Das Lebensministerium

Präzise striegeln

Altenkirchen 31.01.2009

Freistaat Sachsen

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Mechanische Unkrautregulierung: Kunststück oder Wissenschaft?

- **Es hat von beidem gleich viel.**
- **Die Wissenschaft kann uns das grundlegende Verständnis geben.**
- **Als Landwirt oder Gärtner unter den immer wechselnden Bedingungen das optimale auf dem Feld letztlich zu verwirklichen, ist die Kunst der mechanischen Unkrautregulierung.**
- **Für diese Vielfalt gibt es keine Rezepte.**

- (frei nach Jeffrey L. Gunsolus, 1990, Universität Minnesota, USA, in einem Literaturrückblick über 35 Jahre mechanische Unkrautregulierung in Mais und Soja)

Themenvorschau

- **I. Voraussetzungen für präzises striegeln**
  - Wie wirkt der Striegel
  - Bekämpfungserfolge erkennen und quantifizieren
  - Kondition der Bodenoberfläche
  - Witterung
- **II. Technische Eigenschaften und Einstellung des Striegels**
  - Materialeigenschaften von Striegelzinken
  - Arbeitsbild von Zinken unter Laborbedingungen
  - Ergebnisse von Feldversuchen zur Striegeleinstellung
- **III. Geräteauswahl und neue Gerätetechnik**
  - Grundsätze der Geräteauswahl
  - Striegel mit indirekter Federung der Zinken (z. B. Treffler)
  - Abrollende Systeme (Rollstriegel, Rotary Hoe)
  - System aktiv angetrieben (Jätemaschine)

Unter hohem Unkrautdruck arbeiten und leben

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

I. Voraussetzungen für präzises Striegeln

Erfolgskennzahlen beim Striegeln

- Unkrautregulierung bei Keimlingen mindestens 90% (unmittelbarer Effekt)
- Kulturpflanzenverluste bei früher Bearbeitung < 10%
- Bearbeitete Fläche 100%
- Überlappung der bearbeiteten Flächen gering
- Verkrustungen aufgebrochen
- Handarbeit vermindert
- Gewinn erhöht

Wirkungsweise des Striegels

Quelle: GRUBER 2003

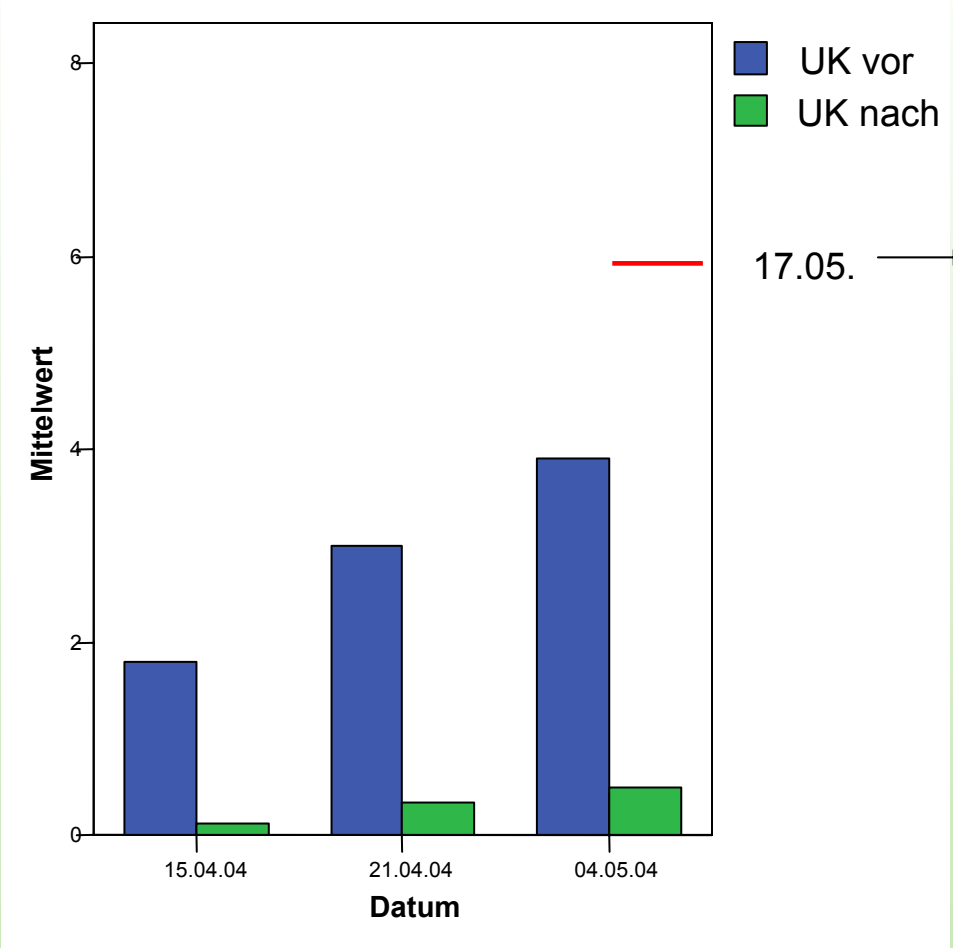
- Keimblattstadium der Unkräuter

ausgerissen	11%
verschüttet	72%
unbeschädigt	17%

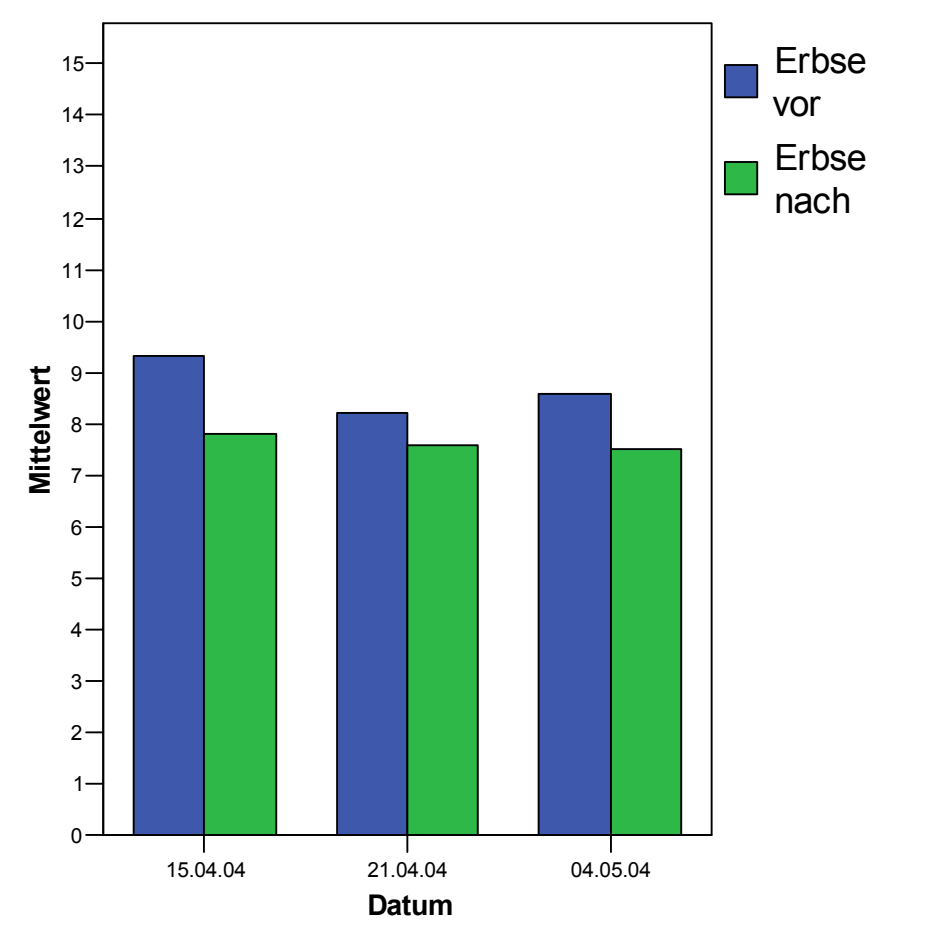
Wirkungsgrade von Eggen und Striegeln gegen Gräser im Getreide

Wirkungsgrad der Egge gegen Gräser in verschiedenen Entwicklungsstadien (KOCH 1970)				
Art	Keimblatt	< 6 Blätter	> 6 Blätter	TKG
Ackerfuchsschwanz Flughafer	70 % 55 %	52 % 25 %	17 % 0 %	2,0 g 22,5 g
Wirkungsgrad in % im Mittel nach verschiedenen Autoren bei Windhalm (TKG 0,1 g)				
85 % Striegel (AUGUSTIN 1994) 57 % Netzegge (BÖHRNSEN & BRÄUTIGAM 1990) 60-70 % Egge (KOCH 1970)				

Wirkprinzip des Striegels am Beispiel der Entwicklung von Unkräutern (je 0,1m²) in einem Erbsenbestand bei mehrmaligem Striegeln



Entwicklung eines Erbsenbestandes (Anzahl Pflanzen je 0,1 m²) bei drei Striegeleinsätzen in der Praxis, n=20; Aussaat: 23.03., Stadien BBCH 10, 12, 16



Kosten des Striegelns

Striegel

Grundlage: KTBL Betriebsplanung Landwirtschaft 06/07

Gerätebreite	Zugm.	Arbeitsbreite	Parzelle	Leistung	Zeit	Kosten [€/ha]		Diesel	Lohn	Kosten
m	kW	m	ha	ha/h	Akh/ha	fest	var.	l/ha	€/h	€/ha
6	45	5,8	2	2,1	0,48	3,58	9,13	3,1	10,20	17,61
15	83	14,8	5	6,7	0,15	3,66	7,07	2,60	10,20	12,26

Zum Vergleich:

Kosten der Saatbettkombination, AB 5 m: 23,54 €/ha

Ein Arbeitsgang Striegeln entspricht bezogen auf die Kosten 0,5 dt Getreide à 30€/dt

Günstige Arbeitsbedingungen beim Striegeln

Boden:

Krümeliger Boden, tw. auch leicht krustig

Wetter:

Trocken, windig, warm/heiß, frostfrei

Kultur:

tief gesät, tief gepflanzt, eingewurzelt, widerstandsfähig, regenerationsfähig

Erbsenkeimling beim Striegeln freigelegt

Einsatz und Bewertung der mechanischen Unkrautregulierung am Beispiel Arnikaanbau

Tab. 16 Bestandspflege im ökologischen Arnikaanbau

Gerätegruppe	Arbeits-gänge* [n]	Produktions-verfahren [n]	Erfolg Unkrautbekämpfung in der Reihe [%]	Verluste Kulturpflanze [%]
Maschinenhacke				
Gänsefußschar	3,5	2	0	3,5
Fingerhacke	1,9	2	72,5	4,8
Striegeln	4,2	3	50,0	5,0
Häufeln	1,5	2	32,5	2,5
Reihenfräsen	1,0	2	0	1,0
Handhacke	2,3	5	87,4	0,8

* Mehrfachnennungen möglich

Quelle: Röhricht, Christian; Karte, Tobias und Schubert, Mario (2003) Analyse der ökologischen Produktionsverfahren von Heil- und Gewürzpflanzen in Deutschland. Bericht, Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn.

Arbeitsgänge zur mechanischen Unkrautregulierung und Handarbeit am Beispiel Arnikaanbau

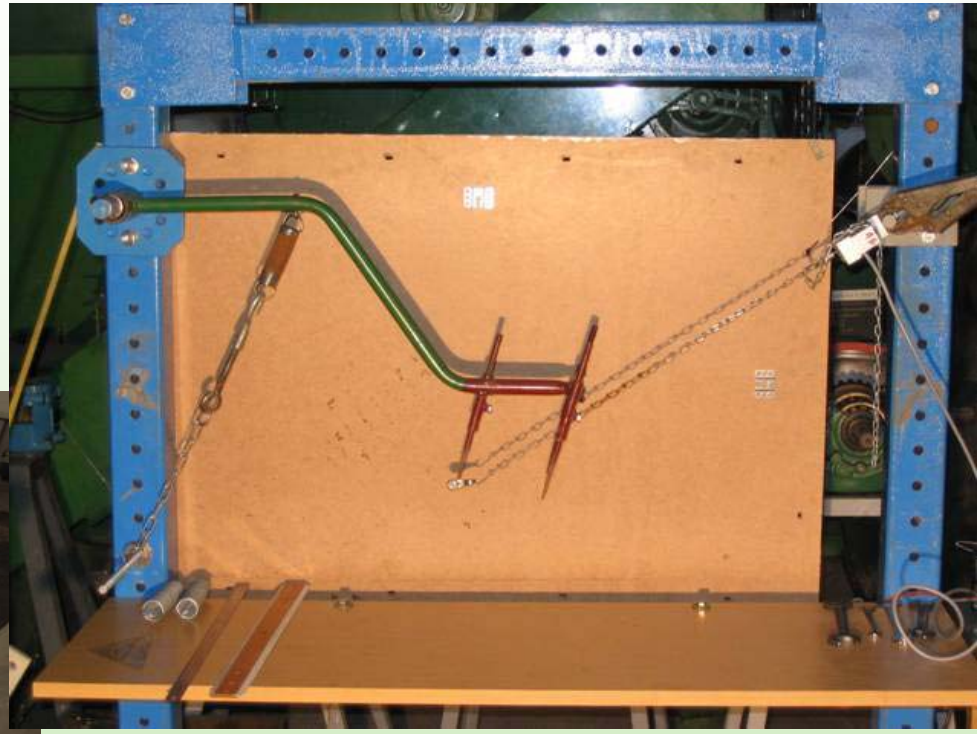
Tab. 17 Häufigkeit eingesetzter Gerätegruppen im ökologischen Arnikaanbau

Gerätegruppe	Betrieb 1 [n]	Betriebe 2 [n]	Betrieb 3 [n]	Betrieb 4 [n]	Betrieb 5 [n]
Maschinenhacke					
Gänsefußschar	5		3,5	5	2
Fingerhacke		3		0,8	
Striegeln	5,5	3,5	4,0		
Häufeln			2	1	
Reihenfräsen	1	1			
Handhacke	2(40)	1(100)	2(230)	3,5(350)	3(600)
Überfahrten	**13,5**	**8,5**	**11,5**	**10,3**	**5**

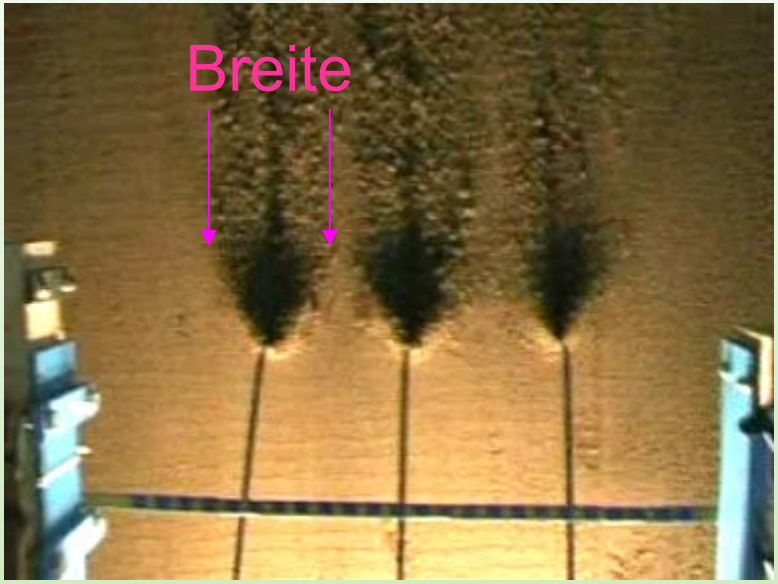
( ) Akh/ha

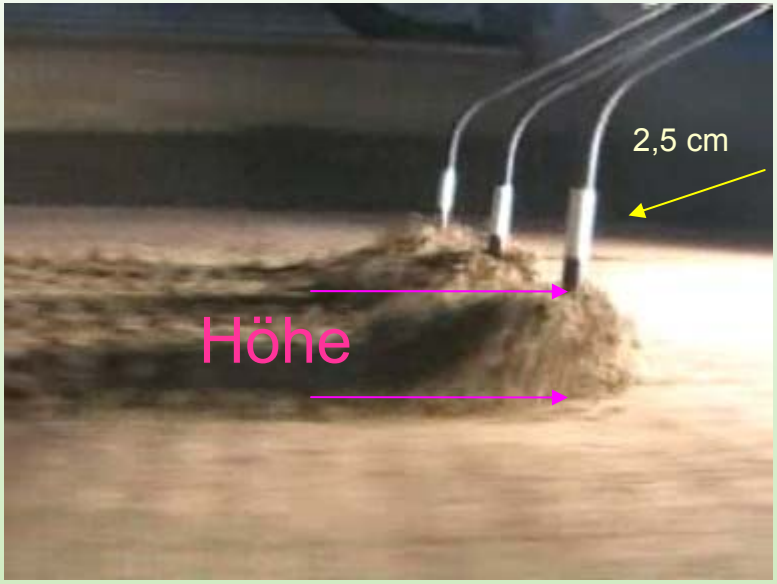
Quelle: RÖHRICHT et al. 2003

II
Technische Eigenschaften der Striegelzinken



Bestimmung von Wurfweite und –höhe der Bodenpartikel beim Striegeln in der Bodenrinne





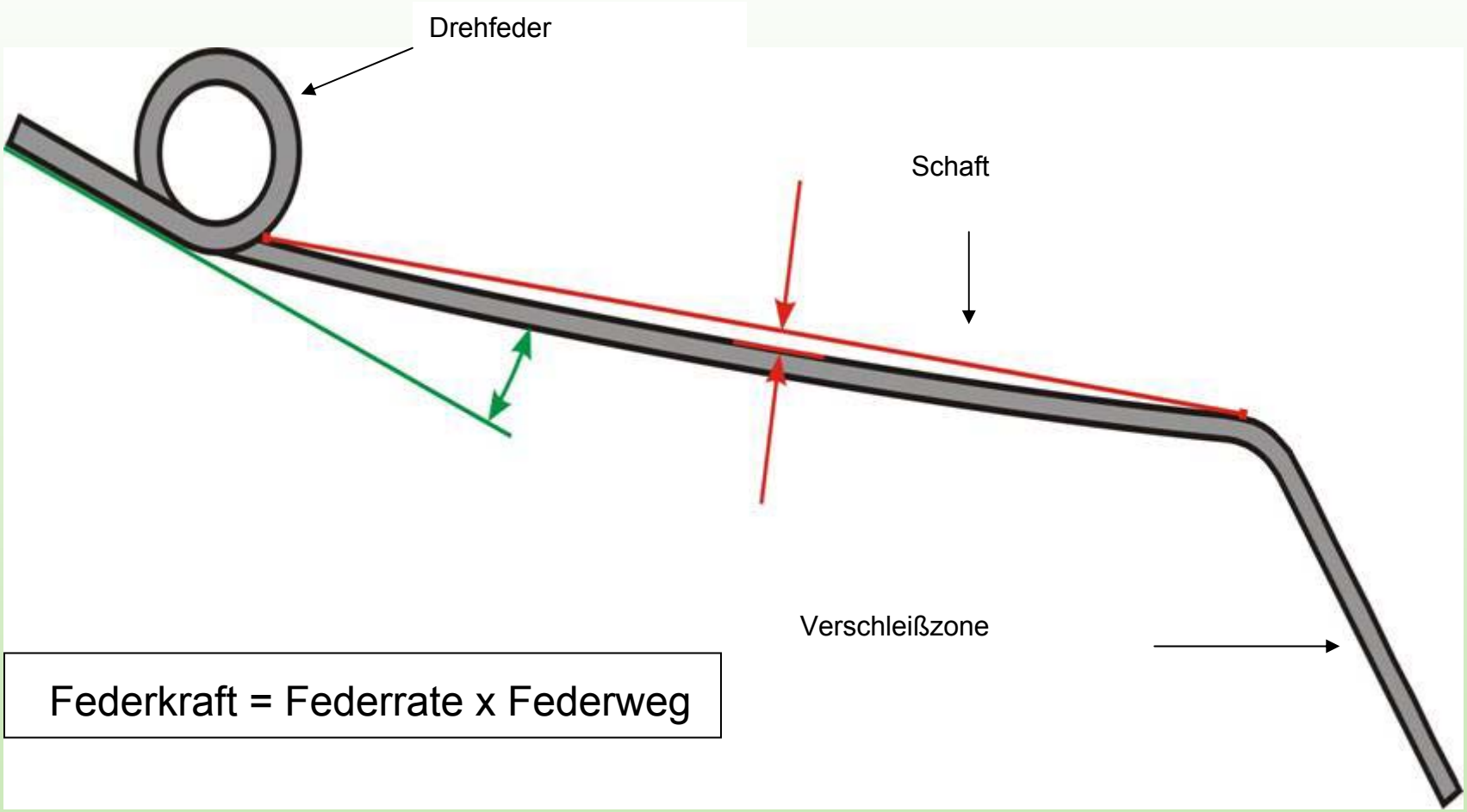
Striegeln bei den Geschwindigkeiten 4 km/h und 8 km/h

Zum Federverhalten von Striegelzinken und Ableitungen für den Striegeleinsatz

Daten: BECHERER 2004, unveröffentlicht

- Das Einhalten einer flachen Bodenbearbeitung von 2 bis 4 cm Tiefe mit dem Striegel wird über verschiedene Konstruktionen ermöglicht. Hierfür werden
  - Stützräder,
  - Parallelogrammsteuerungen sowie
  - schwimmend aufgehängte und
  - verwindbare Werkzeugträger eingesetzt.
  - Kleinräumige Bodenniveauunterschiede (Bereich: dm²) (Fahrspuren, Pflanzdämme) können zudem über die Federung der Zinken ausgeglichen werden.
- Eine weiche Federung „tastet“ der Oberflächenkontur besser ab als eine harte Federung. Lange Federwege lassen umfangreichen Niveauausgleich zu.

Aufbau und Federung eines Striegelzinkens



Federkraft = Federrate x Federweg

Hinweise zum Einsatz von verschiedenen Striegelzinken 1
Theoretische Ableitung ohne Versuche

- Weich gefederte Federzinken
  - für lockeren Boden, insbesondere in Sommerkulturen
  - Gute Bodenanpassung
  - Gefahr des seitlichen Ausweichens bei dichten Pflanzenreihen oder Dämmen
  - Nachlaufen in vorhanden Rillen oder Bodenrissen
  - Zinken sind weniger Robust

- Hart gefederte Federzinken
  - Einsatz bei festem Boden, insbesondere in Winterkulturen, Zinkendruck ist durch das Gewicht des Striegels begrenzt
  - Geringe Bodenanpassung
  - Geringes seitliches ausweichen
  - (Gewicht des Striegels begrenzt letztlich den Zinkendruck auf dem Boden)

Hinweise zum Einsatz von verschiedenen Striegelzinken 2

- Indirekt gefederte Zinken
  - Sehr gute Bodenanpassung
  - Geringes seitliches Ausweichen
  - Federkräfte im weiten Bereich stufenlos einstellbar
  - Erhöhter technischer Aufwand

Federraten von Striegelzinken verschiedener Hersteller
1

1 N ^= Gewichtskraft von 0,1kg

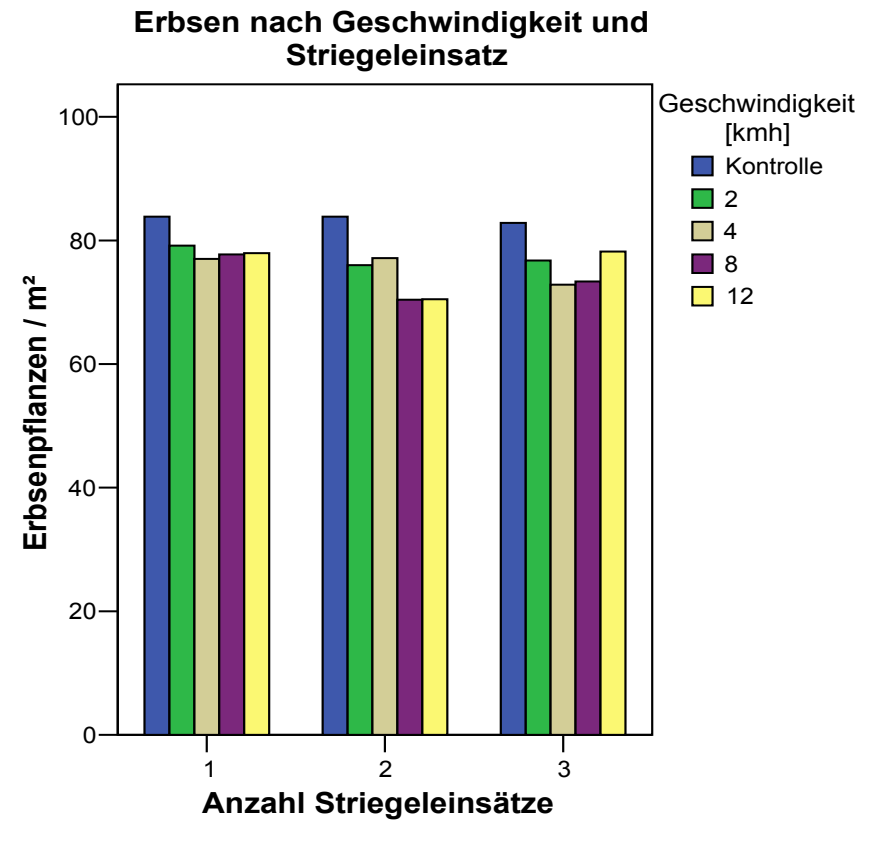
Hersteller	Federung	Anmerkung	Durch-messer [mm]	Länge [mm]	Federrate horizontal – längs [N/cm]	Federrate horizontal – quer [N/cm]
Einböck	Direkt		6,5	380	6,5	4,4
			7	490	2,9	2,9
			7	630	1,3	1,4
			8	490	4,6	4,3
		gerader Zinken	8	490	4,7	4,7
Hatzenbichler	Direkt	Prallelogramm-	6	400	1,9	2,6
		Führung	7	470	2,3	3,0
		Möglich	8	470	3,5	4,7
Köckerling	Direkt	Parallelogramm -	7	580	3,5	3,7
		Führung	8	450	3,0	2,7

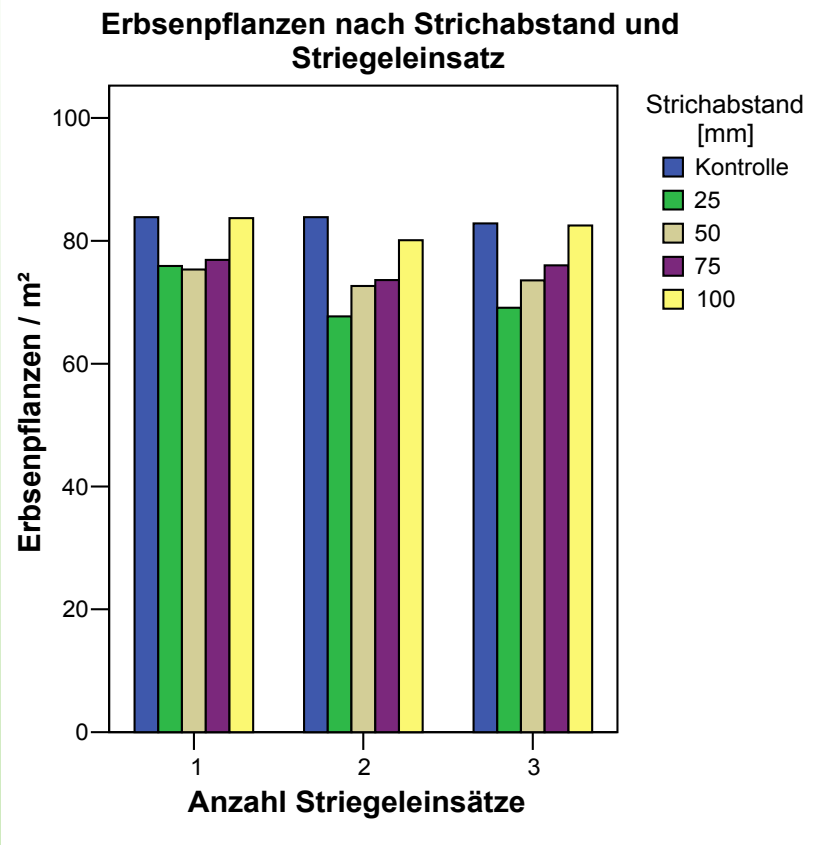
Hersteller	Federung	Anmerkung	Durch-messer [mm]	Länge [mm]	Federrate horizontal – längs [N/cm]	Federrate horizontal – quer [N/cm]
Rabe	Indirekt	Zinkenquer-schnitt rechteckig; Striegelfertigung Eingestellt	17x3	540	0,6	(7,2)
Ralle	Direkt		6	380	1,7	2,8
			6	450	1,3	1,7
			7	450	2,5	3,3
			8	360	9,1	10,2
			8	430	4,6	6,6
			8	440	5,2	6,5
Regent	Direkt		7	440	2,6	3,5
			8	440	4,2	6,2

Hersteller	Federung	Anmerkung	Durch-messer [mm]	Länge [mm]	Federrate horizontal – längs [N/cm]	Federrate horizontal – quer [N/cm]
Reinert	Indirekt	Verschiedene	2,5	600	0,7	Nicht gefedert
		Hebel im	2,5	770	0,5	Nicht gefedert
		Federsystem	2,5	960	0,4	Nicht gefedert
Treffler	Indirekt	harte Zugfeder	8	520	0,4	(7,1)
		weiche Zugfeder	8	520	0,3	(7,1)

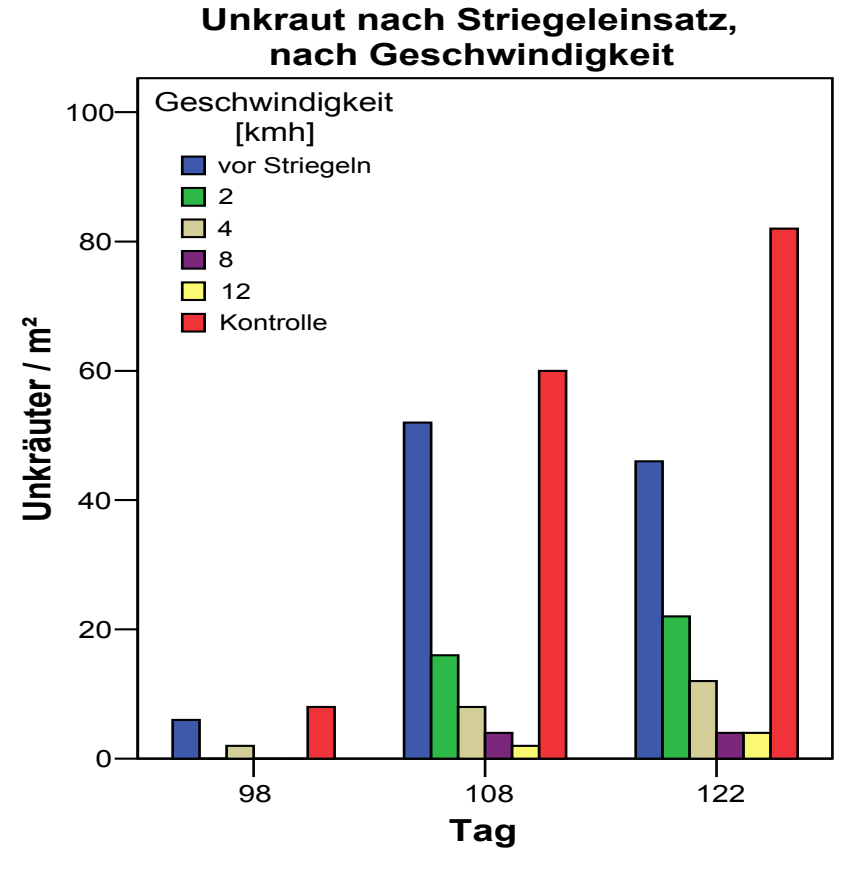
Geschwindigkeit und Strichabstand beim Striegeln in Erbsen
Termine: VA, BBCH 12 und 14; Saatstärke: 90 Korn/m²

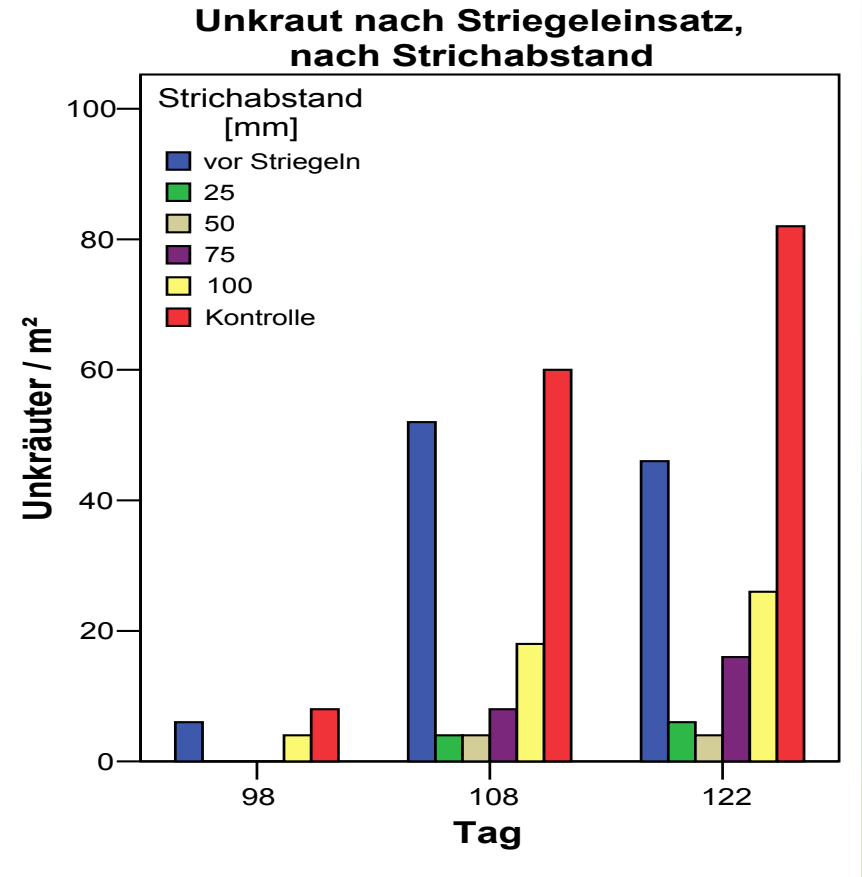
SIEGEL, Diplomarbeit 2006, HTW-Dresden





Einfluss von Geschwindigkeit und Zinkenabstand auf den Unkrautbesatz im Erbsenbestand





III. Technikauswahl

Neues Striegelmodell mit indirekter Federung

Starrer Rahmen

Indirekte Federung der Zinken (konstante Federwirkung)

Solide Verarbeitung

Beste Bodenanpassung

Schnelles Einstellen

Hersteller:
Maschinenbau Treffler

Rollstriegel
Hersteller: Annaburger Nutzfahrzeug GmbH

Unkrautregulierung wie Striegel (wenig untersucht)

Arbeitet verstopfungsfrei

Solide verarbeitet

Gute Bodenanpassung durch gefederte Teleskope

Mit Hacke kombinierbar: „Uni-Hacke“

Rotary Hoe („Sternradhacke“)
Hersteller: Yetter Farm Equipment (USA)

Unkrautregulierung schwächer als Striegel, mehr Arbeitsgänge nötig

Ev. verträglicher für Kulturen

Gute Bodenanpassung durch weiche Federn

Verschleißanfällig

Wenig Einstellmöglichkeiten

Sehr hohe Arbeitsgeschwindigkeit

Jätemaschine
Vertrieb: Christiaens Agro Systems (NL)

Arbeitsprinzip:
„Kehrmaschine“

Reihengebunden

Zahlreiche Einstellmöglichkeiten

Wirksamkeit konnte aufgrund technischer Mängel nicht festgestellt werden (Rahmenrisse, Zinkenbruch, Laufräder zu klein)

Grobe Schäden an Kulturen (Mais, Oregano)

Röhricht & Köhler 2006

Tabelle 6: Pflanzenverluste bei Oregano (Prozent) durch Maschineneinsatz, Clennen, 2004

Unkrautbekämpfung im Reihenbereich	Anteil Pflanzenverluste auf bearbeiteter Fläche	Beurteilung vom Wachstum des Pflanzenbestandes
	Prozent	
Tag der Bearbeitung	**04.06.2004**	
Mechanische Unkraut-jätemaschine	6,7	noch in Anwachsphase, kaum Verwurzelung im Boden, kein sichtbares Wachstum Ausfälle nachgepflanzt
Pneumat	1,4	Ausfälle nachgepflanzt
Tag der Bearbeitung	**14.06.2004**	
Mechanische Unkraut-jätemaschine	15,6	noch in Anwachsphase, bessere Verwurzelung im Boden Ausfälle nachgepflanzt
Pneumat	1,7	keine Nachpflanzung
Tag der Bearbeitung	**23.06.2004**	
Mechanische Unkraut-jätemaschine	11,9	deutlicher Neuaustrieb, außer bei den nachgepflanzten Pflanzen, 3-10 cm hoch und breit
Pneumat	0	
Nachbonitur	**08.07.2004**	
Mechanische Unkraut-jätemaschine	3,1	Wachstum fortgeschritten, aber kaum Bestockung, erste Ansätze von Blütenknospen
Pneumat	2,3	
Nachbonitur	**03.08.2004**	
Mechanische Unkraut-jätemaschine	7,5	Pflanzen 10 - 30 cm hoch und 20 x 20 cm breit, teilw. Blütenknospen
Pneumat	5,3	
Summe (ohne Nachpflanzung)	**03.08.2004**	
Mechanische Unkraut-jätemaschine	22,5	
Pneumat	9,3	

Hacke und Striegel kombinieren, verhindert erneutes Anwachsen der Unkräuter

Striegeln im Kräuteranbau präzise umsetzen

- Beste agrotechnische Termine, Boden- und Wetterbedingungen einhalten
- Beete topfeben, Arbeitsbreiten für sensible Kulturen nicht zu groß, mglw. Beetstriegel nutzen
- Striegel entsprechend der Bearbeitungsziele bestücken; neue Zinken auf Grünland oder Getreide einfahren (Enden abrunden)
- Striegel technisch im 1A Zustand (Alle Lager spielfrei besonders am Faltrahmen und Lagerzapfen der Striegelfelder (System Hatzenbichler), keine Zinken verbogen
- Erfahrenen Mitarbeiter mit Striegeln beauftragen; Einstellung auch zu zweit, einer Fährt, der andere beobachtet und stellt ein.
- Grundeinstellung: Verschleißzone etwa senkrecht zum Boden (größter Federweg), Arbeitstiefe jedes Zinken 2-3 cm, erste Geschwindigkeit 2 km/h; Zinken notfalls „hochbinden“
- Ergebniskontrolle, ggf. Arbeitstiefe erhöhen (für bessere Unkrautregulierung), bei gutem Ergebnis Geschwindigkeit steigern (für geringere Arbeitszeit)
- Erfahrungen schriftlich festhalten
- Experimentieren