

Mechanische Unkrautregulierung



31.01.2022

Unkraut vergeht kaum!

- **Samenpotential im Boden**
 - 30 000 bis 350 000 Samen je m²
 - 1 500 bis 18 000 Samen je m² bei langjähriger Herbizidverwendung
- **Auflafrate:** 2,7 bis 3,9% je Jahr mit
 - großen Schwankungen; in der Praxis
 - häufig 200 bis 500 Keimlinge je m²
- **Vermehrungspotential der Unkräuter**
 - 50 bis 20 000 Samen je Pflanze
- **Abbau der Samenvorräte** durch Bodenorganismen, Alterung, Fehlkeimung, Keimung und Unkrautregulierung



Vorbeugende Maßnahmen:

Fruchtfolge

Standortwahl

Sortenwahl

Stroh- und Spreuverteilung

Agrotechnische Maßnahmen

Bodenbearbeitung

Aussaat

Mechanische Unkrautregulierung

Vorbeugende Maßnahmen zur Unkrautregulierung

Fruchtfolge



- Vorfrüchte gezielt auf Wüchsigkeit, Konkurrenzkraft der Kultur auslegen
- Stickstoffversorgung für kräftiges Sprosswachstum auslegen
- Max. zwei mal Wintergetreide in Folge
- Standortgerechte Kulturarten incl. Zwischenfruchtanbau
- Sortenwahl an Blatt-, Sprossmasse und Wuchshöhe orientieren
- Wechsel von Getreide mit Hack- und Blattfrüchten
- Wechsel von Winterung und Sommerung

Einschätzung der Konkurrenzkraft einiger Kulturarten

Konkurrenzkräftig	Weniger Konkurrenzkräftig
Roggen	Wintergerste
Triticale	
Hafer	
Ackerbohnen	Erbsen
Mais (bei guter Pflege)	Kartoffeln (Acker-Kratzdistel)
Wintergetreide	Sommergetreide
Gemenge	Reinsaaten
Rotklee, Luzerne	Gelbklee, Hornklee, Weißklee
Weidelgras, Knaulgras	

Standortwahl

Gute Bewirtschaftung der Vorfrucht (wenig Unkraut, keine Strukturschäden, gute Stroh- und Spreuverteilung), wenn möglich wüchsige Zwischenfrucht

Sortenwahl, Saatgut

- Auf regionale Empfehlungen aus Landessortenversuchen achten
- Saatgutqualität
- Kontrolle bei Nachbau
- Langstrohigere und dichtere Bestände unterdrücken besser

Abb. Versuchsanordnung
zur Direktsaat im
Ökolandbau



SEN

Bodenbearbeitung mit Blick auf die Unkrautregulierung

- Umgehende (mehrfache) Stoppelbearbeitung, um Quecken und Disteln zu bekämpfen
- Pflugeinsatz zur Grundbodenbearbeitung langfristig sicherer als pfluglose Verfahren; gute Wirkung des Pfluges gegen Gräser, möglichst flach arbeiten, Erosionsgefahr!
- Frühjahrsfurche verschafft der Kultur einen Vorsprung vor der Acker-Kratzdistel
- Vorfrucht mit geringem Unkrautbesatz ist gute Voraussetzung für nicht wendende Bearbeitung
- Einjährige praktizierte Mulchsaat führt unter günstigen Bedingungen nicht zu Ertragsminderungen bei Wintergetreide

Wurzelunkräuter

- Profitieren von Bodenruhe und schwachen Beständen, wie sie dort Reserven einlagern
- Strategie: Reserven nehmen und neue Reserven verhindern
- Bekämpfung mit Bodenbearbeitung und konkurrenzstarken Pflanzen in der FF
- Distel: mehrschnittiges Futter über 2 Jahre reduziert Distel stark, ständige A
- Ampfer: flaches Abschneiden der Vegetationspunkte, mehrfach grubbern
- Quecke: Rhizome hochgrubbern, mehrfach mit zunehmender Arbeitstiefe, bei trockenem Wetter mit Scheibenegge zerschneiden, nach Trockenphase einpflügen (30 cm)
- Achtung: die Bodenbearbeitung zur Wurzelunkrautbekämpfung führt zu starkem Humusabbau und erhöhter Erosionsgefahr!

Entwicklung von Acker-Kratzdisteln in Abhängigkeit von der Ausführung der Pflugfurche (Ausschnitt aus 10jährigem Versuch; RO6)

Kulturen:

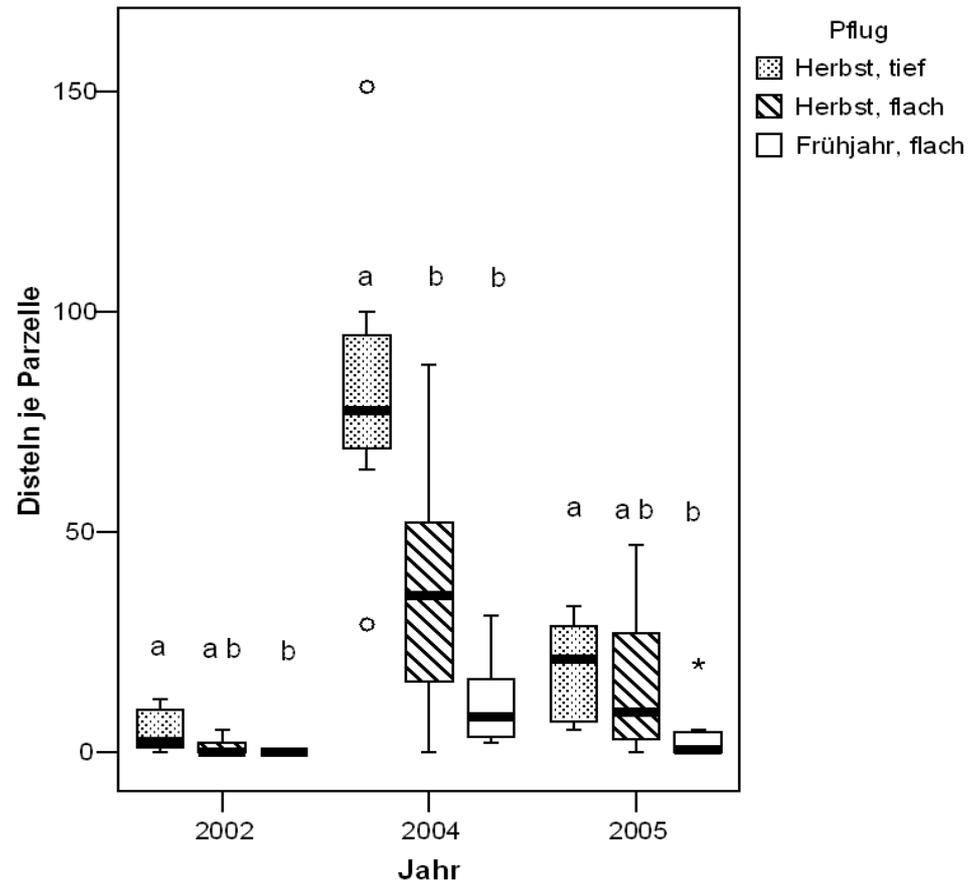
2002 Ackerbohne

2004 Kartoffeln

2005 Ackerbohne

Erhebungszeitpunkt:
Vegetative Phase
beendet

(Ringe und Sterne bezeichnen Ausreißer,
unterschiedliche Buchstaben
kennzeichnen signifikante Unterschiede im
H-Test bei $\alpha=0,05$)



Saatbettbereitung und Aussaat



- "Falsches Saatbett" kann Vorteile bieten; spätere Saaten im Herbst verringern den Unkrautbesatz; deutliche Saatzeitverspätungen führen jedoch zu Ertragsverlusten
- Saatzeitpunkt: Wintergetreide nicht früh säen
- Bestandesdichte: lückenlose, dichte Bestände schon in der Jugendentwicklung, enge Reihenabstände bei Druschfrüchten, hohe Nährstoffversorgung, Dünnsaaten sind risikoreich
- Gleichmäßige Ablagetiefe, Einstellungen kontrollieren!

Hygiene

- unkrautfreies Saatgut
- unbelasteter organischer Dung
- verhindern der Einwanderung und Verschleppung



Abb.
LVG –
Köllitsch,
Ökolandbau
2007,
Winterweizen
-bestand
ohne
mechanische
Unkrautregulierung

Mechanische Unkrautbekämpfung

- Hauptwerkzeug ist Striegel,
- Aussaatmenge um 10 % erhöhen (Kompensation von Pflanzenverlusten)
- Ebenes Saatbett, tiefere Kornablage, gleichmäßige und exakte Tiefenablage
- Pflanzenbestand soll gleichmäßig und schnell auflaufen

- Pflegemaschinen mit leichtgängigen und präzisen Einstellmöglichkeiten bevorzugen
- Gräte mit präziser Seitensteuerung nutzen
- Ebene Ackeroberfläche herstellen und auf exakte Tiefenführung der Technik achten
- Für gleichmäßige Saattiefe von 5-7 cm sorgen
- Gerade Kulturreihen anlegen, Saatanschlüsse präzise einhalten
- Möglichst wenig Fahrspuren erzeugen
- Bodenoberfläche für die mechanische Unkrautregulierung konditionieren
- Geräteeinstellungen mit zwei Personen vornehmen
- Erfahrungen anderer Personen nutzen
- Erfolgskontrollen einsetzen
- Arbeitsbreite Hacke = Arbeitsbreite Sämaschine

Unkrautarten mit hohem Schadpotenzial in Drusch- und Hackfrüchten und Regulierungsansätze

Ausdauernde Arten

Art	Regulierungsansatz					
	Direkte Regulierung	Bodenbearbeitung	Fruchtfolge	Bestandesdichte, Nährstoffversorgung	Zwischenfrüchte	Sonstiges
Acker-Kratzdistel	Hacken	Stoppelbearbeitung	Klee- oder Luzerne, keine Kartoffeln	Konkurrenzstarke Kulturen	Kombination mit Stoppelbearbeitung	„Unkrautkur“
Quecke	Hacken	Stoppelbearbeitung		Konkurrenzstarke Kulturen	Lichtentzug durch z.B. Senf	

Einjährige Unkräuter

Art	Regulierungsansatz					
	Direkte Regulierung	Bodenbearbeitung	Fruchtfolge	Bestandesdichte, Nährstoffversorgung	Zwischenfrüchte	Sonstiges
Weißer Gänsefuß	Striegel					
Wicken	Auskämmen mit Striegel			Konkurrenzstarke Kulturen, hohe N-Versorgung		Saatgutreinigung, keine Winterwickenvermehrung
Kornblume	Hacke		Mehrjährige Schnittnutzung, Hackfrüchte	Hohe N-Versorgung		
Acker-Senf/ Hederich	Hacken		Hackfrüchte			Mäßiger bis starker Frost, Aussamen verhindern

Striegel

Zinken indirekt gefedert



Problembereich Bodenadaptation der Striegelzinken



Indirekt gefederte Zinken am Striegel



Beim Striegeln beachten

- Optimales Striegeln liegt an der äußersten Grenze der Kulturverträglichkeit, im Zweifelsfall Pflanzen zählen
- Die Unkraut regulierende Wirkung des Striegels wird z. T. schon bei geringer Fahrgeschwindigkeit erreicht
- Die richtige Striegeleinstellung kann viel Zeit in Anspruch nehmen
- Gute Voraussetzungen sind: ebenes Saatbett, ausreichend tiefe Saatablage; gleichmäßiges Auflaufen; lockere Bodenoberfläche; keine Kluten; wenig Fahrspuren; trockenes Wetter
- Versäumter Einsatztermin kann nicht nachgeholt werden
- Striegeln hat keine anhaltende Wirkung; d. h. mehrere Arbeitsgänge sind aufeinander abzustimmen
- Kulturpflanzenverluste bei der Aussaat einkalkulieren
- Erfolgreiches Striegel erfordert Erfahrung

Filme zum Striegeln auf Website des LfULG

<https://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/4654.htm>

Fahrspuren auf ein Minimum reduzieren



Wirkung des Striegels nach Unkrautart

Quellen: BÖTTGER, WENK, u.a.



Wirkung des Striegels in Abhängigkeit der Unkrautentwicklungsstadien

Quelle: GRUBER 2003

■ Keimblatt 80-90%

■ Kleine Rosette 70-75%

■ Große Rosette 50-55%

Wirkungsweise im
Keimblattstadium der Unkräuter

■ Ausgerissen 11%

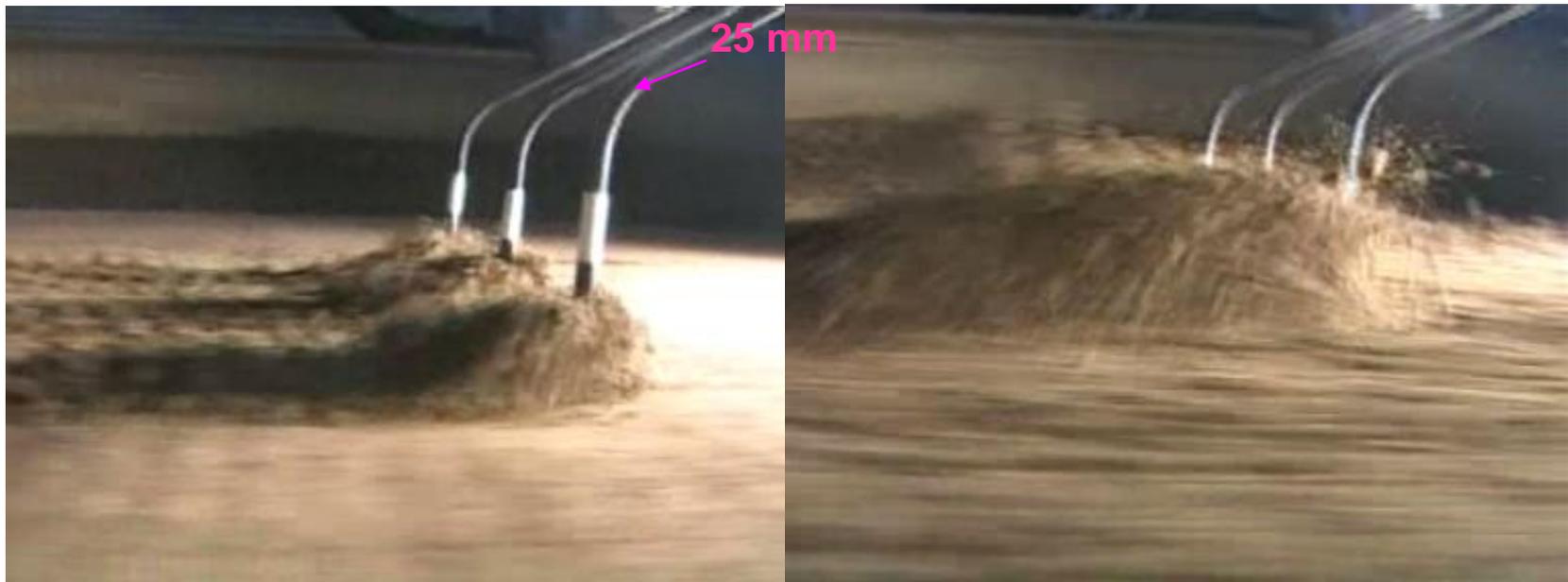
■ Verschüttet 72%

■ Unbeschädigt 17%

Übertragung kinetischer Energie auf die Bodenteilchen



Striegeln bei den Geschwindigkeiten 4 km/h und 8 km/h



4
km/h

8
km/h

Die Bodenoberfläche gerät vollständig in Bewegung



Nachfolgend trockenes Wetter erhöht den Regulierungserfolg



Striegeln - was kostet das?



Gerätebreite	Zugm.	Arbeitsbreite	Parzelle	Leistung	Zeit	Kosten [€/ha]		Diesel	Lohn	Kosten
						fest	var.			
m	kW	m	ha	ha/h	Akh/ha			l/ha	€/h	€/ha
6	45	5,8	2	4,2	0,34	3,65	6,17	2,2	12,00	16
15	67	15	20	10,0	0,12	2,93	4,63	1,8	12,00	11

Eigene Berechnung auf Basis
KTBL Datensammlung 2015

Leichte Bodenkrusten können zu einem hohen Bekämpfungserfolg führen

- Guter Effekt beim Striegeln nach Regenperiode



Nachfolgend trockenes Wetter erhöht den Regulierungserfolg, Striegel bricht Krusten



Striegeln von Wintergetreide

- Ertragsreaktionen des Wintergetreides auf das Striegeln bei eher niedriger (!) Ausgangsverunkrautung wurden selten nachgewiesen. Die Ertragsreaktionen lagen im Bereich von +/-10%.
- Schädigung des Wintergetreides mit dem Striegel ist nur schwer möglich:
 - Striegelversuche auf Sandböden von Winterroggen im Ein- und Zweiblattstadium ergaben zwar zunächst Pflanzenverluste von bis zu 82%, im Laufe der Zeit konnten die verschütteten Jungpflanzen die Bodenoberfläche wieder erreichen. Die endgültigen Pflanzenverluste von maximal 27 % wirkten bei trockenen Wachstumsbedingungen nicht negativ auf den Ertrag (WILDENHAYN 1993).
- Wintergerste ist empfindlicher gegen Ausdünnung
- Das Vorverlegen des Saattermins zur Sicherung der erforderlichen Feldarbeitstage zum Striegeln **verstärkt** die Unkrautentwicklung.
- Blindstriegeln zu Wintergetreide oft nur auf leichten Standorten möglich (Bodenfeuchte)

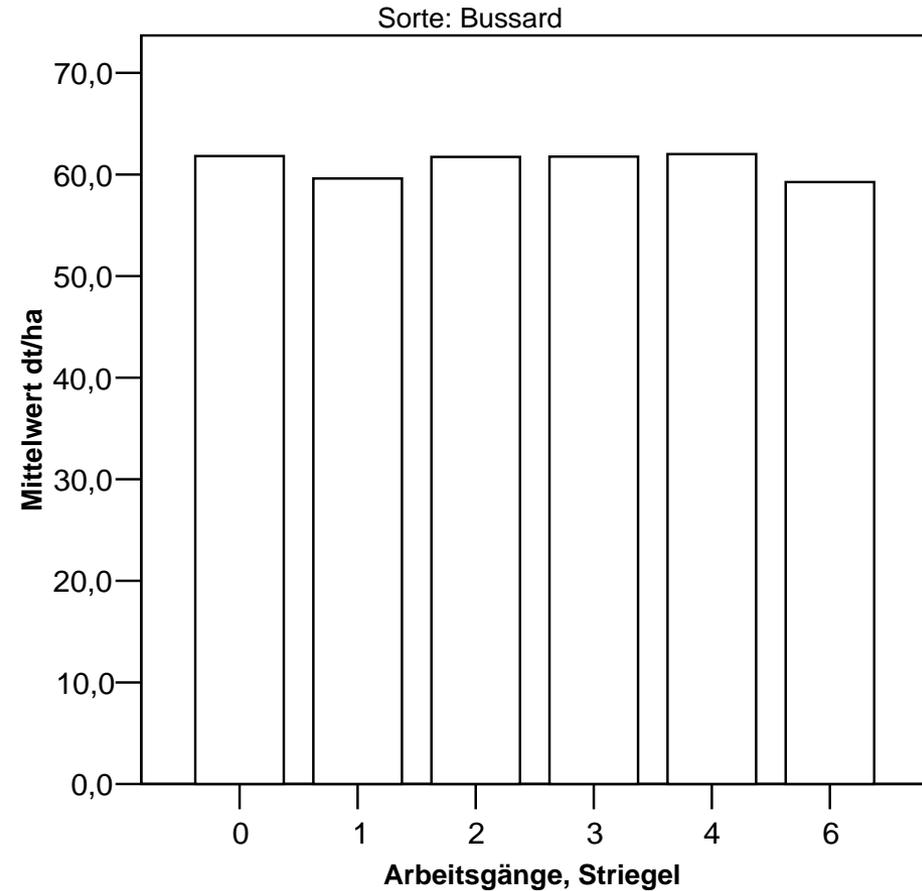
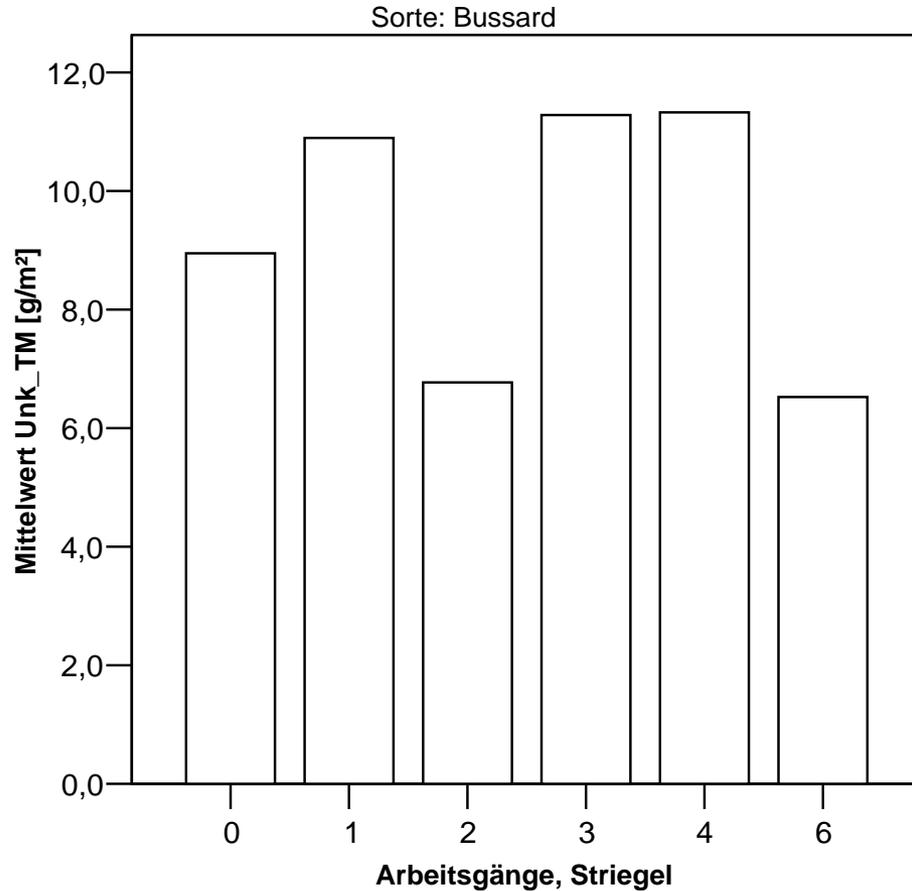


Ca. 60% Überdeckung von Weizen nach dem Striegeln



Effekt von Arbeitsgängen mit dem Striegel auf die Bestandesdichte, Unkraut und Ertrag von Winterweizen

Unterschiede nicht signifikant; $\alpha=0,05$



Sommergetreide

A close-up photograph of several oat panicles (seed heads) in a green, unripe stage. The panicles are elongated and have a distinct ribbed texture. They are attached to thin, dark stems and are set against a bright, overcast sky. The overall appearance is that of a healthy, growing summer grain crop.

Ertragsminderung von Sommergetreidearten durch die Bedeckung mit Erde nach dem Striegeln im Entwicklungsstadium BBCH 12-13 (2-3-Blattstadium des Getreides), unkrautfrei

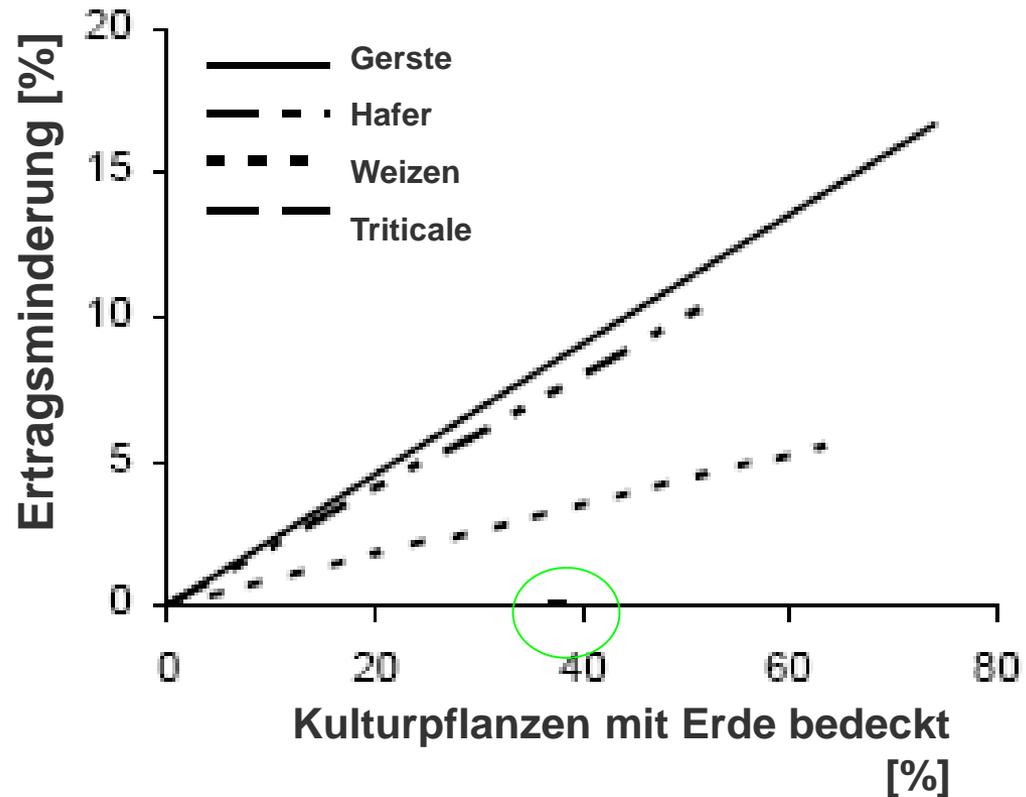


Foto: Kunze, W.

AFPP – THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE
ON NON CHEMICAL CROP PROTECTION METHODS
LILLE, FRANCE, 13, 14 and 15 March 2006

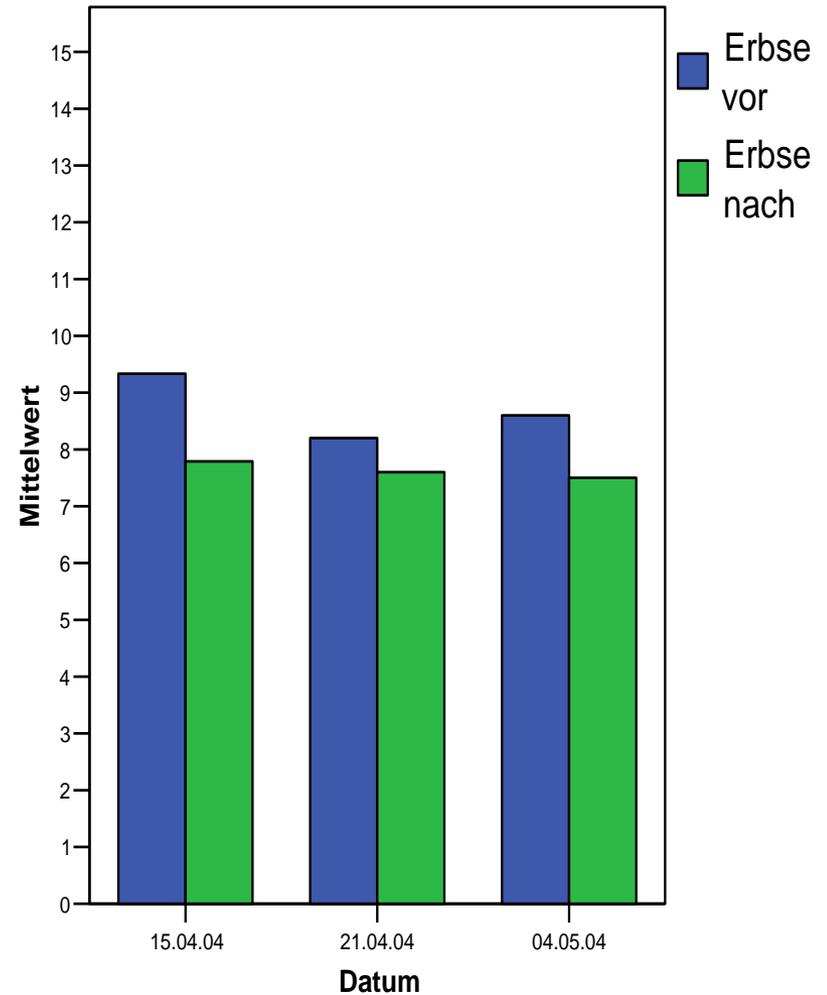
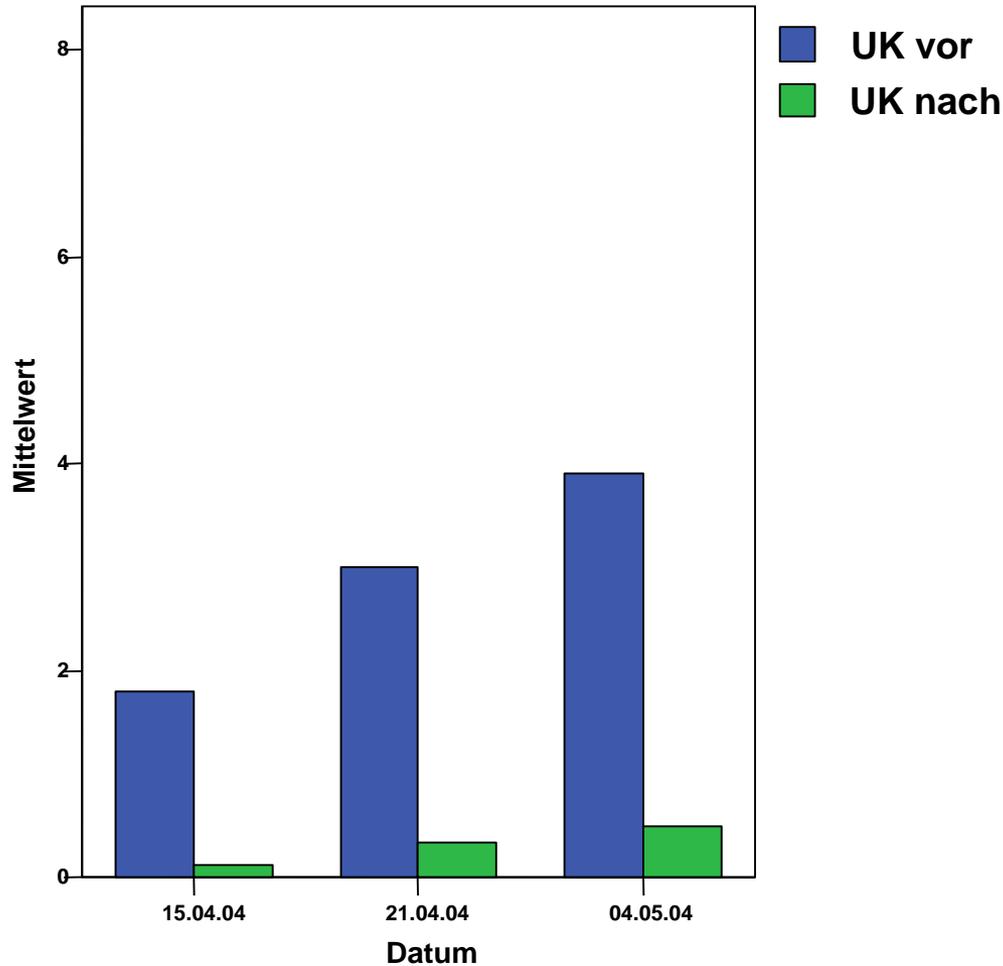
**TOLERANCE OF CEREALS TO POST- EMERGENCE
WEED HARROWING**

H. Gundersen, J. Rasmussen and M. Nørremark

Mechanische Unkrautbekämpfung in Körnerleguminosen

- Hauptwerkzeug ist Striegel,
- In Ackerbohne und Soja Hacken möglich (Reihenweiten ab 25 cm)
- Aussaatmenge um 10 % erhöhen (Kompensation von Pflanzenverlusten)
- Ebenes Saatbett, tiefere Kornablage (mind. 4 cm), gleichmäßige und exakte Tiefenablage

Wirkprinzip des Striegels am Beispiel der Entwicklung von Unkräutern und Erbsen (je 0,1m²) bei mehrmaligem Striegeln



Die Keimung der Unkräuter steuert den Einsatz des Striegels



Keimblätter überirdisch



Blaue Lupine, Soja

Keimblätter unterirdisch



Erbse, Ackerbohne

Bei Einsatzzeitpunkt
und Einstellung
berücksichtigen

Fotos: Hänsel, LfULG

Ausreichende Saattiefe und robuste Stadien der Kulturen bilden die Voraussetzung für erfolgreiches Striegeln
Saattiefe: >4 cm; Einsatzzeiträume: durchgehend bis Verranken



Ackerbohnen sind unempfindlich gegenüber dem Striegel;
Bodenverschlammung beseitigen ist eine weitere Wirkung des
Striegeln

Soja und Lupine wegen epigäischer Keimung vorsichtiger
Striegeln



Nachfolgend trockenes Wetter erhöht den Regulierungserfolg



Leichtes Verschütten der Kulturpflanzen muss sein, Striegeleinstellung richtig



Beschädigte Kulturpflanzen werden teilweise vom Striegel mitgeschleppt und täuschen dann hohe Verluste vor.



Intensiv gestriegelter Erbsenbestand Ergebnisbewertung mit dem Schätzrahmen



Die Kulturpflanzen erhalten durch den Striegeleinsatz nur einen Wachstumsvorsprung vor dem Unkraut



Nach dem letzten Einsatz gekeimtes Unkraut muss vom Kulturpflanzenbestand unterdrückt werden



Mechanisch: Voraussetzung Reihenweiten ab 25 cm, Saatmenge leicht erhöhen

- Falsches Saatbett 1-2 Wochen vor Saat, dann erneut Saatbettbereitung
- Saattiefe 4-5 cm, gleichmäßige Tiefenablage
- Blindstriegeln wenn Keimblätter noch ausreichend Bodenüberdeckung
- Nach Erscheinen des ersten Laubblattpaares striegeln
- 1. Hackgang mit Schutzscheiben
- Abwechselnd Hacken und Striegeln (Werkzeuge wie Ackerbohne)
- Hacke mit Flachhäufler

Mais

- Blindstriegeln
- Hacke mit Schutzscheiben nach Auflaufen bis 3. Blatt
- Ab dann abwechselnd Striegeln und Hacken
- Leichtes Häufeln in die Reihe, nicht umknicken

Einsatzzeitpunkt des Striegels im Nachauflauf



Striegeln bei etwa 3 km/h;



Striegeln



Der Striegel zeigt schon bei geringer Arbeitsgeschwindigkeit eine kräftige Bodenbewegung Arbeitstiefe: ca. 3 cm



Striegeln 4



Striegeln 5



Häufelwirkung des Striegels



Unkrautregulierung und Bodenbearbeitung mit der Rollhacke (Sternhacke, Rollkuli)

Nachteile

- hohe Anschaffungskosten
- Arbeitsbreite begrenzt

Vorteile

- lange Nutzungsdauer
- unempfindlich gegen Verstopfen mit organischem Material
- Krümeln des Bodens
- umfangreiche Anpassungsmöglichkeiten an Boden und Kultur
- ganzflächige Wirkungsweise
- lenkbar

Ausgangssituation für die Rollhacke im Mais



Rollhacke im Mais; Regulierungseffekt von Unkräutern in der Reihe durch leichtes Anhäufeln

- Mit Rollhacke vollflächige Unkrautregulierung durch Hacken und Häufeln mit hoher Präzision
- Einsatzgrenze: steinige Böden (Steine klemmen zwischen den Sternen fest)
- Einsatz bei Ackerbohnen, Soja, Mais, Zuckerrüben, Sonnenblumen, Raps



Hacksterne in Position „Häufeln“; Arbeitsgeschwindigkeit 4 km/h



Perfekt mit der Rollhacke bearbeitete Maisreihe



Rotary Hoe, Fa. Yetter Farm Equipment (USA)

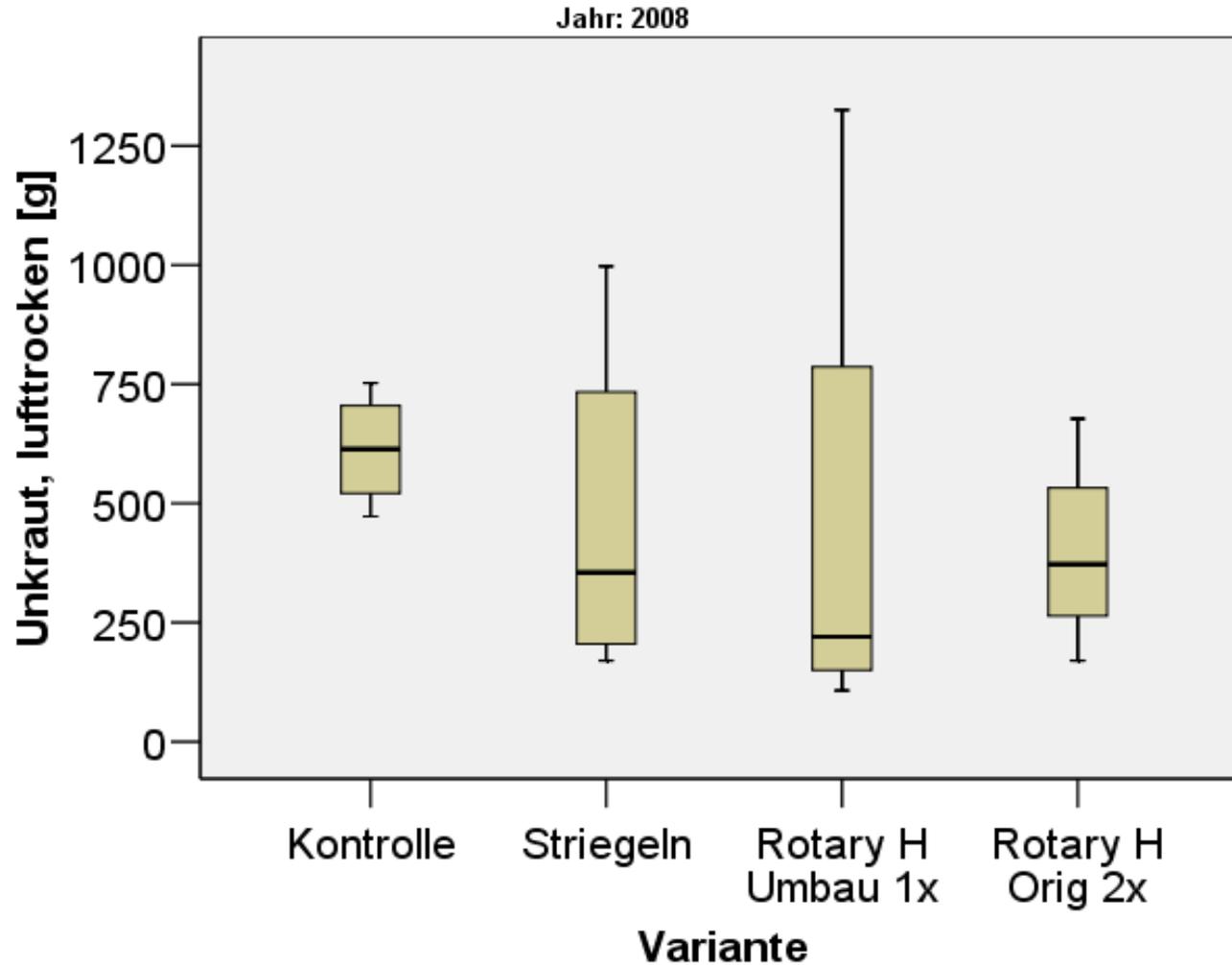


Rotary Star (Einböck, AT)

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



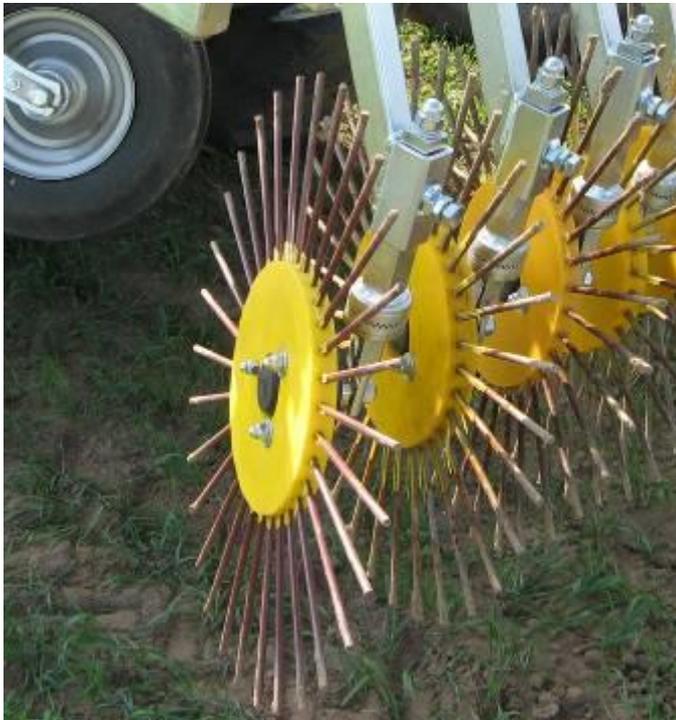
Vergleich von Striegel und Rotary Hoe Unkraut aufwuchs 2008



Rollstriegel

**Zinkensterne stehen bis zu
30° quer zur Fahrtrichtung**

**Arbeitsprinzip und Wirkung
mit Striegel vergleichbar**



**Arbeit wird durch Mulchmaterial nicht behindert
(kein Verstopfen)**

Gute Bodenanpassung

Weitere Geräte zur Unkrautregulierung



Scharhacken



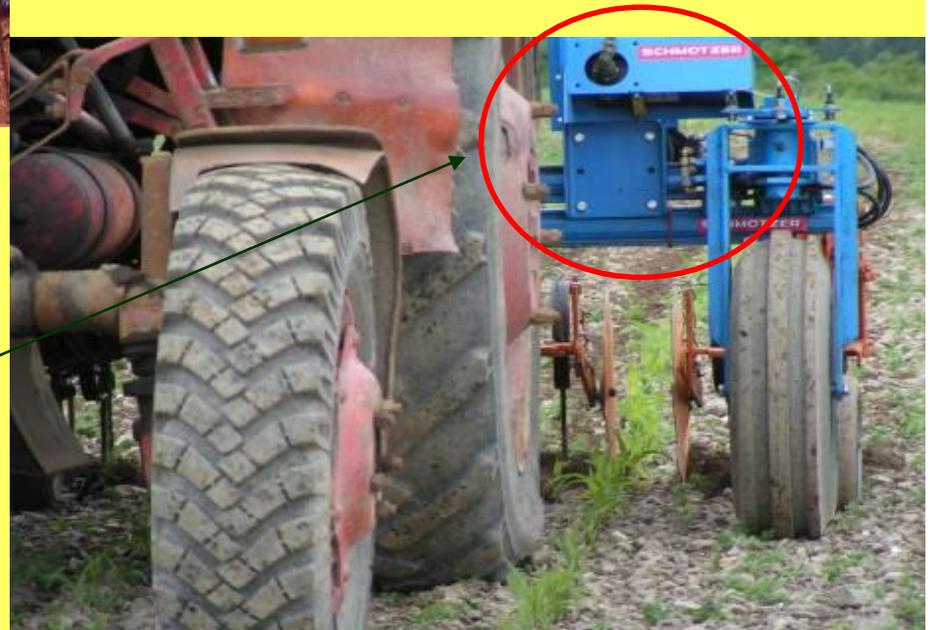
Scharhacke



- **Flaches Schneiden, Rausreißen
Zuschütten zwischen den Reihen**
- **Einsatz bei Ackerbohnen, Soja,
Mais, Gemüse, Zuckerrüben,
Sonnenblumen, Raps**

**Nachlaufender Striegel reduziert
das Wiederauwachsen der
Unkräuter**

**Optoelektronische Steuerung
verbessert Präzision und
Schlagkraft**





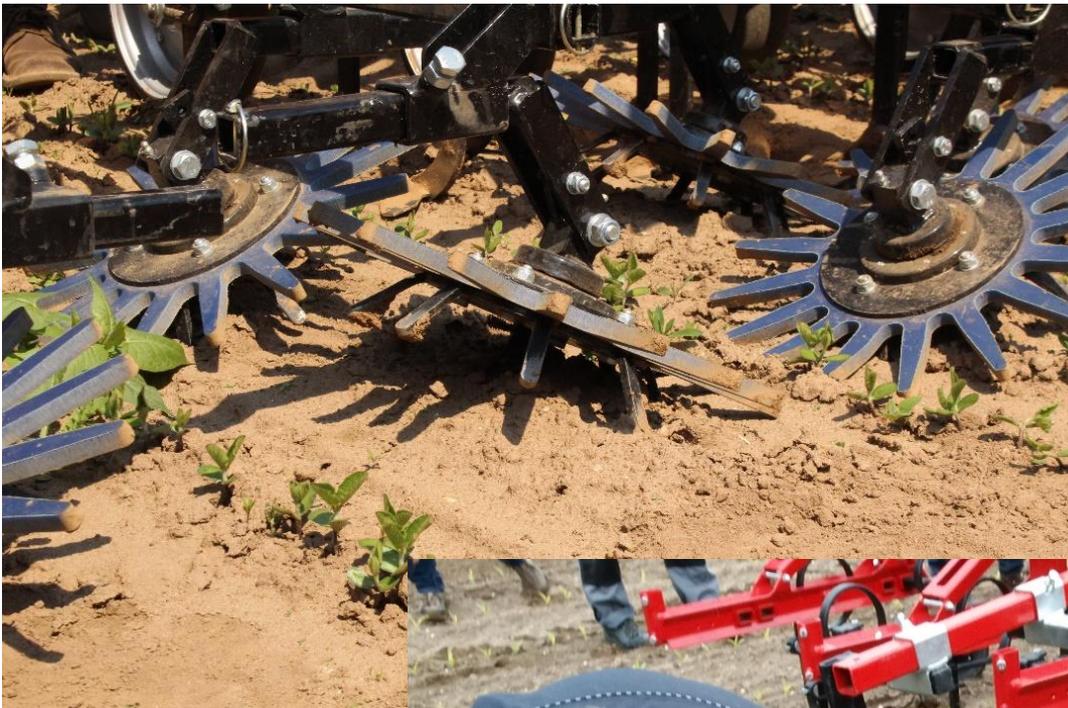
Flachhäufel



Gesteuert in die Reihe



Fingerhacken



Getreidehacken



Fronthacken



Abrasive-Hacke



Abrasive-Hacke Arbeitsbild



LA



Roboter

Notmaßnahmen bei Distel (Comb-Cut)





Danke für die Aufmerksamkeit!