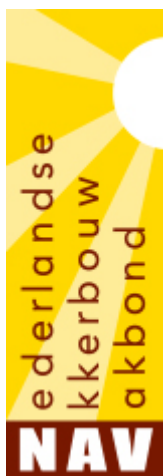


# Vergelijking van mechanische onkruidbestrijding, spotspraying en chemische bestrijding in suikerbieten

Tweejarig praktijk onderzoek



# Vergelijking van mechanische onkruidbestrijding, spotspraying en chemische bestrijding in suikerbieten

Tweejarig praktijk onderzoek

Opdrachtgevers: Provincie Friesland

Auteur: Kirsten Berghuis

Projectnummer: 4259

Datum: februari 2026

**SPNA**

Locatie Kollumerwaard

Hooge Zuidwal 1

9853 TJ Munnekezijl

Locatie Ebelsheerd

Hoofdweg 26

9687 PL Nieuw Beerta

*Niks uit deze publicatie mag worden gekopieerd of elders worden gebruikt, zonder berichtgeving aan SPNA Aggroresearch, en altijd onder vermelding van de bron.*

## Inhoud

1.	Inleiding .....	4
2.	Proefaanleg en objecten.....	5
2.1	Groeiseizoenen .....	5
2.1.1	Grondbewerking.....	6
2.1.2	Gewasbescherming en bemesting.....	6
2.2	Toepassingen.....	6
2.3	Waarnemingen.....	7
2.4	Statistische analyse .....	7
3.	Resultaten.....	8
3.1	Kimswerd.....	8
3.1.1	Teeltjaar 2024 .....	8
3.1.2	Teeltjaar 2025 .....	8
3.2	Oude Bildtzijl.....	8
3.2.1	Teeltjaar 2024 .....	9
3.2.2	Teeltjaar 2025 .....	9
3.3	Kollumerwaard.....	9
3.3.1	Teeltjaar 2024 .....	9
3.3.2	Teeltjaar 2025 .....	10
4.	Conclusie .....	11

## 1. Inleiding

Onkruidbestrijding is een essentieel onderdeel van de teelt van suikerbieten, aangezien onkruiden in de vroege groeifase een sterke concurrent vormen voor water, nutriënten en licht. Traditioneel wordt onkruid in de suikerbietenteelt voornamelijk bestreden met chemische herbiciden. Hoewel deze middelen effectief zijn, staat het gebruik ervan steeds meer onder druk door strengere wetgeving, toenemende maatschappelijke zorgen over milieu-impact en biodiversiteit, en de wens om de afhankelijkheid van chemische middelen te verminderen.

Mechanische onkruidbestrijding vormt een veelbelovend alternatief of aanvulling op chemische bestrijding. Door middel van technieken zoals schoffelen, wiedegeen en cameragestuurde precisiewerktuigen kan onkruid fysiek worden verwijderd, waardoor de inzet van herbiciden kan worden gereduceerd. Deze methoden sluiten aan bij de principes van geïntegreerde gewasbescherming en dragen bij aan een duurzamere landbouwpraktijk.

Daarnaast bieden technologische innovaties, zoals het gebruik van een spotsprayer, nieuwe mogelijkheden om het gebruik van herbiciden verder te beperken. Een spotsprayer maakt gebruik van sensoren of cameratechnologie om onkruiden gericht te detecteren en uitsluitend op deze plekken herbiciden toe te passen, in plaats van het gehele perceel te bespuiten. Hierdoor kan de hoeveelheid gebruikte chemische middelen aanzienlijk worden verminderd, terwijl de effectiviteit van de onkruidbestrijding behouden blijft. In combinatie met mechanische onkruidbestrijding kan de inzet van een spotsprayer bijdragen aan een efficiëntere, duurzamere en meer precisiegerichte aanpak van onkruidbeheer in de suikerbietenteelt.

In deze rapportage worden de effectiviteit, praktische toepasbaarheid en mogelijke beperkingen van mechanische technieken vergeleken met het gebruik van herbiciden. Op basis hiervan wordt inzicht verkregen in de rol die mechanische onkruidbestrijding kan spelen binnen een toekomstbestendige en milieubewuste suikerbietenteelt.

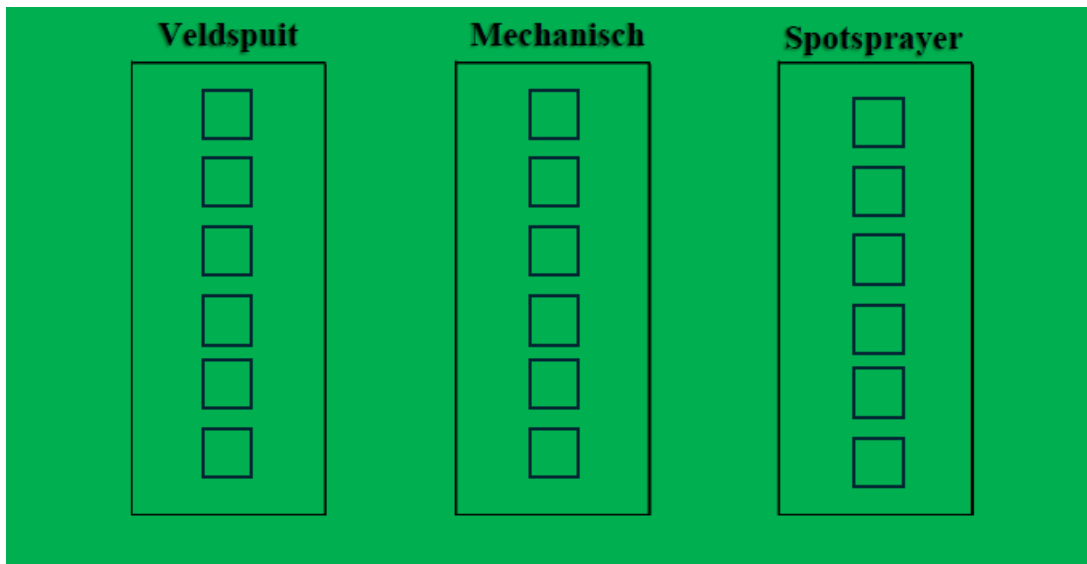
## 2. Proefaanleg en objecten

Op drie verschillende locaties in de provincie Friesland is een proef aangelegd om de verschillen in onkruiddruk te onderzoeken bij verschillende manieren van onkruidbestrijding in suikerbieten. Dit onderzoek is tweejarig uitgevoerd. In onderstaande Tabel 1 zijn de locaties de onderzochte objecten weergegeven.

Tabel 1: Locaties en behandelingen.

object	locatie	behandeling
A	Kimswerd	volvelds spuiten
B	Kimswerd	schoffeltechniek
C	Kimswerd	spotsprayer
D	Oude Bildtzijl	volvelds spuiten
E	Oude Bildtzijl	schoffeltechniek
F	Oude Bildtzijl	spotsprayer
G	Kollumerwaard	volvelds spuiten
H	Kollumerwaard	schoffeltechniek
J	Kollumerwaard	spotsprayer + mechanisch
K	Kollumerwaard	spotsprayer

Het onderzoek is uitgevoerd in stroken, in drie verschillende praktijkvelden. In alle stroken zijn zes velden van 1 x 1 m uitzet waarin de waarnemingen zijn uitgevoerd. In Figuur 1 is een schematische weergave van de velden weergegeven.



Figuur 1: Opstelling proefvelden

### 2.1 Groeiseizoenen

Het voorjaar van 2024 begon nat, uitzonderlijk nat zelfs. De winter had de bodem verzadigd achtergelaten en ook in maart en april bleef de regen vallen. Op veel Friese percelen bleef het land te lang onbegaanbaar, waardoor het zaaien van de suikerbieten noodgedwongen werd uitgesteld. Pas laat in het voorjaar konden de zaaimachines het land op. Daarnaast bleef het een nat seizoen waardoor de mechanische onkruidbestrijding lastig was om toe te passen.

Het jaar 2025 begon heel anders. Al vroeg in het voorjaar was het droog en de bodem kwam snel op temperatuur. In Friesland konden veel telers ongekend vroeg zaaien. Ook was het beter mogelijk om de mechanische onkruidbestrijding en spotsprayer techniek toe te passen.

### 2.1.1 Grondbewerking

De grondbewerking is uitgevoerd door de desbetreffende telers om het land klaar te maken voor de suikerbietenteelt volgens goede landbouwpraktijk.

### 2.1.2 Gewasbescherming en bemesting

Zowel het toepassen van gewasbescherming als bemesting zijn volgens goede landbouwpraktijk uitgevoerd.

## 2.2 Toepassingen

De verschillende objecten zijn uitgevoerd met verschillende machines. Is het volvelds spuiten uitgevoerd met een veldspuit, hierbij zijn herbiciden volvelds gespoten dit is de meest gangbare manier van onkruidbestrijding. Dit object is meegenomen in dit onderzoek als referentie.

Het tweede object is de camera gestuurde schoffeltechniek. Dit systeem maakt gebruik van camera's en beeldherkenning om gewassen nauwkeurig te herkennen en onkruid gericht te verwijderen. Het systeem stuurt de schoffel automatisch, waardoor er met grote precisie tussen en dicht langs planten gewerkt kan worden zonder schade aan het gewas. Bovendien kan de techniek bij hogere werksnelheden worden ingezet wat tijd en arbeidskosten bespaart ten opzichte van regulier schoffelen.

De derde gebruikte techniek is het inzetten van een spotsprayer. De spotsprayer is een precisielandbouwtechniek die met behulp van camera's en sensoren onkruid herkent en alleen daar gewasbeschermingsmiddel toedient waar het nodig is. In plaats van een volledige bespuiting wordt elke plant of plek afzonderlijk behandeld, wat het middelengebruik sterk vermindert. Dit zorgt voor lagere kosten, minder milieubelasting en een efficiëntere inzet van gewasbeschermingsmiddelen.

Op de locatie Kollumerwaard is als ook een combinatie van de camera gestuurde schoffeltechniek en de spotsprayer als object meegenomen. Hierbij vullen de mechanische en chemische techniek elkaar aan. Het schoffelen verwijdert het grootste deel van het onkruid, terwijl de spotsprayer alleen het overblijvende onkruid aanpakt waar de schoffel niet kan komen.

Ter illustratie zijn de spotsprayer en de camera gestuurde schoffel in onderstaande figuren weergegeven.



Figuur 2: Ter illustratie een spotsprayer in suikerbieten.



*Figuur 3: Ter illustratie een camera gestuurde schoffel in sperziebonen.*

### 2.3 Waarnemingen

In deze objecten worden onkruidtellingen uitgevoerd in speciaal aangelegde telveldjes van 1 × 1 meter. Binnen deze vaste meetvlakken wordt het aanwezige onkruid nauwkeurig geteld en geregistreerd, zodat de effectiviteit van de toegepaste technieken objectief kan worden beoordeeld. Daarnaast zijn ook het aantal bieten in deze telveldjes geteld om ook het uitval van planten te kunnen monitoren.

### 2.4 Statistische analyse

De verzamelde gegevens uit de onkruidtellingen worden vervolgens in ANOVA toets statistisch geanalyseerd. Hiermee worden verschillen tussen de objecten en behandelingen objectief beoordeeld en wordt vastgesteld of waargenomen effecten significant zijn. In het geval de F-prob. van het effect kleiner is dan de onbetrouwbaarheidsdrempel van 0,05 wordt dit effect als significant beschouwd. In dit laatste geval wordt er een LSD-waarde bij de resultaten vermeld. LSD staat voor Least Significant Difference. Met deze LSD-waarde kan worden bepaald, welke niveaus van de betreffende factor significant van elkaar verschillen. Als er geen sprake is van een significant effect, wordt 'n.s.' vermeld. In dit onderzoek is ervoor gekozen om alleen de data per locatie en teeltjaar te analyseren omdat het verschil in de locaties te veel ruis geeft aan het onderzoek.

### 3. Resultaten

De resultaten worden per locatie en teeltjaar besproken.

#### 3.1 Kimswerd

Kimswerd ligt in het noordwesten van de provincie Friesland, in de gemeente Súdwest-Fryslân, niet ver van de Waddenzee en vlak bij de stad Harlingen. De bodem rondom Kimswerd bestaat vooral uit zeeklei. Deze vruchtbare kleigrond is ontstaan door afzettingen van de zee en maakt het gebied zeer geschikt voor landbouw. In de ondergrond komen daarnaast ook lagen van zand en veen voor, maar klei is duidelijk de dominante grondsoort

##### 3.1.1 .Teeltjaar 2024

Er zijn in dit geval geen onkruidtellingen uitgevoerd, omdat de toegepaste bodemherbicide uitzonderlijk goed heeft gewerkt. Door de grote hoeveelheid neerslag in 2024 kon het middel optimaal in de bodem worden opgenomen en geactiveerd, waardoor onkruidkieming vrijwel volledig werd onderdrukt. Hierdoor was er nauwelijks onkruid aanwezig in de percelen, wat het uitvoeren van representatieve tellingen niet zinvol maakte. Als gevolg daarvan konden er geen onderscheidende verschillen tussen objecten worden vastgesteld.

##### 3.1.2 Teeltjaar 2025

In het teeltjaar 2025 is er op twee momenten onkruid- en bietentellingen uitgevoerd, op 24 april en 28 mei. De resultaten hiervan zijn weergegeven in onderstaande Tabel 2.

Tabel 2: Onkruid en bieten tellingen 2025 in Kimswerd

Bewerking	#bieten 24-4	#onkruid 24-4	#bieten 28-5	#onkruid 28-5
<b>mechanisch</b>	14,8	0,8	15,3	2,8
<b>praktijk</b>	13,5	1,0	13,3	1,3
<b>spotsprayer</b>	13,3	1,5	13,8	1,2
<b>Gemiddelde</b>	13,9	1,1	14,2	1,8
<b>F-prob.</b>	0,522	0,375	0,227	0,065
<b>C.V.%</b>	17,6	74,7	14,1	69,7
<b>L.S.D. (p&lt;0,05)</b>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

De resultaten laten zien dat er geen significante verschillen zijn gevonden tussen de verschillende bewerkingen (mechanisch, praktijk en spotsprayer) voor zowel het aantal bieten als het aantal onkruiden op beide meetmomenten. Het gemiddelde aantal onkruiden was laag, vooral op 24-4, wat wijst op een goede basiswerking van de onkruidbeheersing.

#### 3.2 Oude Bildtzijl

Oude Bildtzijl ligt in het noorden van Friesland, in de gemeente Waadhoeke, aan de rand van het voormalige zeegat dat ooit de verbinding vormde met de Waddenzee. De bodem in en rond Oude Bildtzijl bestaat voornamelijk uit zeeklei. Deze kleigrond is gevormd door eeuwenlange afzettingen van de zee en staat bekend om zijn hoge vruchtbaarheid. Daardoor is het gebied al lange tijd intensief in gebruik voor akkerbouw. In diepere lagen kunnen ook zandige afzettingen voorkomen, maar klei overheerst duidelijk.

### 3.2.1 Teeltjaar 2024

Hoewel de vele regen ook in Oude Bildtzijl de proef lastig uitvoerbaar maakte is het wel gelukt om de objecten aan te leggen en tweemaal het aantal bieten en onkruiden te tellen.

Tabel 3: Onkruid en bieten tellingen 2024 in Oude Bildtzijl.

Bewerking	#bieten 10-5	#onkruid 10-5	#bieten 5-6	#onkruid 5-6
mechanisch	13,9	7,6	13,8	4,9
praktijk	14,5	0,4	14,2	1,8
spotsprayer	14,1	5,9	11,6	2,5
Gemiddelde	14,2	4,6	13,2	3,1
F-prob.	0,482	<0,001	0,087	0,198
C.V.%	9,6	41,2	24,5	75,3
L.S.D. (p<0,05)	n.s.	2,087	n.s.	n.s.

Het aantal bieten verschilt op beide meetdata niet significant tussen de bewerkingen. Voor het aantal onkruiden op 10-5 zijn de verschillen wel significant waarbij de praktijkbehandeling het laagste onkruid aantal laat zien. Op 5-6 worden geen significante verschillen meer gevonden tussen de bewerkingen.

### 3.2.2 Teeltjaar 2025

Op de locatie Oude Bildtzijl is in 2025 ook twee maal onkruid en bieten geteld (Tabel 4).

Tabel 4: Onkruid en bieten tellingen 2025 in Oude Bildtzijl.

Bewerking	#bieten 24-4	#onkruid 24-4	#bieten 28-5	#onkruid 28-5
mechanisch	14,2	8,3	<i>b</i> 14,2	5,3
praktijk	14,8	0,2	<i>a</i> 14,5	2,3
spotsprayer	14,7	6,2	<i>b</i> 10,8	2,7
Gemiddelde	14,6	4,9	13,2	3,4
F-prob.	0,656	<0,001	0,103	0,144
C.V.%	8,9	38,4	23,1	78,6
L.S.D. (p<0,05)	n.s.	2,313	n.s.	n.s.

Het aantal bieten verschilt op beide data niet significant tussen de bewerkingen. Voor onkruid op 24-4 zijn de verschillen wél significant: de praktijkbehandeling resulteert in het laagste aantal onkruiden, terwijl mechanisch en spotsprayer hogere waarden laten zien. Op 28-5 zijn er geen significante verschillen meer in onkruid aantallen tussen de bewerkingen.

## 3.3 Kollumerwaard

De Kollumerwaard is een laaggelegen poldergebied in het noordoosten van Fryslân, direct grenzend aan de Waddenzee. Het gebied is ontstaan door inpoldering en bestaat voornamelijk uit jonge zeeklei. Deze kleigronden zijn over het algemeen vruchtbaar, maar kunnen zwaar zijn en hebben een matige tot slechte waterdoorlatendheid.

### 3.3.1 Teeltjaar 2024

De tabel 5 toont het effect van vier bewerkingen mechanisch, praktijk, spotsprayer en spotsprayer + mechanisch op het aantal bieten en onkruiden op 15-5 en 10-6.

Tabel 5: Onkruid en bieten tellingen 2024 op de Kollumerwaard.

Bewerking	#bieten 15-5	#onkruid 15-5	#bieten 10-6	#onkruid 10-6
mechanisch	11,4	1,9	14,1	2,7
praktijk	11,6	1,6	14,4	2,4
spotsprayer	11,8	1,7	14,6	2,5
spotsprayer + mechanisch	11,5	1,8	14,3	2,6
Gemiddelde	11,6	1,8	14,4	2,6
F-prob.	0,742	0,681	0,594	0,733
C.V.%	15,1	65,4	14	68,2
L.S.D. (p<0,05)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Voor zowel het aantal bieten als het aantal onkruiden worden op geen van beide meetmomenten significante verschillen gevonden tussen de bewerkingen. De resultaten laten daarmee zien dat de behandelingen onder de gegeven omstandigheden vergelijkbaar presteren.

### 3.3.2 Teeltjaar 2025

De tabel 6 laat het effect zien van vier bewerkingen mechanisch, praktijk, spotsprayer en spotsprayer + mechanisch op het aantal bieten en onkruiden op 24-4 en 28-5.

Tabel 6: Onkruid en bieten tellingen 2025 op de Kollumerwaard.

Bewerking	#bieten 24-4	#onkruid 24-4	#bieten 28-5	#onkruid 28-5	
mechanisch	11,3	0,7	13,8	1,8	<i>a</i>
praktijk	10,8	1,3	14,8	1,7	<i>a</i>
spotsprayer	11,7	2,0	12,2	5,3	<i>b</i>
spotsprayer + mechanisch	10,5	1,8	12,3	1,7	<i>a</i>
Gemiddelde	11,1	1,5	13,3	2,6	
F-prob.	0,689	0,202	0,068	0,009	
C.V.%	16,3	77,4	14,1	74,7	
L.S.D. (p<0,05)	n.s.	n.s.	n.s.	2,361	

Voor het aantal bieten worden op beide meetmomenten geen significante verschillen gevonden tussen de bewerkingen. Ook het aantal onkruiden op 24-04 verschilt niet significant. Op 28-05 zijn de verschillen in onkruid aantallen wél significant: de behandeling met alleen de spotsprayer resulteert in een significant hoger onkruid aantal dan de overige bewerkingen, die onderling niet van elkaar verschillen.

## 4. Conclusie

De proefvelden in Kimsverd, Oude Bildtzijl en de Kollumerwaard laten zien dat de toegepaste onkruidbeheersingsmethoden—mechanisch, praktijk, spotsprayer en combinaties daarvan—over het algemeen vergelijkbare resultaten opleveren voor het aantal bieten. Op bijna alle meetmomenten in 2024 en 2025 zijn er geen significante verschillen in opbrengst tussen de behandelingen, wat aangeeft dat de keuze van bewerking onder de gegeven omstandigheden weinig invloed heeft op de groei van de bieten.

Wat betreft de onkruiddruk zijn er wel variaties per locatie en teeltjaar. In Kimsverd was het aantal onkruiden in 2024 vrijwel nihil door de effectieve werking van het bodemherbicide, ondersteund door de hoge neerslag die de opname van het middel bevorderde. Ook in 2025 bleef het gemiddelde onkruidaanal laag en werden er geen significante verschillen tussen de behandelingen gevonden.

In Oude Bildtzijl waren de verschillen in onkruiddruk duidelijker. In 2024 en 2025 bleek de praktijkbehandeling op sommige meetmomenten significant effectiever in het onderdrukken van onkruid dan mechanische bewerkingen of de spotsprayer, vooral in het vroege groeiseizoen. Dit effect nam later in het seizoen echter af, waardoor de verschillen bij de tweede telling vaak niet meer significant waren.

In de Kollumerwaard waren de onkruiddruk en het aantal bieten in 2024 voor alle behandelingen vergelijkbaar. In 2025 werd echter bij de tweede telling een significant hoger aantal onkruiden vastgesteld bij de behandeling met alleen de spotsprayer, terwijl de andere behandelingen vergelijkbare lage onkruid aantallen hadden. Dit benadrukt dat de effectiviteit van onkruidbeheersing in dit zwaardere poldergebied iets gevoeliger is voor het type behandeling.

Over het algemeen laten de resultaten zien dat:

- Bodemgesteldheid, weersomstandigheden en neerslag een belangrijke rol spelen bij de effectiviteit van onkruidbestrijding.
- Het aantal bieten wordt nauwelijks beïnvloed door de gekozen bewerking, als deze op de juiste manier wordt uitgevoerd.
- De effectiviteit van onkruidbeheersing verschilt per locatie en meetmoment.