



DE POTENTIE VAN GEÏNTEGREERDE ONKRUIDBESTRIJDING IN UIEN

Praktijkonderzoek naar de effecten van
mechanische onkruidbestrijding gecombineerd met
chemische onkruidbestrijding.

Raymond Sweertman

03-04-2023

De potentie van geïntegreerde onkruidbestrijding in uien

Praktijkonderzoek naar de effecten van mechanische onkruidbestrijding
gecombineerd met chemische onkruidbestrijding.

Auteur:

Raymond Sweertman
Tuin- en akkerbouw
Aeres Hogeschool Dronten

Begeleidend docent:

Jaap-Jan Zwanenburg
j.zwanenburg@aeres.nl

Stagebegeleider:

Evert Hofman
e.hofman@agrifirm.com

datum:

03-04-2023

DISCLAIMER

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

Voorwoord

Voor u ligt een afstudeerwerkstuk welke tot stand is gekomen binnen de afstudeerfase van de opleiding tuin- en akkerbouw, welke ik volg aan de Aeres hogeschool in Dronten. Gedurende mijn stage bij Agrifirm plant in de periode van 3 oktober 2021 tot 8 juli 2022 heb ik de gelegenheid gekregen om aan dit afstudeerwerkstuk te werken. Het afstudeerwerkstuk gaat in op de combinatie van een chemische en mechanische onkruidbestrijding in uien.

Dit verslag heeft een informatieve rol. Uientelers en de periferie worden in de dagelijkse praktijk geconfronteerd met uitdagingen op het gebied van onkruidbestrijding in uien. In dit onderzoek wordt ingegaan op enkele aspecten van de onkruidbestrijding.

Tijdens dit voorwoord wil ik de gelegenheid nemen om mijn stagecoach Evert Hofman te bedanken voor zijn feedback en aansporing gedurende mijn stage. Ook alle overige werknemers van Agrifirm wil ik bedanken voor het meedenken en het verstrekken van informatie. Ook wil ik de gelegenheid nemen om mijn stagebegeleider Jaap-Jan Zwanenburg vanuit Aeres Hogeschool bedanken, voor het meedenken en de gegeven feedback. Tot slotte gaat mijn dank uit naar de betrokken telers, welke het mogelijk hebben gemaakt om de proeven in praktijk te brengen.

Middels de ontvangen feedback zijn hoofdstuk 1 en hoofdstuk 2 herzien, onder andere de hoofd- en deelvragen zijn aangescherpt, is er extra informatie verschaft en is onderzoeksmethode verder uitgeweid. Deze hoofdstukken dienen her beoordeeld te worden.

Raymond Sweertman

Vlagtwedde, 2023

Samenvatting

De toenemende wereldpopulatie heeft effect op de vraag naar voedsel. Deze stijging in voornamelijk Afrika en Azië zorgt ervoor dat de wereldvoedselvraag met 50% toeneemt. De ui (*Allium cepa*) is wereldwijd de meest gegeten groente. In 2050 zijn er ongeveer 60% meer uien nodig om aan de vraag te voldoen.

In 2022 werden er in Nederland 27.446 hectare uien geteeld door 3.883 telers. Beide cijfers zijn afgenomen ten op zichte van 2021. Deze afname is resultaat van steeds groter wordende uitdagingen voor telers. Telers worden uitgedaagd op het gebied van gewasbescherming, klimaatverandering, de energie crisis en ontwikkelingen op de wereldmarkt.

Belangrijkste uitdaging voor de uienteelt is de gewasbescherming. Uien staan bekend als zwakke tegenstander van onkruiden, waardoor herbiciden een belangrijke rol hebben in de teelt. Aangescherpte wet- en regelgeving heeft er toe geleid dat de toelating van vier herbiciden sinds 2020 is komen te vervallen. Geïntegreerde onkruidbestrijding wordt gezien als de oplossing voor het verval van gewasbeschermingsmiddelen. Een geïntegreerde onkruidbestrijding bestaat uit 5 pijlers:

1. Divers bouwplan waarin opbrengsten vergelijkbaar met of hoger zijn dan conventionele bouwplannen zijn.
2. Rassenkeuze: selecteren van onkruid onderdrukkende en -tolerante gewassen.
3. Goed bodembeheer
4. Gerichtte bestrijding om de levenscyclus van de onkruiden te onderbreken.
5. Monitoring en evaluatie.

Vanuit het vooronderzoek is de volgende hoofdvraag opgesteld: “In hoeverre levert mechanische onkruidbestrijding een meerwaarde in combinatie met chemische onkruidbestrijding, ten opzichte van alleen chemische onkruidbestrijding in de uienteelt op het Noordelijke kleigebied?” Tijdens een praktijkonderzoek in 2022 zijn de effecten van mechanische onkruidbestrijding op uien en onkruiden onderzocht, wanneer deze methodes worden toegepast in combinatie met chemische gewasbeschermingsmiddelen. Op percelen in Groningen en Friesland (Nederland) zijn bij telers telvelden aangelegd om data te verzamelen over de effecten van mechanische onkruidbestrijding. De natte periode opgevolgd door een droogte periode in het voorjaar van 2022 hebben effect gehad op de onderzoeksresultaten.

Uit dit onderzoek komt naar voren dat mechanische onkruidbestrijding geen negatieve effecten veroorzaakt, wanneer dit in combinatie met chemische onkruidbestrijding wordt toegepast. De uienstand werd niet negatief beïnvloed door de mechanische onkruidbestrijding en ook de groeiverloop verliep gelijk aan de controle groep waarin alleen chemische onkruidbestrijding heeft plaats gevonden. Daarnaast zijn er geen aantoonbare effecten op de onkruiddruk vast gesteld in dit onderzoek.

Omdat het onderzoek eenjarig is uitgevoerd, wordt er aanbevolen om meerjarig vervolgonderzoek uit te voeren en zo betrouwbaardere resultaten te genereren.

Summary

The increasing world population has an effect on the demand for food. This increase mainly in Africa and Asia, causes the world food demand to increase by 50%. The Onion (*Allium cepa*) is the most eaten vegetable worldwide. In 2050, about 60% more onions are needed to meet the demand.

27.446 hectares of unions were grown in the Netherlands in 2022 by 3.883 growers. Both numbers have decreased compared to 2021. This decrease is the result of increasing challenges for growers. Growers are challenged in the areas of crop protection, climate change, energy crisis and developments on the global market.

The main challenge for onion cultivation is crop protection. Onions are known to be weak competitors of weeds, so herbicides play an important role in the cultivation of onions. Tightened law and regulations result in the loss of herbicides. Integrated weed control is seen as the solution to the decline of these herbicides. Integrated weed control consists of 5 pillars:

1. Diverse cropping systems, in which yields are comparable to or higher than conventional cropping systems.
2. Cultivar choice: selection of weed-suppressing and tolerant crops.
3. Good soil management
4. Targeted control to interrupt the life cycle of the weeds
5. Monitoring and evaluation.

Based on the preliminary study, the following main question has been formulated: “To what Extent does mechanical weed control add value in combination with chemical weed control, compared to only chemical weed control in onion cultivation in the northern clay area of the Netherlands?”

During a practical study in 2022, the effects of mechanical weed control on onions and weeds were monitored, when these methods are applied in combination with chemical crop protection. Test objects have been installed on plots in Groningen and Friesland (the Netherlands) to collect data on the effect of mechanical weed control. The wet period followed by a dry period in the spring of 2022 had an effect on the research results.

This study shows that mechanical weed control does not cause any negative effects when used in combination with chemical weed control. The number of onions was not negatively affected by mechanical weed control and growth progressed similarly to the control group in which only chemical weed control took place. In addition, no demonstrable effects on weed pressure have been established in this study.

Because the research was conducted for one year, it is recommended to conduct multi-year follow-up research in order to generate more reliable results.

Inhoudsopgave

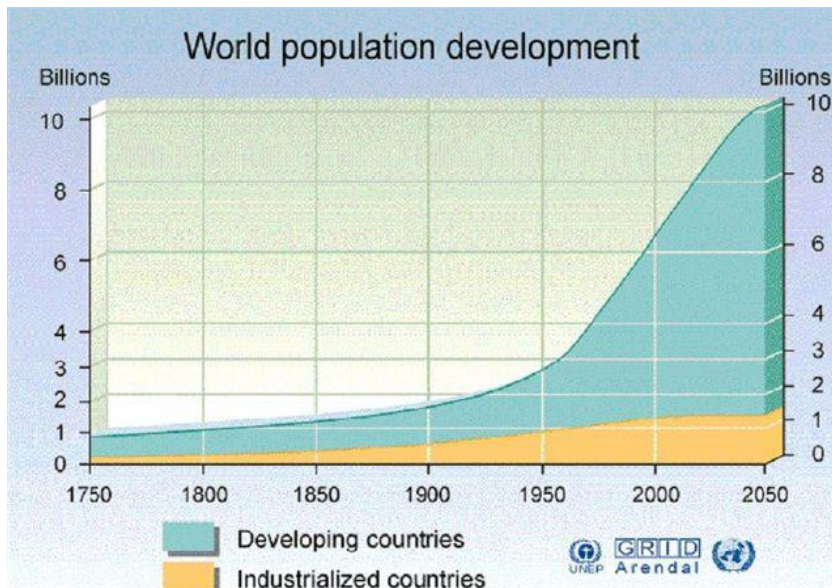
Hoofdstuk 1: Inleiding	7
1.1: Uienteelt in Nederland.....	8
1.2 Onkruidbestrijding en gewasbeschermingsmiddelen	9
1.2.1: Werking van Herbiciden	9
1.2.2: Maatschappelijk imago gewasbeschermingsmiddelen	10
1.3 Geïntegreerde aanpak van onkruidbestrijding in uien	11
1.3.1: Divers bouwplan	12
1.3.2: Rassenkeuze	12
1.3.3: Bodembeheer	13
1.3.4: Gerichte bestrijding van onkruiden	14
1.3.5: Monitoring en evaluatie.....	14
1.4: Knowledge gap	15
1.5: Afbakening onderzoek	15
1.6: Doel van het onderzoek.....	15
Hoofdstuk 2: Materiaal en methoden	16
2.1: Wat is het effect van blindeggen plantaantal en onkruidontwikkeling?	16
2.2: Wat is het effect van schoffelen op plantaantal en plantontwikkeling	16
2.3: Wat is het effect van schoffelen op wortelontwikkeling van de ui?	17
2.4: Wat is het effect van schoffelen op de onkruidontwikkeling?.....	17
2.5: Statistische analyse ANOVA	17
Hoofdstuk 3: Resultaten	18
3.1: Effecten van blindeggen.....	18
3.2: Effecten van schoffelen op plantaantal en plantontwikkeling	19
3.3: Effect van schoffelen op wortelontwikkeling.....	20
3.4: Effect van schoffelen op de onkruidontwikkeling	21
Hoofdstuk 4: Discussie	22
4.1: Discussie resultaten per deelvraag.....	22
4.2: Methode & proces	23
Hoofdstuk 5: Conclusie & aanbevelingen	24
5.1: Beantwoording deelvragen	24
5.1.1: Wat is het effect van blindeggen?.....	24
5.1.2: Wat is het effect van schoffelen op plantaantal en plantontwikkeling?	24
5.1.3: Wat is het effect van schoffelen op wortelontwikkeling van de ui?	24
5.1.4: Wat is het effect van schoffelen op de onkruidontwikkeling?.....	24
5.2: Beantwoording hoofdvraag.....	25
5.3: Aanbevelingen	25
Bibliografie.....	26
Bijlage 1: Toegelaten herbiciden in uienteelt	29

Bijlage 2: Proefopstelling blindeggen	30
Bijlage 3: Proefopstelling schoffelen.....	30
Bijlage 4: Spread sheet data wiedeggen.....	32
Bijlage 5: Spread sheet data schoffelen	35
Bijlage 6: Uitkomsten ANOVA- analyse JASP gebaseerd op data blindeggen	37
Bijlage 7: Uitkomsten ANOVA- analyse JASP gebaseerd op data schoffelen.....	39

Hoofdstuk 1: Inleiding

Wereldwijd wordt een stijging van de wereldbevolking waargenomen. Zonder invloed van bijvoorbeeld een pandemie zal de wereldbevolking rond de helft van de 21^{ste} eeuw tussen de 8.8 en 10 miljard mensen bedragen. Gebieden in Afrika en Azië zijn verantwoordelijk voor de grootste bijdrage aan deze groei. Deze groei in voornamelijk arme landen, waar consumptie en CO2 uitstoot laag ligt heeft daardoor weinig milieu impact. De gevolgen voor landbouwproductie en watergebruik zullen groter zijn. Naast een stijgende vraag voor voedsel veroorzaakt door veranderende diëten, zal de stijgende wereldbevolking een groot effect hebben op de vraag naar voedsel. Conservatieve voorspellingen suggereren dat de wereldvoedselvraag met 50% zal toenemen (Cleland, 2013). In figuur 1 is de toename van de wereldbevolking doormiddel van een grafiek zichtbaar gemaakt.

FIGUUR 1: ONTWIKKELING WERELDBEVOLKING



De ui (*Allium cepa*) is wereldwijd de meest gegeten groente, en naar schatting zijn er in 2050, 150 miljoen ton uien nodig om aan de vraag te voldoen. Dat is ongeveer 60% meer dan, dat er nu wereldwijd geproduceerd wordt. Dat deze vraag sterk toeneemt heeft ook te maken met het feit dat in landen van Afrika de consumptie van uien een stuk hoger ligt dan in Nederland (Smale, 2019). Uien worden veelvuldig gebruikt als smaakmaker in vele gerechten en zijn wereldwijd in veel tradities en culturen geaccepteerd. Daarnaast worden in uien inhoudsstoffen gevonden die bijdragen aan de gezondheid (Griffiths, Trueman, Crowther, Thomas, & Smiths, 2002). Deze eigenschappen dragen bij aan de populariteit van de ui.

1.1: Uienteelt in Nederland

Op 5% van de Nederlandse akkerbouwgrond worden zaaiuien geteeld. Op wereldwijde schaal bedraagt het Nederlandse areaal circa 2%. De Nederlandse oogst is goed voor 15 tot 20% van de uien op de wereldhandel. Een gunstige geografische ligging, sterke logistiek en efficiënte ketenorganisatie dragen hieraan bij. Daarbij staan de Nederlandse uien bekend om hun kwaliteit en goede bewaarbaarheid. De bijdrage hieraan is groot omdat een klein deel circa 8% van de volledige wereldwijde uienproductie wordt verscheept (van Merrienboer, 2018). Traditionele teeltgebieden voor uien zijn de IJssel meerpolders, het zuidwestelijke akkerbouwgebied en de noordelijke kleigebieden van Groningen en Friesland. Sinds 2010 heeft de ui ook een intrede gedaan op de zandgebieden van de veenkoloniën. De uienteelt kan onderverdeeld worden in het telen van poot- en plant uien, zilveruien en zaaiuien. Deze laatste is in areaal veruit het grootst.

Tussen 2000 en 2020 is de interesse voor de uien teelt sterk toegenomen, gezien het feit dat het areaal bijna verdubbeld is over deze periode. Uit cijfers van het CBS is te zien dat het areaal van uien ook in 2021, ten opzichte van 2020 is toegenomen. Concreet betekent dit voor 2020 een areaal van 27.269 hectare zaaiuien in totaal en voor 2021 een totaal areaal van 30.122 hectare. Echter verwachten zaadleveranciers van uienzaad dat het areaal in teeltseizoen 2022 zal afnemen, reden hiervoor is de groter wordende uitdagingen binnen deze teelt (Torrington, 2022). De op 5 augustus gepubliceerde cijfers van het CBS ondersteunen deze voorspelling. Het areaal van zaaiuien in 2022 bedraagt namelijk 27.446 hectare, dit is 3.118 hectare minder dan vorig jaar. Dit jaar bedraagt het aantal zaaiuien telers 3.883, dit aantal is ook sterk afgenomen ten opzichte van 2021 met 308 telers. Deze afname van het uien areaal in 2022 was voor een deel te verklaren door een toename van het graan areaal met 14.835 hectare. Deze toename was te danken aan onder andere de hoge graanprijzen van 2022 (Hetteema, 2022). Ook het suikerbieten areaal is in 2022 toegenomen met ruim 1000 hectare toegenomen wat blijkt uit cijfers van CBS.

Zoals eerder benoemd worden deze telers geconfronteerd met uitdagingen op de volgende onderwerpen.

- Gewasbescherming
- Klimaatverandering
- Energie crisis
- Ontwikkelingen op wereldmarkt

De uienteelt wordt geconfronteerd door de gevolgen van klimaatverandering onder andere hevige regenval en droogte kunnen een bedreiging vormen voor de teelt (Lijzenga, 2021). Daarbij wordt de landbouw getroffen door hoge energiekosten, dit vertaalt zich in prijsstijgingen van onder andere kunstmest en diesel. Ook op het gebied van export liggen voor Nederlandse telers uitdagingen. Want ondanks de groeiende vraag neemt de uienproductie in andere landen ook toe. Op termijn kan dit betekenen dat deze landen de import uit Nederland vervangen voor lokaal geproduceerde uien (van Merrienboer, 2018). Tot slot is gewasbescherming één van de belangrijkste uitdagingen. De invloeden van wetgeving op gewasbescherming zal in alinea 1.2 verder uitgewerkt worden.

1.2 Onkruidbestrijding en gewasbeschermingsmiddelen

In alle fasen van het plantaardige productieproces spelen gewasbeschermingsmiddelen momenteel een rol om te komen tot gezonde, kwalitatief goede agrarische producten (rijksoverheid, 2020). Voor het slagen van de uienteelt in Nederland wordt tot op heden vaak teruggegrepen op het gebruik van herbiciden in de onkruidbestrijding. Uien vallen onder de bolgewassen, bolgewassen staan bekend als zwakke tegenstanders van onkruiden die opkomen in de rijen. Onkruiden hebben diverse effecten op de geteelde gewassen zoals: het verminderen van beschikbaar water, beschikbare nutriënten, zonlicht en groeiruimte. Dit heeft als gevolg dat het gewas wordt beperkt in groei, kwaliteit, opbrengst en dat de oogst kan worden bemoeilijkt. Door hun trage groei, kleine gestalte, oppervlakkige wortelstelsel en kleine grondbedekking welke veroorzaakt wordt door cilindrische opstaande bladeren zijn zaaiuien een slechte tegenstander ten opzichte van onkruiden (Ghosheh, 2003)

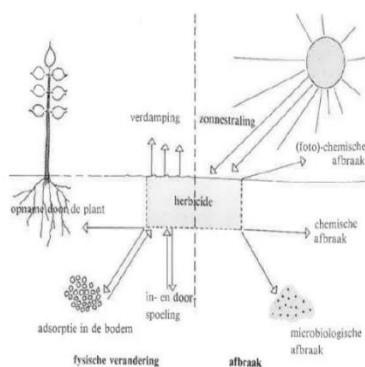
1.2.1: Werking van Herbiciden

Herbiciden kunnen diverse werkingsmechanismen hebben. Herbiciden kunnen zowel preventief als curatief ingezet worden. Zodat het onkruid wel bestreden wordt en het gewas geen effecten vertoont is er sprake van een selectiviteit van het middel. Deze selectiviteit komt voort uit onder andere de dosering, fysisch- chemische eigenschappen van het middel en de bodem, morfologische verschillen, fysiologische- en biochemische verschillen van het gewas en onkruid en tot slot het tijdstip en manier van toediening met het daarbij behorende klimaat rondom deze toediening. Herbiciden hebben diverse effecten in de plant, ze kunnen optreden als een remmer van de fotosynthese of van de kiem- en celdeling. Daarnaast kunnen ze leiden tot een verstoring van de groeistoffenbalans of kunnen ze een invloed uitoefenen op de ademhaling van de plant. In bijlage 1 is een tabel weergegeven met daarin alle toegelaten herbiciden voor de uienteelt in 2022. In praktijk kunnen herbiciden onderverdeeld worden in de volgende categorieën:

- Bodemherbiciden
- Bladherbiciden
 - Contactherbiciden
 - Systemische herbiciden

Voor bodemherbiciden geldt doorgaans dat ze preventief ingezet worden. Het middel vormt een filmlaag in de bovenste laag van de bodem. Het middel wordt in de meeste gevallen door de wortelen of andere ondergrondse plantdelen van het onkruid opgenomen. factoren die effect kunnen hebben op de werking van de middelen zijn: vocht, het organische stof gehalte en het lutumgehalte. Naast de opname door de plant kunnen herbiciden in de bodem op meerder manieren worden afgebroken, zie figuur 2.

FIGUUR 2: AFBRAAK HERBICIDEN IN DE BODEM (BRON: AERES HOGESCHOOL, 2020)



De bladherbiciden zijn onder te verdelen in 2 subcategorieën. Allereerst hebben we de contactherbiciden welke puur door aanraking de bovengrondse plantendelen laten afsterven. De systemische herbiciden hebben als eigenschap dat ze tevens opgenomen kunnen worden en door de plant getransporteerd kunnen worden.

1.2.2: Maatschappelijk imago gewasbeschermingsmiddelen

Echter chemische gewasbeschermingsmiddelen zoals herbiciden wekken bezorgdheid op in de maatschappij. Verontreiniging van de bodem en oppervlakte water, gezondheidsrisico's voor mensen door contact met GBM of residuen, effecten op flora en fauna, middelresistenties of het gebrek aan toepasbare middelen zijn belangrijke drijfveren voor een toenemende interesse in alternatieve manieren van gewasbescherming (van der Weide et al., 2008). De toelating van pesticiden is in Europa algemeen gezien het strengst ten opzichte van de rest van de wereld. Als gevolg van het Europese beleid bovenop de nationale aanpak voor pesticiden heeft dit erin geresulteerd dat veel beschikbare middelen van de markt gehaald worden (Mellander et al., 2015). In de uien teelt heeft zich dit vertaald in het verval van de werkzame stoffen chloorprofam (Chloor IPC) en chloridazon (Pyramin), welke sinds 2020 niet meer toegelaten zijn. De werkzame stof Bromoxynil is sinds 2022 niet meer toegelaten, hierdoor zijn de middelen Bromotril en Emblem FLo komen te vervallen. Met het wegvallen van de bovenstaande middelen blijft er een beperkter middelenpakket beschikbaar voor telers. In bijlage 1 is een overzicht weergegeven van de overgebleven middelen. Uit de bijlage kan worden afgelezen op welke werkzame stof de middelen gebaseerd zijn en wat hun werkwijze is. Ook worden er enkele onkruiden weergegeven waarop de middelen een goede werking hebben.

De rijksoverheid (2020) heeft in het uitvoeringsprogramma toekomstvisie gewasbescherming 2030 een toelichting gegeven op hoe de Nederlandse gewasbescherming er in 2030 gewenst uit ziet. De kern van dit uitvoeringsprogramma is door de overheid in het onderstaande citaat samengevat:

In 2030 bestaat de land- en tuinbouw in Nederland uit een duurzame productie met weerbare planten en teeltsystemen, waardoor ziekten en plagen veel minder kansen krijgen en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen zo veel mogelijk kan worden voorkomen. Daar waar gewasbeschermingsmiddelen worden gebruikt, is dit conform de principes van geïntegreerde gewasbescherming, nagenoeg zonder emissies naar het milieu en nagenoeg zonder residuen. Hiermee wordt tegelijkertijd een blijvend economisch perspectief voor de land- en tuinbouw gerealiseerd.

Hieruit kan worden gehaald dat het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen verder zal worden beperkt, maar ook dat er mogelijk nog meer middelen worden verboden omdat deze schadelijke effecten op het milieu hebben. Ook groene gewasbeschermingsmiddelen bieden niet direct uitkomst, het proces van registratie verloopt traag en is kostbaar voor fabrikanten. Een geïntegreerde aanpak wordt gezien als oplossing voor het minder afhankelijk zijn van gewasbeschermingsmiddelen.

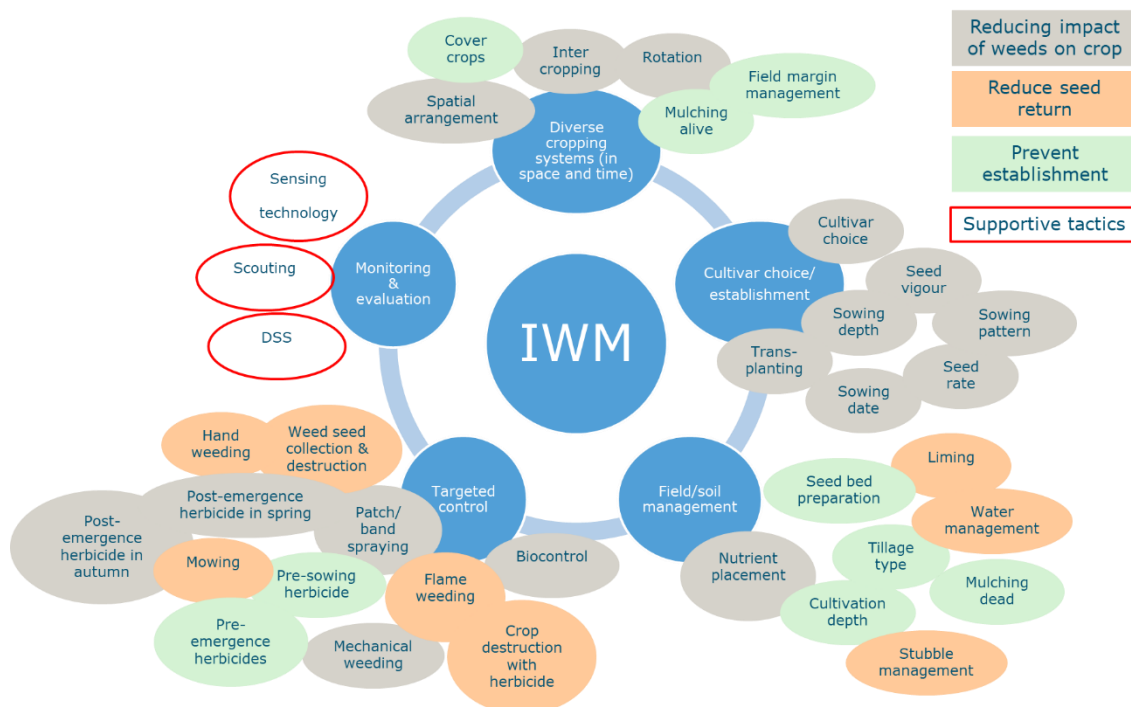
1.3 Geïntegreerde aanpak van onkruidbestrijding in uien

Het wegvallen van gewasbeschermingsmiddelen voor de onkruidbestrijding en het optreden van herbiciden resistenties vraagt om een andere aanpak. Binnen de onkruidbestrijding kan een geïntegreerde onkruid aanpak worden gedefinieerd als een onkruidaanpak waarbij verschillende methodes worden gecombineerd om het gewas te voorzien van een voorsprong ten opzichte van onkruiden. Deze aanpak heeft de potentie om onkruid niveaus te beperken naar werkzame normen. Daarnaast zorgt het voor een duurzamer teeltsysteem en worden resistenties voor herbiciden beperkt (Harker & O'Donovan, 2013). De Wageningen Universiteit heeft samen met andere universiteiten een framework ontwikkeld waarin alle maatregelen op het gebied van een geïntegreerde onkruidbestrijding worden gebundeld. Dit framework bestaat uit 5 pijlers.

1. Divers bouwplan waarin opbrengsten vergelijkbaar met of hoger zijn dan conventionele bouwplannen zijn.
2. Rassenkeuze: selecteren van onkruid onderdrukkende en -tolerante gewassen.
3. Goed bodembeheer
4. Gerichtte bestrijding om de levenscyclus van de onkruiden te onderbreken.
5. Monitoring en evaluatie.

Deze tools en methoden grijpen elk in op één of meerdere processen van de onkruiden of beïnvloeden de gewas-onkruid interactie. In basis zijn de methoden in gedeeld op 3 werkingsprincipen: het verminderen van effecten op gewassen, het voorkomen van zaadvorming of het voorkomen van opkomst. Maatregelen uit deze 5 pijlers kunnen echter ook negatieve gevolgen hebben op andere onderdelen van een geïntegreerde teeltaanpak. Dit wordt buiten beschouwing gelaten.

FIGUUR 3: 5 PIJLERS GEÏNTEGREERDE ONKRUIDBESTRIJDING (KUDSK ET AL., 2020)



1.3.1: Divers bouwplan

Op het gebied van bouwplan zijn een aantal zaken mogelijk met betrekking tot onkruiden. Gewasrotatie (temporele diversificatie) is een effectieve manier van onkruidbestrijding. In tegenstelling tot monoculturen kan er binnen een gewasrotatie geprofiteerd worden van een meer diverse samenstelling van onkruiden dan in teelten waarin één of een paar onkruiden zeer dominant zijn (Lamichhane et al, 2017). Gewasrotatie maakt het onder andere ook mogelijk om bepaalde herbiciden tegen specifieke onkruiden in te zetten. Aangezien niet alle middelen in elk gewas mogen of kunnen worden toegepast. Binnen het bouwplan kunnen onder andere bodembedekkers worden opgenomen. Bodembedekkers kunnen onkruiden op verschillende manieren onderdrukken. Ze vormen directe concurrentie voor de onkruiden met betrekking tot de inname van ruimte, licht, nutriënten en vocht. Daarbij zorgen ze voor een geschikt klimaat voor organismen welke zich voeden met onkruiden. Achtergebleven maaisel van deze bodembedekkers die boven op het bodemoppervlak liggen kunnen tevens een potentie bieden tot het onderdrukken van onkruiden door het reduceren van lichttransmissie, bodemtemperatuur en het uitstoten van allelochemicaliën¹. Significante resultaten kunnen gehaald worden met betrekking tot onkruid bestrijding, wanneer een goede combinatie van gewassen samen wordt geteeld (Lamichhane et al, 2017). Als voorvrucht voor uien wordt onder andere uit het oogpunt van onkruidbestrijding veel waarde toegekend aan wintertarwe, bij voorkeur met een grasgroenbemester. Bij aardappelen als voorvrucht dient aan het tegengaan van opslag veel aandacht besteed te worden (Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector AGV, 2003).

1.3.2: Rassenkeuze

Rassenkeuze met betrekking tot het gewas kan een tool zijn in een geïntegreerde onkruidbestrijding. Bij uien zien we voor telers de mogelijkheid om te kiezen tussen wel of niet geprimed zaad. Geprimeerde zaden resulteren in een snellere en uniformere start van het gewas. Deze snellere start kan resulteren in een betere concurrentiepositie ten opzichte van onkruiden (Groot et al, 2004). Door de egalere stand wordt het makkelijker om ook de chemische onkruidbestrijding te timen, wat resulteert in effectievere behandeling. Ook een hogere zaaidichtheid resulteert in de praktijk vaak in een kleinere hoeveelheid biomassa van onkruiden (Olsen, Kristensen & Weiner, 2006). Afhankelijk van grondsoort en zaaitijdstip bedraagt de zaaidiepte voor uien tussen de 1,5 en 3 cm. Belangrijk is een egale zaaidiepte voor een regelmatige opkomst (Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector AGV, 2003).

¹ Allelopathie wordt gedefinieerd als een directe of indirecte interactie, waarbij allelochemicaliën die door één organisme worden afgegeven de fysiologische processen van andere naburige organismen kan beïnvloeden (Greaber, Nakabayashi & Leubner-Metzger, 2017).

1.3.3: Bodembeheer

Zaaiuien kunnen in basis op elke grondsoort verbouwd worden, de voorkeur gaat uit naar lichte-klei of zavel gronden waarvan de structuur en waterhuishouding in orde zijn. Met betrekking tot onkruidbeheersing zijn zandgronden minder geschikt, omdat onkruidproblemen op deze gronden vaak groter zijn dan op klei- en zavelgronden (Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector AGV, 2003). Bodembeheer kan invloed hebben op de onkruiddruk, hierbij kunnen we onderscheid maken van niet-kerende grondbewerking en kerende grondbewerking. In onderzoek van, van der Weide, van Alenbeek & van den Broek in 2008 wordt geconcludeerd dat teeltsystemen waarbij gebruik wordt gemaakt van niet-kerende grondbewerking de onkruiddruk hoger ligt. De onkruiddruk kan verlaagd worden door een vals-zaaibed aan te leggen. Tijdens de uiteindelijke zaaibedbereiding worden gekiemde onkruiden gedood en kiemen aanzienlijk minder onkruiden blijkt uit onderzoek van Bleeker & van der Weide in 2000. Een vals-zaaibed heeft alleen meerwaarde in gewassen welke niet te vroeg gezaaid worden. Onkruiden hebben warmte nodig om te kiemen. Wanneer er sprake is van laat kiemende onkruiden op het perceel hoeft een vals-zaaibed geen meerwaarde te leveren. Bij uien teelt is het van belang dat er vlak ploegwerk wordt geleverd. Dit zorgt ervoor dat er met een ondiepe bewerking een goed zaaibed word gerealiseerd (Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector AGV, 2003). Tevens is er een risico dat wanneer men te diep bewerkt er onkruidzaden van diepere lagen naar boven worden gewerkt en deze kiemen (Bleeker & van der Weide, 2000). Ook stoppelbewerking kan bijdragen in het bestrijden van opslagplanten. Deze handeling wordt vaak toegepast in een graan stoppel. Onkruidzaden kunnen zich daarnaast verplaatsen door het verplaatsen van grond tijdens de grondbewerking en het toedienen van organische reststoffen (Scheepens et al.,2004)

1.3.4: Gerichte bestrijding van onkruiden

Een veel voorkomende manier van gerichte onkruidbestrijding in de moderne landbouw is het gebruik van herbiciden, reden hiervoor is dat het gebruik hiervan een hoge efficiëntie heeft op de onkruidbestrijding (Harker & O'Donovan, 2013). In teeltsystemen die hierop gebaseerd zijn, is een teelt zonder herbiciden op korte termijn ondenkbaar.

Naast chemische maatregelen voor een gerichte bestrijding kan er ook gebruik gemaakt worden van handwieden, mechanische onkruidbestrijding en het branden van onkruiden. Handmatige onkruidbestrijding kan zeer arbeidsintensief zijn in traag groeiende gewassen welke een slechte concurrent vormen voor onkruiden. Handmatige onkruidbestrijding is daardoor kostbaar, tijd consumerend en moeilijk te organiseren. In zaaiuien kan het aantal wieduren oplopen tot honderdvijfenzeventig uur per hectare (van der Weide et al., 2008). De interesse van telers naar mechanische alternatieven op de mechanische onkruidbestrijding neemt daardoor toe. Op de markt komen steeds meer werktuigen beschikbaar die op deze vraag inspelen. Werktuigen die beschikbaar zijn voor het mechanisch bestrijden van onkruiden zijn de volgende:

- Wiedeggen
- Schoffels (in combinatie met eventueel vingerwieders of torsiewieders)
- Pneumatische onkruidblazer
- Camera gestuurde schoffels (robots)
- Lazer

De inzet van mechanische onkruidbestrijdingsmethoden is zeer afhankelijk van weersomstandigheden en bodemtoestand voor een goede toepassing. Hierdoor is de inzetbaarheid beperkter als dat van chemische onkruidbestrijding. Ook een onkruidbrander kan worden ingezet voor het doden van onkruiden. Doormiddel van het verhitten van het weefsel tot boven 60 graden Celsius kan zowel voor als na opkomst worden toegepast. Bijkomend voordeel is dat hierbij de bodem niet wordt verstoord en onkruidzaden niet tot kieming worden aangespoord (Kurstjens & Bleeker, 1998). In een aantal gewassen waaronder de ui, welke een laag groeipunt heeft kan een onkruidbrander een goede manier van onkruidbestrijding zijn.

1.3.5: Monitoring en evaluatie

Naast het uitvoeren van maatregelen zullen deze ondersteund worden met behulp van technieken op het gebied van sensoren, waarnemingen vanuit het veld en beslissingsondersteunende systemen. Bij dit monitoren wordt data verzameld, welke omgezet wordt in maatregelen. Camera's, satellieten en sensoren maken het mogelijk om veldsituaties in kaart te brengen. Dit gecombineerd met waarnemingen van teler en teeltbegeleiders resulteert in een beeld van de situatie die zich op het perceel voordoet. Inzichten, zoals waar onkruiden zich bevinden, in welke hoeveelheid onkruiden voorkomen en welke onkruiden het betreft kunnen hiermee in kaart gebracht worden. Beslissingsondersteunende systemen kunnen een aanvulling zijn om de maatregelen op het juiste moment toe te passen.

1.4: Knowledge gap

Ondanks een stijgende vraag naar uien neemt in Nederland het uien areaal af. Vervangers voor deze teelt werden in 2022 onder andere gezocht in granen en suikerbieten. Telers kiezen door de grotere uitdagingen om te stoppen met de uienteelt. Voornaamste reden zijn de toenemende uitdagingen op het gebied van ziekte- en onkruidbestrijding. Onderzoek naar onkruidbestrijding waarbij mechanische en chemische onkruidbestrijding worden gecombineerd is nog weinig uitgevoerd. Harker en O'Donovan (2013) ondersteunen deze stelling. Onderzoek gericht op onkruiden, heeft voornamelijk betrekking op herbiciden onderzoek. Ook stellen ze in hun onderzoek dat er voor minstens 30 jaar weinig onderzoek is gedaan naar niet-chemische onkruidbestrijding. Telers en de periferie hebben met betrekking tot herbiciden genoeg informatie beschikbaar. Echter is er weinig informatie beschikbaar naar welke effecten mechanische onkruidbestrijding in combinatie chemische onkruidbestrijding heeft.

1.5: Afbakening onderzoek

Mechanische onkruidbestrijding valt onder de directe aanpak van onkruiden evenals een chemische onkruidbestrijding. De resultaten van deze bewerking zijn op korte termijn zichtbaar. Uit het literatuuronderzoek kan geconcludeerd worden dat er nog weinig onderzoek is gedaan naar een combinatie van chemische- en mechanische onkruidbestrijding. Hieruit komt de volgende hoofdvraag:

In hoeverre levert mechanische onkruidbestrijding een meerwaarde in combinatie met chemische onkruidbestrijding, ten opzichte van alleen chemische onkruidbestrijding in de uienteelt op het Noordelijke kleigebied?

Om tot de beantwoording tot de hoofdvraag te komen zijn de volgende deelvragen geformuleerd. De deelvragen hebben als doel welke effecten de mechanische bewerkingen geven in het veld, wanneer ze gecombineerd worden met chemische onkruidbestrijding.

- Wat is het effect van blindeggen op plantaantal en onkruidontwikkeling?
- Wat is het effect van schoffelen op plantaantal en plantontwikkeling?
- Wat is het effect van schoffelen op wortelontwikkeling van de ui?
- Wat is het effect van schoffelen op de onkruidontwikkeling?

Binnen dit onderzoek is gefocust op de klei en zavelgronden, overige teeltgebieden zoals op zandgronden in het veenkoloniaal gebied zijn buiten beschouwing gelaten. Onderwerpen zoals kostprijs per hectare ten opzichte van chemische gewasbescherming, technische kennis van schoffels en wieden, als ook tijdsbehoefte zijn binnen dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

1.6: Doel van het onderzoek

Doel van het onderzoek is om telers en periferie informatie te verschaffen over de gevolgen van een mechanische onkruidbestrijding op onkruiden en de uien planten, wanneer dit gecombineerd wordt met de gangbare chemische onkruidbestrijding.

Hoofdstuk 2: Materiaal en methoden

Om de hoofd- en deelvragen zoals in alinea 1.5 beschreven te kunnen beantwoorden is er in dit hoofdstuk een plan van aanpak beschreven. Hierin zullen zaken besproken worden hoe de gegevens zijn verzameld. Per deelvraag zal ingezoomd worden in hoe deze beantwoordt zijn. Het éénjarige onderzoek bestond uit praktijkproeven welke in de provincies Groningen (lichte en zware zavel) en Friesland (zware zavel) zijn uitgevoerd. In figuur 4 zijn de locaties van de praktijkproeven weergegeven.

FIGUUR 4: LOCATIES PROEFPERCELEN (BRON: GOOGLE MAPS)



2.1: Wat is het effect van blindeggen plantaantal en onkruidontwikkeling?

Om inzicht te krijgen in de effecten van blindeggen is er op het perceel in Friesland een proef aangelegd, waarin toepassingen met blindeggen en toepassingen zonder blindeggen zijn opgenomen. In beide toepassingen werd er een chemische onkruidbestrijding uitgevoerd. Op het perceel lagen 9 telvelden (objecten) van 1,5m x 1 m. De 1,5 m staat voor het teeltsysteem waarbij bedden van 1,5 meter breedte zijn gehanteerd. Drie telvelden waren niet bewerkt, hierin is dus geen bewerking met blindeggen toegepast, de overige zes telvelden zijn wel voor opkomst geëgd. In week 15 is het betreffende perceel voor opkomst geëgd. In bijlage 2 wordt deze proefopzet nader toegelicht. In deze telvelden zijn de gegevens weergegeven in tabel 1 bijgehouden. Met deze metingen wordt inzichtelijk gemaakt wat de effecten zijn op zowel de uien stand, de onkruiddruk en de ontwikkeling hiervan. De resultaten zijn weergegeven doormiddel van een grafiek, waarbij gebruik wordt gemaakt van het gemiddeld aantal uien in de bewerkte of onbewerkte objecten en het gemiddeld aantal onkruiden in de bewerkte of onbewerkte objecten.

2.2: Wat is het effect van schoffelen op plantaantal en plantontwikkeling

Voor het beantwoorden van deze vraag zijn op het proefperceel in Groningen telvelden aangelegd. In 2.2 is toegelicht hoe een telveld er in het veld uitziet. Voor het beantwoorden van deze deelvraag is gebruik gemaakt van de proefopstelling weergegeven in bijlage 3. De uien zijn voor het eerst geschoffeld in week 22, de objecten welke tweemaal geschoffeld zijn hebben in week 24 een tweede schoffelp bewerking ondergaan. Om iets te kunnen zeggen over de effecten van schoffelen zijn de metingen zoals vermeld in tabel 1 uitgevoerd. Voor het weergegeven van de resultaten zijn de gemiddeldes van het plantaantal, plantlengte en aantal pijpen per week en per bewerking in grafieken geplaatst.

2.3: Wat is het effect van schoffelen op wortelontwikkeling van de ui?

Om tot de beantwoording van deze vraag te komen zijn er aan het eind van de metingsperiode een aantal uienplanten verwijderd. Hierbij zijn vervolgens de volgende gegevens verzameld:

- aantal wortelen (10 planten)
- lengte van de wortelen (10 planten)

De bovenstaande gegevens zijn weergegeven in een tabel, dit heeft te maken met het feit dat deze metingen maar eenmalig zullen worden uitgevoerd. De telvelden hebben hierin een behandeling gehad door een mechanische onkruidbestrijding met een schoffel of geen behandeling.

2.4: Wat is het effect van schoffelen op de onkruidontwikkeling?

Zoals zichtbaar in tabel 1 worden voorbeantwoording van deze deelvraag het totaal aantal onkruiden worden geteld in de telvelden. Vervolgens zullen deze onkruiden worden onderverdeeld in onkruiden welke in de rij groeien, en onkruiden welke tussen de rijen groeien. Onkruiden worden toebedeeld aan onkruiden in de rij wanneer ze binnen een marge van 2 cm vallen aan weerszijden van het gewas. Voor de marge van 2 cm is gekozen, omdat moderne schoffeltuigen met camerabesturing de mogelijkheid bieden om 2 cm van het gewas te kunnen schoffelen (Steketee, z.d.). Het perceel waarop de proefvelden met betrekking tot schoffelen zijn aangelegd, werden geschoffeld met een machine welke voorzien is van dit desbetreffende camerasysteem van Steketee.

TABEL 1: GEMETEN VARIABLEN

Variabele	meetmoment	Bijbehorende deelvraag
Aantal uien	Wekelijks	1&2
Aantal pijpen	Wekelijks	2
Lengte in centimeter	Wekelijks	2
Aantal onkruiden totaal	Wekelijks	1&4
Aantal onkruiden tussen de rijen	Wekelijks	4
Aantal onkruid in de rij	Wekelijks	4
Aantal wortelen	Eenmalig	3
Lengte van wortelen	Eenmalig	3

2.5: Statistische analyse ANOVA

Om aan te tonen of er significante verschillen zijn tussen de bewerkingen, is er gebruik gemaakt van de ANOVA analyse. Het is een toetsingsprocedure om na te gaan of de populatiegemiddelden van meer dan 2 groepen van elkaar verschillen. Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van een 95% betrouwbaarheidsinterval. Voor de uitvoering van de ANOVA is het programma JASP gebruikt. Wanneer de uitkomst van $p \leq 0,05$ is, wordt er een significant verschil in de gemiddelden waargenomen. Wanneer de uitkomst van $p \geq 0,05$ is, wordt er geen significant verschil in de gemiddelden waargenomen. Voor het uitvoeren van de ANOVA is het belangrijk dat de variaties voor elke groep gelijk zijn. Wanneer deze niet gelijk zijn kan dit gecorrigeerd worden door de Welsh of Brown-Forsythe test te gebruiken (van Heijst, 2022). In dit onderzoek zijn zowel de normale ANOVA test als de hiervoor genoemde test gebruikt. Bij geen verschil in uitkomst wordt de ANOVA gehanteerd.

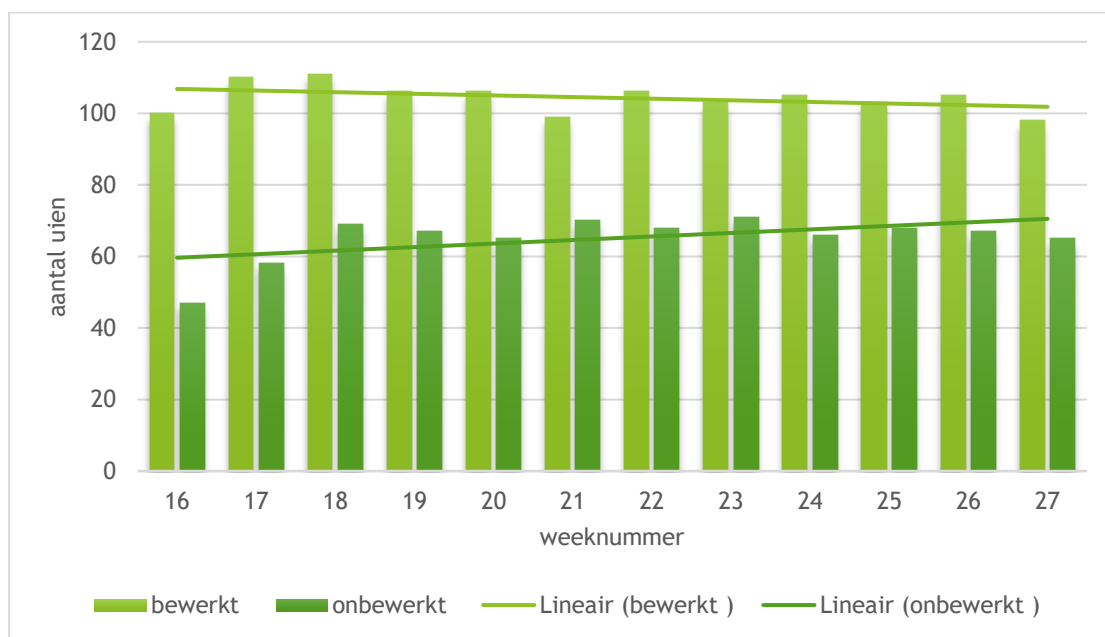
Hoofdstuk 3: Resultaten

In dit hoofdstuk zullen de resultaten worden behandeld die zijn verzameld met de in hoofdstuk 2 uitgewerkte onderzoeksmethoden.

3.1: Effecten van blindeggen

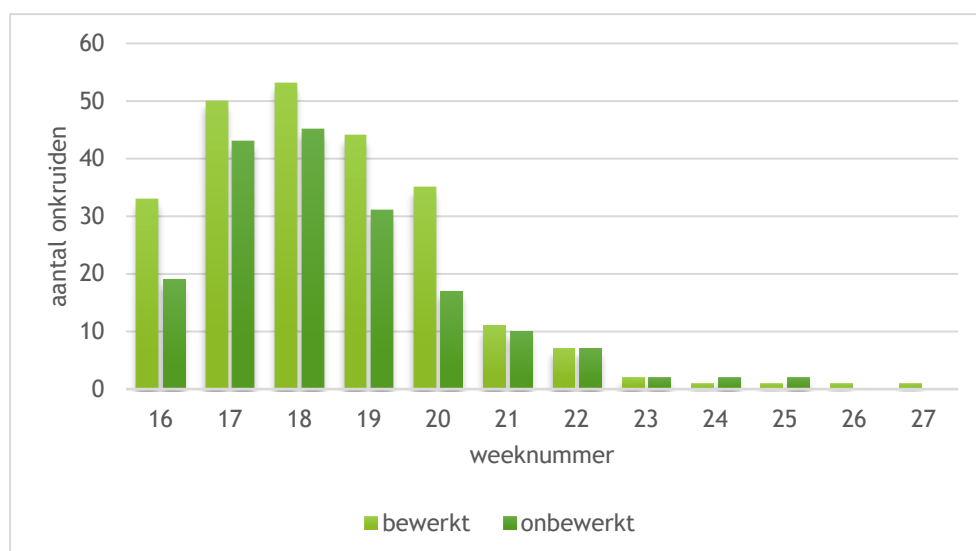
Op 12 april 2022, zijn de uien op het proefperceel in Friesland geëgd voor opkomst. Deze bewerking is uitgevoerd met een twaalf meter brede Treffler eg. Deze bewerking is uitgevoerd op de telvelden 1A t/m 2C, de telvelden 3A, 3B en 3C zijn niet bewerkt. Tien dagen na deze bewerking zijn het aantal uien en onkruiden geteld. Deze aantallen zijn doormiddel van een staafdiagram weergegeven. Voor het vormen van het diagram zijn de gemiddeldes uitgerekend van de bewerkte telvelden en van de onbewerkte telvelden. In figuur 5 wordt aangetoond dat het aantal uien in de bewerkte telvelden stabiel blijft. Het gemiddeld aantal uien in de onbewerkte telvelden neemt gedurende het seizoen toe. Tussen de wekelijkse meetmomenten is geen statistisch verschil ($p=0.999$) in het aantal uien aangetoond. Het gemiddeld aantal uien in de onbewerkte telvelden is over de gehele periode lager in aantallen dan in de bewerkte telvelden. De ANOVA-analyse toont aan dat er een significant verschil is tussen het aantal uien bij wel bewerkt of niet bewerkt ($p<.001$). Dit betekent dat er in de telvelden welke voor opkomst geëgd zijn, significant meer uien zijn waargenomen dan in de telvelden welke geen bewerking hebben onder gaan.

FIGUUR 5: GEMIDDELD AANTAL UIEN IN BEWERKTE OBJECTEN (GEËGD VOOR OPKOMST) EN ONBEWERKTE OBJECTEN (NIET GEËGD VOOR OPKOMST).



In figuur 6 zijn het aantal onkruiden in beeld gebracht bij wel of geen bewerking van blindeggen. Af te lezen uit deze grafiek is dat het aantal getelde onkruiden in de bewerkte telvelden hoger ligt dan in de onbewerkte telvelden. In het begin van het groeiseizoen is dit verschil het grootst, aan het eind van het groeiseizoen liggen de aantallen onkruiden op gelijk niveau. Kijken we over de gehele periode dan liggen het gemiddeld aantal onkruiden dicht bij elkaar van de verschillende bewerkingen. Tussen de verschillende datums is een significant verschil ($p<.001$) aangetoond in het aantal onkruiden. De ANOVA toont aan dat er geen significant verschil is ($p= 0.413$) in het aantal onkruiden tussen de bewerkte telvelden en de onbewerkte telvelden.

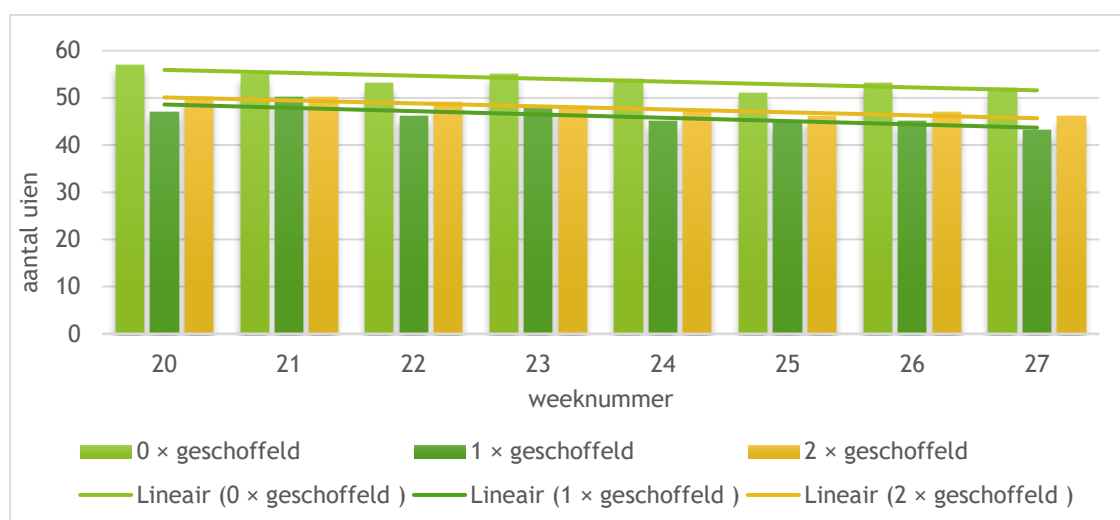
FIGUUR 6: GEMIDDELD AANTAL ONKRUIDEN IN BEWERKTE OBJECTEN (GEËGD VOOR OPKOMST) EN ONBEWERKTE OBJECTEN (NIET GEËGD VOOR OPKOMST).



3.2: Effecten van schoffelen op plantaantal en plantontwikkeling

In Groningen zijn gegevens verzameld om de effecten van schoffelen in beeld te brengen. In de periode van 17 mei tot aan 8 juli zijn metingen uitgevoerd. Voor het verzamelen is de proefopstelling in bijlage 3 gebruikt. In figuur 7 zijn het gemiddeld aantal uien per bewerking weergegeven. De trendlijnen laten zien dat er voor iedere bewerking sprake is van een afname gedurende periode. Per bewerking is er over de meetperiode geen significant verschil ($p=1,000$) aangetoond in het aantal uien. Dat betekent dat er in de telvelden die bijvoorbeeld 1x geschoffeld zijn geen significant verschil is in aantal uien tussen week 20 en week 27.

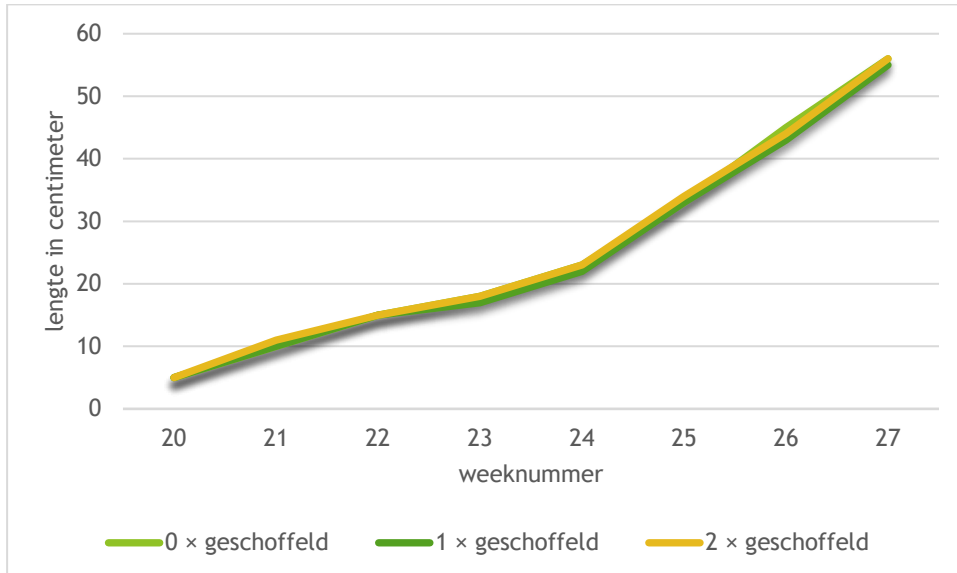
FIGUUR 7: GEMIDDELD AANTAL UIEN BIJ ALLEEN CHEMISCHE ONKRUIDBESTRIJDING, OF EEN COMBINATIE VAN CHEMISCHE ONKRUIDBESTRIJDING MET ÉÉN OF TWEEMAAL SCHOFFELN.



Tussen de verschillende bewerkingen wordt een significant verschil ($p=0,001$) aangetoond in het aantal uien. Tussen de telvelden welke éénmalig geschoffeld en de telvelden welke tweemaal geschoffeld zijn is geen sprake van een significant verschil ($p=0,125$) in het aantal uien. Tussen de telvelden waarop geen bewerking heeft plaatsgevonden en de telvelden welke éénmalig geschoffeld zijn is een significant verschil ($p=0,002$) in het aantal uien aangetoond. Ook tussen de telvelden waarop geen bewerking heeft plaatsgevonden en de telvelden welke tweemaal geschoffeld zijn is een significant verschil ($p=0,0018$) in het aantal uien aangetoond. In de controle objecten, ofwel de telvelden welke niet bewerkt zijn, worden significant meer uien geteld dan in de bewerkte objecten.

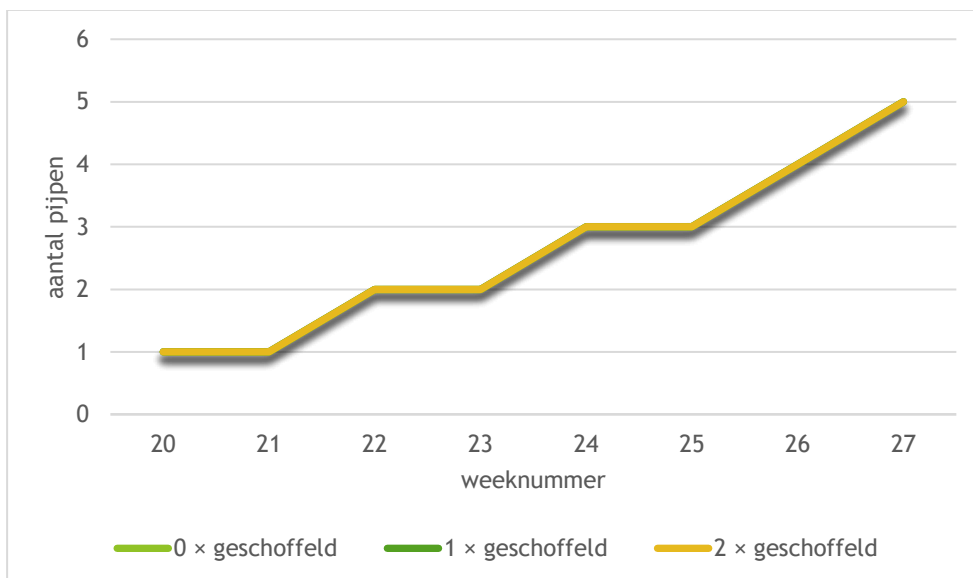
Naast de gevolgen op plantaantallen zijn ook gegevens verzameld over de ontwikkeling van de uien. In figuur 8 is de ontwikkeling van de plantlengte weergegeven. De ontwikkeling van de plantlengte verloopt in de 3 verschillende bewerkingen gelijk. De ANOVA laat zien dat er tussen de bewerkingen geen significant ($p = 0.990$) verschil is in plantlengte.

FIGUUR 8: GEWASLENGTE IN CENTIMETER BIJ ALLEEN CHEMISCHE ONKRUIDBESTRIJDING, OF EEN COMBINATIE VAN CHEMISCHE ONKRUIDBESTRIJDING MET ÉÉN OF TWEEMAAL SCHOFFELN.



Ook het aantal pijpen zijn in figuur 9 in kaart gebracht. De ontwikkeling van het aantal pijpen gaat bij elke bewerking exact gelijk. Ook is er geen significant ($p=0.998$) aangetoond tussen de verschillende bewerkingen in het aantal pijpen.

FIGUUR 9: AANTAL PIJPEN PER UIENPLANT ALLEEN CHEMISCHE ONKRUIDBESTRIJDING, OF EEN COMBINATIE VAN CHEMISCHE ONKRUIDBESTRIJDING MET ÉÉN OF TWEEMAAL SCHOFFELN.



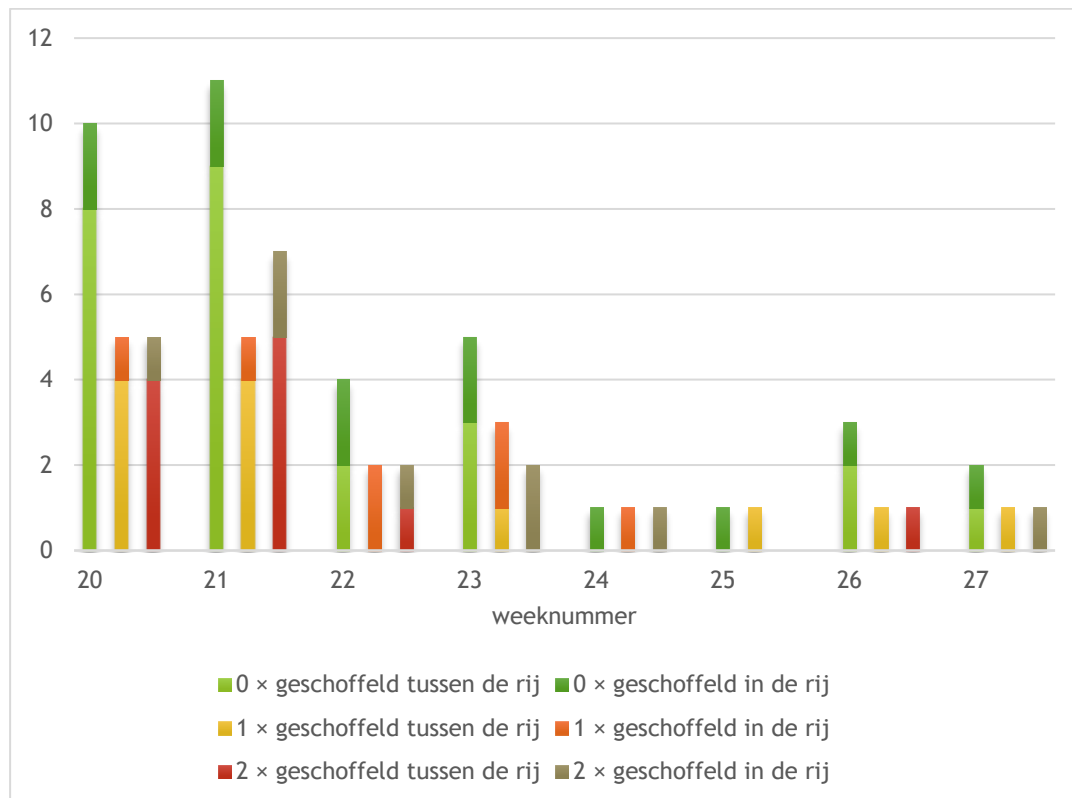
3.3: Effect van schoffelen op wortelontwikkeling

Met betrekking tot deze deelvraag zijn geen resultaten behaald. Door de weersomstandigheden was de grond in een harde toestand. Dit maakte het niet mogelijk om de uien zonder schade uit de grond te verwijderen. Het beschadigde wortelgestel zou een vertekend beeld geven ten opzichte van wat in de praktijk de situatie is.

3.4: Effect van schoffelen op de onkruidontwikkeling

Gedurende het eerste gedeelte van het groeiseizoen is de onkruidontwikkeling gemonitord. Tijdens deze monitoring is een onderscheid gemaakt op onkruiden tussen de rij en onkruiden in de rij. In figuur 10 zijn het gemiddeld aantal onkruiden weergegeven. Per bewerking zijn deze aantallen onderverdeeld in het aantal onkruiden tussen de rijen en de aantallen in de rijen.

FIGUUR 10: GEMIDDELD AANTAL ONKRUIDEN ONDERVERDEELD IN ONKRUIDEN TUSSEN DE RIJ EN ONKRUIDEN IN DE RIJ, BIJ ALLEEN CHEMISCHE ONKRUIDBESTRIJDING, OF EEN COMBINATIE VAN CHEMISCHE ONKRUIDBESTRIJDING MET ÉÉN OF TWEEMAAL SCHOFFELN.



In de het begin van de meetperiode is het aantal onkruiden in de niet geschoffelde telvelden gemiddeld hoger dan in de geschoffelde telvelden. De ANOVA toont aan dat er geen significant ($p=0.080$) verschil is in het totaal aantal onkruiden tussen de bewerkingen. Tevens toont deze aan dat er geen significant verschil is tussen het aantal onkruiden in de rij ($p=0.380$) en het aantal onkruiden tussen de rijen ($p=0.124$) bij de verschillende bewerkingen.

Hoofdstuk 4: Discussie

Gedurende het praktijkonderzoek is getracht inzicht te brengen naar de effecten van mechanische onkruidbestrijding in combinatie met de traditionele chemische gewasbescherming met herbiciden. Een veranderend beschikbaar middelenpakket vraagt om een nieuwe aanpak van onkruidbestrijding. Effecten van deze nieuwe aanpak zijn gedurende het onderzoek in kaart gebracht. In dit hoofdstuk worden de resultaten en onderzoeksmethode gereflecteerd. Doel hiervan is een kritische blik te werpen op de gebruikte onderzoeksmethode en de resultaten hiervan.

4.1: Discussie resultaten per deelvraag

Deelvraag 1: wat zijn de effecten van blindeggen?

Voor de beantwoording van deze deelvraag heeft er op een perceel in Friesland praktijkonderzoek plaats gevonden. De regen en sneeuw in het voorjaar van 2022 werd opgevolgd door snel stijgende temperaturen, welke resulteerde in korstvorming. Deze korstvorming belemmerde de opkomst van de uien (akkerwijzer, 2022). Ook op het betreffende perceel waar het onderzoek op plaats heeft gevonden was sprake van een korstvorming. De bewerking met de wiedege is in dit jaar dan ook meer ingezet met als doel om de korst te breken. De resultaten laten zien dat de objecten die bewerkt zijn meer plantaantallen laten zien. De objecten zonder bewerking hebben een lager aantal uien. De resultaten van dit onderzoek geven geen inzicht op de resultaten, wanneer er geen sprake zou zijn van korstvorming. Ondanks dat er geen significant verschil in het aantal onkruiden is aangetoond in het aantal onkruiden tussen de bewerkte en onbewerkte telvelden laat figuur 6 zien dat er in de bewerkte telvelden wel meer onkruiden zijn waargenomen. Voor opkomst waren de uien behandeld met een bodemherbicide, doormiddel van het blindeggen kan het hebben geresulteerd in een verslechterde werking door het opbreken van de film laag. Ook de afbraak van middel kan doormiddel van mechanische onkruidbestrijding mogelijk worden gestimuleerd, aangezien de bovenlaag sneller uitdroogt en zonnestraling de grond vanaf meerdere zijden kan belichten. Zie figuur 2 voor de afbraakmogelijkheden van herbiciden. In dit onderzoek kan dit niet met zekerheid vastgesteld worden. De korstvorming kan in 2022 kan evenals de opkomst van uien de opkomst onkruiden hebben bemoeilijkt.

Deelvraag 2: wat zijn de effecten van schoffelen op plantaantal en plantontwikkeling

Voor deze praktijkproef zijn er een aantal telvelden aangelegd in Groningen. Ook op dit perceel is er sprake geweest van een korstvorming. Dit resulteerde in een lager plantaantal als gewenst. Om deze reden heeft de teler waar de proeven zijn uitgevoerd er voor gekozen om niet met de breedst mogelijke schoffels te schoffelen. Ondanks het gebruik van smallere schoffels is er wel een statistisch verschil in het aantal uien aangetoond tussen de bewerkte telvelden en de onbewerkte telvelden. Verwacht wordt dat in de objecten welke geschoffeld worden er een lager plantaantal wordt waargenomen, in dit onderzoek is dat ook het geval. Echter de uien zijn in week 22 voor het eerst geschoffeld en al voor deze bewerking zijn het aantal uien in de onbewerkte telvelden hoger ten opzichte van de bewerkte telvelden. Dit verschil is mogelijk te verklaren aan de zwaarte van de grond, aangezien het perceel in Groningen een verloop kent van zware zavel op lichte zavel. Deze variatie heeft invloed op de korstvorming. Zie figuur 12 voor de opbouw van de grondsoort op het perceel in Groningen.

FIGUUR 11: OPBOUW GRONDSOORT PERCEEL GRONINGEN (BRON: BOER & BUNDER)



Deelvraag 3: Wat is het effect van schoffelen op wortelontwikkeling van de ui?

Door de weersomstandigheden was de grond hard en was het niet mogelijk om de uien zonder beschadigingen van het ondanks het ondiepe wortelgestel uit de grond te halen. Daarom is besloten om deze deelvraag buiten het onderzoek te houden.

Deelvraag 4: Wat is het effect van schoffelen op de onkruidontwikkeling?

De gegevens van deze deelvraag zijn op hetzelfde perceel verzameld als de gegevens voor deelvraag twee. Dit betekent dus dat er gebruik is gemaakt van smaller schoffels dan technisch mogelijk. Voor het aantal onkruiden was er geen sprake van een statistisch verschil tussen de objecten welke bewerkt zijn en de objecten welke niet bewerkt zijn. Ook wanneer deze worden onderverdeeld in onkruiden in de rij en onkruiden tussen de rijen is hier geen statistisch verschil aangetoond in het aantal onkruiden per bewerking. Wanneer er gekeken wordt naar de grafiek in figuur 10 is er zichtbaar dat er in de niet geschoffelde telvelden meer onkruiden worden geteld als in de bewerkte telvelden. Dit is te verklaren aan het principe, welke bij deelvraag 2 al nader toegelicht is. Aangezien het schoffelen hier is toegepast in combinatie met chemische onkruidbestrijding, was er ook een mogelijkheid geweest dat er na het schoffelen een toename van nieuwe onkruiden in de bewerkte telvelden waarneembaar zou zijn, aangezien de bodemfilm wordt opgebroken en zo een nieuw zaaibed wordt gevormd. Echter in de onderzoek is dit niet aantoonbaar.

4.2: Methode & proces

Uit het literatuuronderzoek is al gebleken dat er weinig onderzoek is gedaan naar de invloeden van mechanische onkruidbestrijding in uien. Hierdoor waren er weinig voorbeelden van eerder uitgevoerde onderzoeksmethoden. Tijdens het opstellen van de onderzoeksmethode, werd rekening gehouden met zoveel mogelijk verschillende factoren welke invloed kunnen hebben op het onderzoek. Daarom zijn van elke bewerking minstens 3 herhalingen in de proefvelden opgenomen. Echter met veldonderzoeken is men afhankelijk van weersomstandigheden. In 2022 was er sprake van weersomstandigheden welke invloed hebben gehad om onder andere plantaantal. Aangezien de bewerkingen werden uitgevoerd door betrokken telers, was men afhankelijk van hoe de proefopzet door hun werd gehandhaafd. Daarom is in bepaalde gevallen gekozen om bijvoorbeeld smaller te schoffelen. Een geslaagde mechanische onkruidbestrijding is afhankelijk van de juiste weersomstandigheden en bodem toestand. Hierdoor kan het tijdspectrum waarin dit kan plaats vinden beperkt zijn.

Hoofdstuk 5: Conclusie & aanbevelingen

In de hoofdstukken 2 en 3 worden de proefopzet en resultaten beschreven van het onderzoek welke als doel had de effecten van verschillende mechanische onkruid bestrijdingsmethoden in combinatie met chemische onkruidbestrijding in beeld te brengen. De hoofdvraag van dit onderzoek luidde als volgt: “In hoeverre levert mechanische onkruidbestrijding een meerwaarde in combinatie met chemische onkruidbestrijding, ten opzichte van alleen chemische onkruidbestrijding in de uienteelt op het Noordelijke kleigebied?” In dit hoofdstuk zullen de deelvragen en hoofdvraag beantwoordt worden.

5.1: Beantwoording deelvragen

De resultaten uit het onderzoek zijn onder te verdelen in twee onderdelen. Enerzijds is gekeken naar de effecten van mechanische onkruid bestrijdingsmethoden op de ontwikkeling van de ui en anderzijds op de ontwikkeling van de onkruiden.

5.1.1: Wat is het effect van blindeggen?

In de testobjecten waarin een bewerking met blindeggen is uitgevoerd, worden significant meer uien geteld dan in de objecten waarin deze mechanische bewerking niet plaats heeft gevonden. Echter het lagere uien aantal in de onbewerkte objecten is te verklaren aan de korstvorming, welke resultaat was van natte periode opgevolgd door een drogende periode in het voorjaar van 2022. Op het gebied van onkruidvorming is er tussen de bewerkte en onbewerkte objecten geen significant verschil aangetoond. Figuur 6 laat zien dat het aantal onkruiden in de bewerkte telvelden gedurende de periode van het onderzoek hoger lagen dan in de onbewerkte velden. De korst op de onbewerkte objecten heeft de opkomst van de onkruiden geremd en daarnaast werd de film van de preventieve bodemherbiciden opgebroken door de mechanische bewerking, waardoor onkruiden makkelijker konden kiemen in de bewerkte objecten. Aan het einde van de monitoringsperiode waren de verschillen minimaal.

5.1.2: Wat is het effect van schoffelen op plantaantal en plantontwikkeling?

Tijdens het onderzoek is aangetoond dat er een significant meer uien groeien in de niet geschoffelde objecten en er minder uien groeien in de wel geschoffelde objecten. Dit verschil in aantal uien is zichtbaar voordat de eerste schoffelp bewerking in week 22 heeft plaats gevonden (zie figuur 6). De ontwikkeling van de uien in lengte van de pijpen en het aantal pijpen verloopt gelijkwaardig aan elkaar, ook statistisch wordt hier geen verschil tussen de bewerkte en onbewerkte objecten aangetoond. Aan de hand van deze resultaten wordt geconcludeerd dat er geen effecten op het plantaantal en plantontwikkeling worden aangetoond.

5.1.3: Wat is het effect van schoffelen op wortelontwikkeling van de ui?

Omdat er geen resultaten met betrekking tot deze deelvraag zijn verzameld kan er in dit onderzoek geen conclusie worden gevormd over de effecten van schoffelen op de wortelvorming.

5.1.4: Wat is het effect van schoffelen op de onkruidontwikkeling?

Gedurende het onderzoek is geen statistisch verschil aangetoond in het aantal onkruiden in de bewerkte objecten en de onbewerkte objecten. Ook tussen het aantal onkruiden in de rij en het aantal onkruiden tussen de rij wordt er geen statistisch verschil constateert tussen de bewerkte en onbewerkte objecten. In week 20 en week 21 zijn er meer onkruiden geteld in de onbewerkte objecten dan in de objecten welke één of tweemaal geschoffeld zijn. Na de schoffelp bewerking in week 22 is een directe afname zichtbaar van het aantal onkruiden tussen de rij. Ook na de bewerking 24 zien we een afname van het aantal onkruiden tussen de rijen al is deze minimaal. In week 25 en 26 is een toename zichtbaar van het aantal onkruiden tussen de rijen, wat mogelijk een resultaat is van het openbreken van de filmlaag van de bodemherbiciden.

5.2: Beantwoording hoofdvraag

De beantwoording van de deelvragen in alinea 5.1 had als doel antwoord te geven op de hoofdvraag: “In hoeverre levert mechanische onkruidbestrijding een meerwaarde in combinatie met chemische onkruidbestrijding, ten opzichte van alleen chemische onkruidbestrijding in de uienteelt op het Noordelijke kleigebied?” Ondanks dat er significante verschillen worden aangetoond in het aantal uien wordt er geconcludeerd dat er tijdens dit onderzoek geen negatieve effecten op plantaantal door het uitvoeren van mechanische onkruidbestrijding zijn waargenomen. Bij proeven met betrekking tot blindekken werden er meer uien aangetoond dan in de bewerkte telvelden als in de onbewerkte telvelden. Bij de proeven met betrekking tot het schoffelen werden significant minder uien waargenomen. Echter werd dit lagere aantal al voor de schoffelp bewerking geconstateerd. Hierdoor wordt aangenomen dat mechanische onkruidbestrijding niet resulteert in een significante afname van het aantal uien. Ook is er geen aantoonbaar effect op het groeiverloop en ontwikkeling van de plant in het begin van het groeiseizoen. In de objecten waar een mechanische onkruidbestrijding heeft plaats gevonden worden niet significant meer of minder onkruiden geteld dan in de objecten waarin alleen een chemische onkruidbestrijding heeft plaats gevonden. Dit onderzoek heeft dus geen effecten van mechanische onkruidbestrijding welke meerwaarde creëren vast gesteld. Echter is de toepassing van een wiedeg om een korst te breken effectief. Met verandering van het klimaat kunnen vergelijkbare omstandigheden zoals in het voorjaar van 2022 vaker voorkomen.

5.3: Aanbevelingen

Onderzoek naar mechanische onkruidbestrijding of de combinatie van mechanische onkruidbestrijding met chemische methoden is nog weinig onderzoek naar gedaan. Het groeiseizoen van 2022 bracht omstandigheden met zich mee die effecten hebben gehad op de toestand van de bodem en daarmee ook op de stand van de uien en de onkruiden. Naar aanleiding van het onderzoek zijn er nog aanbevelingen voor mogelijke vervolgonderzoeken geformuleerd:

- De uitvoering van een dergelijk onderzoek laten plaats vinden over een tijdsbestek van 3 tot 5 jaar. Waarbij ook gegevens met betrekking tot wortelontwikkeling en opbrengst in kaart worden gebracht.
- Gebruik maken van grotere testobjecten. Een dergelijk onderzoek kan uitgevoerd worden op een homogeen perceel met betrekking tot grondsoort en onkruiddruk. Hierbij kunnen diverse bewerkingen in stroken naast elkaar gelegd worden. Zo worden variaties in telvelden verkleind en wordt het mogelijk om eventuele visuele verschillen makkelijker waar te nemen.
- De toepassing van camera techniek voor bijvoorbeeld het tellen van het aantal uien en onkruiden. Camera techniek welke de data hiervoor kan verzamelen is in veel gevallen al beschikbaar als aansturing voor de schoffeltechniek.
- Onderzoek waarbij werkbreedte van de schoffels, schoffeldiepte of intensiteit van de wiedeg een vast gegeven zijn bij de uitvoering. Doel hiervan is om inzicht te krijgen wat de grenzen zijn tot er echt effecten op de uien zichtbaar zijn.
- In dit onderzoek is alleen gefocust op het noordelijke kleigebied, echter worden in Nederland in meerdere teeltgebieden en dus grondsoorten uien geteeld. Het onderzoek op bijvoorbeeld andere grondsoorten kan daarom ook belangrijke inzichten bieden.

Bibliografie

- Bleeker, P. O., & van der Weide, R. Y. (2000). Vals zaaibed een middel om onkruiddruk te verlagen. *Vollegrondsgroenteteelt / Praktijkonderzoek Voor De Akkerbouw En De Vollegrondsgroenteteelt*, 4, pp. 1-2.
- Cleland, J. (2013). World Population Growth; Past, Present and Future. *Environ Resource Econ*(55), pp. 543-554. doi:<https://doi-org.aeres.idm.oclc.org/10.1007/s10640-013-9675-6>
- Ghosheh, H. Z. (2003, october 27). Single herbicide treatments for control of broadleaved. *crop protection*(23), 539-542. doi:<https://doi-org.aeres.idm.oclc.org/10.1016/j.cropro.2003.10.010>
- Graeber, K., Nakabayashi, K., & Leubner-Metzger, G. (2017). *Encyclopedia of Applied Plant Sciences (Second editon)* (2e ed.). doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394807-6.00209-4>.
- Griffiths, G., Trueman, L., Crowther, T., Thomas, B., & Smith, B. (2002). Onions-A global benefit to health. *Phytotherapy Research*, pp. 603-615. doi:<https://doi.org/10.1002/ptr.1222>
- Groot, S., Groeneveld, R., Birnbaum, Y., van Kruistum, G., Versluis, H., & van Swaaij, N. (2004). Geprimed zaad kan voordelen hebben voor biologische teelten : primen geeft meer zekerheid onder ongunstige omstandigheden. *Ekoland*, 20-21. Opgeroepen op juni 30, 2022, van <https://library.wur.nl/WebQuery/groenekennis/1714021>
- Harker, K. N., & O'Donovan, J. T. (2013). Recent Weed Control, Weed Management, and integrated weed management. *Weed technology*, 1-11. doi:<https://doi.org/10.1614/WT-D-12-00109.1>
- Hettema, B. (2022, maart 19). Meer Nederlandse boeren kiezen voor zomertarwe, vanwege dreigend wereldwijd graantekort. *EenVandaag*. Opgeroepen op april 1, 2023, van <https://eenvandaag.avrotros.nl/item/meer-nederlandse-boeren-kiezen-voor-zomertarwe-vanwege-dreigend-wereldwijd-graantekort/>
- Kudsk, P., Sønderskov, M., Bonin, L., Gonzalez-Andujar, J. L., Jensen, J. E., Melander, B., . . . Storkey, J. (2020). IWMPRAISE - an EU horizon 2020 project providing integrated weed management solutions to european farmers. *Outlooks on pest manaegment*(31), 152-159. doi:https://doi.org/10.1564/v31_aug_02
- Kurstjens, D. A., & Bleeker, P. O. (1998). Torsiewieders en nieuwe onkruidbranders verminderen afhankelijkheid onkruidspuiten. *landbouwmechanisatie*(49), 26-27. Opgeroepen op juni 13, 2022, van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/317297>
- Lamichhane, J. R., Devos, Y., Beckie, H. J., Owen, M. D., Tillie, P., Messéan, A., & Kudsk, P. (2017). Integrated weed management systems with herbicide-tolerant crops in the European Union: lessons learnt from home and abroad. *critical reviews*

in biotechnology (37), 459-475.

doi:<https://doi.org/10.1080/07388551.2016.1180588>

- Lijzenga, R. (2021, oktober 5). Heeft de uienteelt nog toekomst in Nederland? *Akkerbouwbedrijf*. Opgeroepen op september 21, 2022, van <https://www.akkerbouwbedrijf.nl/marktprijzen/uienprijs/heeft-de-uinteelt-nog-toekomst-in-nederland/>
- Mellander, B., Lattanzi, B., & Pannacci, E. (2015). Intelligent versus non-intelligent mechanical intra-row weed controle in transplanted onion and cabbage. *Crop Protection*(72), 1-8. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.02.017>
- Olsen, J., Kristensen, L., & Weiner, J. (2006). Influence of sowing density and spatial pattern of spring wheat (*Triticum aestivum*) on the suppression of different weed species. *weed biology and management*, 165-173. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1445-6664.2006.00210.x>
- Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Sector AGV. (2003). *teelthandleiding uien*. Opgeroepen op september 22, 2022, van <https://edepot.wur.nl/119907>
- rijksoverheid. (2020). *uitvoeringsprogramma toekomstvisie gewasbescherming 2030*. Opgeroepen op mei 4, 2022, van <https://open.overheid.nl/repository/ronl-b42c6a0f-ade6-4c4e-8301-64cfffbed3dcd/1/pdf/bijlage-toekomstvisie-gewasbescherming-2030.pdf>
- Scheepens, P., Groenveld, R., & Riemens, M. (2004). *invoer van onkruiden op een bedrijf*. Wageningen: Plant Research International B.V.
- Smale, A. (2019, september 11). Wereldwijd 60% meer uien produceren. *foodagribusiness*. Opgeroepen op april 26, 2022, van <https://www.foodagribusiness.nl/wereldwijd-60-meer-uien-produceren/>
- Smit, L. (2022, april 13). Ingrijpen of niet? Korstvorming stelt akkerbouwers voor dilemma. *Akkerwijzer*. Opgeroepen op februari 12, 2023, van <https://www.akkervijzer.nl/artikel/465412-ingrijpen-of-niet-korstvorming-stelt-akkerbouwers-voor-dilemma/>
- Steketee . (z.d.). *IC-Light*. Opgehaald van Steketee : <https://www.steketee.com/nl/producten/ic-light/>
- Torringa, J. (2022, Maart 3). Areaal zaaiuien doet een stap terug in 2022. *boerenbusiness*. Opgeroepen op april 26, 2022, van <https://www.boerenbusiness.nl/akkerbouw/uien/artikel/10897018/areaal-zaaiuien-doet-een-stap-terug-in-2022>
- van der Weide, R., van Alebeek, F., & van den Broek, R. (2008). *En de boer, hij ploegde niet meer? : Literatuurstudie naar effecten van niet kerende grondbewerking versus ploegen*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Sector Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenteteelt. Opgeroepen op juni 29, 2022, van <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/377025>

van der Weide, R. Y., Bleeker, P. O., Achten, V. T., Plotz, L. A., Fogelberg, F., & Melander, B. (2008). Innovation in mechanical weed control in crop rows. *weed research* (43), 215-224. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2008.00629.x>

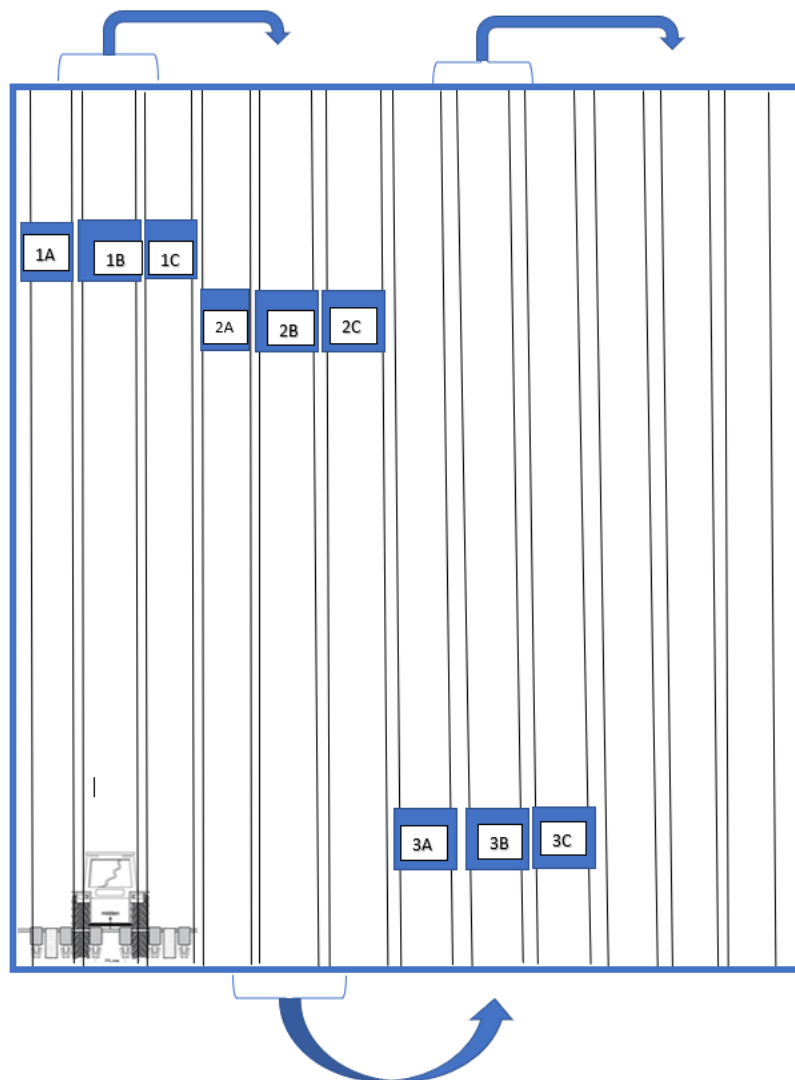
van Heijst, L. (2022, september 5). *ANOVA Uitvoeren en Interpreteren (Stappenplan met GIF's)*. Opgehaald van Scribbr : <https://www.scribbr.nl/statistiek/anova/>

van Merrienboer, S. (2018, november 20). *2 grote uitdagingen voor de Nederlandse uienteelt*. Opgeroepen op april 26, 2022, van Rabobank: <https://www.rabobank.nl/kennis/s011085441-2-grote-uitdagingen-voor-nederlandse-uinteelt>

Bijlage 1: Toegelaten herbiciden in uienteelt

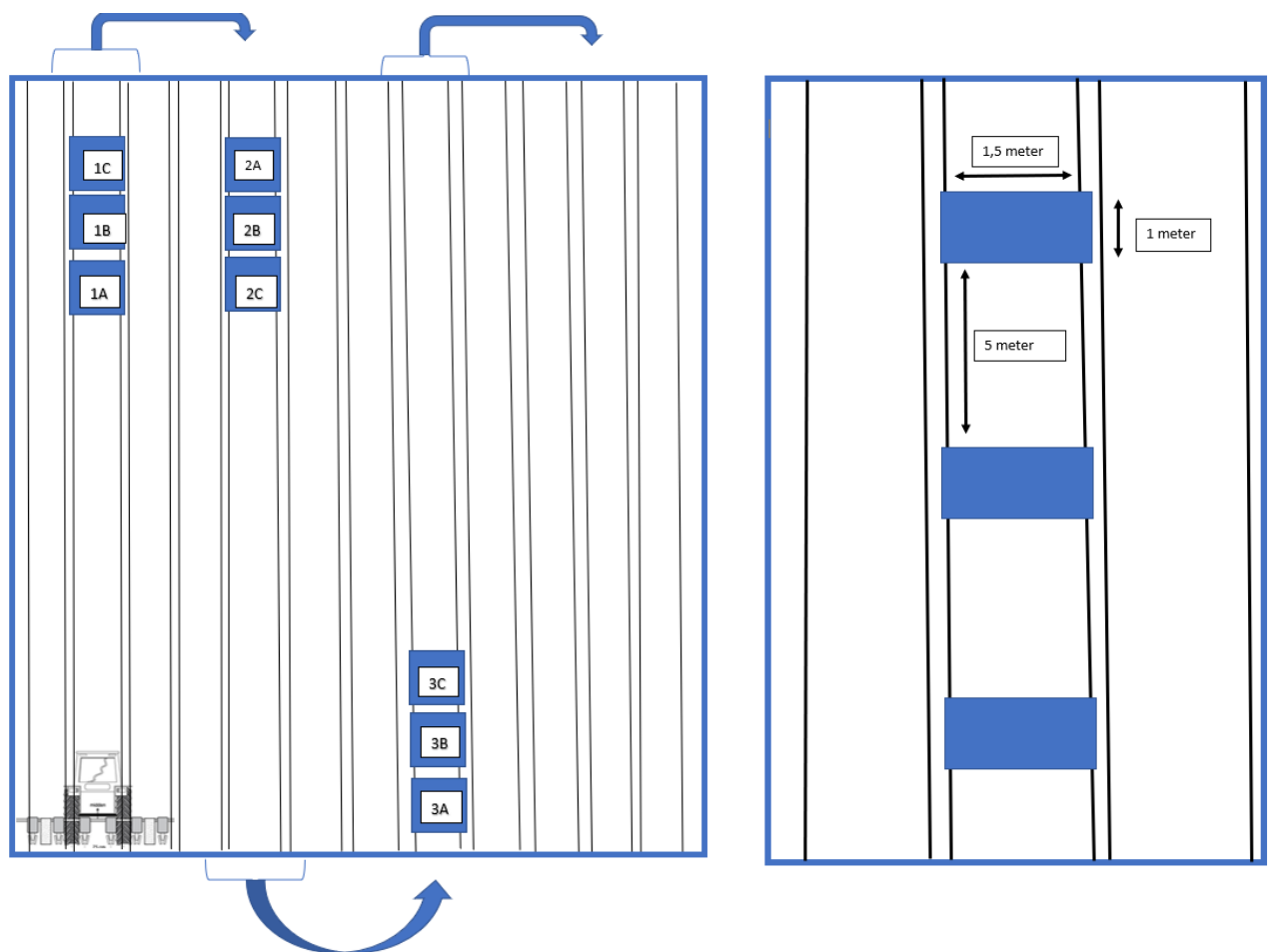
Middel	Werkwijze	Werkzame stof	Werking tegen
Lentagran	Contactherbicide	Pyridaat 45%	Uitstaande melde, melganzevoet, muur straatgras
Basagran	Contactherbicide	Bentazon 480 g/l	Knopherik, zwarte nachtschade, spurrie en kleine veldkers
Starane Top	Contactherbicide	Furoxypyr-meptyl 480 g/l	Grote-brandnetel, kleeftkruid, kweek (-gras), ridderzuring
Centurion Plus	Contactherbicide	Clethodim 120 g/L	Grasachtige
Gallant 2000	Contactherbicide	Haloxypop-P-methyl 108 g/l	Grasachtige
Fusilade Max	Contactherbicide	fluazifop-P-butyl 125g/l	Grasachtige
Roundup ultimate, roundup evolutio, Glyphogan alround	contactherbicide	Glyfosaat 480 g/l of 360 g/l	Zeer breed werking spectrum
Agil 100 EC	Contactherbicide	Propaquizafop 100 g/l	Grasachtige
AZ 500	Bodemherbicide	Isoxaben 550 g/l	Ereprijs, herderstasje, herik, kamille
Stomp	Bodemherbicide	Pendimethalin 400 g/l	Boterbloem, Ganzevoet, uitstaande melde, perzikkruid
Wing P	Bodemherbicide	Pendimethalin 250 g/l dimethenamid-P 215 g/l	Zwaluwtond, smalle weegbree, varkensgras, reigersbek, klein-kruiskruid
Boxer	Bodem-/ contactherbicide	prosulfocarb 800 g/l	Ruw beemdgras, boterbloem, duivenkervel, kleeftkruid
Dual gold 960 EC	Bodem-/contactherbicide	S-metolachloor 960 g/l	Duist- vossesstaart, draad gierst, hanepoot, naalbaar

Bijlage 2: Proefopstelling blindeggen



Telvelden	Bewerking	Uitgevoerd in:
1A/1B/1C	Blindeggen	Week 15
2A/2B/2C	Blindeggen	Week 15
3A/3B/3C	Geen mechanische bewerking	-

Bijlage 3: Proefopstelling schoffelen



Telvelden	Bewerking	Uitgevoerd in
1A/1B/1C	2 × geschoffeld	Week 22 & week 24
2A/2B/2C	1 × geschoffeld	Week 22
3A/3B/3C	Geen mechanische bewerking	-

Bijlage 4: Spread sheet data wiedegeen

veld	weeknummer	datum	bewerking	aantal uien	aantal pijpen	lengte in cm	aantal onkruiden totaal	aantal onkruiden in de rij	aantal onkruiden tussen de rij
1A	16	22-4-2022	bewerkt	63	0	1,5	13	6	7
1B	16	22-4-2022	bewerkt	118	0	2	10	4	6
1C	16	22-4-2022	bewerkt	115	0	1,5	12	3	9
2A	16	22-4-2022	bewerkt	110	0	1	43	27	16
2B	16	22-4-2022	bewerkt	74	0	1,5	69	27	42
2C	16	22-4-2022	bewerkt	119	0	1,5	50	15	35
3A	16	22-4-2022	onbewerkt	55	0	0,5	11	3	8
3B	16	22-4-2022	onbewerkt	45	0	0,5	15	2	13
3C	16	22-4-2022	onbewerkt	40	0	0,5	30	1	29
1A	17	29-4-2022	bewerkt	66	0	2	16	4	12
1B	17	29-4-2022	bewerkt	115	0	3	9	3	6
1C	17	29-4-2022	bewerkt	125	0	2	11	1	10
2A	17	29-4-2022	bewerkt	130	0	3	100	16	84
2B	17	29-4-2022	bewerkt	97	0	2,5	89	24	65
2C	17	29-4-2022	bewerkt	128	0	3	75	23	52
3A	17	29-4-2022	onbewerkt	68	0	3	39	5	34
3B	17	29-4-2022	onbewerkt	55	0	2	33	5	28
3C	17	29-4-2022	onbewerkt	52	0	2,5	58	9	49
1A	18	6-5-2022	bewerkt	75	0	3	15	3	12
1B	18	6-5-2022	bewerkt	114	0	3	8	0	8
1C	18	6-5-2022	bewerkt	126	0	4	20	2	18
2A	18	6-5-2022	bewerkt	130	0	3,5	95	12	83
2B	18	6-5-2022	bewerkt	93	0	3,5	92	21	71
2C	18	6-5-2022	bewerkt	130	0	4	87	21	66
3A	18	6-5-2022	onbewerkt	86	0	3	38	4	34
3B	18	6-5-2022	onbewerkt	61	0	3	41	5	36
3C	18	6-5-2022	onbewerkt	60	0	3	57	5	53
1A	19	12-5-2022	bewerkt	61	1	4	10	2	8
1B	19	12-5-2022	bewerkt	99	1	4,5	5	1	4
1C	19	12-5-2022	bewerkt	118	1	4	15	3	12
2A	19	12-5-2022	bewerkt	133	1	4	91	10	81
2B	19	12-5-2022	bewerkt	95	1	4	72	15	57
2C	19	12-5-2022	bewerkt	128	1	4,5	69	14	55

3A	19	12-5-2022	onbewerkt	88	1	4	27	4	23
3B	19	12-5-2022	onbewerkt	57	1	3	22	3	19
3C	19	12-5-2022	onbewerkt	57	1	4	45	7	38
1A	20	20-5-2022	bewerkt	64	1	8	5	1	4
1B	20	20-5-2022	bewerkt	109	1	8	4	0	4
1C	20	20-5-2022	bewerkt	119	1	8	15	0	15
2A	20	20-5-2022	bewerkt	129	1	10	56	4	52
2B	20	20-5-2022	bewerkt	92	1	9	72	15	57
2C	20	20-5-2022	bewerkt	120	1	10	57	15	42
3A	20	20-5-2022	onbewerkt	81	1	7	17	3	14
3B	20	20-5-2022	onbewerkt	62	1	7	5	0	5
3C	20	20-5-2022	onbewerkt	53	1	7	28	3	25
1A	21	27-5-2022	bewerkt	61	2	10	4	1	3
1B	21	27-5-2022	bewerkt	98	2	10	1	0	1
1C	21	27-5-2022	bewerkt	102	2	10	7	0	7
2A	21	27-5-2022	bewerkt	127	2	12	21	4	17
2B	21	27-5-2022	bewerkt	90	2	10	21	2	19
2C	21	27-5-2022	bewerkt	117	2	12	14	3	11
3A	21	27-5-2022	onbewerkt	89	2	11	11	1	10
3B	21	27-5-2022	onbewerkt	64	2	11	4	1	3
3C	21	27-5-2022	onbewerkt	58	2	10	16	4	12
1A	22	3-6-2022	bewerkt	63	2	14	2	2	0
1B	22	3-6-2022	bewerkt	106	2	14	1	0	1
1C	22	3-6-2022	bewerkt	113	2	14	5	0	5
2A	22	3-6-2022	bewerkt	132	2	14	14	7	7
2B	22	3-6-2022	bewerkt	95	2	12	13	5	8
2C	22	3-6-2022	bewerkt	126	2	14	5	3	2
3A	22	3-6-2022	onbewerkt	88	2	13	13	1	6
3B	22	3-6-2022	onbewerkt	64	2	15	1	1	0
3C	22	3-6-2022	onbewerkt	61	2	14	12	3	9
1A	23	9-6-2022	bewerkt	61	2,5	15	1	0	1
1B	23	9-6-2022	bewerkt	104	2,5	16	0	0	0
1C	23	9-6-2022	bewerkt	109	2,5	16	2	0	2
2A	23	9-6-2022	bewerkt	130	2,5	17	4	1	3
2B	23	9-6-2022	bewerkt	94	2,5	16	6	2	4
2C	23	9-6-2022	bewerkt	117	2,5	18	1	0	1
3A	23	9-6-2022	onbewerkt	88	2,5	16	2	1	1
3B	23	9-6-2022	onbewerkt	65	2,5	16	0	0	0
3C	23	9-6-2022	onbewerkt	60	2	16	5	0	5
1A	24	17-6-2022	bewerkt	62	3	20	0	0	0
1B	24	17-6-2022	bewerkt	106	3	22	0	0	0
1C	24	17-6-2022	bewerkt	113	3	21	1	0	1
2A	24	17-6-2022	bewerkt	128	3	23	1	0	1
2B	24	17-6-2022	bewerkt	97	3	23	5	2	3
2C	24	17-6-2022	bewerkt	122	3	25	1	0	1
3A	24	17-6-2022	onbewerkt	83	3	24	1	1	0

3B	24	17-6-2022	onbewerkt	60	3	21	0	0	0
3C	24	17-6-2022	onbewerkt	55	3	23	4	0	4
1A	25	23-6-2022	bewerkt	62	3,5	25	0	0	0
1B	25	23-6-2022	bewerkt	105	3,5	25	0	0	0
1C	25	23-6-2022	bewerkt	110	3,5	26	1	1	0
2A	25	23-6-2022	bewerkt	130	3,5	28	1	1	0
2B	25	23-6-2022	bewerkt	92	3,5	28	1	1	0
2C	25	23-6-2022	bewerkt	120	3,5	30	1	0	1
3A	25	23-6-2022	onbewerkt	86	3,5	25	1	1	0
3B	25	23-6-2022	onbewerkt	61	3,5	25	0	0	0
3C	25	23-6-2022	onbewerkt	57	3,5	26	4	1	3
1A	26	1-7-2022	bewerkt	63	4	35	0	0	0
1B	26	1-7-2022	bewerkt	109	4	40	0	0	0
1C	26	1-7-2022	bewerkt	114	4	40	0	0	0
2A	26	1-7-2022	bewerkt	127	4	35	1	0	1
2B	26	1-7-2022	bewerkt	94	4	43	2	2	0
2C	26	1-7-2022	bewerkt	125	4	47	1	0	1
3A	26	1-7-2022	onbewerkt	85	4	43	0	0	0
3B	26	1-7-2022	onbewerkt	61	4	43	0	0	0
3C	26	1-7-2022	onbewerkt	55	4	40	0	0	0
1A	27	7-7-2022	bewerkt	60	5	43	0	0	0
1B	27	7-7-2022	bewerkt	99	5	45	0	0	0
1C	27	7-7-2022	bewerkt	104	5	45	0	0	0
2A	27	7-7-2022	bewerkt	123	5	45	2	0	2
2B	27	7-7-2022	bewerkt	88	5	45	2	2	0
2C	27	7-7-2022	bewerkt	116	5	47	1	1	0
3A	27	7-7-2022	onbewerkt	81	5	43	0	0	0
3B	27	7-7-2022	onbewerkt	58	5	45	0	0	0
3C	27	7-7-2022	onbewerkt	56	5	45	1	1	0

Bijlage 5: Spread sheet data schoffelen

veld	weeknummer	datum	bewerking	aantal uien	aantal pijpen	lengte in cm	aantal onkruiden totaal	aantal onkruiden in de rij	aantal onkruiden tussen de rij
1A	20	17-5-2022	2 × geschoffeld	48	1	5	6	2	4
1B	20	17-5-2022	2 × geschoffeld	57	1	6	4	0	4
1C	20	17-5-2022	2 × geschoffeld	45	1	5	10	2	8
2A	20	17-5-2022	1 × geschoffeld	52	1	5	7	3	4
2B	20	17-5-2022	1 × geschoffeld	49	1	5	8	1	7
2C	20	17-5-2022	1 × geschoffeld	39	1	5	6	1	5
3A	20	17-5-2022	0 × geschoffeld	61	1	5	11	3	8
3B	20	17-5-2022	0 × geschoffeld	66	1	6	11	1	10
3C	20	17-5-2022	0 × geschoffeld	45	1	5	7	2	5
1A	21	23-5-2022	2 × geschoffeld	50	1	8	7	2	5
1B	21	23-5-2022	2 × geschoffeld	56	1	11	5	1	4
1C	21	23-5-2022	2 × geschoffeld	43	1	11	8	3	5
2A	21	23-5-2022	1 × geschoffeld	54	1	9	8	2	6
2B	21	23-5-2022	1 × geschoffeld	51	1	11	6	1	5
2C	21	23-5-2022	1 × geschoffeld	44	1	11	5	1	4
3A	21	23-5-2022	0 × geschoffeld	53	1	9	16	3	13
3B	21	23-5-2022	0 × geschoffeld	66	1	12	11	2	9
3C	21	23-5-2022	0 × geschoffeld	45	1	11	5	0	5
1A	22	30-5-2022	2 × geschoffeld	50	2	14	2	2	0
1B	22	30-5-2022	2 × geschoffeld	54	2	15	1	1	0
1C	22	30-5-2022	2 × geschoffeld	43	2	15	4	1	3
2A	22	30-5-2022	1 × geschoffeld	52	2	15	4	3	1
2B	22	30-5-2022	1 × geschoffeld	48	2	16	2	2	0
2C	22	30-5-2022	1 × geschoffeld	38	2	14	1	1	0
3A	22	30-5-2022	0 × geschoffeld	53	2	15	4	4	0
3B	22	30-5-2022	0 × geschoffeld	66	2	14	6	2	4
3C	22	30-5-2022	0 × geschoffeld	40	2	15	3	0	3
1A	23	7-6-2022	2 × geschoffeld	48	2	20	2	2	0
1B	23	7-6-2022	2 × geschoffeld	51	2	18	0	0	0
1C	23	7-6-2022	2 × geschoffeld	46	2	15	3	3	0
2A	23	7-6-2022	1 × geschoffeld	55	2	18	4	4	0
2B	23	7-6-2022	1 × geschoffeld	44	2	18	2	2	0
2C	23	7-6-2022	1 × geschoffeld	44	2	16	3	1	2
3A	23	7-6-2022	0 × geschoffeld	57	2	20	4	4	0

3B	23	7-6-2022	0 × geschoffeld	67	2	17	4	1	3
3C	23	7-6-2022	0 × geschoffeld	40	2	17	8	1	7
1A	24	13-6-2022	2 × geschoffeld	48	3	23	0	0	0
1B	24	13-6-2022	2 × geschoffeld	50	3	25	1	0	1
1C	24	13-6-2022	2 × geschoffeld	43	3	22	2	2	0
2A	24	13-6-2022	1 × geschoffeld	50	3	23	2	2	0
2B	24	13-6-2022	1 × geschoffeld	43	3	20	0	0	0
2C	24	13-6-2022	1 × geschoffeld	42	3	22	0	0	0
3A	24	13-6-2022	0 × geschoffeld	53	3	24	1	1	0
3B	24	13-6-2022	0 × geschoffeld	68	3	22	1	1	0
3C	24	13-6-2022	0 × geschoffeld	41	3	23	2	1	1
1A	25	20-6-2022	2 × geschoffeld	46	3,5	33	0	0	0
1B	25	20-6-2022	2 × geschoffeld	49	3,5	35	0	0	1
1C	25	20-6-2022	2 × geschoffeld	43	3	30	0	0	0
2A	25	20-6-2022	1 × geschoffeld	48	3,5	33	2	0	2
2B	25	20-6-2022	1 × geschoffeld	43	3	34	0	0	0
2C	25	20-6-2022	1 × geschoffeld	43	3	33	0	0	0
3A	25	20-6-2022	0 × geschoffeld	51	3,5	34	0	0	0
3B	25	20-6-2022	0 × geschoffeld	64	3	35	1	1	0
3C	25	20-6-2022	0 × geschoffeld	38	3,5	33	2	1	1
1A	26	27-6-2022	2 × geschoffeld	47	4	48	0	0	0
1B	26	27-6-2022	2 × geschoffeld	51	4	44	2	0	2
1C	26	27-6-2022	2 × geschoffeld	44	4	44	1	1	0
2A	26	27-6-2022	1 × geschoffeld	47	4	45	2	0	2
2B	26	27-6-2022	1 × geschoffeld	43	4	40	0	0	0
2C	26	27-6-2022	1 × geschoffeld	44	4	44	0	0	0
3A	26	27-6-2022	0 × geschoffeld	51	4	46	0	0	0
3B	26	27-6-2022	0 × geschoffeld	69	4	44	2	1	1
3C	26	27-6-2022	0 × geschoffeld	40	4	43	4	2	2
1A	27	8-7-2022	2 × geschoffeld	47	5	56	0	0	0
1B	27	8-7-2022	2 × geschoffeld	49	5	59	2	2	0
1C	27	8-7-2022	2 × geschoffeld	42	5	52	1	1	0
2A	27	8-7-2022	1 × geschoffeld	45	5	56	2	0	2
2B	27	8-7-2022	1 × geschoffeld	43	5	55	0	0	0
2C	27	8-7-2022	1 × geschoffeld	42	5	54	0	0	0
3A	27	8-7-2022	0 × geschoffeld	51	5	57	0	0	0
3B	27	8-7-2022	0 × geschoffeld	64	5	57	2	1	1
3C	27	8-7-2022	0 × geschoffeld	40	5	54	3	2	1

Bijlage 6: Uitkomsten ANOVA- analyse JASP gebaseerd op data blindeggen

ANOVA ▼

ANOVA - aantal uien ▼

Homogeneity Correction	Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
None	bewerking	36270.375	1.000	36270.375	90.818	< .001
	Residuals	42333.625	106.000	399.374		
Brown-Forsythe	bewerking	36270.375	1.000	36270.375	123.935	< .001
	Residuals	42333.625	101.789	415.894		
Welch	bewerking	36270.375	1.000	36270.375	123.935	< .001
	Residuals	42333.625	101.789	415.894		

Note. Type III Sum of Squares

ANOVA

ANOVA - aantal pijpen

Homogeneity Correction	Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
None	bewerking	0.005	1.000	0.005	0.002	0.966
	Residuals	274.243	106.000	2.587		
Brown-Forsythe	bewerking	0.005	1.000	0.005	0.002	0.966
	Residuals	274.243	69.754	3.932		
Welch	bewerking	0.005	1.000	0.005	0.002	0.966
	Residuals	274.243	69.754	3.932		

Note. Type III Sum of Squares

ANOVA

ANOVA - lengte in cm

Homogeneity Correction	Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
None	bewerking	2.557	1.000	2.557	0.012	0.911
	Residuals	21686.802	106.000	204.592		
Brown-Forsythe	bewerking	2.557	1.000	2.557	0.012	0.912
	Residuals	21686.802	68.456	316.799		
Welch	bewerking	2.557	1.000	2.557	0.012	0.912
	Residuals	21686.802	68.456	316.799		

Note. Type III Sum of Squares

ANOVA ▼

ANOVA - aantal onkruiden totaal ▼

Homogeneity Correction	Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
None	bewerking	468.167	1.000	468.167	0.676	0.413
	Residuals	73400.750	106.000	692.460		
Brown-Forsythe	bewerking	468.167	1.000	468.167	0.949	0.332
	Residuals	73400.750	103.698	707.835		
Welch	bewerking	468.167	1.000	468.167	0.949	0.332
	Residuals	73400.750	103.698	707.835		

Note. Type III Sum of Squares

ANOVA

ANOVA - aantal onkruiden in de rij

Homogeneity Correction	Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
None	bewerking	153.352	1.000	153.352	4.105	0.045
	Residuals	3959.861	106.000	37.357		
Brown-Forsythe	bewerking	153.352	1.000	153.352	7.239	0.008
	Residuals	3959.861	94.045	42.106		
Welch	bewerking	153.352	1.000	153.352	7.239	0.008
	Residuals	3959.861	94.045	42.106		

Note. Type III Sum of Squares

ANOVA ▼

ANOVA - aantal onkruiden tussen de rij ▼

Homogeneity Correction	Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
None	bewerking	140.167	1.000	140.167	0.308	0.580
	Residuals	48240.083	106.000	455.095		
Brown-Forsythe	bewerking	140.167	1.000	140.167	0.404	0.526
	Residuals	48240.083	98.485	489.820		
Welch	bewerking	140.167	1.000	140.167	0.404	0.526
	Residuals	48240.083	98.485	489.820		

Note. Type III Sum of Squares

Bijlage 7: Uitkomsten ANOVA- analyse JASP gebaseerd op data schoffelen

ANOVA

ANOVA - aantal uien

Homogeneity Correction	Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
None	bewerking	779.528	2.000	389.764	7.585	0.001
	Residuals	3545.750	69.000	51.388		
Brown-Forsythe	bewerking	779.528	2.000	389.764	7.585	0.002
	Residuals	3545.750	38.262	92.669		
Welch	bewerking	779.528	2.000	389.764	5.368	0.008
	Residuals	3545.750	42.596	83.241		

Note. Type III Sum of Squares

ANOVA

ANOVA - aantal pijpen

Homogeneity Correction	Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
None	bewerking	0.007	2.000	0.003	0.002	0.998
	Residuals	127.906	69.000	1.854		
Brown-Forsythe	bewerking	0.007	2.000	0.003	0.002	0.998
	Residuals	127.906	68.997	1.854		
Welch	bewerking	0.007	2.000	0.003	0.002	0.998
	Residuals	127.906	45.999	2.781		

Note. Type III Sum of Squares

ANOVA

ANOVA - lengte in cm

Homogeneity Correction	Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
None	bewerking	5.778	2.000	2.889	0.010	0.990
	Residuals	19408.167	69.000	281.278		
Brown-Forsythe	bewerking	5.778	2.000	2.889	0.010	0.990
	Residuals	19408.167	68.962	281.434		
Welch	bewerking	5.778	2.000	2.889	0.010	0.990
	Residuals	19408.167	45.993	421.976		

Note. Type III Sum of Squares

ANOVA ▼

ANOVA - aantal onkruiden totaal

Homogeneity Correction	Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
None	bewerking	57.694	2.000	28.847	2.615	0.080
	Residuals	761.292	69.000	11.033		
Brown-Forsythe	bewerking	57.694	2.000	28.847	2.615	0.082
	Residuals	761.292	58.215	13.077		
Welch	bewerking	57.694	2.000	28.847	1.977	0.150
	Residuals	761.292	44.761	17.008		

Note. Type III Sum of Squares

ANOVA ▼

ANOVA - aantal onkruiden in de rij ▼

Homogeneity Correction	Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
None	bewerking	2.528	2.000	1.264	0.982	0.380
	Residuals	88.792	69.000	1.287		
Brown-Forsythe	bewerking	2.528	2.000	1.264	0.982	0.380
	Residuals	88.792	68.162	1.303		
Welch	bewerking	2.528	2.000	1.264	0.926	0.404
	Residuals	88.792	45.834	1.937		

Note. Type III Sum of Squares

ANOVA

ANOVA - aantal onkruiden tussen de rij

Homogeneity Correction	Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
None	bewerking	35.194	2.000	17.597	2.149	0.124
	Residuals	565.125	69.000	8.190		
Brown-Forsythe	bewerking	35.194	2.000	17.597	2.149	0.126
	Residuals	565.125	54.157	10.435		
Welch	bewerking	35.194	2.000	17.597	1.553	0.223
	Residuals	565.125	44.379	12.734		

Note. Type III Sum of Squares