

Vergleich verschiedener Direktsaatsysteme für Mais in Biogasfruchtfolgen

Hans Kirchmeier

Dr. Markus Demmel, Dr. Andreas Weber *

Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT)

*Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und
landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB)

Einleitung - Maisanbau

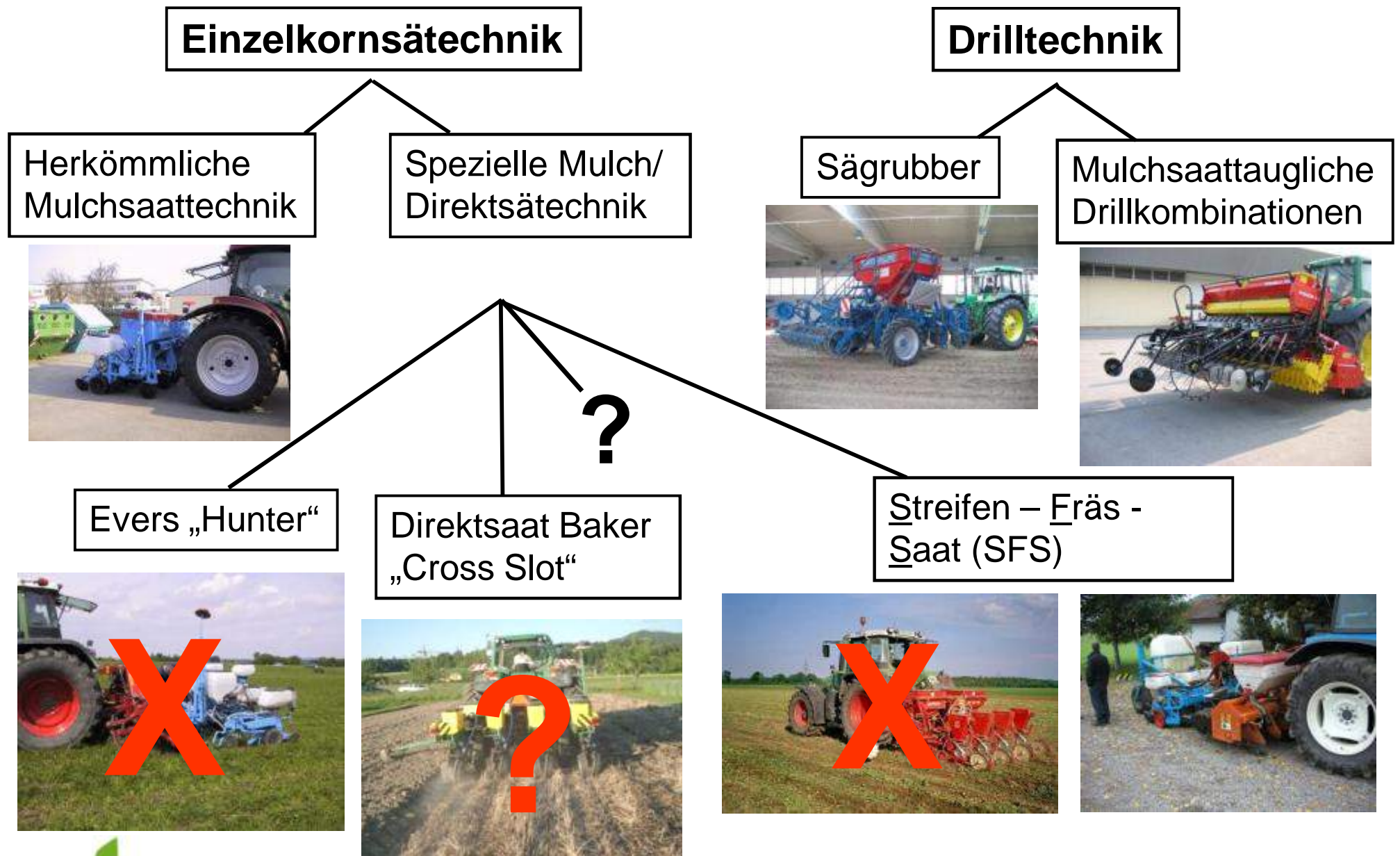
- Maisanbaufläche hat mit der steigenden Biogas-erzeugung in Deutschland seit 2000 um >30% von 1,5 Mio. ha auf 2,1 Mio. ha zugenommen.
- Mais wird von den Veränderungen durch den Klimawandel begünstigt. Es wird erwartet, dass sein Flächenanteil in Deutschland weiter ansteigt.
- Mais ist eine Sommerung, die erst spät den Bestand schließt.
- Mais (ist) war eine Hackfrucht und wird zumeist mit Reihenweiten von 75 cm angebaut.
- Maisanbau ist mit einem erhöhten Erosionsrisiko verbunden.

**Sind unsere bisherigen Bestellverfahren
die einzig richtigen?**

Gibt es Alternativen?

- funktionssicher
- erosionsmindernd
- leistungsfähig
- kostengünstig

Stand der Technik - Bestelltechnik für Mais



Untersuchte Säsysteme

Grubbersaat

z.B. Köckerling Triathlon



Universaldrillmaschine (Sägrubber)

(für Pflug-, Mulch- und Direktsaat)

- Keine Einzelkorn- sondern Drillsaat (Bandsaat, pneumatisch)
- Gezogenes, aufgesatteltes Gerät
- Arbeitsweise:
 - Crossboard zur Einebnung
 - Federzinken (7 cm breit bei 16,6 cm Strichabstand) bearbeiten den Boden auf Saattiefe
 - Tiefeneinstellung erfolgt über Packerwalze
 - über Fallrohre wird Saatgut hinter den Scharen in den Boden geblasen (Bandsaat mit ca. 6 cm)
 - STS Packerwalze sorgt für Rückverfestigung (hinter jedem Säzinken läuft ein „U“ förmiger Packerring)
 - Nachstriegel für Einebnung und Saatgutbedeckung
- Reihenunabhängiges Maisgebiss (nicht) unbedingt notwendig

Untersuchte Säsysteme

Scheiben-Drillsaat

z.B. Väderstad Rapid



Universaldrillmaschine (Scheibensämaschine)

(für Pflug-, Mulch- und Direktsaat)

- Keine Einzelkorn-, sondern Drillsaat (mechanisch)
- Gezogenes, aufgesatteltes Gerät
- Arbeitsweise:
 - 1. Zone: Bodenbearbeitung (Crossboard, Zinken oder Hohl­scheiben bearbeiten den Boden und die Erntereste)
 - 2. Zone: Aussaat (Dünger und Saatgut getrennt voneinander möglich)
gummigefederte Einscheibenschare bearbeiten den Boden auf Saattiefe und legen Saatgut bzw. Dünger ab
 - 3. Zone: Walzen und Auflockern
Räder drücken die Saatrillen zu und sorgen für Rückverfestigung
Nachstriegel lockert die Oberfläche und schützt vor Verschlämmung
- Reihenunabhängiges Maisgebiss nicht unbedingt notwendig

Untersuchte Säsysteme

Einzelkornsaat

z.B. Kuhn Maxima



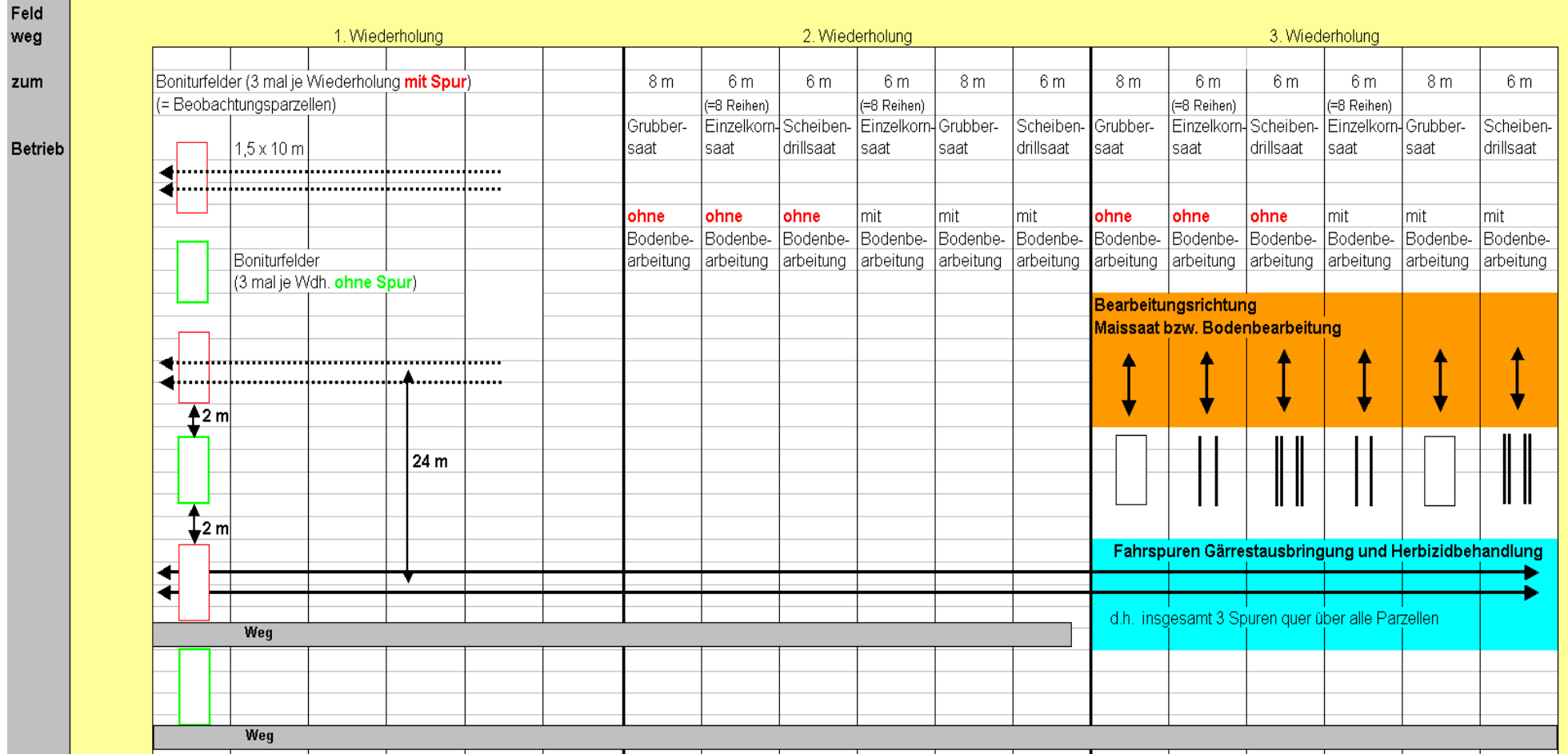
Pneumatisches Einzelkornsägerät

(speziell für Mais / Pflug-, Mulch- und Direktsaat* möglich)

- Mulchsaattaugliche Ausführung
- Sonderausführung* für Direktsaat bis zu 190 kg Schardruck
- Dreipunkt angebautes Gerät
- Arbeitsweise:
 - Optionale Klutenräumer oder Sternräumer befreien die Saatrille von organischer Masse (Ernterückstände)
 - Doppelscheibenschar öffnet Boden und legt Saatgut ab
 - Exakte Saatgutdosierung über Säscheibe mit Vakuum
 - Parallelogramm geführte Säeinheit für optimale Boden Anpassung
 - Separates Scheibenschar für Düngerausbringung
 - Verstellbare Andruckrollen für die Schließung der Saatrille und Rückverfestigung
- Reihenunabhängiges Maisgebiss nicht notwendig

Plan Feldversuch Maisbestellverfahren

Versuchsplan Gut Rosenau 2007



Autobahn A 92 München - Deggendorf

Bilder Versuchsanlage



Oberteisbach 2009



Bilder Versuchsanlage



Gut Rosenau 2009

Ergebnisse 2007, 2008 und 2009 (Feldaufgang)

Standort bzw. Jahr	Feldaufgang	Gut Rosenau 2007	Gut Rosenau 2008	Gut Rosenau 2009	Ober- teisbach 2008	Ober- teisbach 2009	alle Jahre und Standorte	
Variante		Feldaufgang [%] der Aussaatstärke					Feldaufgang MW [%] der Aussaatstärke	
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur	Grubbersaat	65,2	87,6	80,6	78,9	76,1	77,7	77,9
ohne Bodenbearbeitung mit Spur		65,8	86,1	77,3	80,2	75,6	77,0	
mit Bodenbearbeitung ohne Spur		66,7	84,2	81,4	85,3	78,3	79,2	
mit Bodenbearbeitung mit Spur		66,5	86,6	79,6	83,3	72,3	77,7	
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur	Scheiben- Drillsaat	75,7	89,1	85,9	82,1	83,6	83,3	81,3
ohne Bodenbearbeitung mit Spur		67,6	81,7	80,2	74,9	84,6	77,8	
mit Bodenbearbeitung ohne Spur		74,1	83,7	87,5	90,9	86,3	84,5	
mit Bodenbearbeitung mit Spur		72,1	84,4	80,2	76,2	84,2	79,4	
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur	Einzelkornsaat	76,2	94,4	91,0	93,0	89,3	88,8	86,1
ohne Bodenbearbeitung mit Spur		76,7	92,4	66,1	73,2	77,2	77,1	
mit Bodenbearbeitung ohne Spur		82,2	92,9	89,6	95,5	89,9	90,0	
mit Bodenbearbeitung mit Spur		82,4	94,4	88,7	89,6	86,8	88,4	
Durchschnitt der Jahre und Standorte		72,6	88,1	82,3	83,6	82,0	81,7	

Bilder Versuchsanlage



Gut Rosenau 2009

Gut Rosenau 2009



Ergebnisse 2007, 2008 und 2009 (Trockensubstanzgehalte)

Standort bzw. Jahr		Feuchte		Gut Rosenau			Oberteisbach			
				2007	2008	2009	2008	2009	alle Jahre und Standorte Ø	
Variante		Feuchte TS [%]	Feuchte TS [%]	Feuchte TS [%]	Feuchte TS [%]	Feuchte TS [%]	Feuchte TS [%]	Feuchte TS [%]	Feuchte TS [%]	
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur	Grubbersaat	39,3	28,2	40,0	32,6	37,4	35,5	35,7		
ohne Bodenbearbeitung mit Spur		39,7	28,5	39,0	33,3	38,2	35,7			
mit Bodenbearbeitung ohne Spur		38,9	27,4	39,0	33,7	39,2	35,6			
mit Bodenbearbeitung mit Spur		39,1	27,5	39,5	34,1	40,0	36,0			
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur	Scheiben-Drillsaat	39,4	28,7	39,6	33,3	39,5	36,1	36,5		
ohne Bodenbearbeitung mit Spur		41,7	29,5	40,1	32,1	38,0	36,3			
mit Bodenbearbeitung ohne Spur		40,4	28,7	39,9	35,6	39,0	36,7			
mit Bodenbearbeitung mit Spur		39,1	27,7	40,7	36,2	40,9	36,9			
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur	Einzelkornsaat	39,8	29,9	40,6	35,0	41,5	37,4	37,7		
ohne Bodenbearbeitung mit Spur		40,3	28,9	40,3	39,0	40,3	37,8			
mit Bodenbearbeitung ohne Spur		40,7	30,0	39,9	38,1	40,4	37,8			
mit Bodenbearbeitung mit Spur		41,4	29,4	41,3	37,3	39,3	37,7			
Durchschnitt der Jahre und Orte		40,0	28,7	40,0	35,0	39,5				

Ergebnisse 2007, 2008 und 2009 (Trockensubstanzgehalte)

Faktor	mittlerer relativer TS Gehalt	Signifikanz (SNK Test)
Sätechnik		
Einzelkornsaat	103 %	A
Scheiben-Drillsaat	100 %	B
Grubbersaat	98 %	C
Bodenbearbeitung		
mit Bodenbearbeitung	100 %	A
ohne Bodenbearbeitung	100 %	A
Bodenbelastung		
mit Spur	100 %	A
ohne Spur	100 %	A

Bilder Versuchsanlage

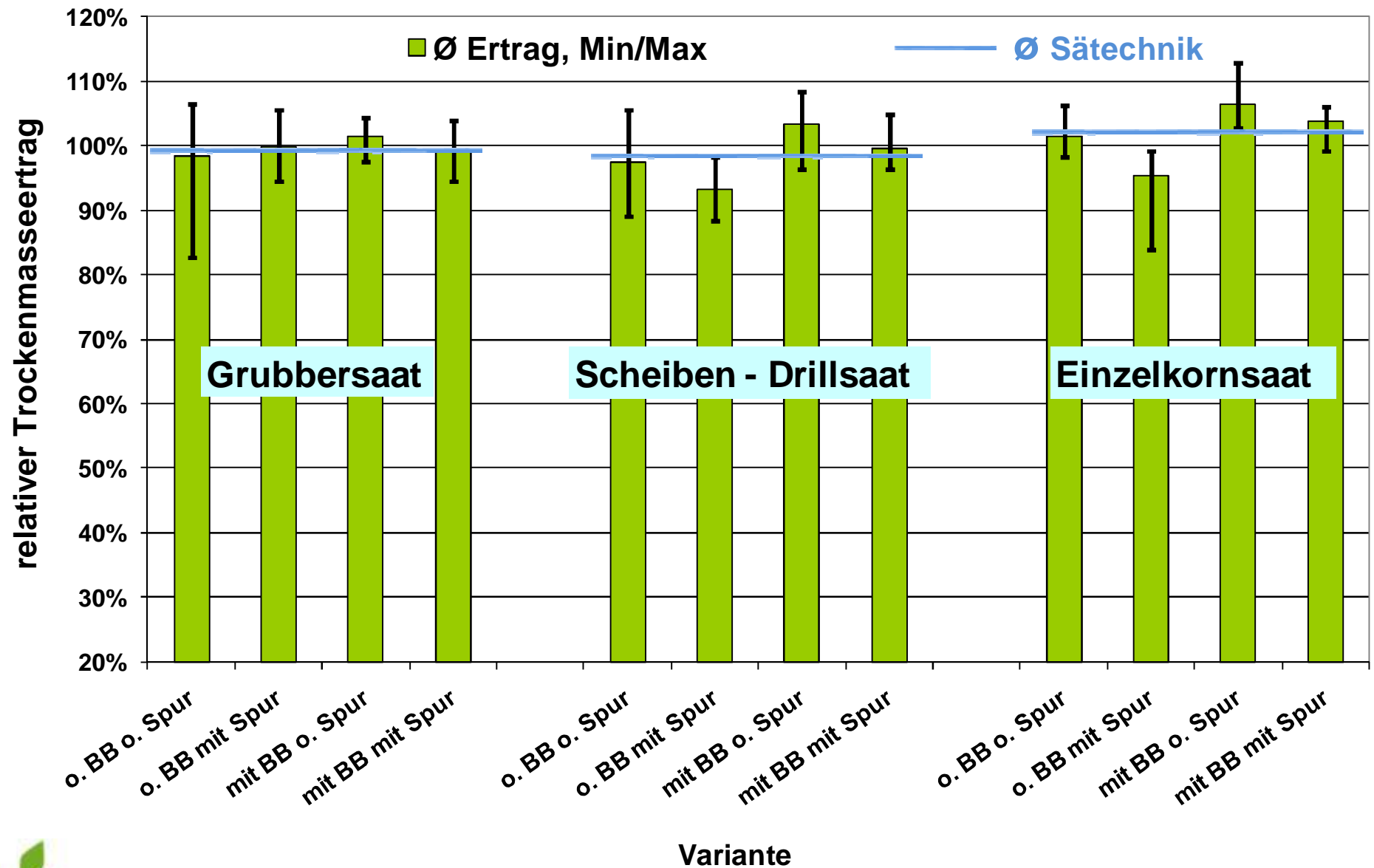


Gut Rosenau 2007

Oberteisbach 2008



Ergebnisse 2007, 2008 und 2009 (rel. Trockenmasseertrag)



Ergebnisse 2007, 2008 und 2009 (rel. Trockenmasseertrag)

Standort und Jahr		Gut Rosenau	Gut Rosenau	Oberteisbach	Gut Rosenau	Oberteisbach	alle Standorte	
		2007	2008	2008	2009	2009	alle Jahre	
Variante		rel. TM Ertrag [%]	rel. TM Ertrag [%]	rel. TM Ertrag [%]	rel. TM Ertrag [%]	rel. TM Ertrag [%]	rel. TM Ertrag [%]	rel. TM Ertrag [%]
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur	Grubbersaat	105,5	98,3	82,7	106,7	98,9	98,4	99,7
ohne Bodenbearbeitung mit Spur		105,5	99,0	105,5	94,6	94,6	99,8	
mit Bodenbearbeitung ohne Spur		104,4	97,5	100,6	101,7	103,6	101,6	
mit Bodenbearbeitung mit Spur		98,7	94,5	100,6	97,4	103,9	99,0	
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur	Scheiben- Drillsaat	89,2	99,3	96,7	97,1	105,5	97,6	98,4
ohne Bodenbearbeitung mit Spur		89,9	98,3	88,4	92,7	97,4	93,3	
mit Bodenbearbeitung ohne Spur		103,5	102,4	108,3	106,1	96,5	103,4	
mit Bodenbearbeitung mit Spur		97,9	98,5	99,6	105,0	96,4	99,5	
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur	Einzelkornsaat	98,3	101,0	99,8	106,4	102,2	101,5	101,9
ohne Bodenbearbeitung mit Spur		99,2	99,1	98,8	84,0	96,2	95,4	
mit Bodenbearbeitung ohne Spur		102,8	107,3	112,9	103,7	105,9	106,5	
mit Bodenbearbeitung mit Spur		104,8	104,9	106,1	104,7	99,1	103,9	

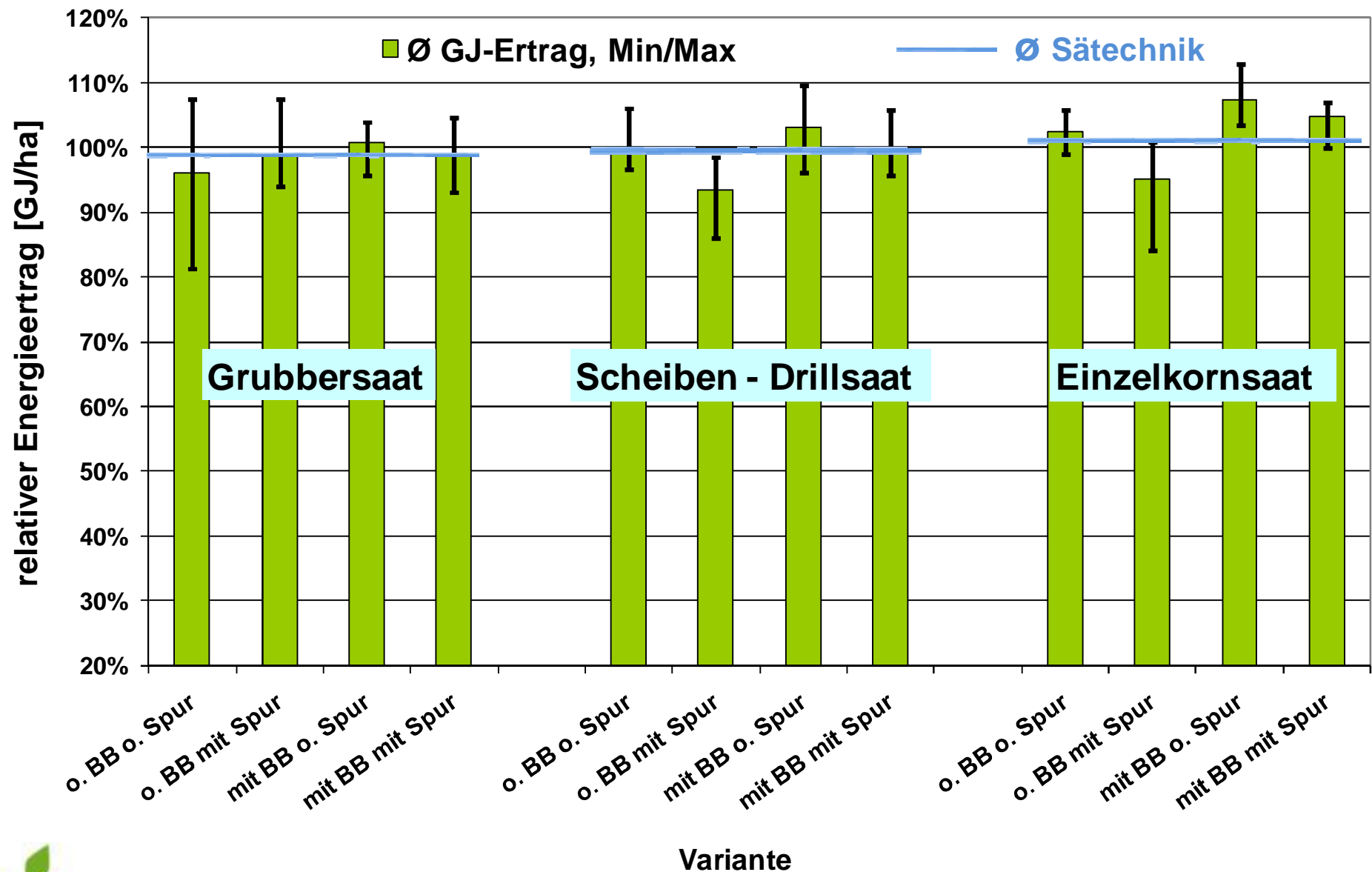
Ergebnisse 2007, 2008 und 2009 (rel. Trockenmasseertrag)

Faktor	TM Ertrag absolut [dt/ha]	TM Ertrag relativ [%]	Signifikanz (SNK Test)
Sätechnik			
Einzelkornsaat	225.3	102	A
Grubbersaat	221.9	100	AB
Scheiben-Drillsaat	217.8	98	B
Bodenbearbeitung			
mit Bodenbearbeitung	226.3	102	A
ohne Bodenbearbeitung	217.1	98	B
Bodenbelastung			
ohne Spur	225.6	102	A
mit Spur	217.7	98	B

Ergebnisse 2007, 2008 und 2009 (rel. Trockenmasseertrag)

Varianten / Faktorkombinationen	TM Ertrag absolut [dt/ha]	TM Ertrag relativ [%]	Signifikanz (SNK Test)
Einzelkornsaat mit Bodenbearbeitung ohne Last	236.0	106	A
Einzelkornsaat mit Bodenbearbeitung mit Last	229.6	104	AB
Scheiben-Drillsaat mit Bodenbearbeitung o. Last	228.7	103	AB
Einzelkornsaat ohne Bodenbearbeitung o. Last	224.6	101	ABC
Grubbersaat mit Bodenbearbeitung ohne Last	224.4	101	ABC
Grubbersaat ohne Bodenbearbeitung ohne Last	223.8	101	ABC
Grubbersaat ohne Bodenbearbeitung mit Last	220.4	99	ABCD
Scheiben-Drillsaat mit Bodenbearbeitung mit Last	219.9	99	ABCD
Grubbersaat mit Bodenbearbeitung mit Last	219.1	99	BCD
Scheiben-Drillsaat ohne Bodenbearbeitung o. Last	216.4	98	BCD
Einzelkornsaat ohne Bodenbearbeitung mit Last	211.2	95	CD
Scheiben-Drillsaat o. Bodenbearbeitung mit Last	206.3	93	D
Mittel	221.7	100	

Ergebnisse 2007, 2008 und 2009 (rel. Energieertrag)



Ergebnisse 2008 und 2009 (rel. Energieertrag)

Faktor	Energie Ertrag absolut [GJ/ha]	Energie Ertrag relativ [%]	Signifikanz (SNK Test)
Sätechnik			
Einzelkornsaat	255.0	102	A
Grubbersaat	247.4	99	A
Scheiben-Drillsaat	246.3	99	A
Bodenbearbeitung			
mit Bodenbearbeitung	255.0	102	A
ohne Bodenbearbeitung	244.1	98	A
Bodenbelastung			
ohne Spur	254.6	102	A
mit Spur	244.5	98	B

Kapital-, Arbeitszeitbedarf und Verfahrenskosten

Gerät	Preis €	Nutzungs- umfang ha in a	Arbeitszeitbedarf (Schlaggröße)			Arbeitserledigungs- kosten (Lohnansatz 15 €/h)		
			2 ha Akh/ha	5 ha Akh/ha	10 ha Akh/ha	2 ha €/ha	5 ha €/ha	10 ha €/ha
Einzelkornsägerät ¹ Mulchsaat geeignet 3 m AB, 4 Reihen Traktor 45 kW, 6 km/h	19.000	750 8	1,20	1,00	0,94	67,29	62,29	60,76
Einzelkornsägerät ² Mulchsaat geeignet 4,5 m AB, 6 Reihen Traktor 54 kW, 6 km/h	30.000	1.100 8	1,06	0,87	0,80	67,06	61,86	60,21
Sägrubber ³ aufgesattelt 3 m AB, 11 km/h Traktor 102 kW,	45.000	3.000 10	0,75	0,59	0,52	59,99	54,10	51,80
Universal Scheiben- Drillmaschine ⁴ aufgesattelt, 3 m AB, 11 km/h Traktor 102 kW	45.000	3.000 10	0,72	0,57	0,51	52,70	47,79	45,83

(nach KTBL und eigene Recherchen)

¹ mit Reihendüngerstreuer und elektrischer Überwachung

² mit teleskopierbarem Rahmen, Reihendüngerstreuer und elektrischer Überwachung

³ Geräte wie Amazone Primera DMC, Horsch Sprinter ST, Köckerling Ultima CS, Väderstad Seed Hawk, ...

⁴ Geräte wie Amazone Cirrus, Horsch Pronto, Kuhn Speedliner, Lemken Kompakt Solitär, Väderstad Rapid, ..

Zusammenfassung Saattechnikversuche 2007-2009

- Aussaat hat mit allen Systemen sehr gut funktioniert.
- Dosierung / Einstellung der Aussaatmenge bei „unkonventioneller“ Technik nicht genau möglich. Standraumverteilung teilweise ungünstig.
- Flächenleistung bei den „unkonventionellen“ Verfahren deutlich höher (hohe Fahrgeschwindigkeit, teilweise nur 1 Arbeitsgang).
- Feldaufgang bei den „unkonventionellen“ Verfahren schlechter.
- Einfluss von Spuren und Bodenbearbeitung auf Maisentwicklung und Ertrag vorhanden.
- Maisentwicklung bei den „unkonventionellen“ Verfahren ungleichmäßig.
- Mais in „unkonventionellen“ Varianten holt bis zur Ernte enorm auf. Ertragsunterschiede statistisch oft nicht abzusichern.
- Ertrag (und Trockensubstanzgehalt) der „unkonventionellen“ Verfahren schwanken stärker und liegen in einzelnen Jahren bis zu 10% unter dem der Einzelkornsaat mit Bodenbearbeitung (Grubber).

Fazit

- Konventionelle Einzelkornsaat ist ein ausgereiftes, zuverlässiges System, erfordert jedoch Saatbettbereitung (verminderter Erosionsschutz) oder angepasste Mulch- bzw. Direktsaatausrüstung (aufwändig, teuer).
- Einzelkornsaat als Direktsaat ist nur auf Standorten mit guter, ungestörter Bodenstruktur (keine Bodenverdichtungen und Fahrspuren) erfolgreich.
- „Universaldrillsaat“ (ohne zapfwellenangetriebenes Bodenbearbeitungsgerät) ist vielseitig und leistungsfähig, aber mit Ertragsschwankungen und Risiken verbunden.
- „Grubbersaat“ bringt unter beinahe allen Bedingungen einen durchschnittlichen Feldaufgang und Ertrag

Fazit

Eignungsprofil der getesteten Säsysteme

Sätechnik	Mit Bodenbearbeitung		Ohne Bodenbearbeitung	
	Ohne Bodenbelastung (Fahrspur)	Mit Bodenbelastung (Fahrspur)	Ohne Bodenbelastung (Fahrspur)	Mit Bodenbelastung (Fahrspur)
Einzelkornsaat (Mulchsaatausrüstung)	++	++	+	○
Grubbersaat	+	+	+	+
Scheiben-Drillsaat (Säkombination Kurzscheibenegge + Scheibendrille)	++	+	+	○

Veröffentlichungen

The screenshot shows the LfL website page titled 'Maisaussa mit Direktsätechnik Endbericht'. The page features a navigation menu on the left with categories like 'Landtechnik und Tierhaltung', 'Verfahrenstechnik Pflanzenbau', and 'Umwelt- und Biogastechnik'. The main content area includes a photograph of a combine harvester in a field and a document thumbnail titled 'Maisaussa mit Direktsätechnik'. The text discusses the challenges of direct sowing in spring and the benefits of the direct sowing technology, such as reduced time and fuel consumption. Contact information for the Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft is provided at the bottom.

The screenshot shows the 'Forschungsprojekte' (Research Projects) section of the ALB website. It lists various projects funded by the European Union (EFRE) and the Bavarian State Ministry for Agriculture, Food, and Forestry. Key projects include 'Projekt J00174: "Bauen in regionalen Kreisläufen"', 'Weiterentwicklung des BIOGAS FORUM BAYERN', and 'Entwicklung und Umsetzung eines Qualitätsmanagementsystems für die landwirtschaftliche Biogasproduktion in Bayern'. The page also features a sidebar with navigation options like 'Startseite', 'Neuigkeiten/Aktuelles', and 'Wir über uns'. Logos for INTERREG and Biogas Forum Bayern are visible.

KIRCHMEIER, H. UND M. DEMMEL: Mais mal anders säen. In: Allgäuer Bauernblatt 78 (2010) 8. April, Nr. 14, S. 22 - 23.

DEMMEL, M., KIRCHMEIER, H. UND A. WEBER: Einzelkorn- oder Universaldrillmaschinen. In: Mais (2010), Nr. 2, S. 71 - 74.

KIRCHMEIER, H., DEMMEL, M. UND A. WEBER: Drillen statt legen. In: Brandenburger Bauernzeitung 51 (2010) 9. April, Nr. 14, S. 37 - 39.

KIRCHMEIER, H., DEMMEL, M. UND A. WEBER: Maissaat mit Getreidedrille. In: Bayerisches Landw. Wochenblatt 200 (2010) 16. April, Nr. 15, S. 46 - 48.

KIRCHMEIER, H., DEMMEL, M. UND A. WEBER: Drillsaat unter die Lupe genommen. In: Land&Forst 163 (2010) 29. April, Nr. 17, S. 29 - 31.

Ausblick

Streifenbearbeitung (Strip Tillage) für Reihenkulturen verbindet die positiven Eigenschaften von Direktsaat mit minimalem Eingriff in die Bodenstruktur mit intensiver Bearbeitung im Bereich der Kulturpflanzen.



Im Rahmen des Forschungsvorhabens AgroKlima Bayern passt die LfL Strip Tillage Verfahren an bayerische Verhältnisse an und untersucht die Effekte und Eigenschaften (2009-2011 vom StMELF gefördert)

→ **Alternative für eine schlagkräftige, bodenschonende, erosionsmindernde, wasser- und energiesparende Maisbestellung (?)**

Ausblick



Ein herzliches Dankeschön

Betrieb Franz Winkler - Gut Rosenau

Landwirt und Lohnunternehmer Rupert Waitl - Oberteisbach

