



Berner
Fachhochschule

Übersicht Robotik in der Landwirtschaft

BUL-Unfallverhütungstagung
01.09.21

Dr. Bernhard Streit

Dozent für Verfahrenstechnik im Pflanzenbau

Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL

Länggasse 85, 3052 Zollikofen

+41 31 910 22 33, bernhard.streit@bfh.ch

► Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL

Inhalt

- ▶ Einführung ins Thema
(konkrete Beispiele werden im Lauf des Tages vorgestellt)
- ▶ Begriffsklärung
- ▶ Geschichte
- ▶ Übersichten

Das will ich mit meinem Vortrag erreichen:

- ▶ Teilbereiche und Hindernisse im Bezug zu Agrarroboter kennen
- ▶ Bewusstsein für die Relevanz von 'Neuigkeiten' schärfen

Definition für 'Roboter' (Duden)

(mit Greifarmen ausgerüsteter) Automat, der ferngesteuert oder nach Sensorsignalen bzw. einprogrammierten Befehlsfolgen anstelle eines Menschen bestimmte mechanische Tätigkeiten verrichtet.



'Les trois automates' hergestellt zwischen 1767 und 1774 von Pierre und Henri-Louis Jaquet-Droz sowie Jean-Frédéric Leschot (ausgestellt im Musée d'Art et d'Histoire, Neuchâtel)

Heutige Anwendungen allgemein

Es gibt in den Industrieländern kaum einen Bereich, in dem nicht Roboter/autonome Systeme eingesetzt werden, z.B.



Roboteranwendungen aus dem Alltag (v.l.n.r.): Rasenmäher, Bus, Staubsauger (Bildquellen: Internet)
Und in der Landwirtschaft?

Gehen Sie auf die Internetseite www.menti.com und geben Sie den Code 2982 3676 ein

Frage: Schreiben Sie bitte den aus Ihrer Sicht wichtigsten Markennamen eines Agrar-Roboters ins Formular

Begriffsklärungen in der Landwirtschaft (Dürr et al., 2004):

Präzisionslandwirtschaft Aussenwirtschaft (precision farming PF):

- ▶ Teilflächenspezifische Bewirtschaftung
- ▶ ***Automatisierung und Robotik***
- ▶ Dokumentation
- ▶ Flotten-/Fahrzeugmanagement

Aktuelle Situation

- ▶ Anzahl aktive RTK-Lenkautomaten auf Traktoren: ca. 1400 (eigene Erhebungen), = +/- 1% aller in der Schweiz eingelösten Traktoren
- ▶ Mobile Roboter?

Begriffsklärungen in der Landwirtschaft (Dürr et al., 2004):

Präzisionslandwirtschaft Innenwirtschaft (precision livestock farming PLF):

- ▶ Dokumentation
- ▶ Tieridentifikation
- ▶ Herdenmanagement

Aktuelle Situation

- ▶ Anzahl Melkroboter in der Schweiz: >1 000 (Schätzung publiziert in 'die Grünen' 11/2020) = +/- 5% der Milchviehbetriebe
- ▶ Roboteranwendungen kommerziell verfügbar



Historisches bezüglich (teil-) autonomer Fahrzeuge

- ▶ An der Entwicklung teilautonomer Fahrzeuge wird schon seit langer Zeit gearbeitet.
- ▶ Goldmedaille an der Agritechnica 1999 für das System 'Agro Nav' der Firma GeoTec.



Firmenfoto der Fa. GeoTec

- ▶ Es gibt bereits zahlreiche Konzeptfahrzeuge, aber nur wenige praxisrelevante Lösungen.



Beispiele teil-autonomer Fahrzeuge für den Ackerbau: Valtra

Regionale Bedürfnisse

Europa

- ▶ Gemüsebau/Reihenkulturen (Unkrautbekämpfung in den Reihen, Hacken zwischen den Reihen ist eine Etappe zum Ziel)
- ▶ Unkrautbekämpfung allgemein
- ▶ Tendenz zu Klein-Robotern



Kleinroboter 'Mars' von Fendt (Silbermedaille Agritechnica 2017). Vorläufige Idee: Saat im Schwarm.



Projektstudie ‚Weedmaster‘: Vollautomatischer Unkrautbekämpfungsroboter für Reihenkulturen (F. Zimmerli, 2003).

Regionale Bedürfnisse

Nordamerika/(Australien)

- ▶ Ackerbau
- ▶ Saat
- ▶ Pflege (Spritze)
- ▶ Logistik (fliegend Abtanken bei der Ernte, Rundballen-Bewegung)
- ▶ Tendenz zur Modifizierung von bestehenden (Gross-)Traktoren



(Quellen: The Western Producer)

Einsatzformen von Robotertechnik im Feldbau

- ▶ Als Anbaugeräte an konventionellen Traktoren:



Kameragesteuertes Hackgerät
im Mais (08.06.2009)



Spot-Spray – Gerät für die
Unkrautbekämpfung im Grünland
(<https://www.schweizerbauer.ch/>)

- ▶ Als (teil-) autonome Plattformen



Plattform für die Saat und
Unkrautbekämpfung in
Reihenkulturen (Farmdroid)
(UFA-Revue)

Unkrautbekämpfung in den Kulturreihen

- ▶ Unkraut zwischen den Reihen können einfach entfernt werden, die Herausforderungen sind in den Reihen
- ▶ Innovative Lösung zur Effizienzsteigerung bei der Handarbeit

Hilfsgerät für die manuelle Unkrautbekämpfung in Karotten.



- ▶ Moderne Hacktechnik mit Reihen- und Einzelpflanzenerkennung

Hackgerät mit Rotationshacke (Garford, [www](http://www.garford.com))



Ausbringung von Hilfsmitteln mit teil-autonomen Drohnen

- ▶ Ausbringung von Trichogramma-Schlupfwespen (Antagonist zum Maiszünsler) mit Multikopter (Kugelblitz UFA-Samen/fenaco)



<http://www.tueftelberger.ch>

Übersicht Anwendungen

- Technologie-Reifegrad (Technological readiness level) von Roboteranwendungen in der Landwirtschaft (Lenain et al., 2020¹⁾, angepasst)

Machbarkeitsstudie /Funktionsmuster	Früher halbkommerzieller Prototyp	Halb-kommerzielle Versuche	Früher kommerzieller Verkauf	Vollständige Markteinführung	Markt-Durchdringung	Etablierung
	Autonome Agrar-Roboter für Pflanzenerkennung				Lenkautomaten	
		Bemannte Roboter für Pflanzung/Ernte/Pflege in Gemüse und Salat		Drohnen für die autonome Kartierung von Landwirtschaftsdaten		
			Autonome Roboter für Rauhfuttervorlage bei Rindern		Melkroboter	
	Autonome Roboter für Unkrautbekämpfung		Autonome Pflanzenschutz-Spritzen		Autonome Drohnen für PSM-Applikation	
	Autonome Roboter für Pflanzung/Ernte/Pflege in Gemüse und Salat					
	Roboter für die Ernte von Frisch-Obst			Bemannte Geräte für Unkrautroboter		

¹⁾Lenain R., Peyrach J., Savary A., and Séverac G., 2020. Agricultural Robotics: Part of the New Deal? FIRA Conclusions (<https://www.agricultural-robotics.com/news/fira-2020-s-e-book-agricultural-robotics-part-of-the-new-deal>)

Sicherheit

Problem:

- ▶ Fehlende Sicherheitsnormen für den fahrerlosen Einsatz von Agrar-Robotern auf öffentlich zugänglichen Parzellen.
- ▶ Ohne Normen riskiert der Hersteller, für Schäden haften zu müssen
- ▶ Regelwerke gibt es mittlerweile (ISO 18497)

Verschiedene Automatisierungsstufen werden vom VDMA vorgeschlagen (Alt, 2018):

- ▶ Assistiert
- ▶ Teilautomatisiert
- ▶ Hochautomatisiert
- ▶ Vollautomatisiert
- ▶ Fahrerlos

- ▶ Provokative Vereinfachung: In Europa braucht es Normen, in Nordamerika richten es die Anwälte.

Roboterplattformen im Pflanzenbau

Verbreitetes Schicksal von Entwicklungen:

- ▶ Erfolgen häufig im Hochschulbereich
- ▶ Projekte sind i.d.R. für 3-4 Jahre finanziert, die Entwickler (Postdocs, Doktorierende oder Diplomierende) wechseln anschliessend die Institution.
- ▶ Für Folgeprojekte (Umsetzung) fehlen häufig die Mittel und das Personal.



Funktionsmuster von teilautonomen Plattformen, Entwicklung mit Beteiligung der BFH-HAFL
(v.l.n.r.: Hymog-Saat, Raupenfahrzeug für Einzelkornsaat und Drillsaat, Motormäher)

Tendenzen

Lenkautomaten

- ▶ Werden billiger
- ▶ Wachsende Open Source – Gemeinde (z.B. AgOpenGPS Kurs SVLT)



EIN LENKSYSTEM SELBER BAUEN

- ▶ Wünschenswert aus Sicht des Autors: Rollende Plattformen stehen als Open-Source – Lösungen zur Verfügung. Hauptressourcen könn(t)en in die Entwicklung von Werkzeugen/Anwendungen investiert werden.

Tendenzen

- ▶ Damit die Stärken der Roboter voll genutzt werden können, müssen sie im 24/7 – Betrieb laufen. Was passiert bei Regen (beschränkte verfügbare Feldarbeitstage)?
- ▶ Die meisten Unkraut-Roboter entfernen Unkräuter mechanisch (Bodenkontakt). Damit ist ein 24/7 – Betrieb nicht möglich. Ausweg?
- ▶ Kleinere/leichtere Geräte können auch unter ungünstigen (nassen) Bedingungen eingesetzt werden. Aber: Die Werkzeuge müssen angepasst werden (Unkrautbekämpfung in strömendem Regen geht nur kontaktlos).

Berührungslose Unkrautbekämpfung in den Reihen

- ▶ <https://youtu.be/iq2Ea9tk6m8>

Berührungslose Unkrautbekämpfung in den Reihen

- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=jzRvmd6Uwj4>

Kritische Fragen für die Zukunft von Agrarrobotern:

- ▶ Wir leben in einer Welt, in der Grösse und Wachstum die treibenden Kräfte sind, so auch bei Fahrzeugen (z.B. >50% Anteil von SUV an Neuwagen, Leistung der neu zugelassenen Traktoren steigen). Was muss geschehen, damit kleine und zuweilen unscheinbare Feldroboter gekauft werden?
- ▶ Woher soll das Geld kommen, um die notwendigen Basis-Entwicklungen für Feld-Roboter zu machen?

Frage auf www.menti.com:

Wie viel wären Sie bereit für einen Kleinroboter zur Unkrautbekämpfung in Reihenkulturen (Zuckerrüben oder Mais) zu investieren? Markieren Sie den Betrag bitte auf der Plattform.

Danke für die Aufmerksamkeit:

- ▶ Habe ich etwas vergessen, das Sie noch diskutiert haben möchten?
- ▶ Weiterer Meinungsaustausch gerne auch in den Pausen