Robotik im Öko-Zuckerrübenanbau – Chancen und Grenzen

Axel Altenweger| November 2023

ZUKUNFT SÄEN
SEIT 1856

KWS

Einsatz von Robotik am Beispiel des Öko-Rübenanbaus

1. **Kurz-Vorstellung KWS Klostergut:**
   - Rübenanbau, Stellung in der Fruchtfolge, Düngung, Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung
2. **Was vrstehe ich unter Robotik?**
3. **Robotik im Rübenanbau:**
   - Wo macht Robotik im Rübenanbau Sinn?
   - Was haben wir bisher getestet
   - Wie arbeiten wir derzeit

Das Klostergut Wiebrechtshausen – der Ökobetrieb der KWS

- Altes Klostergut mit romanischer Kirche, gegründet um 1200, seit 1560 in Besitz der Klosterkammer
- ca. 160 – 220 m ü. d. Meer
- 30 – 80 BP
- 680 mm Jahresniederschlag
- oft Frühsommertrockenheit

Das Klostergut Wiebrechtshausen – der Ökobetrieb der KWS

- Seit 2002 gepachtet, seitdem Mitglied im Anbauverband NATURLAND
- ca. 380 ha Ackerfläche, Betriebsfl. ca. 450ha
- stark wechselnde Böden (28 - 80 BP) mit Hanglagen bis 25 %
- 4 feste Mitarbeiter,
  viele Aushilfen (1 AK/100 ha),
  eigener Mähdrescher, Getreidelager 2.000 t, Trocknung, Kartoffellager 1.200 t mit Aufbereitung
- Saatgutvermehrung, Kartoffeln, Gemüse …

Fruchtfolge, beregnet, intensiv

intensiv

1. Jahr

- **aufbauend**
- Kleegras, meist als Untersaat im Vorjahr eingesät, mit diversen Kleearten + je nach Standort 10-30 % Gräsern

2. Jahr

- **abtragend**
- Kartoffeln + Zwischenfrucht

3. Jahr

- **abtragend**
- Möhren, späte Ernte

4. Jahr

- **abtragend**
- **Zuckerrübe**, Rote Bete

5. jahr

- **abtragend**
- Getreide mit Kleegras-Untersaat

Ackerbau 2023

Frucht	Fläche
Winterweizen (KWS Keitum, Essenz)	44 ha
Sommerweizen (KWS Expectum)	19 ha
Winterroggen (KWS Eterno)	35 ha
Wintergerste (KWS Flemming)	25 ha
Puylinsen	6 ha
Zuckerrübe (Annarosa, Calledia KWS) NEU	32 ha
Lupinen (blaue und weisse Süsslupine)	38 ha
Kleegras	71 ha
Kartoffeln	45 ha
Karotten	20 ha
Rote Beete	5 ha
Mais	8 ha
Versuchsflächen	11 ha

Was ist Robotik?
Eine Maschine ersetzt Menschen bei monotonen, aber körperlich anspruchsvollen Tätigkeiten auch bei widrigen Arbeitsbedingungen.

Also:

- bei Wind und Kälte
- bei Lärm und Staub
- ohne (Arbeits-) Zeitbegrenzung, eventuell 24/7
- ohne (ständige) Aufsicht
- und dabei günstiger je erzeugte Einheit

Roboter benötigen ein definiertes, immer gleiches Umfeld. Genau darin besteht die Problematik…

- Landwirtschaft findet nicht in einer Fabrikhalle statt sondern bei **Wind und Wetter**!!
- Wechselnde Bodenbeschaffenheit: Krümel, Steine, Mulchreste, Hangneigung, Furchen,..
- Hindernisse, Gräben, Tiere, neugierige Menschen…

Robotik und **autonomes Arbeiten** - das sind 2 Paar Stiefel:

- Eine **Roboterhacke** kann an einem Schlepper angebaut werden. Der Schlepper fährt (möglichst automatisch gelenkt aber mit Fahrer), das „Roboterwerkzeug“ bekommt die Energie vom Schlepper, verrichtet die Arbeit aber selbst.
  Anbieter sind z.B. K.U.L.T, Robovator, Garford, Feldklasse…

Vorteile

- Der Fahrer kann eingreifen und nachjustieren, die Zulassung ist kein Problem, die Energieversorgung ist sicher.

Nachteile

- Es muss jemand auf dem Schlepper sitzen, bei 24/7 sind mehrere Fahrer nötig, der Schlepper ist schwer und teuer bzw. fehlt für andere Arbeiten.

Roboter und **autonomes Arbeiten** - das sind 2 Paar Stiefel:

- Ein **autonomer Roboter** ist ein Fahrwerk, an dem die Roboterwerkzeuge angebaut sind oder ein Komplettgerät.
  Er ist mit einer eigenständigen Energieversorgung ausgestattet, z.B. Farmdroid

Vorteile

- Er kann (mit Einschränkungen) ohne ständige Betreuung arbeiten, wenn die Energieversorgung gesichert ist auch 24/7,
- Er ist erheblich leichter als Schlepper plus Werkzeug

Nachteile

- Ist noch mehr auf ideale Bedingungen angewiesen
- arbeiten ohne Kontrolle und Nacharbeit nur bedingt möglich
- kleine Felder machen häufiges Umsetzen nötig …

Robotik im Rübenanbau, macht das Sinn?

- Unkrautbekämpfung zwischen den Reihen ist nicht das Problem.

→ Hackmaschinen mit Kamera oder GPS-Führung gibt es von allen führenden Herstellern.

Robotik im Rübenanbau, wo machen es Sinn?

- Unkrautbekämpfung zwischen den Reihen ist nicht das Problem.

→ Hackmaschinen mit Kamera oder GPS-Führung gibt es von allen führenden Herstellern.

ABER

- das Unkraut ***in*** der Reihe!

Robotik im Rübenanbau, wo machen es Sinn?

- Unkrautbekämpfung zwischen den Reihen ist nicht das Problem.
  → Hackmaschinen mit Kamera oder GPS-Führung gibt es von allen führenden Herstellern.

ABER

- das Unkraut ***in*** der Reihe!

SPEZIELL

- das Unkraut direkt ***um die Rübe herum!!***

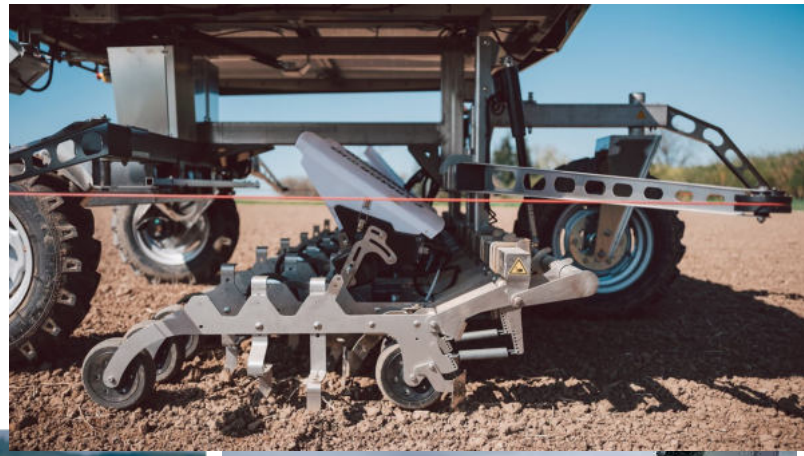
Nach 22 Jahren Öko ist der Unkrautdeckungsgrad teils enorm hoch

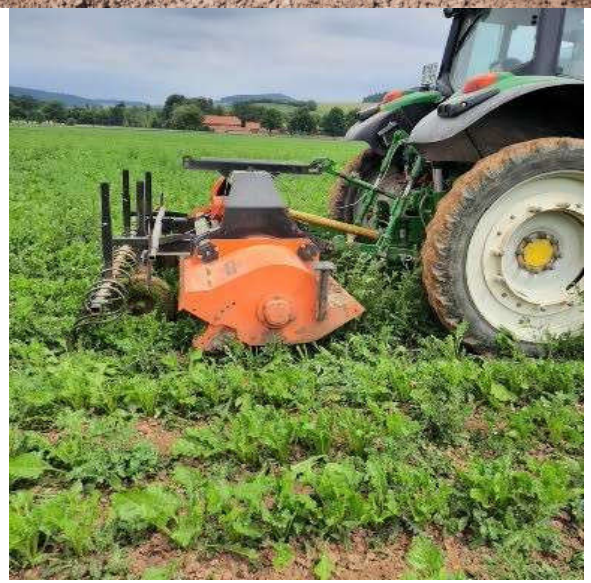
Was haben wir auf dem Klostergut Wiebrechtshausen bisher probiert?

- Seit 2018 Aussaat mit GPS-gelenkter Drille
- Hacken zwischen den Reihen nach dieser GPS-Spur
  mit Fendt GT und GPS-Steuerung
  (wäre auch ohne Fahrer möglich)

Erste Versuche mit dem Robovator von K.U.L.T./Poulsen 2017 -2019.

Im Rahmen der Weeding Challenge mit dem IFZ wurden diverse Verfahren getestet





2020 erstmalig Einsatz von Farmdroid auf 11 ha, FarmingRevolution und weitere 11 ha mit Geoseed

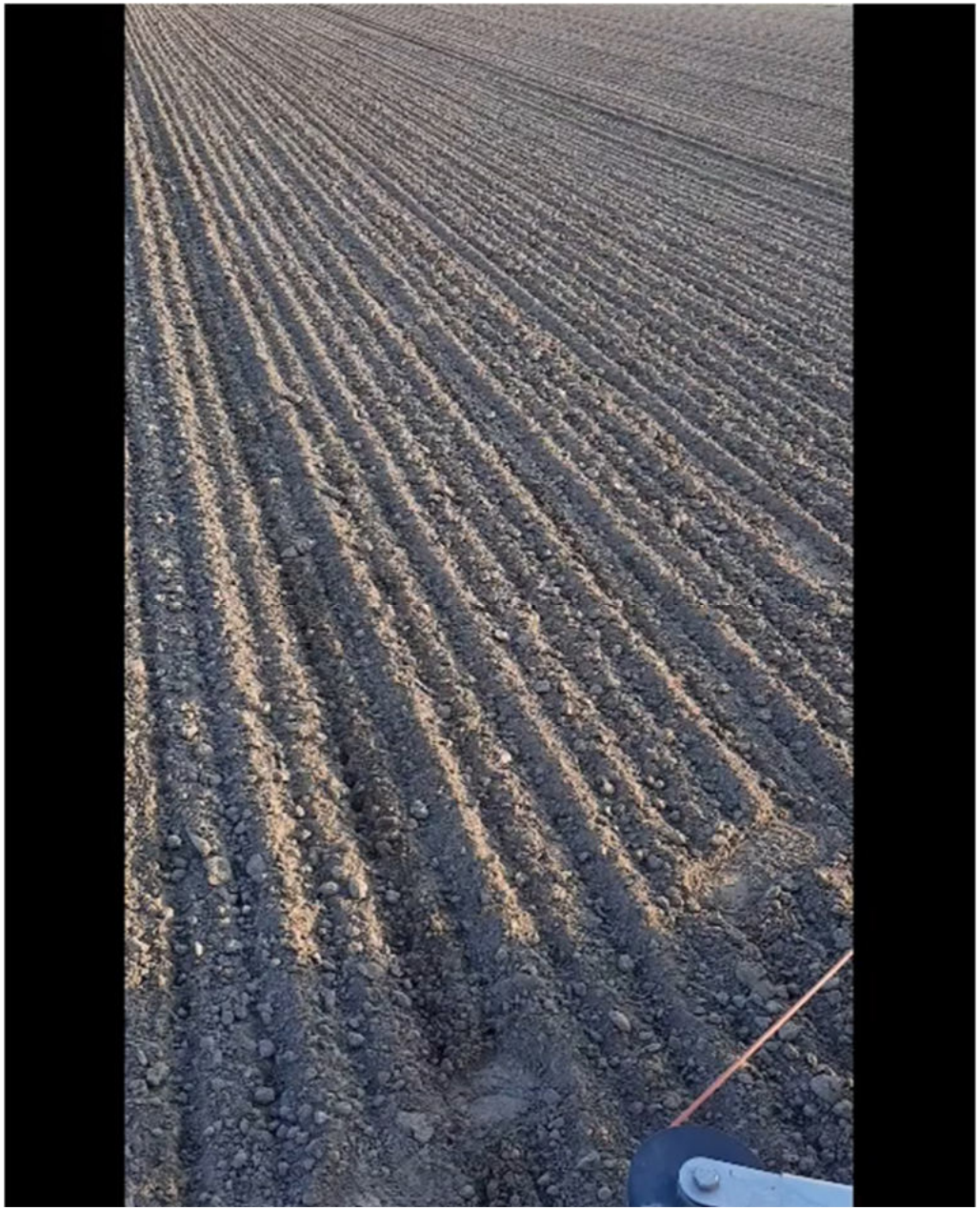
„Autonomer Roboter“ für die Unkrautregulierung in der Reihe – arbeitet nur mit RTK GPS

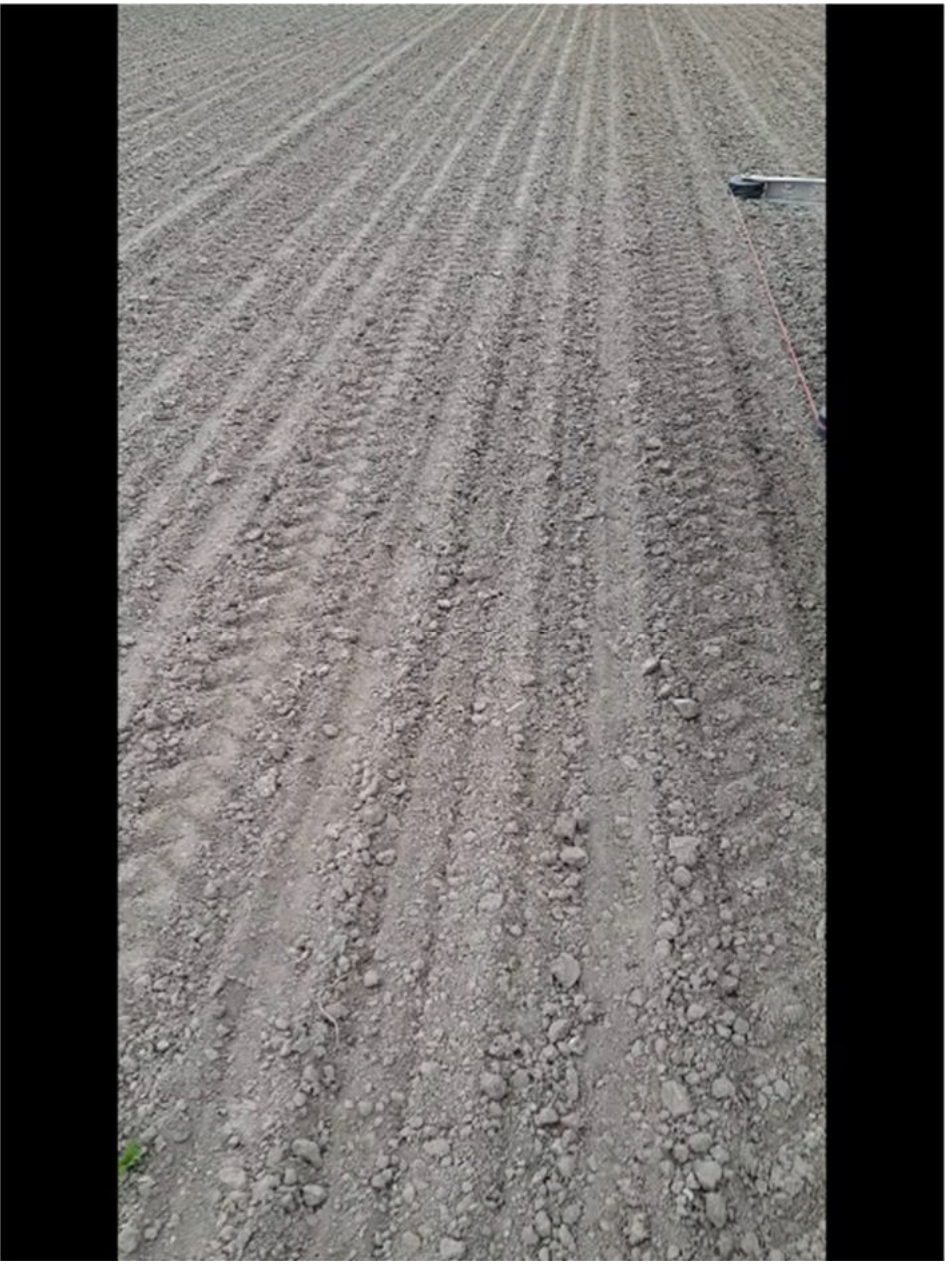
- Derzeit FarmDroid einziger Anbieter
  - Selbstfahrender Roboter sät Rüben sehr exakt, GPS-Position jeder Pflanze wird festgelegt
  - 5 - 7 Tage nach der Saat erfolgt Blindhacken bzw. flaches Striegeln ggf. auch über der Rübe
  - Nochmal 7 Tage später hackt der Farmdroid im Wochenrhytmus, wobei der Hackarm die abgespeicherte Rübenposition ausspart
  - Fahrgeschwindigkeit 0,4 – 0,8 km/h, derzeit 6 reihig
  - Nach Reihenschluss arbeiten wir mit herkömmlicher Hacke zum Anhäufeln

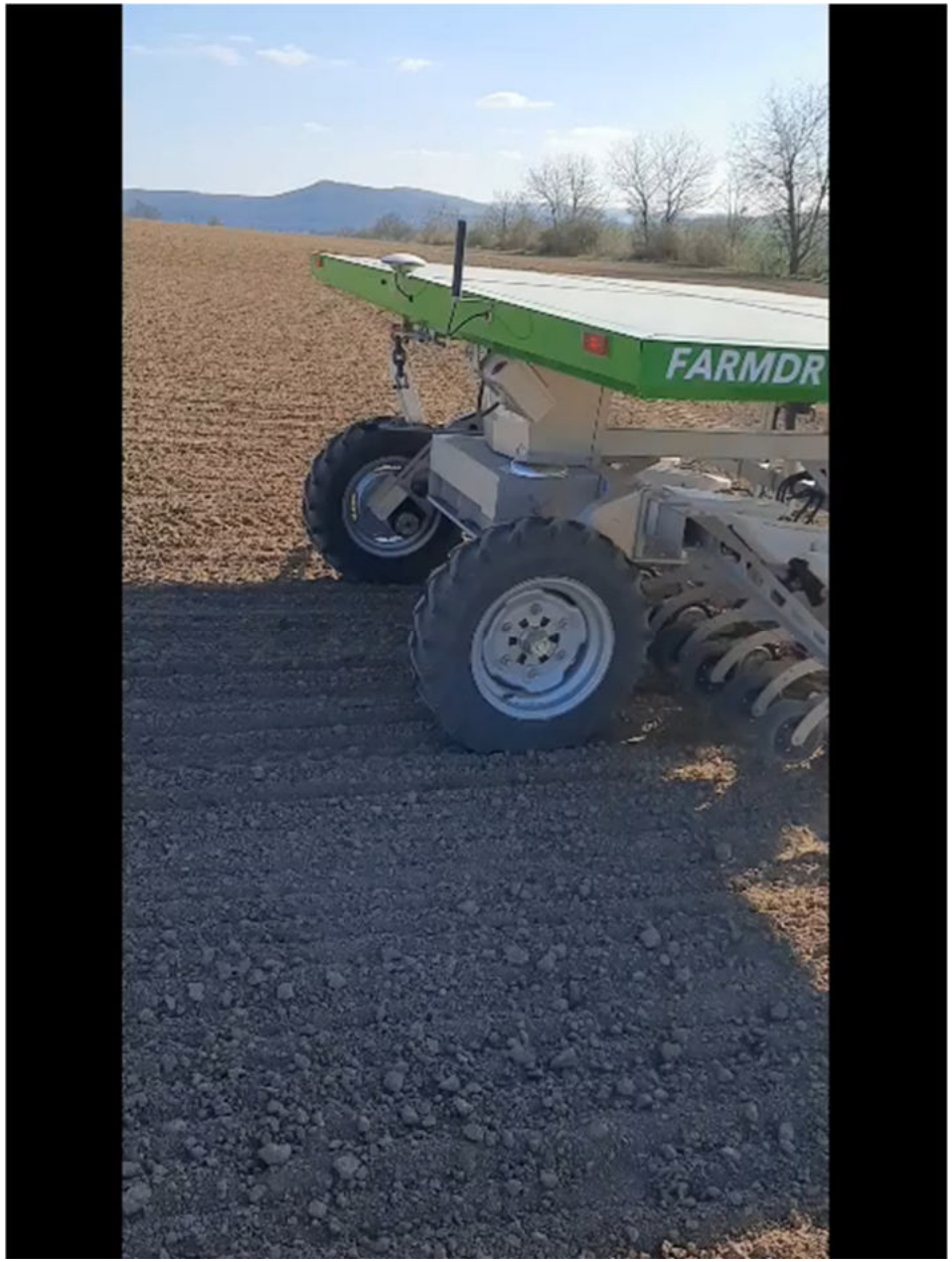
„Autonomer Roboter“ für die Unkrautregulierung in der Reihe – **satellitengestütze** Systeme

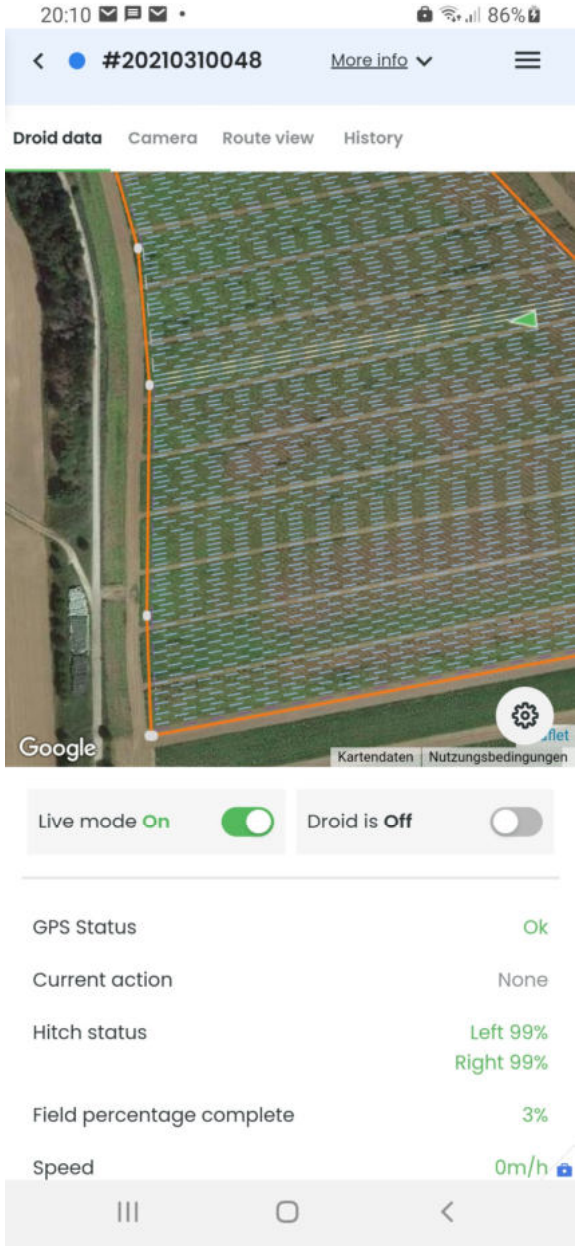
Flächenleistung bei der Saat etwa **3 ha/Tag.**

„Autonomer Roboter“ für die Unkrautregulierung in der Reihe – **satellitengestütze** Systeme






FARMDR


20:10
86%
#20210310048
More info
Droid data
Camera
Route view
History
Google
Kartendaten
Nutzungsbedingungen
Live mode On
Droid is Off
GPS Status
Ok
Current action
None
Hitch status
Left 99%
Right 99%
Field percentage complete
3%
Speed
0m/h

Rückschlüsse aus dem 4. Jahren FarmDroid

1
- braucht möglichst großes Feld, am besten 20 ha am Stück
- benötigt absolut ebenes, feines Saatbett

2
- ist nicht für stark geneigte Felder geeignet, besonders die Kombination schräg + bergauf ist unmöglich

3
- satzweise Aussaat (wie bisher) entfällt, da der FD langsam arbeitet

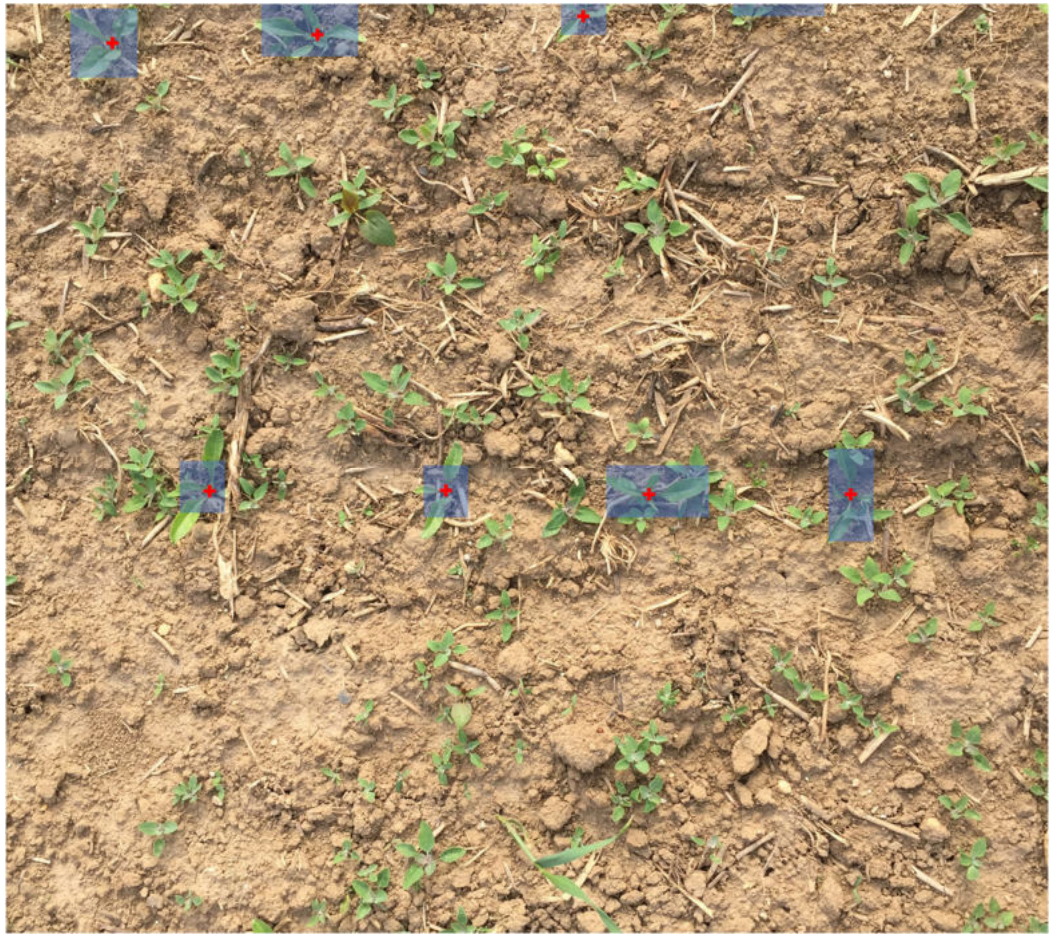
4
- ist energieautark, arbeitet je nach Sonnenschein-Dauer 14 bis 24 Stunden

5
- Muss regelmäßig betreut werden, eine technisch versierte Person muss immer erreichbar sein

Kamerahacke mit In Rowe Werkzeugen von Feldklasse

- Rüben werden herkömmlich gesät, ggf. blindgestriegelt, blindgehackt
- Ab dem 2. Laubblattpaar kann die Hacke in die Reihe hacken
- Kameras und KI unterscheiden zwischen Rüben und Unkraut und erkennen Pflanzmuster der Rüben und definieren den Rest als Unkraut (oft)
- Unkraut wird abgehackt durch ein- und ausscherende Werkzeuge
- Fahrgeschwindigkeit 2 – 6 km/h

Pflanzenerkennung



- KI-gestütztes Kamerasystem
- Pflanzenerkennung bereits in sehr jungem Stadium (2. Laubblatt)
- Unterscheidung von anderen Pflanzen
- Einsatz in unterschiedlichen Kulturen möglich

Hackwerkzeuge klappen aus der Reihe

- mechanisches Öffnen und Schließen der Werkzeuge
- Erde wird von den Pflanzen wegleitet
- modulare Bauweise
- Vorfahrts-Geschwindigkeit 4 km/h

Robotik im Öko-Zuckerrübenanbau - Chancen und Grenzen

Einschätzung Feldklasse In Rowe Hacke nach erstem Jahr

1. benötigt ebenes, feines Saatbett, keine großen Steine
2. betriebseigene Technik kann weiter verwendet werden, nur die Handhacke wird ersetzt oder erleichtert
3. bisheriges System noch nicht serienreif, aber gute Kameratechnik und Bildverarbeitung
4. Hackwerkzeuge sind aggressiv und schneiden auch starke Unkräuter ab
5. KI wird noch weiter entwickelt um Fehler zu vermeiden

Hauptproblem beider Systeme

J

- Das Unkraut direkt an der Rübe.
- Der FarmDroid hat beim Blindstriegel viel davon entfernt.

Ä

- GPS-gesteuerte Systeme haben +-2 cm Genauigkeit.

T

- Kamerasysteme (Feldklasse, Garford, Poulsen, Farming GT) müssen auch Sicherheitsabstand einhalten,.

E

- Rübenblätter sind verschieden groß, Rübenmitte nicht immer erkennbar

N

- Will man alles per Roboter weghaben, ist auch die Rübe weg!

Lohnt sich also der Roboter?

Nicht immer, aber immer öfter…

- schnell mal durchhacken (z.B. bei 20 cm Legeabstand mit der 16er Hacke) schaffen Mensch und Roboter recht gut.
- für diesen schnellen Hackgang rechne ich ca. 40 – 50 Stunden.
- ***aber:*** soll das Feld absolut sauber sein, wie bei uns, **muss** der Mensch sich bücken und zupfen!

Lohnt sich der Roboter?

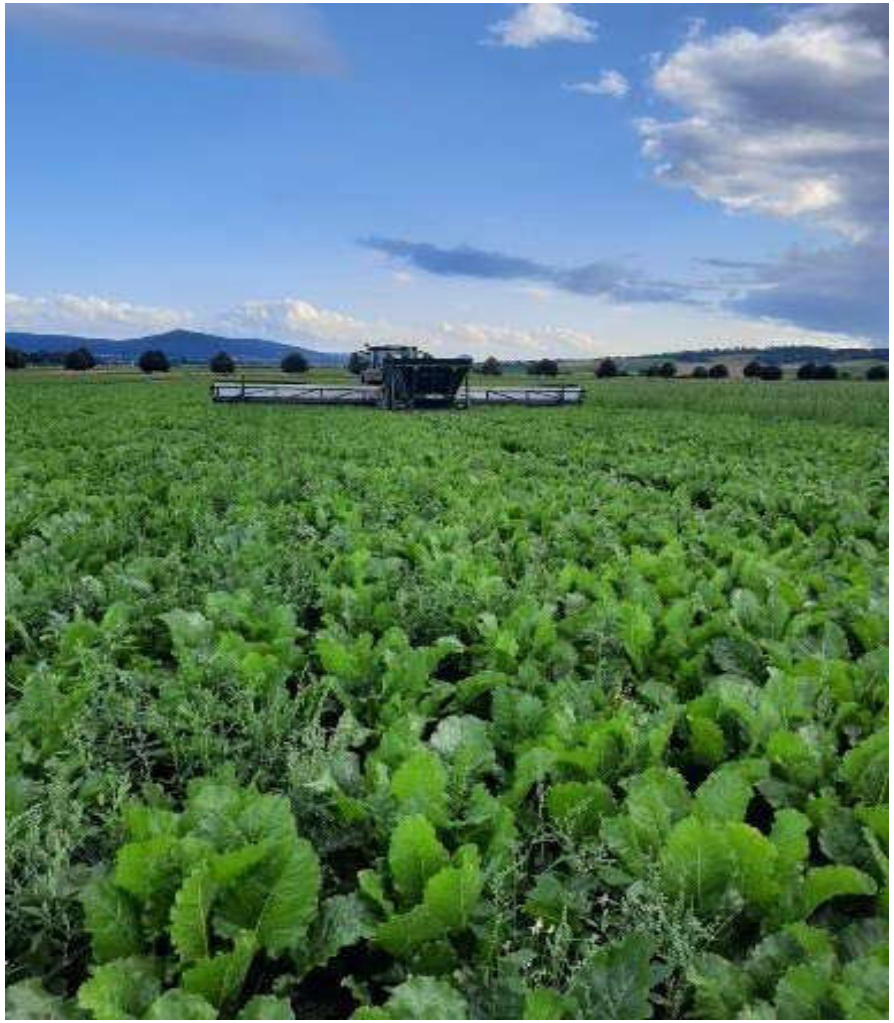
- aktuell kann ich das System FarmDroid nur mit herkömmlichen Öko- Anbau vergleichen, 4 Jahre Wiebrechtshausen

Summen	**FarmDroid**	**Ohne Robotik**
Std/ha	**64,3**	**116,5**
davon Betreuung Std/ha	18,1	
Lohnkosten/ha bei 18 €	1.157,40 €	2.097,00 €
ha-Kosten FarmDroid	1.000,00 €	
Aussaat komplett MR		75,00 €
Striegel komplett MR		30,00 €
Maschinenhacke komplett		65,00 €
Maschinenhacke komplett		65,00 €
Maschinenhacke komplett	65,00 €	65,00 €
Gesamtkosten/ha	**2.222,40 €**	**2397,00 €**

Mit Robotern ohne Handarbeit?

- hoher Unkrautbestand muss akzeptiert werden
- Unkraut samt aus und verursacht hohe Folgekosten
- Probleme bei der Ernte und in der Fabrik
- Unkräuter verursachen Ertragseinbußen

Ertragsreduktion und wirtschaftliches Ergebnis bei handarbeitslosem Anbau

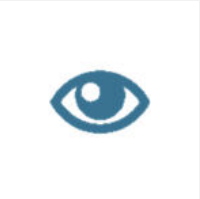


Vergleich aus Ernte 2021	
Ertrag betriebsüblich to	**87,27**
Ertrag verkrautete Variante to	**72,66**
Minderertrag t	**-14,61**
Rübenpreis €/to	100,00 €
Mindererlös	**- 1.461,00 €**
Kosten TopCollect	- 100,00 €
Folgekosten durch Unkraut Aussamen	?
2 x durch Maus reinigen	- 200,00 €
Summe	**- 1.761,00 €**
in Handarbeitsstunden	**98 Stunden**

Wie gehen wir auf dem Klostergut vor?

- Auf den geeigneten Flächen arbeiten wir weiter mit dem FarmDroid
- Für die hängigen Flächen arbeiten wir an der Weiterentwicklung der Feldklasse-Hacke mit
- weitere Systeme werden wir beobachten und testen

Wenn Sie sich mit Robotik beschäftigen wollen…



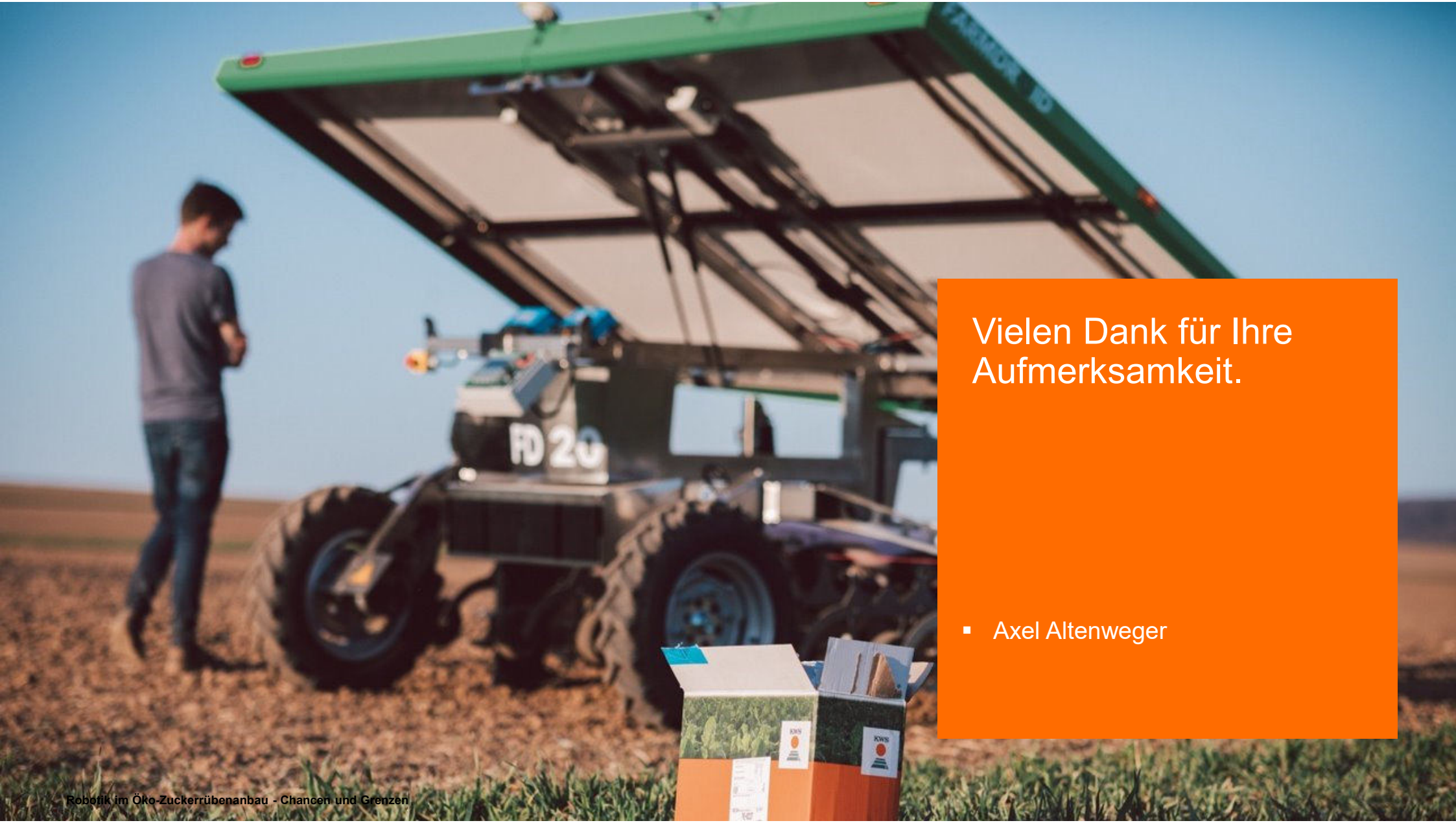
- …sollten Sie Interesse, Geschick und vor allem Geduld haben
  - oder Sie haben einen Mitarbeiter, der sich intensiv darum kümmern kann und will

- …müssen Sie erst alle anderen ackerbaulichen Potentiale ausschöpfen

- …halten Sie für den Anfang ausreichend Hackpersonal vor – oder entscheiden Sie, mehr Unkraut zu tolerieren

- …brauchen Sie bei GPS-geführten Geräten ein sicheres Mobilfunksignal und passende Felder

Die Entwicklung von Robotersystemen hat erst begonnen. Erwarten Sie keine Wunder, weder kameragesteuerte Anbauroboter noch autonome Maschinen arbeiten problemlos von selbst!!



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

- Axel Altenweger