

2-4-2022

Marktonderzoek

Schoffeltechniek



Bas Lievestro

Marktonderzoek schoffeltechniek

Welke verbeteringen zijn er noodzakelijk aan de huidige schoffelmachines om te voldoen aan de eisen van een Nederlandse akkerbouwer binnen 15 jaar?

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.

Bas Liestro
Agrotechniek en Management
Afstudeerwerkstuk
Laren 02-04-2022
Afstudeerdocent: Koen Postma

Voorwoord

Dit afstudeerwerkstuk is geschreven door Bas Liestro, student Agrotechniek en Management aan de Aeres Hogeschool in Dronten. Als student van een bedrijfskundige opleiding is het een leerzaam afstudeeronderzoek geweest omdat de student inzicht heeft gekregen in hoe een eindgebruiker kijkt naar een product van een fabrikant en wat zijn ideeën daarover zijn. Daarnaast is het een blijk van waardering om een onderzoek uit te voeren wat uiteindelijk ook echt meegenomen wordt tijdens de ontwikkeling van een nieuwe schoffelmachine.

Het verslag is bestemd voor mensen die werkzaam zijn in de landbouwmechanisatiebranche, studenten en andere geïnteresseerden.

Tenslotte wil ik machinefabriek Steketee, mijn stagebegeleider Rik Aelfers en mijn afstudeerdocent Koen Postma bedanken voor hun tijd en ondersteuning.

Inhoud

Marktonderzoek schoffeltechniek	1
Voorwoord	2
Samenvatting	4
Summary	5
1. Inleiding.....	6
1.1 Aanleiding vraagstuk	7
1.2 Wat is er op dit moment bekend?	7
Aanbod schoffelmachines	8
Ervaringen huidige machines mechanische onkruidbestrijding	9
Ervaringen met verschillende gewassen en grondsoorten	13
Huidige innovaties schoffeltechniek.....	14
Toekomst gebruik van autonome voertuigen	15
1.3 Wat is er nog niet bekend over de markt van schoffelmachines?	16
1.4 Hoofd- en deelvragen onderzoek	17
1.5 Doelstelling onderzoek	17
2 Aanpak	18
2.1 Materiaal	18
2.2 Methode	19
3. Resultaten	21
4. Discussie.....	30
4.1 belangrijkste resultaten per deelvraag.....	30
4.2 reflectie uitgevoerde onderzoek.....	32
5. Conclusies.....	34
6. Aanbevelingen.....	37
Literatuurlijst.....	38
Bijlage vragenlijst	42

Samenvatting

Dit rapport gaat over de verbeteringen van de huidige schoffeltechniek om te voldoen aan de eisen van de Nederlandse akkerbouwer. Het gebruik van schoffeltechniek speelt een belangrijke rol in de bestrijding van onkruid, nu het gebruik van bestrijdingsmiddelen steeds verder onder druk staat. Zo heeft de Europese Unie het doel gesteld om voor 2030 het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen te halveren en het gebruik van mechanische onkruidbestrijding te promoten. Deze trend is duidelijk zichtbaar nu ook grote landbouwmachinefabrikanten schoffelmachines gaan produceren.

Om in te kunnen spelen op de toenemende vraag naar schoffeltechniek is het voor fabrikanten van schoffelmachines belangrijk om te weten: 'hoe de verkoop van schoffelmachines omhoog kan, wat eindgebruikers van een schoffelmachine verwachten en welke aanpassingen er aan de huidige schoffelmachines nodig zijn om aan de verwachtingen van eindgebruikers met een schoffelmachine te voldoen.'

Om de hoofd- en deelvragen te kunnen beantwoorden is er gebruik gemaakt van literatuuronderzoek, om te kijken wat er al bekend is, en zijn er eindgebruikers met een schoffelmachine geïnterviewd. In de interviews zijn vragen gesteld over de nauwkeurigheid van een schoffelmachine naast de gewasrij, wat de kwaliteitseisen zijn die een conventionele en biologische akkerbouwer stelt in Noord, Midden en Zuid Nederland aan het schoffelen en of er verschillen zijn in de eisen die worden gesteld aan de schoffelmachine ten opzichte van het gewas en de grondsoort waarin wordt geschoffeld.

Op dit moment omvat het huidige aanbod machines voor de mechanische onkruidbestrijding: de wiedeg, roterende schoffel en schoffelmachine met verschillende extra werktuigen. Het grootste probleem volgens de literatuur is het schoffelen in de gewasrij, wat ook werd bevestigd door de geïnterviewden. Daarnaast kwam in de onderzoeken naar voren dat het percentage verwijderd onkruid met een schoffelmachine en de opbrengstverliezen nogal wisselen ten opzichte van percelen waar chemisch onkruidbestrijding werd toegepast en bleek een camera gestuurde schoffelmachine niet effectiever maar was vooral de verhoging van de capaciteit het grootste voordeel.

Uit de interviews wordt geconcludeerd dat de schoffelmachine op één cm nauwkeurig naast de gewasrij moet kunnen schoffelen, de kwaliteit van het schoffelen in de gewasrij beter kan en de gewasschade in tere gewassen minder moet. Daarnaast moet de camera gestuurde schoffelmachine elk gewas goed kunnen herkennen en betrouwbaarder worden. De schoffelmessen moeten slijtvast zijn, scherp blijven, mag er geen grond aan de messen plakken en is de grondsoort bepalend voor het type schoffelmessen dat wordt gekozen.

Summary

This report is an investigation into the improvements that are necessary to the current hoeing machines in order to meet the requirements of the farmers in the Netherlands. The use of hoeing technology plays an important role in controlling weeds, because the use of pesticides is being increasingly criticised. For example, the European Union has set the goal of reducing the use of plant protection products by 50% in 2030 and promotes the use of mechanical weed control. The trend is clearly noticeable now that large agricultural machinery manufacturers have also entered the production of hoeing machines.

In order to anticipate the increasing market demand for hoeing technology, it is important for manufacturers of hoeing machines to know: 'How to improve the sales of hoeing machines, what customers expect from a hoeing machine and what improvements are needed to the current hoeing machines in order to meet the expectations of users with a hoeing machine'.

To answer the main and sub questions, literature research was used and users with a hoeing machine were interviewed. In the interviews, questions were asked about the accuracy of the hoeing machine, what the quality requirements are for hoeing by a conventional and organic farmer in the north, middle and south of the Netherlands and if there are differences in the requirements for the hoeing machine in relation to the crop and the soil type in which the hoeing takes place.

At the moment, the current range of machines for mechanical weed control includes: the weed harrow, rotary hoe and hoeing machine with various additional tools. The biggest problem according to the literature is hoeing in the crop row, which was also confirmed by the interviews. In addition, the studies showed that the percentage of weeds removed with a hoeing machine and the yield losses vary considerably compared to chemical weed control, and that a camera-controlled hoeing machine is not more effective than a conventional hoeing machine. However the main advantage was the increase of capacity with a camera steered hoeing machine.

From the interviews, it was concluded that the hoeing machine should be able to hoe with an accuracy of one cm next to the crop row, the quality of hoeing in the crop row could be improved and the crop damage in tender crops could be reduced. In addition, the camera-controlled hoeing machine must be able to recognise each crop well and be more reliable. The hoeing blades must be wear-resistant, remain razor-sharp, no soil may stick to the blades and the type of soil determines the type of hoeing blade that is chosen.

1. Inleiding

Er is een duidelijke verandering merkbaar in de Nederlandse akkerbouw op het gebied van bestrijding van onkruid. Zo komt het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen steeds verder onder druk te staan door de negatieve effecten op de volksgezondheid, en stijgt de vraag naar alternatieve oplossingen. Volgens het Centraal Bureau voor de Statistiek 'is er sinds 1985 een dalende trend te zien in het gebruik van bestrijdingsmiddelen voor de bestrijding van onkruid in Nederland'. (CLO, 2021) (CLO, 2012) In 1985 werd nog 3.978.000 kg actieve stof gebruikt voor de bestrijding van onkruid, en dit is in 2019 gedaald naar 2.739.000 kg actieve stof. Naast de daling in Nederland is in heel Europa de afzet van gewasbeschermingsmiddelen aan het dalen. Zo was het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in Europa volgens Eurostat: "in 2018 al gedaald met 11,2% ten opzichte van 2017" (EU, 2018). De verwachting is dat deze trend zich in de toekomst verder zal voortzetten in Europa omdat de Europese regering als doel heeft om voor 2030 het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen te halveren.

De halvering van gewasbeschermingsmiddelen is één van de gestelde doelen van de Europese regering voor het verduurzamen van de Europese landbouw. Deze doelen zijn onderdeel van de Farm To Fork Strategy en heeft als hoofddoel het creëren van: een eerlijk, gezond en klimaatvriendelijk voedingssysteem. (EU, 2020) Om een halvering van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen te bereiken, wil de Europese Unie de richtlijnen voor het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen herzien en wil het alternatieven voor het beschermen van het gewas promoten zoals: gewasrotatie en mechanisch onkruid wieden. De Farm To Fork strategie is het hart van een groter doel van de Europese Unie, de Green Deal. De Green Deal is een uitgestippeld plan om in 2050 het eerste klimaat neutrale continent te zijn. Naast een klimaat neutrale omgeving wil de Europese Unie: de volksgezondheid, kwaliteit van het leven en de economie in Europa verbeteren.

De meest voorkomende alternatieven die gebruikt worden voor het bestrijden van onkruid zijn: mechanische onkruidbestrijding en handmatige onkruidbestrijding. Handmatige onkruidbestrijding als alternatief heeft als voordeel dat er heel precies onkruid verwijderd kan worden ook in de geplante rijen. De nadelen worden echter steeds groter door de schaalvergroting in de landbouw, gebrek aan personeel en de stijgende lonen. Zo waren er volgens het Centraal Bureau voor de Statistiek: "in 2000 nog 97.389 landbouwbedrijven in Nederland met een totaal landbouwareaal van 1.975.504 hectare en is dit in 2020 al gedaald naar 52.695 bedrijven met een areaal van 1.814.450 hectare". (CBS, 2021) Omgerekend betekent dit dat een landbouwbedrijf in 2000 gemiddeld 20,3 hectare had en een landbouwbedrijf in 2020 gemiddeld 34,4 hectare. De vraag naar personeel is daarnaast ook gestegen in Nederland. Waren er in het jaar 2000 gemiddeld 2,2 arbeidsjaareenheden per bedrijf nodig, is dit in 2020 gestegen naar 2,9 arbeidsjaareenheden. (Wageningen University, 2020) Ook de vraag naar personeel is aan het stijgen, zo stonden er in 2017 nog negen vacatures per 1000 banen open in Nederland en dit is in 2019 gestegen naar 20 vacatures per 1000 banen in de primaire landbouw. (Boerenbusiness, 2019)

De daling van gewasbeschermingsmiddelen en de toenemende problemen die ontstaan bij het gebruik van handmatige onkruidbestrijding bieden kansen voor de mechanische onkruidbestrijding. Die trend is ook gezien door fabrikanten van landbouwmachines. De productie van machines voor mechanische onkruidbestrijding was een nichemarkt maar inmiddels raken ook de grotere fabrikanten steeds meer geïnteresseerd, en neemt de concurrentie toe. Zo nam John Deere eind 2015 Monosem over, nam Lemken in augustus 2018 Steketee over, werd Schmotzer in oktober 2018 overgenomen door Amazone, begon Horsch in augustus 2019 zelf met de bouw van schoffelmachines en werd Cross Farm Solution in februari 2021 overgenomen door Pottinger. (Boerenbusiness, 2019) (Top Agrar, 2019) (Boerderij, 2021)

1.1 Aanleiding vraagstuk

De toenemende vraag naar schoffeltechniek was voor fabrikanten van schoffelmachines de aanleiding voor de vraag: 'hoe de verkoop van schoffelmachines omhoog kan, wat eindgebruikers met een schoffelmachine verwachten van een schoffelmachine, en welke aanpassingen er aan de huidige schoffelmachines nodig zijn om aan de verwachtingen van eindgebruikers met een schoffelmachine te voldoen'. Om voorop te blijven in de ontwikkeling en verkoop van schoffelmachines is het van belang om goed te weten hoe tevreden eindgebruikers zijn met de huidige schoffelmachines, wat er beter kan en wat de klant verwacht van een schoffelmachine.

Om in te kunnen spelen op de toenemende vraag naar schoffelmachines is het voor een fabrikant van schoffeltechniek van belang om te weten wat de huidige verwachtingen van hun klanten zijn en wat er aan de huidige schoffelmachines moet veranderen om te voldoen aan hun verwachtingen. Uiteindelijk wil het bedrijf hiermee bereiken dat het de concurrentie voor blijft in de ontwikkeling en dat het aantal verkochte schoffelmachines omhoog gaat. Fabrikanten hebben vaak wel ideeën over hoe een schoffelmachine eruit moet komen te zien en welke problemen er voorkomen, maar weten niet goed wat de klant uiteindelijk wil, wat deze verwacht van een schoffelmachine en of dit ook in lijn ligt met wat fabrikanten ontwikkelen.

Zo is er weinig bekend over veel voorkomende problemen, adviespunten van klanten en is er eigenlijk nooit een klanttevredenheidonderzoek uitgevoerd. Ook zijn er wel ideeën dat er per gebied in Nederland verschillende eisen worden gesteld aan schoffelmachines maar is dit nooit echt duidelijk in kaart gebracht. Voor de ontwikkeling van de nieuwe generatie schoffelmachine is het belangrijk om als basis de geleverde input van klanten te gebruiken. Dit levert naast goede ideeën ook een blik van waardering op. Het doel van het verslag is uiteindelijk om een overzicht te hebben met verbeterpunten van de huidige schoffelmachines, wat een klant verwacht van een schoffelmachine en wat er juist goed is aan de huidige schoffelmachine.

1.2 Wat is er op dit moment bekend?

De schoffelmachine was in de jaren 50, 60 en 70 het meest gebruikte middel voor onkruidbeheersing. Toen in de jaren 70 de chemische bestrijdingsmiddelen steeds beter ontwikkeld werden, liep de verkoop van schoffelmachines terug en werd er weinig aandacht besteed aan het verbeteren van de schoffelmachines. De ontwikkeling in schoffeltechniek is pas de laatste 15 jaar weer in opmars gekomen, toen onder andere de camerabesturing zijn intrede deed en de maatschappelijke druk op het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen toenam. (Huybrechts, 2018) Daarnaast was de ontwikkeling noodzakelijk voor de biologische landbouw, omdat deze als belangrijkste middel voor bestrijding van onkruid mechanische onkruidbestrijding toepast. In de biologische landbouw is het niet toegestaan om gebruik te maken van chemische bestrijdingsmiddelen in tegenstelling tot de conventionele landbouw. De schoffelmachines zijn inmiddels niet meer weg te denken in de biologische landbouw, en ook in de gangbare akkerbouw is een omslagpunt merkbaar. (Bender, 2020)

Er is weinig bekend over het exacte aantal verkochte schoffelmachines in Nederland. In 2016 is uit een onderzoek wel gebleken dat in 2016 op 15,7% van het totale landbouwareaal in Nederland machinale onkruidbestrijding toegepast is. (CLO, 2019) Van de daaropvolgende jaren is er niks bekend omdat hier geen onderzoek naar gedaan is. Ook over het exacte marktaandeel per merk is weinig bekend. Het huidige aanbod schoffelmachines omvat de volgende bekende merken: Steketee, Monosem, Hak, Einböck, Schmotzer, Garford, Kongskilde en Carré.

Aanbod schoffelmachines

Op dit moment bestaan de meest voorkomende machines voor de mechanische onkruidbestrijding uit wiedege (fig.1), roterende schoffels (fig.2) en schoffelmachines (fig.3).

De bewerking van een perceel door een schoffelmachine is onder te verdelen in drie categorieën: bewerking complete perceel, inter-rij bewerking en intra-rij bewerking.

Een wiedege bewerkt het volledige perceel op een diepte tussen de twee en vier centimeter door middel van dunne tanden in een gebogen of rechte vorm. Door de vibrerende werking van de tanden worden kiemende onkruiden losgetrokken en wordt er grond op gegooid zodat het onkruid niet verder kan groeien. De mate van agressiviteit wordt bepaald door de hoek van de tanden en de vibrerende snelheid. Om een optimale bewerking te houden is het van belang om een constante druk te houden op de bodem. Een wiedege kan alleen gebruikt worden wanneer het onkruid zich in het allereerste groeistadium bevindt met maximaal twee tot drie blaadjes. De effectiviteit die gehaald kan worden volgens onderzoek van het Agricultural Technical Institutes ligt gemiddeld tussen de 50 en 70%. (Fontaine, 2012)

FIGUUR 1 WIEDEGE (MANATMACHINE)



De roterende schoffel werkt net als de wiedege over het volledige perceel met een diepte van ongeveer twee centimeter en heeft roterende wielen waaraan pinnen gemonteerd zijn. De armen waaraan het wiel bevestigd is zijn voorzien van veren welke ervoor zorgen dat er voldoende bodemdruk gecreëerd wordt. Om een optimale bewerking te creëren is een snelheid van 18 km/h gewenst. Net als de wiedege is het mogelijk om een effectiviteit te behalen tussen de 50 en 70%. (Fontaine, 2012)

FIGUUR 2 ROTERENDE SCHOFFEL (CARRÉ)



De schoffelmachine heeft als hoofddoel het verwijderen van onkruid tussen de rijen. De mate van agressiviteit wordt bepaald door het type schoffeltand en het type schoffelmes. Een vaste tand heeft de meest agressieve werking net als een schoffelmes met een schuinere hoek omdat deze dan dieper in de grond werkt. Een vlakke schoffeltand werkt het minst agressief door de meer schuivende beweging. De vorm en hoek van het type schoffelmes bepaalt ook de mate van precisie. Een vlak schoffelmes in combinatie met een L-vormig zij schoffelmes is het meest precies omdat het hiermee mogelijk is om kort langs de rij te schoffelen en de grond door de L-vorm niet op het gewas kan vallen zodat het niet beschadigd. Uit onderzoek van het Agricultural Technical Institutes (LAURENCE FONTAINE, 2012) blijkt dat het gemiddeld genomen mogelijk is om met een schoffelmachine een effectiviteit te halen tussen de 70 en 90%. Een schoffelmachine kan naast verschillende schoffelmessen nog uitgevoerd worden met verschillende extra opties (fig.4) waaronder: vingerwieders, torsiewieders, aanaarders, beschermerschijven en rotorwieders. (Weide, Bleeker, Molema, & Kurstjens, 2005)

FIGUUR 3 SCHOFFELMACHINE (DINGEMANSE)



FIGUUR 4 EXTRA OPTIES SCHOFFELMACHINE (LIEVESTRO)



Ervaringen huidige machines mechanische onkruidbestrijding

Het grootste probleem van de huidige machines voor de mechanische onkruidbestrijding is dat het moeilijk is om in de gewasrij te kunnen schoffelen het zogenaamde intra-rij schoffelen. Omdat het moeilijk is om in de rij te kunnen schoffelen is het niet mogelijk om 100% van het onkruid te kunnen verwijderen waardoor er altijd onkruid blijft staan. Het doel van onkruidbestrijding is om ervoor te zorgen dat er geen opbrengstverliezen ontstaan in het te telen gewas.

Onkruid zorgt ervoor dat de groei van gewassen beperkt wordt doordat onkruid voedingstoffen wegneemt van het gewas. Er is al onderzoek gedaan naar hoe groot de opbrengstverliezen in gewassen zijn wanneer er niks gedaan wordt aan het onkruid in vergelijking met een chemische bestrijding en een mechanische bestrijding. Zo is er in een onderzoek van de universiteit van Perugia gekeken naar de opbrengstverliezen in mais, zonnebloemen en sojabonen op acht percelen in Italië (Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, University of Perugia, 2013). Hierbij werd gekeken naar de verschillen in opbrengst tussen een: bespoten perceel met bestrijdingsmiddelen, onbehandeld perceel en verschillende methodes van mechanische onkruidbestrijding tussen 2002 en 2005.

Hieruit kwam naar voren dat in de percelen mais (tabel 1) het onbehandelde perceel een opbrengstverlies had van 68,5% ten opzichte van het bespoten perceel met een herbicide middel. Met een combinatie van schoffelen en aanaarden werd de hoogste opbrengst behaald met alleen een mechanische onkruidbestrijding, en werd een gemiddeld opbrengstverlies gemeten van 5,6% ten opzichte van het bespoten perceel.

TABEL 1 OPBRENGSTVERGELIJKING EN PERCENTAGE OPBRENGSTVERLIES MAIS

Opbrengstvergelijking mais				Gemiddeld percentage opbrengstverlies
Jaar	2002	2003	2004	
Opbrengsten in ton per hectare				
Opbrengst bespoten perceel	10,07	7,18	10,09	0%
Opbrengst onbehandeld perceel	1,59	2,64	4,09	-69,6%
Schoffelen en aanaarden	8,75	6,75	10,3	-5,6%
Wiedeggen en schoffelen	8,52	6,44	9,39	-10,9%

In het perceel zonnebloemen (tabel 2) was het opbrengstverlies in het onbehandelde perceel 12,4% ten opzichte van het bespoten perceel waardoor er duidelijk minder verlies meetbaar was ten opzichte van het perceel mais. Daarnaast was het opvallend dat een combinatie van schoffelen en aanaarden 2,5% meer opbrengst behaalde ten opzichte van het bespoten perceel. Omdat het verschil gering is, werd er uitgegaan van een gelijke opbrengst omdat het verschil ook ontstaan, kan zijn tijdens de metingen zelf. Met alleen schoffelen werd een verlies van 2,1% gemeten wat verwaarloosbaar is met het bespoten perceel.

TABEL 2 OPBRENGSTVERGELIJKING EN PERCENTAGE OPBRENGSTVERLIES ZONNEBLOEMEN

Opbrengstvergelijking zonnebloemen				Gemiddeld percentage opbrengstverlies
Jaar	2002	2003	2004	
Opbrengsten in ton per hectare				
Opbrengst bespoten perceel	4,19	3,91	3,4	0%
Opbrengst onbehandeld perceel	3,89	3,81	2,37	-12,4%
Schoffelen en aanaarden	4,25	3,95	3,6	+2,5%
Schoffelen	4,11	3,98	3,17	-2,1

In het perceel sojabonen (tabel 3) was het verlies in het onbehandelde perceel 61% ten opzichte van het bespoten perceel. Het beste resultaat met een mechanische bestrijding werd behaald door een combinatie van wiedeggen en schoffelen met een verlies van 11,9%. Een schoffel in combinatie met vingerwieders behaalde een opbrengstverlies van 31,7%. De conclusie is dat van de drie gewassen sojabonen het minst geschikt is om mechanische onkruidbestrijding toe te passen als er gekeken wordt naar opbrengstverliezen.

TABEL 3 OPBRENGSTVERGELIJKING EN PERCENTAGE OPBRENGSTVERLIES SOJABONEN

Opbrengstvergelijking sojabonen			Gemiddeld percentage opbrengstverlies
Jaar	2004	2005	
Opbrengsten in ton per hectare			
Opbrengst bespoten perceel	1,8	1,64	0%
Opbrengst onbehandeld perceel	0,61	0,73	-61%
Wiedeggen en schoffelen	1,60	1,43	-11,9%
Vingerwieden	1,04	1,31	-31,7%

Het gebruik van vingerwieders, torsiewieders en wiedegeen lost het probleem van onkruidbestrijding in de rij voor een groot deel op, maar nooit voor 100%. Om op dat gebied verbeteringen door te kunnen voeren zijn er diverse veldproeven geweest waarbij de schoffelskwaliteit van bestaande schoffelmachines werd vergeleken met prototypes. Zo is er een onderzoek van P.O Bleeker geweest met schoffelmachines om in de rijen te kunnen schoffelen. (Bleeker, 2006) Bij de test werden twee prototypes in een perceel zaaiuien vergeleken met een schoffelmachine met vingerwieders. De vingers van een vingerwieder zijn gemaakt van kunststof en roteren vlak langs de gewassen waardoor het ook mogelijk is om in de rij te kunnen schoffelen. Dit systeem heeft als nadeel dat het niet in elk type onkruid evengoed werkt, vooral als het onkruid in zijn volwassen stadium is. De twee prototype machines waren de Pneumat (fig.5) en de intra-rij schoffel (fig.6). De intra-rij schoffel heeft messen welke in en uit kunnen klappen om zo tussen de rij te kunnen schoffelen en de Pneumat werkt door middel van luchtdruk welke het onkruid wegblaast.

FIGUUR 5 PNEUMAT (HOEKSTRA)



FIGUUR 6 INTRA-RIJSCHOFFEL (HUITING H.)



In de test werd gekeken hoe groot het percentage onkruid was dat daadwerkelijk verwijderd werd. Dit werd gedaan door het aantal overgebleven onkruiden per m² te tellen. Daaruit bleek dat: “61% van het onkruid door de vingerwieder werd verwijderd, 65% door de intra-rij schoffel en 74% door de Pneumat”. Uiteindelijk bleek dat het verschil in aantal niet geschoffelde onkruiden zo klein was dat het eigenlijk te verwaarlozen is. De conclusie was: dat de huidige intra-rij schoffels niet meer onkruid in de rij verwijderen dan een schoffel met vingerwieders. Volgens onderzoek van de Aarhus University in Denemarken is intra-rij schoffelen momenteel het grootste probleem waardoor het vaak nog nodig is om met de hand te wieden om al het onkruid op een perceel te verwijderen. (Aarhus University, Denmark, 2021) Zo blijkt uit een proef met een intra-rij schoffel dat het percentage verwijderd onkruid in de rij tussen de 54 en 86% was en dat er met een schoffel met vingerwieders gelijkwaardige resultaten behaald werden. Tussen de rij werd met een schoffelmess van 20 cm voor 89% verwijderd. Het percentage niet verwijderd onkruid tussen de rij was te herleiden aan de marge die gehouden werd tussen het schoffelmess en het geplante gewas.

In een onderzoek van ingenieur H.F. Huiting zijn diverse machines getest waarbij de focus lag op het schoffelen tussen de rij. Het onderzoek werd toegepast in een perceel met spruitkool waaruit bleek dat het met een wiedege mogelijk was om 76% van het onkruid te verwijderen. (Huiting, 2014) Met een schoffelmachine met vingerwieder werd een percentage van 92% gehaald en met de IC-Weeder 43%. De IC-Weeder werkt door middel van plantherkenning met camera's en stuurt hiermee pneumatische schoffelmessen aan welke open en dicht kunnen klappen. Bij een traditionele bespuiting met een herbicide middel werd 100% van al het onkruid verwijderd. Hierbij moet vermeld worden dat er met de IC-Weeder één keer geschoffeld was in plaats van drie keer en dat het een prototype machine was. Ook had de IC-Weeder nog niet de optimale instellingen waardoor er slechts een effectiviteit behaald is van 43%.

In hetzelfde onderzoek werd ook een proef gedaan met de intra-rij schoffel welke ook in het onderzoek van P.O Bleeker werd gebruikt. In vergelijking met een normale herbicide bespuiting en een schoffel in combinatie met vingerwieden kwam naar voren dat met een herbicidebespuiting 100% van het onkruid werd verwijderd, met schoffelen/vingerwieden 82% en met de intra-rij schoffel 77%. Uit de bovengenoemde resultaten blijkt dat in de praktijk de effectiviteit van bestaande schoffelmachines wisselend is en sterk afhankelijk is van verschillende factoren.

Naast het probleem om tussen de rijen te schoffelen blijken er ook nog steeds problemen te zijn bij het schoffelen tussen jonge, tere gewassen en gewassen met een korte rijafstand zoals graansoorten. Zo is er een onderzoek van Janis Machleb geweest waarbij werd gekeken naar de mogelijkheden om planten te schoffelen met een rijafstand geringer dan 200 mm. (Machleb J. B., 2017) Dit onderzoek bekeek welk type schoffelmessen het meest geschikt is, en in welke mate de rijnsnelheid van invloed is op de schoffelkwaliteit. De proef werd uitgevoerd in een perceel gerst met een rijafstand van 150 mm, en een perceel haver met een rijafstand van 125 mm. Voor de proef werden: een ganzenvoettand (fig.7), schoffelmessen (fig.8) en hoek-schoffelmessen (fig.9) gebruikt, welke een breedte hadden van 160 mm. Om tussen de rijafstanden van 150 en 125 mm te kunnen schoffelen, was het noodzakelijk om bestaande schoffelmessen aan te passen naar een breedte van 100 mm voor de rijafstand van 150 mm, en 80 mm breedte voor de rijafstand van 125 mm. Dit geeft aan dat het huidige aanbod niet altijd toereikend is voor bepaalde gewassoorten.

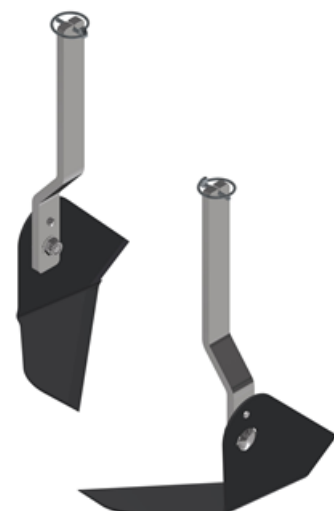
FIGUUR 7 GANZENVOETTAND



FIGUUR 8 SCHOFFELMES



FIGUUR 9 HOEK-SCHOFFELMES



(STEKETEE, GANZENVOETTAND, SCHOFFELMES EN HOEK-SCHOFFELMES)

Uit het onderzoek kwam naar voren dat op het perceel gerst de bewerking met ganzenvoettanden met een rijsnelheid van vier kilometer per uur het beste resultaat opleverde met een effectiviteit van 89,1% ten opzichte van 94,4% bij het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Bij het perceel haver werd ook de hoogste effectiviteit behaald met de ganzenvoettanden bij zes kilometer per uur, alleen was dit een effectiviteit van slechts 50,9%. Opvallend was dat bij het perceel haver de ganzenvoettand met een rijsnelheid van vier kilometer per uur een effectiviteit behaalde van 38,6%, wat betekent dat een lagere rijsnelheid niet altijd een beter effect heeft. Of de lagere effectiviteit in het perceel haver ten opzichte van het perceel gerst te maken heeft met een bepaalde factor zoals bijvoorbeeld: de gewassoort of plantafstand was niet duidelijk te herleiden, en komt volgens het onderzoek waarschijnlijk door meerdere factoren.

Ervaringen met verschillende gewassen en grondsoorten

Naast de eigenschappen van de machine voor mechanische onkruidbestrijding zijn er diverse factoren van belang om de kwaliteit van het schoffelen te waarborgen, zoals: groeistatus van het gewas, groeistatus van het onkruid, onkruiddruk, rijafstand, plantafstand, plantresten en de bodemomstandigheden. Om deze reden is er geen eenduidig antwoord te geven hoeveel bewerkingen er nodig zijn, en hoe intensief de bewerking moet zijn. Dit maakt ook de ontwikkeling van de juiste machine lastig, en is ook vaak de reden dat de resultaten van onderzoeken wisselend zijn op het gebied van effectiviteit. (Kurstjens B., 2003)

Er zijn al diverse onderzoeken geweest in welke gewassoorten het gebruik van mechanische onkruidbestrijding mogelijk is, en hoe groot het effect is in vergelijking met herbicide bestrijdingsmiddelen. Uit een onderzoeksrapport van D.A.G Kurstjens is gebleken dat de wiedegeffectief kan zijn tussen de gewasrijen bij: granen, mais, aardappels, bonen, erwten en suikerbieten in een jong stadium met een effectiviteit tussen de 20 en 90%. (Kurstjens, 2008) Een wiedege kan alleen gebruikt worden bij jonge onkruiden totdat de eerste blaadjes zichtbaar zijn, waardoor de effectiviteit van wiedege al snel achteruitgaat. Zo blijkt uit het onderzoeksrapport van D.A.G Kurstjens dat de effectiviteit tot wel 75% daalt wanneer het onkruid vier blaadjes of meer heeft.

Volgens het onderzoek van D.A.G Kurstjens is bij aardappels uit verschillende onderzoeken gebleken dat door te wisselen tussen aanaarden en schoffelen/eggen hetzelfde bestrijdingseffect bereikt kan worden als met het bespuiten van onkruid. In veldbonen en erwten blijkt alleen eggen onvoldoende effect te hebben, maar kan er in combinatie met schoffelen net als bij aardappels hetzelfde resultaat bereikt worden als met een bestrijdingsmiddel. Wel is het zo dat de weersomstandigheden gunstig moeten zijn. Bij natte omstandigheden en het uitstellen van schoffelen/eggen is chemische bestrijding noodzakelijk. Hieruit blijkt dat het tijdstip wanneer de mechanische onkruidbestrijding uitgevoerd wordt belangrijk is om uiteindelijk een gewenst effect te hebben.

Over het algemeen is bij granen eggen voldoende voordat het gewas begint te strekken. Suikerbieten zijn gevoelig voor gewasschade vlak voor en tijdens de opkomst. Door de rij- en plantafstand zijn bieten één van de makkelijkste gewassen om tussen de rijen en in de rij te schoffelen. De standaard rijafstand van 50 cm in bieten zorgt voor voldoende ruimte om te schoffelen tussen de gewassen en de plantafstand van 18-22 cm maakt het mogelijk om goed in de rij te kunnen schoffelen. Uit onderzoek van D.A.G Kurstjens, is gebleken dat de grondsoort in combinatie met het weer ook een aanzienlijk effect heeft op de kwaliteit van het schoffelen. Zo is wiedege minder effectief op harde grondsoorten dan op lichtere grondsoorten, en daarnaast gevoeliger voor stenen en harde kluiten. Ook is een wiedege onder natte omstandigheden minder effectief dan een schoffelmachine.

Huidige innovaties schoffeltechniek.

De innovaties die de laatste jaren in machines voor de mechanische onkruidbestrijding hebben plaatsgevonden, hebben zich toegespitst op camerasystemen die door middel van plantherkenning het verschil tussen onkruid en het gewas zelf herkennen. Hierbij wordt een stuursysteem aangestuurd welke nauwkeurig de gewasrij volgt, of worden schoffelmessen aangestuurd welke in de gewasrij kunnen schoffelen. Het camerasysteem herkent aan de hand van kleurverschil en plantgrootte het verschil tussen onkruid en gewas. Hierdoor is het mogelijk om in de gewasrijen te kunnen schoffelen. Naast de mogelijkheid om de schoffelmachine te besturen met een camerasysteem is het ook mogelijk door middel van RTK-GPS, tasters of handbediening. Bij RTK-GPS wordt de schoffel aangestuurd door een taakkaart welke doormiddel van satellietnavigatie weet op welke positie zich een gewasrij bevindt en Bij het stuursysteem met een taster wordt de schoffel naar links of rechts gestuurd als de taster de gewasrij aanraakt. Bij handbediening wordt het stuursysteem van de schoffelmachine door een bedieningskast in de trekker naar links of rechts gestuurd. Handbediening van het stuursysteem kan ook met een extra persoon die dan op de schoffelmachine zit, en met een eigen bedieningskast het stuursysteem naar links of rechts kan sturen.

Bij een proef in Duitsland werd gekeken in hoeverre een camera gestuurde schoffelmachine de hoeveelheid onkruid verminderde ten opzichte van een conventionele schoffelmachine in drie percelen sojabonen, en vier percelen suikerbieten in 2013 en in 2014. (Kunz, Weber, & Gerhards, 2014) In de proef was het mogelijk om met een camera gestuurde schoffelmachine tot wel 89% van het onkruid te verwijderen in zowel het perceel sojabonen als het perceel suikerbieten. Met een conventionele schoffelmachine werd er in het perceel suikerbieten een percentage van 87% gehaald en in het perceel sojabonen 85%. Uit een ander onderzoek van het Department of Weed Science Institute of Phytomedicine in Hohenheim in 2015 en 2016 werden gelijke resultaten behaald in de suikerbieten. (Department of Weed Science, Institute of Phytomedicine, University of Hohenheim, 70599 Stuttgart,, 2018) Hierbij werd voor 85% van het onkruid verwijderd met een camera gestuurde schoffelmachine in combinatie met schoffelen/vingerwieden in 2015 tegenover 90% met een herbicide middel. Uit het onderzoek kwam naar voren dat de efficiëntie van een schoffelmachine zonder vingerwieder met camerabesturing gemiddeld 78% is tegenover 65% met een schoffelmachine zonder vingerwieder en zonder camerabesturing. De gemiddelden werden berekend aan de hand van het jaar 2015 en 2016 in de percelen mais, suikerbieten en sojabonen.

Dit betekent dat het mogelijk is om een hogere efficiëntie te behalen met een camera gestuurde schoffelmachine dan met een conventionele schoffelmachine. Het grootste voordeel van een camera gestuurde schoffelmachine was dat het hetzelfde resultaat bereikt kan worden met bijna een dubbele rijnsnelheid. Zo was er bij de proef in Duitsland geen verschil te zien in percentage geschoffeld onkruid of verlies in gewas tussen een snelheid van vier en zeven kilometer per uur. (Koch, Eßer, Kunz, & Schrölkamp, 2015) Om uiteindelijk verder te komen in de efficiëntie van moderne schoffelmachines is het belangrijk dat ook de capaciteit verder omhoog gaat om te kunnen concurreren met een veldspuit. De beperkende factor van een camera gestuurde schoffel zit in de reactiesnelheid van het mechanische deel zoals het uit- en ingaan van de hydraulische cilinders van het stuursysteem.

Toekomst gebruik van autonome voertuigen

Hoe er in de toekomst mechanisch onkruid zal worden bestreden is nog onduidelijk en is moeilijk in te schatten. Wel wordt het gebruik van autonome voertuigen steeds meer onderzocht en hiermee zijn al verschillende onderzoeken gedaan. Een autonoom voertuig, ook wel robot genoemd, is een voertuig wat uit zichzelf taken en beslissingen kan nemen en uit zichzelf kan werken. Omdat mechanisch onkruid verwijderen veel tijd kost is dit één van de meest geschikte klussen voor een robot.

Momenteel maken de meeste schoffelrobots gebruik van een zelfde camerasysteem voor plantherkenning als op de camera gestuurde schoffelmachines toegepast wordt, waarbij het intra-rij schoffelen een probleem blijft. Hierbij wordt het percentage geschoffeld onkruid niet hoger dan met een schoffelmachine, maar is het voordeel dat de machine uit zichzelf kan werken. Een voorbeeld hiervan is de Naïo Dino welke gebruik maakt van RTK-gps in combinatie met een taakkaart. Door de RTK-gps weet de robot waar deze zich bevindt en door de ingevoerde taakkaart weet de robot waar de rijpaden zijn. Achter de robot hangt een balk met schoffelelementen van een conventionele schoffel welke van links naar rechts tussen de gewasrijen beweegt middels de plantherkenning van een camerasysteem. De robot kan hierdoor tot twee cm nauwkeurig naast een gewasrij schoffelen maar in de rij schoffelen is hierbij niet mogelijk. (Nationale proeftuin precisielandbouw, 2020)

Er is momenteel één robot die wel in de gewasrij kan schoffelen en gebruik maakt van RTK-GPS. Daardoor weet de robot op welke positie een gewasplant zich bevindt. De robot werkt volgens Bo Melander 'momenteel met een snelheid van 0,8 km/h en kan tot één cm naast de gewasplant schoffelen'. (Aarhus University, Denmark, 2021) Het nadeel van dit systeem is, dat op gebieden waar geen gewas is opgekomen, onkruid kan groeien wat niet geschoffeld wordt omdat de robot denkt dat hier een gewasplant staat. De huidige belemmering is ook dat huidige schoffelmachines niet intelligent zijn en bijvoorbeeld geen onderscheid maken tussen onkruid en gewas. (Machleb, et al., 2019) Daardoor ontbreekt ook de communicatie tussen de schoffelmachine en de robot en dat maakt variaties moeilijk voor een robot zoals wisselende onkruiddruk, populatie planten, verschil in gewasgrootte en verschil in grootte van het onkruid.

Ondanks de komst van moderne technologische ontwikkelingen zoals camerasystemen en autonome voertuigen blijft het belangrijk om de basis parameters (tijdstip van behandeling, aantal keren mechanische onkruidbestrijding, type onkruidbestrijding, agressiviteit van de behandeling, groeistatus van het gewas, bodemstructuur, bodemvochtigheid en weersinvloeden) in het oog te houden om zo de effectiviteit van het schoffelen te kunnen waarborgen en nog steeds onderzoek te doen.

1.3 Wat is er nog niet bekend over de markt van schoffelmachines?

De huidige stand van zaken is dat er diverse proeven zijn geweest met prototype machines. Om te kijken hoe hoog het percentage onkruid is dat verwijderd wordt in vergelijking met een herbicidebespuiting en conventionele machines voor de mechanische onkruidbestrijding zoals de schoffelmachine, vingerwieder en torsiewieder. De resultaten die naar voren komen zijn wisselend positief, en uit alle genoemde onderzoeken is ook gebleken dat het nog niet mogelijk is om tot dezelfde resultaten te komen als met chemische onkruidbestrijding al komt het in sommige gevallen zeker in de buurt. Zo was het volgens onderzoek van het Department of Weed Science, Institute of Phytomedicine in Hohenheim mogelijk om een efficiëntie van 85% te behalen met schoffelen tegenover 90% met een herbicide middel. Alleen is er niet bekend of dit in de praktijk gehaald wordt en of de behaalde resultaten voldoen aan de verwachtingen van een eindgebruiker. Daarnaast is er ook weinig bekend over de verwachtingen van schoffeltechniek in de toekomst en hoe de eindgebruiker naar de toekomst kijkt.

De kwaliteit van het schoffelen wordt bepaald door: de groeistatus van het gewas, groeistatus van het onkruid, onkruiddruk, rijafstand, plantafstand, plantresten en de bodemomstandigheden. Hiervan is onbekend wat uiteindelijk de grootste invloed heeft op de schoffelkwaliteit en welke aanpassingen er nodig zijn om de bovengenoemde invloeden te beperken om zo de efficiëntie van geschoffeld onkruid te kunnen verhogen naar 100%. Er zijn nog meer factoren van invloed op de schoffelkwaliteit zoals ervaring van de gebruiker van de schoffelmachine en de afstellingen van de schoffelmachine. Deze factoren worden verder buiten beschouwing gelaten omdat dit niet te veranderen is door de schoffelmachine aan te passen. Deze factoren zijn wel te veranderen door meer ervaring op te doen als eindgebruiker of door gebruikerstrainingen te geven. Ook is er niet bekend hoe vaak bepaalde problemen voorkomen of het structureel voorkomende klachten zijn en wat de verwachtingen zijn.

De huidige onderzoeken geven geen duidelijk beeld of de geteste resultaten voor elke gewassoorten en grondsoorten hetzelfde zijn. Zo kwamen er in de besproken onderzoeken in hoofdstuk 1.2 percentages naar voren tussen de 50 en 90% effectieve onkruidbestrijding door gebruik te maken van schoffeltechniek. Verder is het ook niet bekend of er per gewas- of grondsoort specifieke problemen ontstaan of verbeterpunten noodzakelijk zijn of dat de problemen hetzelfde zijn. Er is bekend dat bestaande schoffelmachines op veel vlakken nog verbeterd kunnen worden maar niet precies op welke punten en welke aanpassingen er dan nodig zijn om uiteindelijk een schoffelmachine te produceren welke voldoet aan de behoeften van de eindgebruiker.

1.4 Hoofd- en deelvragen onderzoek

De doelgroep voor het onderzoek zijn biologische en conventionele akkerbouwbedrijven in Nederland welke gebruik maken van schoffelmachines. Het vraagstuk hierin is: Welke verbeteringen zijn er nodig aan de schoffelmachine om te voldoen aan de eisen van een biologische en conventionele akkerbouwer in Nederland. Om het vraagstuk te kunnen beantwoorden wordt gebruikgemaakt van vier deelvragen die gaan over: de nauwkeurigheid van de schoffelmachine, kwaliteitseisen die worden gesteld aan het schoffelen, eisen die worden gesteld aan de schoffelmachine met betrekking tot de gewassoort en eisen die gesteld worden aan de schoffelmachine met betrekking tot de grondsoort. De aspecten die worden onderzocht gaan alleen over de huidige basis schoffelmachines waarbij prototypes en nieuw ontwikkelde machines buiten beschouwing worden gelaten. Hierbij kan de uitvoering van de schoffelmachine wel verschillen omdat dit onder andere afhankelijk is van het soort gewas waarin wordt geschoffeld. In de aspecten van het vraagstuk worden alleen vragen beantwoord die over de werking van de machine zelf gaan. Het doel van het onderzoek is om een overzicht met verbeterpunten aan de huidige schoffelmachine te maken om zo beter te kunnen voldoen aan de wensen van de klant. Om de juiste informatie te verkrijgen en uiteindelijk tot een goed antwoord te komen is de volgende hoofdvraag geformuleerd:

Welke verbeteringen zijn er noodzakelijk aan de huidige schoffelmachines om te voldoen aan de eisen van een Nederlandse akkerbouwer binnen 15 jaar?

Om de hoofdvraag zo goed mogelijk beantwoord te krijgen zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

1. Hoe nauwkeurig moet een schoffelmachine zijn in cm naast de gewasrij?
2. Is er verschil in kwaliteitseisen die een conventionele akkerbouwer stelt in Noord, Midden en Zuid aan het schoffelen ten opzichte van een biologische akkerbouwer in Noord, Midden en Zuid Nederland?
3. Is er verschil in eisen die worden gesteld aan de schoffelmachine ten opzichte van het gewas waarin wordt geschoffeld?
4. Is er verschil in eisen die worden gesteld aan de schoffelmachine ten opzichte van de grondsoort waarin wordt geschoffeld?

1.5 Doelstelling onderzoek

De doelstelling van het onderzoek is om een duidelijk beeld te krijgen van: de huidige problemen die eindgebruikers van schoffelmachines hebben, suggesties aan de schoffelmachine en eventuele wensen aan de schoffelmachine. Hiervan wordt een overzicht gemaakt, welke wordt onderverdeeld in verschillende aandachtspunten zoals de schoffelkwaliteit en nauwkeurigheid van het schoffelen. Verder wordt er een overzicht gemaakt met de overeenkomsten en verschillen tussen: verschillende gewas- en grondsoorten. Het doel is dat er een duidelijk beeld ontstaat van de verwachtingen van de eindgebruiker van een schoffelmachine en welke verbeteringen er noodzakelijk zijn aan de huidige schoffelmachine. De fabrikanten van schoffelmachines kunnen hierop inspelen en een schoffelmachine ontwikkelen die per specifiek punt voldoet aan de klantwens.

2 Aanpak

Om antwoord te geven op de hoofd- en deelvragen was het noodzakelijk om onderzoek uit te voeren. Hiervoor werd in het vooronderzoek gebruik gemaakt van literatuuronderzoek, zodat duidelijk werd wat er bekend was over schoffeltechniek en wat al onderzocht was. Om uiteindelijk antwoord te kunnen geven op de deelvragen en om antwoord te geven op de punten die nog niet bekend waren, werden gestructureerde interviews uitgevoerd op basis van een vragenlijst.

Om het onderzoek voldoende af te bakenen werd ervoor gekozen om te kijken naar biologische en conventionele akkerbouwers die minimaal één jaar in het bezit waren van een schoffelmachine en een schoffelmachine hadden die maximaal vijf jaar oud was. Hierdoor werd gewaarborgd dat de geïnterviewde voldoende schoffelervaring had en de machine na één jaar voldoende uren had geschoffeld om een duidelijk beeld te kunnen geven over voorkomende problemen. Daarnaast kon een machine die ouder was dan vijf jaar al dusdanig verouderd zijn dat deze niet alle verbeteringen had die waren doorgevoerd. Er bestaat anders een mogelijkheid dat er probleempunten werden genoemd die al reeds verholpen waren of niet meer voorkomen bij de nieuwste schoffelmachine. Ook werd Nederland opgedeeld in de gebieden: Noord, Midden en Zuid om zo voldoende spreiding te krijgen van de geïnterviewden.

Omdat niet bekend was welke problemen er voorkomen bij eindgebruikers van schoffelmachines, werden er geen categorieën vooraf vastgelegd en werd er gekozen voor een kwalitatief onderzoek. Uiteindelijk ontstond er vanuit het kwalitatieve onderzoek een lijst met voorkomende problemen welke uiteindelijk gebruikt kan worden voor een kwantitatief onderzoek. Omdat de doelgroep gespecificeerd werd naar conventionele en biologische akkerbouwers, die een schoffelmachine gebruiken die tussen de één en vijf jaar oud is, was de verwachting dat er per gebied in Noord, Midden en Zuid Nederland niet meer dan vier personen nodig waren tot er verzadiging in het aantal gegeven antwoorden optrad. Ben Baarda schrijft hierover in het boek dit is onderzoek: 'dat er in een kwalitatieve vragenlijst tussen de 10 en 20 personen nodig zijn om te voorkomen dat er geen overzicht meer is'. (Baarda, 2019)

2.1 Materiaal

Per deelvraag werd een omschrijving gegeven die is verwerkt in de vragenlijst, en de vragenlijst werd later gebruikt voor het interview. Er werd eerst om algemene informatie gevraagd om een inzicht te krijgen over de activiteiten van het bedrijf, plaats in Nederland, op welke grondsoorten de geïnterviewde schoffelde, in welke gewassoorten de geïnterviewde schoffelde en wat basisinformatie over de schoffelmachine. De basisinformatie maakte het makkelijker om de interview vragen met elkaar te kunnen vergelijken.

1. Hoe nauwkeurig moet een schoffelmachine zijn in cm naast de gewasrij?

De deelvraag over hoe nauwkeurig de schoffelmachine moet zijn in cm naast de gewasrij werd beantwoord met de vragen onder het kopje "nauwkeurigheid schoffelmachine" in de vragenlijst. Daarin werd de vraag gesteld hoe nauwkeurig de geïnterviewden konden schoffelen in cm naast het gewas, wat zij verwachtten te kunnen schoffelen, wat voor cijfer zij voor de nauwkeurigheid gaven en wat er beter kon.

2. Is er verschil in eisen die worden gesteld door biologische akkerbouwers en conventionele akkerbouwers in Noord, Midden en Zuid Nederland met betrekking tot de kwaliteit van het schoffelen.

De deelvraag of er per gebied andere eisen werden gesteld aan de kwaliteit van het schoffelen, werd beantwoord door in het kopje “kwaliteit schoffelen” te vragen wat de geïnterviewden van de kwaliteit van het schoffelen tussen de rij en in de rij vonden en wat er beter kon. In de algemene vragen werd gevraagd naar de vestigingsplaats van de geïnterviewden zodat de antwoorden per gebied met elkaar vergeleken konden worden.

3. Is er verschil in eisen die worden gesteld aan de schoffelmachine ten opzichte van het gewas waarin wordt geschoffeld?

Op deze deelvraag kon antwoord worden gegeven met de vragen uit het kopje “eisen gewas”. Daarin werd gevraagd welke eisen de eindgebruikers stelden aan de schoffelmachine met betrekking tot het gewas, welke opties er nog misten aan de schoffelmachine, wat er beter kon aan het afstellen van de schoffelmachine per gewassoort en wat er beter kon aan de schoffelmessen.

4. Is er verschil in eisen die worden gesteld aan de schoffelmachine ten opzichte van de grondsoort waarin wordt geschoffeld?

Of er verschil was in eisen die werden gesteld aan een schoffelmachine per grondsoort, kon antwoord worden gegeven met de vragen onder het kopje “eisen grondsoort”. Daarin werd gevraagd welke eisen de eindgebruiker stelde aan de schoffelmachine met betrekking tot de grondsoort, wat er ontbrak aan de schoffelmachine, wat er beter kon aan de schoffelmessen en hoe tevreden de eindgebruiker was over de slijtage van de schoffelmessen.

2.2 Methode

Bij de start van het interview werd er aan de geïnterviewde toestemming gevraagd om het interview op te mogen nemen. De beantwoorde interviewvragen werden tijdens het interview ook opgeschreven en de vragen werden na het interview door middel van de opname verder uitgewerkt. Zo werd tijdens het transcriberen ervoor gezorgd dat de antwoorden exact opgeschreven werden, zoals deze door de geïnterviewde waren gezegd en werd voorkomen dat de gegeven antwoorden anders werden geïnterpreteerd.

Om aan zoveel mogelijk informatie te komen en om een duidelijk inzicht te krijgen van de verwachting van de eindgebruikers met een schoffelmachine, werd gekozen voor een kwalitatief onderzoek. Bij een kwalitatief onderzoek was het lastig om gegeven antwoorden te analyseren door middel van wiskundige methodes waardoor de steekproef niet zo zeer van belang was. Het doel was om zoveel mogelijk informatie te verzamelen en per vraag een overzicht te krijgen met opgenoemde punten en niet zo zeer hoe vaak iets werd benoemd. Het gaat er uiteindelijk meer om dat er zoveel interviews werden gehouden tot er verzadiging in het gegeven antwoord optrad en er geen nieuwe antwoorden meer bijkwamen.

Vanuit de genoemde punten kon een kwantitatief onderzoek worden gedaan om te kijken hoe vaak de genoemde punten voorkwamen en welke punten de hoogste prioriteit hadden. Hiervoor werd gekozen omdat het momenteel niet duidelijk was welke problemen zich voordeden, en het doel was om daar een overzicht van te krijgen. Doordat er gebruik gemaakt werd van een vooraf opgestelde vragenlijst konden de antwoorden van de vragen met elkaar worden vergeleken en kon er per vraag uitgerafeld worden (gesegmenteerd) wat er gezegd werd. Daarna konden de vragen gecodeerd worden zodat er een overzicht ontstond welke punten er per vraag genoemd werden. Uiteindelijk kon er een overzicht gemaakt worden per vraag hoe vaak iets benoemd werd (kwantificeren) en konden de resultaten weergegeven worden in een tabel.

3. Resultaten

De resultaten zijn voortgekomen uit 12 interviews met eindgebruikers van een schoffelmachine met minimaal één jaar schoffel ervaring en waarvan de schoffelmachine maximaal vijf jaar oud is. In figuur 10 is de spreiding weergegeven van de geïnterviewde eindgebruikers verdeeld over Noord, Midden en Zuid Nederland. Van de geïnterviewden zijn er zes met een biologisch akkerbouwbedrijf en zes met een conventioneel akkerbouwbedrijf. Het aantal geschoffelde hectares van de geïnterviewden lag gemiddeld tussen de 90 en 300 hectare per jaar, verdeeld over verschillende rondes schoffelen. Het aantal rondes schoffelen is daarnaast seizoen afhankelijk, omdat er het ene jaar meer geschoffeld moet worden als het andere jaar. De werkbreedte van de machines varieerde tussen de 1,5 meter en 6,75 meter, de meest voorkomende werkbreedte is 4,25 meter. De verzamelde resultaten van de interviewvragen worden per deelvraag besproken.

FIGUUR 10 SPREIDING GEÏNTERVIEWDE EINDGEBRUIKERS SCHOFFELMACHINE



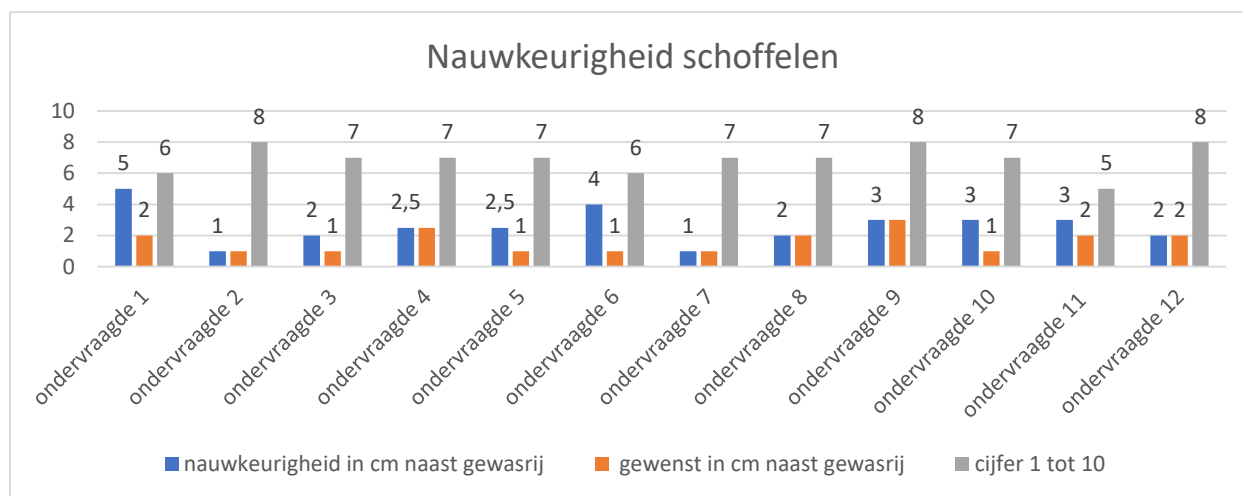
1. Hoe nauwkeurig moet een schoffelmachine zijn in cm naast de gewasrij?

Aan de 12 ondervraagden in Nederland is de vraag gesteld tot hoe nauwkeurig zij kunnen schoffelen in cm naast de gewasrij en tot hoe nauwkeurig zij wensen te schoffelen in cm naast de gewasrij. Aan de hand van verzamelde gegevens is in tabel 4 te zien dat hieruit naar voren kwam dat de nauwkeurigheid van het schoffelen tussen de één en vijf cm ligt. De ondervraagden, die aangaven een nauwkeurigheid te halen van meer dan drie cm, gaven aan hierover niet tevreden te zijn. De ondervraagden welke aangaven een nauwkeurigheid te kunnen halen tussen de één en drie cm gaven aan tevreden te zijn met de nauwkeurigheid. Zes van de twaalf ondervraagden gaven aan dat de huidige nauwkeurigheid tussen de één en drie cm die zij konden halen ook gewenst is en zes van de twaalf ondervraagden gaven aan een nauwkeurigheid van één cm te wensen. Daarvan gaven drie ondervraagden aan dat een nauwkeurigheid van minder dan één cm niet haalbaar is.

Zo vertelde een ondervraagde uit Zeewolde (Welleweerd, 2022) dat de zaaikouters van de zaaimachine een dikte hebben van één cm waardoor er altijd een speling over blijft van één cm als er over schoffelen naast het gewas wordt gepraat. De rest moet dan met werktuigen in de gewasrij worden verwijderd of met de hand. Hij gaf aan dat er in de gewasrij nog het meest verbeterd kan worden op het gebied van onkruid verwijdering, maar wat naar zijn idee ook lastig is om op korte termijn wat aan te doen met de huidige machines.

Van de 12 ondervraagden waren er 11 ondervraagden met een schoffelmachine welke uitgevoerd is met camerabesturing. Opvallend was dat alle ondervraagden met een camera gestuurde schoffel aangaven dat de nauwkeurigheid van het camerasysteem de beperkende factor is. Hierbij werd door een ondervraagde uit 's-Gravendeel (Reedijk, 2022) aangegeven dat het voornaamste problemen probleem is dat de camera het verschil, tussen gewas en onkruid niet herkent en dat vooral schaduwwerking op de camera een probleem is. Hij gaf aan dat de camera in het beginstadium niet wordt gebruikt en de schoffel dan met de hand wordt bediend omdat de camera de gewasrij niet herkent. Eén ondervraagde uit Zeewolde heeft een schoffelmachine zonder camerabesturing en gaf aan bewust een schoffel te hebben gekocht zonder camera, omdat een camerabesturing volgens hem niet nauwkeurig genoeg is. Zo gaf hij aan dat een ervaren bestuurder nauwkeuriger kan schoffelen dan een camera gestuurde schoffelmachine omdat hij precies weet waar hij op moet letten en snel genoeg kan reageren. 'Een camera besturing is iets ongrijpbaars omdat het niet zichtbaar is wanneer de besturing een beslissing maakt om naar links of rechts te sturen en waardoor het niet mogelijk is om tijdig in te grijpen als het mis gaat' gaf hij aan.

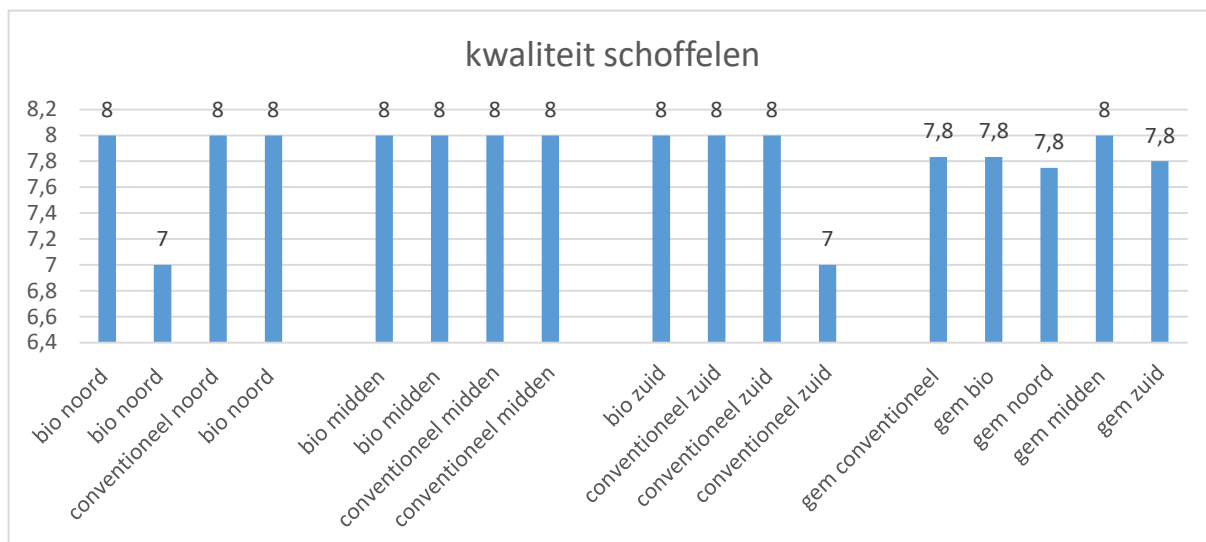
TABEL 4 NAUWKEURIGHEID VAN SCHOFFELN IN CM NAAST DE GEWASRIJ



2. Is er verschil in eisen die worden gesteld door biologische akkerbouwers en conventionele akkerbouwers in Noord, Midden en Zuid Nederland met betrekking tot de kwaliteit van het schoffelen.

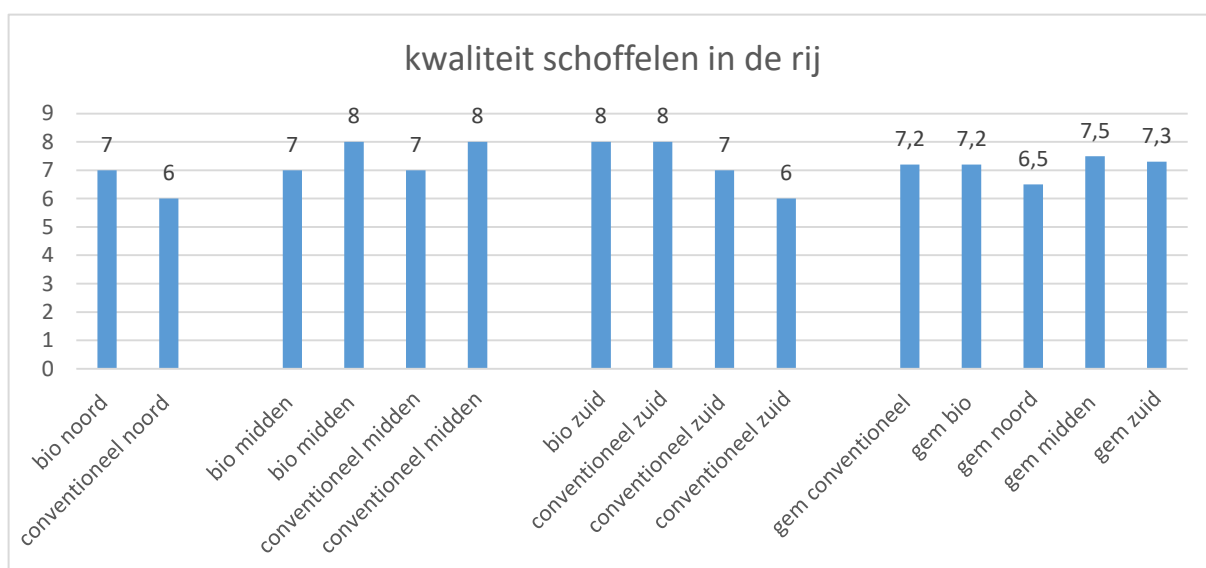
Hierin is onderscheid gemaakt tussen het schoffelen naast en in de gewasrij. In tabel 5 is te zien dat de geïnterviewden over het algemeen zeer tevreden zijn over de kwaliteit van het schoffelen tussen de gewasrijen. Zo werd er gemiddeld, door zowel de biologische als conventionele akkerbouwers, een 7,8 gegeven, net als in de gebieden Noord en Zuid Nederland. Het cijfer wat door de geïnterviewden in Midden Nederland werd gegeven lag met een gemiddelde van een acht nog iets hoger.

TABEL 5 KWALITEIT VAN HET SCHOFFELN TUSSEN DE GEWASRIJ



In tabel 6 zijn de cijfers weergegeven die gemiddeld werden gegeven voor de kwaliteit van het schoffelen in de gewasrij. Deze waren gemiddeld lager dan de kwaliteit van het schoffelen tussen de gewasrij. Zo werd er gemiddeld door zowel de biologische als de conventionele akkerbouwers een gemiddeld cijfer van een 7,2 gegeven en werd er door de geïnterviewden in Noord Nederland het laagste cijfer gegeven met een gemiddelde van een 6,5. In Zuid Nederland werd gemiddeld een 7,3 gegeven en in Midden Nederland werd het hoogste cijfer gegeven met een gemiddelde van een 7,5.

TABEL 6 KWALITEIT VAN HET SCHOFFELN IN DE GEWASRIJ



In Noord Nederland werd aangegeven dat de kwaliteit van het schoffelen in de gewasrij over het algemeen goed is, en de geïnterviewden tevreden waren over het schoffelen tussen de gewasrijen. Bij het schoffelen in de gewasrij werd aangegeven dat vooral het afstellen van de extra werktuigen veel tijd kost en dat dit heel precies moet worden uitgevoerd, om de gewenste kwaliteit te kunnen behalen. Zo gaf een geïnterviewde in Erica (Lubberman, 2022) aan dat hij gebruik maakt van vingerwieders gemonteerd aan losse balken en niet aan de schoffel elementen zelf omdat dit naar zijn mening beter werkt. Hij gaf aan dat de machine hierdoor een stuk zwaarder wordt en het zwaartepunt een probleem is omdat de vingerwiederarmen ver achter de machine uitsteken. Hierdoor zakken de steunwielen van de schoffel nog wel eens weg wat nadelig is voor de kwaliteit van het schoffelen.

In Midden Nederland gaven de geïnterviewden aan tevreden te zijn over de kwaliteit van het schoffelen. Ook hier werd aangegeven dat vooral het afstellen van de machine belangrijk is om een goede schoffelkwaliteit te kunnen behalen. Zo gaf een geïnterviewde uit Zeewolde aan gebruik te maken van meer schoffelmachines tegelijk en dat het niet haalbaar is om iedere machine identiek af te stellen. Het afstellen van de extra werktuigen gaat bij benadering en het is lastig om elk schoffel element hetzelfde afgesteld te krijgen waardoor de schoffelkwaliteit nog wel eens verschilt per gewasrij. Ook gaf hij aan dat het belangrijk is om met de plant- en zaairichting mee te schoffelen en dat men gebruik maakt van schijfbesturing in plaats van camera besturing omdat de machine hierbij rechter blijft, en de schoffelmachine niet gaat zoeken. Bij schijfbesturing loopt er een schijf door de grond welke met de hand gestuurd kan worden naar links of rechts.

Een geïnterviewde in Zevenhoven (Mastwijk, 2022) gaf aan dat de schoffel zo strak mogelijk gebouwd moet worden om zo nauwkeurig te kunnen schoffelen. Zo zei hij: "een klein beetje speling of niet helemaal haaks gebouwd en de kwaliteit van het schoffelen is niet meer acceptabel." Door drie ondervraagden in Midden Nederland werd aangegeven dat het tijdstip van schoffelen, de weersomstandigheden en het bijhouden van het schoffelen veel invloed hebben op de schoffelkwaliteit.

In Zuid Nederland werd door twee van de vier geïnterviewden aangegeven dat de kwaliteit van het schoffelen goed is, alleen dat het in de rijpaden lastig blijft om goed te kunnen schoffelen door de insparing van de trekker wielen. Zo gaven geïnterviewden in 's-Gravendeel en Grashoek (Neesen, 2022) aan dat door de insparing de grond niet vlak is en dat bij schoffelen op een oneven bodem het lastig blijft om alle onkruid goed te kunnen verwijderen. Daarnaast is de bodem daar vaak wat harder waardoor het noodzakelijk is om hier wat meer druk op de elementen te hebben, ten opzichte van de schoffelelementen die niet in de rijpaden schoffelen. Verder werd er aangegeven graag de mogelijkheid te hebben om de wielsporen weer los te woelen met bijvoorbeeld triltanden.

Over het wieden tussen de gewasrijen werd aangegeven dat er veel mogelijk is met vingerwieders, maar dat het onkruid dan zeker niet te hoog mag zijn. Zo gaf een geïnterviewde uit Grashoek aan dat hij het idee heeft vaak net iets te laat te zijn met schoffelen en dat het onkruid al te diep geworteld is, om de gewenste kwaliteit te kunnen behalen. Hij gaf aan dat hun aardbeien eerst onder zeil groeien. Als het doek eraf gaat, kan er pas geschoffeld worden, maar dan is het onkruid al zo hoog dat het niet meer mogelijk is om al het onkruid weg te schoffelen, zeker in het gewas niet. Ook gaf hij aan dat vingerwieders meer effect hebben dan torsiewieders.

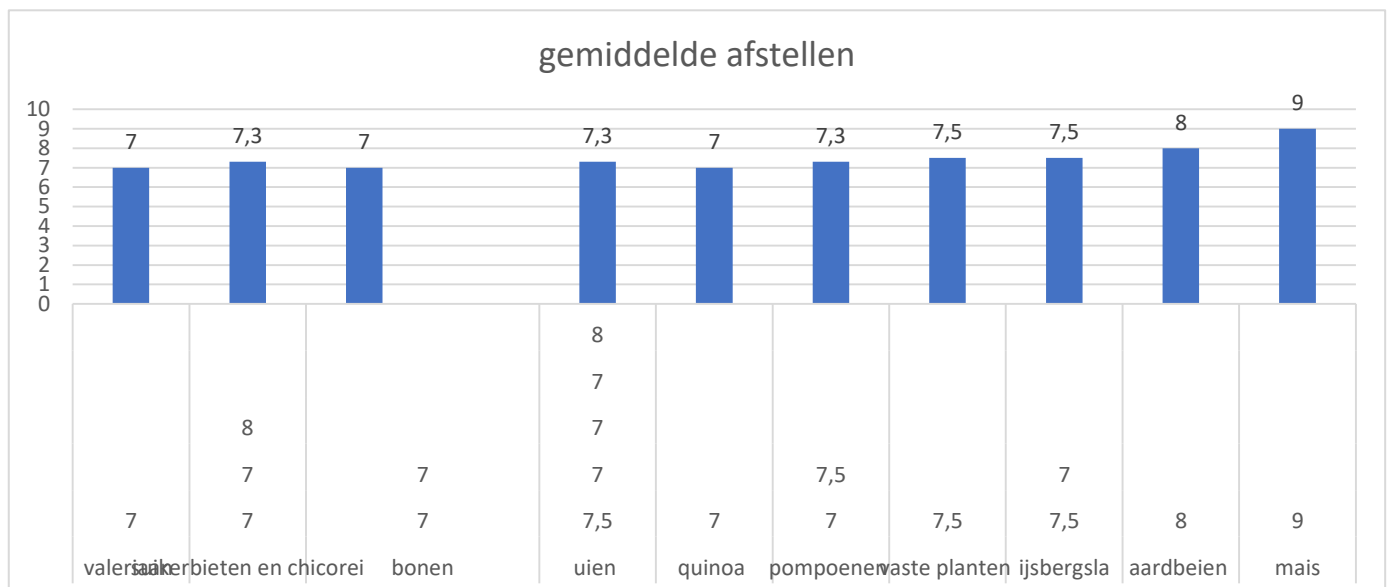
Dit werd ook door een geïnterviewde uit Posterholt (Gootzen, 2022) aangegeven. Hij zij: "over het wieden in de rij ben ik zeer tevreden, wel vind ik dat torsiewieders minder goed werken dan vingerwieders omdat torsiewieders in de gewasrij werken in plaats van naar buiten." Hij gaf ook aan dat het onkruid niet te hoog moet staan anders gaat de kwaliteit van schoffelen in de rij snel achteruit. Hij vertelde een gangbaar bedrijf te hebben en al een schoffelmachine gekocht te hebben, om hiermee te oefenen en om te voorkomen dat als er in de toekomst geen spuitmiddelen beschikbaar zijn, en er achter de feiten aan gelopen wordt. Hij gaf aan: "ik ben zeer tevreden over de kwaliteit van het schoffelen maar dat heeft wel drie à vier jaar geduurd. In het begin was ik helemaal niet tevreden, zo werd er het eerste jaar gedacht alleen met schoffelen af te kunnen maar toen groeide het onkruid hoger als het gewas en was er geen houden meer aan. Hebben toen later een wiedege erbij gekocht en nu gaat de combinatie wiedege en schoffelen goed. Hij een gangbaar bedrijf en dacht vast te beginnen met schoffelen voor er straks helemaal geen middelen zijn, nu kan er nog terugvallen worden op spuiten als het een keer fout gaat. Men moet niet denken ik stap zo over van spuiten naar schoffelen want dat werkt niet."

Een geïnterviewde uit Swalmen (Bonus, 2022) gaf aan wel torsiewieders te gebruiken en hierover tevreden te zijn, alleen willen deze wel eens naar buiten buigen waardoor het niet goed meer werkt. Hij ziet dan liever meerdere dunnere wiedegtanden voor een betere werking.

3. Is er verschil in eisen die worden gesteld aan de schoffelmachine ten opzichte van het gewas waarin wordt geschoffeld?

Om een overzicht te krijgen in welke gewassen de geïnterviewden schoffelen werd naar de soorten gewassen gevraagd, en het cijfer wat zij geven voor het afstellen per gewassoort. De gewassoorten en het aantal keer dat een gewassoort benoemd werd zijn: één keer valeriaan, drie keer suikerbieten/chicorei, twee keer bonen, vijf keer uien, één keer quinoa, twee keer pompoenen, één keer vaste planten, twee keer ijsbergsla, één keer aardbeien en één keer mais. In tabel 7 is te zien dat de geïnterviewden over het algemeen tevreden waren over het afstellen van de schoffelmachine per gewas. Zo was het laagst gegeven gemiddelde cijfer een zeven voor het afstellen in valeriaan, bonen en quinoa en het hoogste cijfer een negen voor het afstellen van de schoffelmachine in de mais.

TABEL 7 GEMIDDELDE CIJFER TEVDRENHEID AFSTELLEN SCHOFFEL PER GEWAS



In valeriaan werd door een ondervraagde uit Erica aangegeven dat vooral de herkenning van valeriaan door de camera een probleem is. Daarnaast is het volgens hem belangrijk om snel en makkelijk de elementen te kunnen verstellen en wisselt de nauwkeurigheid van de vingerwieders per gewas en per gewasstadium.

In suikerbieten/chicorei werd aangegeven dat schoffelen in nat gewas vaak een probleem is terwijl dat soms wel nodig is. Ook gaf een ondervraagde uit Zevenhoven aan dat de camera niet altijd goed werkt in bieten als het gewas aan het sluiten is. Een ondervraagde uit Posterholt gaf aan dat het schoffelen in chicorei en bieten in combinatie met wiedeggen goed gaat en dat hij gebruik maakt van vingerwieders. Hij zei dat als het onkruid klein is, dit goed werkt en dat hij graag wil dat de schoffel makkelijk en snel te verstellen is. Hij gaf aan dat hij graag wil dat de torsiewieder armen per sectieschakeling uit te heffen zijn. Omdat bieten later in het stadium redelijk hoog zijn, willen de vingerwiederarmen nog wel eens gewasschade aanrichten tijdens het uitheffen. Dit werd ook aangegeven door een geïnterviewde uit 's-Gravendeel, hij zei hierover: "zou graag hoge elementen hebben en veel bodemvrijheid tussen het gewas en het schoffelframe om ook later in het seizoen in bieten te kunnen schoffelen zonder gewasschade."

In bonen werden door de geïnterviewden geen specifieke eisen gesteld en werd aangegeven dat dit een relatief makkelijk gewas is om in te schoffelen en dit met een camera goed gaat.

In uien werd door vijf geïnterviewden geschoffeld en het is daarmee het gewas waarin het meeste werd geschoffeld. Hierbij werd door een geïnterviewde uit Zeewolde aangegeven dat de messen op maat worden geslepen om zo kort mogelijk langs het gewas te kunnen schoffelen en dat er later in het seizoen steeds een stukje van het mes weggeslepen werd. Hij gaf aan dat het anders veel werk en tijd kost om telkens de elementen te verstellen en het gewenste resultaat te bereiken. Ook blijven zaaiuien een heel teer gewas en zijn de planten heel klein en gevoelig in het beginstadium. Daarom zijn beschermerschijven of schilden belangrijk omdat er dan geen grond op de zaaiuien kan vallen. De huidige beschermerschilden en schijven zorgen niet voor minder gewasschade en later in het seizoen blijft er nog wel eens een uienpijp achter hangen. Dit is met torsiëwieders ook het geval, zeker bij de ophanging.

Een geïnterviewde in Nieuw-Vennep (Groenewoud, 2022) gaf aan ook goede beschermerschilden of schijven gemonteerd te willen hebben. De huidige systemen leveren niet de gewenste bescherming op. Daarnaast slijpt hij ook later in het seizoen een stukje van het schoffelmes af. Extra werktuigen moeten makkelijker op en af te bouwen zijn, omdat die niet het hele jaar gebruikt wordt. Hij gaf aan dat zijn schoffel speciaal voor uien samengesteld is en het wel mogelijk is om hiermee ook in bieten te schoffelen maar dit niet gedaan wordt.

Een geïnterviewde in Espel (Straatsma, 2022) gaf ook aan dat de beschermerschijven niet het gewenste effect hebben. Ook werd door hem aangegeven de camera niet te gebruiken omdat de uien te klein zijn en daardoor niet zichtbaar zijn voor de camera, wat volgens hem jammer is. Hij gaf aan nauwkeurig te willen schoffelen met de camera maar dat dit niet goed werkt. Hij gebruikt geen extra werktuigen voor het schoffelen in de rij omdat het gewas hier te gevoelig voor is en de messen worden op maat geslepen.

Een geïnterviewde met zaaiuien in 's-Gravendeel bevestigde ook dat de beschermerschijven niet het gewenste effect hadden en gaf aan: “beschermerschijven zijn heel belangrijk zeker in een teer gewas als zaaiuien. Afstellen komt wel heel nauw omdat het randje opzocht wordt van wat maximaal weg kan worden schoffelen. Werking van de camera is nog wel een puntje dat werkt helemaal niet in beginstadium en sturen dan met de hand. Camera herkent het gewas niet.”

In quinoa werd door een geïnterviewde uit Zevenhoven aangegeven dat met de bestaande schoffeltechniek voldoende resultaat behaald kan worden en er verder geen specifieke eisen worden gesteld. In pompoenen werd net als in quinoa aangegeven dat er geen specifieke eisen worden gesteld aan de schoffel.

Een geïnterviewde (Baars, 2022) in Nieuw-Vennep gebruikt zijn schoffelmachine in de teelt van vaste planten en hij vertelde graag een lichte machine te willen hebben, maar dat dit niet standaard te koop is voor de plantenteelt. Het standaard programma heeft alleen componenten die normaal op bredere machines worden gebruikt en dat is te zwaar voor zijn plantenteelt. Daarnaast wil hij zoveel mogelijk onkruid weg halen omdat arbeid duur is, maar er mogen geen planten verloren gaan omdat het een kostbaar gewas is. De machine moet ook makkelijk in en af te stellen zijn.

De twee geïnterviewden die ijsbergsla telen, gaven aan geen specifieke eisen te hebben. De machines waren aangepast voor de breedte van de bedden en de plantafstand. Een teler uit Swalmen gaf aan dat hij torsiëwieders gebruikte en zo min mogelijk gewasschade wenst. Hij gaf aan: “wanneer er een ijsbergsla plant geraakt wordt, is dit pas na een aantal dagen zichtbaar wanneer deze bruin wordt.”

Een geïnterviewde aardbeienteler uit Grashoek gaf aan vingerwieders te hebben voor het weghalen van onkruid tussen de aardbeienplanten. Hij gaf aan: “aardbeien planten worden onder zeil geplant en als het doek eraf gaat, staat het onkruid heel hoog en dan is het met de torsie en vingerwieders niet meer te doen”. “In het beginstadium staat de aardbeienplant in een gefreesde rij en iets dieper dan het maaiveld, en dat is dan niet te schoffelen waardoor er vaak veel onkruid in de rij groeit.” Verder gaf de geïnterviewde aan dat aardbeienplanten niet egaal groeien maar dat aardbeienplanten ranken hebben. Dat maakt schoffelen erg lastig en dat wordt door de camera bijna niet gezien. Verder heeft de schoffel van deze geïnterviewde triltanden om de grond los te werken, zodat het later een egaal geheel wordt. Ze hebben zelf extra egtanden gemonteerd met zelfgemaakte houders om de gefreesde geul, waar de aardbeien planten in staan, wat dicht te werken.

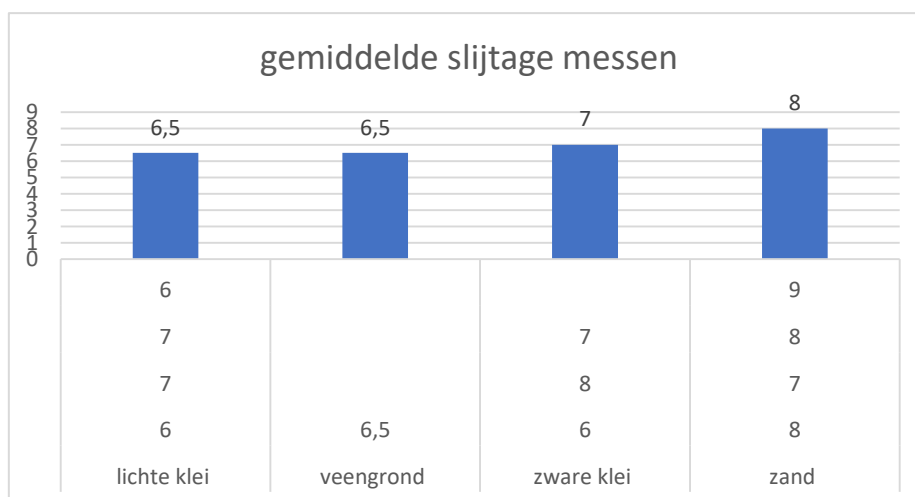
De geïnterviewde die de schoffel gebruikt in mais gaf aan dat de camera niet altijd evengoed onderscheid kan maken tussen een maisplant en onkruid. Afstellen zou daarnaast nog preciezer en makkelijker kunnen, zonder dat er gewasschade op zou treden aan het gewas.

Daarnaast gaf een geïnterviewde uit Zevenhoven aan dat hij met één schoffelmachine in verschillende gewassen schoffelt en dus vaak de machine om moet bouwen. Hij zei hierover te wensen dat verschillende componenten snel en makkelijk aan en af te bouwen zijn en makkelijk te verstellen zouden moeten zijn. De plantafstanden zijn niet voor elk gewas hetzelfde, waardoor de elementen en de camera's regelmatig versteld moeten worden. Dit is omslachtig werk en kost veel tijd zeker als er veel extra componenten aan de schoffel gemonteerd zijn.

4. Is er verschil in eisen die worden gesteld aan de schoffelmachine ten opzichte van de grondsoort waarin wordt geschoffeld?

De bedrijven van de 12 ondervraagden in Nederland hadden de volgende grondsoorten: drie bedrijven met overwegend zware klei, vier bedrijven met overwegend zand, vier bedrijven met lichte kleigrond en één bedrijf met zand/veengrond. Eén van de eisen die door zeven van de twaalf ondervraagden werd aangegeven met betrekking tot de schoffelmessen is de slijtvastheid van de schoffelmessen. In tabel 8 is te zien hoe tevreden de geïnterviewden zijn met de slijtvastheid van de schoffelmessen. Gemiddeld kwam naar voren dat de ondervraagden met een bedrijf op een zand/veengrond en lichte kleigrond het laagste cijfer gaven voor de slijtvastheid van de schoffelmessen. De ondervraagden met een bedrijf op een zware kleigrond gaven gemiddeld een zeven en de geïnterviewde die schoffelde op een zandgrond gaf gemiddeld het hoogste cijfer voor de slijtvastheid namelijk een acht.

TABEL 8 GEGEVEN CIJFERS SLIJTAGE SCHOFFELMESSEN



De ondervraagde met overwegend zand/veengronden in de provincie Drenthe gaf aan dat voor hem de belangrijkste eis is, dat de kwaliteit van het schoffelen overal gelijk moet zijn, terwijl de kwaliteit op dit moment sterk wisselt. Zo zei hij: “de kwaliteit en goede werking is erg afhankelijk per grondsoort zeker op een perceel met wisselende grondsoorten is dit erg lastig.” Daarnaast gaf hij aan dat de steunwielen breed genoeg moeten zijn en de schoffel niet te zwaar mag zijn. Hij gaf aan dat: “de wielen van de schoffel willen nog wel eens wegzakken waardoor er geen gelijkmatig schoffelbeeld is en de messen scherp moeten en slijtvast zijn.” Ook heeft hij aangegeven dat hij gebruik maakt van platte schoffelmessen omdat deze het beste schoffelresultaat geven op een zand/veengrond.

Van de vier ondervraagden die schoffelen op overwegend zandgronden gaven er drie aan dat de messen snel slijten, maar niet het idee hebben dat het beter kan. Een ondervraagde uit Swalmen vertelde: “de slijtage op de messen zijn hoog maar heb liever dat ze sneller slijten als dat ze te dik zijn en daardoor niet scherp schoffelen.” Daarnaast gaf hij aan een steenachtige bodem te hebben en een heuvelachtig perceel en hij daarom gekozen had voor een stuurschijf op de schoffel zodat de schoffel recht blijft lopen. Ook is de druk van de elementen op de bodem een probleem. Door de steenachtige bodem wil de schoffel niet altijd even goed bodemvolgend zijn. Dit werd ook bevestigd door een geïnterviewde in Oosterhesselen. Hij gaf aan dat de messen naar zijn idee te zwak zijn voor de steenachtige bodem en snel krom trekken. Ook gaf hij aan dat het loswoelen van de grond soms te agressief is, waardoor er veel grond op de gewasplanten komt.

Een ondervraagde in Grashoek gaf aan dat de schoffel goed bodemvolgend moet zijn. Hij vertelde dat de wielsporen lastig zijn om te schoffelen door de insporing en het daardoor niet overal gelijk schoffelt. Daarom moet de grond losgewoeld en weer vlak gelegd kunnen worden, zonder dat er teveel grond op de gewassen komt.

Van de vier ondervraagden op lichte klei grond gaven drie ondervraagden aan dat de messen slijtvaster moeten zijn. Een ondervraagde uit 's-Gravendeel vertelde dat de slijtage op de messen vorig jaar bizar snel sleten, maar dat dit ook erg afhankelijk is van het seizoen. Zo was het een natte zomer met veel regen waardoor de slijtage een stuk hoger was dan in een droge zomer. Hij vertelde een zwaardere machine te hebben gekocht, waardoor de elementen beter bodemvolgend zijn en gaf aan verder geen specifieke wensen te hebben voor de te bewerken grondsoort. Een geïnterviewde uit Zeewolde gaf ook aan dat de messen slijtvaster kunnen en dat hij een bepaald type loopwiel heeft op zijn schoffelmachine waar geen grond aan blijft plakken. Verder zei hij: “onze machines staan eigenlijk nooit stil vanwege de schoffelmachine en zijn verder tevreden over het schoffelen op lichte klei, vooral schoffelen onder nattere omstandigheden is een probleem”.

Een geïnterviewde in Espel op lichte kleigrond zei: “messen moeten scherp zijn en goed door de grond snijden, want met te dikke messen plakt de grond en wordt het net een bulldozer”. “Hoekmessen werken niet goed en gaan snel krom, schijfjes die een snede in de grond snijden werken vaak wel beter omdat de messen dan wat makkelijker de grond in komen”.

Van de drie ondervraagden op zware klei gaven twee geïnterviewden aan dat de messen te snel slijten. Een geïnterviewde uit Zevenhoven gaf aan een zware schoffelmachine te wensen, met scherpe, harde messen die niet krom trekken, zodat de elementen de messen in de grond drukken. Hij zei: “genoeg druk op de elementen is een probleem, dacht een zware machine dan zal dat wel gaan maar dat valt wel tegen, vooral wielsporen. Is de grond heel hard, dat maakt het schoffelen moeilijk, zeker omdat dan niet alle elementen dezelfde druk op de bodem nodig hebben. Heb wel extra schijven die de kleigrond opensnijden, dat maakt het iets makkelijker maar het blijft lastig”.

Een geïnterviewde in Nieuw Vennep met een bedrijf op zware klei vertelde: “schoffel messen slijten hard en harden de messen zelf nog een keer, maar zelfs dan slijten ze vrij snel. Daarnaast is genoeg druk op de elementen belangrijk en zouden graag hebben dat de elementen beter verstelbaar zijn, als het om bodemdruk gaat, dat is nu niet mogelijk. Daarnaast heeft hij nog wel eens last van grote brokken klei, en het zou dan mooi zijn als die verkrumeld kunnen worden, wielsporen is dan het grootste probleem omdat die grond heel erg wordt verdicht”. Hij heeft een conventioneel bedrijf en gebruikt de schoffel hoofdzakelijk voor het schoffelen tussen de gewasrij en voor de verbetering van de waterdoorlaatbaarheid van de bodem. Hij zou daarom graag nog tandjes zien voor op de schoffelmachine, die geulen maken in de bodem voor verbetering van de waterdoorlaatbaarheid. Een tweede geïnterviewde uit Nieuw Vennep gaf ook aan dat de grond lastig te bewerken is en dat de keuze voor welk type schoffels en vingerwieders gemaakt is aan de hand van de grondsoort en op advies van de dealer. Hij zei: “vingerwieders zou misschien een hardere of zachtere variant kunnen zijn maar weten niet precies of dat dan veel effect heeft”.

4. Discussie

De doelstelling van het onderzoek was om een duidelijk beeld te krijgen van: de huidige problemen die eindgebruikers van schoffelmachines hebben, suggesties voor verbetering van de schoffelmachine en eventuele wensen van de gebruikers. Hiervan is een overzicht gemaakt, zodat er een duidelijk beeld ontstaat van de verwachtingen van de eindgebruiker van een schoffelmachine en welke verbeteringen er noodzakelijk zijn aan de huidige schoffelmachine. De belangrijkste resultaten worden per deelvraag kort omschreven.

4.1 belangrijkste resultaten per deelvraag

1. Hoe nauwkeurig moet een schoffelmachine zijn in cm naast de gewasrij?

Uit de resultaten kwam naar voren dat de huidige nauwkeurigheid, die behaald kan worden met een schoffelmachine in cm naast de gewasrij, tussen de één en vijf cm ligt. Van de twaalf geïnterviewden gaven zes geïnterviewden aan niet tevreden te zijn met de huidige nauwkeurigheid van de schoffelmachine en een nauwkeurigheid van één cm te wensen. Daarbij werd aangegeven dat minder dan één cm naast de gewasrij niet haalbaar is volgens de geïnterviewde. In de gewasrij valt de meeste winst te behalen op het gebied van nauwkeurigheid.

Opvallend was dat alle geïnterviewden met een camerasysteem aangaven dat er aan het camerasysteem van de schoffel nog veel verbeterd kan worden op het gebied van nauwkeurigheid en de betrouwbaarheid. Hierbij is het voornaamste probleem dat de camera niet altijd goed een gewasrij herkent, vooral als het gewas in het beginstadium klein is en dat schaduwwerking een nadelige werking heeft op een goede werking van het camerasysteem. Ook gaven de geïnterviewden aan dat het camerasysteem iets ongrijpbaars is, omdat er niet te zien is wanneer en waarom het camerasysteem beslist om de schoffel naar links of rechts te sturen.

2. Is er verschil in eisen die worden gesteld door biologische akkerbouwers en conventionele akkerbouwers in Noord, Midden en Zuid Nederland met betrekking tot de kwaliteit van het schoffelen.

Hierin is onderscheid gemaakt tussen het schoffelen naast en in de gewasrij. Er kwam naar voren dat de geïnterviewden over het algemeen zeer tevreden zijn over de kwaliteit van het schoffelen tussen de gewasrijen en er werd gemiddeld een 7,8 gegeven. De cijfers die gemiddeld werden gegeven voor de kwaliteit van het schoffelen in de gewasrij waren gemiddeld lager dan de kwaliteit van het schoffelen tussen de gewasrij. Hiervoor werd gemiddeld een 7,2 gegeven.

Er werd aangegeven dat de kwaliteit van het schoffelen over het algemeen goed is en de geïnterviewden tevreden zijn over het schoffelen tussen de gewasrijen. In de gewasrij werd aangegeven dat vooral het afstellen van de extra werktuigen veel tijd kost en dit heel precies moet gebeuren, om de gewenste kwaliteit te kunnen behalen. Dit gebeurt vaak bij benadering waardoor het niet mogelijk is om bijvoorbeeld twee schoffelmachines identiek af te stellen. Hierdoor verschilt de schoffelkwaliteit per gewasrij. Door de geïnterviewden werd aangegeven dat er met vingerwieders veel mogelijk is, maar er zeker niet te lang gewacht moet worden om te beginnen met schoffelen omdat de kwaliteit van het schoffelen snel achteruit gaat wanneer het onkruid groter is.

Ook werd aangegeven dat het belangrijk is om met de plant- en zaairichting mee te schoffelen. De schoffelmachine moet zo strak en spelingsvrij mogelijk gebouwd worden, om zo nauwkeurig mogelijk te kunnen schoffelen. Verder werd aangegeven dat het tijdstip van schoffelen, de weersomstandigheden en regelmatig schoffelen veel invloed hebben op de schoffelkwaliteit. Het schoffelen in de rijpaden blijft lastig door de insporing van de trekkerwielen en omdat de bodem in de rijpaden vaak wat harder is.

3. Is er verschil in eisen die worden gesteld aan de schoffelmachine ten opzichte van het gewas waarin wordt geschoffeld?

Over het afstellen van de schoffelmachine per gewas waren de geïnterviewden over het algemeen tevreden. Zo was het laagst gegeven gemiddelde cijfer een zeven voor het afstellen in valeriaan, bonen en quinoa en het hoogste cijfer een negen voor het afstellen van de schoffelmachine in de mais. Hierbij werd aangegeven dat de camera besturing het gewas niet altijd goed herkend. Dit werd aangegeven door geïnterviewden die schoffelen in: valeriaan, bieten, uien, aardbeien en mais. Volgens de geïnterviewden is het belangrijk om snel en makkelijk de elementen te kunnen verstellen. De nauwkeurigheid van de vingerwieders wisselt per gewas en ook per gewasstadia, hier kunnen nog verbeteringen worden aangebracht.

Als er met één schoffelbalk in verschillende gewassen geschoffeld wordt, moet de machine vaak omgebouwd worden. Hierbij is het belangrijk dat verschillende componenten snel en makkelijk op en af te bouwen zijn en ook makkelijk te verstellen zijn. De plantafstanden zijn ook niet voor elk gewas hetzelfde, waardoor regelmatig de elementen en de camera's versteld moeten worden. Dit is omslachtig werk en kost veel tijd, zeker als er veel extra componenten aan de schoffel gebouwd zijn. Over het algemeen werd de eis gesteld, dat er tijdens het schoffelen zo min mogelijk gewasschade moet voorkomen. In bonen, quinoa, pompoenen en ijsbergsla werden verder geen specifieke eisen gesteld.

Voor suikerbieten/chicorei werd aangegeven dat schoffelen in een nat gewas vaak een probleem is, terwijl het soms nodig is om in een nat gewas te schoffelen. De wens is om de torsiewieder armen per sectieschakeling uit te heffen, omdat bieten in een later groeistadium redelijk hoog zijn, en dan kunnen de vingerwiederarmen nog wel eens gewasschade aanrichten tijdens het uitheffen. In uien werd door geïnterviewden aangegeven dat de messen op maat worden geslepen om zo kort mogelijk langs het gewas te kunnen schoffelen en dat er later in het seizoen steeds een stukje van het mes weggeslepen wordt. Zaaiuien zijn een heel teer gewas en de planten zijn heel klein en gevoelig in het beginstadium. Hierdoor is het afstellen een heel precies werk en zijn beschermerschijven of schilden belangrijk, omdat er dan geen grond op de zaaiuien kan vallen. De huidige beschermerschilden en schijven zorgen niet voor minder gewasschade.

In de teelt van vaste planten werd aangegeven dat de geïnterviewden graag een lichte machine willen maar dat dit vrij lastig is, omdat er niets beschikbaar is voor de plantenteelt. Daarnaast was de wens om zoveel mogelijk onkruid weg kunnen halen, omdat arbeid duur is, maar er mogen geen planten verloren gaan, omdat het een kostbaar gewas is.

Voor het schoffelen in aardbeien planten werd aangegeven dat de aardbeienplanten in het beginstadium in een gefreesde rij staan en daardoor iets dieper dan het maaiveld staan. Dat is niet te schoffelen, waardoor er vaak veel onkruid in de rij groeit. Ook hebben aardbeienplanten ranken en dit maakt het schoffelen lastig.

4. Is er verschil in eisen die worden gesteld aan de schoffelmachine ten opzichte van de grondsoort waarin wordt geschoffeld?

Uit de verzamelde gegevens kwam naar voren dat de ondervraagden op een zand/veengrond en lichte kleigrond een 6,5 gaven, en daarmee het laagste cijfer gaven voor de slijtvastheid van de schoffelmessen. De ondervraagden met een zware kleigrond gaven gemiddeld een zeven en de geïnterviewden die schoffelden op een zandgrond gaven gemiddeld het hoogste cijfer voor de slijtvastheid namelijk een acht. Over het algemeen werd aangegeven dat de schoffelmessen scherp moeten zijn en slijtvast. Ook werd aangegeven dat de grondsoort bepalend is voor het type schoffelmessen wat wordt gebruikt.

Door de ondervraagden met zand/veengronden werd aangegeven dat de belangrijkste eis is dat de kwaliteit van het schoffelen overal gelijk moet zijn, terwijl dit op dit moment sterk wisselt. Ook moeten de steunwielen breed genoeg zijn en de schoffel niet te zwaar, omdat de wielen van de schoffel willen nog wel eens wegzakken waardoor er geen gelijkmatig schoffelbeeld wordt verkregen. De geïnterviewden op lichte kleigrond gaven aan dat de grond nog wel eens aan de messen wil plakken, vooral in een nat seizoen waardoor de schoffelkwaliteit achteruit gaat.

De geïnterviewden welke schoffelen op zware klei gaven aan dat de druk van de elementen op de bodem een probleem is, waardoor de schoffelmessen niet altijd goed de grond in willen. Zeker in de rijpaden is dit het geval, omdat de trekker wielen de grond extra verdichten. Om dit wat te verbeteren wordt gebruik gemaakt van schijven, die eerst de grond opensnijden waardoor de messen makkelijker de grond in gaan.

4.2 reflectie uitgevoerde onderzoek

Het onderzoek is uitgevoerd volgens de vooraf opgestelde restricties. Zo hadden de geïnterviewden een schoffelmachine van minimaal één jaar oud en maximaal vijf jaar oud en zijn er in Noord, Midden en Zuid Nederland twee biologische en twee conventionele akkerbouwers per gebied geïnterviewd. Uiteindelijk is er niet meer nieuwe informatie bijgekomen, zodat de conclusie kan worden getrokken dat er verzadiging heeft plaats gevonden in de gegeven antwoorden en er voldoende mensen zijn geïnterviewd.

De spreiding in geïnterviewden naar gebied is niet optimaal als er naar de kaart van Nederland wordt gekeken. Er zijn bijvoorbeeld geen mensen geïnterviewd in Friesland, Gelderland en Overijssel. Dit is te verklaren doordat er in deze provincies minder wordt geschoffeld en de spreiding wel representatief is, als er wordt gekeken naar de gebieden in Nederland waar het meeste wordt geschoffeld. Daarnaast is de grondsoort in de provincies waar geen personen zijn geïnterviewd hetzelfde als in de andere provincies waardoor de verzamelde informatie voor gewas en grondsoort wel toe te passen is in deze provincies. Het is ook niet uit te sluiten dat de leeftijd van de geïnterviewden van invloed kan zijn op de antwoorden die werden gegeven. Zo ontstond er tijdens het interview bij een biologische akkerbouwer in Drenthe wat discussie tussen vader en zoon over bijvoorbeeld de werking van het camerasysteem op de schoffelmachine.

Het aantal jaren schoffelervaring wat iemand heeft, kan ook van invloed zijn op de antwoorden. Zo gaf een geïnterviewde met al meer dan 15 jaar schoffelervaring aan bewust niet te hebben gekozen voor een camerabesturing, omdat dit geen effect zou hebben op het verbeteren van de schoffelkwaliteit. De geïnterviewde wist door de schoffelervaring precies hoe een schoffelmachine afgesteld moet worden. De juiste afstelling leverde hem meer resultaat op dan een schoffel met camerabesturing. Mensen met weinig schoffelervaring gaven aan juist wel de voordelen van een camera gestuurde schoffelmachine in te zien, maar gaven juist aan problemen te ervaren wanneer er wat af moet worden gesteld.

De resultaten uit de interviews komen overeen met wat er al bekend was uit de literatuur. De geïnterviewden gaven aan zeer tevreden te zijn over het schoffelen tussen de gewasrij en dat het in de gewasrij lastig blijft om het onkruid volledig te verwijderen. Hierbij werd aangegeven dat er door middel van extra werktuigen, zoals torsiewieders en vingerwieders, veel mogelijk is, maar dit afhankelijk is van het gewas en de grootte van het onkruid. Dit werd in de verzamelde literatuur ook vermeld, alleen was er niet bekend hoe groot een onkruidplant mag zijn om te zorgen dat de extra werktuigen nog effectief zijn.

Daarnaast werd er in de literatuur aangegeven dat in gewassen met een korte rijafstand de messen op maat gemaakt moesten worden, omdat het huidige aanbod messen te breed was. Dit werd door de geïnterviewden bevestigd, omdat later in het seizoen de messen op maat geslepen moesten worden.

In de literatuur werd verder vermeld dat de kwaliteit van het schoffelen wisselt per gewassoort en grondsoort en dat er daardoor geen eenduidig advies te geven is, wanneer wat goed werkt. Door de geïnterviewden werd dit bevestigd, zo gaven zij aan dat het type schoffelmes uiteindelijk bepalend is voor het type grondsoort maar wisselt het resultaat nog wel eens. Over het algemeen werd aangegeven dat de geïnterviewden tevreden waren over het schoffelen in verschillende gewassen, maar dit wisselt per gewas. In gevoelige gewassen, zoals uien, is de kans op gewasschade groot en wordt er met extra werktuigen niet altijd het gewenste resultaat gehaald. Daarnaast werd door de geïnterviewden aangegeven dat het afstellen van de schoffelmachine veel tijd vraagt en dat hierbij niet altijd het gewenste resultaat wordt behaald. Hierover wordt echter niets vermeld in de verzamelde literatuur.

Over het gebruik van een camera gestuurde schoffelmachine wordt vermeld dat hiermee een hogere efficiëntie behaald kan worden op het gebied van hoeveelheid verwijderd onkruid en dat het grote voordeel van de camera is, met hogere snelheden te kunnen rijden. De geïnterviewden gaven aan dat de cameraschoffel zeker voordelen heeft, alleen zijn de voordelen per gewas en per seizoen wisselend, en de camera is niet altijd even betrouwbaar. Vooral de herkenning van een gewasrij en schaduwwerking wordt hierbij aangegeven als beperkende factoren in de betrouwbaarheid.

5. Conclusies

Het doel van het afstudeerwerkstuk was dat er een duidelijk beeld ontstaat wat eindgebruikers van een schoffelmachine verwachten van hun schoffelmachine, wat de huidige problemen zijn, welke eventuele wensen zij hebben en welke verbeteringen er noodzakelijk zijn aan de huidige schoffelmachine. De fabrikanten van schoffelmachines kunnen hierop inspelen en een schoffelmachine ontwikkelen die voldoet aan de klantwens.

Hiervoor is een overzicht gemaakt, welke wordt onderverdeeld in verschillende aandachtspunten, zoals de schoffelkwaliteit en nauwkeurigheid van het schoffelen, waarmee uiteindelijk de hoofdvraag en de deelvragen kunnen worden beantwoord.

1. Hoe nauwkeurig moet een schoffelmachine zijn in cm naast de gewasrij?

De huidige nauwkeurigheid van het schoffelen naast de gewasrij ligt tussen de één en vijf cm. Wanneer de nauwkeurigheid meer dan drie cm was, werd aangegeven dat dit niet gewenst is. De ondervraagden, welke aangaven een nauwkeurigheid te kunnen halen tussen de één en drie cm, gaven aan tevreden te zijn met de nauwkeurigheid. Uiteindelijk gaf de helft van de ondervraagden aan een nauwkeurigheid van één cm te wensen naast de gewasrij.

2. Is er verschil in eisen die worden gesteld door biologische akkerbouwers en conventionele akkerbouwers in Noord, Midden en Zuid Nederland met betrekking tot de kwaliteit van het schoffelen.

In de kwaliteit van het schoffelen die wordt gewenst, is geen duidelijk verschil tussen een conventionele of biologisch akkerbouwer aantoonbaar, als het gaat om het schoffelen tussen de gewasrij. Er werd door zowel de biologische akkerbouwers en de conventionele akkerbouwers gemiddeld een 7,8 gegeven voor de kwaliteit van het schoffelen. Ook tussen de gebieden Noord, Midden en Zuid Nederland was er geen aanzienlijk verschil.

De tevredenheid van het schoffelen in de gewasrij ligt gemiddeld lager dan de tevredenheid van het schoffelen tussen de gewasrij. Hierbij valt op dat er geen verschil is in tevredenheid tussen een biologische en een conventionele akkerbouwer, maar dat de geïnterviewden in Noord Nederland het minst tevreden waren met een 6,5 ten opzichte van een 7,3 voor Zuid Nederland en een 7,5 voor Midden Nederland. Over het algemeen werd benoemd dat het goed afstellen van de schoffelmachine de uiteindelijke kwaliteit van het schoffelen bepaalt, maar dat het afstellen veel tijd vraagt. Verder werd aangegeven dat het tijdstip van schoffelen, de weersomstandigheden en het bijhouden van het schoffelen veel invloed hebben op de schoffelkwaliteit.

3. Is er verschil in eisen die worden gesteld aan de schoffelmachine ten opzichte van het gewas waarin wordt geschoffeld?

Er is verschil in eisen die worden gesteld aan de schoffelmachine ten opzichte van het gewas waarin wordt geschoffeld, maar die eisen gelden voor elk gewas. Deze eisen zijn: makkelijk en snel afstellen van de schoffelmachine, zo min mogelijk gewasschade en optimale werking van schoffelen in de gewasrij. Wanneer dezelfde schoffelmachine gebruikt in verschillende gewassen, wordt de eis gesteld dat losse componenten makkelijk op en af te bouwen zijn en ook makkelijk te verstellen zijn. De gewasherkenning van camera's bij een schoffelmachine met camerabesturing werkt niet bij elk gewas goed. Zo gaven geïnterviewden die schoffelen in: valeriaan, bieten, uien aardbeien en mais aan een betere gewasherkenning te wensen van het camerasysteem in verschillende gewasstadia.

In suikerbieten/chicorei werd aangegeven dat de schoffelbalk een hoge doorrijhoogte moet hebben en was de wens dat de torsiewieder armen per sectieschakeling uit te heffen moet zijn, omdat bieten in een later groeistadium hoog zijn, waardoor er gewasschade kan optreden. In uien werd door geïnterviewden aangegeven dat de messen op maat werden geslepen om zo kort mogelijk langs het gewas te kunnen schoffelen en dat er later in het seizoen steeds een stukje van het mes weggeslepen werd. Dit kostte minder tijd dan het verstellen van de elementen. Zaaiuien zijn een heel teer gewas en de planten zijn in het beginstadium heel klein en gevoelig, waardoor de machine uitgevoerd moet worden met goede beschermerschilden of schijven. De huidige systemen leveren helaas niet minder gewasschade op.

In de teelt van vaste planten gaven de geïnterviewden aan graag een lichte machine te wensen, die zoveel mogelijk onkruid weg kan halen, maar dat er geen planten verloren mogen gaan, omdat vaste planten relatief kostbaar zijn.

Voor het schoffelen in aardbeien planten werd aangegeven dat de aardbeienplanten in een gefreesde rij staan en daardoor iets dieper dan het maaiveld. Dat is dan niet te schoffelen, waardoor er vaak veel onkruid in de rij groeit. Ook hebben aardbeienplanten ranken en dit maakt het schoffelen met de huidige techniek lastig.

4. Is er verschil in eisen die worden gesteld aan de schoffelmachine ten opzichte van de grondsoort waarin wordt geschoffeld?

Per grondsoort zit er verschil in de eisen die worden gesteld. Over het algemeen is de eis dat de huidige schoffelmessen slijtvaster moeten zijn, maar wel scherp moeten blijven. Geïnterviewden op zand, veen en lichte kleigrond gaven een 6,5 en waren het minst tevreden over de slijtvastheid van de messen. Geïnterviewden op zware klei gaven gemiddeld een 7 over de slijtvastheid van de schoffelmessen en geïnterviewden op zand gaven gemiddeld een 8 over de slijtvastheid van de schoffelmessen waarmee geconcludeerd kan worden dat de schoffelmessen het minst slijten bij het schoffelen op een zandgrond. Ook is de grondsoort bepalend voor het type schoffelmessen wat er wordt gebruikt. In zand en veengrond werd aangegeven dat de machine licht moet zijn en de steunwielen breed, om te voorkomen dat de machine wegzakt en voor insporing zorgt. Op lichte kleigrond werden andere schoffelmessen gewenst waar de grond minder snel aan blijft plakken, vooral onder nattere omstandigheden. Op zware kleigrond was genoeg druk van de elementen op de bodem een wens, omdat de messen anders niet in de grond gaan. Ook werd aangegeven dat de druk op de elementen per element verstelbaar zou moeten zijn, zeker in de rijpaden. Daarnaast was de eis dat de messen niet krom zouden trekken en het aanbrengen van tanden voor het verbeteren van de waterdoorlaatbaarheid en de losgewerkte grond te kunnen verkruiden.

Welke verbeteringen zijn er noodzakelijk aan de huidige schoffelmachines om te voldoen aan de eisen van een Nederlandse akkerbouwer binnen 15 jaar is?

De conclusies die kunnen worden getrokken uit de hoofdvraag zijn:

De schoffelmachine zou tot op één cm nauwkeurig naast de gewasrij moeten kunnen schoffelen. Het overige onkruid moet met extra werktuigen in de gewasrij wordt verwijderd.

De kwaliteit van het schoffelen in de gewasrij kan beter, waarbij het eenvoudig en snel afstellen van de schoffelmachine belangrijk is en de mogelijkheid om ook groter onkruid te kunnen verwijderen in de gewasrij gewenst is.

De gewasschade in tere gewassen zoals zaaiuien verminderen en verbetering van de bescherming van het gewas tegen loswoelende grond. In suikerbieten/chicorei moet de schoffelbalk een hoge doorrijhoogte hebben en moeten de elementen per sectieschakeling uit te heffen zijn. De schoffelmessen moeten beter bodemvolgend zijn bij gewassen die lager staan dan het maaiveld zoals aardbeien.

De camera op een camera gestuurde schoffelmachine moet elk gewas goed herkennen en betrouwbaarder worden, vooral bij schaduwwerkingen. De schoffelmessen moeten slijtvast zijn en scherp blijven en mag er geen grond aan de messen plakken. De grondsoort is bepalend voor het type schoffelmes dat wordt gekozen. Op zachte grondsoorten is een lichte machine met brede steunwielen gewenst en op hardere ondergronden moeten de messen robuust zijn. De elementen moeten goed bodemvolgend blijven, waarbij de druk op de elementen onderling versteld kan worden.

6. Aanbevelingen

De conclusies kunnen door fabrikanten van schoffelmachines gebruikt worden voor de verdere ontwikkeling van hun machines. Met de huidige schoffeltechniek voor het schoffelen tussen de gewassen wordt voldaan aan de wensen vanuit de markt. Waar op dit moment de focus op gelegd kan worden is het verbeteren van de techniek voor het verwijderen van onkruid in de gewasrij. Hierbij speelt het eenvoudig en snel af kunnen stellen van de extra werktuigen een belangrijke rol waarbij de belangrijkste eis is, dat gewasschade tot het minimum moet worden beperkt, en de ontwikkeling van de bescherming van de gewasplant tijdens het schoffelen een belangrijk is. Daarnaast is de slijtage van de schoffelmessen iets om verder te ontwikkelen, waarbij de messen scherp moeten blijven. Op de korte termijn heeft de verdere ontwikkeling van camerabesturing een belangrijke prioriteit en dan voornamelijk de betrouwbaarheid, herkenning van de gewasrij en onderscheid tussen gewas en onkruid. Op de lange termijn zal het schoffelen overgenomen kunnen worden door een autonoom voertuig maar hiervan staat de ontwikkeling nog in de kinderschoenen en is het belangrijk dat er eerst zorgvuldig getest wordt voordat dit in de praktijk haalbaar is.

Om een nog beter beeld te krijgen of meer gebruikers met een schoffelmachine zich herkennen in de opgenoemde punten is het noodzakelijk om verder onderzoek te doen en meer eindgebruikers te ondervragen. Dit kan middels een kwantitatief onderzoek, waarbij de genoemde punten meegenomen worden. Daarnaast is het ook belangrijk om middels verder onderzoek uit te zoeken welke punten de hoogste prioriteit hebben en hoe belangrijk deze punten voor een eindgebruiker zijn.

Aan de hand van verder onderzoek kunnen dan nieuwe prototypes ontwikkeld en getest worden. Zo kan er worden gekeken in welk gewas de camera niet goed werkt en in welk gewasstadium. Voor de slijtage van de schoffelmessen kunnen duurtesten worden gedaan per grondsoort. Fabrikanten van schoffelmachines kunnen de geïnterviewde eindgebruikers ook betrekken bij het testen van de prototype machines om te kijken of zij verbeteringen zien en of er nog dingen aangepast moeten worden. Dit geeft voor beide partijen meer kansen omdat eindgebruikers met een schoffelmachine zich betrokken voelen bij de ontwikkeling en voor een fabrikant geeft het nieuwe inzichten en ideeën. Naast biologische en gangbare akkerbouwers, die al gebruik maken van schoffelmachines, is het goed om te kijken welke ontwikkelingen er nodig zijn om biologische akkerbouwers en gangbare akkerbouwers, die nog geen gebruik maken van schoffeltechniek, over te halen uiteindelijk ook te gaan schoffelen.

Literatuurlijst

- Aarhus University, Denmark. (2021). *Advances in mechanical weed control*. Cambridge: burleigh dodds science publishing. Retrieved from https://bdspublishing.com/_webedit/uploaded-files/All%20Files/Open%20Access/9781801462464.pdf
- Baarda, B. (2019). welke vorm van onderzoek is geschikt? . In B. Baarda, *Dit is onderzoek* (pp. 68-78). Utrecht/Groningen : Noordhoff uitgevers .
- Baars, P. (2022, Januari). Interview Schoffelmachine. (B. Lievestro, Interviewer)
- Bender, R. (2020). Schoffeltechnieken in de akkerbouw steeds populairder. *Akkerbouwbedrijf*. Retrieved from <https://www.akkerbouwbedrijf.nl/akkerbouwmachines/schoffelmachine/schoffeltechnieken-in-de-akkerbouw-steeds-populairder/>
- Bleeker, P. (2006). *Mechanische onkruidbestrijding geplante zaaiuien*. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. Retrieved from <https://edepot.wur.nl/120343>
- Boerderij. (2021). *pottinger-gaat-schoffels-en-wiedeggen-bouwen*. Retrieved from boerderij.nl: <https://www.boerderij.nl/pottinger-gaat-schoffels-en-wiedeggen-bouwen>
- Boerenbusiness. (2018). *spuitenfabrikanten storten zich op schoffeltechniek*. Retrieved from boerenbusiness.nl: <https://www.boerenbusiness.nl/artikel/10880345/spuitenfabrikanten-storten-zich-op-schoffeltechniek>
- Boerenbusiness. (2018). *spuitenfabrikanten storten zich op schoffeltechniek* . Retrieved from <https://www.boerenbusiness.nl:https://www.boerenbusiness.nl/artikel/10880345/spuitenfabrikanten-storten-zich-op-schoffeltechniek>
- Boerenbusiness. (2019). *landbouw-niet-sexy-voor-poolse-arbeider*. Retrieved from <https://www.boerenbusiness.nl:https://www.boerenbusiness.nl/artikel/10883298/landbouw-niet-sexy-voor-poolse-arbeider>
- Bonus, H. (2022, Maart). Interview schoffelmachine. (B. Lievestro, Interviewer)
- Carré. (n.d.). Roterende schoffel. *Nieuwe roterende schoffel van Carré*. de loonwerker. Retrieved from <https://www.deloonwerker.nl/loonwerk-activiteiten/onkruidbestrijding/nieuwe-roterende-schoffel-van-carre/>
- CBS. (2015). *cijfers/detail/akkerbouw/onkruidbestrijding* . Retrieved from www.cbs.nl: <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/03758?q=akkerbouw>
- CBS. (2021). *landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar hoofdbedrijfstype*. Retrieved from www.cbs.nl: <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/80780ned>
- CLO. (2012). *afzet gewasbeschermingsmiddelen in de land en tuinbouw 1985-2011*. Retrieved from www.clo.nl: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl001513-afzet-gewasbeschermingsmiddelen-in-de-land--en-tuinbouw>
- CLO. (2019). *mechanische-bestrijdingsmethoden-in-de-landbouw-per-gewas*. Retrieved from clo.nl: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0583-mechanische-bestrijdingsmethoden-in-de-landbouw-per-gewas>
- CLO. (2021, april). *afzet gewasbeschermingsmiddelen in de land en tuinbouw*. Retrieved from www.clo.nl: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0015-afzet-gewasbeschermingsmiddelen-in-de-land--en-tuinbouw?ond=20895>
- Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, University of Perugia. (2013). *Effects of mechanical and chemical methods on weed control, weed seed rain and crop yield in maize, sunflower and soyabean*. Perugia: Elsevier. Retrieved from <https://pdf.sciencedirectassets.com/271154/1-s2.0->

S0261219414X00086/1-s2.0-S0261219414001847/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEHkaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQDuJkErzjtLvPdXJTi8gff1fwTchPqPheH%2BZo sgY8U2ZgIhAKAnyVqtAexU2qgw7vg0Swr3IKtzMUqoKt7b%2Ba5G

- Department of Weed Science, Institute of Phytomedicine, University of Hohenheim, 70599 Stuttgart,. (2018). *Camera steered mechanical weed control in sugar beet, maize and soybean*. Stuttgart: Springer Science+Business Media. Retrieved from <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201800272206>
- Dingemanse, A. (n.d.). *schoffelmachine. Precisieschoffelen met cameratechniek*. Boerderij, Oosterland. Retrieved from <https://www.boerderij.nl/precisieschoffelen-met-cameratechniek>
- EU . (2018). *pesticide_sales_statistics*. Retrieved from [ec.europa.eu/eurostat : https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Pesticide_sales_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Pesticide_sales_statistics)
- EU. (2018). *Archive: Agricultural census 2010- main results* . Retrieved from [ec.europa.eu/eurostat/statistics : https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Agricultural_census_2010_-_main_results](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Agricultural_census_2010_-_main_results)
- EU. (2020). *Farm to fork strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system*. Retrieved from [ec.europa.eu: https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf)
- EU. (2021). *eurostat/tables by themes/agriculture/agricultural production*. Retrieved from [EC.europa.eu: https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/main/data/database?p_p_id=NavTreeportletprod_WAR_NavTreeportletprod_INSTANCE_nPqeVbPXRmWQ&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view](https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/main/data/database?p_p_id=NavTreeportletprod_WAR_NavTreeportletprod_INSTANCE_nPqeVbPXRmWQ&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view)
- EU. (2021). *Farms and farmland in the European Union* . Retrieved from [ec.europa.eu/eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farms_and_farmland_in_the_European_Union_-_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farms_and_farmland_in_the_European_Union_-_statistics)
- Fontaine, L. B.-F. (2012). *MECHANICAL WEED CONTROL OPTIMISING AND PROMOTING MECHANICAL WEED CONTROL*. Paris: Institut Technique de l'Agriculture Biologique. Retrieved from <https://orgprints.org/id/eprint/30571/12/DM-Brochure-Full-Eng-compressed.pdf>
- Gootzen . (2022, Februari). Interview schoffelmachine. (B. Lievestro , Interviewer)
- Groenewoud. (2022, Januari). Interview Schoffelmachine. (B. Lievestro, Interviewer)
- Hoekstra, R. (n.d.). Werking Pneumat . *Pneumat intra-rijwieder een machine om in de gaten te houden* . Landbouwmechanisatie , St. Jacobiparochie .
- Huizing, H. (n.d.). S.A.R.L Radis intra-rijsoffiel . *Innovaties in de mechanische onkruidbestrijding* . Wageningen University en Reasearch , Wageningen .
- Huizing, I. H. (2014). *Innovaties in mechanische onkruidbestrijding*. Lelystad: Wageningen UR. Retrieved from <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/313037>
- Huybrechts, M. (2018). NA 50 JAAR ZAL MECHANISCHE onkruidbestrijding weer boomen. *Management en techniek*. Retrieved from <https://edepot.wur.nl/465243>
- Koch, H.-J., Eßer, C., Kunz, C., & Schrölkamp, C. (2015). Potentials of post-emergent mechanical weed control in sugar beet to reduce herbicide inputs. *Landtechnik*, 15. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/281550285_Potentials_of_post-emergent_mechanical_weed_control_in_sugar_beet_to_reduce_herbicide_inputs
- Kunz, C., Weber, J., & Gerhards, R. (2014). *Benefits of Precision Farming Technologies for Mechanical Weed Control in Soybean and Sugar Beet—Comparison of Precision Hoeing with Conventional Mechanical Weed Control*. University of Hohenheim. Basel: MDPI ag. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/276175145_Benefits_of_Precision_Farming_Technologies

_for_Mechanical_Weed_Control_in_Soybean_and_Sugar_Beet-
Comparison_of_Precision_Hoeing_with_Conventional_Mechanical_Weed_Control

- Kurstjens, B. (2003). Mechanische onkruidbestrijding huidige machines moeten beter. *Landbouwmecanisatie*, 22 en 23. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/40127777_Mechanische_onkruidbestrijding_huidige_machines_moeten_beter
- Kurstjens, D. (2008). *Overzicht van mechanische en fysische technologie voor onkruidbestrijding*. Wageningen : Wageningen University Research .
- Lievestro, B. (n.d.). Extra opties schoffelmachine . *Prijlijst onkruidbestrijdingstechnologie*. Machinefabriek Steketee , Stad aan 't Haringvliet .
- Lubberman, J. (2022, Januari). Interview schoffelmachine. (B. Lievestro, Interviewer)
- Machleb, J. B. (2017). *Adjustment of Weed Hoeing to Narrowly Spaced Cereals*. Stuttgart: Institute of Phytomedicine, Department of Weed Science, University of Hohenheim,. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2077-0472/8/4/54>
- Machleb, J., Gerassimos, G., Peteinatos, B., Kollenda, L., Andújar, D., & Gerards, R. (2019). *Sensor-based mechanical weed control: Present state and prospects*. Weed Science, Institute of Phytomedicine, Centre for Automation and Robotics, CSIC-UPM,. Stuttgart, Madrid: Elsevier. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169919318708>
- Manatmachine. (n.d.). Wiedeg. *treffler wiedeg constante druk zorgt voor optimaal resultaat*. Manatmachine, Grijskereke. Retrieved from <https://www.akkerbouwbedrijf.nl/gewasbescherming/treffler-wiedeg-constante-druk-zorgt-voor-optimaal-resultaat/>
- Mastwijk , G. (2022, Januari). Interview schoffelmachine. (B. Lievestro, Interviewer)
- Nationale proeftuin precisielandbouw . (2020, augustus). *schoffelrobot is een mooi ding maar voor mij nog niet af*. Retrieved from [proeftuinprecisielandbouw.nl: https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/schoffelrobot-is-een-mooi-ding-maar-voor-mij-nog-niet-af/](https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/schoffelrobot-is-een-mooi-ding-maar-voor-mij-nog-niet-af/)
- Neesen , R. (2022, Februari). Interview schoffelmachine. (B. Lievestro, Interviewer)
- Reedijk, N. (2022, Februari). Interview uien schoffelmachine. (B. Lievestro, Interviewer)
- Steketee, M. (n.d.). Ganzenvoettand . *Technische tekening ganzenvoettand* . Machinefabriek Steketee , Stad aan 't Haringvliet.
- Steketee, M. (n.d.). Ganzenvoettand, schoffelmes en Hoekschoffelmes. *Technische tekeningen schoffelmessen*. Machinefabriek Steketee , Stad aan 't Haringvliet .
- Steketee, M. (n.d.). Schoffelmes . *Technische tekening schoffelmes*. Machinefabriek Steketee , Stad aan 't Haringvliet .
- Straatsma, R. (2022, Februari). Interview schoffelmachine. (B. Lievestro, Interviewer)
- Top Agrar. (2019). *agritechnica-horsch-stellt-neuheiten-fuer-bodenbearbeitung-vor*. Retrieved from [topagrar.at: https://www.topagrar.at/technik/news/agritechnica-horsch-stellt-neuheiten-fuer-bodenbearbeitung-vor-11608101.html](https://www.topagrar.at/technik/news/agritechnica-horsch-stellt-neuheiten-fuer-bodenbearbeitung-vor-11608101.html)
- Wageningen University. (2020). *arbeidsvolume primaire landbouw*. Retrieved from [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)
- Weide, R. v., Bleeker, P., Molema, G., & Kurstjens, D. (2005). *Geasbescherming Koninklijke Nederlandse Plantenziektkundige Vereniging*, 4. Retrieved from <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/338566>

Welleweerd, H. (2022, Januari). Interview uien schoffelmachine. (B. Lievestro, Interviewer)

Bijlage vragenlijst

Vragenlijst marktonderzoek tevredenheid schoffelmachines

Algemene vragen

1. In welke plaats is uw bedrijf gevestigd?
2. Welke activiteiten worden er op uw bedrijf uitgevoerd?
3. Hoeveel hectare schoffelt u jaarlijks?
4. Welke gewassen schoffelt u?
5. Wat is de meest voorkomende grondsoort in uw percelen?
6. Hoelang heeft u de schoffelmachine in gebruik?
7. Wat is de werkbreedte van uw schoffelmachine?
8. Op welke rijafstand gebruikt u de schoffelmachine?
9. Welke schoffelmessen gebruikt u?
10. Welke extra werktuigen gebruikt u? (Beschermschijven, wiedeg, aanaarder, beschermerschilden, vingerwieder hydraulisch of mechanisch, torsiewieder, rotorwieder)

Nauwkeurigheid Schoffelen

1. Hoe tevreden bent u over de nauwkeurigheid van het schoffelen op een schaal van 1 tot 10?
2. Wat kan er volgens u beter aan de nauwkeurigheid van het schoffelen?
3. Tot hoe nauwkeurig kan u op dit moment schoffelen in cm naast de gewas rij en in cm naast het gewas in de gewasrij?
4. Tot hoe nauwkeurig zou u willen schoffelen in cm naast de gewasrij en in cm naast het gewas in de gewasrij?

kwaliteit van het schoffelen

5. Hoe tevreden bent u over de kwaliteit van het schoffelen op een schaal van 1 tot 10?
6. Wat kan er volgens u beter aan de kwaliteit van het schoffelen?
7. Hoe tevreden bent u over de kwaliteit van het wieden in de rij op een schaal van 1 tot 10?
8. Wat kan er volgens u beter aan de kwaliteit van het wieden in de rij?

Eisen gewas

9. Welke eisen stelt u aan de schoffelmachine met betrekking tot de gewassen die u schoffelt?
10. Welke opties mist u nog aan de schoffelmachine met betrekking tot het gewas?
11. Hoe tevreden bent u over het afstellen van de schoffelmachine op een schaal van 1 tot 10 voor uw gewas?
12. Wat kan er beter aan het afstellen van de schoffelmachine per gewas?
13. Welke dingen mist u nog aan de schoffelmessen specifiek per gewas?
14. Wat zou u graag anders zien aan de schoffelmessen voor uw gewassen?

Eisen grondsoort

15. Welke eisen stelt u aan de schoffelmachine met betrekking tot de grondsoorten die uw percelen bevatten?
16. Welke opties mist u nog aan de schoffelmachine met betrekking tot de grondsoort?
17. Wat zou u graag anders zien aan de schoffelmessen voor uw grondsoort?
18. Welke dingen mist u nog aan de schoffelmessen voor uw grondsoort?
19. Bent u tevreden over de slijtagegevoeligheid van de schoffelmessen op een schaal van 1 tot 10?
20. Wat zou u graag anders zien aan de schoffelmessen voor uw grondsoort?