse landbouwsector in korte tijd op zoek moet naar alternatieven, om de hoogwaardige productie van akkerbouwgewassen te kunnen blijven handhaven. Op het gebied van onkruidbestrijding betekent dit uitwijken naar alternatieven als mechanische onkruidbestrijding en groen-chemische middelen, het zij als aanvulling of als basis. Ondanks dat groen-chemische middelen veelbelovend lijken in hun werking, zijn er nog weinig middelen van op de markt. Zo is er in Europa nog geen enkele groen-chemische herbicide verkrijgbaar (Van den Berg, 2022). Alles wijst er dus op dat op korte termijn er meer ingezet zal moeten worden op mechanische onkruidbestrijding, om zo het gebruik van chemische middelen sterk te kunnen reduceren. In verschillende landbouwregio's in Nederland wordt er in gangbare teeltsystemen al gebruik gemaakt van mechanische onkruidbestrijdingsmaatregelen, denk hierbij aan het schoffelen in uien. Waar dit niet gebeurd is het Nederlands Noordoostelijk zandgebied. Voor de onkruidbestrijding wordt hier nog vaak volledig geleund op het gebruik van chemische herbiciden. De reden hiervoor is de vaak hogere onkruiddruk ten opzichte van de kleigebieden, waardoor met name bodemherbiciden een belangrijkere rol spelen in de onkruidbestrijding. Wanneer de inzet van bodemherbiciden matig of niet slaagt zal er gecorrigeerd moeten worden met extra contactherbiciden, om toch het onkruid in bedwang te houden. De hogere onkruiddruk maakt een goede onkruidbestrijding des te belangrijker. Het verder inkrimpen van het chemische middelenpakket zal hier dan ook grotere gevolgen hebben dan in andere Nederlandse landbouwregio's.

1.2 Veenkoloniale landbouw

In dit onderzoeksrapport wordt de definitie van het Noordoostelijk zandgebied gebruikt. Dit is het zandgebied wat gelegen is in Drenthe en voor een deel in Groningen, Friesland en Overijssel. Hoewel dit gebied groter is dan enkel de veenkoloniën, wordt hier wel vaak volgens het veenkoloniale bouwplan gewassen geteeld.

1.2.1 Aardappelzetmeelindustrie

De tweede helft van de 19^e eeuw vestigden de aardappelmeelfabrieken zich in de veenkoloniën. Na een periode van pionieren met drie aardappelmeelfabrieken in de periode 1840 tot 1860 door verschillende ondernemers, vestigden zich in de jaren hierna in hoog tempo een verschillende serie aardappelmeelfabrieken. Eind 19^e eeuw bereikte het aantal fabrieken een verzadigingspunt. In diezelfde periode nam het areaal aardappelen procentueel toe van 25% tot 51% van het totale areaal (Knaap, 2004). In deze periode bleek dat de aardappelen in het zandgebied minder last hadden van de destijds heersende aardappelziekte, waardoor hier het areaal gestaag kon groeien. Een tweede voordeel van de aardappelteelt op de dalgronden was dat het rooien van de aardappelen vaak een heel stuk makkelijker ging dan op de kleigronden. Ook maakte de goedkope arbeid de arbeidsintensieve aardappelteelt interessant (Priester, 1991). Wat meewoog in de vestiging van de aardappelmeelfabrieken waren samen met bovengenoemde punten ook de goede mogelijkheden van transport door de gegraven watergangen en de goede beschikbaarheid van turf als brandstof.

In 1919 verenigden verschillende coöperatieve aardappelmeelfabrieken zich tot één verkooporganisatie van het geproduceerde aardappelzetmeel. Zodoende werd de verkoop van het geproduceerde aardappelzetmeel gecentraliseerd. Het doel van deze centralisatie was om een betere positie te krijgen op de wereldmarkt. Deze nieuwe coöperatie werd de Vereniging Coöperatief Aardappelzetmeel Verkoopbureau, afgekort AVB. Later zou deze coöperatie bekend worden onder de naam AVEBE (Knaap, 2004).

Van de eerder genoemde pioniers bleek enkel Willem Albert Scholten succesvol in het overeind houden van zijn aardappelzetmeelfabriek. Deze latere industrieel was zo succesvol dat hij flink uitbreidde met zijn bedrijf genaamd W.A. Scholten. Het bedrijf zou uiteindelijk fuseren met Honig tot Koninklijke Scholten Honig (KSH), wat na verloop van tijd uitliep op een mislukking. Op het hoogtepunt zou dit bedrijf een jaaromzet van één miljard gulden behalen. Tot het door Scholten opgerichte bedrijf in 1978 failliet ging, was het de toonaangevende leider in de Nederlandse zetmeelindustrie. Door in 1978 de zetmeeltak van KSH over te nemen, nam AVEBE deze positie over (Knaap, 2004).

1.2.2 Huidige gewasrotatie

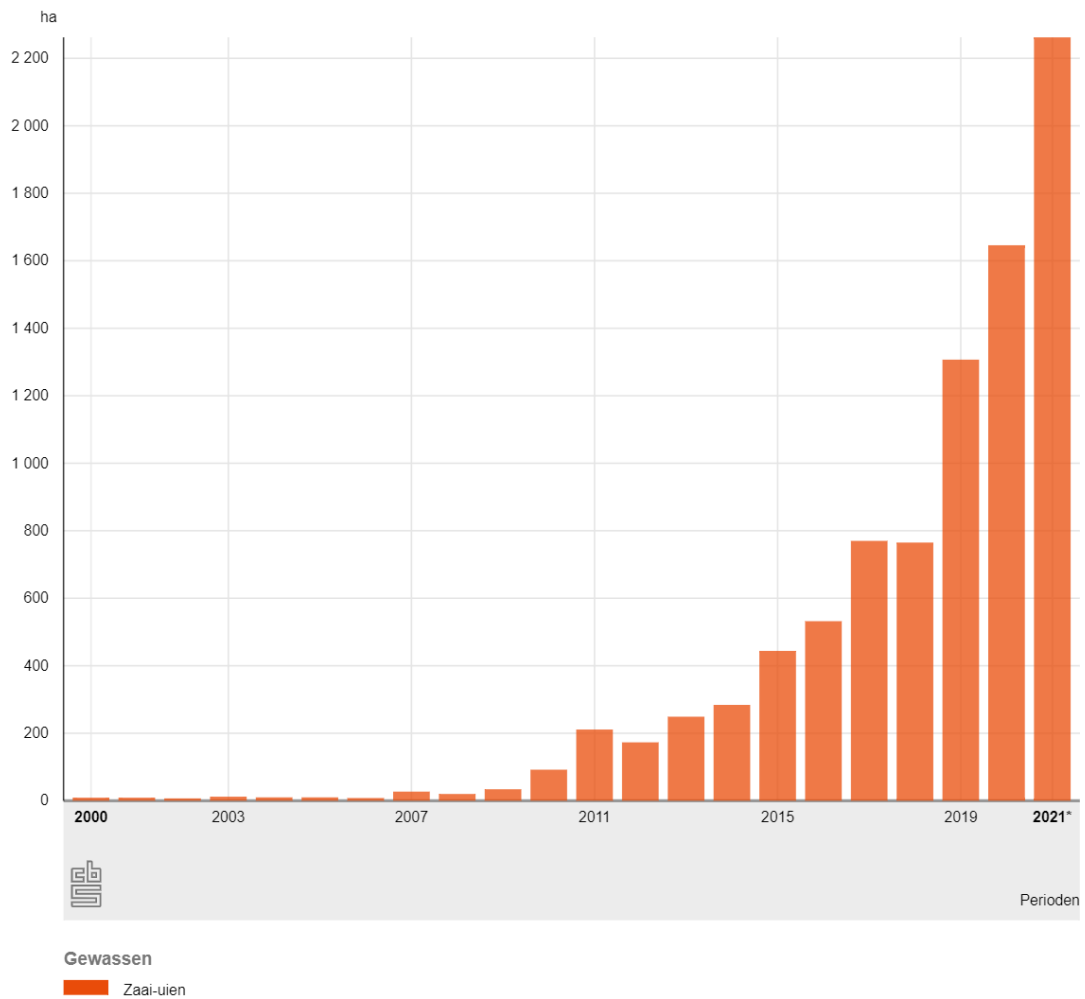
Wanneer men het heeft over het 'veenkoloniale bouwplan' wordt er al gauw gedacht aan een bouwplan bestaande uit enkel aardappelen, graan en bieten. Hoewel dit een nog steeds veel voorkomend bouwplan is, zijn er in de loop der jaren ook verschillende andere gewassen bijgekomen. Hierbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld cichorei en valeriaan, maar ook fijn-zadige gewassen als uien en peen.

Met name de uienteelt bevindt zich de laatste jaren in een opmars in het veenkoloniale gebied, waar het hoog-salderende handelsgewas een welkome aanvulling kan zijn op het bouwplan wat vaak voornamelijk bestaat uit aardappelen. De explosieve groei van de uienteelt is in Figuur 1.1 duidelijk weergegeven. In 2021 was het uienareaal in Drenthe gegroeid tot 2.262 hectare (CBS, 2022).

Akkerbouwgewassen; productie naar regio

Onderwerp: Beteelde oppervlakte

Regio's: Drenthe (PV)



Figuur 1.1: Groei van het uienareaal in Drenthe sinds 2000 (CBS, 2022)

Verder is in Tabel 1.1 een overzicht te zien van de akkerbouwgewassen die geteeld worden in Drenthe volgens het CBS. Hierbij is het totaal aantal hectares van een gewas overzichtelijk tegenover het procentuele aandeel van het desbetreffende gewas gezet, om een beter beeld te schetsen welke teelten nu de belangrijke teelten zijn in het gebied. Uit de tabel is op te maken dat de grootste noemenswaardige teelten op volgorde aardappelen (39,85), snijmais (22,79%), suikerbieten (16,93%), de verschillende granen opgeteld (15,23%) en zaaiuien (3,12%) zijn. Wanneer snijmais niet als akkerbouwgewas wordt meegerekend blijven aardappelen, suikerbieten, graan en uien over als de belangrijke akkerbouwgewassen in het teeltgebied Drenthe. Er kan dus geconcludeerd worden dat wanneer men praat over de Drentse en dus ook de veenkoloniale akkerbouw, dit voornamelijk bestaat uit aardappelen, bieten, graan en uien.

Tabel 1.1: overzicht aandeel akkerbouwgewas in totaal areaal volgens cijfers van CBS

Akkerbouwgewassen; productie naar regio		
Regio's: Drenthe (PV)		
Perioden	2021	
Onderwerp	Beteelde oppervlakte	
Gewassen	ha	
Tarwe (totaal)	3459	4,77%
Gerst, winter	506	0,70%
Gerst, zomer	6431	8,87%
Rogge	361	0,50%
Haver	99	0,14%
Triticale	184	0,25%
Maïs, korrelmaïs	694	0,96%
Maïs, snijmaïs	16512	22,79%
Maïs, corn cob mix	57	0,08%
Bruine bonen	0	0,00%
Koolzaad (totaal)	103	0,14%
Vezelvlas	1	0,00%
Lijnzaad	1	0,00%
Cichorei	237	0,33%
Hennep	299	0,41%
Aardappelen (totaal)	28876	39,85%
Suikerbieten	12269	16,93%
Zaai-uien	2262	3,12%
Poot- en plantuien (2	111	0,15%
Totaal aantal ha	72462	100,00%

Wat opvalt in Tabel 1.1 is het hoge percentage aardappelen in het gebied Drenthe. Van het totale areaal aardappelen zijn 23.378 hectare zetmeelaardappelen. Het percentage aardappelen totaal suggereert dat van alle grond meegenomen in de telling (72462 ha), gemiddeld elke vijf jaar er twee jaar aardappelen groeien. De betere resistenties van zetmeelaardappelen op het gebied van phytophthora en aardappelmoehed ten opzichte van consumptieaardappelen, maakt deze nauwe rotatie grotendeels mogelijk. Wat ook uit de tabel is op te maken, is dat de verhouding van rooi- en maaigewassen 60/40 bedraagt. Dit duidt erop dat het gemiddelde bouwplan zeer intensief is.

1.3 Gebruik van chemie in de landbouw

1.3.1 Ontwikkeling van chemische gewasbeschermingsmiddelen

Voordat boeren de beschikking hadden over gewasbeschermingsmiddelen zoals deze vandaag de dag bestaan, konden teelten enkel worden gecorrigeerd door middel van cultuurmaatregelen. Ziekten en plagen konden niet tot nauwelijks worden bestreden. Het preventief voorkomen van deze ziekten en plagen was de basis voor het laten slagen van een teelt.

Voor de komst van de chemische onkruidbestrijdingsmiddelen was het onder controle houden van onkruid een grote uitdaging voor de boer. Een ruime gewasrotatie met veel verschillende gewassen was wat resulteerde uit dit probleem. Door veel verschillende soorten gewassen in een ruime rotatie te telen konden probleemonkruiden dusdanig worden beperkt dat gewassen kans hadden om te slagen. Het op peil houden van de bodemvruchtbaarheid om goede opbrengsten te kunnen realiseren, was samen met de strijd tegen onkruid de belangrijkste uitdaging op het boeren bedrijf (Bieleman, 2000)

Om de onkruiddruk in een bouwvoor te kunnen verminderen werd er gebruik gemaakt van het braken van bouwland. Zo werd er in de gewasrotatie het braken van land meegenomen. Het braak houden van land was ook lange tijd de enige manier om onkruid actief te bestrijden, naast het wieden met de hand. Het braken van land betekent dat het bouwland gedurende het teeltjaar meerdere keren, soms tot wel 10 keer, geploegd en bewerkt werd op verschillende dieptes. Op deze manier hoopten de boeren de onkruiden zodanig uit te kunnen putten dat deze in vervolg teelten minder snel terugkwamen. Het braken gebeurde gebruikelijk eens in de zeven tot 10 jaar. (Baars, 1973). De techniek die er in het heden het meeste op lijkt is het gebruik maken van een vals zaaibed. Dit wordt vaak toegepast in de biologische landbouwsector, om zo in het voorjaar voor een teelt aan de eerste onkruiden te kunnen bestrijden.

Een belangrijke nieuwe teeltmethode die ontstond in de 18^e eeuw was het gebruik maken van rijenteelt. Dit was een preventieve maatregel waarbij gewassen in rijen werden geteeld, waarbij onkruid gedurende het seizoen gemakkelijker kon worden bestreden door bijvoorbeeld te schoffelen. Dit werd in het begin met name toegepast in de Groningse Veenkoloniën (Priester, 1991). Door deze manier van onkruidbestrijding tijdens de teelt kon het braken van land afnemen en kon de landbouw intensiveren. Het intensiveren van de landbouw bracht nieuwe uitdagingen met zich mee. Door de nauwere gewasrotaties kreeg de landbouwsector te maken met een hogere druk van pathogenen. Met name in de tarwe kwamen vaker ziektes voor die zich verspreiden via het zaaizaad. Om dit te voorkomen werd eind 18^e eeuw en begin 19^e eeuw begonnen met het zaaizaad te wassen in kalkwater of het geven van een warmwaterbehandeling. Dit zou gezien kunnen worden als een eerste aanzet richting de chemische gewasbescherming.

Phytophthora infestans, ofwel aardappelziekte, richtte sinds 1845 grote schade aan in aardappelgewassen door heel Europa. *Phytophthora* is een agressieve pathogeen welke in een periode van vijf dagen na infectie alweer kan sporuleren. Hierdoor kan de pseudoschimmel zeer snel uitbreiden en kunnen in korte periodes volledige aardappelvelden besmet raken en afsterven. De aardappelziekte was in de periode van 1845 tot 1850 dan ook de veroorzaker van de Ierse hongersnood. Het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen in Nederland is echt gestart toen boeren omstreeks 1890 de 'Bordeauxse pap' gingen gebruiken tegen de aardappelziekte. 'Bordeauxse pap' bestaat uit een mix van kopersulfaat, kalk en water waardoor het als een fungicide gerekend kan worden (Bieleman, 2000).

Door het toenemende gebruik van deze fungicide en afgeleiden daarvan begin 20^e eeuw in verschillende teelten, kwamen ook de eerste rugspuiten op de markt. Pas in de jaren '30 en na de Tweede Wereldoorlog kwam het gebruik van verschillende soorten landbouwspruitmachines voor de inmiddels verschillende soorten middelen pas echt op gang (J. Bos, 1948). In Figuur 1.2 is een voorbeeld te zien van een zogenaamde motorspruitmachine, welke na de Tweede Wereldoorlog pas echt gebruikt ging worden.

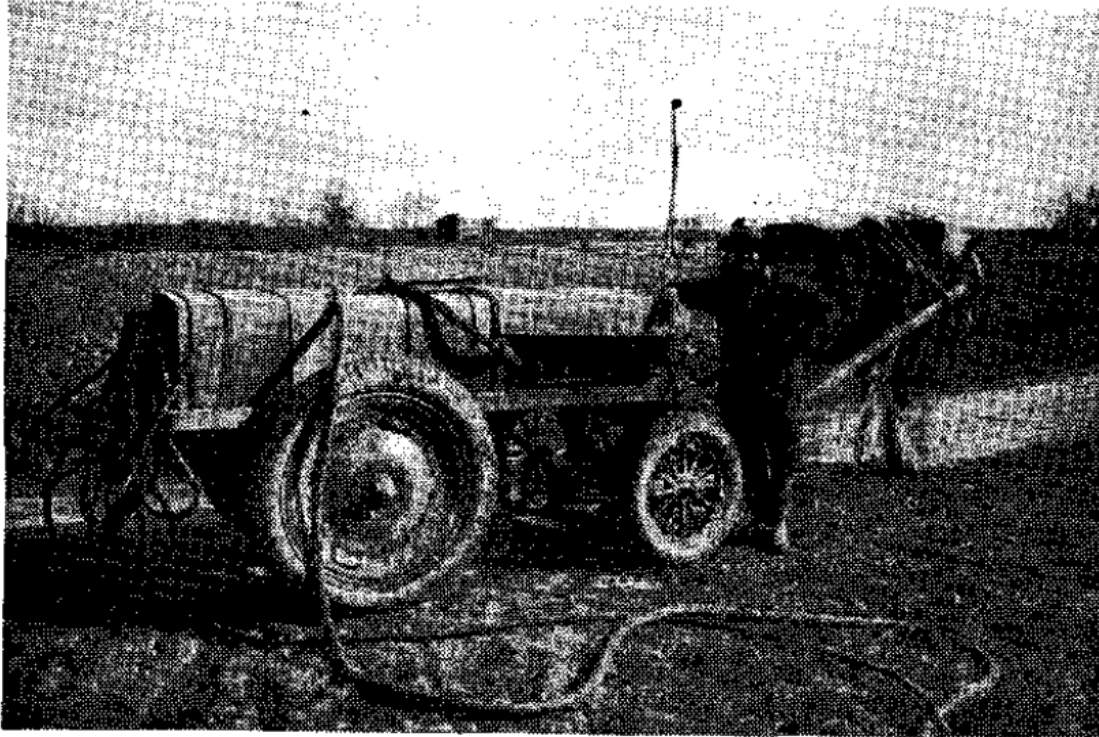


Foto 11. Motorspruitmachine (600 l tank) met paardentraction.

(Foto Afd. Voorl. v. h. Ministerie v. Landb., V. en Voedselv.)

Figuur 1.2: een eerste motorspruitmachine (bron: J. Bos, Het Leerboek Der Fruitteelt, 1948)

Tot de Tweede Wereldoorlog werden met name chemische middelen op basis van anorganische zouten en zware metalen gebruikt. Door de opkomst van de motorspruitmachine in de jaren '30 kwam er een grotere belangstelling voor de bestrijding van plantenziekten en -plagen op gang. Doordat in dezelfde periode onderzoek naar chemie in de geneeskunde gedaan werd, wat leidde tot nieuwe chemische therapieën, kon deze kennis ook toegepast worden op de landbouwziekten en -plagen. Wat ook bijdroeg aan de ontwikkeling van bestrijdingsmiddelen, was dat de chemische industrie zich hierop ging richten. Nadat de eerste nieuwe middelen op synthetische basis waren ontwikkeld eind jaren '30, werd er na de Tweede Wereldoorlog echt gestart met het gebruik van synthetische bestrijdingsmiddelen.

De belangrijkste nieuwe chemische bestrijdingsmiddelen die direct na de Tweede Wereldoorlog op grote schaal werden ingezet, waren de insecticide DDT en de herbiciden 2,4-D en MCPA. Door de hoge effectiviteit van deze middelen en de gemakkelijke toepassing ervan werden de middelen veel gebruikt in de landbouw (Bieleman, 2000). Deze uitvinding leidde ook tot verdere ontwikkeling van chemische bestrijdingsmiddelen door chemiebedrijven. Er was destijds nog weinig kennis over exacte toepassingen en toepassingsvoorwaarden, een boer bekeek zelf hoeveel hij gebruikte. Dit kwam er op neer dat er vaak enorme overdoseringen plaatsvonden. In de landbouw was men erg optimistisch

over de toekomst omdat het er naar uitzag dat elke ziekte en plaag met chemie opgelost kon gaan worden.

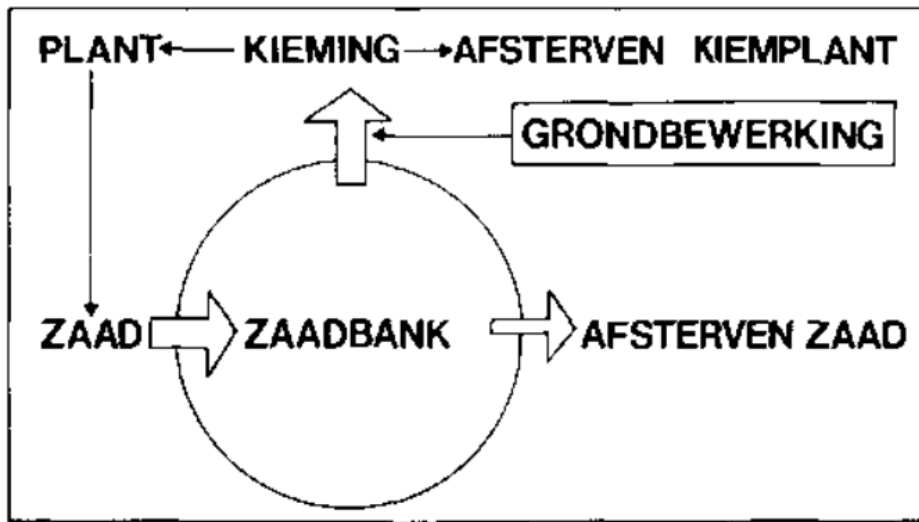
1.3.2 Verandering van maatschappelijk draagvlak

In de jaren vijftig begonnen de eerste mensen met vakkennis op het gebied van chemische middelen toch enige twijfels te krijgen over de juiste toepassing van de gewasbeschermingsmiddelen. De aanleiding voor de publieke opinie om zich tegen het gebruik van de landbouwchemie te keren was het boek 'Silent Spring' van Rachel Carson in 1962. In de periode na de tweede wereldoorlog werden in de Verenigde Staten volledige gebieden bespoten vanuit vliegtuigen met pesticiden als DDT om plaaginsecten te bestrijden. Toen Carson na vier jaar schrijven en onderzoek in 1962 het boek Silent Spring publiceerde, werd dit een alarmering voor het grote publiek dat er niet goed omgegaan werd met het gebruik van pesticiden. Dit zorgde voor een schok in de samenleving en tegelijkertijd voor een kantelpunt hoe er naar chemische bestrijdingsmiddelen gekeken werd (Griswold, 2012). Het boek richt zich met name op het feit dat de mens en hun pesticiden veel grotere impact op het milieu en ecosystemen hadden dan doorgaans gedacht werd. Ook belichtte Carson hoe de gevaren van pesticiden vreselijk onderschat werden en hoe chemische bedrijven door het verstrekken van valse informatie hier een aandeel in hadden (Boslaugh, 2013). In het boek richtte Carson zich vaak specifiek op het middel DDT. Door de publieke commotie riep president Kennedy een commissie in het leven die de wetenschappelijk onderbouwde beweringen van Carson zou gaan controleren. In mei 1963 kwam de commissie tot de conclusie dat het gebruik van desbetreffende chemicaliën zowel directe als langer termijn schade aanrichtte bij mens en dier. Ook concludeerde de commissie dat de overheid had gefaald bij het beschermen van hun burgers en dat ze zelf niet wisten wat voor chemische stoffen er gebruikt werden (WUR, 2011). Deze conclusie zou zorgen voor regulatie op het gebruik van chemische middelen. In 1970 zorgde het boek van Rachel Carson samen met andere grootschalige milieuverontreiniging-incidenten in de Verenigde Staten voor de oprichting van de United States Environmental Protection Agency ofwel EPA. Deze organisatie reguleert de milieu-impact van onder andere chemische middelen en zorgde ervoor dat DDT in 1972 definitief werd verboden voor gebruik in de Verenigde Staten (EPA, 2022).

Ook in Nederland werd er in de periode na het verschijnen van het boek tot half jaren '80 actief gestart met het creëren van wet- en regelgeving omtrent het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen. Naast de negatieve effecten van de pesticiden baarde ook de snelle resistentieontwikkeling wetenschappers zorgen. Zo zijn er voorbeelden van nieuwe middelen die binnen enkele jaren niet meer voldoende werkten door de ontwikkeling van resistenties. Halverwege de jaren tachtig gold dat alleen gewasbeschermingsmiddelen gebruikt mochten worden die expliciet waren toegestaan. Om een nieuw middel op de markt te brengen moest een fabrikant een toelating aanvragen bij de Commissie Toelating Bestrijdingsmiddelen. Destijds waren deze eisen voor nieuwe toelating samen met Zweden en de Verenigde Staten het strengst ter wereld (Bieleman, 2000). Toch werd in die tijd de grote hoeveelheid middelen die nog gebruikt werden als zorgwekkend gezien. Zodoende kwam in 1991 een 'Meerjarenplan Gewasbescherming'. Dit plan had als doel het structureel verminderen van het gebruik van chemische middelen in de landbouw (Van Den Berg, 2021). Er kwamen nieuwe middelen op de markt welke in lagere doseringen gebruikt konden worden, terwijl de werking gewoon voldeed.

1.4 Onkruidbestrijding

In de landbouw is het tegengaan van onkruiden een grote uitdaging tijdens het groeiseizoen. Het bestrijden van onkruiden is belangrijk omdat onkruiden zorgen voor concurrentie in een gewas, met opbrengstderving als gevolg. De opbrengstderving is afhankelijk van de soort en hoeveelheid onkruid per vierkante meter, maar kan oplopen tot 100% wanneer er niet ingegrepen wordt. Onkruiden nemen zonlicht maar ook water en nutriënten weg die het gewas ook goed kan gebruiken. Onkruid kan ook functioneren als waardplanten voor ziekten, plant-parasitaire aaltjes en plaaginsecten. Verder kunnen onkruiden zorgen voor vervuiling van geoogst product, zoals bijvoorbeeld in een graangewas, waardoor het tarrapercentage toeneemt (Joenje & Kropff, 1990).



Figuur 1.3: factoren die de samenstelling van de zaadvoorraad beïnvloeden (Karssen & Post, 1990)

In Figuur 1.3 zijn de factoren die bijdragen aan de samenstelling van de zaadvoorraad weergegeven. De zaadvoorraad van een bouwvoor betekent de hoeveelheid levende zaden die deze bodem bevat. Deze zaadvoorraad kan variëren van honderden tot honderdduizenden zaden per vierkante meter bouwvoor (Post, 1984). De zaden met de langste levensduur kunnen tot wel 100 jaar of zelfs langer in leven blijven in de bodem. Hierdoor kan het voorkomen dat wanneer een akker eenmaal bevuild is met een onkruid, deze zelfs na jaren van matige aanwezigheid ineens de kop weer op kan steken. Bij regelmatige grondbewerking zonder nieuwe zaadintroductie halveert de zaadpopulatie jaarlijks. Zo zou theoretisch in zeven jaar de zaadvoorraad tot 1% van de oorspronkelijke hoeveelheid kunnen worden teruggebracht, door middel van regelmatige grondbewerkingen. Zonder grondbewerking zou dit 18 jaar duren (Hoogerkamp & Stryckers, 1990).

1.4.1 Chemische onkruidbestrijding

In de huidige gangbare akkerbouw wordt onkruid met name bestreden door middel van chemische toepassingen. Dit komt met name doordat, zoals in het vorige hoofdstuk over de geschiedenis van de chemische gewasbescherming is beschreven, praktische toepasbaarheid samen met de kostprijs van chemische middelen in de meeste gevallen gunstiger is voor de boer dan alternatieven. Onkruidbestrijding begint over het algemeen met het aanbrengen van bodemherbiciden. Deze vormen een dunne laag op de bovengrond waarna deze

vochtige omstandigheden lichtelijk kunnen inspoelen in de toplaag waarna deze middelen worden opgenomen door het wortelstelsel (University of Kentucky).

Verder kunnen onkruiden door middel van contactherbiciden worden bestreden. Hierbij worden herbiciden gebruikt die in de meeste gevallen selectief werken om zo tegelijkertijd het onkruid te bestrijden en het gewas minimale schade toe te brengen.

Voordelen

- Hoge efficiëntie
- Lage kostprijs chemische middelen per hectare
- Lage bewerkingskosten
- Toepasbaarheid minder weersafhankelijk dan alternatieven
- Verzekerd van goede werking chemische middelen (bij juiste toepassing)
- Selectieve werking goed mogelijk

Nadelen

- Maatschappelijke en politieke druk om chemiegebruik fors te verminderen
- Slecht imago veldspuit (in de volksmond ook wel 'gifspuit' genoemd)
- Impact van chemische middelen op het milieu en ecosystemen
- Vormen van resistenties door plaaginsecten of onkruiden mogelijk
- Oudere middelen hebben vaak niet-selectieve werking

1.4.2 Mechanische onkruidbestrijding

Mechanische onkruidbestrijding is het bestrijden van onkruid door middel van het beschadigen van onkruiden met behulp van werktuigen die de grond ondiep bewerken en mogelijk in fysiek contact komen met de onkruidplanten. Door dit directe of indirecte contact worden onkruiden ontworteld, afgesneden, afgemaaid, gekneusd en/of met grond bedekt (Kurstjens, 1998).

In Nederland wordt mechanische onkruidbestrijding het meest gebruikt in de biologische teelten. Door de afname van beschikbare herbiciden neemt echter de belangstelling vanuit de gangbare sector ook toe. Mechanische onkruidbestrijding is echter meer dan alleen het schoffelen van een gewas tijdens het groeiseizoen. Een goede mechanische bestrijding van onkruid vindt gedurende het hele jaar plaats. Zo kan een bestrijding variëren van een vals zaaibed aanleggen in het voorjaar, tot het schijveneggen laat in het najaar. Het gebruik maken van een hybridesysteem kan forse reductie van het chemiegebruik opleveren. Zo was in de jaren '90 in de veenkoloniën een middelenreductie van 32% mogelijk, terwijl op de kleigronden in de Flevopolder een reductie van 71% kon worden behaald (Kurstjens, 1998). De grootste uitdaging voor de mechanische onkruidbestrijding in de veenkoloniën was echter de beperkte toepasbaarheid ervan door nachtvorsten en de stuifgevoeligheid van de gronden. Ook is het de heterogeniteit van de grond wat de mogelijkheden beperkt (Wijnands et al, 1995).

Het mechanisch bestrijden van onkruid gebeurt zoals eerder genoemd door direct of indirect contact, door middel van ontwortelen, afsnijden, afmaaïen, kneuzen of met grond bedekken. Voor deze verschillende manieren van bestrijden zijn er verschillende werktuigen, zoals in Tabel 1.2 zichtbaar is. Veel van in deze tabel genoemde werktuigen worden aan een werktuigbalk gemonteerd. Verder is er enige uitwisseling van elementen tussen werktuigen mogelijk. Zo kan een machine multifunctioneel worden gemaakt.

Tabel 1.2: werktuigen en hun effecten (x) tijdens de verzorging (Kouwenhoven et al, 1990)

Werktuig	Bedekken	Sorteren	Afsnijden	Ontwortelen	Cellen barsten
(Aanaard)schoffel	x	-	x	x	-
Cultivator	x	x	x	x	-
Eg	x	x	-	x	-
Stereg	x	-	-	x	-
Frees	x	-	x	x	-
Aanaarder	x	-	-	x	-
Maaier	-	-	x	-	-
Brander	-	-	-	-	x

Voor een goede bestrijding is maximaal direct of indirect contact met de onkruidplanten nodig, terwijl er minimaal direct of indirect contact met het gewas mag plaatsvinden. Beschadigingen aan het gewas kunnen namelijk invalspoorten zijn voor ziekten en bacteriën, of de plant dusdanig verzwakken dat er opbrengstderving plaatsvindt. Goede en innovatieve hulpsystemen om bij te dragen aan een maximale bestrijding met minimale gewasschade zijn RTK-GPS en camera-gestuurde schoffels. RTK-GPS geeft de mogelijkheid om constant met een nauwkeurigheid te werken van 0 tot 3 centimeter afwijking. Wanneer er in het voorjaar gezaaid is met behulp van RTK-GPS, kan er de rest van het seizoen met RTK-GPS nauwkeurig geschoffeld worden. Ook is het mogelijk om zowel de trekker als het schoffelwerktuig met RTK-GPS uit te rusten, dan kan er geschoffeld worden op een afstand van 0,8 tot 1 centimeter van de plant (Homburg, 2020).

Camera-gestuurde schoffelapparatuur zijn machines die op basis van camerabeelden de plantenrijen volgen om daarmee zo dicht mogelijk op het gewas te kunnen schoffelen, zonder hierbij het gewas te raken. Bij gewassen waar de planten enkele centimeters of meer uit elkaar staan kunnen verschillende camera-gestuurde schoffels ook tussen de planten in een rij schoffelen. In Figuur 1.4 is een camera-gestuurde schoffelmachine van Garford te zien, welke zowel tussen de rij als in de rij schoffelt. Hierbij is de camera met het bijbehorende roterende mes rood omlijnt ter verduidelijking.



Figuur 1.4: camera-gestuurde schoffelmachine welke in de rij schoffelt (Garford, 2018)

Zowel bovengenoemde nieuwe technieken als de technieken in Tabel 1 kunnen gecombineerd worden met een robotwerktuigendrager. Zodoende kan er autonoom geschoffeld worden op de akker. Voordelen van een robotwerktuigendrager zijn vaak het relatief lichte gewicht in combinatie met de mogelijkheid tot autonoom werken. Zo weegt een Naio Dino robotwerktuigendrager zonder werktuig 1250 kilogram (Naio Technologies, 2022).

Enkele nadelen van mechanische onkruidbestrijding zijn het structuurbederf dat wordt veroorzaakt en de ziektedruk in het gewas wat verhoogt door versmering of beschadiging. Door meerdere keren door het gewas te rijden voor een mechanische bestrijding, vindt een serieuze mate van verdichting en structuurbederf van de bodem plaats (Kempenaar et al, 2004). Acht maal door het gewas rijden met een trekker met een totaal gewicht van 4400 kilogram kan voor 3,1% aan volveldse opbrengstderving veroorzaken (Kempenaar et al, 2005).

Voordelen

- Lage invloed op het milieu
- Geen residu in de grond en op het gewas
- Maatschappelijk draagvlak

Nadelen

- Lage efficiëntie
- Toepasbaarheid is zeer weersafhankelijk (te nat/te droog)
- Structuurbederf top laag met als gevolg verstuiwen of verslempen
- Hoge bewerkingskosten per hectare
- Hoger brandstofgebruik
- Matige werking tegen wortelonkruiden tijdens groeiseizoen

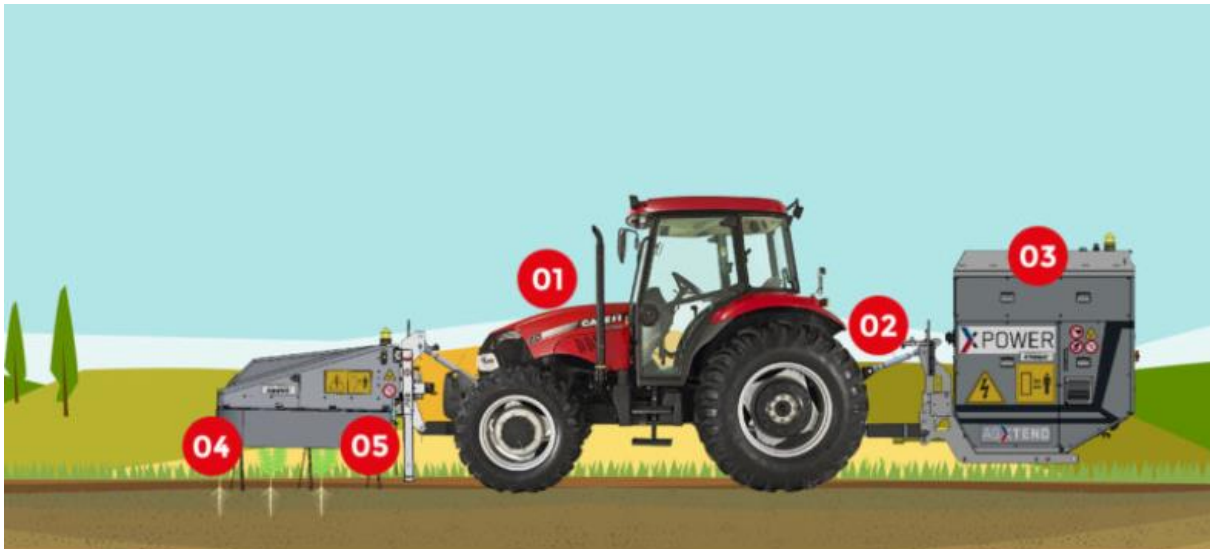
1.4.3 Fysische onkruidbestrijding

Fysische onkruidbestrijding gebeurt met name door middel van hitte of elektriciteit. Wanneer men hitte gebruikt voor het vernietigen van onkruid spreekt men van branden. Hierbij wordt hitte gebruikt om de cellen van het onkruid kapot te branden en zo te vernietigen. Het toepassen van branden gebeurt met name in de biologische landbouwsector, hier wordt het branden vaak ingezet als een vroege onkruidbestrijding voor het gewas boven staat. Er wordt voor branden gekozen omdat de alternatieven dan vaak beperkt zijn. Alleen onkruiden tot vier centimeter hoog kunnen met branden worden gedood (Kouwenhoven et al, 1990)



Figuur 1.5: voorbeeld van een "brand"-systeem (Delphy, 2017)

In bovenstaande figuur is een brand-systeem te zien. Wat opvalt is dat het een behoorlijk grote en zware machine is. De gastank wordt voorop de trekker gedragen. De kosten van branden bedragen circa 30-50 euro bij een gasprijs van €0,61 (Van Den Berg, 2022). Een andere manier van onkruidbestrijding is door middel van elektrocutie. Hierbij wordt de plant tot in de wortels geëlektrocuteerd. In Figuur 1.6 is het systeem van Zasso weergegeven. Voorop de trekker hangt een kap met daarin tasters welke over de grond of over het gewas slepen. Achter deze tasters hangt een tweede rij met tasters welke de kringloop van het stroomcircuit sluiten. Achterop de trekker hangt de elektriciteitsmodule, waar de stroom wordt opgewerkt door middel van de PTO aandrijving van de trekker. Deze manier van elektrische onkruidbestrijding werkt met name goed tegen wortelonkruiden, welke een terugkerend probleem vormen in de akkerbouw doordat deze met schoffels en branden vaak niet bestreden kunnen worden.



- (01) – Mechanical power (motor)
- (02) – Transformed to electrical power (PID – transformer)
- (03) – Modular high frequency / voltage transformation
- (04) – Electric applicators for different applications
- (05) – Electric flow through shoot on contact

Figuur 1.6: werking elektrocutatie planten met Zasso (Zasso, 2022)

Voordelen

- Branden en elektrocutie gelden als biologische maatregel
- Elektrocutie werkt goed tegen wortelonkruiden
- Branden werkt goed tegen kleine breedbladige onkruiden

Nadelen

- Grote, zware machines met een relatief lage capaciteit
- Branden met gas beperkt duurzaam
- Beide onkruidbestrijdingsmethoden werking niet-selectief
- Elektrocutie vraagt veel vermogen
- Branden werkt beperkt tegen grassen en wortelonkruiden

1.5 Wat er niet bekend is

Uit de literatuur blijkt dat er nog weinig bekend is over de toepassing van mechanische onkruidbestrijding als alternatief van de chemische onkruidbestrijding, wanneer er gekeken wordt naar het huidige veenkoloniale bouwplan. Dat komt doordat vanuit teeltbegeleiding het laatste decennium is toegelegd op de perfectionering van de toepassing van chemische onkruidbestrijding, door meer inzet van bodemherbiciden. Dit komt in veel gevallen doordat chemische bestrijding vaak beter werkt, lagere kosten met zich meebrengt en op grote schaal toepasbaar is. Zoals eerder is genoemd in dit literatuuronderzoek wordt er in de veenkoloniale akkerbouw dan ook geleund op de werking van bodemherbiciden. Het ontbrekende in de literatuur is de haalbaarheid van de toepassingsmogelijkheden van mechanische onkruidbestrijding in een huidig gangbaar veenkoloniaal bouwplan, om minder afhankelijk te zijn van het gebruik van chemie.

1.6 Afbakening van dit onderzoek

Om het uitvoeren van dit onderzoek naar toepassingsmogelijkheden van mechanische onkruidbestrijding in een veenkoloniaal bouwplan realiseerbaar en relevant te houden, zal het beperkt worden tot de volgende aspecten.

Het onderzoek zal zich beperken tot het veenkoloniaal bouwplan in het Noordoostelijk zandgebied. Uit het literatuuronderzoek bleek dat een veenkoloniaal bouwplan als hoofdgewassen zetmeelaardappelen, suikerbieten, zomergraan en zaaiuien bevatten. In dit onderzoek wordt er voor zomertarwe gekozen als zomergraan. Het Noordoostelijk zandgebied worden verschillende soorten zandgronden gevonden, welke variëren in organische stofgehalte. Om hier een vast gegeven te nemen wordt er gekozen voor een zandgrond met 10% organische stofgehalte.

1.7 Hoofdvraag en deelvragen

Op basis van het literatuuronderzoek is de volgende hoofdvraag tot stand gekomen.

Hoofdvraag

In hoeverre kan mechanische onkruidbestrijding worden geïmplementeerd in een veenkoloniaal bouwplan in het Noordoostelijk zandgebied?

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden, zullen eerst de volgende deelvragen beantwoord moeten worden:

Deelvraag 1

Welke onkruiden vormen de grootste uitdaging in het huidige teeltsysteem?

Deelvraag 2

Welk teeltsysteem/bedrijfstype is het meest geschikt voor mechanische onkruidbestrijding?

Deelvraag 3

Hoe verhoudt de kosten-baten analyse van mechanische onkruidbestrijding zich tot de chemische onkruidbestrijding?

Deelvraag 4

Wat is er mogelijk op het gebied van het combineren van mechanische en chemische onkruidbestrijding?

1.7.1 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om meer inzicht te geven in de haalbaarheid van mechanische onkruidbestrijding in het Noordoostelijk zandgebied op korte termijn. Het resultaat van dit onderzoek wordt het aandragen van mogelijkheden om meer mechanisch te kunnen werken om zo het chemische middelengebruik te reduceren, waarbij een geslaagde onkruidbestrijding plaatsvindt. Het resultaat moet een akkerbouwer een beter inzicht geven in de mogelijke alternatieven van onkruidbestrijding in een veenkoloniaal bouwplan, om zo minder afhankelijk te worden van het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen.

2. Materiaal en methode

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe het onderzoek is uitgevoerd. Er heeft met name kwalitatief onderzoek plaatsgevonden door middel van semigestructureerde interviews met akkerbouwers, teeltadviseurs en deskundigen. Voor de kosten-baten analyse heeft er kwantitatief onderzoek plaatsgevonden. De afgenomen interviews staan in de bijlage.

2.1 Per deelvraag

Welke onkruiden vormen de grootste uitdaging in het huidige teeltsysteem?

Om tot een antwoord te komen op deze deelvraag zijn er vijf teeltadviseurs geïnterviewd welke werkzaam zijn in het gebied Noordoost-Nederland. Daarnaast is deze vraag ook gesteld bij een biologische akkerbouwer en een onderzoeker. Het doel van deze deelvraag was om te inventariseren met welke onkruiden er voornamelijk rekening gehouden moet worden tijdens de teelt van akkerbouwgewassen. De volgende gegevens zijn verzameld:

- In welk werkgebied komt de adviseur het meest
- Welke onkruiden komt de adviseur het meest tegen
- Wat is de voornaamste oorzaak dat de adviseur deze onkruiden tegenkomt
 - o Mislukte of geen toepassing van herbiciden
 - o Geen effect van herbiciden op dit onkruid
 - o Gebruik van mechanische onkruidbestrijding
- Hoe had dit onkruid het beste bestreden kunnen worden volgens de adviseur
 - o Als het antwoord niet mechanische onkruidbestrijding is, of dit ook een optie had kunnen zijn
- Hoe ziet de adviseur de teelten voor zich bij geen gebruik van bodemherbiciden

Welk teeltsysteem/bedrijfstype is het meest geschikt voor mechanische onkruidbestrijding?

Om tot een antwoord te komen op deze vraag is er een verdiepende literatuurstudie uitgevoerd. Verder zijn er interviews gedaan met een onderzoeker van de Wageningen Universiteit & Research welke actief is op de proefboerderij in Valthermond en een biologische akkerbouwer welke actief is in Drenthe.

Tijdens deze interviews zijn de volgende onderwerpen behandeld:

- Hoeveel jaren ervaring met mechanische onkruidbestrijding er is opgedaan
- Welke teeltsystemen er gebruikt zijn
- Welk teeltsysteem het meest en welke het minst geschikt bleek
- Hoe een ideaal teeltsysteem eruit zou zien
- Welke gewassen het meest geschikt waren voor mechanische onkruidbestrijding, en welke het minst
- Of er de mogelijkheid is om gedurende het teeltseizoen de onkruiden die zijn blijven staan te bestrijden met een herbicide
- Of (en zo ja wat) de ervaringen zijn met bodemherbiciden en mechanische onkruidbestrijding
- Welke ervaringen er zijn met het gebruik van robots
- Welke ervaringen er zijn met het gebruik van camera-gestuurde schoffelapparatuur

Hoe verhoudt de kosten-baten analyse van mechanische onkruidbestrijding zich tot de chemische onkruidbestrijding?

Om deze vraag te beantwoorden is er kwantitatief onderzoek gedaan. Belangrijke cijfers zijn gehaald uit de meest recente Kwantitatieve Informatie Akkerbouw & Vollegrondsgroenteteelt, namelijk editie 31 uit het jaar 2022 (KWIN AGV 2022). Deze belangrijke cijfers zijn onder andere:

- Vervangingswaarden en jaarlijkse kosten van machines en werktuigen
- Taaktijden van bewerkingen of toepassingen
- Kosten arbeid

De gegevens en prijzen van chemische onkruidbestrijding zijn achterhaald door per gewas een spuitschema van Agrifirm te combineren met de prijzen per middel uit het boek 'Handleiding Gewasbescherming Akkerbouw & Veehouderij 2022' van Delphy.

De kosten van mechanische onkruidbestrijding zijn achterhaald door cijfers uit de KWIN AGV 2022 te combineren met informatie over het aantal bewerkingen van een biologische teeltadviseur.

Deze cijfers zijn vervolgens gebruikt om de totale kosten per hectare per bewerking of toepassing te achterhalen. Het rekenen met de cijfers is gebeurd in Microsoft Excel, waarna de rekentabellen op overzichtelijke wijze zijn gebruikt in dit verslag.

Wat is er mogelijk op het gebied van het combineren van mechanische en chemische onkruidbestrijding?

Het antwoord op deze vraag komt voort uit een literatuurstudie in combinatie met interviews met deskundigen op het gebied van onkruidbestrijding. Onderwerpen die in de interviews aan bod zijn gekomen zijn:

- Ervaringen met combineren van chemische en mechanische onkruidbestrijding
- Welk type teeltsysteem wordt gehanteerd
- Beoordeling volledige onkruidbestrijding
- Welke onkruiden vormen alsnog een uitdaging tijdens het groeiseizoen
- Mogelijke stijging van de kosten van onkruidbestrijding
- Zijn er gevolgen op het gebied van:
 - o Opbrengst
 - o Ziekte druk gewas
 - o Onkruid druk vanuit de grond

Er zijn interviews afgenomen met een onderzoeker, biologisch akkerbouwer en biologisch teeltadviseur. Verder zijn er meerdere teeltadviseurs benaderd met de vraag hoe men denkt over de combinatie van chemische en mechanische onkruidbestrijding.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten weergegeven per deelvraag.

3.1 Welke onkruiden vormen de grootste uitdaging in het huidige teeltsysteem?

Om deze deelvraag te kunnen beantwoorden zijn er vijf verschillende teeltadviseurs geïnterviewd. Zo is duidelijk geworden welke onkruiden het meest voorkomen in het huidige teeltsysteem. De onkruiden die de vijf teeltadviseurs tegenkwamen in hun eigen teeltgebied kwamen voor het overgrote deel overeen. Hieruit kan de conclusie getrokken worden dat op de zand- en dalgronden in Drenthe veelal dezelfde onkruiden als probleemonkruiden worden gezien. In onderstaande tabel Tabel 3.1 zijn de meest voorkomende onkruiden overzichtelijk weergegeven.

Tabel 3.1: Probleemonkruiden geïnterviewd d.m.v. interviews

Naam	Wetenschappelijke naam	Zaadonkruid	Wortelonkruid	Kiempmoment
Melganzevoet	<i>Chenopodium album</i>	x		voorjaar
Uitstaande melde	<i>Atriplex patula</i>	x		voorjaar
Zwaluwtong	<i>Fallopia convolvulus</i>	x		voorjaar
Perzikkruid	<i>Persicaria maculosa</i>	x		voorjaar
Waterpeper	<i>Persicaria hydropiper</i>	x		najaar
Zwarte nachtschade	<i>Solanum nigrum</i>	x		voor- en najaar
Echte kamille	<i>Matricaria chamomilla</i>	x		voor- en najaar
Reukloze kamille	<i>Tripleurospermum martimum</i>	x		voor- en najaar
Straatgras	<i>Poa annua</i>	x		jaarrond
Varkensgras	<i>Polygonum aviculare</i>	x		voorjaar
Veerdelig tandzaad	<i>Bidens tripartita</i>	x		voor- en najaar
Kaal knopkruid	<i>Galinsoga parviflora</i>	x		voor- en najaar
Klein kruiskruid	<i>Senecio vulgaris</i>	x		jaarrond
Haagwinde	<i>Convolvulus sepium</i>		x	voor- en najaar
Veenwortel	<i>Persicaria amphibia</i>	x	x	najaar
Kweek	<i>Elymus repens</i>		x	jaarrond
Bijvoet	<i>Artimesia vulgaris</i>	x	x	jaarrond
Akkerdistel	<i>Cirsium arvense</i>	x	x	jaarrond
Akkermelkdistel	<i>Sonchus arvensis</i>		x	voor- en najaar

Dat een onkruid als probleemonkruid wordt gezien kan meerdere oorzaken hebben. Zo zijn sommige soorten agressieve onkruiden, welke wanneer eenmaal gekiemd heel snel tot ontwikkeling komen. Andere soorten zijn juist heel lastig te bestrijden, waardoor deze blijven terugkomen.

Een onkruid wat veel voorkomt op de zand- en dalgronden is de melganzevoet en de uitstaande melde. Beide soorten zijn agressieve voorjaarskiemers welke een zeer snelle

beginontwikkeling doormaken, met name in het voorjaar is de melde zeer agressief in zowel de kieming als groeiontwikkeling. Dit maakt dat een meldeplant al vroeg in het jaar een akkerbouwgewas kan overwoekeren. Later in het jaar neemt de kiem- en groeiagressiviteit af. De Melganzenvoet en de Uitstaande melde komen tot kieming wanneer grond bewerkt of beroerd wordt. Bij geen grondbewerkingen zullen de twee meldesoorten niet tot ontwikkeling komen. Bij droge periodes is het goed mogelijk om deze meldes mechanisch te bestrijden door middel van eggen, schoffelen en aanaarden. Door deze grondbewerkingen blijven er echter ook meldes tot kieming komen.

Zwarte nachtschade komt met name voor in aardappelpercelen. Dit komt omdat de aardappelplant en de zwarte nachtschadeplant familie van elkaar zijn, en daardoor lastiger met herbiciden bestreden kan worden. De zwarte nachtschadeplant is relatief goed te bestrijden met mechanische onkruidbestrijding, door bijvoorbeeld aanaarden.

Wortelonkruiden als haagwinde zijn lastig te bestrijden. Met chemische bestrijding worden deze meestal met name met groeistoffen bestreden, wat de bestrijding lastig maakt in veel teelten. Wanneer wortelonkruiden niet goed worden bestreden kunnen deze een heel perceel besmetten. Dit komt doordat bij grondbewerkingen de wortelstokken steeds verder verspreid worden. Door herhaaldelijk mechanisch te werken kunnen deze planten uitgeput worden, echter is de kans groot dat ze verder zullen verspreiden wanneer de omstandigheden gunstig zijn. In een bouwplan waar veel in geschoffeld en geëgd wordt is de kans groter dat de wortelonkruiden uitgeput raken en afnemen, zo blijkt uit de afgenomen interviews.

3.2 Welk teeltsysteem/bedrijfstype is het meest geschikt voor mechanische onkruidbestrijding?

In de akkerbouwsector zijn verschillende teeltsystemen mogelijk. Zo is strokenteelt de laatste jaren in ontwikkeling en wordt hier veel onderzoek naar gedaan op proefboerderijen. Een voordeel van strokenteelt is het mogelijk weerbaarder kunnen telen van gewassen. De strokenteelt lijkt met name invloed te hebben op ziekten en plagen en niet direct op de onkruiddruk per gewas. Strokenteelt heeft wel een positieve invloed op het verminderen van de stuifgevoeligheid van een perceel, blijkt uit de interviews. Dit komt met name door de afwisseling van de gewassen. Wanneer een open gewas als bieten wordt afgewisseld met een graansoort, kan het graan als windbreker fungeren. Hierbij is het dan wel belangrijk dat de graansoort goed ontwikkeld is en voldoende massa heeft.

Zowel uit de afgenomen interviews als uit de literatuur blijkt dat het heel belangrijk is om werkbreedtes op elkaar af te stemmen. Wanneer men wil schoffelen in een gewas met een zes meter brede schoffel is het van belang dat het gewas ook met een machine van zes meter is gezaaid of geplant. Ook wanneer met RTK-GPS, wat tot 2cm nauwkeurig is, wordt gewerkt geldt dit. Wanneer de GPS namelijk baan één twee centimeter naar links afwijkt en baan twee centimeter naar rechts afwijkt, is er 4cm verschil tussen de twee banen. Hierdoor kan er minder nauwkeurig geschoffeld worden. Het is ook belangrijk om de juiste werkbreedte voor een bedrijf te kiezen. Zo kunnen akkerbouwbedrijven bedrijven met een gemiddelde grootte (<100ha) mogelijk nog kiezen voor schoffelwerktuigen met een werkbreedte van drie meter. Dit is ook afhankelijk van het aandeel gewassen wat vaak geschoffeld moet worden. Grotere bedrijven of bedrijven die relatief vaak moeten schoffelen per gewas zullen grotere machines moeten kopen om genoeg capaciteit te behalen. In onderstaande Tabel 3.2 is een overzicht weergegeven van taaktijden uit de KWIN 2022, voor zowel schoffelen als spuiten. In de tabel staat N.R. wat Nauwe Rij en R.R. wat Ruime Rij betekent.

Tabel 3.2: Verschillende mechanische bewerkingen met bijbehorende capaciteit (KWIN AGV 2022)

WERKZAAMHEDEN	UREN PER HA	HA PER UUR
SCHOFFELEN N.R. 3M	1,8	0,55
SCHOFFELEN N.R. 4.5M	1,2	0,83
SCHOFFELEN R.R. 3M	0,8	1,25
SCHOFFELEN R.R. 4.5M	0,6	1,67
EGGEN WIEDEG 9M	0,3	3,33
SPUITEN VOLVELDS 36M	0,1	10

Wanneer in een teelt het onkruid mechanisch wordt bestreden, betekent dit vaak dat er tijdens het groeiseizoen meerdere mechanische bewerkingen moeten worden uitgevoerd om het onkruid de baas te blijven. In veel teelten betekent dit dat er minimaal wekelijks een bewerking moet worden uitgevoerd. Hierbij is het belangrijk om op het juiste moment, met de juiste weersomstandigheden, de juiste machine en de juiste agressiviteit de mechanische bewerking uit te voeren. Wanneer er enkele dagen te laat geschoffeld wordt, kan dit betekenen dat het onkruid al te groot of te goed geworteld is om met bijvoorbeeld een

wiedeg een geslaagde bestrijding uit te voeren. Dit alles maakt dat een teeltsysteem zo ingericht moet zijn dat er in korte tijd op het juiste moment de juiste bewerking uitgevoerd moet kunnen worden. In een bouwplan van honderd hectare met aardappelen, bieten, graan en uien vraagt dit om beschikking over machines met voldoende capaciteit. Hierbij kan gedacht worden aan een teeltsysteem met machines met een werkbreedte van zes meter. Dit vraagt er wel om dat de bieten en uien gezaaid worden op dezelfde werkbreedte als de nodige schoffelmachines. Voor aardappelen en graan is dit minder belangrijk. Verder moet er rekening gehouden worden met de structuur en draagkracht van de bodem. Onder droge omstandigheden verhoogt mechanische bewerkingen de kans op stuiven. Bij natte omstandigheden is het van belang dat de bodem voldoende draagkracht behoudt en berijdbaar blijft, zonder dat dit grote structuurschade geeft. Uit de interviews kwam naar voren dat bij een natte verzadigde bodem de trekker bij een bewerking van het rijpad af kan glijden, waarbij deze in het gewas terecht komt. Wanneer dit het geval is, is een mechanische bewerking niet mogelijk en zal er gewacht moeten worden op een beter moment. Om dit te voorkomen is een goede en snelle afwatering nodig. Zo kan ervoor gekozen worden om teelten die vaak en veel bewerkt moeten worden, op de lichtere gronden te zetten. De ontwatering kan ook worden verbeterd door een perceel te draineren.

Bij het telen van zaaiuien zonder het gebruik van herbiciden is het lastig om met name in de beginfase het gewas onkruidvrij te houden. Door de relatief langzame groei en ontwikkeling van de ui in vergelijking tot andere gewassen en onkruiden, winnen verschillende onkruiden gemakkelijk de concurrentiestrijd. Ondanks het toepassen van mechanische onkruidbestrijding is het niet mogelijk om het gewas onkruidvrij te houden. Dit heeft met name te maken met dat er in een jong uiegewas niet agressief geëgd of geschoffeld kan worden, waardoor onkruiden een voorsprong behalen. Om toch voldoende onkruid te bestrijden zal er gebruik gemaakt moeten worden van veel handwieduren. Wanneer de uienteelt wordt begonnen met het planten van een bol kan het onkruid wel succesvol mechanisch worden bestreden. Zowel tussen als in de rij onkruid bestrijden kan bereikt worden door een combinatie van schoffelen, aanaarden en fingerwieden. Hierbij wordt een onkruidbestrijding behaald variërend van 63 tot 92% (Pannaci et al., 2020).

Wanneer gewassen later in het voorjaar gezaaid worden zal dit een snellere beginontwikkeling geven. Later zaaien in het voorjaar betekent een hogere etmaaltemperatuur wat leidt tot een snellere 50% opkomst. Bij bijvoorbeeld peen duurt het bij een gemiddelde etmaaltemperatuur van 8 graden Celsius 25 dagen voordat 50% van de planten boven staan, bij een gemiddelde etmaaltemperatuur van 17 graden Celsius duurt dit nog maar 11 dagen (Schoneveld, 1993). Verder geeft later zaaien de mogelijkheid om een vals zaaibed aan te leggen na de hoofdgrondbewerking. Zo kan de eerste kieming van het onkruid, wat na een hoofdgrondbewerking het grootst is, worden bestreden voordat er gezaaid of geplant wordt. Door te kiezen voor rassen die in korte tijd veel vegetatieve groei en bladmassa weten te genereren wordt de onkruiddruk verder verlaagd. Deze rassen kunnen beter de concurrentiestrijd aangaan door snel veel licht weg te vangen dan rassen die lang een open gewas blijven. Het is belangrijk om hierbij ook te kijken naar rassen die als gewas relatief snel sluiten ten opzichte van andere rassen, om zo de kieming van nieuwe onkruiden later in het seizoen tegen te gaan.

3.3 Hoe verhoudt de kosten-baten analyse van mechanische onkruidbestrijding zich tot de chemische onkruidbestrijding?

Om deze deelvraag te beantwoorden is er een inventarisatie gemaakt van de ingezette middelen, bespuitingen en bewerkingen waarna de kosten ervan zijn uitgerekend. De inventarisatie van zowel chemische als mechanische onkruidbestrijding is overzichtelijk weergegeven in Tabel 0.1 en Tabel 0.2, welke in de bijlage is bijgevoegd. Op basis van deze inventarisatie zijn de onderstaande doorrekeningen gemaakt.

Tabel 3.3: Vervangingswaarden en jaarlijkse kosten van benodigde werktuigen voor een chemische onkruidbestrijding.

Materiële kosten	Trekker 120kW	Getrokken veldspuit 5000L/36m
Aanschafprijs	€ 135.000,00	€ 92.000,00
Rente	1,9%	1,9%
Afschrijving	7,5%	7,5%
Onderhoud & verzekering	4,0%	2,0%
Toegerekend gebruik trekker	3/4	
Jaarlijks toerekenbare kosten	€ 13.567,50	€ 10.488,00

In Tabel 3.3 zijn de vervangingswaarden met bijbehorende jaarlijkse kosten weergegeven van een trekker en een 5000 liter, met 36 meter brede spuitbomen, getrokken veldspuit. Er is gekozen voor een 36 meter brede spuitboom omdat dit een courante maat is in het Drentse landschap. In onderstaande Tabel 3.4 zijn de materiële kosten per gewas uitgerekend. Hierbij is er rekening gehouden met het feit dat de hoeveelheid bespoten hectares per gewas afhangt van de spuitfrequentie, hier is de berekening dan ook op gebaseerd.

Tabel 3.4: Toerekenbare materiële kosten per teelt bij een chemische onkruidbestrijding.

Toerekenbare kosten per teelt					
Gewas	Aardappelen	Bieten	Tarwe	Uien	
Totaal aantal keer spuiten	16	11	4	22	
Onkruidbespuitingen	2	7	1	11	
Areaal	40	20	27,5	12,5	
Totaal ha/jaar spuiten	640	220	110	275	1245
% onkruidbespuitingen	12,5%	63,6%	25,0%	50,0%	
Ha/jaar onkruidbespuiting	80	140	27,5	137,5	
Materiële kosten (€19,32 per ha)	€ 1.545,73	€ 2.705,04	€ 531,35	€ 2.656,73	

Tabel 3.5: Toerekenbare immateriële kosten bij een chemische onkruidbestrijding.

Immateriële kosten - chemisch	Aardappelen	Bieten	Tarwe	Uien
Areaal in ha	40	20	27,5	12,5
Capaciteit bespuitingen (ha/u)	10	10	10	10
Aantal bespuitingen	2	7	1	11
Totaal aantal uren	8	14	2,75	13,75
Gemiddeld brandstofverbruik (l/u)	14	14	14	14
Arbeidskosten (27,47/u)	€ 219,76	€ 384,58	€ 75,54	€ 377,71
Dieselskosten (1,55/l)	€ 173,60	€ 303,80	€ 59,68	€ 298,38
Kosten herbiciden	€ 5.142,00	€ 6.586,00	€ 1.702,94	€ 4.306,88
Totaal	€ 5.535,36	€ 7.274,38	€ 1.838,16	€ 4.982,96

De immateriële kosten zoals arbeid, brandstof en de gebruikte herbiciden voor chemische en mechanische onkruidbestrijding zijn in Tabel 3.5 en Tabel 3.6 weergegeven. Kosten van de gebruikte herbiciden staan per teelt en per bespuiting uitgesplitst in Tabel 0.1 in de bijlage. In het jaar 2022 is door onzekerheid in de markt de prijs van diesel flink opgelopen, waarbij er grote fluctuaties in de prijs plaatsvinden. Dit is duidelijk terug te zien in Tabel 0.3 welke in de bijlage is weergegeven. Op basis van Tabel 0.3 is ervoor gekozen om een dieselprijs van 1,55 euro per liter te hanteren.

Tabel 3.6: Immateriële kosten bij een mechanische onkruidbestrijding.

Immateriële kosten - mechanisch	Aardappelen	Bieten	Tarwe	Uien
Totaal aantal uren per hectare	4,6	4,8	0,9	9,6
Gemiddeld brandstofverbruik (l/u)	10	10	10	10
Handwieduren	15	75		200
Arbeidskosten (27,47/u)	€ 126,36	€ 131,86	€ 24,72	€ 263,71
Handwieduren (27,47/u)	€ 412,05	€ 2.060,25	€ -	€ 5.494,00
Dieselskosten (1,55/l)	€ 71,30	€ 74,40	€ 13,95	€ 148,80
Totaal per ha	€ 609,71	€ 2.266,51	€ 38,67	€ 5.906,51
Totaal	€ 24.388,48	€ 45.330,12	€ 1.063,51	€ 73.831,40

In onderstaande Tabel 3.7 is de kostenvergelijking tussen chemische en mechanische onkruidbestrijding weergegeven. Wanneer de kosten van mechanisch hoger liggen dan van chemisch is het verschil negatief en rood weergegeven. Wanneer de kosten van chemisch hoger liggen is het verschil positief en groen weergegeven. In de kosten van mechanisch in onderstaande tabel zijn handwieduren meegerekend, van de totale kosten van €162.310,01 is €126.362,00 berekend als handwieduren. Hoeveel handwieduren er per gewas berekend zijn is ook weergegeven in bovenstaande Tabel 3.6.

Tabel 3.7: Kostenvergelijking van chemische en mechanische onkruidbestrijding.

Kostenvergelijking	Chemisch	Mechanisch	Vershil
Materiële kosten			
Aardappelen	€ 1.545,73	€ 5.869,04	€ -4.323,31
Bieten	€ 2.705,04	€ 6.488,40	€ -3.783,36
Tarwe	€ 531,35	€ 935,34	€ -404,00
Uien	€ 2.656,73	€ 4.403,71	€ -1.746,98
Immateriële kosten			
Aardappelen	€ 5.535,36	€ 24.388,48	€ -18.853,12
Bieten	€ 7.274,38	€ 45.330,12	€ -38.055,74
Tarwe	€ 1.838,16	€ 1.063,51	€ 774,65
Uien	€ 4.982,96	€ 73.831,40	€ -68.848,44
Totale kosten per ha			
Aardappelen	€ 177,03	€ 756,44	€ -579,41
Bieten	€ 498,97	€ 2.590,93	€ -2.091,96
Tarwe	€ 86,16	€ 72,69	€ 13,48
Uien	€ 611,18	€ 6.258,81	€ -5.647,63
Totale kosten per gewas			
Aardappelen	€ 7.081,09	€ 30.257,52	€ -23.176,43
Bieten	€ 9.979,42	€ 51.818,52	€ -41.839,10
Tarwe	€ 2.369,50	€ 1.998,85	€ 370,65
Uien	€ 7.639,69	€ 78.235,11	€ -70.595,42
Totale kosten	€ 27.069,71	€ 162.310,01	€ -135.240,30

3.4 Wat is er mogelijk op het gebied van het combineren van mechanische en chemische onkruidbestrijding?

Uit de verschillende interviews kwam naar voren dat mechanische en chemische onkruidbestrijding op verschillende mogelijke manieren gecombineerd kunnen worden. Omdat de mogelijkheden per situatie verschillen wordt hieronder per mogelijkheid uitleg en toelichting gegeven.

3.4.1 Bodemherbiciden en mechanische onkruidbestrijding

Eén van de mogelijkheden is om bodemherbiciden en mechanische onkruidbestrijding te combineren, bleek uit de afgenomen interviews. Dit betekent dat er in het begin van het groeiseizoen de bodemherbiciden gespoten worden die toegelaten zijn. Op deze manier krijgt het gewas de kans om te groeien terwijl het onkruid onderdrukt blijft. Zo hoeft er niet geschoffeld en geëgd te worden in het kritieke vroege stadium van het gewas. Met name in bieten en uien is het vroeg schoffelen en het onkruid blijven onderdrukken lastig. Wanneer het gewas de kwetsbare fase is ontgroeid kan er geëgd en geschoffeld worden.

Uit de interviews kwam naar voren dat bij gebruik van bodemherbiciden in combinatie met mechanische onkruidbestrijding het aantal handwieduren fors teruggedrongen kan worden in verhouding tot een volledig mechanische aanpak. Zo hoeven er bij aardappelen geen handwieduren gerekend te worden, terwijl bij bieten en uien het aantal handwieduren gehalveerd kunnen worden.

3.4.2 Mechanische onkruidbestrijding en contactherbiciden

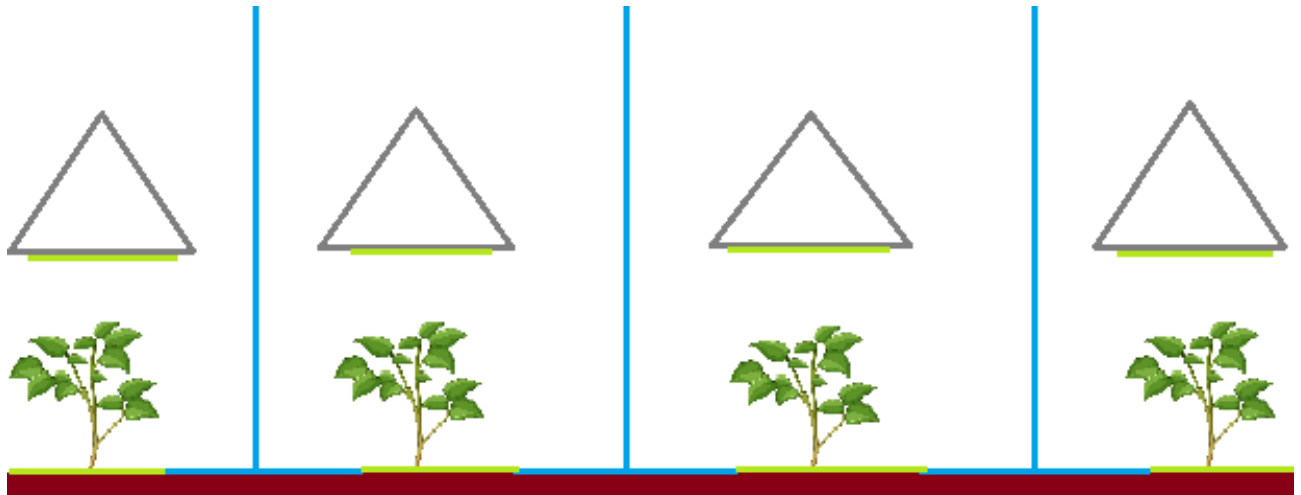
Uit de afgenomen interviews kwam naar voren dat deze combinatie een kleine kans van slagen heeft. Op de kiemkrachtige Drentse zand- en dalgrond is het belangrijk om op tijd te beginnen met de onkruidbestrijding. Dit houdt in dat er kort na het planten of zaaien begonnen moet worden met de onkruidbestrijding. Voor opkomst is het nog mogelijk een contactherbicidebespuiting uit te voeren, daarna is er een periode waarin de plantjes van zowel aardappelen, bieten en uien geen contactherbiciden kunnen verdragen. In deze periode kunnen dezelfde plantjes ook geen mechanische onkruidbestrijding verdragen, wat maakt dat er een gat valt in de onkruidbestrijding. Dit geeft onkruiden de kans om te groot te groeien voor zowel contactherbiciden als mechanische onkruidbestrijding, waarna de teler is aangewezen op het inzetten van handmatig wieden. Dit is een dermate lastig knelpunt dat adviseurs en experts deze manier een lage kans van slagen geven op een boerenbedrijf.

3.4.3 Mechanische onkruidbestrijding en rijenbespuiting

Een derde optie is om mechanische onkruidbestrijding toe te passen in combinatie met rijenbespuitingen. Dit houdt in dat er zowel mechanisch als chemisch gewerkt wordt. In onderstaande Figuur 3.1 is dit schematisch weergegeven. De blauwe strepen in de figuur stellen de schoffel voor, waarbij de grijze driehoeken de rijenspuut weergeven. Deze werkzaamheden kunnen zowel tegelijkertijd als los van elkaar uitgevoerd worden. Door op deze manier te combineren kunnen de onkruiden tussen de rij en in de rij goed bestreden worden. De schoffel bestrijdt de onkruiden tussen de rijen en de rijenspuut bestrijdt de onkruiden in de rij. Zo kan het gebruik van herbiciden fors worden terug gedrongen, doordat het te bespuiten oppervlakte fors afneemt in vergelijking met volveldse bespuitingen.

Wanneer in een gewas per rij van totaal 30 centimeter, 20 centimeter geschoffeld kan worden en 10 centimeter met herbiciden bespoten wordt, geeft dit een besparing van 66% op gebruikte onkruidbestrijdingsmiddelen.

Figuur 3.1: Mechanische onkruidbestrijding in combinatie met rijenbespuiting



In bovenstaande Figuur 3.1 is schematisch weergegeven hoe een combinatie van mechanische onkruidbestrijding en rijenbespuiting zoals beschreven er uit ziet. In de figuur staan beide werkzaamheden tegelijkertijd weergegeven, in de praktijk zal dit vaak los van elkaar gebeuren. Dit heeft te maken met dat er met schoffelen mogelijk sneller gereden kan worden dan met de bespuitingen.

4. Discussie

In dit hoofdstuk worden de resultaten per deelvraag bediscussieerd. Daarnaast wordt er gereflecteerd op het uitgevoerde onderzoek.

4.1 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek was om te onderzoeken wat de mogelijkheden zijn op het gebied van de toepasbaarheid van mechanische onkruidbestrijding in een veenkoloniaal bouwplan. Er is nog weinig onderzoek naar dit onderwerp gedaan, waardoor er weinig literatuur en onderzoeksresultaten beschikbaar zijn om te gebruiken in de beantwoording van de hoofd- en deelvragen. Om toch de hoofdvraag te beantwoorden is er actief kennis en ervaring uit het werkveld gehaald, onder andere door middel van interviews.

4.2 Welke onkruiden vormen de grootste uitdaging in het huidige teeltsysteem?

Om deze vraag te beantwoorden zijn er verschillende teeltadviseurs uit verschillende gebieden in Drenthe benaderd om een representatief beeld te krijgen over welke onkruiden het meest voorkomen en het lastigst te bestrijden zijn. Er zijn vijf interviews afgenomen met teeltadviseurs met vooraf vastgestelde vragen om de deelvraag te kunnen beantwoorden. Aanvullend daarop is er één biologische teler en één biologische gewasadviseur geïnterviewd. Uit de verschillende interviews kwamen veelal dezelfde antwoorden naar voren, wat de betrouwbaarheid van deze inventarisering ten goede komt.

Na de inventarisering zijn de Beeldenbank Gewasbescherming en het verslag 'Opkomstperiodiciteit bij veertig eenjarige akkeronkruidsoorten en enkele daarmee samenhangende onkruidbestrijdingsmaatregelen' gebruikt om meer informatie over de verschillende onkruiden te verkrijgen. Hierbij is het verslag als aanvulling gebruikt op de informatie beschikbaar uit de beeldenbank. De reden hiervoor is dat het verslag is geschreven op basis van een praktijkonderzoek in de periode 1978 tot en met 1982, welke inmiddels mogelijk deels als verouderd of gedateerd kan worden gezien.

4.3 Welk teeltsysteem/bedrijfstype is het meest geschikt voor mechanische onkruidbestrijding?

Deze vraag is beantwoord door een bezoek aan proefboerderij Valthermond en interviews met een onderzoeker, teeltadviseur en biologische teler. Verder is er gezocht naar relevante informatie uit beschikbare literatuur. Wat het lastig maakt om duidelijke resultaten voor deze vraag te beschrijven is dat er weinig ervaring is met verschillende teeltsystemen. Wel is er heel veel informatie verkregen op het gebied van uitdagingen en waarmee rekening gehouden moet worden. Op basis hiervan kan er wel een teeltsysteem beschreven worden, welke in theorie mogelijk het meest geschikt is.

4.4 Hoe verhoudt de kosten-baten analyse van mechanische onkruidbestrijding zich tot de chemische onkruidbestrijding?

Om deze vraag te beantwoorden zijn de kosten van zowel mechanisch als chemische onkruidbestrijding in kaart gebracht. Dit is gebeurd door onder andere een in de praktijk gebruikt spuitschema te combineren met prijzen uit de Delphy Gewasbeschermingsgids

2022. De aanschaf- en onderhoudskosten, taaktijden en uurloon zijn afkomstig uit de meest recente KWIN AGV 2022.

In de berekeningen moet er rekening gehouden worden met enkele variabelen welke per bedrijf kunnen verschillen, hierdoor kunnen per bedrijf de kosten in kleine mate afwijken van de kostenberekening in dit verslag. Zo is de exacte capaciteit van een spuitmachine van 36 meter lastig te achterhalen omdat de werkelijke capaciteit afhankelijk is van de grootte en de vorm van de te bespuiten percelen. Om deze reden is er gekozen voor een capaciteit van 10 hectare per uur inclusief vultijd van de spuitmachine. Ook het brandstofgebruik is lastig te achterhalen. Het exacte brandstofverbruik van een trekker is afhankelijk van het merk, vermogen en motorbelasting. Om deze redenen is er bij bespuitingen gekozen voor een brandstofverbruik van 14 liter per uur en bij mechanische bewerkingen gekozen voor 10 liter per uur. Het verschil zit in het feit dat bespuitingen vaak meer vermogen vragen dan mechanische onkruidbewerkingen. De hoeveelheid handwieduren zijn afkomstig van een betrouwbare inschatting van een biologisch gewasadviseur. Ook deze kunnen per bedrijf, per grondsoort of per regio verschillen.

Verder is in de interviews met een teeltadviseur maar ook met een biologische teler de opmerking gemaakt dat er een wezenlijk verschil zit tussen een onkruidvrij gewas en een oogstbaar gewas. Met name in teelten welke veel handwieduren vragen kan men zich afvragen in hoeverre het financieel interessant is om een gewas onkruidvrij te houden. In dit rapport kan men die vraag stellen bij de gewassen uien en bieten. Zo kan er een optimaal punt zijn waarbij het gewas niet onkruidvrij maar wel oogstbaar is, met relatief gezien minimale opbrengstderving ten opzichte van de meerkosten van het handmatig wieden. Als er bijvoorbeeld 100 handwieduren bespaard kunnen worden en het gewas 1.000 euro minder opbrengt door opbrengstderving van onkruid, wordt er alsnog circa 1.700 euro verdiend door de besparing op handwieduren op basis van het in dit verslag geldende uurloon. Verder kunnen deze handwieduren jaar op jaar fors verschillen, onder andere door weersomstandigheden in combinatie met slagingspercentage onkruidbestrijdingen.

In deze deelvraag komen met name de kostenverhogingen door mechanische onkruidbestrijding naar voren, de baten op financieel gebied worden met name gevonden aan de chemische kant.

4.5 Wat is er mogelijk op het gebied van het combineren van mechanische en chemische onkruidbestrijding?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn er interviews afgenomen en is er gezocht naar relevante beschikbare literatuur. Wat het lastig maakt om een duidelijk antwoord op deze vraag te kunnen geven is dat er nog weinig over dit onderwerp bekend is. Er wordt vaak gekozen voor alleen een chemisch of alleen een mechanische toepassing in een teelt. Dit komt voort uit het feit dat chemisch vaak een betere werking heeft en mechanisch gebruikt wordt voor biologische toepassingen. De reden dat op gangbare bedrijven biologische toepassingen niet worden toegepast komt doordat dit vaak ongewenste kostenverhogingen met zich meebrengt, zoals ook te zien is in de kostenanalyse in dit verslag.

Dit maakt dat de voornaamste bron van informatie voor deze deelvraag de kennis en ervaringen van specialisten op het gebied van gewasbescherming was. Deze informatie is achterhaald door middel van interviews. Op basis hiervan kunnen er geen harde resultaten op basis van gedegen wetenschappelijk onderzoek getoond worden. Ook kunnen er zo geen betrouwbare verwachte resultaten worden toegezegd wanneer mechanische en chemische onkruidbestrijding worden gecombineerd.

4.6 Evaluatie onderzoek

Hieronder wordt het uitgevoerde onderzoek geëvalueerd. Door de uitgebreide literatuurstudie voorafgaand aan het uit te voeren onderzoek is de knowledge gap duidelijk achterhaald. Op basis van deze knowledge gap zijn de hoofd- en deelvragen vastgesteld. Bij het vaststellen van de hoofd- en deelvragen is de verwachting uit gesproken dat er weinig literatuur over dit exacte onderwerp beschikbaar zou zijn en dat er veel informatie uit het werkveld gehaald zou moeten worden. Achterafgezien is dit correct voorspeld, informatie en resultaten uit relevante onderzoeken met bovengenoemd thema was namelijk zeer beperkt. Bij het afronden van het onderzoek is er wel tegen een knelpunt aangelopen op het gebied van onderbouwing van resultaten. Zo zijn deelvraag twee en vier niet duidelijk te onderbouwen met harde resultaten, maar enkel op informatie en kennis uit het werkveld. Dit maakt dat de validiteit van dit onderzoek mogelijk onder druk komt te staan. Dit zorgt er vervolgens voor dat dit rapport mogelijk niet geschikt is om telers en bedrijven mee te adviseren. Wel geeft dit rapport een sterk en breed beeld van de mogelijk- en onmogelijkheden van mechanische onkruidbestrijding in een veenkoloniaal bouwplan.

5. Conclusie

5.1 Conclusie

De komende jaren zal het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw fors moeten afnemen, wil de doelstelling van 'Toekomstvisie Gewasbescherming 2030' behaald worden. Hieronder valt ook het gebruik van herbiciden als manier van onkruidbestrijding. Om zonder herbiciden onkruid succesvol te kunnen blijven bestrijden is men aangewezen op alternatieve methoden. Eén van deze alternatieve methoden is mechanische onkruidbestrijding. Deze methode wordt veel door biologische telers gebruikt en was voordat gewasbeschermingsmiddelen honderd jaar geleden op de markt kwamen al de onkruidbestrijdingstechniek waar boeren op aangewezen waren. Het zijn nu andere tijden dan honderd jaar geleden, zo is er op het gebied van arbeidsbeschikbaarheid, bedrijfsomvang en opbrengsten veel veranderd. Dit vraagt om nieuwe inzichten in de mogelijkheden van mechanische onkruidbestrijding in het Noordoostelijk zandgebied, waar het beheersen van onkruid een grote uitdaging kan vormen. Om tot een duidelijke conclusie te komen worden hieronder eerst de deelvragen beantwoord. Op basis van de deelvragen kan dan de hoofdvraag worden beantwoord.

Welke onkruiden vormen de grootste uitdaging in het huidige teeltsysteem?

In het huidige teeltsysteem vormen met name de snel kiemende en snel groeiende onkruiden een uitdaging. Daar komt bij dat deze onkruiden vaak tot laat in het seizoen kunnen kiemen. Een onkruid zal een probleem vormen voor een gewas wanneer deze sneller kan groeien dan het gewas. Hierdoor is met name de melganzevoet en uitstaande melde een onkruid wat vaak teruggevonden wordt omdat dit onkruid de capaciteit heeft om in korte tijd sneller in lengte te groeien dan de meeste akkerbouwgewassen. Het zaad van dit onkruid kiemt bij roering in de grond, wat maakt dat dit onkruid extra kans krijgt bij mechanische bewerkingen.

Welk teeltsysteem/bedrijfstype is het meest geschikt voor mechanische onkruidbestrijding?

Een teeltsysteem wat het meest geschikt voor mechanische onkruidbestrijding is bestaat uit verschillende onderdelen. Zo moet de bewerkingscapaciteit van de machines in verhouding staan tot het te bewerken areaal. Dit is belangrijk om vroegtijdig te kunnen beginnen met de onkruidbestrijding, wanneer er twee dagen te laat geëgd word in een gewas kan dit grote negatieve gevolgen hebben voor de onkruidbestrijding gedurende de rest van het seizoen. Verder is het belangrijk dat de bewerkingsbreedte van schoffelmachines zijn afgestemd op de bewerkingsbreedte van plant- of zaaimachines. Door vervolgens gebruik te maken van RTK-GPS tijdens planten of zaaien kan er met schoffelen tot 2 centimeter nauwkeurig geschoffeld worden vanaf de rij.

Door later te planten of zaaien is de kans groter dat het gewas sneller boven staat, hierdoor kan er sneller agressiever geschoffeld worden. Ook bied later planten of zaaien de mogelijkheid om een vals zaai-bed aan te leggen. Zo kan er al een eerste onkruidbestrijding worden uitgevoerd voor de teelt.

Om onkruid minder kans van slagen te geven moet er worden gekozen voor gewassen of rassen die snel vegetatief groeien om het onkruid voor te blijven, waarbij het gewas ook zo snel mogelijk de bodem bedekt. Het is af te raden om veel gewassen in een bouwplan te

telen die de bodem een lange tijd onbedekt laten, omwille van de handwieduren die daarbij komen kijken.

Hoe verhoudt de kosten-baten analyse van mechanische onkruidbestrijding zich tot de chemische onkruidbestrijding?

Op basis van de gemaakte kostenanalyses in hoofdstuk 3.3 kan er geconcludeerd worden dat mechanische onkruidbestrijding in een bouwplan van 100 hectare met aardappelen, bieten, graan en uien een forse kostenverhoging met zich meebrengt. Deze kostenverhoging zit met name in de bijkomende handwieduren. Enkel de zomertarwe brengt een relatief klein financieel voordeel met zich mee wanneer hier wordt overgaan op mechanische onkruidbestrijding. Van de 135.240,30 euro aan bedrijfsbrede extra kosten die mechanische onkruidbestrijding ten opzichte van chemische onkruidbestrijding met zich meebrengt, is 93% toegerekend aan handwieduren. Door deze forse kostentoeename kan er gezegd worden dat het toepassen van mechanische onkruidbestrijding in plaats van chemische onkruidbestrijding voor een akkerbouwbedrijf financieel niet interessant is op dit moment.

Wat is er mogelijk op het gebied van het combineren van mechanische en chemische onkruidbestrijding?

Op het gebied van het combineren van mechanische en chemische onkruidbestrijdingen zijn er verschillende mogelijkheden. Zo kan er een combinatie plaatsvinden van mechanische onkruidbestrijding met bodemherbiciden, waarbij in de beginfase van het gewas bodemherbiciden gebruikt worden waarna bij een voldoende robuust gewas er geëgd en geschoffeld kan worden. Ook is het mogelijk om mechanische onkruidbestrijding te combineren met contactherbiciden. Hiervan is de kans van slagen echter klein, omdat voor zowel voor de werking van mechanisch als voor contactherbiciden het onkruid klein moet zijn. Met name in de beginfase van het gewas is dit een grote uitdaging, omdat er dan en niet agressief geschoffeld kan worden en niet met contactherbiciden gewerkt kan worden. De derde mogelijkheid is om mechanische onkruidbestrijding te combineren met rijenbespuitingen. Op deze manier wordt er mechanisch gewerkt tussen de rijen en chemisch gewerkt in de rij. Zo kan onkruid in de rij succesvol worden bestreden, wat anders een grote uitdaging zou zijn. Verder geeft deze manier van werken een forse reductie in herbicidegebruik.

In hoeverre kan mechanische onkruidbestrijding worden geïmplementeerd in een veenkoloniaal bouwplan in het Noordoostelijk zandgebied?

Op basis van de bovenstaande beantwoorde deelvragen kan de hoofdvraag worden beantwoord. Het implementeren van mechanische onkruidbestrijding in een veenkoloniaal bouwplan in het Noordoostelijk zandgebied brengt grote uitdagingen met zich mee. Zo is een volledige implementatie van mechanische onkruidbestrijding financieel gezien in veel gevallen niet mogelijk door de forse kostenstijging. De grootste uitdaging zit in het voorkomen van overbodige handwieduren omdat deze zorgen voor de grootste kostenpost. Om dit te bewerkstelligen kan er gedacht worden aan een combinatie van chemische en mechanische toepassingen. Door een combinatie toe te passen kan in een teelt als uien de handwieduren meer dan gehalveerd worden.

Verder zal er gedacht moeten worden aan een meer preventieve aanpak. Schoon beginnen in een teelt is het allerbelangrijkst om een mechanische onkruidbestrijding gedurende het seizoen te laten slagen. Later planten of zaaien geeft de mogelijkheid voor een vals zaaibed.

Ook kan er voor gekozen worden om gewassen en rassen te selecteren op vegetatieve groei om zo een snelle bodembedekking te bewerkstelligen, wat de onkruiddruk gedurende het seizoen vermindert. Er kan geconcludeerd worden dat mechanische onkruidbestrijding in een veenkoloniaal bouwplan geïmplementeerd kan worden, hetzij in combinatie met chemische toepassingen, hetzij door een verandering van de bedrijfsvoering.

5.2 Aanbevelingen

Opvolgend uit de conclusie komen de volgende aanbevelingen aan bod. Om de bedrijfsvoering te veranderen kan er gekozen worden voor andere gewassen. Zo kan er in plaats van zomertarwe gekozen worden voor een zomergerst. Zomergerst heeft betere eigenschappen op het gebied van snelle vegetatieve groei en bodembedekking. Ook bij aardappelen zijn er rassen met een relatief betere vegetatieve groei. In plaats van zaaiuien kan ervoor gekozen worden om plantuien te gaan telen. In plantuien kan er korter na het plantmoment al agressief geëgd en geschoffeld worden. Verder hebben plantuien een ruime voorsprong op het kiemende onkruid.

Voor een vervolgonderzoek is het interessant om praktijkonderzoek te doen naar de mogelijkheden van het combineren van mechanisch en chemische onkruidbestrijding. Ook is het hierbij interessant om een vergelijkende kostenanalyse te maken om zo beter in beeld te krijgen wat de kosten van een combinatiebestrijdingsmethode zouden zijn. Verder is het belangrijk om het verdienvermogen van de akkerbouwer mee te nemen in een vervolgonderzoek.

Bronnenlijst

Agrifirm (2022). *Gewasbeschermingsmiddelen adviesrapport 2022*.

Beeldenbank Gewasbescherming (2022). Ziekten, plagen en onkruiden. Van <https://www.beeldenbankgewasbescherming.nl/space/BEEL2>

Bieleman, J., & Priester, P.R. (2000). *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw. Deel 3. Landbouw, voeding* (pp. 13-233). Digitale bibliotheek voor de Nederlandse letteren. Van https://www.dbnl.org/tekst/lint011tech03_01/lint011tech03_01.pdf

Bionext (z.d.). Bionext trendrapport 2020

Bos, J. (1948). De fruitteelt in de volle grond. In A.M. Sprenger (Red.), *Het leerboek der fruitteelt* (pp. 492-496). Van <https://edepot.wur.nl/390884>

CBS (2022). StatLine. Van <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/>

CTGB (zd.). *Geschiedenis in het kort*. Van [https://www.ctgb.nl/over-ctgb/organisatie/geschiedenis-in-het-kort#:~:text=In%201962%20neemt%20de%20Tweede,gewasbeschermingsmiddelen%20en%20biociden%20\(Ctgb\).](https://www.ctgb.nl/over-ctgb/organisatie/geschiedenis-in-het-kort#:~:text=In%201962%20neemt%20de%20Tweede,gewasbeschermingsmiddelen%20en%20biociden%20(Ctgb).)

Cumela (2022, 10 oktober). *Dieselprijs gemiddeld net iets hoger in september*. Cumela. Geraadpleegd op 14 oktober 2022, van https://www.cumela.nl/nieuws/prijsindex_dieselolie

Delphy (2022). *Handleiding gewasbescherming akkerbouw & veehouderij 2022*.

De Visser, C.L.M., & Hoekstra, L. (1995). *Resultaten van onderzoek naar geïntegreerde bestrijding van onkruiden in zaaiuien*. Proefstation voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond. Van <https://edepot.wur.nl/327790>

Griswold, E. (2012, 21 september). How 'Silent Spring' ignited the environmental movement. *New York Times*. Van <https://www.nytimes.com/2012/09/23/magazine/how-silent-spring-ignited-the-environmental-movement.html>

Hiddink, J. (2022, 16 februari). Bayer voorspelt halvering aantal beschikbare actieve stoffen in vier jaar. *Nieuwe Oogst*. Geraadpleegd op 2 juni 2022. Van <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2022/02/16/bayer-voorspelt-halvering-aantal-beschikbare-actieve-stoffen-in-vier-jaar>

Joenje, W., & Kropff, M.J. (1990). Concurrentie. In M. Hoogerkamp & J. Stryckers (Reds.), *Handboek Onkruidkunde* (pp. 14-23). Puboc Wageningen. Van <https://edepot.wur.nl/411599>
Karssen, C.M., & Post, B.J. (1990). Zaadvoorraad, kieming en onkruidvegetatie. In M. Hoogerkamp & J. Stryckers (Reds.), *Handboek Onkruidkunde* (pp. 1-13). Puboc Wageningen. Van <https://edepot.wur.nl/411599>

Knaap, D.A. (2004). 'Voor geld is altijd wel een plaats te vinden' De Firma W.A. Scholten (1841-1892): De eerste Nederlandse industriële multinational [Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen]. Geraadpleegd op 6 juni 2022, van <https://pure.rug.nl/ws/portalfiles/portal/13150979/thesis.pdf>

Kok, G. (2020). Veenkoloniën in Westerwolde: Een onderzoek naar de verveningen en het ontstaan van veenkoloniën in deze streek, met een detailstudie naar Alteveer [Scriptie, Rijksuniversiteit Groningen]. Geraadpleegd op 3 juni 2022. Van <https://www.rug.nl/research/kenniscentrumlandschap/mscripties/2020-mascr-kok-veenkolonien-westerwolde.pdf>

Kouwenhoven, J.K., Klooster, J.J., Vos-Heikens, E.E., & Wevers, J.D.A. (1990). Mechanische en fysische onkruidbestrijding. In M. Hoogerkamp & J. Stryckers (Reds.), *Handboek Onkruidkunde* (pp. 63-87). Puboc Wageningen. Van <https://edepot.wur.nl/411599>

Ministerie van LNV (2020). Uitvoeringsprogramma Toekomstvisie 2030. Van <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/09/28/uitvoeringsprogramma-toekomstvisie-gewasbescherming-2030>

Naïo Technologies (2022). Productbeschrijving Naïo Dino. Geraadpleegd op 8 juni 2022. Van <https://www.naio-technologies.com/en/dino/>

Pannaci, E., Farneselli, M., Guiducci, M., & Tei, F. (2020). Mechanical weed control in onion seed production. *Crop Protection Volume 135*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105221>

Priester, P. (1991). De economische ontwikkeling van de landbouw in Groningen 1800-1910 [Proefschrift, Landbouwwuniversiteit Wageningen]. Geraadpleegd op 4 juni 2022, van <https://edepot.wur.nl/133357>

Rombout, S., Van Rozen, K., & Riemens, M. (2019). Neveneffecten van niet-chemische onkruidbestrijding in de landbouw. Geraadpleegd op 11 juni 2022, van <https://edepot.wur.nl/471608>

Scholtens, L. (2017). Van veen naar veenkoloniën: Een interdisciplinair onderzoek naar de transformatie van de Bargerven in Zuidoost-Drenthe naar een veenkoloniale landschap (1845-1950) [Scriptie, Rijksuniversiteit Groningen] Geraadpleegd op 3 juni 2022, van https://www.rug.nl/research/kenniscentrumlandschap/mscripties/masterscriptie_loes_scholtens_2017.pdf

Tönjes, J. (2019, 15 maart). Zaaiui veroverde Drenthe in tien jaar. *Nieuwe Oogst*. Geraadpleegd op 8 juni 2022, van <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2019/03/15/zaaiui-veroverde-drenthe-in-tien-jaar#:~:text=Uienkopers%20weten%20Drenthe%20en%20het,zaadfirma%20De%20Groot%20en%20Slot.>

Van den Berg, D. (2022). Strategische inzet van mechanische onkruidbeheersing in de akkerbouw [Bachelorscriptie]. Aeres Hogeschool Dronten.

Van den Brand, W.G.M. (1986). *Opkomstperiodiciteit bij veertig eenjarige akkeronkruidsoorten en enkele daarmee samenhangende onkruidbestrijdingsmaatregelen*. Proefstation voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond. Van <https://edepot.wur.nl/349814>

Van Oorschot, J.L.P., & Van Rensen, J.J.S. (1990). Werkingswijzen van herbiciden. In M. Hoogerkamp & J. Stryckers (Reds.), *Handboek Onkruidkunde* (pp. 119-128). Puboc Wageningen. Van <https://edepot.wur.nl/411599>

Wageningen University & Research (2022). *Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt 2022*.

Wijnands, F.G. (1990). Geïntegreerde onkruidbestrijding. In M. Hoogerkamp & J. Stryckers (Reds.), *Handboek Onkruidkunde* (pp. 158-170). Puboc Wageningen. Van <https://edepot.wur.nl/411599>

Bijlagen

Interviewvragen

Interviewvragen deelvraag 1 *Welke onkruiden vormen de grootste uitdaging in het huidige teeltsysteem?*

- Wat is uw naam, functie en expertisegebied?
- In welk werkgebied komt u als adviseur het meest?
- Welke onkruiden komt u als adviseur het meest tegen in uw werkgebied?
- Wat is de voornaamste oorzaak dat u als adviseur deze onkruiden tegenkomt?
 - o Mislukte of geen toepassing van herbiciden
 - o Geen effect van herbiciden op dit onkruid
 - o Gebruik/effect van mechanische onkruidbestrijding
- Hoe had dit onkruid het beste bestreden kunnen worden volgens u als adviseur?
 - o Als het antwoord niet mechanische onkruidbestrijding is, had dit ook een optie kunnen zijn?
- Hoe ziet u als adviseur de teelten voor zich wanneer er geen bodemherbiciden worden gebruikt?
- Heeft u ervaring met telers die zowel mechanisch als chemische onkruidbestrijding toepassen?
 - o Zo ja, met wat voor motivatie gebeurt dit
 - o Hoe kijkt u als adviseur hier tegen aan

Interviewvragen deelvraag 2 *Welk teeltsysteem/bedrijfstype is het meest geschikt voor mechanische onkruidbestrijding?*

- Wat is uw naam, functie en expertisegebied?
- Hoeveel jaren ervaring met mechanische onkruidbestrijding is er opgedaan?
- Welke verschillende teeltsystemen zijn er gebruikt?
- Welk teeltsysteem lijkt u het meest geschikt, en welke lijkt u het minst geschikt voor mechanische onkruidbestrijding?
- Hoe zou een ideaal teeltsysteem er volgens u uit zien?
- Welke gewassen waren het meest geschikt voor mechanische onkruidbestrijding, en welke het minst?
- Is er gedurende het seizoen de mogelijkheid om de onkruiden die zijn blijven staan te bestrijden met een herbicide?
- Zijn er ervaringen met de combinatie van bodemherbiciden en mechanische onkruidbestrijding?
 - o Zo ja, wat zijn de ervaringen?
- Zijn er ervaringen met het gebruik van autonome robots op het bedrijf?
- Zijn er ervaringen met het gebruik van camera-gestuurde schoffelapparatuur?

Interviewvragen deelvraag 4 *Wat is er mogelijk op het gebied van het combineren van mechanische en chemische onkruidbestrijding?*

- Wat is uw naam, functie en expertisegebied?
- Hoelang heeft u ervaring met het combineren van mechanische en chemische onkruidbestrijding?
- Welke type teeltsysteem hanteert u?
- Hoe zou u de volledige onkruidbestrijding beoordelen?

- Schaal 1-10
- Opmerkingen
- Welke onkruiden vormen alsnog een uitdaging tijdens het groeiseizoen?
- Is er een verandering van de kosten voor de onkruidbestrijding?
 - Zo ja, hoe zou u die inschatten?
- Ervaart u mogelijke gevolgen van mechanische onkruidbestrijding in het gangbare teeltsysteem op het gebied van:
 - Opbrengst
 - Ziekte druk in het gewas
 - Toename/afname onkruiddruk vanuit de grond

Inventarisatie onkruidbestrijding chemisch en mechanisch

Tabel 0.1: Benodigde middelen chemische onkruidbestrijding

Uien			
Bespuiting	hoeveelheid in L	middel	Prijs per ha
t0	1	Stomp 400SC	14
t0-2	3	Glyphogan Allround	22,5
	0,75	Stomp 400SC	10,5
	1	Robbester	4
t1	1	Wing P	18
	0,2	AZ 500	30,6
t2	0,5	Stomp 400SC	7
t3	2	Wing P	36
t4	0,15	Lentagran WP	7,725
	0,25	Basagran	8,75
	0,12	Starana Top	6
tx	2	Centurion Plus	90
t5	0,15	Lentagran WP	7,725
	0,25	Basagran	8,75
	0,12	Starana Top	6
t6	0,5	Stomp	7
	1,5	Boxer	18

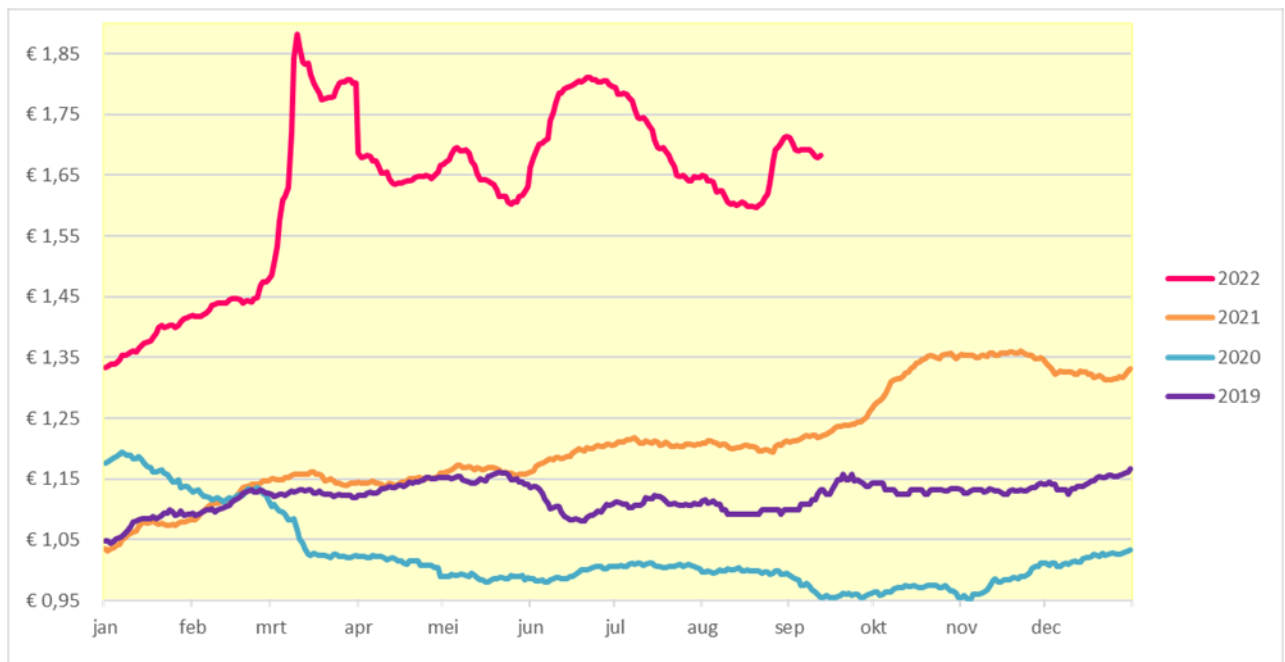
<i>Aardappels</i>	<i>t7</i>	1,5	Boxer	18
	<i>t8</i>	2	Boxer	24
		totaal prijs/ha		344,55
	<i>t0</i>	3	Arcade	48
		0,5	Challenge	13,25
		1	Robbester	4
	<i>t1</i>	0,04	Titus	37,6
		0,1	Zipper	3,25
		0,1	Sencor	4,7
		0,5	Basagran	17,75
		totaal		128,55
		<i>Suikerbieten</i>		
	<i>t1</i>	0,75	Betanal Tandem	18,75
		0,5	Bettix	17,5
		1	Robbester	4
	<i>t2</i>	0,75	Betanal Tandem	18,75
		0,5	Bettix	17,5
		1	Robbester	4
	<i>tx</i>	0,1	Safari DuoActive	21,6
	<i>tx</i>	1,2	Vivendi 100	63
		1	Robbester	4
	<i>t3</i>	0,75	Betanal Tandem	18,75
		0,75	Bettix	26,25
		1	Robbester	4
		0,2	Frontier Optima	4,4
	<i>t4</i>	0,75	Betanal Tandem	18,75
		0,75	Bettix	26,25
		1	Robbester	4
		0,2	Frontier Optima	4,4

t5	0,75	Betanal Tandem	18,75
	0,75	Bettix	26,25
	1	Robbester	4
	0,2	Frontier Optima	4,4
	totaal		329,3
Zomertarwe	0,13	Capri Twin	28,925
	0,3	Starane Top	15
	1	MCPA	14
	1	Robbester	4
	totaal		61,925

Tabel 0.2: Benodigde bewerkingen mechanische onkruidbestrijding

gewas	bewerking	aantal x	uur per ha	tijd in uren
Aardappelen	wiedeg	2	0,3	0,6
	aanaarden	4	1	4
	totaal			4,6
suikerbieten	wiedeg	2	0,3	0,6
	schoffel 6m	7	0,6	4,2
	totaal			4,8
Zomertarwe	wiedeg	3	0,3	0,9
	totaal			0,9
Uien	wiedeg	8	0,3	2,4
	schoffel 4,5	6	1,2	7,2
	totaal			9,6

Tabel 0.3: Dieselprijs in beeld (Cumela, 2022)



Interviews

Er is voor gekozen om de namen van de geïnterviewden hier niet toonbaar te maken. Deze zijn wel bekend bij de auteur.

Welke onkruiden vormen de grootste uitdaging in het huidige teeltsysteem?

Adviseur A

- 1 Wat is uw naam, functie en expertisegebied?
Specialist/adviseur akkerbouw, expertise gewasbescherming
- 2 In welk werkgebied komt u als adviseur het meest?
Zuid-Drenthe en Noord-Overijssel tot de hoogte van Emmen
- 3 Welke onkruiden komt u als adviseur het meest tegen in uw werkgebied?
Meldes, zwaluwtong, perzikkruid, waterpeper, zwarte nachtschade, kamilles, hondspeterselie, veenwortel, haagwinde, kweek, veelknopigen
- 4 Wat is de voornaamste oorzaak dat u als adviseur deze onkruiden tegenkomt?
 - a. Mislukte of geen toepassing van herbiciden
 - b. Geen effect van herbiciden op dit onkruid
 - c. Gebruik/effect van mechanische onkruidbestrijding

Er kunnen een heleboel redenen zijn dat ik deze onkruiden tegenkom, zo is het allereerst afhankelijk van de grondsoort van het perceel. Verder kan de onkruidbestrijding ook voor een deel mislukt zijn door een verkeerde moment van bespuiting. Wanneer het weer niet meezit, maar ook wanneer het onkruid het middel niet goed opneemt, heeft dit gevolgen voor de bestrijding van de onkruiden. Zo moet een onkruid voldoende biomassa hebben voor een goede opname van de herbicide.

In de uien kom ik met name meldes, tandzaad, wortelonkruiden zoals haagwinde, kamille en klein kruiskruid tegen. Bij tandzaad, kamilles en klein kruiskruid is de oorzaak vaak dat de bodemherbicide deze onkruiden niet meer goed bestrijdt, en dat het te laat in het seizoen is om nog met contactherbiciden aan het werk te gaan.

- 5 Hoe had dit onkruid het beste bestreden kunnen worden volgens u als adviseur?
- a. Als het antwoord niet mechanische onkruidbestrijding is, had dit ook een optie kunnen zijn?

Door de juiste herbiciden te gebruiken met een goed spuitschema kunnen veel onkruiden bestreden worden. Met mechanische onkruidbestrijding kunnen ook veel onkruiden bestreden worden, hierbij is het alleen lastig om in de rij de onkruiden te bestrijden. Verder moet er wel gedacht worden aan de gevolgen van schoffelen, zoals stuiven of andere structuur schade. Met name op de lichtere zandgronden kan dit een groot probleem worden tijdens het groeiseizoen. Wortelonkruiden kunnen niet of zeer slecht mechanisch bestreden worden.

- 6 Hoe ziet u als adviseur de teelten voor zich wanneer er geen bodemherbiciden worden gebruikt?

Graan en aardappelen kunnen geteeld worden zonder herbiciden. Bij uien en bieten word het heel lastig. Zo is het bij bieten lastig wanneer de plantjes klein zijn om goed te kunnen schoffelen, zowel tussen als in de rij. Uien is eigenlijk niet mogelijk zoals het er nu voor staat. Uien blijven lang een klein en open gewas. Hierbij is het heel lastig om de verschillende onkruiden te onderdrukken. Bij uien is het dus eigenlijk niet mogelijk.

Het is trouwens belangrijk zodra er witte onkruiddraden zichtbaar zijn om te beginnen met schoffelen.

- 7 Heeft u ervaring met telers die zowel mechanisch als chemische onkruidbestrijding toepassen?
- a. Zo ja, met wat voor motivatie gebeurt dit
- b. Hoe kijkt u als adviseur hier tegen aan

Ik heb wel telers die beiden doen. Meestal heeft dit als reden dat er gekozen word voor het meest makkelijke. Zo word er in aardappels en bieten als het gewas groot is nog wel eens aangeaard of geschoffeld. Een enkele teler doet het om meer ervaring op te doen.

Adviseur B

- 1 Wat is uw naam, functie en expertisegebied?

Specialist/adviseur akkerbouw

- 2 In welk werkgebied komt u als adviseur het meest?

Zuid-Drenthe en de kop van Overijssel

- 3 Welke onkruiden komt u als adviseur het meest tegen in uw werkgebied?

De onkruiden die ik het meest tegenkom zijn: melganzevoet, kamille, tandzaad, windhalm, straatgras, kweek, zwaluwtong, veelknopigen (alle teelten), perzikkruid, waterpeper, veenwortel, haagwinde, bijvoet (teler afhankelijk), akkermelkdistel en paarse dovenetel.

- 4 Wat is de voornaamste oorzaak dat u als adviseur deze onkruiden tegenkomt?

- a. Mislukte of geen toepassing van herbiciden
- b. Geen effect van herbiciden op dit onkruid
- c. Gebruik/effect van mechanische onkruidbestrijding

Weinig bladmassa en veel wortel bij bespuiting waardoor onkruid herbicide niet optimaal opneemt en grotere kans heeft om te overleven. Daar komt bij dat de middelen van vroeger veel robuuster waren tegen de verschillende onkruidsoorten. Verder is ook het moment van bespuiting erg bepalend voor het slagen van de onkruidbestrijding.

- 5 Hoe had dit onkruid het beste bestreden kunnen worden volgens u als adviseur?

- a. Als het antwoord niet mechanische onkruidbestrijding is, had dit ook een optie kunnen zijn?

In de aardappels kan er wel geschoffeld worden als onkruidbestrijding.

Juiste spuitmoment is erg belangrijk. Mechanische onkruidbestrijding is lang niet altijd de juiste optie, gewasstadium van het gewas en van het onkruid is erg bepalend om een onkruidbestrijding te laten slagen.

- 6 Hoe ziet u als adviseur de teelten voor zich wanneer er geen bodemherbiciden worden gebruikt?

Het is belangrijk om wel de mogelijkheid voor het gebruik van middelen (herbiciden) te behouden, zodat er teruggeregpen kan worden als het nodig is. Zonder herbiciden word het in de loop de jaren steeds lastiger om de percelen schoon te houden. Het is dan heel belangrijk om elk jaar een perceel onkruidvrij te houden.

Verder zijn er hoge investeringen nodig (schoffelapparatuur) voor de onkruidbestrijding.

De teelt van zomergraan zonder bodemherbiciden zou wel kunnen.

In een aardappelgewas zal met regelmatig schoffelen de teelt ook lukken.

- 7 Heeft u ervaring met telers die zowel mechanisch als chemische onkruidbestrijding toepassen?
- Zo ja, met wat voor motivatie gebeurt dit
 - Hoe kijkt u als adviseur hier tegen aan

Van vroeger uit zie je dat aardappels worden aangevuld. Ik zie nog niet echt een kostenbesparing wanneer er mechanisch in plaats van chemisch gewerkt word.

Als adviseur wil ik telers maximaal helpen met experimenten om met minder chemie uit de voeten te kunnen. Nu zie je vaak dat er wel geschoffeld word, maar dat er niet met minder chemie gewerkt word.

Adviseur C

- 1 Wat is uw naam, functie en expertisegebied?
Specialist/adviseur akkerbouw, expertise bewaring en bodem
- 2 In welk werkgebied komt u als adviseur het meest?
Westerwolde en zuidoost-Drenthe
- 3 Welke onkruiden komt u als adviseur het meest tegen in uw werkgebied?
Een heleboel. Meldes: verschillende soorten, vaak perceelsgebonden. Uitstaande melde vaak het meest lastigst door snelle waslaagvorming. Verder perzikkruid, veelknopigen, waterpeper, varkensgras, zwaluwtong, zwarte nachtschade (kiemt tot laat in het seizoen), knopkruid (komt steeds weer), tandzaad: in bieten en uien.

Kamille is perceel gebonden, deze zie je vaak terug in bieten en uien.

Grasachtigen: straatgras, kweek, hanenpoot, windhalm

Wortelonkruiden: veenwortel, smeewortel, haagwinde, bijvoet (uien, bieten), akkermunt

- 4 Wat is de voornaamste oorzaak dat u als adviseur deze onkruiden tegenkomt?
- Mislukte of geen toepassing van herbiciden
 - Geen effect van herbiciden op dit onkruid
 - Gebruik/effect van mechanische onkruidbestrijding
- Dit kan verschillende oorzaken hebben. Zo zijn herbiciden lang niet altijd toereikend op wortelonkruiden. Ook kan er net te laat gespoten zijn, of heeft het weer invloed gehad op de werking van de bespuiting. Het wil ook wel eens voorkomen dat de boer het spuitmoment net verkeerd heeft ingeschat. Minder goede werking bodemherbiciden door groeiseizoen kan ook een oorzaak zijn.**

- 5 Hoe had dit onkruid het beste bestreden kunnen worden volgens u als adviseur?
- Als het antwoord niet mechanische onkruidbestrijding is, had dit ook een optie kunnen zijn?

Voor bepaalde gewassen kan er met een betere onkruidonderdrukking gewerkt worden. Zo heeft zomergerst een snelle en goede grondbedekking waardoor onkruiden minder kans van slagen hebben. Bij aardappels en bieten kan er ook gekozen worden voor rassen met voldoende bladdek.

In de graanstoppel kan er mechanisch gewerkt worden.

Een nadeel van cameraschoffels is dat de periode om deze te gebruiken heel kort kan zijn wanneer een gewas veel bladmassa krijgt.

- 6 Hoe ziet u als adviseur de teelten voor zich wanneer er geen bodemherbiciden worden gebruikt?

Aardappelen: zal lukken. Eerst spuiten met contact en daarna mechanisch tot sluiten van het gewas. Een aardappel is gevoelig voor herbiciden.

Suikerbieten: zal ook eerst met contactmiddelen gewerkt moeten worden, daarna mechanisch voor sluiten van het gewas om onkruiden bij de plant weg te krijgen.

Uien: geen ervaring maar lijkt me erg lastig zonder bodemherbiciden. Contact is niet afdoende. Saldo van gewas ook bepalend voor hoeveel tijd er in gestoken kan worden om met de hand te wieden.

Graan: wortelonkruiden = spuiten

- 7 Heeft u ervaring met telers die zowel mechanisch als chemische onkruidbestrijding toepassen?
- Zo ja, met wat voor motivatie gebeurd dit
 - Hoe kijkt u als adviseur hier tegen aan

Daar heb ik wel veel ervaring mee. Aardappelen goed mogelijk, bieten ook.

Niet geslaagd = grotere onkruid

Niet-chemisch = elke week schoffelen

Uien soms mogelijk, niet te diep = intacte bodemherbiciden. Dus zeer ondiep schoffelen naast het gebruik van herbiciden.

Op lichtere zandgronden (zoals zuid-Nederland) is het makkelijker om met bodemherbiciden te werken. Bodemherbiciden hechten aan organische stof (O.S.) en bij een lagere O.S. gehalte blijft er meer werkzame bodemherbicide over, ook na schoffelen.

Graan zou bijvoorbeeld op stroken gezaaid kunnen worden om zo er tussendoor te schoffelen.

Adviseur D

- 1 Wat is uw naam, functie en expertisegebied?
Specialist/adviseur akkerbouw
- 2 In welk werkgebied komt u als adviseur het meest?
Hoge Land, west Groningen
- 3 Welke onkruiden komt u als adviseur het meest tegen in uw werkgebied?
Klein kruiskruid, meldes, varkensgras, distels, kweek, kamille, veenwortel, haagwinde, heermoes
- 4 Wat is de voornaamste oorzaak dat u als adviseur deze onkruiden tegenkomt?
 - a. Mislukte of geen toepassing van herbiciden
 - b. Geen effect van herbiciden op dit onkruid
 - c. Gebruik/effect van mechanische onkruidbestrijding**Niet gespoten of niet op het juiste moment gespoten, middelen te selectief (onkruid niet gevoelig genoeg voor herbicide), slechte opname van middel door onkruid**
- 5 Hoe had dit onkruid het beste bestreden kunnen worden volgens u als adviseur?
 - a. Als het antwoord niet mechanische onkruidbestrijding is, had dit ook een optie kunnen zijn?**Het juiste spuitmoment pakken en een goed spuitschema aanhouden.**
- 6 Hoe ziet u als adviseur de teelten voor zich wanneer er geen bodemherbiciden worden gebruikt?
Bodemherbiciden kunnen heel waardevol zijn voor mechanische onkruidbestrijding. De combinatie kan heel sterk zijn: natte periode waarin je niet kan schoffelen = bodemherbicide werkt goed, droge periode waarin bodemherbicide maar heel matig werkt = goed moment om te schoffelen.
- 7 Heeft u ervaring met telers die zowel mechanisch als chemische onkruidbestrijding toepassen?
 - a. Zo ja, met wat voor motivatie gebeurd dit
 - b. Hoe kijkt u als adviseur hier tegen aan

Ik heb hier ervaring mee omdat we een studieclub hebben waarbij telers ervaringen uitwisselen en waarbij ze proberen meer mechanisch te werken en minder chemisch.

Adviseur E

- Wat is uw naam, functie en expertisegebied?

Specialist/adviseur Akkerbouw

- In welk werkgebied komt u als adviseur het meest?

Midden Drenthe

- Welke onkruiden komt u als adviseur het meest tegen in uw werkgebied?
 - o In welke teelt komen deze onkruiden het meest voor?

Meldeganzevoet, kamille, zwarte nachtschade

- Wat is de voornaamste oorzaak dat u als adviseur deze onkruiden tegenkomt?
 - o Mislukte of geen toepassing van herbiciden
 - o **Geen effect van herbiciden op dit onkruid (minder effectief, verkeerde moment van toepassen, verkeerde spuittechniek**
 - o Gebruik/effect van mechanische onkruidbestrijding
- Hoe had dit onkruid het beste bestreden kunnen worden volgens u als adviseur?
 - o Als het antwoord niet mechanische onkruidbestrijding is, had dit ook een optie kunnen zijn?

Soms wel, soms niet. Hangt af van het onkruid en het gewas. Daarbij komt dat mechanische onkruidbestrijding opbrengstderving kan geven, meer risico op stuiven en ook altijd niet mogelijk is qua arbeid en tijd.

Verder preventief, aanpassen gewasrotatie, inzet andere (chemische) middelen. Juiste moment spuiten met het goede middel en de juiste spuittechniek

- Hoe ziet u als adviseur de teelten voor zich wanneer er geen **bodem**herbiciden worden gebruikt?

Dat hangt, met de huidige middelen, erg af van het gewas. In bv bieten zijn er redelijk veel contactherbiciden en is het onkruid zonder bodemherbiciden wel schoon te krijgen. In uien zijn bodemherbiciden noodzakelijk, in aardappelen zijn ze van groot belang om nakiemers te voorkomen. In granen gaat het nu met contactherbiciden goed.

- Heeft u ervaring met telers die zowel mechanisch als chemische onkruidbestrijding toepassen in een teelt?
 - o Zo ja, met wat voor motivatie gebeurt dit (bijv. kostenbesparing of verlagen milieu impact)
 - o Hoe kijkt u als adviseur tegen deze combinatie aan? Is dit mogelijk?

Ja, In aardappelen wordt na poten bij sommige telers aangeaard bij opkomst of bij sluiten gewas. In bieten wordt soms geschoffeld. Cichorei ook. Bij aardappelen is

dit van oudsher zo ingegroeid. Het bespaard geen chemische bespuiting. In bieten is het meestal een noodzaak om overgebleven onkruiden nog aan te pakken. Is dus ook geen kostenbesparing en spaart ook geen bespuiting uit.

Welk teeltsysteem/bedrijfstype is het meest geschikt voor mechanische onkruidbestrijding?

Onderzoeker

1. Wat is uw naam, functie en expertisegebied?

Onderzoeker Gewasgezondheid

2. Hoeveel jaren ervaring met mechanische onkruidbestrijding is er opgedaan?

3 jaar

3. Welke verschillende teeltsystemen zijn er gebruikt?

Strokenteelt

4. Welk teeltsysteem lijkt u het meest geschikt, en welke lijkt u het minst geschikt voor mechanische onkruidbestrijding?

Het meest praktisch zijn monopercelen. Om stuifgevoeligheid te beperken kan er gekozen worden voor strokenteelt, hierbij is het belangrijk dat de stroken zijn aangepast op werkbreedte van mechanisatie.

5. Hoe zou een ideaal teeltsysteem er volgens u uit zien?

Monopercelen, omdat deze veruit het meest praktisch uitvoerbaar zijn

6. Welke gewassen waren het meest geschikt voor mechanische onkruidbestrijding, en welke het minst?

Aardappels en graan gaat heel goed, suikerbieten mechanisch niet uitvoerbaar.

Met uien geen ervaring.

7. Is er gedurende het seizoen de mogelijkheid om de onkruiden die zijn blijven staan te bestrijden met een herbicide?

Eventueel wel, maar voorkeur gaat dan uit naar eerst chemisch en als het gewas groter word mechanisch

8. Zijn er ervaringen met de combinatie van bodemherbiciden en mechanische onkruidbestrijding?

a. Zo ja, wat zijn de ervaringen?

Kan wel, de weersomstandigheden zijn wel bepalend. Chemisch en mechanisch kunnen goede aanvulling op elkaar zijn. Bij nat voorjaar werken bodemherbiciden goed en mechanisch niet, en bij een droog voorjaar werken bodemherbiciden niet en mechanisch wel. Onder "normale" omstandigheden zou in een teelt eerst gewerkt kunnen worden met bodemherbiciden, om daarna bij een groter gewas over te gaan op mechanisch.

9. Zijn er ervaringen met het gebruik van autonome robots op het bedrijf?

Alleen een keer een enkele korte demo, dus niet echt ervaring

10. Zijn er ervaringen met het gebruik van camera-gestuurde schoffelapparatuur?

Ook alleen met demo's van fabrikanten of dealers.

Biologische akkerbouwer

11. Wat is uw naam, functie en expertisegebied?

Ik ben sinds 2003 biologisch akkerbouwer in Drenthe

12. Hoeveel jaren ervaring met mechanische onkruidbestrijding is er opgedaan?

Vanaf 2003

13. Welke verschillende teeltsystemen zijn er gebruikt?

Gewoon monocultuur met alle werktuigen op 3 meter werkbreedte.

14. Welk teeltsysteem lijkt u het meest geschikt, en welke lijkt u het minst geschikt voor mechanische onkruidbestrijding?

Ik denk dat monocultuur het meest geschikt is voor mechanische onkruidbestrijding, in niet bijvoorbeeld strokenteelt. Hierbij is het belangrijk om de werktuigen aan te passen op de juiste capaciteit maar ook op maximale werkbaarheid. Zo zijn zware machines niet altijd de juiste keuze wanneer je vanaf het zaaien of planten regelmatig wil gaan schoffelen ongeacht de weersomstandigheden.

15. Hoe zou een ideaal teeltsysteem er volgens u uit zien?

Zoals ik bij de vorige vraag beschreven heb is monocultuur in mijn ogen het meest ideale systeem.

16. Welke gewassen waren het meest geschikt voor mechanische onkruidbestrijding, en welke het minst?

Geschikt: mais, sperzieboon, cichorei, valeriaan, aardappels

Matig geschikt: waspeen

~~17. Is er gedurende het seizoen de mogelijkheid om de onkruiden die zijn blijven staan te bestrijden met een herbicide?~~

18. Zijn er ervaringen met de combinatie van bodemherbiciden en mechanische onkruidbestrijding?

a. Zo ja, wat zijn de ervaringen?

Nee, wel ben ik vroeger ook gangbaar boer geweest waarbij we ook wel schoffelden. Maar dit was niet perse als onkruidbestrijding .

19. Zijn er ervaringen met het gebruik van autonome robots op het bedrijf?

Ik heb geen ervaringen op mijn bedrijf met robots. Ik zie hier wel toekomst in.

20. Zijn er ervaringen met het gebruik van camera-gestuurde schoffelapparatuur?
Bij anderen wel gezien. Zelf schoffel ik alles met RTK-GPS. Ik zie momenteel ook niet echt de meerwaarde van een camera-gestuurde schoffel in, aangezien ik met GPS toch ook al heel dicht langs de rij schoffel.

Aanvullende vragen:

Welke onkruiden vormen de grootste uitdaging tijdens het seizoen?

Met name meldes en knopkruid

Wortelonkruiden vormen geen probleem door het vele schoffelen.

Ziet u een verandering van de kosten van de onkruidbestrijding?

De kosten voor de onkruidbestrijding zitten met name in de handwieduren. Wanneer in een jaar de onkruidbestrijding goed lukt en er weinig handwieduren nodig zijn scheelt dat aanzienlijk ten opzichte van een jaar waarbij er veel handwieduren nodig zijn.

Mechanisch zal waarschijnlijk wel wat duurder zijn dan chemische onkruidbestrijding, al kosten chemische middelen ook steeds meer.

Welke gevolgen hebben mechanische onkruidbestrijding voor een gewas?

Denk aan:

- Opbrengst
- Ziektedruk
- Toename/afname onkruiddruk

Op het gebied van opbrengst en ziektedruk zie ik niet direct gevolgen. Wel is het belangrijk om niet in een nat gewas te lopen of te rijden om versmering te voorkomen. De onkruiddruk zal wanneer er biologisch geteeld wordt zeker niet kleiner worden, aangezien een perceel onkruidvrij houden hier erg lastig is.

Voor graan is een mechanische onkruidbestrijding gunstig voor de uitstoeling.

Hoe schat u het aantal wieden in per gewas per hectare?

Ik houd de wieden niet per gewas en per hectare bij. Ik zie het bedrijfsbreed. Het ene jaar valt het mee per gewas en het andere jaar valt het tegen. Met name de waspeen vraagt veel handwieduren welke jaar op jaar veel kunnen verschillen.

Wat zijn uw ervaringen met mechanische onkruidbestrijding? (waar loopt u tegen aan)

Vaak ben je te bang om straf te eggen. Een gewas kan veel meer hebben dan er gedacht wordt voordat er echt gewasschade optreedt.

Verder is zaai- of plantbreedte ook werkbreedte van het schoffelapparatuur.

Stuiven is wel een heel ding, toch kan schoffelen de grond ook minder stuifgevoelig maken. Wanneer na een bui er veel losse witte zanddeeltjes boven op liggen welke willen gaan stuiven, kan dmv schoffelen deze deeltjes weer ingewerkt worden.

Wat is er mogelijk op het gebied van het combineren van mechanische en chemische onkruidbestrijding?

Adviseur

1. Wat is uw naam, functie en expertisegebied?

Specialist/adviseur Akkerbouw

2. Hoelang heeft u ervaring met het combineren van mechanische en chemische onkruidbestrijding?

2 jaar, tweede seizoen. Het is een leer en deel traject waar ik in meeloop.

3. Welke type teeltsysteem hanteert u ?

Traditionele akkerbouw met precisielandbouw

4. Hoe zou u de volledige onkruidbestrijding beoordelen?

- a. Schaal 1-10
- b. Opmerkingen

Onkruidbestrijding word beter door chemisch en mechanisch te combineren. Door te beginnen met wieden of blinden vlak na zaaien lijkt de opkomst beter te zijn. Hierdoor kan er sneller en succesvoller chemisch gewerkt worden.

5. Welke onkruiden vormen alsnog een uitdaging tijdens het groeiseizoen?

Klein kruiskruid en varkensgras, deze zijn lastig om goed weg te schoffelen

6. Is er een verandering van de kosten voor de onkruidbestrijding?

- a. Zo ja, hoe zou u die inschatten?

De teeltkosten stijgen wel wanneer er gebruik gemaakt word van mechanische onkruidbestrijding

7. Ervaart u mogelijke gevolgen van mechanische onkruidbestrijding in het gangbare teeltsysteem op het gebied van:

- a. Opbrengst
- b. Ziekte druk in het gewas
- c. Toename/afname onkruiddruk vanuit de grond

Een goede balans van chemisch en mechanisch geeft de beste opbrengst. Met chemische bestrijdingen spuit je toch ook wel opbrengst weg.

De wateroplosbaarheid van een bodemherbicide zegt wat over de herverdelingscapaciteit van het middel. Een voorbeeld hiervan is WingP in uien, deze heeft een hoge wateroplosbaarheid en kan na een regenbuitje weer opnieuw inspoelen en zijn werking als bodemherbicide weer oppakken.

Het is wel belangrijk om met mechanische onkruidbestrijding minimale gewasschade te veroorzaken, met name in de tweede helft van het groeiseizoen

kan dit de ziektedruk verhogen doordat beschadigingen als invalspoort kunnen fungeren.

Bij de ui geldt dat tot de eerste wortel geen mechanische onkruidbestrijding toegepast kan worden.

Uiteindelijk zullen we de teelt meer moeten gaan zien als aanpak; later zaaien of planten en sneller gewas boven waardoor betere onkruidbestrijding mogelijk is. Later zaaien en planten maakt het ook mogelijk om een vals zaaibed aan te leggen.

Verdere toevoegingen:

Cameraschoffel 1,5 – 2km/uur in het begin van het seizoen. Later tot wel 7km/u. Situatie is vaak dat er in korte tijd veel moet worden gedaan.

Verder is het belangrijk om schoffelelementen goed uit te meten en een zelfde breedte aan te houden als de zaai- of plantmachine.

In praktijk tot sluiten gewas tot 1cm vanaf de plant met camera schoffel kunnen doen.

RTK kan ook prima alleen dan is het 2cm vanaf de plant.

Robots: wet- en regelgeving: voordeel van robot is autonoom, maar dat mag nu nog niet. Mag wel als er fysieke barriere, sloot (3meter breed) of operator bij blijft.

Verder erg storingsgevoelig, nog altijd operator nodig.

Agrifac bezig met robotisering. Kleine robots die op het perceel blijven -> met laadstation.

Farmdroid: hele seizoen bezig met 1 bietenperceel.

Kortom: robotisering duurt allemaal nog wel even.

Schoffelen geeft kans op beschadiging wortels en blad -> invalspoort

Schoffeldiepte 1-2cm diep: vaste schoffeldiepte aanhouden

Onderzoeker

- Wat is uw naam, functie en expertisegebied?
Onderzoeker Gewasgezondheid
- Hoelang heeft u ervaring met het combineren van mechanische en chemische onkruidbestrijding?
Geen uitgebreide ervaring naar hoever de mogelijkheden reiken. Is nog geen uitgebreid onderzoek naar gedaan.
- Welke type teeltsysteem hanteert u ?
- Hoe zou u de volledige onkruidbestrijding beoordelen?
 - o Schaal 1-10
 - o Opmerkingen

Mechanische onkruidbestrijding in strokenteelt:

Aardappelen: 8

Graan: 8

Cichorei: 2

Veldbonen: 6

Mais: 8

Cichorei word geteeld i.p.v. bieten, omdat cichorei betere mogelijkheden zou hebben om mechanisch te werken. Ondanks de betere mogelijkheden valt dit tot nu toe erg tegen.

- Welke onkruiden vormen alsnog een uitdaging tijdens het groeiseizoen?

Meldes en grassen

- Is er een verandering van de kosten voor de onkruidbestrijding?
 - o Zo ja, hoe zou u die inschatten?

Hoger, de bewerkingen kosten veel meer tijd

- Ervaart u mogelijke gevolgen van mechanische onkruidbestrijding in het gangbare teeltsysteem op het gebied van:
 - o Opbrengst
 - o Ziekte druk in het gewas
 - o Toename/afname onkruidruk vanuit de grond

Meer plant uitval, dus dikker zaaien in zaaigewassen

Verder ervaren we een toename van de onkruidruk doordat de percelen niet elk jaar schoon gehouden kunnen worden.

Het is belangrijk om bij het witte draden stadium al te beginnen met schoffelen.

Verder is schoon beginnen heel belangrijk, dit kan door een vals zaaibed aan te leggen.

Daarnaast bepalen weersomstandigheden ook voor een groot deel in hoeverre de mechanische onkruidbestrijding zal slagen.

Biologische teeltadviseur

Hoe vaak moet er per gewas per seizoen geëgd of geschoffeld worden?

Aardappels: 2x eggen, waarvan 1 keer voor opkomst + 1x schoffelen. Denk hierbij aan 20-25 handwieduren/ha

Bieten: 2 keer eggen, dit is wel erg lastig omdat in een bietengewas niet goed wil zonder al te veel gewasschade te veroorzaken. Verder 4x schoffelen, ongeveer één keer in de week. Tussendoor nog drie keer aanaarden om onkruiden in de rij te bestrijden. Denk hierbij aan 50-80 handwieduren/ha

Graan: 3x eggen, verder kan graan in rijen gezaaid worden zodat er geschoffeld kan worden. Een zomertarwe is lastig voor mechanische onkruidbestrijding, een winter- of zomergerst is het meest geschikt. Eventueel kan een wintertarwe ook. Het vroeger zaaien van een zomergraan is beter voor de opbrengstpotentie, tegelijkertijd kan er dan geen vals zaaibed aangelegd worden.

Uien: 6-10x eggen. Bij eggen 0,5 tot 1cm dieper zaaien dan normaal. Verder 3-4 keer schoffelen en 1-2 keer aanaarden. Reken hierbij met 200 handwieduren/ha. Bij gebruik herbiciden reken met 80-100 handwieduren.

Fusarium is wel een ding bij mechanische onkruidbestrijding. Dit komt doordat de wortels beschadigd kunnen raken bij dicht op het gewas schoffelen of eggen.

Verder is het doel van de wiedeeg om kleine onkruidjes te bedekken met grond. Om het onkruid klein te houden zal er onder normale omstandigheden elke 3 a 4 dagen met de eg gereden moeten worden.

De groeikracht op de veenkoloniale gronden is enorm.

Het gewas moet ten alle tijden groter zijn in lengte dan het onkruid. Wanneer het onkruid kans krijgt om het gewas in te halen qua groei moet deze worden bestreden.