

Onkruidbestrijding met de spotsprayer in de Flevolandse akkerbouw



Naam:	Jurrit van der Heide
Datum:	08-06-23
Module:	AFFW 01
Coach:	Marnix Gijlers

Onkruidbestrijding met de spotsprayer in de Flevolandse akkerbouw.

Naam: Jurrit van der Heide
Studentnummer: 3028706
Klascode: 4TA
Studie: Tuin-Akkerbouw aan de Aeres Hogeschool Dronten
E-mail: 3028706@aeres.nl
Plaats: Bant
Datum: 08-06-23
Coach: Marnix Gijlers
Module: AFFW 01

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 rapport onkruidbestrijding met de spotsprayer in de Flevolandse akkerbouw. Dit rapport is mijn eindscriptie en valt onder de module AAFW, en is ter afsluiting van mijn vierjarige opleiding tuin- en akkerbouw. Het onderwerp van deze eindscriptie is aangedragen door mijn afstudeerstage bij Profytodsd. Met dit onderzoek heb ik mij verdiept in de mogelijkheden van spotsprayen voor de Flevolandse akkerbouw.

Via deze weg wil ik Marnix Gijlers bedanken voor begeleiding van mijn afstudeerwerkstuk. Ook wil ik Thijs Sijsma bedanken voor de begeleiding bij mijn afstudeerstage bij Profytodsd. Verder wil ik alle andere betrokkenen bedanken voor de informatie en adviezen die zij mij gegeven hebben om dit werkstuk naar een hoger niveau te tillen.

Ik wens u veel leesplezier

Bant, Juni 2023

Jurrit van der Heide

Inhoud

Voorwoord.....	3
Samenvatting	6
Summary.....	8
Hoofdstuk 1 Inleiding	9
1.1 Ontwikkeling Akkerbouw in Nederland en gewasbescherming	9
1.2 Flevolandse landbouw.....	10
1.3 Chemische onkruidbestrijding	10
1.4 Alternatieven voor chemische onkruidbestrijding.....	13
1.5 De spotsprayer	15
1.6 Knowledge gap	17
1.7 Afbakening	18
1.8 Hoofd- en deelvragen.....	18
1.9 Doelstelling	18
Hoofdstuk 2 Aanpak	19
2.1 Materiaal en methode	19
2.2 Uitwerking per deelvraag	20
Hoofdstuk 3 Resultaten	22
3.1 Deelvraag 1 Welke gewassen zijn het meest kansrijk voor onkruidbestrijding met de spotsprayer?.....	22
3.1.1 Areaal.....	23
3.1.2 Saldo.....	24
3.1.3 Kosten chemische onkruidbestrijding.....	25
3.1.4 Moeilijkheid onkruidbestrijding	26
3.1.5 Fytotoxiciteit	27
3.1.6 Puntentelling.....	28
3.2 Deelvraag 2 Welke onkruiden vormen de grootste problemen in het huidige teeltsysteem bij deze gewassen?	29
3.2.1 Huidige manier chemische onkruidbestrijding uien:	29
3.2.2 Probleem onkruiden uienteelt.	30
3.2.3 Huidige manier chemische onkruidbestrijding wortels:.....	31
3.2.4 Probleem onkruiden Wortelteelt.....	32
3.2.5 Huidige manier chemische onkruidbestrijding witlof:.....	33
3.2.6 Probleem onkruiden Witlofteelt.	33
3.3 Deelvraag 3 Welke stadium en omstandigheden zijn van toepassing bij deze gewassen voor onkruidbestrijding met de spotsprayer?.....	34
3.3.1 Mogelijkheden van de spotsprayer in de Uien, Wortels en Witlof	34
3.3.2 Mogelijkheden en ervaring in de uien	36

3.3.3 Mogelijkheden en ervaring in de Wortels	37
3.3.4 Mogelijkheden en ervaring in de witlof	38
3.4 Deelvraag 4 Wanneer is onkruidbestrijding met de spotsprayer rendabel in deze gewassen?	39
3.4.1 Kostenprijs berekening ARA Spotsprayer	39
3.4.2 Opbrengst uit de machine voor de loonwerker.....	41
3.4.3 Opbrengst uit de machine voor de akkerbouwer.....	42
3.5 Deelvraag 5 Wat is de mening van telers over het toepassen van de spotsprayer in de Flevolandse akkerbouw?	43
Hoofdstuk 4 Discussie	47
4.1 Doelstelling	47
4.2 Deelvragen	47
4.2.1 Deelvraag 1	47
4.2.2 Deelvraag 2	47
4.2.3 Deelvraag 3	48
4.2.4 Deelvraag 4	48
4.2.5 Deelvraag 5	49
4.3 Reflectie	49
Hoofdstuk 5 Conclusie.....	50
Hoofdstuk 6 Aanbevelingen.....	53
Bibliografie	54

Samenvatting

Onkruiden concurreren met gewassen om water, nutriënten en licht. Daarnaast kunnen onkruiden als waardplant dienen voor ziekten en plagen. Ze vormen daarmee een bedreiging voor gewasopbrengst en kwaliteit. Hierdoor is het voor telers belangrijk dat onkruiden zo volledig mogelijk bestreden worden. Door de schaalvergroting, gebrek aan personeel en de stijgende lonen, is de chemische onkruidbestrijding voor veel telers nog steeds de basis. De capaciteit hiervan ligt hoog en daarmee liggen de kosten per hectare laag. Door volvelds gebruik van herbiciden kunnen er nadelige gevolgen ontstaan voor emissie naar water en bodem. Er kan bijvoorbeeld fytotoxiciteit ontstaan, waarbij er door de volvelds bespuiting groeiremming en kwaliteitsverlies in het gewas ontstaat. Een oplossing voor dit probleem is spotspraying. Selectief spuiten doormiddel van spotspray technologie, is een techniek die met behulp van camera's, algoritmes en Artificial Intelligence onkruiden in gewassen herkent. De computer geeft vervolgens een signaal om de spuitdop boven het onkruid te openen. Hierdoor wordt alleen het onkruid bespoten en niet het gewas zelf, wat resulteert in een besparing aan herbiciden.

De spotspraytechniek van Ecorobotix is relatief nieuw. De machine wordt nog maar door enkele bedrijven in Flevoland gebruikt. In dit onderzoek is er dan ook gekeken naar de vraag: "In hoeverre kan de spotsprayer worden geïmplementeerd voor de onkruidbestrijding in de Flevolandse akkerbouw?". Om antwoord te kunnen geven op deze vraag is er literatuuronderzoek gedaan en is er informatie gevraagd aan experts, waaronder teeltadviseurs en productexperts. Daarnaast zijn er diverse akkerbouwers geïnterviewd naar hun mening over Ecorobotix.

Voor dit onderzoek zijn alle Flevolandse akkerbouwgewassen getoetst zijn op vijf beoordelingscriteria; areaal, saldo, kostprijs van onkruidbestrijding, moeilijkheid van onkruidbestrijding en fytotoxiciteit. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de spotsprayer het meest kansrijk is voor de teelt van uien, wortels en witlof. Deze drie gewassen hebben een langzame beginontwikkeling. Door deze langzame ontwikkeling duurt het langer voordat het gewas zelf het onkruid kan onderdrukken. Uit interviews met teeltadviseurs blijkt dat kruiskruid, distels, aardappel opslag, zwarte nachtschade en melde de grootste probleem onkruiden zijn in deze teelten.

De spotsprayer van Ecorobotix wordt al volop ingezet voor de bestrijding van aardappel opslag. Met de machine is het mogelijk om in de uien onkruiden te bestrijden, in de praktijk wordt dit dan ook al gedaan. Voor de teelt van witlof is een werkend algoritme, maar deze is in de praktijk nog niet veel gebruikt. De spotsprayer heeft voor de wortels nog geen werkend algoritme, echter wordt deze wel ontwikkeld.

De kosten van de spotsprayer zijn hoger dan de kosten van de volvelds onkruidbestrijding. Om de spotsprayer rendabel in te kunnen zetten, moeten deze kosten terugverdiend worden aan besparing op chemie, arbeid en de meeropbrengst door minder gewasremming. Geïnterviewde akkerbouwers zien dit ook als de grootste voordelen van de spotsprayer. De akkerbouwers geven aan dat voor hun bedrijven het voordeel ligt bij het bestrijden van de aardappelopslag. Voor de onkruidbestrijding vinden ze het nadeel dat de huidige veldspuit nodig blijft voor het toedienen van de bodemherbiciden.

Voor de bestrijding van aardappelopslag kan spotsprayer van Ecorobotix goed worden ingezet. Voor de witlof zijn er kansen om te werken met de spotsprayer, maar hier is nog geen ervaring mee. Doordat er voor de wortels nog geen goed algoritme is, zal het gebruik van de spotsprayer nog toekomstmuziek blijven. In de wortels en witlof kan er gemakkelijk

geschoffeld worden, daardoor liggen de grootste kansen voor de spotsprayer in de uien. In deze teelt is het mogelijk om zowel alle onkruiden, als alleen breedbladige onkruiden of alleen grassen aan te pakken. De spotsprayer zou hierdoor al in de uienteelt geïmplementeerd kunnen worden als onderdeel van de onkruidbestrijding. Het grootste voordeel zal de besparing op herbiciden en minder gewasremming door herbiciden zijn.

Summary

Weeds compete with crops for water, nutrients and light. In addition, weeds can be as host plant for diseases and pests. They therefore pose a threat to crop yield and quality. It is therefore important for growers that weeds are controlled as good as possible. Due to the increase in scale, lack of staff and rising wages, chemical weed control is still basic for many growers. The capacity is high and the costs per hectare are low. Full-field use of herbicides can have effects on emissions to water and soil. Phytotoxicity can arise, whereby full-field spraying causes growth inhibition and loss of quality in the crop. A solution to this problem is spotspraying. Selective spraying with the spot spray technology is a technique that recognizes weeds in crops through cameras, algorithms and Artificial Intelligence. After which the computer gives the signal to open the nozzle above the weeds. As a result, only the weeds are sprayed, which saves on herbicides.

Because the spotspraying technology is relatively new and is only used by a few. Did this research focus on; How can the spot sprayer be implemented for weed control in Flevoland arable farming? Information was gathered through literature and information from experts. Arable farmers were also interviewed about their opinion on this new technology.

After all Flevoland crops have been assessed against five criteria. It can be concluded that the spot sprayer is the most promising for the crops of onions, carrots and chicory. These three crops have a slow start growth development. As a result, that it takes a long time for the crop to suppress the weeds. Interviews with crop advisors show that; ragwort, thistles, volunteer potato, black nightshade and fat hen are the biggest problem weeds in these crops.

The Ecorobotix spotsprayer is being used a lot to exterminate volunteer potato. With this machine it is possible to control weeds in the onions. For chicory is a working algorithm, but it has not yet been used much. The spot sprayer does not yet have a working algorithm for the carrots, but it is being developed.

The costs of the machine are higher than common method of full field control. To use the spot sprayer cost-effectively, the costs must be earned back through savings on chemistry and labour, and the extra yield due to less crop inhibition. The interviewed farmers also see these points as the biggest advantages of the machine. They say that the advantage for their companies lies in the control of volunteer potato. For weed control, they see as a disadvantage that the field sprayer remains necessary for the application of soil herbicides.

It can be concluded from this study that. The machine for the control of volunteer potato is working well. The possibility of working in carrots remains a future thing. It is possible to work in chicory with the spot sprayer, but there is no experience with this yet. Because carrots and chicory are easier to hoe than onions. The greatest opportunities for the spot sprayer lie in the onions. In this crop it is possible to tackle all weeds, only broadleaf weeds or only grasses. As a result, the spot sprayer could already be implemented in this crop as part of weed control. The biggest advantages are savings on herbicides and less inhibition of the crop by herbicides.

Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1 Ontwikkeling Akkerbouw in Nederland en gewasbescherming

Vanaf de tweede wereldoorlog zijn de opbrengsten van akkerbouw gewassen behoorlijk toegenomen dankzij het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen en de opkomst van kunstmest. Door deze ontwikkelingen kon er meer voedsel geproduceerd worden voor een groeiende wereldbevolking. (Ctgb, 2016) Vanaf eind jaren vijftig begint men in te zien dat de voordelen van bestrijdingsmiddelen een keerzijde hebben van gezondheidsrisico's en milieuschade. Om het gebruik van chemische middelen te kunnen reguleren werd daarom in 1962 een Bestrijdingsmiddelen wet in het leven geroepen. Een commissie van wetenschappers gaat de regering adviseren en ondersteunen. Deze commissie heet: het Bureau Bestrijdingsmiddelen. Wat tegenwoordig nog steeds bestaat onder de naam van het huidige College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb). Het Ctgb ziet erop toe dat gewasbeschermingsmiddelen en biociden veilig zijn voor mens, dier en milieu. (Ctgb, 2016)

Dat de schaalvergroting door zet blijkt uit cijfers van het Centraal Bureau voor de Statistiek. Zo waren er in 2000 nog 35.872 akkerbouwbedrijven in Nederland met een totaal akkerbouw areaal van 634.440 hectare. In 2021 is dit gedaald naar 18.671 akkerbouwbedrijven met een areaal van 525.754 hectare blijkt uit voorlopige cijfers van het CBS. (CBS, 2022)

Omgerekend betekent dit dat een akkerbouwbedrijf in 2000 gemiddeld 17,69 hectare bezat en een akkerbouwbedrijf in 2022 gemiddeld 28,16 hectare bezit. Tevens is de vraag naar personeel ook gestegen in de Nederlandse akkerbouw. In 2000 waren er per bedrijf gemiddeld 1,3 arbeidsjaar eenheden nodig, in 2021 is dit gestegen naar 1,5 arbeidsjaar eenheden. (Wageningen university&research, 2022)

Tegenwoordig lopen we tegen de grenzen aan wat betreft acceptatie van chemische gewasbescherming. Het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen komt steeds verder onder druk te staan door vermeende negatieve effecten op volksgezondheid. Hierdoor stijgt de vraag naar alternatieve oplossingen. Een van de oorzaken hiervan is te hoge concentratie chemische gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater. (Verschoor, et al., 2019) Om ecosystemen te beschermen tegen de nadelige effecten van gewasbeschermingsmiddelen moet in de Nederlandse wateren worden voldaan aan de normen voor waterkwaliteit zoals vastgelegd in de kaderrichtlijn water. Het doel is om het aantal gemeten overschrijdingen van de waterkwaliteitsnormen in de periode 2021-2023 met 90 procent te verminderen ten opzichte van de referentieperiode 2011-2013. Tot nu toe wordt dit niet gehaald. (CLO, 2021)

In 2020 gebruikte de Nederlandse landbouw totaal bijna 5 miljoen kilogram werkzame stof aan gewasbeschermingsmiddelen. Dit is ruim 11 procent minder dan in 2016. De dosering is per hectare sinds 2016 met 13,4 procent afgenomen. (CBS, 2022) De verwachting is dat deze trend zich de komende jaren zal voortzetten. De Europese regering heeft in Mei 2020 de Farm To Fork Strategy bekend gemaakt. Met de Farm To Fork Strategy hebben ze het doel om voor 2030 het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen te verminderen met 50%. (EU, 2020) De Farm To Fork Strategy is onderdeel van de Green Deal. De Green Deal is een plan om in 2050 het eerst klimaat neutrale continent te zijn. Op deze manier wil de Europese unie de volksgezondheid, kwaliteit van leven en de economie in Europa verbeteren.

1.2 Flevolandse landbouw

Flevoland wordt door velen gekenmerkt als 'de landbouw provincie' van Nederland. De goede verkaveling en de uitstekende bodemvruchtbaarheid maken Flevoland dan ook tot de agrarische provincie bij uitstek. De landbouw neemt in de economische structuur van Flevoland dan ook een belangrijke plaats in, zeker in vergelijking tot andere provincies. (Gedeputeerde Staten van Flevoland, 2003) Het Flevolandse landbouwareaal beslaat ruim 88.000 hectare, dit is 4,8% van het totale landbouwareaal in Nederland. (Well, Rougoor, Allema, & Kuneman, 2016) Van alle Flevolandse landbouwgrond wordt tegenwoordig 70 procent gebruikt voor akkerbouw. Het aandeel akkerbouwgrond in Flevoland is de afgelopen decennia gedaald, in 1981 was dit nog 81 procent. (CBS, 2018) Het meest geteelde gewas in Flevoland is aardappelen met 18.135 hectare. Gevolgd door tarwe 12.289 ha, uien 8.954 ha en suikerbieten 7.869 ha. (CBS, 2022)

1.3 Chemische onkruidbestrijding

Onkruiden concurreren met gewassen om water, nutriënten en licht. Daarnaast kunnen onkruiden als waardplant dienen voor ziekten en plagen. Ze vormen daarmee een bedreiging voor gewasopbrengst en kwaliteit. Bij onvoldoende bestrijding veroorzaken onkruiden grote problemen in de vervolgteelt. Hierdoor is het voor telers belangrijk dat onkruiden zo volledig mogelijk bestreden worden. Effectieve onkruidbeheersing is daarmee een zeer belangrijk onderwerp in de landbouw. (Rombout, Rozen, & Riemens, 2019) De schade van gewasopbrengst en kwaliteit is echter sterk afhankelijk van het concurrentie vermogen van het gewas. In de Nederlandse akker en tuinbouw komen ca. 100 onkruid soorten voor. In de praktijk worden ca. 20 soorten als probleem onkruid ervaren. Welke soorten in bepaalde situaties belangrijk zijn hangt vooral af van grondsoort en het gewas. (Booij & Weide, 2005)

Door de schaalvergroting, gebrek aan personeel en de stijgende lonen is de chemische onkruidbestrijding voor veel telers nog steeds basis. De capaciteit hiervan is vele malen hoger en daarmee de kosten per hectare lager. Voor de chemische bestrijding van onkruid zijn er twee type onkruidbestrijdingsmiddelen: Bodemherbiciden en contactherbiciden. Het verschil in deze typen is de manier waarop de plant met de middelen in aanraking komt.

In het begin van het teeltseizoen worden er vaak bodemherbiciden ingezet, om later in het seizoen veronkruiding te voorkomen. Met de juiste inzet kan de noodzaak van contactmiddelen geminimaliseerd worden. Belangrijk is dat bij toediening er voldoende vocht is voor een goede vastlegging in de bodem. (Akkerbouwbedrijf, sd) Een bodemherbicide vormt meestal een filmlaagje in de bodem die voor langere tijd aanwezig blijft. De bodemherbicide wordt meestal via de wortels opgenomen en vervoerd naar de andere plantendelen, waardoor kiemende onkruiden gedood worden. (Fytoweb, 2015) Het spuiten van een bodemherbicide tussen al ontwikkelde planten zocht er voor dat onkruidvrije grond langere tijd onkruid vrij blijft. De werking van een bodemherbicide is sterk afhankelijk van grondsoort en weersomstandigheden. (Berg, 2014) Veel bodemherbiciden worden verboden vanwege hun persistentie. Dit houdt in dat ze slecht biologisch afbreekbaar zijn. Wat vervolgens gevolgen kan hebben voor het bodemleven en de insectenwereld. Ook het oppervlaktewater kan verontreinigd raken bij verkeerd gebruik. (Akkerbouwbedrijf, sd) Sommige middelen kunnen door slechte afbraak zelfs schade veroorzaken aan de volggewassen. (Hendrix & Langenberg, 2015)

Voor de bestrijding van ontwikkelde onkruiden kan er gebruikt worden gemaakt van bladherbiciden. Deze kun je onderverdelen in contact en systemische herbiciden. Contact herbiciden doden de onkruiden/planten waar ze geraakt worden. Het middel trekt in het blad, maar wordt niet door de plant vervoert. Bovengronds vindt afsterving plaats. Wortel onkruiden kunnen niet bestreden worden met contact herbiciden. (Hendrix & Langenberg, 2015) Voor contact herbiciden geldt een bepaalde aandroogtijd. Dit zegt iets over de tijd die een middel nodig heeft om door de waslaag te dringen en opgenomen te worden door het onkruid. Als het kort na de bespuiting gaat regenen, zal een deel van de werkzame stof afspoelen waardoor de werking te niet gaat. (akkerbouw bedrijf, sd) Bij Systemische bladherbiciden wordt het middel opgenomen door de plant en vervoerd via de vaatbundels van de plant. Als de plant goed groeit is er meer transport en werkt het middel beter. Het middel verstoort de groeiprocessen in de plant, waardoor de plant zichzelf kapot groeit. Systemische herbiciden worden vooral gebruikt in eenzaadlobbige gewassen om tweezaadlobbige onkruiden te bestrijden. (Hendrix & Langenberg, 2015)

Een nadeel van sommige herbiciden is dat het kan zorgen voor een fytotoxisch effect. Dit is schade door de toepassing van een gewasbeschermingsmiddel, waardoor fysiologische processen in de plant of delen van de plant ongunstig worden beïnvloed. (Ctgb, 2015) Dit houdt in dat in het gewas waarin je de herbicide hebt toegepast schade/ groeiachterstand kan ontstaan. In sommige gewassen waarin onkruid lastig te bestrijden is weegt deze groeistilstand wel op tegen het bestrijden van het onkruid.

In de Nederlandse akkerbouw is een duidelijke verandering merkbaar op het gebied van bestrijding van onkruid. Sinds 1985 is er een dalende trend te zien in het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen voor het bestrijden van onkruid. In 1985 werd er nog 3.978.000 kilo actieve stof gebruikt voor de onkruidbestrijding in de Nederlandse landbouw. (CLO, 2012) Wat in 2020 is gedaald naar 2.607.000 kilo actieve stof. (CLO, 2022) Dit is in 35 jaar tijd ongeveer een reductie van 34 procent.

Het CLM heeft in 2019 een update van de risicolijst van bestrijdingsmiddelen gemaakt. Deze lijst bestaat uit alle 271 in Nederland toegelaten bestrijdingsmiddelen (werkzame stoffen). Deze zijn geanalyseerd op 5 risico's. Risico's voor: de mens, drinkwatervoorziening, waterleven, bodemleven en nuttige organismen. De risico's zijn onderverdeeld in groen (voor laag of beperkt risico), en oranje en rood (voor verhoogd risico). Van de 271 bestrijdingsmiddelen (werkzame stoffen) zijn er volgens de gehanteerde systematiek 109 groen, 51 zijn oranje en 111 rood. Dat betekent dat meer dan de helft van de toegelaten middelen (59%) een verhoogd risico hebben op een of meerdere criteria. 40% valt in de categorie rood. En 33 stoffen (van metam-natrium tot tefluthrin) scoren rood op 2 of meer criteria. (Hoogendoorn, Leendertse, Hoftijser, & CLM, 2019)

In tabel 1 hiernaast is een samenvatting van de lijst van alle herbiciden te zien, die onder de categorie rood vallen in de lijst van het CLM. De rood gearceerde middelen is onderhand de toelating van verlopen of ingetrokken. (Ctgb, 2023) Het nummer staat voor de plaats op de lijst. Om de andere 25 middelen te kunnen behouden, zullen we moeten gaan zoeken naar technische toepassingen. Die ervoor kunnen zorgen dat we minder middelen gebruiken en deze minder schade doen aan mens, dier en milieu.

Tabel 1 Herbiciden uit top 111 risico lijst CLM

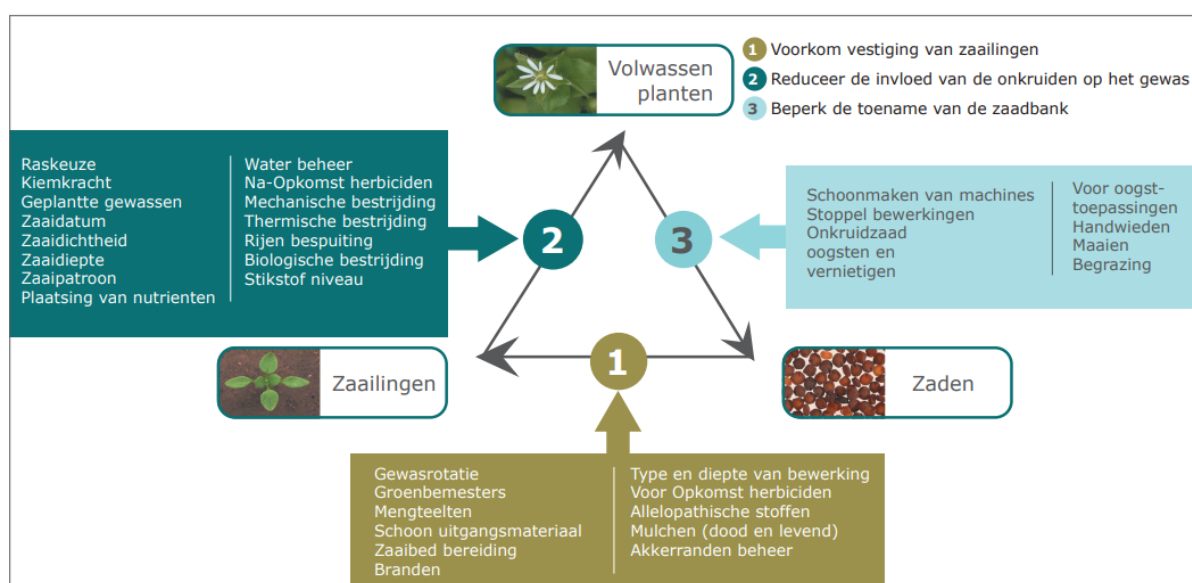
nr.	werkzame stof	Merknaam
14	pendimethalin	STOMP SC
19	diquat dibromide	REGLONE
20	ethofumesaat	TRAMAT 200 EC
22	flumioxazin	TOKI
26	mecoprop-p	DUPLOSAN MCP
28	metribuzin	SENCOR SC
35	2,4-D	DAMINE 500
36	chloridazon	FIESTA
37	cycloxydim	FOCUS PLUS
40	diflufenican	SEMPRA
46	fluazifop-p-butyl	FUSILADE MAX
51	haloxyfop-p-methylester	GALLANT 2000
52	lenacil	Betanal maxxPro
54	mesotrione	CALLISTO
55	metamitron	GOLTIX SC
56	metazachloor	BUTISAN S
57	metsulfuron-methyl	ALLY SX
58	nicosulfuron	MILAGRO
64	terbuthylazine	LADDOK N
68	aclonifen	CHALLENGE
72	bentazon	BASAGRAN
75	bromoxynil	BROMOTRIL 250 SC
77	clomazone	CENTIUM 360 CS
81	dimethenamide-P	FRONTIER OPTIMA
86	flufenacet	HEROLD SC
91	glyfosaat	ROUNDUP
93	isoxaflutol	MERLIN
94	MCPA	LUXAN MCPA 500 VLB
100	prosulfuron	PEAK
102	quizalofop-P-ethyl	TARGA PRESTIGE
103	S-metolachloor	DUAL GOLD 960 EC
105	sulcotrion	SULCOGAN 300 SC
107	tembotrione	LAUDIS

1.4 Alternatieven voor chemische onkruidbestrijding

Op het moment zijn herbiciden een belangrijke basis voor onkruidbeheersing in de akkerbouw. De beschikbaarheid van herbiciden neemt steeds verder af. De sector wenst minder afhankelijk te zijn van herbiciden en zoekt naar alternatieven. Onkruiden kunnen in meerdere fases in hun levenscyclus aangepakt worden, hiervoor zijn meerdere technieken en tactieken. (Business Unit Open Teelten; Wageningen University & Research, 2022)

De levenscyclus van onkruiden biedt op drie manieren de mogelijkheid om schadelijke effecten van onkruiden aan te pakken:

1. Voorkomen dat zaden kunnen kiemen en vestigen.
2. Beperken van het effect van volwassen onkruiden op het gewas.
3. Voorkomen dat de zaadbank aangevuld wordt.



Figuur 1 Levenscyclus onkruiden en technieken om deze te doorbreken Bron: (Business Unit Open Teelten; Wageningen University & Research, 2022)

Zie figuur 1, kortom: Voorkom dat onkruiden kiemen, beperk groei van volwassen onkruidplanten en voorkom productie van nieuwe zaden en wortelstokken, door de gecombineerde inzet van meerdere tactieken en technieken tijdens het groeiseizoen. (Business Unit Open Teelten; Wageningen University & Research, 2022)

Naast een volvelds toepassing met een herbicide, zijn er zijn verschillende technieken inzetbaar voor het bestrijden van onkruid. Dit kan bijvoorbeeld: mechanisch, handmatig, thermisch en elektronisch.

Mechanische onkruidbestrijding is het meest voorkomende alternatief voor chemische onkruidbestrijding. Onder mechanische onkruidbestrijding vallen maatregelen als; schoffelen, eggen, aanaarden en een vals zaaibed maken. Het probleem van negatieve effecten op de gewasgroei door chemische middelen wordt dan ook sterk verminderd. (Toolboxwater.nl, 2017) Mechanische onkruidbestrijding wordt voornamelijk bij biologische akkerbouwers toegepast. Maar kan en wordt ook in een gangbaar bouwplan toegepast. Meestal wordt er

dan een in combinatie gedaan met chemie. Met behulp van technieken als gps en camera besturing kan er steeds preciezer gewerkt worden waardoor het resultaat beter is. Omdat in sommige gewassen met mechanische onkruidbestrijding niet tussen de planten kan worden gewerkt. Worden de onkruiden daar in de rij handmatig weg gehaald. Het handmatig weghalen van onkruid is erg arbeidsintensief, en daardoor erg duur.

Een vorm van thermische onkruidbestrijding is branden. Bij deze behandeling krijgen onkruiden een warmteschok waardoor de plantencellen barsten en de onkruiden doodgaan. Deze manier van onkruid bestrijden is alleen voor opkomst van het gewas mogelijk. Maar wordt soms ook toegepast als loofddoding in de biologische teelt.

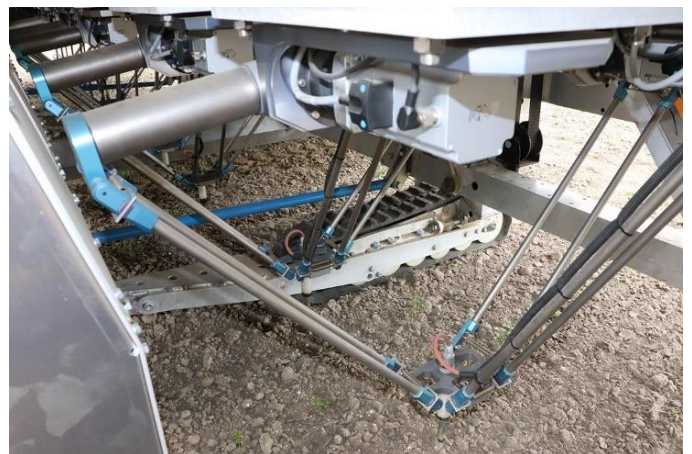
Een vorm van elektronische onkruidbestrijding is de nieuwe innovatie de Xpower van fabrikant Zasso. Dit is een machine die doormiddel van hoogspanning onkruid bestrijdt. Deze machine werkt bij 8.000 volt, waardoor alle plantencellen vernietigd worden. De trekker heeft een aftakas aangedreven generator die 220 volt opwekt. Via speciale kabels wordt deze stroom naar de voorkant van de trekker getransporteerd. In de front hef hangt een frame met transformatoren die de stroom omzetten naar 8.000 volt. Op het frame zijn drie rijen geleiders gemonteerd. De voorste twee rijen zijn pluspolen, de achterste rij is de minpool. De stroom wordt via de positieve geleiders in het blad, de stengel en de wortels van de plant gebracht en via de bodem afgevoerd' door de negatieve geleider die de stroomkring sluit. De stroom vernietigt de cellen in de plant, waardoor transport van vocht in de plant wordt onderbroken en deze afsterft. Niet alleen moeten de effecten op het onkruid en de gewassen nog in kaart worden gebracht, ook wordt gewerkt aan een prototype voor onkruidbestrijding in de rij zoals bij uien, mais en suikerbieten. (Beijers, 2019)



Figuur 2 Xpower van Zasso foto: Hendrik Begeman

Eén van de belangrijkste uitdagingen voor de Europese landbouw is het gebrek aan en de kosten van arbeid. Automatisering en robotisering kunnen daar een oplossing voor bieden. (Lugtenburg, 2021) Er wordt steeds meer geëxperimenteerd met robots voor in de landbouw. Veel van deze robots zijn ingesteld of geschikt voor onkruidbestrijding. Dit gebeurt op diverse manieren. Zo heeft het Zweedse bedrijf Ekobot een robot die camera gestuurd en op gps autonoom het veld afwerkt. Deze robot heeft 8 armpjes die aangestuurd worden door een camera. Als de camera een onkruidje ziet slaat hij deze weg uit de grond. (Huiden, 2022)

Een ander voorbeeld is de volledig gerobotiseerde en autonoom rijdende wiedzmachine gebouwd door Andela. Deze robot kan in verschillende gewassen, en onder alle veldomstandigheden, de diverse onkruiden in de rij door middel van een algoritme detecteert en vervolgens verwijderen. Dat gebeurt met hitte, waarbij de grond niet beroerd wordt en er dus geen nieuw kiem bed voor nieuw onkruid ontstaat. De 9 meter brede machine bestaat uit 12 wiedzunits die traploos



Figuur 3 Andela robot weeder arw-912 foto: Joost Stallen

op verschillende rij-afstanden ingesteld kunnen worden. De snelheid van de machine is afhankelijk van de onkruidichtheid en is maximaal 1.000 meter per uur. De machine detecteert onkruid vanaf enkele millimeters, is lichtongevoelig en dus 24/7 inzetbaar. (Andela, sd)

1.5 De spotsprayer

Selectief spuiten doormiddel van spot spray technologie is een techniek die doormiddel van: camera's, algoritmes en Artificial Intelligence onkruiden in gewassen herkent. Waarna de computer het signaal geeft om de spuitdop boven het onkruid te openen. Hierdoor wordt alleen het onkruid bestreden waardoor er op herbiciden wordt bespaard. (Doorgrond.nl, sd)

Er zijn twee verschillende spotspraytechnieken beschikbaar, de 'green on brown' en de 'green on green' techniek. De eenvoudigste techniek is de 'green on brown' techniek. Deze manier van selectief spuiten wordt gebruikt tijdens het afbranden van onkruiden voor het zaaien of voor opkomst. Dit is qua techniek de meest eenvoudige vorm van spotsprayeren. De camera's herken vegetatie op kale grond en spuit wanneer het vegetatie ziet. De 'green on green' spotspray techniek is iets gecompliceerder. Green on green houdt in dat onkruiden binnen het gewas worden herkend en bestreden. Dit vereist een camera met software voor plantherkenning. Het onkruid moet onderscheiden worden van het gewas. Vaak werken deze systemen via algoritmes en Artificial Intelligence. Dit houdt in dat de plant herkenning van deze systemen steeds beter worden als ze meer gebruikt worden. (Booker, 2021)

Green on brown techniek

Weed-it is een van de eerste fabrikanten van spotspraytechnologie. Sinds 1999 zijn ze op de markt. Weed-it maakt alleen green on brown spotspray techniek. Ze hebben een sensor ontwikkeld die vegetatie herkend doormiddel van weerkaatsing. De weed-it straalt licht uit richting de grond. Als er een levende plant staat wordt dit licht geabsorbeerd en gebruikt voor fotosynthese. Het levende chlorofyl van de plant zendt een klein deel near-infrared (nabij-infrarood) uit als een reactie die chlorofylfluorescentie wordt genoemd. De sensor van de Weed-it meet de weerkaatsing die uitgezonden wordt door het chlorofyl van de plant. Hiermee onderscheidt de sensor een levende plant van dood plantmateriaal, grond en andere stoffen. Hoe meer chlorofyl een gedetecteerde plant bevat, hoe meer nabij-infrarood licht hij zal uitzenden, wat verband houdt met de grootte en het aantal gedetecteerde bladeren en planten. Op deze manier kan de Weed-it sensor een aantal pulserende doppen aan- en uitschakelen op het juiste moment. Het weed-it systeem is op te bouwen op bijna ieder type spuit machine tot 36 meter. (Weed-it, sd) Een vergelijkbaar product is de WeedSeeker van GPS-fabrikant Trimble. Een voordeel van de WeedSeeker ten opzichte de Weed-it is dat de werksnelheid bij maximaal 40 km/uur ligt en dit is 15 km/uur sneller als de Weed-it. (Trimble, sd) Beide systemen kunnen tot 53% besparen op herbiciden, blijkt uit Amerikaans onderzoek. (Genna, Gourlie, & Barroso, 2021)



Figuur 4 Weed-it sensor Foto: weed-it.com.

Green on green techniek

De eerst onderzoeken naar de green on green spotspray techniek waren camera's die doormiddel van kleur onderscheid maken tussen onkruid en het gewas. Dit werkte in de praktijk slecht omdat er te veel variabelen waren zoals: bewolkt/zonnig weer, schaduw, beweging door de wind en verschil in kleur van de grondsoort. De grote doorbraak kwam door de ontwikkeling van artificial intelligence en deep learning. (Kunstmatige intelligentie en zelf lerende techniek) Door deze technieken kunnen camera's met een speciaal softwaresysteem onkruiden binnen het gewas herkennen. Door veel data te verzamelen in combinatie met een goed algoritme kan de machine zelflerend worden. Hierdoor wordt de plantherkenning steeds beter. (Modernvisual, 2019)

Bedrijven die deze spotspray techniek ontwikkelen en verkopen zijn:

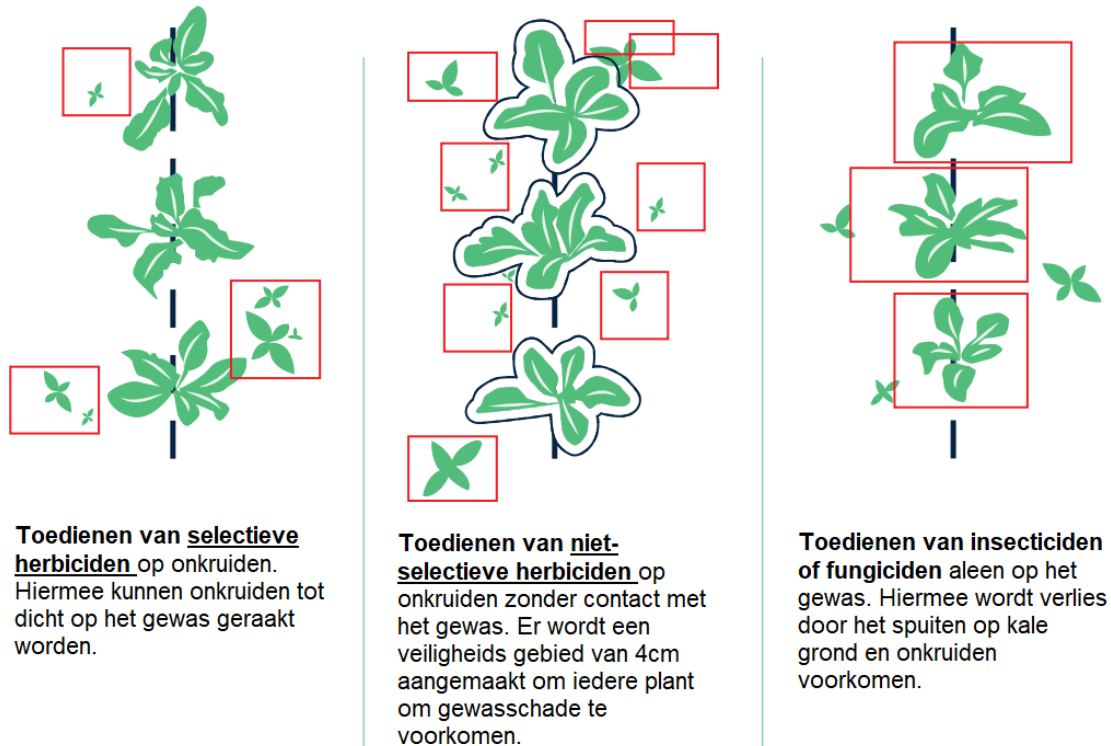
- Exxact Robotics (zij vallen onder de EXEL Industries groep. Waar ook bedrijven als; Agrifac, Apache, Berthoud, Evrard, Hardi en Tecnoma onder vallen.)
- Bilberry
- BASF en Bosch (joint venture voor de ontwikkeling van smartfarming technologie)
- Blue river technology (levert de techniek voor Johndeere see and spray)
- Garford
- Ecorobotix

De bedrijven Exxact Robotics, Bilberry, BASF en Bosch en Blue river technology hebben spotspray toepassingen op de spuitboom van een bestaande spuitmachine. Waardoor er een hoge capaciteit gehaald kan worden. Doordat de spuitdoppen op een spuitboom vaak 25 of zelfs 50 cm uit elkaar liggen. Hebben deze systemen een minder nauwkeurige werking als de Spotsprayers van Garford en Ecorobotix. Deze twee systemen hebben spuitdoppen om de 4 cm (Ecorobotix) en 8 cm (Garford). De Garford is sinds dit jaar te krijgen in 3, 6 en 9 meter breed. (Homburg, sd) De Ecorobotix is alleen te verkrijgen in een zes meter brede machine met 156 spuitdoppen. Hiermee is deze in staat om onkruidjes te spuiten op een oppervlakte van 6x6 cm. Hiermee is de Ecorobotix de meest precieze spuit op de markt. (Ecorobotix, 2022)



Figuur 5 ARA Ecorobotix spotsprayer Foto: Herman Deuling

De Ecorobotix spotsprayer werkt tot op een snelheid van 7 km/per uur. Met zijn werkbreedte van zes meter is er dan een capaciteit te behalen van 4 hectare per uur. De Ecorobotix kan werken in drie standen zoals in figuur 7 te zien is.



Figuur 6 Spuitmogelijkheden Ecorobotix

Door zijn hoge precisie wordt een fytotoxisch effect in het gewas, door de toediening van herbiciden, voorkomen. Doordat de spuitdoppen dicht bij de grond zitten en beschermd worden door een kap wordt drift voorkomen.

1.6 Knowledge gap

Er zijn steeds minder effectieve chemische middelen om onkruid in gewassen te bestrijden in de open teelt. Gewassen worden volvelds behandeld met nadelige gevolgen voor emissie naar water en bodem. Er kan fytotoxiciteit ontstaan, waarbij door de volvelds bespuiting groeiremming en kwaliteitsverlies in het gewas ontstaat. Het gangbare alternatief waarbij de bestrijding handmatig wordt uitgevoerd is kostbaar en arbeidsintensief. Een oplossing voor deze problemen kan de spotsprayer zijn. Op basis van cameratechniek dient plantherkenning plaats te vinden van onkruid tussen het opkomende gewas. Waarna er een precisiebespuiting (spotspraying) plaatsvindt, waardoor het onkruid besteden wordt. De spotsprayer is nog maar kort in de praktijk, en wordt nog maar door enkele bedrijven getest. Hierdoor is er nog veel onbekend over de teelt technische kansen en mogelijkheden van de machine in diverse gewassen. Doordat de techniek relatief nieuw, is het niet geheel bekend wanneer onkruidbestrijding met de spotsprayer rendabel is in diverse gewassen.

1.7 Afbakening

De doelgroep voor dit onderzoek zijn telers en loonwerkers die geïnteresseerd zijn in spotspraytechniek, en dit zelf misschien toe willen passen op hun bedrijf. Om dit onderzoek specifiek en toepasbaar te maken is er gekozen om te richten op de akkerbouw in de provincie Flevoland. Het onderzoek is gericht is op onkruidbestrijding tijdens de teelt. Voor de techniek wordt er gekeken naar de spotsprayer van Ecorobotix. Dit omdat deze spotsprayer door zijn goede gewasherkenning en meest aantal doppen per meter, met de hoogste nauwkeurigheid kan werken. Wat zeer belangrijk is in de Flevolandse akkerbouw.

1.8 Hoofd- en deelvragen

Aan de hand van de inleiding zijn de volgende hoofd- en deelvragen geformuleerd. De hoofdvraag luidt:

In hoeverre kan de spotsprayer worden geïmplementeerd voor de onkruidbestrijding in de Flevolandse akkerbouw?

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

- Welke gewassen zijn het meest kansrijk voor onkruidbestrijding met de spotsprayer?
- Welke onkruiden vormen de grootste problemen in het huidige teeltsysteem bij deze gewassen?
- Welk stadium en omstandigheden zijn van toepassing bij deze gewassen voor onkruidbestrijding met de spotsprayer?
- Wanneer is onkruidbestrijding met de spotsprayer rendabel in deze gewassen?
- Wat is de mening van telers over het toepassen van de spotsprayer in de Flevolandse akkerbouw?

1.9 Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is om duidelijk te krijgen hoe de spotsprayer toegepast kan worden in de Flevolandse akkerbouw en of dit rendabel is. Als eindresultaat zal er een teelt technische en een economisch advies uitkomen over de mogelijke toepassing van de spotsprayer in drie specifieke uitgeselecteerde gewassen.

Hoofdstuk 2 Aanpak

In dit hoofdstuk is beschreven hoe het onderzoek naar: ***In hoeverre kan de spotsprayer worden geïmplementeerd voor de onkruidbestrijding in de Flevolandse akkerbouw?*** is uitgevoerd. Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag is er gebruik gemaakt van deelvragen. Per deelvraag is de methodiek besproken en welke informatiebronnen er gebruikt zijn. Voor dit onderzoek is er gebruik gemaakt van literatuurstudie en interviews met verschillende experts.

2.1 Materiaal en methode

Voor dit onderzoek heeft de informatieverzameling plaats gevonden doormiddel van kwantitatief en kwalitatief onderzoek.

Kwantitatief: deskresearch om bestaande informatie over het onderwerp te vinden via betrouwbare bronnen op internet en de mediatheek. Om te beoordelen of de literatuur betrouwbaar genoeg is, is er gekeken naar:

- Informatie geschreven door onafhankelijke onderzoeksinstellingen.
- Informatie geschreven door universiteiten.
- (Wetenschappelijke) artikelen die peer-reviewed zijn.
- Vakbladartikelen geschreven of samengesteld door een onafhankelijke auteur met herleidbare bronnen.

Databases die hiervoor zijn gebruikt:

- Green-I
- Wageningen universiteit
- Springer
- Google scholar

Bij gebruik van alle databases en bronnen is gecontroleerd of de literatuur daadwerkelijk betrouwbaar is. Betrouwbare bronnen zijn belangrijk voor een degelijk onderzoek. Het is belangrijk om te werken met juiste informatie van bronnen die op waarheid berusten.

Kwalitatief: Interviews met experts en telers over het onderwerp. Interviews zijn afgenomen om informatie te vergaren over het onderwerp wat niet publiekelijk gedeeld/bekend is of als het gaat om ervaringen omtrent het onderwerp.

Hiervoor zijn de volgende experts geïnterviewd:

Teeltadviseurs:	Thijs Sijsma, Ian Hale, Jinne Venema, Jozef Backx en Egbert Ballast
Productspecialist spotsprayer:	Jeroen Wolters
Gebruiker spotsprayer:	Marc van Dijk

Naast deze experts zijn er ook telers van de kansrijke gewassen geïnterviewd. De geïnterviewden blijven anoniem tijdens dit onderzoek, de referenties zijn op aanvraag beschikbaar.

2.2 Uitwerking per deelvraag

Welke gewassen zijn het meest kansrijk voor onkruidbestrijding met de spotsprayer?

Om deze deelvraag uit te werken, zijn de Flevolandse akkerbouwteelten geselecteerd aan de hand van vijf beoordelingsvragen. Dit is gedaan zodat er drie gewassen overblijven waar de rest van de deelvragen specifiek op toegepast worden, om zo uiteindelijk tot een duidelijk toegepast advies te kunnen maken.

Beoordelingsvragen:

- Welke gewassen staat er een aanzienlijk areaal om te werken met de spotsprayer?
- Welke gewassen hebben een toereikend saldo om te kunnen werken met de spotsprayer?
- Wat zijn de kosten van de huidige chemische onkruidbestrijding?
- Welke gewassen zijn in onkruid onderdrukking/bestrijding een probleem?
- Welke gewassen hebben met de volvelds onkruidbestrijding het meeste last van fytotoxiciteit?

Om deze beoordelingsvragen te beantwoorden is er informatie opgezocht via het CBS en in de KWIN om het areaal, sado en kosten van huidige chemische onkruidbestrijding vasttestellen. Voor de beoordelingsvraag over onkruid onderdrukking/bestrijding is er gesproken met tien teeltadviseurs uit Flevoland. In de interviews met de teeltadviseurs zijn de volgende onderwerpen aanbod gekomen:

- Welk van de tot dan toe geselecteerde gewassen, wordt gezien als een probleem met onkruidonderdrukking/bestrijding?
- Welke gewassen hebben met de volvelds onkruidbestrijding het meeste last van fytotoxiciteit.

Aan de hand van de beoordelingsvragen is een score vastgelegd. De drie gewassen met de hoogste score zijn het meest kansrijk voor onkruidbestrijding met de spotsprayer in Flevoland.

Welke onkruiden vormen de grootste problemen in het huidige teeltsysteem bij deze gewassen?

Van de drie geselecteerde gewassen is er gekeken: welke onkruidsoorten een probleem kunnen vormen, welk moment ze het beste bestreden kunnen worden en wat de huidige manier van bestrijden is. Deze informatie is verzameld met behulp van interviews met teeltadviseurs uit Flevoland.

Om alle interviews te vergelijken met informatie uit de literatuur, is er gebruik gemaakt van de juiste zoektermen zoals:

- Probleem onkruiden (teelt 1, 2 en 3)
- Onkruidbestrijding (teelt 1 ,2 en 3)
- (Onkruid) in (teelt 1, 2 en 3) bestrijden
- (Onkruid) bestrijden
- (Teelt 1, 2 en 3) weed control of weed control (onkruid)
- Weed problems (teelt 1 ,2 en 3)
- Selective herbicide for (teelt 1, 2 en 3)

Welke stadium en omstandigheden zijn van toepassing bij deze gewassen voor onkruidbestrijding met de spotsprayer?

- Om deze deelvraag te beantwoorden is er uitgezocht:
- Welk moment in de teelt?
- Welk onkruidbestrijdingsmiddel?
- Welk stadium het onkruid en gewas moet zijn?
- Onder welke moment/omstandigheden werkt de spotsprayer het best in (Teelt 1, 2 en 3)?

De informatie voor deze deelvraag komt uit interviews met teeltadviseurs, een gebruiker en een productspecialist van de spotsprayer. Deze interviews zijn geverifieerd doormiddel van informatie uit literatuur. Bij deze deelvraag is er een bestrijdingsstrategie van onkruiden met de spotsprayer in (teelt 1, 2 en 3) geformuleerd om zo tot een teelt technisch advies te komen in de conclusie.

Wanneer is onkruidbestrijding met de spotsprayer rendabel in deze gewassen?

Om te berekenen of de spotsprayer rendabel is in de geselecteerde gewassen, is er een kostprijsberekening van de machine gemaakt. De kosten van spotsprayer zijn vergeleken met de besparingen en opbrengsten die behaald kunnen worden. Hieruit is een advies gekomen of en wanneer de spotsprayer rendabel is in deze teelten.

De informatie voor het beantwoorden van deze deelvraag is afkomstig uit een interview met een gebruiker van de spotsprayer en een productspecialist. Voor de kosten van gebruikte onkruidbestrijdingsmiddelen is een teeltadviseur geraadpleegd.

Wat is de mening van telers over het toepassen van de spotsprayer in de Flevolandse akkerbouw?

Na beantwoorden van de vorige deelvragen is het inzichtelijk welke drie gewassen het meest kansrijk zijn voor de spotsprayer en wat de kosten zijn. Om te onderzoeken of de spotsprayer geïmplementeerd kan worden in de Flevolandse akkerbouw, is het van belang om te weten wat telers vinden van de manier van onkruid bestrijden. Zij zijn uiteindelijk de eindgebruikers, die ofwel zelf een spotsprayer aanschaffen of één in loonwerk laten komen. Hiervoor zijn zes telers geïnterviewd die minimaal twee van de drie kansrijke gewassen telen. Voor dit interview zijn de volgende vragen samengesteld:

- *Wat is uw huidige manier van onkruidbestrijding in deze gewassen?*
- *Wat zou voor u een reden zijn om de spotsprayer in te zetten voor de onkruidbestrijding op uw bedrijf? En waarom?*
- *In welke teelt zie u de meeste kansen voor onkruidbestrijding met de spotsprayer? En waarom?*
- *Vanaf welk moment zou u bereid zijn om in een spotsprayer te investeren?*
- *Wat ziet u als grootste nadeel van onkruidbestrijding met de spotsprayer?*

Hoofdstuk 3 Resultaten

In hoofdstuk drie komen de resultaten en verzamelde gegevens naar voren die nodig zijn om de deelvragen te beantwoorden. De relevante gegevens worden per deelvraag vermeld en vormen ook een leidraad voor dit hoofdstuk.

3.1 Deelvraag 1 Welke gewassen zijn het meest kansrijk voor onkruidbestrijding met de spotsprayer?

Om te beoordelen welke gewassen het meest kansrijk zijn voor onkruidbestrijding met de spotsprayer, zijn er vijf beoordelingscriteria opgesteld. De drie meest kansrijke gewassen voor onkruidbestrijding worden vervolgens verder uitgewerkt als basis voor het onderzoek. Er is gekozen voor drie gewassen omdat er met de spotsprayer ergens geld verdiend of bespaard moet worden, om het rendement uit de investering in deze machine te halen.

De vijf beoordelingscriteria voor de gewassen zijn: areaal, teeltsaldo, kosten onkruidbestrijding, moeilijkheid onkruidbestrijding en fytotoxiciteit. Aan de hand van deze beoordelingscriteria worden drie gewassen geselecteerd. Aan de hand van hun relevantie, krijgen de gewassen punten van 1 tot en met 13. Deze punten worden uiteindelijk opgeteld, waarbij de drie gewassen met het meeste aantal punten het meest kansrijk zijn om met de spotsprayer in te werken.

3.1.1 Areaal

Om de spotsprayer rendabel in te kunnen zetten in een bepaald gewas is het belangrijk dat er een aanzienlijk areaal van wordt geteeld. Als criterium hiervoor is gesteld: gewassen in Flevoland waarvan de afgelopen 3 jaar gemiddeld meer dan 500 hectare werd geteeld. Deze gewassen zijn in tabel 2 te zien.

Tabel 2 Flevolandse gewasteelten met afgelopen 3 jaar gemiddeld meer als 500 ha (CBS, 2022)

Gewassen	Ha	Punten
Granen Tarwe Tarwe, winter	10.768	13
Aardappelen Pootaardappelen Pootaardappelen, totaal	9.229	12
Akkerbouwgroenten Uien Zaaiuien	9.207	11
Aardappelen Consumptieaardappelen Consumptieaardappelen, totaal	8.950	10
Suikerbieten	8.261	9
Akkerbouwgroenten Winterpeen	3.416	8
Akkerbouwgroenten Witlofwortel	2.127	7
Granen Gerst Gerst, zomer	1.347	6
Granen Tarwe Tarwe, zomer	1.136	5
Akkerbouwgroenten Erwten (groen te oogsten)	886	4
Granen Gerst Gerst, winter	790	3
Akkerbouwgroenten Uien Poot- en plantuien	670	2
Akkerbouwgroenten Spinazie	624	1

De dertien bovenstaande gewassen worden meegenomen en beoordeeld op de rest van de beoordelingscriterium. Hierbij heeft het gewas met het grootste areaal het meest aantal punten gekregen om zo terug te nummeren naar het kleinste gewas.

3.1.2 Saldo

Het tweede beoordelingscriterium is een toereikend saldo in de teelt van de mogelijke gewassen. Om de spotsprayer in te kunnen zetten moet er in de teelt wel verdiend worden. Voor alle dertien gewassen is hieronder in tabel 2 het saldo per hectare met eigen mechanisatie te zien uit de KWIN-AGV.

Tabel 3 Saldo EM (KWIN-AGV, 2022)

Gewassen	Saldo EM	Punten
Aardappelen Pootaardappelen Pootaardappelen, totaal	6.953	13
Akkerbouwgroenten Uien Poot- en plantuien	6.153	12
Akkerbouwgroenten Winterpeen	5.662	11
Akkerbouwgroenten Witlofwortel	4.365	10
Akkerbouwgroenten Uien Zaaiuien	3.849	9
Aardappelen Consumptieaardappelen Consumptieaardappelen, totaal	3.068	8
Suikerbieten	2.660	7
Akkerbouwgroenten Erwten (groen te oogsten)	2.030	6
Granen Tarwe Tarwe, winter	1.254	5
Granen Gerst Gerst, winter	1.114	4
Granen Tarwe Tarwe, zomer	982	3
Granen Gerst Gerst, zomer	964	2
Akkerbouwgroenten Spinazie	423	1

In tabel 3 heeft het gewas met het hoogste saldo het meest aantal punten gekregen, om zo terug te nummeren naar het gewas met het kleinste saldo.

3.1.3 Kosten chemische onkruidbestrijding

Het derde beoordelingscriterium is de kosten van de chemische onkruidbestrijding. Door het gebruik van de spotsprayer kan er bespaard worden op het gebruik van chemische onkruidmiddelen. Omdat deze herbiciden in de ene teelt meer gebruikt worden dan in de andere is het relevant om de kosten hiervan te vergelijken, om zo een goed beeld te krijgen in welke teelten het meeste te besparen valt met de spotsprayer.

Tabel 4 Gebruik Herbiciden in euro per hectare (KWIN-AGV, 2022)

Gewassen	Herbiciden euro/ha	Punten
Akkerbouwgroenten Uien Zaaiuien	276	13
Akkerbouwgroenten Witlofwortel	267	12
Suikerbieten	238	11
Akkerbouwgroenten Uien Poot- en plantuien	164	10
Akkerbouwgroenten Winterpeen	152	9
Granen Tarwe Tarwe, winter	139	8
Akkerbouwgroenten Spinazie	92	7
Granen Gerst Gerst, winter	91	6
Aardappelen Consumptieaardappelen Consumptieaardappelen, totaal	84	5
Akkerbouwgroenten Erwten (groen te oogsten)	84	4
Granen Tarwe Tarwe, zomer	76	3
Aardappelen Pootaardappelen Pootaardappelen, totaal	75	2
Granen Gerst Gerst, zomer	42	1

In tabel 4 heeft het gewas met de hoogste kosten van herbiciden het meest aantal punten gekregen, om zo terug te nummeren naar het gewas met de laagste herbiciden kosten.

3.1.4 Moeilijkheid onkruidbestrijding

De spotsprayer kan zeer nauwkeurig werken, waardoor er met andere onkruidmiddelen kan worden gewerkt of met een andere dosering. Dit is mogelijk omdat er plaats specifiek onkruid bestreden wordt, waardoor de onkruidbestrijding een stuk makkelijker kan worden. Het is daarom relevant om te weten bij welke gewassen de meeste uitdaging ligt als het gaat om chemische onkruidbestrijding.

Om de moeilijkheid van de huidige onkruidbestrijding te beoordelen in de dertien gewassen, hebben tien teeltadviseurs uit Flevoland een mini-enquête ingevuld. Bij de beoordeling van de moeilijkheid van de onkruidbestrijding hebben ze rekening gehouden met factoren zoals: onkruidonderdrukking van het gewas, het huidige onkruid middelen pakket, selectiviteit van middelen, moment en stadium en het onkruid spectrum. In de enquête hebben teeltadviseurs met behulp van de vijf-punts Likertschaal aangegeven hoe moeilijk zij de onkruidbestrijding vinden. Waarbij 1 makkelijk is en 5 moeilijk. De resultaten zijn in de tabel hieronder weergegeven. Voor dit onderzoek zijn de teeltadviseurs anoniem gehouden, referenties zijn op aanvraag beschikbaar.

Tabel 5 Moeilijkheid onkruidbestrijding

Gewassen:	Teelt adviseur 1	Teelt adviseur 2	Teelt adviseur 3	Teelt adviseur 4	Teelt adviseur 5	Teelt adviseur 6	Teelt adviseur 7	Teelt adviseur 8	Teelt adviseur 9	Teelt adviseur 10	Totaal	Omreken	Punten
Akkerbouwgroenten Witlofwortel	4	5	5	5	5	4	3	4	4	5	44		13
Akkerbouwgroenten Uien Zaaiuien	5	4	5	4	5	4	5	3	4	4	43		12
Akkerbouwgroenten Uien Poot- en plantuien	4	3	4	5	4	3	3	3	3	4	36		11
Akkerbouwgroenten Spinazie	x	1	5	4	3	x	x	x	x	x	13	32,5	10
Akkerbouwgroenten Winterpeen	3	5	3	3	2	2	3	2	3	5	31		9
Akkerbouwgroenten Erwten (groen te oogsten)	x	1	3	3	3	3	x	x	x	x	13	26	8
Aardappelen Pootaardappelen Pootaardappelen, totaal	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	22		7
Suikerbieten	4	3	2	2	2	2	2	1	1	2	21		6
Aardappelen Consumptieaardappelen Consumptieaardappelen	1	2	2	2	3	2	2	1	2	3	20		5
Granen Gerst Gerst, winter	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	13		4
Granen Tarwe Tarwe, winter	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	12		2
Granen Gerst Gerst, zomer	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	12		2
Granen Tarwe Tarwe, zomer	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	12		2

In tabel 5 zijn per gewas en per teeltadviseur de beoordeling te zien van de moeilijkheid van de onkruidbestrijding. De punten zijn per gewas opgeteld om zo een conclusie te kunnen trekken uit welk gewas met de onkruidbestrijding het moeilijkst is. Op de plekken waar X is ingevuld heeft een teeltadviseur geen ervaring met dit gewas. Om de puntaantallen gelijk te trekken zijn de totaal punten van deze gewassen gedeeld door het aantal adviseurs met ervaring keer het totaal aantal teelt adviseurs. Om zo toch een representatief beeld te kunnen geven. Het gewas met het hoogst aantal punten voor moeilijkheid heeft 13 punten gekregen om vervolgens weer terug te nummeren naar het makkelijkste gewas. Gewassen met gelijk aantal punten zijn de punten bij elkaar opgeteld en verdeeld over deze gewassen.

3.1.5 Fytotoxiciteit

Zoals eerder beschreven kunnen sommige herbiciden zorgen voor een fytotoxisch effect. Dit is schade door de toepassing van een gewasbeschermingsmiddel, waardoor fysiologische processen in de plant of delen van de plant ongunstig worden beïnvloed. (Ctgb, 2015) Dit betekent dat het gewas waarin de herbicide is toegepast schade/groeiachterstand kan ontstaan. In sommige gewassen waarin onkruid lastig te bestrijden is, weegt deze groei-stand wel op tegen het bestrijden van het onkruid. In gewassen waarbij gewasremming door herbiciden een grote rol, speelt kan de spotsprayer een uitkomst bieden. Onkruidbestrijding met de spotsprayer is zeer plaats specifiek waardoor er een minder fytotoxisch effect is als bij een volvelds behandeling.

Omdat er weinig data bekend is en de zichtbaarheid van fytotoxiciteit nogal afhankelijk is van groeiomstandigheden, is ervoor gekozen om de fytotoxiciteit van gewassen te beoordelen op ervaring van teelt adviseurs. Hiervoor zijn tien teeltadviseurs benaderd en gevraagd om een mini-enquête in te vullen. Waarbij ze de fytotoxiciteit van gewassen hebben beoordeeld naar hun ervaring. Dit is beoordeeld door punten te geven van 1 tot 5 waarbij 1 weinig zichtbare fytotoxiciteit en 5 veel zichtbare fytotoxiciteit. De resultaten zijn zichtbaar in de tabel hieronder.

Tabel 6 fytotoxiciteit per gewas

gewassen:	Teelt adviseur 1	Teelt adviseur 2	Teelt adviseur 3	Teelt adviseur 4	Teelt adviseur 5	Teelt adviseur 6	Teelt adviseur 7	Teelt adviseur 8	Teelt adviseur 9	Teelt adviseur 10	totaal:	omreken:	punten:
Akkerbouwgroenten Uien Zaaiuien	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	39		13
Akkerbouwgroenten Witlofwortel	4	4	3	4	3	4	3	3	3	2	33		11
Akkerbouwgroenten Uien Poot- en plantuien	4	3	4	4	4	3	3	3	2	3	33		11
Akkerbouwgroenten Spinazie	x	x	3	3	4	x	x	x	x	x	10	33	11
Akkerbouwgroenten Winterpeen	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	28		9
Akkerbouwgroenten Erwten (groen te oogsten)	x	x	2	3	3	3	x	x	x	x	11	27,5	8
Aardappelen Pootaardappelen Pootaardappelen, totaal	2	2	2	3	3	3	2	2	2	1	22		6,5
Suikerbieten	4	3	2	2	2	2	2	2	1	2	22		6,5
Aardappelen Consumptieaardappelen Consumptieaardappelen	2	2	2	2	3	2	2	3	1	1	20		5
Granen Gerst Gerst, zomer	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	15		3,5
Granen Gerst Gerst, winter	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	15		3,5
Granen Tarwe Tarwe, winter	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1	14		1,5
Granen Tarwe Tarwe, zomer	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1	14		1,5

In tabel 6 is per gewas en per teeltadviseur de beoordeling te zien van de hoeveelheid zichtbare fytotoxiciteit. De punten zijn per gewas opgeteld om zo een conclusie te kunnen trekken in welk gewas de meeste fytotoxiciteit zichtbaar is. Op de plekken waar X is ingevuld heeft een teeltadviseur geen ervaring met dit gewas. Om de puntaantallen gelijk te trekken zijn de totaal punten van deze gewassen gedeeld door het aantal adviseurs met ervaring keer het totaal aantal teeltadviseurs. Om zo toch een representatief beeld te kunnen geven. Het gewas met het hoogst aantal punten voor zichtbare fytotoxiciteit heeft 13 punten gekregen om vervolgens weer terug te nummeren naar het gewas met de minste fytotoxiciteit. Gewassen met gelijk aantal punten zijn de punten bij elkaar opgeteld en verdeeld over deze gewassen.

3.1.6 Puntentelling

Om drie gewassen te selecteren worden alle punten van de vijf beoordelingscriteria bij elkaar opgeteld. De gewassen met de meeste punten is geschikt om mee te nemen in de rest van het verslag.

Tabel 7 Puntentelling totaal gewaskeuze

Gewassen	Areaal	Saldo	kosten	onkruid bestrijding	Moelijkheid onkruid bestrijding	Fytotoxiciteit	Totaal:
Granen Tarwe Tarwe, winter	13	5	8	2	1,5		29,5
Aardappelen Pootaardappelen Pootaardappelen, totaal	12	13	3	7	6,5		41,5
Akkerbouwgroenten Uien Zaaiuien	11	9	13	12	13		58
Aardappelen Consumptieaardappelen Consumptieaardappelen	10	8	5	5	5		33
Suikerbieten	9	7	11	6	6,5		39,5
Akkerbouwgroenten Winterpeen	8	11	9	9	9		46
Akkerbouwgroenten Witlofwortel	7	10	12	13	11		53
Granen Gerst Gerst, zomer	6	2	2	2	3,5		15,5
Granen Tarwe Tarwe, zomer	5	3	4	2	1,5		15,5
Akkerbouwgroenten Erwten (groen te oogsten)	4	6	5	8	8		31
Granen Gerst Gerst, winter	3	4	6	4	3,5		20,5
Akkerbouwgroenten Uien Poot- en plantuien	2	12	10	11	11		46
Akkerbouwgroenten Spinazie	1	1	7	10	11		30

In tabel 7 zijn de punten van de vijf beoordelingscriteria bij elkaar opgeteld. Hoe hoger het puntenaantal, hoe kansrijker het gewas voor onkruidbestrijding met de spotsprayer. De top drie gewassen die het meest kansrijk zijn voor onkruidbestrijding met de spotsprayer zijn:

1. Uien (zaai en plantuien)
2. Witlof
3. Wortelen

Met 58 punten zijn zaaiuien het meest kansrijk is voor onkruidbestrijding met de spotsprayer. Het tweede gewas is dit witlof met 53 punten. Het derde gewas is winterpeen met 46 punten. Dit puntenaantal is gelijk met het puntenaantal van poot- en plantuien, deze kunnen meegenomen worden met de zaaiuien als uien algemeen.

3.2 Deelvraag 2 Welke onkruiden vormen de grootste problemen in het huidige teeltsysteem bij deze gewassen?

Uien, wortels en witlof zijn alle drie gewassen met een langzame begin ontwikkeling. Hierdoor duurt het lang voordat het gewas het onkruid onderdrukt, waardoor onkruiden veel kans hebben in deze gewassen. Naast de probleem onkruiden is het belangrijk om de basis van de onkruidbestrijding goed in beeld te hebben. Bij de chemische onkruidbestrijding is de middelkeuze en dosering zeer afhankelijk van stand, groeistadium en omstandigheden. In dit hoofdstuk is het standaard advies beschreven en is beschreven wat de probleem onkruiden zijn in deze teelten.

3.2.1 Huidige manier chemische onkruidbestrijding uien:

De onkruidbestrijding van de zaaiuien begint na het zaaien met bodem herbiciden. Zaaiuien is een gewas wat lang openblijft waardoor het belangrijk is dat deze bodem herbiciden goed aanslaan. Vlak voor opkomst kunnen kleine onkruiden afgebrand worden met glyfosaat. Hieronder is een basis schema te zien wat er mogelijk is voor opkomst van de uien.

Meteen na zaai

☐ Stomp	1,0 – 2,0 l/ha	Toevoegen op lichte gronden om inspoeling te verminderen
☐ Concrete	0,4 l/ha	

Vlak voor opkomst aanvullen (indien nodig)

☐ Stomp	1,0 l/ha
--------------------------------	----------

2 dagen voor opkomst kan stomp gemengd worden met:

☐ Viking	2,0 – 6,0 l/ha	Eventueel aanvullen met Kantor: 0,15 l /100 Liter water
☐ Roundup Ultimate	2,5 l/ha	

(Profytodsd, 2023)

Na opkomst wordt er in de zaaiuien teelt voornamelijk gewerkt met een combinatie van bodem- en contactmiddelen. De keuze van middelen is hier zeer afhankelijk van de omstandigheden en groeistadium. Onder droge omstandigheden wordt er meer gebruik gemaakt van contactmiddelen en met natte omstandigheden bodemmiddelen. Hierbij is bodemmiddel Boxer de enige die zowel een werking op bodem heeft als contact. Hieronder is een basis schema te zien voor onkruidbestrijding na opkomst.

Droge omstandigheden “grijze grond” combinaties

☐ Lentagran	0,5 l/ha	max. 4x	5 dgn. Interval	Totaal 1,5 l/ha	VT 56 dgn.
☐ Basagran	0,5 l/ha	max. 3x	7 dgn. Interval	Totaal 1,5 l/ha	VT geen
☐ Starane Top	0,15 l/ha	max. 2x	14 dgn. Interval	Totaal 0,3 l/ha	VT geen
☐ Boxer	1-1,5 l/ha	max. 5x		Totaal 5,0 l/ha	

Vochtige omstandigheden “zwarte grond” combinaties

☐ AZ 500	0,2 l/ha				
☐ Dual Gold*	0,75 l/ha	max. 4x	7 dgn. Interval	Totaal 1,5 l/ha	
☐ Wing P	2,0 l/ha	max. 2x	0,45 l/ha Concrete toevoegen om inspoeling te verminderen		

*Dual gold niet op zandgronden, zie “zandzoeker” Syngenta
(Profytodsd, 2023)

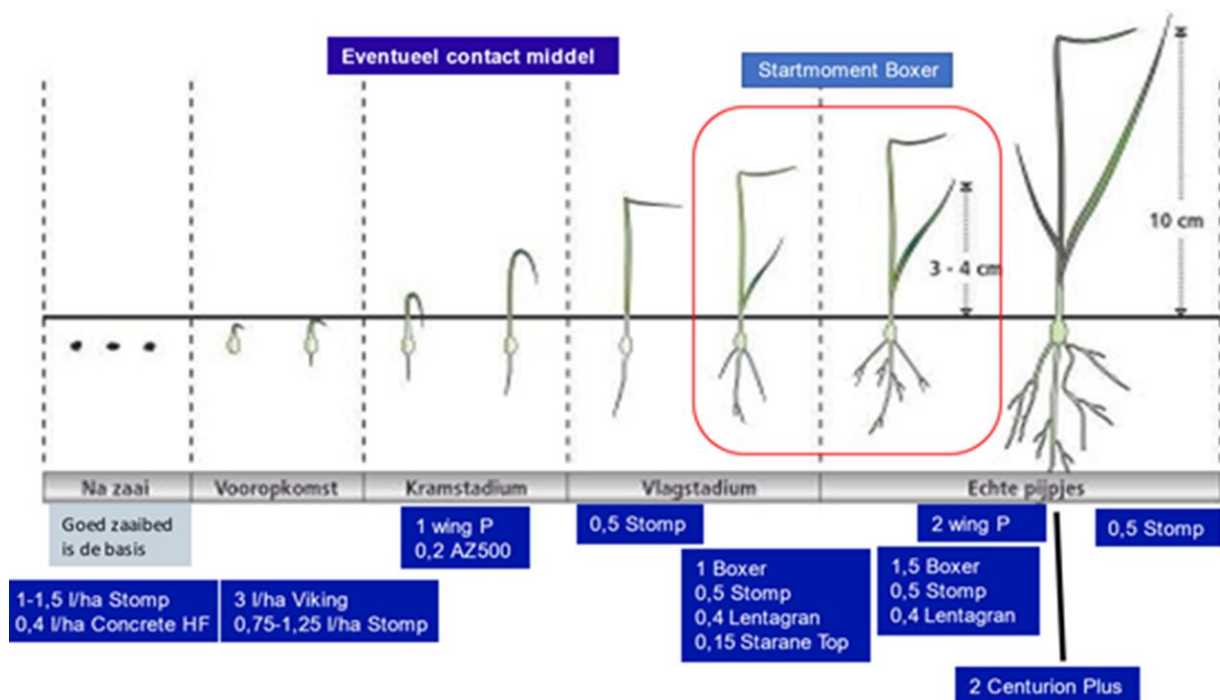
Bij percelen met veel grasachtige onkruiden is het mogelijk om deze aan te pakken met Centurion Plus en Fusilade Max zoals hieronder te zien is.

□ Centurion Plus 1,0 – 2,0 l/ha VT 56 dgn.
 Bij klein tuintjesgras 1 l/ha
 Let op toepassingsvoorwaarden!

□ Fusilade Max 3,0 l/ha max 1x VT 28 dgn.

(Profytopdsd, 2023)

Om het geheel in een overzicht te zien, is in het figuur hieronder een basis schema te zien. In het schema is duidelijk zichtbaar gegeven in welk stadium wat mogelijk is. Hierbij is het belangrijk om te onthouden dat onkruidbestrijding maatwerk blijft op ieder perceel.



Figuur 7 Onkruidbestrijding schema (Profytopdsd, 2023)

3.2.2 Probleem onkruiden uienteelt.

Uit interviews met vijf teeltbegeleiders uit Flevoland, blijkt dat: kruiskruid, distels en aardappelopslag de drie onkruiden zijn die het lastigst te bestrijden zijn. Volgens de teeltbegeleiders is het kruiskruid goed onder controle te houden als de hele onkruidbestrijding op het juiste moment gebeurt onder de juiste omstandigheden. Als er een gat valt in de onkruidbestrijding door weersomstandigheden, of door droogte werken de bodemherbiciden minder goed, kan kruiskruid snel een probleem worden. Kruiskruid zaait snel uit waardoor het later in het seizoen een groot probleem kan worden. Hiernaast zijn distels en aardappelopslag ook een groot probleem in de uienteelt. De meest effectieve manier van bestrijden is aanstippen met glyfosaat. Beide onkruiden kunnen met branders als Starane Top worden gepest zodat ze klein blijven, maar hiervan gaan ze niet kapot. Vanuit het oogpunt van bedrijfshygiëne is het zeer belangrijk dat de aardappelopslag bestreden. (Venema, Backx, Sijsma, Hale, & Ballast, 2023)

3.2.3 Huidige manier chemische onkruidbestrijding wortels:

Na het zaaien is het mogelijk om vooropkomst Centium in combinatie met Stomp of Challenge toe te passen. Zoals hieronder beschreven.

Voor opkomst

☐ Centium 0,15 – 0,25 l/ha

In combinatie met:

☐ Stomp* 2,0 l/ha Max. 1x

☐ Challenge** 1,5 l/ha Max. 1x let op toepassingsvoorwaarden! VT 70 dgn.

***Let op toepassingsvoorwaarde:** 90% DRT 1,5 meter teeltvrije zone.

****Let op toepassingsvoorwaarden:** interval 25 dgn.

90% DRT t/m 1 l/ha 1,5 meter teeltvrije zone, hogere dosering 2,5 meter!

(Profytodsd, 2023)

Na opkomst is qua onkruidbestrijding het volgende mogelijk.

Na opkomst vanaf 2 echte blaadjes

☐ Sencor 0,05 – 0,1 l/ha Max. 3x 7 dgn. Interval VT 60 dgn.
200 ltr water en fijne druppel

☐ Challenge** 1,0 l/ha Max. 1x VT 70 dgn.

☐ Boxer 2-3 l/ha Max. 2x 5 dgn. Interval VT geen.

☐ 0,3 l/ha Kantor (als eerste in de tank)

****Let op toepassingsvoorwaarden:** interval 25 dgn.

90% DRT t/m 1 l/ha 1,5 meter teeltvrije zone, hogere dosering 2,5 meter!

(Profytodsd, 2023)

Om eventueel grassen te bestrijden in de teelt is het mogelijk de onderstaande producten toe te passen.

☐ Centurion Plus * 1,0 – 2 l/ha VT 48 dgn.

☐ Focus Plus 1,0 – 5,0 l/ha VT 35 dgn.

☐ Fusilade Max 1,0 – 2,0 l/ha VT 56 dgn.

***Let op toepassingsvoorwaarden:** Bijv. 90% DRT dop en teeltvrije zone 1,5 meter

(Profytodsd, 2023)

Hierbij blijft het belangrijk om stand, groeistadium en omstandigheden per perceel goed in de gaten te houden. De onkruidbestrijding blijft per perceel maatwerk.

3.2.4 Probleem onkruiden Wortelteelt.

Uit interviews met vijf teeltbegeleiders uit Flevoland, is gebleken dat: zwarte nachtschade en aardappelopslag de grootste probleemonkruiden zijn in de wortelteelt. Door veel te schoffelen, aanaarden en kappenspuiten met glyfosaat kan veel bestreden worden. Sinds het middel Linuron weg is, is het bestrijden van nachtschade in wortels een probleem geworden. Alle mixen in de wortels zijn ook aardappelmiddelen. De nachtschade is familie van de aardappel waardoor hij slecht te bestrijden is met de toegelaten middelen. Vroeg beginnen met Boxer en Sencor met een uitvloeier in kiemplant stadium. Op deze manier kan Nachtschade enigszins onder controle worden houden. In het kiemplant stadium van de wortel moet worden opgelet dat de wortels niet worden beschadigd. Zwarte nachtschade groeit namelijk even snel als de wortels zelf. Deze probleemonkruiden kunnen dus het effectiefst worden bestreden door ze handmatig aan te stippen met Glyfosaat. Dit kost veel arbeid maar is wel het effectiefst. (Venema, Backx, Sijtsma, Hale, & Ballast, 2023)

3.2.5 Huidige manier chemische onkruidbestrijding witlof:

Witlof is een gewas wat in het begin langzaam ontwikkeld en zeer gevoelig is voor onkruidbestrijding. Hieronder is een schema te zien met mogelijkheden voor onkruidbestrijding in de witlof.

Met ruggen maken

☐ Bonalan*	8 l/ha	inwerken met ruggenvrezen
-----------------------------------	--------	---------------------------

Voor opkomst

☐ Setanta Flo	2/2,5 l/ha
☐ Kerb Flo	2/2,5 l/ha

Na opkomst

☐ AZ 500	0,2 l in 3x	30 ml/ha → 70 ml/ha → 90 ml/ha
☐ Safari*	7 gr/ha	begin seizoen
	15 gr/ha	later in seizoen
☐ Dual Gold**	0,1/0,3 l/ha	Kan niet in alle rassen!!!

* 2023 Laatste jaar.

** Dual gold niet op zandgronden, zie “zandzoeker” Syngenta (Profytodsd Sijtsma, 2023)

De middelen Bonalan en de Safari vervallen eind 2023. In het begin van de teelt is het witlof plantje zeer gevoelig. Het is daarom belangrijk om de dosering van een middel aan te passen op het stadium van het gewas. Zoals bij AZ 500 en Safari te zien is. In het begin kan het middel gebruikt worden in een lage dosering waar later, als het gewas groter is een hogere dosering mogelijk is. Hierbij blijft de onkruidbestrijding weer maatwerk.

3.2.6 Probleem onkruiden Witlofteelt.

Uit interviews met vijf teeltbegeleiders uit Flevoland, is gebleken dat: kruiskruid en melde de grootste probleemonkruiden zijn in de witlofteelt. Tussen de rijen wordt al veel geschoffeld. Dit kan vrij scherp waardoor alleen onkruiden in de rij echt een probleem zijn. Als de AZ 500 niet slaagt is kruiskruid een probleem. Met Bonalan aan de basis is melde geen probleem. Als volgend jaar Bonalan en Safari wegvallen zijn eigenlijk alle onkruiden in de rij een probleem. In de witlof wordt veel geschoffeld en tunnel gespoten. Door het beperkt aantal middelen en mogelijkheden wordt het steeds lastiger om onkruiden in de rij aan te pakken. Vroeger was één keer schoffelen voldoende. Nu moet er minstens twee tot drie keer geschoffeld worden. Met het wegvallen van al deze middelen, is er net als in de bio veel meer arbeid nodig om onkruid handmatig weg te halen. (Venema, Backx, Sijtsma, Hale, & Ballast, 2023)

3.3 Deelvraag 3 Welke stadium en omstandigheden zijn van toepassing bij deze gewassen voor onkruidbestrijding met de spotsprayer?

De informatie uit deze deelvraag is afkomstig van interviews met teeltadviseurs, een gebruiker en een productspecialist van de spotsprayer. Bij deze deelvraag is een bestrijdingsstrategie van onkruiden met de spotsprayer geformuleerd om zo tot het teelt technisch advies te komen in de conclusie.

3.3.1 Mogelijkheden van de spotsprayer in de Uien, Wortels en Witlof

Zoals in hoofdstuk 1.5 beschreven zijn er twee mogelijkheden om herbiciden toe te dienen in de gewassen. Eén methode voor het toepassen van selectieve herbiciden. De spotsprayer herkent het gewas en spuit het onkruid ook al staat deze dicht op het gewas. De andere methode is het toepassen van niet selectieve herbiciden zoals glyfosaat. Hierbij wordt gewerkt met een "safety zone" of wel veilige modus dit houdt in dat de spotsprayer een veiligheidszone creëert van minimaal één centimeter rondom het gewas, zodat contact met het gewas vermeden wordt.

De mogelijke gewassen waar de spotsprayer nu in kan werken zijn:

- Suikerbiet
- Katoen
- Koolzaad
- Mais
- Sojabonen
- Snijbonen
- Spinazie
- Uien
- Chicorei
- IJsbergsla
- Sla
- Granen*
- Peen*
- Al het groen op braakland
- Alle onkruiden in sportvelden

De specifieke onkruiden die de spotsprayer kan herkennen zijn:

- Aardappelopslag
- Distels (in gras)
- Ridderzuring (in gras)

**in ontwikkeling*

(Ecorobotix, 2022)

Van de eerdergenoemde probleem onkruiden (zie deelvraag 2), kan de spotsprayer alleen de aardappelopslag herkennen en gericht bestrijden. Distels kan de spotsprayer wel herkennen in grassen, maar hier zijn nog weinig ervaringen mee binnen akkerbouw. De spotsprayer wordt tot nu toe het meest ingezet in bieten en uien om aardappelopslag te bestrijden. De machine kan alle onkruiden bestrijden die hij niet herkent als gewas.

Momenteel is er de optie om te selecteren welke onkruiden bestreden moeten worden. Er is de mogelijkheid om te kiezen voor alle onkruiden, voor breedbladige onkruiden of alleen grassen. (Wolters, 2023)

Echter is de afweging hierbij wel dat de spotsprayer veel onkruiden herkent als er veel onkruid aanwezig is in het gewas. Hierdoor kan de spotsprayer bijna volvelds gaan werken, waardoor het doel van de spotsprayer niet wordt gebruikt en het efficiënter is om de bespuiting met een veldspuit uit te gaan voeren. Vanuit praktisch oogpunt is het handiger om de grassen en de breedbladige apart te bestrijden. Van twee liter Centurion gaan meestal alle grassen wel kapot. (Sijtsma, 2023) Van de grassen bestrijding hebben de gewassen meestal geen last van gewasreactie. Hierdoor is het minder interessant om deze te bestrijden met de spotsprayer. Het zou wel een mogelijkheid zijn om middel te besparen. De grassen bespuiting is meestal een aparte bespuiting van de breedbladige onkruiden. Omdat Centurion in een mix een rare gewasreactie kan geven. (Sijtsma, 2023) Het zou in verband met de poging tot middel besparing niet logisch wezen. Om de grassen en breedbladige bestrijding in een bespuiting te doen met de spotsprayer. Er worden dan herbiciden voor breedbladige op de grassen gespoten en herbiciden voor grassen op breedbladige onkruiden toegepast. Meestal wordt er vrij lang gewacht met de grassen bestrijding, om er zeker van te zijn dat er zoveel mogelijk grassen staan. De bestrijding van de breedbladige begint juist zo vroeg mogelijk, omdat deze dan op zijn kwetsbaarst zijn. (Sijtsma, 2023)

Het gewasstadium dat de spotsprayer gebruikt kan worden is vanaf het begin tot dat het gewas sluit. Is dit het ideale stadium? Nee, maar dat ligt er wel aan welk probleem er moet worden opgelost en wat belangrijker is. (Wolters, 2023) Als de prioriteit op zoveel mogelijk aardappelopslag bestrijden ligt. Is het beter om te wachten met bestrijden tot dat alle aardappels boven staan. Anderzijds is dat hoe later je begint met bestrijden hoe meer kans dat er schade gespoten wordt in het gewas.

Het stadium van de aardappelopslag is belangrijker dan het stadium van het gewas. De aardappel moet minimaal 15 cm zijn om goed middel op te nemen. Ongeveer net zo groot als de bolling van een hand. Als de aardappel net boven komt heeft de aardappel zo veel opwaartse sapstroom dat de aardappel het middel slecht opneemt. Waardoor hij niet of nauwelijks kapotgaat van de bestrijding. (Hale, 2023) Belangrijk is dat de planten 's ochtends droog zijn van de dauw (Rijndsen, 2017)

De omstandigheden om met de spotsprayer te werken zijn belangrijk. Het liefste geen wind maximaal tot 4m/s. Bij meer windt, waait het onder de kap door en, wordt de machine minder nauwkeurig. Onder sommige omstandigheden, als het harder waait, is het mogelijk om door te gaan als de machine in de veilige modus gebruikt wordt. Dit heeft met betrekking tot nauwkeurigheid niet de voorkeur. (Dijk, 2023)

Als er met Glyfosaat in de machine gewerkt wordt, dan is er altijd kans dat er schade gespoten wordt. Dit loopt snel naar 5 tot 6 procent. Met veel aardappelopslag kan dit oplopen naar 10 procent, dit kan het waard zijn als er veel werk wordt bespaard. Het ligt eraan hoe een teler er in staat aldus teeltadviseur Hale. Accepteert de teler de schade, met het resultaat dat er geen opslag meer staat of wil de teler schade beperken met als gevolg dat de laatste opslag planten handmatig verwijderd moeten worden. Een mens kan ook 10 procent wegsprengen wanneer er veel opslag staat. (Hale, 2023)

Het grootste nadeel van de spotsprayer is de capaciteit en de korte periode dat er mee gewerkt kan worden. In totaal zijn er maar vier tot zes weken tijd om op het goede moment bezig te zijn. Het aantal werkbare dagen in deze periode is afhankelijk van omstandigheden zoals regen en wind. Dan is de vraag hoeveel spuitbare dagen er overblijven. (Hale, 2023)

Schoffelen en kappenspuiten kan langer door gaan omdat er dan onder het loof door wordt gewerkt. (Venema, Backx, Sijtsma, Hale, & Ballast, 2023)

3.3.2 Mogelijkheden en ervaring in de uien

Van alle gewassen werkt de spotsprayer tot nu toe het beste in de uien. (Wolters, 2023) Volgens Wolters is het nu leren welke middelen er gebruikt gaan worden en wanneer er gewerkt wordt met de veiligheidszone aan of uit. Hierin is al heel wat leergeld betaald omdat er met proeven wel eens wat te pittige mixen gespoten zijn. Door het gebruik van de spotsprayer worden de bespuitingen anders gedaan dan dat telers gewend zijn. (Wolters, 2023)

Om alle breedbladige onkruiden te pakken is een combinatie nodig. Afhankelijk van het stadium en hoe het gewas is afgehard, wordt de dosering van het middel bepaald. Vanaf drie cm echte pijp is het mogelijk om te beginnen met de onkruidbestrijding. Een goede mix van contact herbiciden zou kunnen zijn:

0,18 l/ha Starane Top

0,4 l/ha Lentagran

1 l/ha Boxer

De dosering kan hoger omdat er plaats specifiek gewerkt wordt. Ditzelfde effect zou kunnen worden bereikt door 1 liter olie toe te voegen. Olie verbetert de opname van de middelen in de plant, en versterkt het brandend effect van de onkruidmiddelen. Dezelfde combinatie zonder olie, zou in de veldspuit gebruikt kunnen worden voor een volvelds toepassing. De dosering blijft afhankelijk van wat er al gespoten is en het stadium van de ui. De combinatie zou uitgebreid kunnen worden met één liter Wing p per hectare. Dit middel heeft voornamelijk bodemwerking, maar versterkt in combinatie de contactwerking van de andere middelen.

Beginnen met spotsprayeren in de uien tegen aardappelopslag kan vanaf tien cm eerste pijp. Als de tweede pijp er net aankomt, dan staan de uien het meest rechtop waardoor de kans het kleinst is dat de uienplanten geraakt worden. (Hale, 2023)

Voor de bestrijding van aardappel opslag is het mogelijk om 1,5 liter of twee keer 0,75 liter Starane top omgerekend per hectare. (Hale, 2023). Starane Top in uien geeft bij aardappelopslag pas laat een echt remmend effect. Dit geeft nog altijd een vermeerdering van AM en bij een hoge inzet zijn er kwaliteitsrisico's bij uien. (Rijndsen, 2017) Van Starane Top mag er per teeltcyclus 0,3 liter per hectare gebruiken. (Ctgb, 2023) Voor aardappelopslag wordt er gebruikt gemaakt van een hoge dosering van omgerekend 1,5 liter per hectare. Omdat dit niet volvelds wordt gebruikt maar plaats specifiek, wordt er afhankelijk van de hoeveelheid onkruiden minder per hectare gebruikt.

Om de aardappelopslag aan te pakken zal er Glyfosaat moeten worden gebruikt. Echter gaan de geraakte uien hierbij ook dood. Hiervoor zou het een optie zijn om de veilige modus te gebruiken. Bij het gebruik van Glyfosaat is het mogelijk om 4 liter Roundup te gebruiken met 1 liter Kantor of olie of 3 liter Roundup Dynamic, omgerekend per hectare. (Hale, 2023) Roundup Dynamic heeft het voordeel dat alle hulpstoffen al in het middel zitten. (Dijk, 2023)

3.3.3 Mogelijkheden en ervaring in de Wortels

Het algoritme in wortels is nog in ontwikkeling. In Frankrijk en Spanje wordt er al geëxperimenteerd met dit programma. Wolters hoopt in Nederland ook enkele proeven te gaan doen bij mensen die een machine hebben staan. Deze testfase is wel zeer belangrijk om de techniek zo ver te kunnen krijgen. Om meer data te verzamelen moeten er gewoon meer foto's worden gemaakt en hoe meer machines er rijden hoe meer foto's er gemaakt worden en hoe beter de techniek. (Wolters, 2023)

Voor peen is het stadium om te beginnen vanaf minimaal tien centimeter loof. Vanaf vijftien tot twintig cm gaat het wortelloof al te veel hangen om nauwkeurig te kunnen werken. (Hale, 2023) Dit is een groot nadeel van spotspraken in de wortels. Als het loof te groot wordt waait het loof alle kanten op, waardoor er een tunnel nodig is om het loof te beschermen. Op die manier is bestrijding in de rij niet meer mogelijk. (Venema, Backx, Sijtsma, Hale, & Ballast, 2023)

Breedbladige onkruiden in peen bestrijden kan afhankelijk van het stadium, met de standaard bespuiting tegen breedbladige onkruiden. (Zie deelvraag 3.2.3) Eventueel kan de hoogste dosering aanhouden worden omdat er plaats specifiek gewerkt wordt. (Sijtsma, 2023)

Glyfosaat is de enige mogelijkheid om aardappel opslag kapot krijgen in de wortels. (Hale, 2023) Bij peen is een goed moment van inzet van glyfosaat belangrijk. Begin pas vanaf het moment dat de peen oranje kleurt, anders is er risico op vertakking van de peen. (Rijndsen, 2017) Hierbij geldt net als voor de uien een dosering van 4 liter Roundup met 1 liter olie of Kantor of 3 liter Roundup Dynamic, omgerekend per hectare. (Hill, 2023)

3.3.4 Mogelijkheden en ervaring in de witlof

Het algoritme voor witlof is er wel, alleen zijn er nog geen goede ervaringen mee aldus Wolters. (Wolters, 2023) Omdat er in witlof veel geschoffeld wordt, zijn voornamelijk onkruiden die in de rij staan een probleem. Hierin zou de spotsprayer een uitkomst kunnen bieden. Bij spotsprayeren in de witlof is het van belang dat er geen planten weg gespoten worden. Als er in de bieten een plant weg gespoten wordt, compenseren de bieten ernaast weer voor de weggespoten biet. Waardoor de opbrengst per hectare praktisch hetzelfde blijft. Bij witlof gebeurt dit ook, maar in witlof is dit niet wenselijk. In witlof wordt er betaald voor het aantal pennen in de juiste maat. Te dikke pennen worden niet of nauwelijks betaald. Waardoor het direct ten koste gaat van het saldo.

Om het loof van de witlof te beschermen zou er gebruik gemaakt kunnen worden van een tunnel. Maar het nadeel daarvan is dat er dan geen onkruid in de rij bestreden kan worden, waardoor er net zo goed geschoffeld of met de kappenspuit gewerkt kan worden. (Venema, Backx, Sijsma, Hale, & Ballast, 2023)

Witlof groeit redelijk plat. Meestal begint het schoffelen vanaf het moment dat de planten vijf cm zijn, bij ongeveer vier tot zes bladstadium. Aardappelopslag komt vaak pas later in de teelt. Dit komt doordat witlof ruggen pas vlak voor het zaaien worden gevreesd. (Hale, 2023)

Breedbladige onkruiden in witlof bestrijden kan met een combinatie van de onderstaande middelen.

0,2 l/ha Kerb

0,3 l/ha Dual gold

15 tot 20 gr/ha Safari (afhankelijk van het stadium)

Normaal worden er in witlof geen middelen in een mix gespoten. Dit is omdat herbiciden snel gewasreactie geven in witlof. In het geval van de spotsprayer zou dit wel mogelijk zijn omdat er plaats specifiek gewerkt wordt. Met deze mix is er een grote kans op gewasreactie. Deze mix is mogelijk tot het zes tot acht bladstadium. (Sijsma, 2023)

In de witlofteelt is Glyphosaat de enige herbicide die aardappelopslag kapot kan krijgen. Hierbij geldt net als voor de uien en de wortels een dosering van 4 liter Roundup met 1 liter olie of Kantor of 3 liter Roundup Dynamic, omgerekend per hectare. (Hale, 2023)

3.4 Deelvraag 4 Wanneer is onkruidbestrijding met de spotsprayer rendabel in deze gewassen?

Om te kunnen berekenen wanneer de onkruidbestrijding met de spotsprayer rendabel is. Is het belangrijk om inzicht te hebben in de kostprijs van de machine. Deze kostprijs wordt vervolgens vergeleken met de meeropbrengst of de besparingen die behaald worden met de spotsprayer. Zo geeft het een beeld wanneer de spotsprayer rendabel is.

3.4.1 Kostenprijs berekening ARA Spotsprayer

Tabel 8 Kostprijsberekening Ara spotsprayer (Doorgrond, 2022)

KOSTEN MACHINE				
In te vullen		Berekend		
Aanschafprijs machine	105000			
Jaren afschrijving	5			
Restwaarde	10000	Jaarlijkse afschrijving	€ 19.000,00	
Rente/reparaties/onderhoud	6%	Rente/reparatie/ onderhoud jaarlijks	€ 6.300,00	
Kosten trekker per uur	€ 30,00			
Kosten chauffeur per uur	€ 30,00	Kosten trekker per hectare	€ 15,00	
Kosten GBM per hectare	€ 15,00	Kosten chauffeur per hectare	€ 15,00	
Hectares per uur	2	Kosten GBM per hectare	€ 15,00	
Hoog salderende hectares per jaar	200	Afschrijving per hectare	€ 69,09	
Laag salderende hectares per jaar	75	Rente reparatie onderhoud per ha	€ 22,91	
		Totale kosten per hectare excl licentie		€ 137,00

De aanschafwaarde van de machine is 105.000 euro. Bij Doorgrond verwachten ze een restwaarde van 10.000 euro en schrijven ze de machine in vijf jaar af. In tegenstelling tot zeven jaar bij een normale veldspuit. (Belastingdienst, 2020)

Omdat het sterk varieert in welk middel, in welke combinatie van middelen er wordt gespoten en de hoeveelheid onkruid die er staat. Is er voor de berekening van de kosten van gewasbescherming een aanname gedaan. Wanneer er veel onkruiden staan, wordt er meer middel gebruikt, waardoor dit bedrag hoger zal worden. Gemiddeld in deze berekening bewerkt de machine twee hectare per uur. Er is in de berekening een aanname gemaakt van 275 bewerkte hectares per jaar.

Dit brengt de totale kosten van de spotsprayer op 137 euro per hectare, exclusief licentierechten.

Voor de licentie van de algoritmes wordt onderscheid gemaakt in twee categorieën: hoog en laag salderende gewassen. De licentie voor hoog salderende gewassen zijn de akkerbouw gewassen. De laag salderende gewassen zijn grassen en granen. De licentie kan op twee manieren betaald worden zoals in tabel 3 is weer gegeven.

Tabel 9 Model licentie betaling (Doorgrond, 2022)

Model 2				
Jaarlijkse support Doorgrond	€ 3.000,00			
Startpakket per jaar 3 algoritmen	€ 5.000,00	Support Doorgrond	€ 3.000,00	
Extra algoritmen per stuk	€ 1.000,00	Kosten algoritmen	€ 5.000,00	
Extra algoritme	0	Totale support en algoritmekosten per hectare:		€ 29,09
Model 1				
Algoritme hoog salderend	€ 50,00	Totale hoog salderende algoritme kosten	€ 10.000,00	
Algoritme laag salderend	€ 20,00	Totale laag salderende algoritme kosten	€ 1.500,00	
		Totale support en algoritme kosten per hectare:		€ 41,82

Bij model 1 wordt er per hectare afgerekend op het gebruik van de licentie van het algoritme. De aanname in deze berekening is, dat er voor 200 hectare gebruik wordt gemaakt van het algoritme voor hoog salderende gewassen. En voor 75 hectare aan laag salderende gewassen. Hierbij komen de totale licentie kosten op 41,82 per hectare. Dit tarief is inclusief de support van Doorgrond en geldt voor alle algoritmes die beschikbaar zijn voor de spotsprayer.

Bij model 2 wordt er per jaar een vast bedrag van 8.000 euro betaald. Dit is voor drie algoritmes en de support van Doorgrond. Een extra algoritme kost in dit model 1.000 euro. Dit model kost voor 275 hectare; 29,09 per hectare.

Dit brengt de totale kostprijs van de spotsprayer op:

- Hectare kosten model 1: € 178,82
- Hectare kosten model 2: € 166,09

(Doorgrond, 2022)

Het is afhankelijk het aantal hectares dat met de spotsprayer bewerkt wordt en of de mogelijkheid van vrije keuze uit meerdere algoritmes, voor welk model er gekozen wordt.

3.4.2 Opbrengst uit de machine voor de loonwerker

Om te berekenen wat de meerwaarde is van de spotsprayer, is in de tabel hieronder een voorbeeldberekening gemaakt voor de loonwerker.

Tabel 10 opbrengst machine loonwerker (Doorgrond, 2022)

OPBRENGSTEN MACHINE LOONWERKER			
Tarief hoog salderend per hectare	€ 250,00	Hoog salderende hectares per jaar	200
Tarief laag salderend per hectare	€ 100,00	Laag salderende hectares per jaar	75
		Financieel opbrengsten hoog salderend	€ 50.000,00
		Financieel opbrengsten laag salderend	€ 7.500,00
		Omzet:	€ 57.500,00
		Hectare kosten model 2:	€ 166,09
		Hectare kosten model 1:	€ 178,82
		Totale hectarekosten model 2:	€ 45.675,00
		Totale hectarekosten model 1:	€ 49.175,00
		Winst model 2:	€ 11.825,00
		Winst model 1:	€ 8.325,00

Voor de berekening is door Doorgrond een aanname gedaan voor het loonwerk tarief. Dit voorbeeld loopt door op de eerder gemaakte kostprijsberekening, waarbij 200 hectare aan hoog salderende gewassen wordt bewerkt en 75 hectare aan laag salderende gewassen. Als van de omzet de hectare kosten van model 1 of 2 worden afgehaald. Resulteert dit in een winst van:

- Winst model 2: € 11.825,00
- Winst model 1: € 8.325,00

(Doorgrond, 2022)

Het is belangrijk om in oog te houden dat deze berekening afhankelijk is van variabelen en aannames. En zal voor iedere bedrijf verschillen.

3.4.3 Opbrengst uit de machine voor de akkerbouwer

Om te berekenen wat de meerwaarde is van de spotsprayer voor de akkerbouwer, is in de tabel hieronder een voorbeeldberekening gemaakt.

Tabel 11 Opbrengsten machine voor de akkerbouwer (Doorgrond, 2022)

OPBRENGSTEN MACHINE AKKERBOUWER				
In te vullen		Berekend		
Besparing chemie per hectare	€ 80	Financiële besparing per hectare		€ 80
% meeropbrengst per hectare	3%			
Kiloprijs	€ 0,30			
Opbrengst kg per hectare	43000	Financiële meeropbrengst per hectare		€ 387,00
Uren arbeid bestrijden aardappelopslag	5			
Uurtarief bestrijden aardappelopslag	€ 25,00	Besparing arbeid aardappelopslag		€ 125,00
Kappenspuit per hectare	€ -	Kosten kappenspuit per hectare		€ -
Hectares per jaar	75			
		Totale saldostijging per hectare		€ 592,00
		Hectare kosten model 2:	€ 166,09	
		Hectare kosten model 1:	€ 178,82	
		Hectare kosten tarief loonwerker:	€ 250,00	
		Saldostijging inclusief machine model 2:		€ 425,91
		Saldostijging inclusief machine model 1:		€ 413,18
		Saldostijging inclusief tarief loonwerker:		€ 342,00
		Totale saldostijging bedrijf model 2:		€ 31.943,18
		Totale saldostijging bedrijf model 1:		€ 30.988,64
		Totale saldostijging bedrijf door loonwerker:		€ 25.650,00

Voor deze berekening zijn relatief veel aannames gemaakt. Deze geven echter wel een goed voorbeeld hoe een berekening gemaakt kan worden om de meerwaarde van de spotsprayer aan te duiden. Het voorbeeld loopt door op de kostprijsberekening die eerder gemaakt is.

In het voorbeeld in tabel 3 teelt deze akkerbouwer 75 hectare uien. Gemiddeld heeft hij 43.000 geproduceerd en heeft hij deze verkocht voor 0,30 euro per kilo. Doordat er plaats specifiek onkruid bestreden wordt, bespaard de akkerbouwer 80 euro per hectare op gewasbeschermingsmiddelen. Door het plaats specifiek werken worden niet alle uien geremd door de fytoxiciteit van de herbiciden. Hierdoor wordt er een verwachte meer opbrengst gerealiseerd van 3%. In het voorbeeld verwacht de akkerbouwer vijf uur arbeid te besparen op de bestrijding van de aardappelopslag per hectare.

Totaal resulteert dit in een opbrengststijging van 592 euro per hectare. Van deze opbrengststijging worden de kosten van model 1 of 2 vanaf gehaald of de kosten voor het laten komen van de loonwerker. Dit kan de akkerbouwer over zijn uien areaal van 75 hectare een saldo stijging opleveren van:

- Totale saldostijging bedrijf model 1: € 30.988,64
- Totale saldostijging bedrijf model 2: € 31.943,18
- Totale saldostijging bedrijf door loonwerker: € 25.650,00

(Doorgrond, 2022)

De berekening wanneer de spotsprayer rendabel is, is afhankelijk van te veel factoren om een goed eenduidig antwoord te kunnen geven. De kosten moeten worden terugverdiend worden in de besparing of in de meeropbrengst. In het voorbeeld wordt er met deze berekening een goed voorbeeld gegeven, maar blijft afhankelijk van veel variabelen. Het voorbeeld is gemaakt om inzicht te krijgen in kosten en opbrengsten. Deze is aan te passen naar de situatie van een klant door de cijfers aan te passen of eventueel door deze voor andere gewassen uit te werken.

3.5 Deelvraag 5 Wat is de mening van telers over het toepassen van de spotsprayer in de Flevolandse akkerbouw?

Om te onderzoeken of de spotsprayer geïmplementeerd kan worden in de Flevolandse akkerbouw, is het van belang om te weten wat telers vinden van de manier van onkruid bestrijden. Zij zijn uiteindelijk de eindgebruikers, die zelf een aanschaffen of een in loonwerk laten komen. Hiervoor zijn zes telers naar hun mening gevraagd om zo inzicht te krijgen in hun beweegredenen om de machine wel of niet toe te passen op hun bedrijf. De geïnterviewden blijven anoniem tijdens dit onderzoek, de referenties zijn op aanvraag beschikbaar. Hun bedrijven zijn wel globaal beschreven om zo een indruk te krijgen van hun bedrijf en bedrijfsomvang.

Interview A

Het bedrijf van akkerbouwer A is gevestigd in Swifterbant, Flevopolder. Het bedrijf beteelt totaal 70 hectare. Met de gewassen: tafel aardappelen, krotten, tarwe, wortels, uien en tulpen voor de verhuur.

Op het bedrijf wordt de onkruidbestrijding in de uien en wortels volvelds gedaan met de veldspuit. De wortels worden drie keer geschoffeld waarna de laatste onkruiden doormiddel van een lage dosering systeem worden aangepakt met de veldspuit.

De ondernemer ziet voor zijn bedrijf de kansen in het bestrijden van onkruiden boven op de wortel rug. Maar de ondernemer geeft aan dat de laatste onkruiden ook wel handmatig met de hak verwijderd kunnen worden als een bedrijf zoals hem maar een paar hectare heeft. Volgens de ondernemer is zijn bedrijf te klein waardoor de kosten te hoog zullen zijn. Het voordeel van de volvelds bestrijding met de veldspuit is dat alle minuscule onkruiden die de spotsprayer nog niet kan zien ook aangepakt worden. De ondernemer ziet in dat de machine steeds beter wordt, maar dat het wegvallen van gewasbeschermingsmiddelen ook doorgaat. Hierbij verwacht hij dat tegen de tijd dat spotsprayer uitontwikkeld is een heel deel van de toe te passen gewasbeschermingsmiddelen ook verdwenen is. De ondernemer verwacht niet dat de spotsprayer de oplossing zal bieden maar wel een deel van de oplossing kan zijn in het in stand houden van middelen.

Interview B

In de Flevopolder nabij Dronten is het bedrijf akkerbouwer van ondernemer B gevestigd. Het is een gangbaar bedrijf beteelt 100 hectare, waar voornamelijk pootgoed en consumptieaardappelen geteeld worden. Naast de aardappel teelt worden er meerdere gewassen verbouwd waarvan 11 hectare uien en 3,5 wortels.

In de uien en de wortels wordt het onkruid op de gangbare manier bestreden met de veldspuit. Mochten de onkruidbestrijding niet geslaagd zijn in de wortels, door bijvoorbeeld het niet aanslaan van de bodemherbiciden of als het met onkruid uit de hand dreigt te lopen, kiest de akkerbouwer ervoor om te schoffelen.

De ondernemer geeft aan dat hij nog niet overtuigd genoeg is van de techniek om het zomaar in te zetten. Hij geeft aan dat hij twijfels heeft over of de spotsprayer alle onkruidjes wel goed ziet en pakt. Met de veldspuit pak je deze vaak wel. Voor de bestrijding van de aardappel opslag ziet de ondernemer het wel zitten. Dit is volgens hem sneller rond te

rekenen. Als de kosten van handmatig dippen hoger zijn dan die van de loonwerker met de spotsprayer is de keuze minder moeilijk. Voor de toekomst ziet de ondernemer wel kansen. Door het plaats specifiek werken ben je toch efficiënter met je middel bezig waardoor je veel kan besparen verwacht hij.

In de uien ziet de ondernemer de meeste kansen. De onkruidbestrijding wordt hier steeds lastiger geeft hij aan door het wegvallen van middelen. De wortels zijn minder een probleem vindt de ondernemer. Doordat er in de wortels minder beteeld oppervlakte hebt kan er relatief veel en efficiënt geschoffeld worden, zo blijven alleen onkruiden in de rij een probleem.

De ondernemer zou zelf niet direct een spotsprayer aanschaffen. Zijn rede hiervoor is dat de machine vrij prijzig is en dat de bestaande veldspuit toch nodig blijft voor de andere bespuitingen. Als de bodem herbiciden goed aanslaan, staan er volgens de ondernemer al bijna geen onkruidjes meer. Ook vindt verwacht hij dat zijn areaal te klein is om z'n grote investering te doen. Een alternatief zou zijn om hem samen met iemand anders te gebruiken zodat de machine efficiënter benut kan worden. Uiteindelijk moeten de kosten tegen de meeropbrengst gaan zien. Dit moet hem zitten in de besparing aan middel en dat de uien minder geremd worden door de herbiciden. Dit is lastig rond te rekenen. Voor aardappelopslag is het makkelijker rond te rekenen geeft hij aan.

Interview C

Akkerbouwbedrijf C is gelegen boven in de Noordoostpolder in het dorp Bant. Het bedrijf beteelt totaal 72 hectare waarvan 3,5 hectare uien en 7,5 hectare witlof.

De huidige methode voor onkruidbestrijding op het bedrijf gaat doormiddel van de gangbare manier. Door het toepassen van bodemherbiciden voor opkomst. En later onkruid bestrijden doormiddel van contactherbiciden met een lage dosering. De uien worden niet geschoffeld, de witlof wel. De witlof wordt eerst een keer afgeschoffeld en een paar weken later weer aangeaard.

De ondernemer ziet als grootste kans van de spotsprayer de middelen besparing. Maar geeft ook aan dat de verminderde inzet van contact herbiciden ook minder remming op het gewas geeft. Hij maakt een vergelijking met bio telers: "daar groeien de uien in het begin soms vanzelf".

In de uien, witlof en bieten ziet de ondernemer de meeste kansen. De ondernemer geeft aan dat het gebruik volgens hem vooral in juni zal zijn voor de overgebleven onkruiden. Hij verwacht dat het niet mogelijk is om de volvelds bespuitingen in het begin over te slaan.

De spotsprayer zal rendabel gerekend moeten worden op de besparing van middelen en op het gebruik van minder vreemde arbeid. En deze vreemde arbeid is bijna niet te krijgen dus zul je wel moeten volgens de ondernemer. De ondernemer ziet als drempel dat de capaciteit lager ligt als de veldspuit en dat de machine vrij duur is. Om de machine rendabel te maken is het een optie om hem met meerdere mensen aan te schaffen.

Interview D

Akkerbouwer D heeft een akkerbouwbedrijf dichtbij Nagele in de Noordoostpolder. Het bedrijf teelt: pootaardappelen, tarwe, wortels, uien en verhuurd land voor de tulpen teelt. Het areaal wortels omslaat ongeveer 15 hectare en de uien ongeveer 3,5 hectare.

De ondernemer bestrijdt zijn aardappelopslag in de wortels met de rijenspuut. In de uien pakt hij dit handmatig aan met de dipstok met glyfosaat. Doordat de ondernemer een derde van zijn bouwplan tarwe heeft is er de mogelijkheid om veel onkruiden op te ruimen. In theorie zou er dan minder onkruid aanwezig zijn in de rest van het bouwplan volgens hem. De ondernemer geeft aan dat gewas altijd boven onkruid gaat. Zijn doel is om met de onkruidbestrijding op een zodanige manier in te zetten, zodat het gewas minimaal geremd wordt.

De ondernemer zou de machine willen inzetten als de onkruidbestrijding volvelds niet helemaal gelukt is. Dan kun er met de spotsprayer gericht gewerkt worden waardoor er op middel bespaard wordt. De ondernemer teelt zijn producten voor Albert Heijn. Hiervoor moet hij jaarlijks een reductie van gewasbeschermingsmiddelen laten zien. Voor hem zou de spotsprayer op dat gebied ook een kans bieden.

Op zijn bedrijf ziet de ondernemer de kansen voor de spotsprayer het grootst in de uien. In de wortels past de ondernemer de rijenspuut toe waardoor er weinig onkruiden over blijven. Wortels bossen snel aan waardoor onkruiden op de rij vrij vlot geen kans meer krijgen.

De ondernemer zou bereid zijn te investeren in de spotsprayer als bepaalde herbiciden alleen nog plaats specifiek toegediend mogen worden. Echter ziet de ondernemer de werkbreedte wel als nadeel omdat er meer door het gewas gereden moet worden.

Interview E

In Marknesse is het akkerbouwbedrijf van akkerbouwer E gevestigd. Het bedrijf beteelt 60 hectare waarvan 8 hectare uien en 4 hectare wortels.

De ondernemer bestrijdt zijn onkruid volvelds. Hij geeft aan dat je streng moet zijn met de onkruidbestrijding. Het is belangrijk dat je er bovenop zit voor een goed resultaat. Het bedrijf teelt veel graan in het bouwplan waarin de mogelijkheid is om goed op te schonen wat betreft onkruid. Aardappelopslag wordt handmatig aangepakt met de dipstok.

Een reden voor de ondernemer om de spotsprayer op zijn bedrijf in te zetten is zichzelf vrij te maken van de dipstok. Het handmatig bestrijden van aardappel opslag kost relatief veel tijd. Het is vaak tijdens de aardappel selectie periode. Waardoor de machine veel tijd zou besparen in deze periode. De kosten van de loonwerker vallen hem mee. De kappen spuit is wel goedkoper maar dan is de opslag die in de rij staat nog niet bestreden. En zowel met de spotsprayer, de kappenspuut en handmatig dippen maak je schade. Alleen met handmatig dippen ben je er zelf bij geeft de ondernemer aan.

In welke teelt de spotsprayer ingezet wordt is volgens de ondernemer afhankelijk van het bouwplan, als het gaat om aardappelopslag. De ondernemer teelt bieten na de aardappels dus zou hem hier als eert inzetten. Voor de onkruidbestrijding zou de ondernemer de machine minder snel inzetten. Omdat het gebruik van de volvelds bespuitingen toch nodig blijven om de bodemherbiciden toe te passen.

De ondernemer ziet de meeste kansen voor de spotsprayer in de aardappelopslag bestrijding. Als er jaar op jaar problemen zijn in de bestrijding van opslag, en er komen in de aardappels aardappelopslag op van drie jaar geleden heb je een groot probleem. Als dit voorkomen kan worden met deze machine kan het snel uit. De ondernemer ziet het niet zitten om zelf in een machine te investeren. Het loonwerktarief vindt de ondernemer niet duur waardoor hij het eerst aan de loonwerker zou overlaten.

Interview F

Akkerbouw bedrijf F is gevestigd in de Noordoostpolder in Espel. Het bedrijf is gespecialiseerd in de teelt, verwerking en trekt van witlof. Totaal heeft het bedrijf 510 hectare witlof. Waarvan 400 hectare gangbaar en 110 hectare biologisch. De teelt wordt uitgevoerd in eigen beheer en door andere akkerbouwers.

De onkruidbestrijding wordt op het bedrijf deels chemische en deels mechanisch uitgevoerd. Chemisch zo ver als mogelijk. Tussen de rijen wordt er drie keer geschoffeld. Een eerste keer afschijven en schoffelen. Een tweede keer schoffelen met een harkje door de paden. En een derde keer de ruggen weer aanaarden.

Een reden om voor onkruidbestrijding met de spotsprayer te gaan is het wegvallen van veel herbiciden de laatste jaren. De Bonalan en de Safari vallen komend jaar ook weg. Hierdoor zijn er weinig mogelijkheden meer om chemisch onkruid aan te pakken. De ondernemer is blij dat Roundup nog wel toegelaten is. Als we met dit middel tijdens de teelt een chemische bestrijding willen doen kom je toch op de spotspray techniek uit.

De kansen voor de spotsprayer ziet de ondernemer meer in de uien en de bieten als voor hem in de witlof. De spotsprayer is eerder getest op het bedrijf van de ondernemer. Hij vindt de machine nog niet nauwkeurig genoeg. Het viel hem tegen hoeveel goede planten er wegvielen. Maar de ondernemer ziet ook in dat er bij een dipper goede planten wegspuit, terwijl een dipper in theorie nauwkeuriger zou kunnen zijn. En deze arbeid kost ook geld. In witlof blijft het belangrijk om de plantjes die er zijn te behouden.

Daarnaast houdt de ondernemer de ontwikkelingen om zich heen goed in de gaten. En zet zijn vraagtekens bij de machine voor de toekomst. Als de gewasbeschermingsmiddelen er allemaal uitgaan in de toekomst. Dan is het de investering in de spotsprayer niet waard. Echter anderzijds is dat als middelen toegelaten blijven omdat ze alleen op deze alternatieve manier ingezet mogen worden biedt dit wel kansen.

Hoofdstuk 4 Discussie

In dit hoofdstuk worden de resultaten van dit onderzoek besproken. Hiernaast wordt er een reflectie gegeven over het onderzoek waarin besproken wordt wat een volgende keer beter zou kunnen.

4.1 Doelstelling

Dit rapport is geschreven om inzicht te krijgen in de kansen van onkruidbestrijding met de spotsprayer in Flevoland. De spotsprayer is nog maar kort in de praktijk en wordt nog maar door enkele bedrijven gebruikt. Om deze redenen is het interessant om de kansen en mogelijkheden van de machine te onderzoeken als nieuwe methode voor de onkruidbestrijding.

4.2 Deelvragen

Doormiddel van de deelvragen is er antwoord gezocht op de hoofdvraag van dit onderzoek “In hoeverre kan de spotsprayer worden geïmplementeerd voor de onkruidbestrijding in de Flevolandse akkerbouw?”. De resultaten van de deelvragen zijn hieronder kort beschreven. De hoofdvraag is beantwoord in de conclusie.

4.2.1 Deelvraag 1

Bij de eerste deelvraag is er gekeken welke gewassen het meest kansrijk zijn voor onkruidbestrijding met de spotsprayer. Van alle Flevolandse akkerbouwteelten waar de afgelopen drie jaar meer dan 500 hectare werd beteeld, zijn de gewassen beoordeeld op vijf criteria. De beoordelingscriteria zijn: areaal, teeltsaldo, kosten van de onkruidbestrijding, moeilijkheden van de onkruidbestrijding en fytotoxiciteit. Op basis van relevantie hebben de gewassen een score gekregen van 1 tot en met 13. Deze punten zijn opgeteld en hieruit is gebleken dat uien, wortels en witlof het meest kansrijk zijn voor onkruidbestrijding met de spotsprayer in Flevoland.

Deze resultaten zijn naar verwachting. Al kan er wel getwijfeld worden over de methode. In de methode is er een gelijk aantal punten gegeven aan alle beoordelingscriteria. Voor een volgende keer zou er gekeken kunnen worden om de beoordelingscriteria: onkruidbestrijding, moeilijkheden van de onkruidbestrijding en fytotoxiciteit zwaarder te laten wegen. Deze factoren hebben namelijk meer betrekken op de spotsprayer. Ook de betrouwbaarheid van de resultaten bij spinazie en erwten is te betwijfelen. Enkele teeltadviseurs gaven namelijk aan dat ze met deze gewassen weinig tot geen ervaring hadden. De resultaten van de adviseurs die er wel ervaring mee hadden, zijn daarom omgerekend om zo toch een gelijk beeld te krijgen.

4.2.2 Deelvraag 2

Bij de tweede deelvraag is er gekeken naar welke onkruiden het grootste probleem vormen in het huidige teeltsysteem bij de drie teelten van deelvraag 1; uien, wortels en witlof. Om antwoord te kunnen geven op deze vraag, zijn er interviews gehouden met teeltadviseurs. Uit deze interviews is gebleken dat de onkruiden die voor de meeste problemen zorgen kruiskruid, distels, aardappelopslag, zwarte nachtschade en melde zijn. De meest

voorkomende reden dat deze onkruiden een probleem zijn komt door de steeds meer wegvallende gewasbeschermingsmiddelen. Steeds meer gewasbeschermingsmiddelen zijn in Nederland niet meer toegestaan, waardoor deze onkruiden minder goed bestreden kunnen worden met chemische mogelijkheden.

De resultaten zijn naar verwachting. Toch kan er aan de betrouwbaarheid van deze interviews wel getwijfeld worden. Voor deze deelvraag zijn er vijf interviews afgenomen om te onderzoeken wat de probleem onkruiden zijn in de drie gewassen. Ondanks dat de teeltadviseurs redelijk op één lijn lagen met hun antwoorden, kan er worden getwijfeld of dit voldoende resultaat heeft opgeleverd.

4.2.3 Deelvraag 3

Voor de derde deelvraag is er gekeken welk stadium en omstandigheden van toepassing zijn bij de drie gewassen voor onkruidbestrijding met de spotsprayer. Voor de bestrijding van onkruiden in de teelten van uien, wortels en witlof, is het belangrijk om te weten in welk stadium en onder welke omstandigheden dit het beste kan. Hiervoor zijn eerst de mogelijkheden van de spotsprayer onderzocht. Hieruit is gebleken dat de spotsprayer het goed doet in de uien. In de uien wordt de spotsprayer nu al ingezet in de bestrijding van aardappelopslag en breedbladige onkruiden. In de witlof zijn er kansen voor de spotsprayer, maar hier is nog geen ervaring mee. Voor de wortels wordt er door Ecorobotix nog gewerkt aan een algoritme, hier kan de spotsprayer dus nog niet gebruikt worden en is dit toekomstmuziek. Voor de spotsprayer is het belangrijk dat het niet te hard waait als er mee gewerkt wordt. Dit gaat namelijk ten koste van de nauwkeurigheid. Afhankelijk van het stadium kunnen dezelfde middelen bij deze gewassen gebruikt worden als bij de standaard bespuiting. Het is belangrijk dat er goed gekeken wordt naar het stadium van het gewas en het stadium van het onkruid. Door hier goed naar te kijken kan de juiste dosering en het juiste middel worden toegediend op het juiste moment onder de juiste omstandigheden. De dosering zou met de spotsprayer hoger toegepast kunnen worden doordat er op gerichtere plaatsen wordt gespoten. Ditzelfde effect zou kunnen worden bereikt door olie toe te voegen aan de bespuiting met de spotsprayer. Het bepalen van het juiste stadium om met de spotsprayer te werken is afhankelijk van veel factoren. Bij twijfel wordt geadviseerd om te overleggen met de teeltadviseur.

Naast artikelen uit vakbladen is er weinig wetenschappelijke literatuur te vinden over dit specifieke onderwerp. Voor het beantwoorden van deze deelvraag is er daardoor veel gebruik gemaakt van de gekregen informatie uit de interviews.

4.2.4 Deelvraag 4

Bij deelvraag 4 is er gekeken wanneer de onkruidbestrijding rendabel is met de spotsprayer in de gewassen. De spotsprayer is rendabel als de kosten opwegen tegen de baten. Uit kostprijsberekening is gebleken dat de als spotsprayer bij 200 hectare hoog salderende gewassen en 75 hectare laag salderende gewassen, afhankelijk van het licentie model, 178,82 euro per hectare (model 1) of 166,09 euro per hectare (model 2) kost. Deze kosten zullen terugverdiend moeten worden door:

- De besparing op chemie
- Meeropbrengst per hectare door minder gewasremming van herbiciden
- De besparing aan arbeid voor het handmatig wieden of aardappelopslag bestrijden
- De besparing op andere onkruidbestrijdingsmethoden zoals: kappen/tunnel spuiten of schoffelen

Als deze besparingen/meeropbrengst hoger zijn dan de kosten, is het rendabel om de spotsprayer in te zetten. Omdat deze situatie afhankelijk is van veel variabelen, zal er per bedrijf en per perceel moeten worden gekeken of het rendabel is om de spotsprayer in te zetten.

De informatie van de berekeningen uit deze deelvraag is grotendeels afkomstig van Doorgrond.nl. Al berust alle informatie op aannemelijke getallen en waardes. Toch kan men zich afvragen hoe onafhankelijk deze informatie is. Zoals meermaals in dit verslag beschreven, zijn de aannames voor variabelen in de berekeningen te bediscussiëren en zullen per situatie bekeken moeten worden. Een paar voorbeelden van te bediscussiëren onderwerpen zijn: de kosten van gewasbescherming en de besparing. Dit is sterk afhankelijk van: welk middel er gebruikt wordt, in welke dosering dit gebruikt wordt en de hoeveelheid onkruid op het perceel. Zo wordt er ook een aanname gedaan van het percentage meer opbrengst, doordat er minder gewasremming is door de herbiciden. Dit percentage is een aanname. Dit zou een heel interessant vervolgonderzoek kunnen zijn voor een proef.

4.2.5 Deelvraag 5

Bij de vijfde deelvraag is er gekeken naar de mening van de telers over het toepassen van de spotsprayer in de Flevolandse akkerbouw. De mening van de ondernemers is positief, maar ze zien nog veel haken en ogen om de machine in te zetten. De ondernemers zien de meeste kans voor de machine in de uien. Vooral de besparing op herbiciden, minder gewasremming door de onkruidmiddelen en besparing op arbeid tijdens het bestrijden van aardappelopslag zien de ondernemers als grote voordelen. Het grootste nadeel van de spotsprayer vinden de telers dat het een grote investering is en dat er naast de spotsprayer een veldspuit nodig blijft voor het toedienen van bodemherbiciden.

De antwoorden van de geïnterviewden zaten op een lijn en waren naar verwachting. Doordat er gebruik gemaakt is van een semigestructureerd interview kan er aan de betrouwbaarheid van de interviews getwijfeld worden. Door de open vragen zijn de interviews lastiger te vergelijken om een betrouwbare conclusie uit te trekken. Ook is het bij dit type interview lastig om objectief te blijven, waardoor de kans op (sociaal) gewenste antwoorden groot was. Het aantal akkerbouwers en variatie binnen de geïnterviewden was niet erg groot, waardoor de resultaten betwijfelt kunnen worden. Zo ligt ook de verdeling wortel- en witloftelers niet gelijk. Dit zouden verbeterpunten kunnen zijn.

4.3 Reflectie

Het onderzoek is redelijk goed verlopen. Doordat de hoofd en deelvragen redelijk breed zijn geformuleerd is het lastig om een concreet antwoord te geven op de gestelde vragen. Dit is terug te merken bij het lezen in heel het verslag. Er komen geen bijzondere conclusies naar voren uit dit onderzoek. Desondanks zijn alle resultaten wel naar verwachting en zijn ze redelijk vanzelfsprekend. En zijn er meerdere mogelijkheden voor vervolgonderzoek.

Hoofdstuk 5 Conclusie

Met behulp van de resultaten van de deelvragen is in dit hoofdstuk antwoord gegeven op de hoofdvraag “In hoeverre kan de spotsprayer worden geïmplementeerd voor de onkruidbestrijding in de Flevolandse akkerbouw?”.

Er zijn steeds minder effectieve chemische middelen beschikbaar om onkruid in gewassen te bestrijden. Doordat gewassen volvelds behandeld worden kan dit negatieve gevolgen hebben voor gewasgroei en kwaliteit. Het alternatief is mechanisch of handmatig onkruid verwijderen, wat kostbaar is en arbeidsintensief. Een oplossing voor dit probleem zou de spotsprayer kunnen zijn. Op basis van cameratechniek vindt plantherkenning plaats van onkruid tussen het gewas. Waarna er een precisiebespuiting (spotspraying) plaatsvindt, hierdoor wordt het onkruid besteden. Deze machine is nog maar kort in de praktijk en wordt nog maar door enkele bedrijven in Flevoland gebruikt. Hierdoor is het interessant om te onderzoeken wat de kansen en mogelijkheden zijn voor de spotsprayer in de onkruidbestrijding in Flevoland.

Welke gewassen zijn het meest kansrijk voor onkruidbestrijding met de spotsprayer?

Om te toetsen welke gewassen geschikt zijn voor onkruidbestrijding met de spotsprayer zijn er vijf beoordelingscriteria opgesteld. De criteria zijn: areaal, saldo, kosten van de chemische onkruidbestrijding, moeilijkheid van de onkruidbestrijding en de hoeveelheid fytoxiciteit door de onkruidbestrijding. Doormiddel van een puntentelling wordt de relevantie van het criterium per teelt aangegeven. Wat als resultaat leverde dat de drie meest kansrijke gewassen uien, wortels en witlof zijn.

Welke onkruiden vormen de grootste problemen in het huidige teeltsysteem bij deze gewassen?

Uien, wortels en witlof zijn alle drie gewassen met een langzame begin ontwikkeling. Hierdoor duurt het lang voordat het gewas de onkruiden onderdrukt. Uit interviews met teeltadviseurs is gebleken dat in de uien; distels, kruiskruid en aardappelopslag het grootste probleem vormen. Kruiskruid kan met name een probleem worden als er een gat valt in de onkruidbestrijding of als door weersomstandigheden bodemherbiciden minder goed werken. Kruiskruid zaait snel uit waardoor het snel en gemakkelijk een probleem kan worden. Daarnaast zijn distels en aardappelopslag ook een groot probleem volgens de teeltadviseurs. De meest effectieve manier om distels en aardappelopslag te bestrijden is handmatig aanstippen met glyfosaat. Beide onkruiden kunnen met een onkruidmiddel als Starane Top wel gepest worden, maar hiervan gaan ze niet kapot. Vanuit het oogpunt bedrijfshygiëne is het voor aardappelopslag zeer belangrijk dat deze bestreden wordt.

In de wortels zijn met name zwarte nachtschade en aardappelopslag een probleem. Door veel te schoffelen, aanaarden en kappenspuiten met glyfosaat kan veel bestreden worden. Echter blijven de onkruiden in de rij een probleem. Alle middelen die toegestaan zijn in de wortelen, zijn ook aardappelmiddelen. Waardoor het lastig is om nachtschade en aardappelopslag te bestrijden. Voor nachtschade kan in vroeg stadium wat gedaan worden met Boxer en Sencor met een uitvloeier. Op deze manier kan nachtschade enigszins onder controle gehouden worden. Groter nachtschade en aardappelopslag zal handmatig met glyfosaat bestreden moeten worden. Dit kost veel arbeid maar is wel het effectiefst.

De grootste probleem onkruiden in de witlofteelt zijn kruiskruid en melde. In de witlofteelt kan tussen de rijen veel geschoffeld worden waardoor alle onkruiden die in de rij over blijven een probleem kunnen vormen. Door het wegvallen van steeds meer herbiciden in deze teelt, is er steeds meer arbeid nodig om de onkruiden in de rij handmatig te verwijderen.

Welk stadium en omstandigheden zijn van toepassing bij deze gewassen voor onkruidbestrijding met de spotsprayer?

De spotsprayer wordt tot nu toe het meest ingezet in de uien. Voor de witlof is een goed werkend algoritme beschikbaar maar er zijn nog geen resultaten van gezien. Voor de wortelteelt wordt er gewerkt aan een goed algoritme. Deze is nog niet vrijgegeven maar er wordt al wel mee geëxperimenteerd in Frankrijk en Spanje.

Het gewasstadium waar de spotsprayer in kan werken is vanaf het begin totdat het gewas sluit. Hierbij is per situatie verschillend wat het ideale stadium is voor de onkruidbestrijding. Als het gaat om aardappel opslag bestrijden is het van belang dat de aardappels ongeveer 15 centimeter groot zijn. Vanaf dit stadium neemt de aardappel pas voldoende middel op voor een goede bestrijding. Daarentegen wordt de bestrijding van breedbladige onkruid het liefst zo vroeg mogelijk gedaan, omdat deze op dat moment het kwetsbaarst zijn.

Voor onkruidbestrijding in deze drie gewassen kunnen dezelfde stadia worden aangehouden als de huidige volvelds bestrijding. Met de spotsprayer zouden middelen hoger gedoseerd kunnen worden omdat gewasremming beperkt door plaats specifiek te werken. Ditzelfde effect zou kunnen bereikt worden door olie aan de bespuiting toe te voegen. Bij het gebruik van glyfosaat. Moet men afvragen hoeveel gewas schade accepteer ik, om mijn onkruid probleem op te lossen. Belangrijk is dat bij het werken van de spotsprayer zo weinig mogelijk windt staat. Hoe harder het waait, hoe minder nauwkeurig de machine is.

Wanneer is onkruidbestrijding met de spotsprayer rendabel in deze gewassen?

De spotsprayer is rendabel als de kosten opwegen tegen de besparingen of de meeropbrengst die behaald kan worden. De kostprijs is grotendeels afhankelijk van hoeveel areaal de machine bewerkt. Voor de kostprijsberekening is een aanname gedaan dat er jaarlijks van 200 hectare hoog salderende gewassen en 75 hectare laag salderende gewassen wordt bewerkt. De kostprijs van de machine exclusief licentie voor het algoritme is 137 euro per hectare. De licentie voor de machine kan betaald worden op twee verschillende manieren. Model 1 wordt de licentie per hectare betaald met een vrije keuze in alle licenties. De kosten hiervoor zijn 20 euro per hectare voor laag salderende gewassen en 50 euro per hectare voor hoog salderende gewassen. Bij model 2 kan gekozen worden voor het afkopen van de licentiekosten. Het is dan mogelijk om te kiezen van een drietal algoritmes die onbeperkt gebruikt kunnen worden. De kosten hiervan zijn 8.000 euro per jaar, dit is inclusief een service en ondersteuningspakket vanuit Doorgrond.

Dit brengt de kostprijs van de spotsprayer bij een areaal van 275 ha op:

- Hectare kosten model 1: € 178,82
- Hectare kosten model 2: € 166,09

De spotsprayer is rendabel als deze kostprijs wordt terugverdiend doormiddel van:

- De besparing op chemie
- Meeropbrengst per hectare door minder gewasremming van herbiciden
- De besparing aan arbeid voor het handmatig wieden of aardappelopslag bestrijden
- De besparing op andere onkruidbestrijdingsmethoden zoals: kappen/tunnel spuiten of schoffelen

Als deze besparingen/meeropbrengst hoger zijn dan de kosten is het rendabel om de spotsprayer in te zetten. De situatie is afhankelijk van veel variabelen, waardoor per bedrijf en per perceel afgewogen moet worden of het rendabel is om de spotsprayer in te zetten.

Wat is de mening van telers over het toepassen van de spotsprayer in de Flevolandse akkerbouw?

Om antwoord te kunnen geven op deze vraag, zijn diverse telers geïnterviewd. De geïnterviewde telers zien voor de spotsprayer de grootste kansen in de bestrijding van aardappelopslag. Vooral de arbeidsbesparing spreekt de ondernemers aan. Bij het gebruik van de spotsprayer voor de onkruidbestrijding zien de ondernemers vooral kansen in de uien. In dit gewas vinden de ondernemers het grootste voordeel de besparing op herbiciden en minder gewasremming door de onkruidmiddelen. In de witlof en wortels verwachten ze dat dit minder een probleem is, omdat de mogelijkheid om te schoffelen makkelijker is als in de uien. Volgens de telers is het grootste nadeel van de spotsprayer, dat de investering vrij groot is voor een machine die naast de veldspuit gebruikt gaat worden. Want ondanks de spotsprayer blijft de huidige veldspuit nodig voor het toedienen van de bodemherbiciden.

In hoeverre kan de spotsprayer worden geïmplementeerd voor de onkruidbestrijding in de Flevolandse akkerbouw?

Bij de uien, witlof en wortels liggen de meeste kansen voor de spotsprayer. Vooral voor de bestrijding van aardappelopslag, is de machine goed in te zetten. Hierin is ook al veel ervaring opgedaan. Bij de bestrijding van de aardappelopslag weegt de besparing van arbeid snel op tegen de kosten van de spotsprayer.

Helaas is het nog niet mogelijk om de spotsprayer te gebruiken in de wortels. Hiervoor is het algoritme nog niet klaar waardoor dit nog toekomstmuziek is.

In de witlof is het algoritme wel af. Door gebrek aan ervaring met de spotsprayer in deze teelt is het nog niet duidelijk hoe goed dit zal gaan werken.

Mede doordat er in de wortels en witlof gemakkelijker geschoffeld kan worden dan in de uien, ligt de grootste kans voor de spotsprayer in de uien. In de uien is het zowel mogelijk om alle onkruiden, als alleen breedbladige onkruiden of alleen grassen aan te pakken. Hierdoor zou de spotsprayer in de uien al geïmplementeerd kunnen worden als onderdeel van de onkruidbestrijding. Het grootste voordeel hiervan zal de besparing op herbiciden en minder gewasremming door herbiciden zijn.

Hoofdstuk 6 Aanbevelingen

Voor het gebruik van de spotsprayer zal per bedrijf en per perceel de situatie bekeken moeten worden of het rendabel is om de spotsprayer in te zetten. In de besparing van arbeid is dit redelijk makkelijk uit te rekenen. De besparing aan herbiciden en extra opbrengst is lastiger in waarden uit te drukken. Dit zijn wel interessante onderwerpen voor vervolgonderzoek.

Bij witlof en wortels kan er relatief veel oppervlakte geschoffeld worden. Hierin is het een afweging of het noodzakelijk is om met de spotsprayer in deze gewassen in te gebruiken. Bij een klein areaal is het waarschijnlijk interessanter om de laatste onkruiden in de rij met de hak handmatig te verwijderen. In het gewas uien is dit lastiger omdat er in verhouding minder oppervlakte geschoffeld kan worden als in de witlof en de wortels. Dit is ook de reden dat het interessanter is om de spotsprayer in de uien te gebruiken. Een aanbeveling voor in de uien is om de bodemherbiciden volvelds toe te passen, waarna de resterende onkruiden met contactmiddelen in de spotsprayer bestreden kunnen worden.

Voor een gemiddelde akkerbouwer zal de investering in de machine vrij groot zijn. Waardoor dit meer toegelegd is voor de grotere akkerbouwer en/of loonwerkers. Om voor een akkerbouwer meer rendement uit de machine te halen, is het ook mogelijk om fungiciden en insecticiden rond opkomst mee toe te dienen. Net na opkomst zijn de gewassen nog klein, maar ook onbeschermd tegen insecten en schimmels. Als op dit moment een volvelds toepassing gedaan wordt, gaat er veel middel verloren omdat er meer naast de planten wordt gespoten dan op de planten. Met de spotsprayer is het dan een optie om specifiek gericht alleen de bovenstaande planten te spuiten.

Tot nu toe wordt de spotsprayer in Flevoland voornamelijk gebruikt bij de bestrijding van aardappelopslag. Bij de aardappelopslag bestrijding wordt meestal gebruik gemaakt van Roundup. De werkzame stof van Roundup is Glyfosaat. Deze werkzame stof staat fel ter discussie. De toelating van dit middel loopt tot eind 2024. Het is nog niet zeker of deze toelating wordt verlengd. Deze kwestie geldt voor meerdere chemische herbiciden. Het is hierdoor nog maar de vraag is of er voldoende chemische middelen beschikbaar blijven in de toekomst voor de spotsprayer. Anderzijds biedt het voor de spotsprayer grote kansen als middelen in de toekomst alleen nog maar plaats specifiek toegediend mogen worden.

Bibliografie

- akkerbouw bedrijf. (sd). *Contactherbiciden, wat zijn dat?* Opgehaald van www.akkerbouwbedrijf.nl: https://www.akkerbouwbedrijf.nl/contactherbiciden/
- Akkerbouwbedrijf. (sd). *Bodemherbiciden*. Opgehaald van www.akkerbouwbedrijf.nl: https://www.akkerbouwbedrijf.nl/bodemherbiciden/
- Andela . (sd). *ANDELA ROBOT WEEDER ARW-912*. Opgehaald van www.andela-tni.nl: https://www.andela-tni.nl/nl/product-details/2045/andela-robot-weeder-arw-912/
- Beijers, O. (2019, Juli 25). *Elektrische onkruidbestrijding heeft toekomst*. Opgehaald van www.nieuweoogst.nl: https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2019/07/25/elektrische-onkruidbestrijding-heeft-toekomst
- Belastingdienst. (2020). *Landelijke Landbouwnormen 2020*. Opgehaald van belastingdienst.nl: https://download.belastingdienst.nl/belastingdienst/docs/landelijke_landbouwnormen_2020_aa9601z01pl.pdf
- Berg, H. v. (2014, April 4). De werking van bodemherbiciden. *bloembollenvisie*, p. 67.
- Booij, K., & Weide, R. v. (2005). *Een andere kijk op onkruid*. Wageningen: Plant research international Wageningen.
- Booker, R. (2021, Oktober 21). *Green on brown to green on green, the technology sees the future*. Opgehaald van www.producer.com: https://www.producer.com/crops/green-on-brown-to-green-on-green-the-technology-sees-the-future/
- Business Unit Open Teelten; Wageningen University & Research. (2022, Januari 24). *Onkruidbeheersing: van één grote klap naar meerdere kleine tikjes*. Opgehaald van www.bo-akkerbouw.nl: https://www.bo-akkerbouw.nl/files/Pdfs-Kennis-en-Innovatie/FactsheetOnkruidbeheersing.pdf
- CBS. (2018, Juli 12). *Nieuw land: Wat de IJsselmeerpolders Nederland brachten*. Opgehaald van www.cbs.nl: https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2018/24/nieuw-land-wat-de-ijsselmeerpolders-nederland-brachten
- CBS. (2022, Oktober 28). *Akkerbouwgewassen; productie naar regio*. Opgehaald van opendata.cbs.nl: https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/7100oogs/table
- CBS. (2022, Januari 14). *Landbouw gebruikt minder gewasbeschermingsmiddelen*. Opgehaald van www.cbs.nl: https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2022/02/landbouw-gebruikt-minder-gewasbeschermingsmiddelen#:~:text=In%202020%20werd%20bijna%20,meest%20gebruikte%20groep%20van%20gewasbeschermingsmiddelen
- CBS. (2022, November 30). *Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar regio*. Opgehaald van opendata.cbs.nl: https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/80780ned/table
- CLO. (2012, Augustus 10). *Afzet van chemische gewasbeschermingsmiddelen in de land- en tuinbouw, 1985-2011*. Opgehaald van www.clo.nl: https://www.clo.nl/indicatoren/nl001513-afzet-gewasbeschermingsmiddelen-in-de-land-en-tuinbouw

- CLO. (2021, Mei 7). *Gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater 2013-2019*. Opgehaald van [www.clo.nl](https://www.clo.nl/indicatoren/nl0547-gewasbeschermingsmiddelen-in-oppervlaktewater): <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0547-gewasbeschermingsmiddelen-in-oppervlaktewater>
- CLO. (2022, September 5). *Afzet van chemische gewasbeschermingsmiddelen, 2011-2020*. Opgehaald van [www.clo.nl](https://www.clo.nl/indicatoren/nl0015-afzet-gewasbeschermingsmiddelen-in-de-land--en-tuinbouw?ond=20895): <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0015-afzet-gewasbeschermingsmiddelen-in-de-land--en-tuinbouw?ond=20895>
- Coster, A. (2022, April 4). *Mijn Keus: Spotsprayer voor aardappelopslag*. Opgehaald van [www.akkerwijzer.nl](https://www.akkerwijzer.nl/artikel/463642-mijnkeus-spotsprayer-voor-aardappelopslag/): <https://www.akkerwijzer.nl/artikel/463642-mijnkeus-spotsprayer-voor-aardappelopslag/>
- Ctgb. (2015). *Definitielijst Termen Wettelijke gebruiksvoorschriften*. Ctgb.
- Ctgb. (2016). *Geschiedenis in het kort*. Opgehaald van [www.ctgb.nl](https://www.ctgb.nl/over-ctgb/organisatie/geschiedenis-in-het-kort): <https://www.ctgb.nl/over-ctgb/organisatie/geschiedenis-in-het-kort>
- Ctgb. (2023, Januari 17). *Toelatingen*. Opgehaald van [toelatingen.ctgb.nl](https://toelatingen.ctgb.nl/nl/authorisations): <https://toelatingen.ctgb.nl/nl/authorisations>
- Dijk, M. v. (2023, Mei 22). Ervaring gebruiker spotsprayer. (J. van der Heide, Interviewer)
- Doorgrond. (2022, November 1). *Kostprijs berekening Ara Spotsprayer*.
- Doorgrond. (2023, Maart). *EcoRobotix ARA spotsprayer*. Opgehaald van [www.doorgrond.nl](https://www.doorgrond.nl/product-page/ecorobotix-ara-6-meter-spotsprayer): <https://www.doorgrond.nl/product-page/ecorobotix-ara-6-meter-spotsprayer>
- Doorgrond.nl. (sd). *Wat is de EcoRobotix ARA spotsprayer?* Opgehaald van [www.doorgrond.nl](https://www.doorgrond.nl/ecorobotix-ara-spotsprayer#:~:text=Met%20behulp%20van%20zes%20camera's,een%20middelenb,esparing%20tot%2095%25%20haalbaar.): <https://www.doorgrond.nl/ecorobotix-ara-spotsprayer#:~:text=Met%20behulp%20van%20zes%20camera's,een%20middelenb,esparing%20tot%2095%25%20haalbaar.>
- Ecorobotix. (2022, April). *The most precise sprayer on the market*. Opgehaald van [ecorobotix.com](https://ecorobotix.com/en/ara/): <https://ecorobotix.com/en/ara/>
- EU. (2020). *Farm to Fork; For a fair, healthy and environmentally-friendly food system*. European Commission.
- Fytoweb. (2015). *Indeling volgens werking*. Opgehaald van [fytoweb.be](https://fytoweb.be/nl/gewasbeschermingsmiddelen/gebruik/gewasbeschermingsmiddelen/indeling-volgens-werking): <https://fytoweb.be/nl/gewasbeschermingsmiddelen/gebruik/gewasbeschermingsmiddelen/indeling-volgens-werking>
- Gedeputeerde Staten van Flevoland. (2003). *Nota landbouw ontwikkeling Flevoland*. Provinciale Staten van Flevoland.
- Genna, N. G., Gourlie, J. A., & Barroso, J. (2021). *Herbicide Efficacy of Spot Spraying Systems in Fallow and Postharvest in the Pacific Northwest Dryland Wheat Production Region*. Oregon: Oregon State University.
- Hale, I. (2023, Mei 23). Stadium, Omstandigheden en middelen om te spotsprayer in: uien, wortels en witlof. (J. van der Heide, Interviewer)
- Hendrix, W., & Langenberg, J. v. (2015). *Cursusboek Uitvoeren Gewasbescherming*. Ede: Ontwikkel centrum.
- Homburg. (sd). *Homburg Garford SpotSprayer*. Opgehaald van [www.homburg-holland.com](https://www.homburg-holland.com/nl/garford): <https://www.homburg-holland.com/nl/garford>

- Hoogendoorn, M., Leendertse, P., Hoftijser, E., & CLM. (2019). *Update van de risicolijst van bestrijdingsmiddelen*. Culemborg: CLM onderzoek en advies.
- Huiden, F. (2022, Mei 12). *Zweedse Ekobot bestrijdt onkruid met veldrobot*. Opgehaald van [www.nieuweoogst.nl](https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2022/05/12/zweedse-ekobot-bestrijdt-onkruid-met-veldrobot): <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2022/05/12/zweedse-ekobot-bestrijdt-onkruid-met-veldrobot>
- KWIN-AGV. (2022). *Kwantitative Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroententeelt*. Lelystad: Wageningen university and research.
- Lugtenburg, J. (2021, Maart 9). *Onderzoek naar robots voor de landbouw*. Opgehaald van [www.boerenbusiness.nl](https://www.boerenbusiness.nl/akkerbouw/artikel/10891327/onderzoek-naar-robots-voor-de-landbouw): <https://www.boerenbusiness.nl/akkerbouw/artikel/10891327/onderzoek-naar-robots-voor-de-landbouw>
- Modernvisual. (2019, Juni 2). *Green-on-Green spot spraying – dream or reality?* Opgehaald van [www.chemcert.com](https://www.chemcert.com.au/news/green-on-green-spot-spraying-dream-or-reality/): <https://www.chemcert.com.au/news/green-on-green-spot-spraying-dream-or-reality/>
- Profytodsd. (2021, Mei 17). *'Spuutwerkzaamheden taak voor robot'*. Opgehaald van [www.profytodsd.nl](https://www.profytodsd.nl/download_file.php?file=r2VorYIDDJKj): https://www.profytodsd.nl/download_file.php?file=r2VorYIDDJKj
- Profytodsd. (2023). Gewasverzorging Wortelen.
- Profytodsd. (2023). Gewasverzorging Zaaiuien. Emmeloord.
- Profytodsd Sijtsma, T. (2023, Maart 27). Onkruid bestrijding in de Witlof. (J. van der Heide, Interviewer)
- Rijndsen, H. (2017, November 14). Glyfosaat werkt beste tegen aardappelopslag. *Nieuweoogst*, pp. <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2017/11/14/glyfosaat-werkt-beste-tegen-aardappelopslag#:~:text=Bij%20de%20bestrijding%20van%20aardappelopslag,aardappelplantjes%20geeft%20het%20beste%20effect.>
- Rombout, S., Rozen, K. v., & Riemens, M. (2019). *Neveneffecten van niet-chemische*. Wageningen: Wageningen University & Research.
- Sijtsma, T. (2023, Mei 30). Mogelijke Herbiciden onkruid bestijding spotsprayer. (J. van der Heide, Interviewer)
- Toolboxwater.nl. (2017, Juni 12). *toolboxproject Agrodīs, LTO, Nefyto en de Waterschappen*. Opgehaald van [agrariSchwaterbeheer.nl](https://agrariSchwaterbeheer.nl/system/files/documenten/pagina/9._geintegreerde_onkruidbestrijding.pdf): https://agrariSchwaterbeheer.nl/system/files/documenten/pagina/9._geintegreerde_onkruidbestrijding.pdf
- Trimble. (sd). *WeedSeeker 2 automatic spot spray system*. Opgehaald van [agriculture.trimble.com](https://agriculture.trimble.com/en/products/hardware/flow-application-control/weedseeker-2-spot-spray-system): <https://agriculture.trimble.com/en/products/hardware/flow-application-control/weedseeker-2-spot-spray-system>
- Venema, J., Backx, J., Sijtsma, T., Hale, I., & Ballast, E. (2023, April en Mei). Probleem onkruiden in de teelt van Zaaiuien, Wortels en Witlof. (J. van der Heide, Interviewer)
- Verschoor, A., Zwartkruis, J., Hoogsteen, M., Scheepmaker, J., Jong, F. d., Knaap, Y. v., . . . Tamis, W. (2019). *Tussen evaluaie van de nota 'Gezonde Groei, Duurzame Oogst' Deelproject Milieu RIVM Rapport 2019-0044*. Bilthoven: Rijksinstituut voor volksgezondheid en Mileu.

- Wageningen university&research. (2022, November 28). *Arbeidsvolume primaire land- en tuinbouw gestegen*. Opgehaald van [www.agrimatie.nl](https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2264&indicatorID=2078):
<https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2264&indicatorID=2078>
- Weed-it. (sd). *Weed-it solutions*. Opgehaald van www.weed-it.com: <https://www.weed-it.com/solutions>
- Well, E. v., Rougpoor, C., Allema, B., & Kuneman, G. (2016). *Landbouw en klimaatverandering in Flevoland*. Culemborg: CLM Onderzoek en Advies.
- Wolters, J. (2023, Mei 22). Interview Ara Ecorobotix Spotsprayer. (J. van der Heide, Interviewer)