

**Erfahrungen zur mechanischen
Unkrautbekämpfung im konventionellen Ackerbau
in Nordrhein-Westfalen**

Günter Klingenhagen, 2021

Mais

- **Erosionslagen: Nein**
- **Lehm- und Tonböden: Striegeln und hacken**
- **Sandböden: Spritze + Hacke**

Projekt Hacken im Mais – 2018/19 - Maßnahmen

1. N-min vor der Gülle

2. Gülle in den Mais (ganze Fläche)



3. Zeitgleich hacken



4. Ertragsermittlung



5. N-min nach der Ernte

Bilder: Reinhard Wiggerhorn (2), Günter Klingenhagen

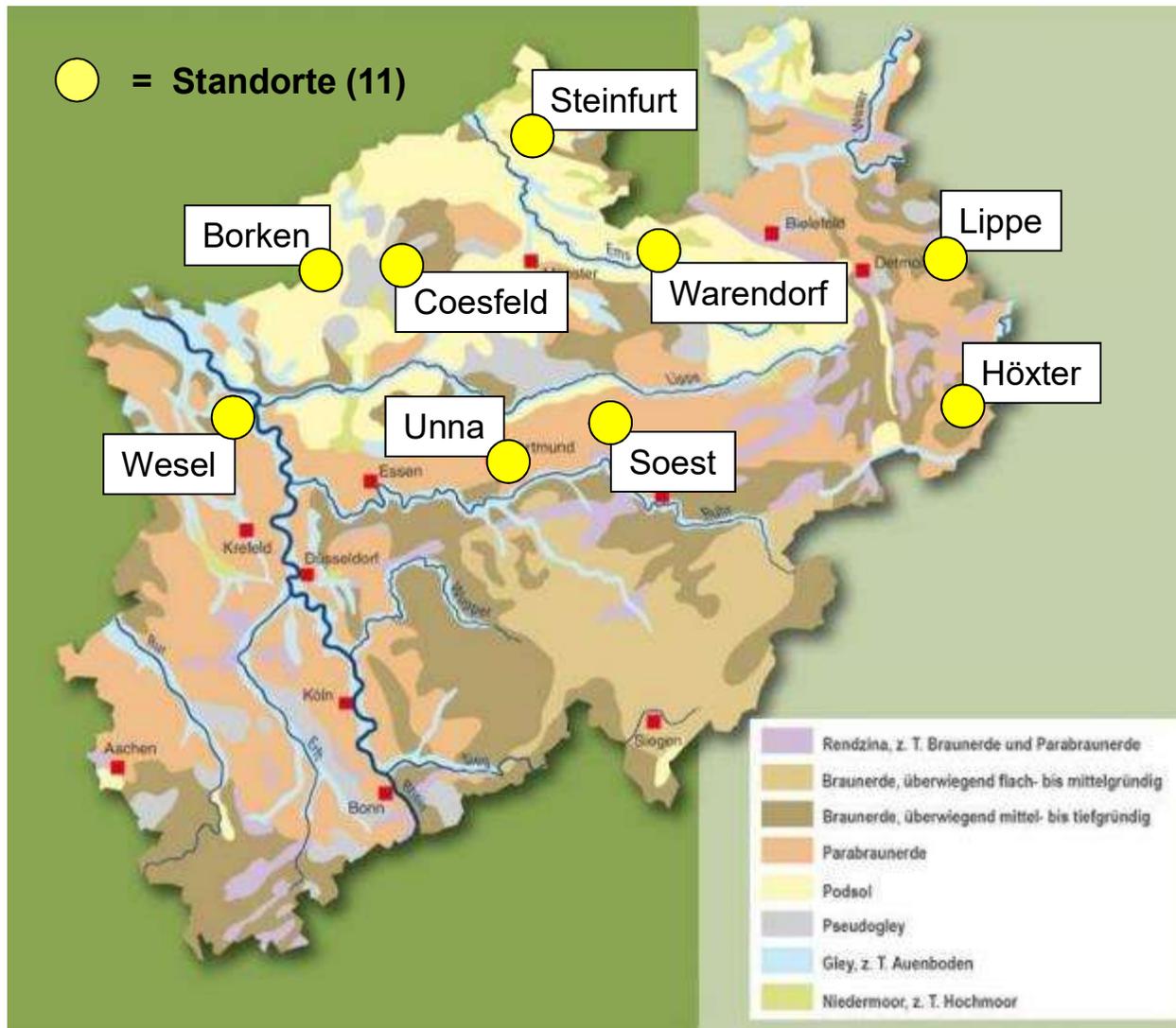
Versuche
über NRW verteilt.

Auf unterschiedlichen
Standorten

Mit und ohne
Hanglage

Sandböden (4x)
Lehmige-/schluffige
Böden (4x)

Tonböden (1x)



Warendorf 2018 - Versuchsanlage

Versuchsanlage

Herbizidvorlage über
Den ganzen Schlag
Mit $\frac{1}{2}$ Aufwandmenge.

Gülle über den
ganzen Schlag
(betriebsüblich)

Streifenweiser Einsatz
der Hacke

4 Wiederholungen



Bild: Google maps

Warendorf 2018 – betriebsübliche Technik



Bild: Hermann Klockenbusch

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Technik

Hier wurde das eingesetzt was den Landwirten zur Verfügung stand bzw. was von Lohnunternehmern eingesetzt wurde.

Breites Spektrum.
Von Hand- bis zu Kamera gesteuerten Varianten

Warendorf 2018 – Spätsommer

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Oben links nicht,
unten rechts gehackt.

2018 war sehr trocken,
Güllebänder sind
bei ungehackt noch
zu sehen.

Unterschiede in der
Grünfärbung eher
Zufällig (je nach
Wasserversorgung)



Bilder: Günter Klingenhagen

Warendorf 2018 – Ernte

65,2 dt/ha	+ 7,7 % 70,2 dt/ha	62,7 dt/ha	+ 20 % 75,2 dt/ha	64 dt/ha	+ 2 % 65,2 dt/ha	53,9 dt/ha	+ 25,6 % 67,7 dt/ha
ohne Hacke	mit Hacke	ohne Hacke	mit Hacke	ohne Hacke	mit Hacke	ohne Hacke	mit Hacke

Starke Schwankungen der Erträge zwischen den Wiederholungen deshalb keine Signifikanz.

Im Schnitt der Wiederholungen ein Mehrertrag von 13,3 % durch die Hackmaßnahme

$$\begin{aligned}
 \text{Ohne Hacke} &= 61,4 \text{ dt/ha} \\
 \text{Mit Hacke} &= 69,9 \text{ dt/ha} \\
 \hline
 \text{Mehrertrag} &= 8,5 \text{ dt/ha} = 13,3 \%
 \end{aligned}$$

Wesel – 04.06.2018 bei 75 cm Wuchshöhe

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Termindruck:

Überbetriebliche
Technik kann nicht
Immer zum optimalen
Zeitpunkt eingesetzt
werden.

Hier war der Mais
schon reichlich groß.



Bild: Christina Fonders

Wesel – 04.06.2018 bei 75 cm Wuchshöhe

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



Bild: Christina Fonders

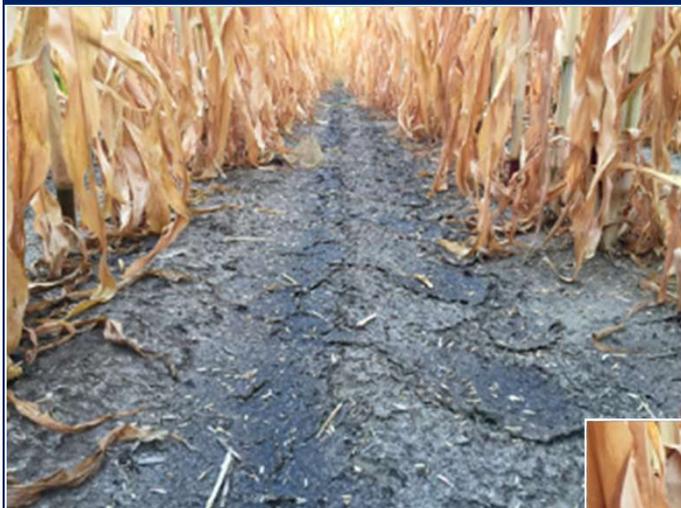
Termindruck:

Aufgrund der Wuchshöhe konnte nur mit einer Geschwindigkeit von 5 km/h gefahren werden.

Hacken mit hohen Rahmenhöhen sind wichtig für flexibles Arbeiten.

Wesel 2018 – Spätsommer

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



Oben links nicht,
unten rechts gehackt.

2018 war sehr trocken,
Güllebänder sind
bei ungehackt noch
zu sehen.

Keine relevanten
Ertragsunterschiede

Standort ist über die
Jahre sehr gut mit
Nährstoffen versorgt
worden.

Bilder: Günter Klingenhagen

Saerbeck 2018 – neue Gülle, alte Hacktechnik

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



Bild: Reinhard Wiggenhorn

Auf diesem Betrieb wird das Verfahren (Gülle einhacken) seit einigen Jahren vom Landwirt praktiziert (um die N-Effizienz zu verbessern).

Moderne Gülle, alte (günstige) Hacktechnik

Die Unkrautbekämpfung erfolgt chemisch, mit reduzierten Aufwandsmengen.

Saerbeck 29.05.2018, 25 m² Schweinegülle

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



Bild: Reinhard Wiggenhorn

Die erste Unkrautwelle wurde mit der halben Aufwandmenge einer Maisherbizidkombination bekämpft.

Nachgelaufene bzw. nicht bekämpfte Unkräuter konnten unter den trockenen Bedingungen sehr gut mit der Hacke bekämpft werden.

Saerbeck 29.05.2018 - Rollhacke

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Die Gülle wurde
direkt eingearbeitet.



Bild: Reinhard Wiggenhorn

Saerbeck 2018 – links ohne, rechts mit Hacke



Bilder: Reinhard Wiggerhorn

Saerbeck 2018 – links ohne, rechts mit Hacke

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



Bilder: Günter Klingenhagen

Lippe 2019 – Lehm Boden

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Moderne Hacktechnik
Auf diesem Boden war
es recht schmierig.

Leicht hängiges
Gelände, durch das
Hacken wurde
die Erosionsanfälligkeit
des Bodens
verstärkt.



Bild: Dirk Sprute

Borken 2019 – Sandboden, Schleppschuhverteiler

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



Bild: Anja Keuck

Im zweiten Versuchsjahr wurde auf drei Betrieben der Schleppschlauch durch einen Schleppschuhverteiler ersetzt. Die Mehrerträge durch die Hackmaßnahme vielen hier in der Tendenz geringer aus.

Ergebnisse aus dem Jahr 2018

Dargestellt sind die Daten der [Hackvariante](#) im Vergleich zur Varianten ohne Hacke.

	N-min (kg/ha) im Boden nach der Ernte	Ertrag % Mehr-/Minderertrag 2018
Borken	- 2 kg/ha	+ 8 %
Wesel	+ 18 kg/ha	- 4 %
Höxter	+ 15 kg/ha	- 2 %
Warendorf	+ 85 kg/ha	+ 13 %
Steinfurt	- 10 kg/ha	+ 6 %
Durchschnitt	+ 21 kg/ha	+ 4 %

Emsland, gehackt aber nicht angehäufelt

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Bestand sieht gut aus.



Bild: Heinrich Romundt

Emsland, gehackt aber nicht angehäufelt

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



Bild: Heinrich Romundt

Am Ende in der Reihe deutliche Unkrautentwicklung.
In diesem Fall unproblematisch, bei anderen Unkräutern (Hirsens, Nachtschattengewächse) aber nicht ziehlführend.

Borken 2018, Rollhacke

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



Bild: Anja Keuck

Zur Bekämpfung des Unkrautes in der Reihe ist es oft notwendig den Mais anzuhaufeln.

Relevante Schäden an den Maiswurzeln durch Die intensivere Bearbeitung konnten wir nicht feststellen.

Die letzte Hackmaßnahme erfolgt optimalerweise kurz vor Reihenschluss.

Delbrück, Spätsommer 2019 - Samenbildung

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



Bild: Günter Klingenhagen

In 2018 stand auf der Fläche Mais. In 18/19 Wintergerste. Nach der Wintergerste wurde die abgebildete Zwischenfrucht gesät.

Links: In 2018 2 x Striegel + 2 x Hacke. Gute Wirkung. Restbesatz von einer Gänsefußpflanze je m².

Rechts: Chemisch - kein Restbesatz.

Paderborn 2020 – schlechte Rückverfestigung

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



Bild: Günter Klingenhagen

Leichter, puffiger Boden.

Durch walzen vor der Saat können / sollten die Voraussetzungen für die Unkrautbekämpfung verbessert werden.

Gilt für mechanische wie chemische Maßnahmen.

Ist hier nicht erfolgt.

Der Mais steht zwischen Dämmen, was auch die spätere Stoppelzerkleinerung erschwert.

Delbrück 2019 – Sandboden, Trockenheit

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



Bild: Günter Klingenhagen

In Situationen wie dieser, ist die mechanische Unkrautbekämpfung wirkungstärker und kulturverträglicher als chemische Maßnahmen.

Erste Unkrautwelle wurde hier chemisch bekämpft. Nachgelaufene bzw. nicht erfasste Fingerhirse war mechanisch gut zu beseitigen.

Kreis Borken 22.04.2020 - Winderosion



Die Anfälligkeit von leichten Böden gegenüber Winderosion wird durch Striegeln verstärkt.

Bilder: Günter Klingenhagen und Natascha Droste

Nähe Rottweil 2021 – Tonboden



Standort mit starkem
Ackerfuchsschwanz-
druck.

Der Besatz konnte
durch einmal
Blindstriegeln um
ca. 70 % reduziert
werden.

Hacken auf Leimboden – Altenberge, 2020



Hier wurde streifenweise gehackt.

Eine Woche später hat es 30 mm geregnet (siehe nächste Folie).

Hacken auf Lehmboden – Altenberge, 2020



30 mm Regen,
7 Tage nach dem Hacken.
Erosion !

Hacken macht Spaß / Sinn – Sand, trocken

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Delbrück, 2020



5-Metaboliten-ESA CGA 380-108	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
HPB I	1,5	2,2	2,2	1,9	1,8	0,88	0,78	0,75	1,6	0,92	1,14
HPB II	1,4	1,9	2	1,5	1,8	0,9	0,88	0,68	2,12	1,78	2,14
UV-Dackmar 1	2	2,2	2	2,1	2,1	0,72	0,72	0,72	2,6	2,72	2,4
UV-Dackmar 2	1,8	2,4	2,2	1,7	2,4	0,72	0,72	0,72	2,52	1,72	1,54
UV-Dackmar 4	1,4	1,4	1,6	1,6	2	0,69	0,43	0,86	2,54	1,42	1,58
UV-Dackmar 5	1,4	1,7	2,2	2,0	1,4	0,87	1,5	0,0	2,04	1,68	2,18



Bilder Günter Klingenhagen

Bessere Wirkung, weniger PS-Metabolite, bessere Verträglichkeit.

Mais

- **Erosionslängen: Nein**
- **Lehm- und Tonböden: Striegeln und hacken**
- **Sandböden: Spritze + Hacke**

Raps

- **Altrapskontrolle**
- **Einzelkornsaat auf 45 cm Reihenabstand**
 - **Besserer Auflauf**
 - **Reduzierte Saatgutkosten**
 - **Schneckenautobahnen**
 - **Schlechtere Ungraskontrolle**
 - **Ertragseffekte?**

Rapsaussaat, Fürstenberg - August 2019

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



Kverneland Monopil SE
25 Körner je m²
TKG zwischen 3 g und 5 g
Saatgutkalibrierung ist nicht bei allen Maschinen erforderlich

Bild: Hanno König Hollrah

Vergleich Einzelkorn- zu
Drillsaat
25 zu 45 Körner/m²
45 % geringere Saatgut-
Kosten (ca. 40 €/ha)

Höhere Auflaufsicher-
heit bei der Einzelkorn-
saat.
Möglichkeit zu hacken.

Nachteile der Einzelkorn-
saat:
Längerer Unkrautauflauf
Höhere Schadefahr
durch Schnecken.

Beckum, 14. September 2018

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Einzelkornsaat

Trotz Trockenheit
guter Auflauf

Der vordere Teil des
Schlages ist sandig,
der hintere tonig.



Bild: Günter Klingenhagen

Erwitte, Herbst 2019

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Toniger Boden

Aufgrund der Trockenheit optimale Bedingungen fürs hacken und ein entsprechend guter Bekämpfungserfolg.

Rasche Ausschaltung vom Ausfallgetreide (Wasserkonkurrent)



Bild: Thorsten Reinhold

Erwitte, Herbst 2019



Bild: Thorsten Reinhold

Toniger Boden

Bei starkem Aufwuchs von Altraps konnte zunächst nur auf Basis von RTK gehackt werden.

In einem späteren, zweiten Durchgang konnte über die zusätzliche Kamerasteuerung näher an die Reihen heran gehackt werden.

Auf die Einstellung kommt es an

Bad Sassendorf, Herbst 2020



Mensch, RTK und Kamera:
Randscharfes Hacken, bis 1 cm an die Reihen.
Bei feuchten Bedingungen aber kein optimales
Ergebnis

Bilder: Günter Klingenhagen

Fürstenberg Sommer 2021

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



Systemvergleich

Rechts: Drillsaat mit
Köckerling Ultima.

Links: Einzelkornsaat.

Saatstärke unterschiedlich,
Sorte und Termin gleich.

Fürstenberg Sommer 2021

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



Bilder: Hanno König-Hollrah und Günter Klingenhagen

Im Herbst wurde gegen Durchwuchsrapss gehackt.

Im Winter wurde mit Kerb flo gegen Acker-Fuchsschwanz behandelt.

Bei der Einzelkornsaat überlebten mehr Acker-Fuchsschwanzpflanzen (längerer Lichteinfall)

Keine Ertragsunterschiede zwischen den zwei Systemen.

Raps

- **Altrapskontrolle**
- **Einzelkornsaat auf 45 cm Reihenabstand**
 - **Besserer Auflauf**
 - **Reduzierte Saatgutkosten**
 - **Schneckenautobahnen**
 - **Schlechtere Ungraskontrolle**
 - **Ertragseffekte blieben bislang aus (3 Jahre, verschiedene Standorte)**

Rüben

- **Ein bis zwei Spritzungen - Hacke**
- **Hacke erlaubt den Verzicht auf die dritte NAK**
- **Geringere Herbizidbelastung - Mehrerträge**

Hacken in Rüben



„Meine Rüben: 2 NAKs.“

Einstellung
Aufgrund
eigener
Versuchs-
erfahrungen

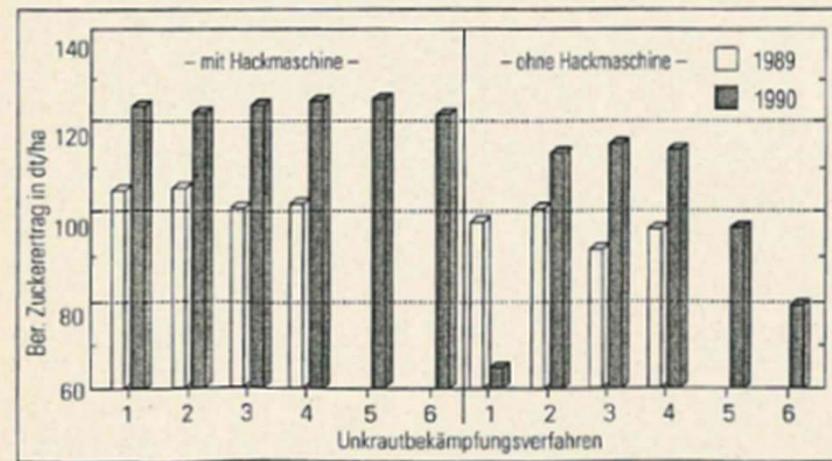
in den Exaktversuchen mit unterschiedlichen Unkrautbekämpfungsmaßnahmen der Jahre 1989 und 1990 (vergleiche Abbildung links unten). Obwohl der Unkrautbesatz, der – in erster Linie Klettenlabkraut und Windenknöterich – mit der mechanischen Bekämpfung nicht wirkungsvoll unterdrückt werden konnte, brachte die Hacke unabhängig vom Unkrautbekämpfungsverfahren bis zu zehn Prozent Mehrertrag.

Nicht umsonst gehört eine ein- oder mehrmalige Maschinenhacke in den fränkischen Trockengebieten zum Standard im Zuckerrübenanbau. Lediglich in starken Hanglagen verzichtet man auf diese Bearbeitung. Zusammen mit einer flachen Saatbettbereitung auch nach Zwischenfrüchten schafft die Hacke beste Voraussetzungen für befriedigende Zuckerrübenenernten im fränkischen Trockengebiet.

Dr. Klaus Ziegler ist stellvertretender Geschäftsführer des Verbandes Fränkischer Zuckerrübenanbauer in Würzburg.



DLG-Mitteilungen/agrar · inform 3/1991



In flachen Lagen kann die Maschinenhacke den Wasser- und Wärmehaushalt des Bodens verbessern. Gute Erträge sind das Ergebnis.

Hacken nach Herbizidvorlage - Porta 2019

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



Bilder: Ulf Henning



Linke Hälfte, zwei NAKs + Hacke.
Rechte Hälfte, 3 NAKs.
Auf der rechten Hälfte
waren Läuse zu finden, links nicht.

Bandspritzung – Lippe 2020



Bilder: Markus Decker

Quelle/Bilder: Markus Decker, Pfeifer und Langen

Bandspritzung – Lippe 2020



Bilder: Markus Decker

Quelle/Bilder: Markus Decker, Pfeifer und Langen

Lenkung über Verschieberahmen

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Verschieberahmen

Unabhängig vom
RTK Signal



Verschieberahmen oder Unterlenkersteuerung

True Tracker - Unterlenkersteuerung

- Nachrüstbar für alle Schlepper mit Dreipunkt Hubwerk
- Für arbeiten mit mittlerem bis Starkem Bodenwiderstand



Unterlenkersteuerung

Leichter

Günstiger

Bei 5,4 m Hacke
5 zu 20 tsd €

Unabhängig von
Pflanzenbewuchs

Licht

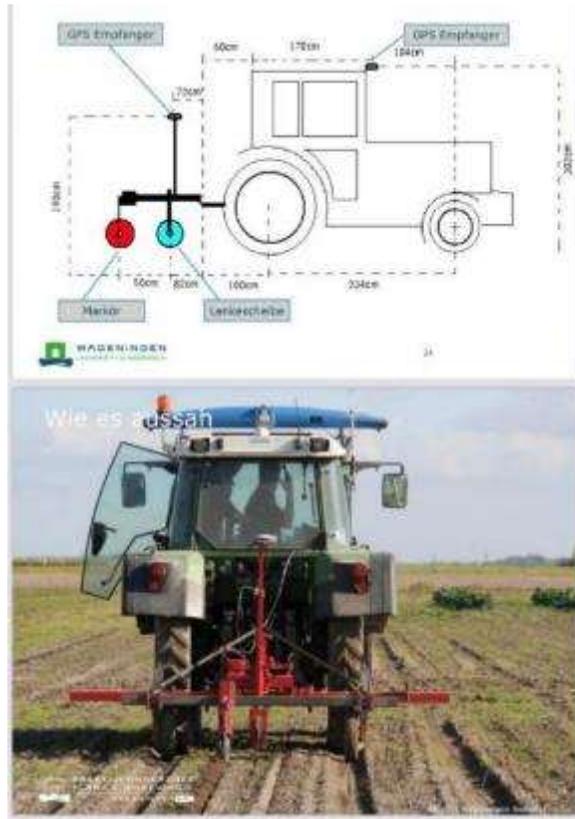
Wind

Schatten

RTK Signal

weniger flexibel

Genauigkeit – Ausstattung - Verhältnisse



Abweichung in cm von A zu B Linie (Saat - Hacke)

Geschwindigkeit	4 km/h		8 km/h	
	Schlepper	Schlepper + Maschine	Schlepper	Schlepper + Maschine
Acker gerade	2,7 cm	1,8 cm	3,0 cm	1,9 cm
Acker holprig	3,5 cm	2,9 cm	5,8 cm	3,1 cm

Quelle: Universität Wageningen

Autonome Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Praxiserfahrungen
2021
Köln-Aachener Bucht

Sebastian Lammerich

Ackerbauteam
Rheinland-Süd
LWK NRW, Düren



Bild: Sebastian Lammerich

Flächen kennenlernen

Farmdroid muss
zunächst seine
Grenzen kennen-
lernen, in denen er
arbeiten „darf“.
Wie ein neuer
Mitarbeiter!



Bilder: Sebastian Lammerich



Intensive Kontrolle der Ablagegenauigkeit



Bilder: Sebastian Lammerich

Ablagegenauigkeit je nach Vorfahrtgeschwindigkeit, bei 1 km/h +/- 1,5 cm

War alles eingestellt konnte man ihn allein lassen

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

... bis er sich „meldete“

Hat sich festgefahren
(feuchte Stelle im Boden)

Hackwerkzeuge haben
sich zugesetzt



Bild: Sebastian Lammerich

1. Arbeitsgang: Striegeln – hier nur zwischen den Reihen

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



Bilder: Sebastian Lammerich

2. Arbeitsgang - Hacken



Bilder: Sebastian Lammerich



Die Ablagegenauigkeit bestimmt das Hackergebnis. Die Maschine hackt dort wo keine Rübenpille liegen sollte.

3 Durchgänge - 1x Striegeln, 2x Hacken



Bild: Sebastian Lammerich

Unter den Verhältnissen in 2021 konnte der Farmdroid die an ihn gestellten Aufgaben erfolgreich erledigen.

Alle Stellen, die von den Hackwerkzeugen bearbeitet wurden waren unkrautfrei.

Direkt um die Rüben herum ist noch Gänsefuß aufgelaufen ...

Erfolg?



Bilder: Sebastian Lammerich

Perspektiven

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

... aus diesem Grund wird in 2022, seitens des Herstellers ein Spotspraysystem getestet.

Vielen Dank an das Ackerbauteam Rheinland-Süd für die Durchführung der Tests und die Bereitstellung der Erfahrungen und Ergebnisse



Bild: Werksbild

Rüben

- **Ein bis zwei Spritzungen - Hacke**
- **Hacke erlaubt den Verzicht auf die dritte NAK**
- **Geringere Herbizidbelastung - Mehrerträge**