

Mechanische Beikrautregulierung – Was bietet der Markt?

DI Christian Rechberger
Francisco Josephinum – BLT Wieselburg
Naarn, 11. Nov. 2021

Künftige Herausforderungen im Ackerbau

- Politische Rahmenbedingungen / Gesellschaftliche Akzeptanz
 - European Green Deal - Farm-to-Fork:
 - 50% weniger Pflanzenschutzmitteleinsatz bis 2030
 - 25% der LW Nutzfläche biologisch bewirtschaftet
 - Steigerung der Biodiversität

→ **Mechanische Beikrautregulierung,
Integrierter Pflanzenschutz**
- Sozial-Ökonomische Aspekte
 - Saison- und Facharbeitskräftemangel
 - Zunahme von Nebenerwerbsbetrieben

→ **Automatisierung, Robotik**
- Klimatische Veränderungen
 - Zunahme von Starkregenereignissen – Erosion
 - Längere Trockenperioden – Wasserknappheit

→ **Konservierende Bodenbearbeitung,
Mulchsaat, Strip-Till, Direktsaat**

Was tut sich am Hacktechnik-Markt

- Übernahmen
 - Steketeer → Lemken
 - Schmotzer → Amazone
 - CFS → Pöttinger
- Neueinsteiger
 - Horsch
 - Fliegl?
 - ...
- "Start-Ups"
 - Dickson-Kerner
 - SAMO
 - ...



Bildquelle: Horsch



Bildquelle: Fliegl



Bildquelle: Pöttinger



Bildquelle: Lemken

Striegeltechnik

- Indirekt gefederte Zinken
 - Bessere Boden Anpassung
 - Nahezu konstante Kraft über gesamten Federweg
 - Auch für Dammkulturen geeignet
 - Kein seitliches Ausweichen



Bildquelle: proplanta.de



Bildquelle: Horsch

Mechanische Beikrautregulierung, Naarn, 11. Nov. 2021



Bildquelle: APV



Bildquelle: Hatzenbichler

Striegeltechnik

- Automatische Tiefenregelung
 - Automatische Anpassung an unterschiedliche Bodenverhältnisse im Feld



AEROSTAR-SMART-CONTROL

Steuergerät
Im Steuergerät lauten alle Sensormerkmale zusammen. Durch diese Werte wird der benötigte Druck jedes einzelnen Zinkenbildes ermittelt. Über die Hydraulik wird jedes Zinkenbild dann individuell angesteuert und somit die Zinkenstellung adaptiert.
Die gewünschte Arbeitstiefe wird an der dazugehörigen Konsole eingestellt. Das System stellt während des Arbeitsvorganges sicher, dass diese Arbeitstiefe immer exakt eingehalten wird.

Arbeitstiefe:
1,5 cm

Bodenvertiefung
Der Bodenabstands-Sensor erkennt eine Vertiefung im Boden, die Hydraulik drückt die Zinken dieses eines Zinkenbildes nach unten, bis sie wieder die gewünschte Arbeitstiefe erreichen.

loser Boden
Bei gleichbleibendem Druck würde sich die Arbeitstiefe erhöhen, weil die Zinken in dem weichen Boden tiefer eindringen. Der Zinkenverformungs-Sensor erkennt das, durch die Hydraulik wird der Druck auf die Zinken dieses Zinkenbildes verringert, so dass diese wieder auf die gewünschte Arbeitstiefe kommen.

fester Boden
Bei gleichbleibendem Druck würde sich die Arbeitstiefe auf harten Boden verringern. Der Zinkenverformungs-Sensor erkennt das, durch die Hydraulik wird mehr Druck auf die Zinken dieses Zinkenbildes gegeben, so dass diese auch bei festem Boden in die gewünschte Arbeitstiefe arbeiten.

Bodenerhöhung
Der Bodenabstands-Sensor erkennt die Kuppe, die Hydraulik hebt die Zinken dieses eines Zinkenbildes nach oben, bis sie wieder die gewünschte Arbeitstiefe erreichen.

www.einboeck.at **Einböck** & testing
BLT Wieselburg

Sternrollhacke (Rotorhacke, Rotary Hoe)

- Gute Wirkung bei lehmigen, leicht verkrusteten Böden
- Weniger geeignet bei leichten, sandigen Böden
- Sehr hohe Geschwindigkeiten möglich (20 km/h und darüber)
- Auch für Mulchsaatbestände geeignet
- Relativ kulturschonend



Bildquelle: Einböck



Bildquelle: Yetter

Scharhacke - Neuentwicklungen

- SAMO Variochop
 - Anpassung der Breite des Hackbandes während der Fahrt



Bildquelle: Werkbild SamoMaschinenbau

Scharhacke - Neuentwicklungen

- Einböck Chopstar Twin
 - Geteiltes Tastrad führt Parallelogramm direkt über der Reihe
 - Hochscheiben räumen den Bereich direkt neben Kulturpflanzen frei
 - Sehr frühes, exaktes Hacken möglich
 - Geringe Verschüttungsgefahr der Kulturpflanze bei höheren Geschwindigkeiten
 - Geringere Verstopfungsgefahr
 - Einschränkung bei der Wuchshöhe beim letzten Hackdurchgang

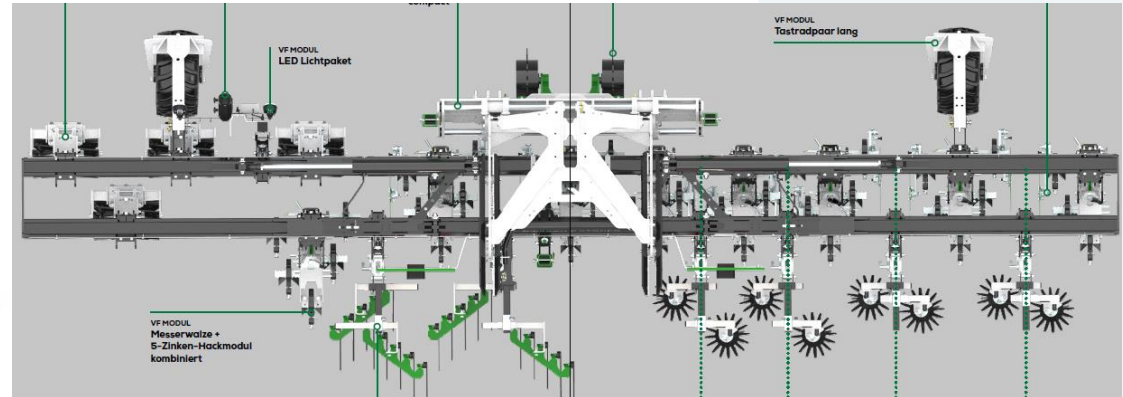


Scharhacke - Neuentwicklungen

- Dickson Kerner Variofield
 - Zweibalkiges, modulares System
 - Vollständig werkzeuglos einstellbar
 - Verschieberahmen im Anbaubock integriert

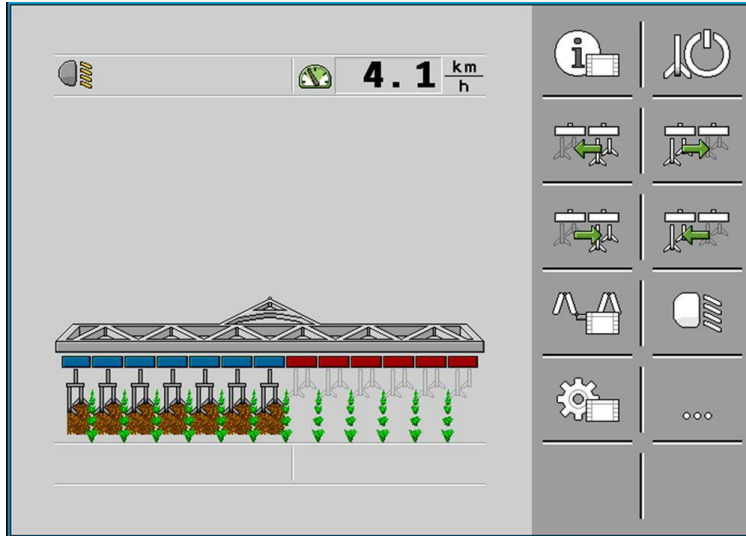


Bildquelle: Werkbild Dickson Kerner



Scharhacke - Neuentwicklungen

- Automatischer Elementaushub am schräg verlaufenden Vorgewende (Section Control)

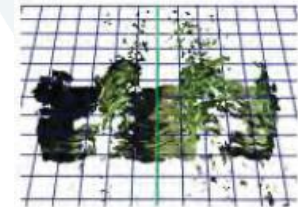
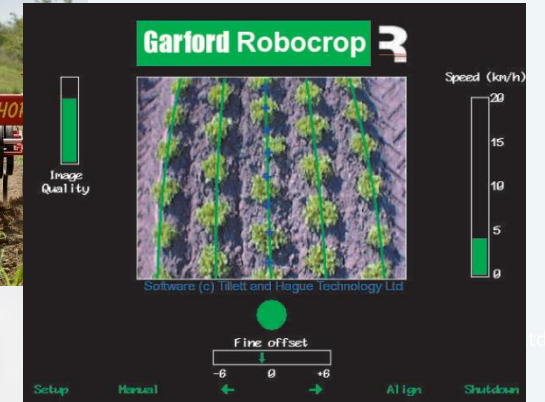


<https://www.youtube.com/watch?v=hum59e8XsTE>

Automatisierung und Robotik

Kamera-Reihenlenksysteme

- Rechner sucht im Kamerabild nach ein- oder mehreren Reihen
- Erkennung der Reihen über:
 - grüne Bildpunkte bzw. RGB Farbton (Punktdichte)
 - Nahinfrarot- und Multispektralbänder
 - Blattformen
 - Höhenunterschiede (Stereokamera oder structure from motion)



Lenkung über hydraulische Seitenstreben am Unterlenker und Kamera am Traktor (NALATEC pathfinder)

- Kamera in Richtung Hackgerät
- Kein Verschieberahmen → kein zusätzliches Gewicht
- Hydraulische Seitenstreben gleichen am Seitenhang Abtrift der Hinterachse (Schrägstellung) aus



Quelle: Christoph Berndl
Bildungswerkstatt Mold

Lenkung RTK-GNSS (SBG Raven)

- RTK-GNSS am Traktor und am Gerät
- Lenkscheiben auf Sämaschine umbaubar
- Blindhacken möglich
- Ev. eigene RTK-Basisstation notwendig



Quelle: Pendl Lenksysteme

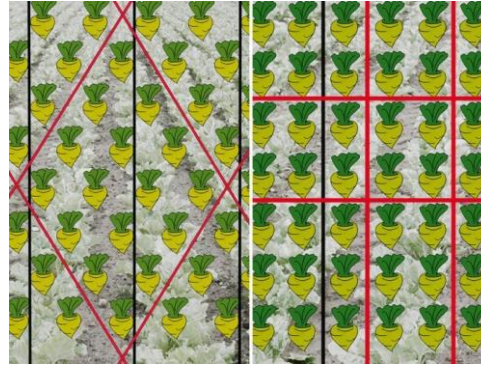
Vorteile

- Entlastung der Bedienungsperson des Traktors (Frontanbau) bzw. Einsparung einer Person zum Lenken des Hackgeräts (Heckanbau)
- Höhere Fahrgeschwindigkeit bei gleich breitem unbearbeiteten Band
- Mit Zusatzbeleuchtung Hacken auch bei schlechten Lichtverhältnissen bzw. Dunkelheit möglich
- Mögliche Fahrgeschwindigkeit hängt ab:
 - Größe der Kulturpflanzen
 - Breite des unbearbeiteten Bandes
 - Geradheit der Pflanzenreihen
 - Fahrweise

Automatisches Hacken in der Reihe

Hacken in der Reihe

- Kverneland GEOSEED
 - Gleichmäßige
Standraumverteilung
 - Kein Reihenversatz über
Arbeitsbreiten hinweg
 - Hacken quer bzw. diagonal
möglich
(bei geeigneter Kultur und
Feldstückgeometrie)



Hacken in der Reihe

- Hersteller
 - Poulsen (DK)
 - Steketee (NL)
 - Garford (UK)
 - Ferrari Costruzioni Meccaniche (I)
 - Stout AgTech (US)



Eine Einrichtung des Bundesministeriums für
Nachhaltigkeit und Tourismus



Funktion

- Bilder von Farbkamera oder Infrarotkamera
- 1 bis 4 Reihen pro Kamera
- Software sucht nach Einzelpflanzen (Farbe, Größe, Form, Sollposition)
- Rechner ermittelt Steuersignal für die Betätigung des Hackorgan und Seitenverschub des Gerätes
- Hackorgan wird pneumatisch oder hydraulisch betätigt

Eine Einrichtung des Bundesministeriums für
Nachhaltigkeit und Tourismus



Hacken in der Reihe



Leistung und Kosten

- 2 – 5 km/h
- 3 - 4 Pflanzen pro Sekunde und Reihe
- Kosten (exkl. MwSt.):
 - 60.000 – 80.000 € für vier Reihen
 - 100.000 € für sechs Reihen
 - 140.000 € für neun Reihen



Hackroboter

Roboter

- Zahlreiche Konzepte in Erprobung

Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=utiNto4BeOg>



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=jpGrN8DKKmg>



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=DSkVoiWa6MA>

Farmdroid FD20

- Für Säen und Hacken
Arbeitsbreite von 3 m (6 Reihen Zuckerrübe)
- Überstellen mit Traktor (Kurzstrecken) oder
Transportanhänger
- Antrieb elektrisch (2 Elektromotoren je 400 W)
- Energiequelle - Solarzelle 1,6 kWp, Akku 2,5 kWh
- Navigation über RTK-GNSS (2 Antennen)
- Fernwartung über Internetplattform

Eine Einrichtung des Bundesministeriums für
Nachhaltigkeit und Tourismus



Bilder: FarmersFuture R&B GmbH



Farmdroid FD20

- Funktion:
 - Digitalisieren des Schlages (Grenzen, Hindernisse) durch anfahren und speichern der Position der Eckpunkte
 - Definition der 1. Rübenreihe, des Vorgewendes und des Pflanzabstandes – Berechnung der Position der einzelnen Saatkörner
 - Säen auf geplanter Position



Eine Einrichtung des Bundesministeriums für
Nachhaltigkeit und Tourismus



Farmdroid FD20

- Funktion:
 - Umbau auf Hacken
 - Hacken zwischen den Reihen und in der Reihe (nach Position der Saatgutablage)

Eine Einrichtung des Bundesministeriums für
Nachhaltigkeit und Tourismus



Bilder: https://www.youtube.com/watch?v=kMaROI_HVDU

Bild: FarmersFuture R&B GmbH

Farmdroid FD 20

- Hacken – bearbeitete Fläche
 - ca. 85% der Fläche von den Hackdrähten (ca. 7 cm unbearbeitetes Band)
 - 5% der Fläche durch Hackschare in den Reihen bei erster Hacke
 - 3 – 4 % der Fläche zusätzlich durch Hackschare in den Reihen bei zweiter Hacke (umgekehrte Fahrtrichtung)

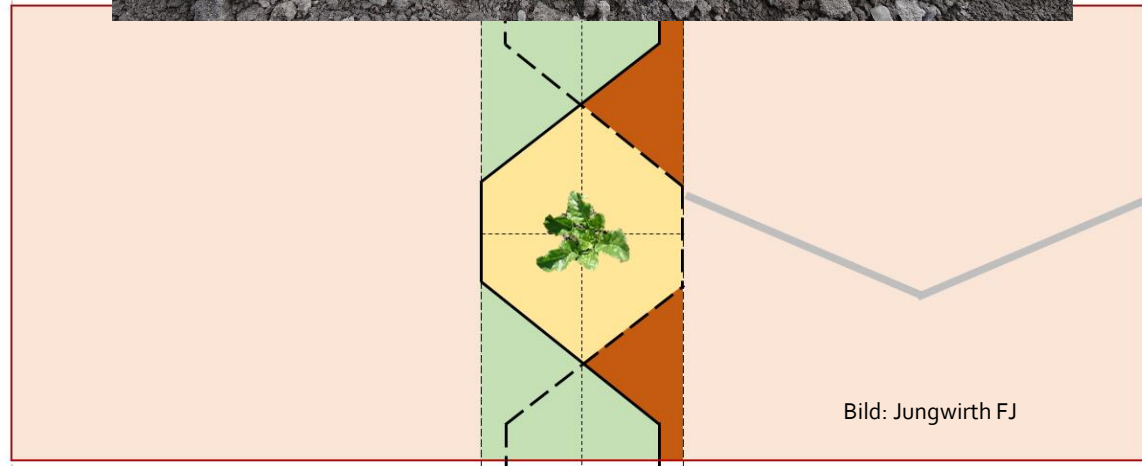


Bild: Jungwirth FJ

Farmdroid FD 20

- Arbeitsgeschwindigkeit zwischen 0,5 und 0,95 km/h
(1,5 bis 2,0 ha in 10 h)
- 20 ha Jahresleistung
- Kosten: ca. 80.000 €
- Bei rund 40 h/ha Einsparung von Handhackstunden mit
12-reihiger Traktormechanisierung (säen und hacken)
konkurrenzfähig



Farming Revolution

- Kameragesteuerter Roboter
- Erkennung der Kulturpflanze über KI-Methoden (Deep learning)
- Kulturen: Rübe, Blattgemüse, Kohlgemüse
- Benzinmotor (26 h Laufzeit)
- Rotierendes Werkzeug
- Kein Kauf des Gerätes, sondern Kauf der Dienstleistung (z. B. ha gehackte Rübe)



Bestellen Sie eine Unkrautregulierung mit unseren Robotern vor!

Fläche	ha	Zuckerrübe	Datum	01.04.2021	Deutschland	PLZ
--------	----	------------	-------	------------	-------------	-----

Vorbestellung

Innovative erosionsmindernde Techniken der mechanischen Beikrautregulierung nach Mulchsaat in Reihenkulturen

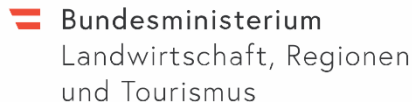
Projekt: SoilSaveWeeding

Laufzeit 1. 7. 2019 - 30. 06. 2022



DI Christian Rechberger
Francisco Josephinum – BLT Wieselburg
BioNet Ackerbautag, 12. Jänner 2021

Netzwerk Zukunftsraum Land wird finanziert von Bund, Ländern und Europäischer Union



Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des
ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.

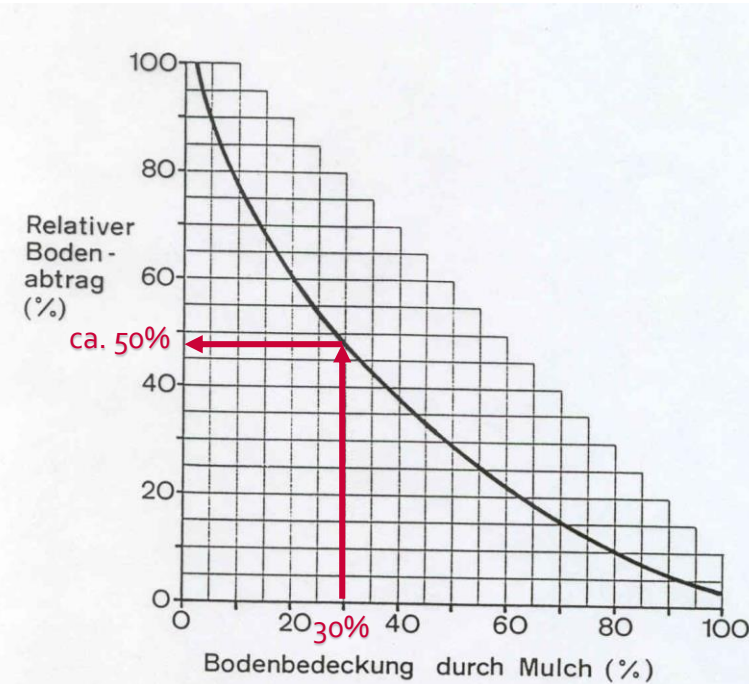


Projektziele

- Reduktion des Erosionsrisikos in Hackkulturen, speziell in Hanglagen
- Erhalt von möglichst viel Mulchmaterial an der Oberfläche bis zum Reihenschluss
- Praxisnahe Testung aktueller und neuer Hack- und Striegeltechnik in Maiskulturen
- Optimierung **standortangepasster** Verfahrensketten für Begrünung – Umbruch - Beikrautregulierung

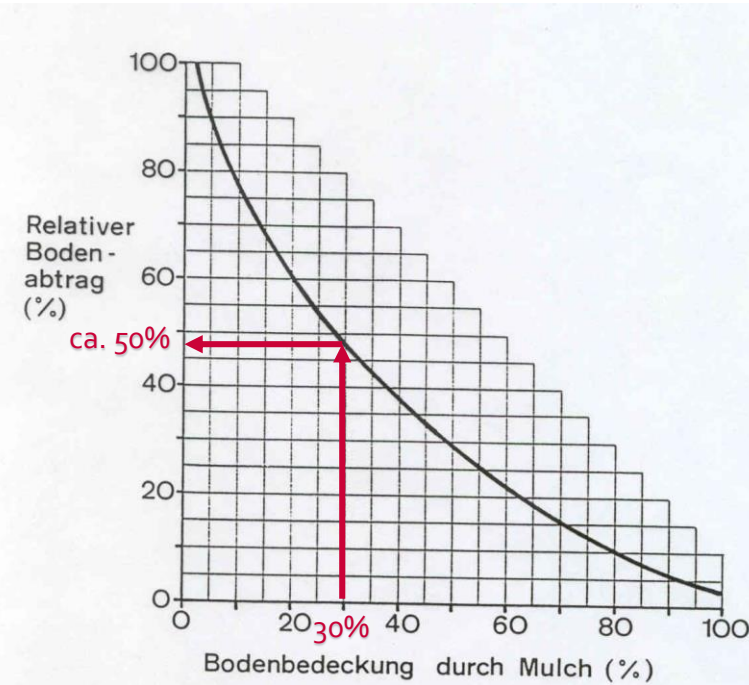


Erosionsschutz durch Mulch- und Direktsaat

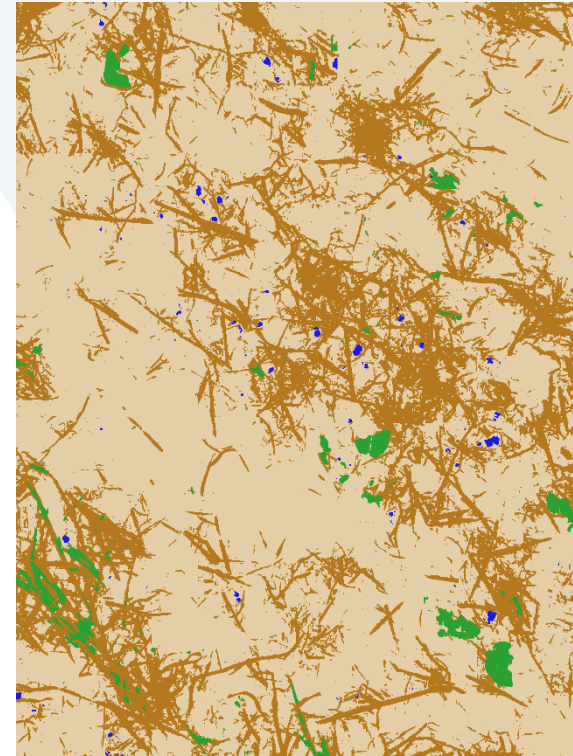
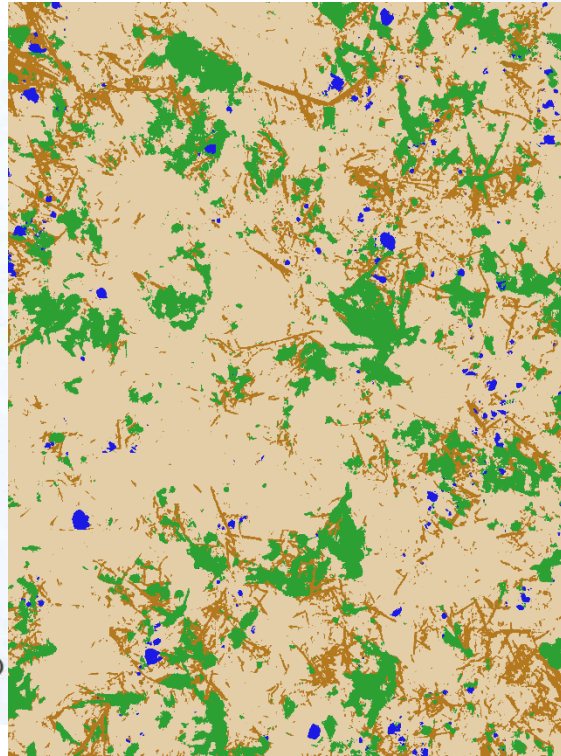


Quelle: Schwertmann, 1987

Erosionsschutz durch Mulch- und Direktsaat

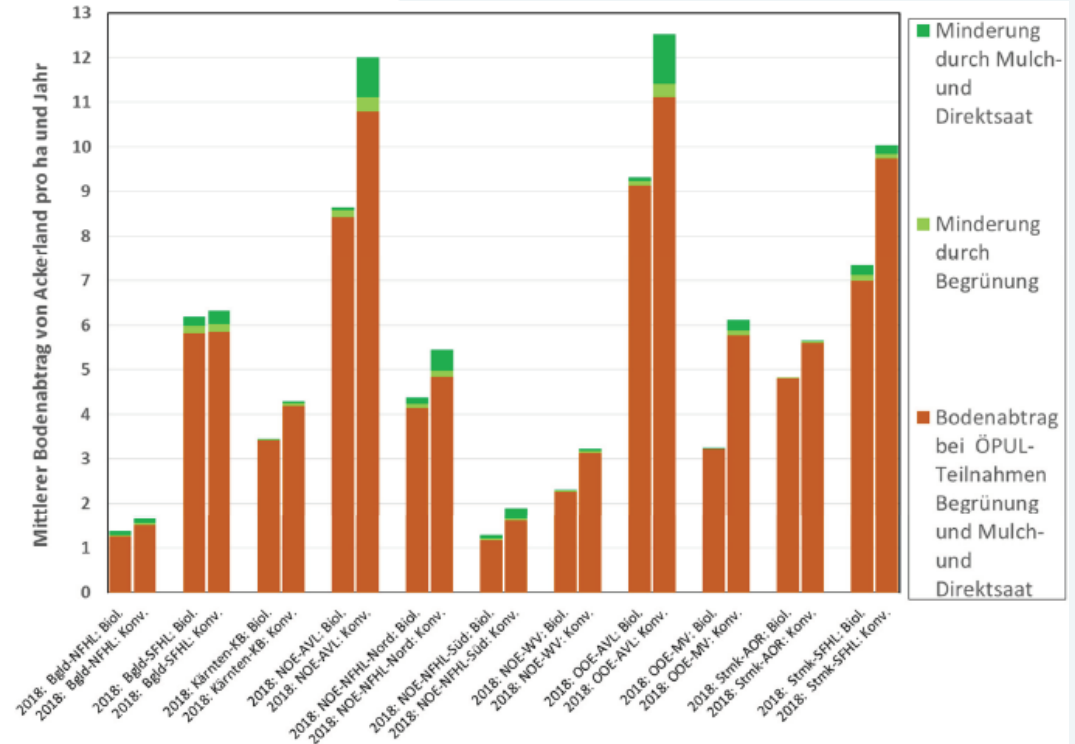


Quelle: Schwertmann, 1987



Erosionsschutz durch Mulch- und Direktsaat

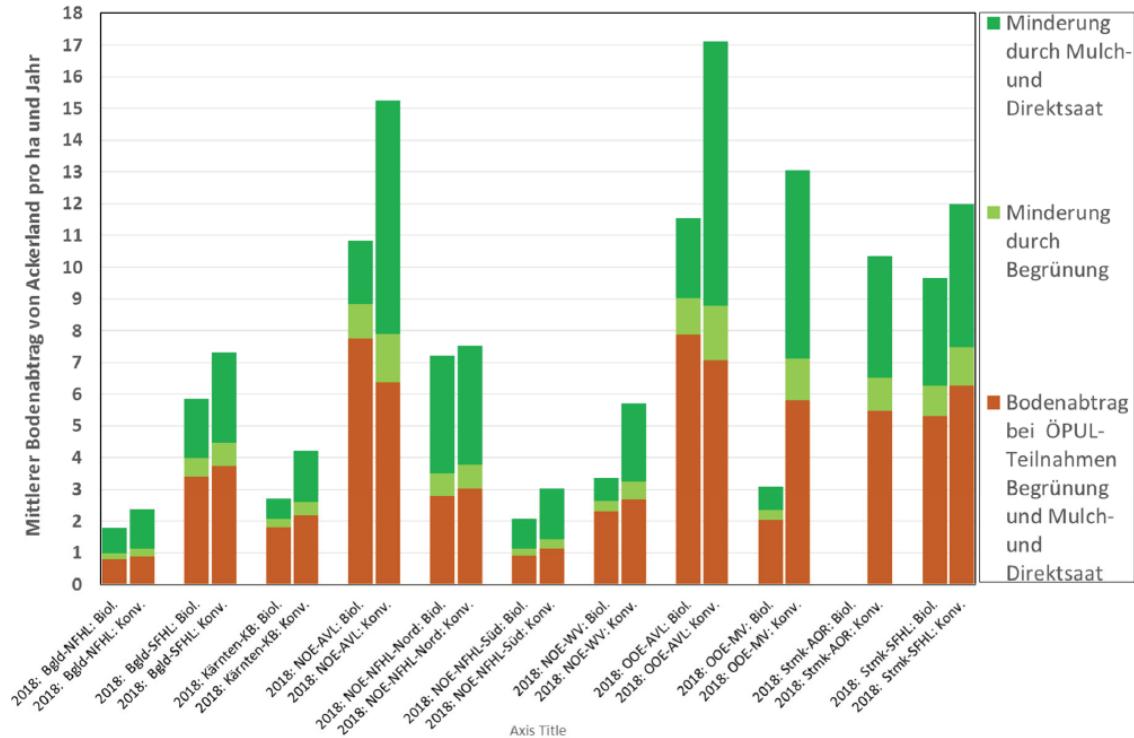
- **Gesamtwirksamkeit der ÖPUL – Maßnahmen “Begrünung” und “Mulch- und Direktsaat”**
 - Datenbasis: Invekos- Daten verknüpft mit Bodenkarte, Geländemodell und Niederschlagsmesswerten
 - Geringeres Erosionsrisiko auf Bio-Flächen haupts. durch Fruchtfolgekomponenten mit geringerem Erosionspotential (Klee gras, Luzerne...)
 - Relativ geringe Gesamtwirksamkeit aufgrund geringer Teilnehmerate an den Maßnahmen (insb. bei Bio-Betrieben)



Quelle: **Strauss P. et al (2020):** Bodenerosion in Österreich – Eine nationale Berechnung mit regionalen Daten und lokaler Aussagekraft für ÖPUL

Erosionsschutz durch Mulch- und Direktsaat

- Wirkung der Maßnahmen auf den teilnehmenden Flächen
 - Geringere Wirksamkeit der Maßnahme “Mulch- und Direktsaat” auf Bio-Flächen aufgrund der notwendigen mechanischen Beikrautregulierung



Quelle: **Strauss P. et al (2020):** Bodenerosion in Österreich – Eine nationale Berechnung mit regionalen Daten und lokaler Aussagekraft für ÖPUL

Versuchsstandorte



Begrünungsvarianten

- Abfrostend



- Winterhart



Versuchsstandort Limberg NÖ, 9. April 2020

Begrünungsvarianten

- Abfrostend



- Winterhart



Versuchsstandort Perg OÖ, 23. April 2020

Begrünungsumbruch

- Ackerfräse
 - Derzeit „Standardvariante“ bei winterharten Begrünungen
 - Sehr intensive Zerkleinerung und Einarbeitung
 - Rascher Abbau der organischen Masse



Mechanische Beikrautregulierung, Naarn, 11. Nov. 2021



Begrünungsumbruch

- Ackerfräse
 - Sehr hohe Arbeitsintensität
 - Geringe Flächenleistung
 - Hoher Treibstoffverbrauch



Begrünungsumbruch

- CFS Ground Cutter
 - Schneidscheiben vor jedem Scharstiel
 - Ziel: Flächiger Schnitt ohne zu Mischen
 - Problem: Kaum Enterdung der Wurzeln – Begrünung wächst wieder an
 - Sternrollhacke als Nachläufer bringt Besserung – jedoch Tendenz zum „Wickeln“



Begrünungsumbruch

- Kerner Corona mit Striegelwalze
 - Mit Gänsefußscharen und Stützrädern ist sehr seichte Arbeit möglich (ca. 3 cm)
 - Biomasse liegt locker oben auf



Begrünungsumbruch

- Kurzscheibenegge
 - Trend zu größeren Scheibendurchmessern und Strichabständen (besonders bei gezogenen Geräten)
 - Auch nach mehrmaliger Überfahrt (in gleicher Bearbeitungsrichtung) keine vollständige Bearbeitung
 - Eventuell Abhilfe durch Diagonalfahrt



Begrünungsumbruch

- Kettenscheibenegge
 - Gute Bodenanpassung bei größeren Arbeitsbreiten
 - Seichter, jedoch unebener Arbeitshorizont
 - Auch nach mehrmaliger Überfahrt keine ganzflächige Bearbeitung
 - → weiterer Arbeitsgang mit flächig schneidendem Gerät notwendig



Mechanische Beikrautregulierung, Naarn, 11. Nov. 2021

Beikrautregulierung nach Mulchsaat

Beikrautregulierung

- Scharhacke
 - Ausstattung mit Winkelmessern und breiten Hackscharen für mehr Durchgang
 - Winkelmesser neigen zur Verstopfung – Gefahr der Beschädigung der Kulturpflanzenreihe



Mechanische Beikrautregulierung, Naarn, 11. Nov. 2021



Beikrautregulierung

- Scharhacke mit Räumscheiben
 - Hohl-scheiben räumen Bereich neben Reihe frei
 - Weniger Verstopfungsgefahr bei den Winkelmessern
 - Keine zusätzlichen Schutzscheiben/Bleche notwendig



Beikrautregulierung

- BUSA Rotorhacke
 - Zwei gegenläufige, horizontal rotierende Hacksterne je Reihenzwischenraum
 - Gute Eignung bei höheren Mengen an Mulchmasse bzw. ev. auch für Lebendmulch
 - Gute Wirkung auch bei sehr harten Bodenverhältnissen
 - Keine Exakte Hackarbeit nahe der Pflanzenreihe möglich

Eine Einrichtung des Bundesministeriums für
Nachhaltigkeit und Tourismus



Veränderung des Bedeckungsgrades



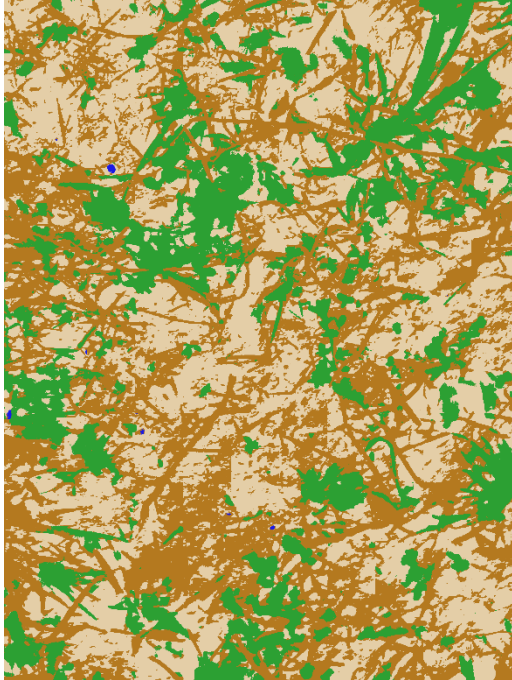
Mulchdeckungsgrad nach Umbruch ca. 60%

←2 Monate →



Abgestorbene Biomasse nach 2. Hacken ca. 1 -2 %

Veränderung des Bedeckungsgrades



Mulchdeckungsgrad nach Umbruch ca. 60%

← 2 Monate →



Abgestorbene Biomasse nach 2. Hacken ca. 1 -2 %

Lebendmulchsysteme

- Streifige Bearbeitung der zukünftigen Saatreihe (Strip Till)
- Zweite Bearbeitung des Saatbereichs mit Hackgerät direkt vor Saat
- Beikrautregulierung mit Kombi-Messerhacke



Mechanische Beikrautregulierung, Naarn, 11. Nov. 2021



Lebendmulchsysteme

- Zwischenreihenmulcher

LANDWIRT Video: <https://www.youtube.com/watch?v=mQRXOoZkoJI>



Mechanische Beikrautregulierung, Naarn, 11. Nov. 2021

Lebendmulchsysteme

- Tellerhacke
 - Tellerhacke unterschneidet Begrünung im Reihenzwischenräume flächig
 - Boden muss vorher unbearbeitet sein
 - Geplanter Versuch musste aufgrund schlechten Feldaufgangs abgebrochen werden (Standort Mannersdorf)



Bisherige Erkenntnisse

- Ausreichende Mulchbedeckung (30%) bis Reihenschluss bei klassischer Mulchsaat auch bei gut entwickelter Begrünung kaum erreichbar
- Mit abnehmender Bearbeitungsintensität bei Begrünungsumbruch und Saatbettbereitung steigt das Risiko von Ertragsausfällen durch verzögerten Auflauf und hohem Beikrautdruck stark an
- Derzeit verfügbare Kameralenksysteme arbeiten bei Lebendmulchsystemen und/oder höherem Beikrautdruck noch relativ unzuverlässig

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Christian Rechberger
Francisco Josephinum – BLT Wieselburg
christian.rechberger@josephinum.at