



LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Praxiserfahrung, Beikrautregulierung und Mulchsaat bei Soja im ökologischen Landbau

Ergebnisse von Exaktversuchen und einer Praxisumfrage



Schriftenreihe

4

2016

ISSN 1611-4159

Impressum

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan
Internet: www.LfL.bayern.de

Redaktion: Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
Lange Point 12, 85354 Freising-Weihenstephan
E-Mail: Agraroeekologie@LfL.bayern.de
Telefon: 08161 71-3640

1. Auflage: Mai 2016

Druck: ES-Druck, 85356 Freising-Tüntenhausen

Schutzgebühr: 5,00 Euro

© LfL



**Praxiserfahrung, Beikrautregulierung
und Mulchsaat bei Soja
im ökologischen Landbau**

**Ergebnisse von Exaktversuchen und
einer Praxisumfrage**

Peer Urbatzka, Florian Jobst, Markus Demmel

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Einleitung und Zielsetzung.....9
2	Material und Methoden11
2.1	Umfrage in der Praxis 11
2.2	Feldversuchsserie zur mechanischen Beikrautregulierung 11
2.3	Feldversuchsserie zur Mulchsaat 13
3	Ergebnisse15
3.1	Umfrage in der Praxis 15
3.2	Feldversuchsserie zur mechanischen Beikrautregulierung 20
3.3	Feldversuchsserie zur Mulchsaat 25
4	Zusammenfassung und Ausblick33
5	Literaturverzeichnis.....35
6	Anhang37

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abb. 1: Relative Aufteilung der Sortenwahl in Bayern und Österreich.....	15
Abb. 2: Relative Aufteilung der Vermarktung in Bayern und Österreich	16
Abb. 3: Relative Aufteilung der Impfung in Bayern und Österreich	16
Abb. 4: Relative Aufteilung der Sätechnik und des Reihenabstands.....	17
Abb. 5: Relative Aufteilung der Saat- und Erntezeit in Bayern und Österreich	17
Abb. 6: Erträge, Anzahl Arbeitsgänge und Reihenabstand in Österreich.....	18
Abb. 7: Erträge, Anzahl Arbeitsgänge und Reihenabstand in Bayern.....	19
Abb. 8: Relative Aufteilung der Zukunft des Sojaanbaus in Bayern.....	19
Abb. 9: Relative Aufteilung der Zukunft des Sojaanbaus in Österreich.....	20
Abb. 10: Kornertrag in Abhängigkeit der Variante, alle Umwelten	20
Abb. 11: Kornertrag in Umwelten mit hohem Beikrautdeckungsgrad	21
Abb. 12: Kornertrag in Umwelten mit geringem Beikrautdeckungsgrad	22
Abb. 13: Beikrautdeckungsgrad in Umwelten mit hohem Beikrautdeckungsgrad	23
Abb. 14: Beikrautdeckungsgrad in Umwelten mit geringerem Beikrautdeckungs- grad.....	23
Abb. 15: Rohproteingehalt in Abhängigkeit der Variante	24
Abb. 16: Pflanzenverluste nach Abschluss der mechanischen Beikrautregulierung	24
Abb. 17: Anzahl Pflanzen vor Beginn der mechanischen Beikrautregulierung.....	25
Abb. 18: Beikrautdeckungsgrad im Vegetationsverlauf 2012	26
Abb. 19: Beikrautdeckungsgrad im Vegetationsverlauf 2013	27
Abb. 20: Beikrautdeckungsgrad der überwinternden Zwischenfrüchte zur üblichen Saatzeit im Vegetationsverlauf 2014.....	27
Abb. 21: Mulchauflage (%) in 2012, Teil 1	28
Abb. 22: Mulchauflage (%) in 2012, Teil 2	28
Abb. 23: Mulchauflage (%) in 2013 zum ersten Boniturtermin (18.5.2013).....	29
Abb. 24: Mulchauflage (%) in 2013 zum zweiten Boniturtermin (17.7.2013).....	29
Abb. 25: Mulchauflage (%) in 2014.....	30
Abb. 26: Kornertrag in 2012	30
Abb. 27: Kornertrag in 2013	31
Abb. 28: Kornertrag nach überwinternden Zwischenfrüchten zur üblichen Saatzeit 2014.....	31

Tabellenverzeichnis

Seite

Tab. 1:	Standorte in der Versuchsserie zur mechanischen Beikrautregulierung	11
Tab. 2:	Prüfvarianten und Kontrollen in der Versuchsserie zur mechanischen Beikrautregulierung.....	12
Tab. 3:	Anzahl und BBCH der Arbeitsgänge in Abhängigkeit der Umwelt	12
Tab. 4:	Geprüfte Zwischenfrüchte in der Versuchsserie Mulchsaat	13
Tab. 5:	Abänderung vom planmäßigen Vorgehen in 2012.....	14
Tab. 6:	Anteil der Landwirte mit bestimmten Pflegemaßnahmen und den durch- schnittlichen Arbeitsgängen	18
Tab. 7:	Beikrautdeckungsgrade (%) vor der Ernte in Abhängigkeit der Umwelt	21

1 Einleitung und Zielsetzung

Sojabohnen werden in Bayern erst seit relativ kurzer Zeit in nennenswertem Umfang angebaut. Daher ist das Wissen über den Anbau im Gegensatz zu etablierten Kulturen wie Ackerbohnen und Erbsen gering. Im ökologischen Landbau ist der Anbau von Soja attraktiv, da hohe Marktpreise erzielt werden können und die Pflanze als Leguminose Luftstickstoff sammelt. Der Kornertrag und damit der wirtschaftliche Erfolg hängen insbesondere von einer erfolgreichen mechanischen Beikrautregulierung ab. Gelingt diese nicht, ist mit deutlichen Mindererträgen bis hin zum Totalausfall zu rechnen (Hiltbrunner et al. 2012).

Ferner gehört Soja als spätgesäte Sommerung mit langsamer Jugendentwicklung und im ökologischen Landbau häufig mit weitem Reihenabstand gesät, zu den erosionsgefährdeten Kulturen (vgl. Kistler et al. 2013). Mulchsaat ist im ökologischen Landbau wenig verbreitet, da ein Verzicht auf die mechanische Beikrautregulierung häufig problematisch ist. Dabei kann Mulchsaat ein effektiver Erosionsschutz sein.

Das Ziel des Projekts war die Evaluierung ausgewählter Verfahren der mechanischen Beikrautregulierung und die Prüfung einer Mulchsaat beim Anbau von Sojabohnen. Die Erfassung der Erfahrungen und Anbauverfahren in der landwirtschaftlichen Praxis waren weitere Ziele.

Erster Schwerpunkt des Forschungsprojektes war die Erfassung, Dokumentation und Auswertung etablierter Strategien zur Beikrautregulierung im süddeutschen und österreichischen Anbau von Sojabohnen. Dabei wurden auch die allgemeinen Daten zum Sojaanbau aufgenommen. Hierzu wurden ausgewählte ökologisch wirtschaftende Betriebe in Bayern und Österreich per Telefoninterview zu Beikrautregulierungsmaßnahmen und Erfahrungen befragt.

Zweiter Schwerpunkt war eine Versuchsserie zur mechanischen Beikrautregulierung im ökologischen Anbau von Sojabohnen. Hierzu wurden über insgesamt vier Jahre an mehreren Standorten Feldversuche auf ökologisch wirtschaftenden Partnerbetrieben durchgeführt.

Dritter Schwerpunkt war eine Versuchsserie zur Mulchsaat im ökologischen Anbau von Sojabohnen. Hierzu wurde über 3 Wachstumsperioden der Einfluss verschiedener vorlaufender Zwischenfrüchte in Kombination mit unterschiedlichen mechanischen Verfahren zum Abtöten der Pflanzen auf eine Mulchsaat von Sojabohnen evaluiert.

2 Material und Methoden

In diesem Kapitel werden die Methoden für die Schwerpunkte Praxisumfrage und die beiden Versuchsserien zur mechanischen Beikrautregulierung und Mulchsaat dargelegt.

2.1 Umfrage in der Praxis

Zur Auswertung der Anbauerfahrungen in der landwirtschaftlichen Praxis des ökologischen Landbaus in Bayern und Österreich wurden ökologisch wirtschaftende Betriebe mit Sojaanbau interviewt. Im Winter 2012 wurden 89 österreichische und 55 bayerische Betriebsleiter/-innen anhand eines Fragebogens mit 27 offenen und geschlossenen Fragen telefonisch befragt (Fragebogen siehe Kapitel 6 Anhang). Gefragt wurde nach der Anbautechnik mit Schwerpunkt mechanische Beikrautregulierung, aber auch Sortenwahl, Impfung, Vermarktung und weitere Kriterien. In Bayern wurden alle Betriebe über einem Hektar Sojaanbaufläche angesprochen, in Österreich Betriebe ab zwei Hektar. Die befragten Betriebe repräsentieren für beide Länder etwa $\frac{3}{4}$ der ökologischen Sojaanbaufläche der Jahre 2010 und 2011.

2.2 Feldversuchsserie zur mechanischen Beikrautregulierung

Die Feldversuche zur Beikrautregulierung wurden in den Jahren 2011 bis 2014 an jeweils drei Orten im Regierungsbezirk Oberbayern angelegt (Tab. 1). Die Versuche wurden auf Praxis schlägen von verschiedenen Betrieben des ökologischen Landbaus in der Nähe der LfL-Versuchsstation Puch und des Versuchsstandortes Hohenkammer durchgeführt. Insgesamt waren acht der zwölf Umwelten wertbar. Im ersten Jahr konnten die Versuche an zwei Orten aufgrund von Hagel und Starkregen nicht gewertet werden. In 2012 und 2014 konnte je ein Ort aufgrund nicht ausreichender statistischer Kennzahlen bzw. aufgrund einer massiven Verunkrautung in allen Varianten nicht gewertet werden.

Tab. 1: Standorte in der Versuchsserie zur mechanischen Beikrautregulierung

Jahr	Standorte		
2011	Amperpettenbach *	Emmering *	Vierkirchen
2012	Amperpettenbach *	Fürstenfeldbruck	Vierkirchen
2013	Amperpettenbach	Puch	Stockach
2014	Englmannsberg	Emmering *	Hohenkammer

* = nicht wertbar aufgrund von Hagel, Starkregen, massiver Verunkrautung oder nicht ausreichender statistischer Kennzahlen

Als Anlageform wurde in allen Jahren eine Blockanlage mit vier Wiederholungen gewählt. Aufgrund der Verwendung von Praxistechnik wurden die Versuche in Großparzellen durchgeführt. Die Saat erfolgte Ende April bis Anfang Mai, 2014 bereits Mitte April (Tab. 3). Gesät wurde die im ökologischen Landbau in Bayern verbreitete Sorte Merlin. Die Saatstärke lag bei 65 keimfähigen Körnern je m². Es wurden die in Tab. 2 aufgeführten sechs Varianten zur mechanischen Beikrautregulierung verglichen. Zusätzlich wurden zwei Kontrollen („beikrautfrei“ und „ohne Beikrautregulierung“) angelegt.

Tab. 2: Prüfvarianten und Kontrollen in der Versuchsserie zur mechanischen Beikrautregulierung

Variante	Sätechnik	Reihenabstand (cm)
Striegel	Drillsaat	12,5
Hacke (=Gänsefußschar)	Einzelkornsaat	50
Hacke & Fingerhacke	Einzelkornsaat	50
Hacke & Torsionshacke	Einzelkornsaat	50
Hacke & Flachhäufler	Einzelkornsaat	50
Hacke & Striegel	Einzelkornsaat	50
„beikrautfrei“ (Handregulierung)	Einzelkornsaat	50
„ohne Beikrautregulierung“	Einzelkornsaat	50

Die Beikrautregulierung erfolgte bestmöglich in Abhängigkeit der Witterung und des Standortes. Daraus resultierte in einigen Umwelten eine unterschiedliche Anzahl an Arbeitsgängen (Tab. 3). Soweit wie möglich wurde vor dem Feldaufgang blind gestriegelt (Tab. 3).

Bei den Beikrautbonituren wurden die Beikrautart, der Deckungsgrad und das Entwicklungsstadium nach der modifizierten Methode von Braun-Blanquet (1964) und Pfadenhauer et al. (1986) im Vegetationsverlauf aufgenommen. Mit einer Ausnahme umfasste die Aufnahme mindestens drei Termine (nach dem Feldaufgang (Mai), nach der Beikrautregulierung (Juli bzw. August), vor der Ernte (September)). Die Bonitur der Bestandesdichte erfolgte vor und nach den Arbeitsgängen auf viermal zwei Metern pro Parzelle.

Tab. 3: Anzahl und BBCH der Arbeitsgänge in Abhängigkeit der Umwelt

Jahr	2011			2012			2013			2014	
Ort	Vierkirchen	Fürstfeldbruck	Vierkirchen	Amperpettenbach	Puch	Stockach	Hohenkammer	Englmannsberg			
Saat	02.05.	08.05.	26.04.	26.04.	01.05.	01.05.	16.04.	16.04.			
Blindstriegeln	09.05.						06.05.	06.05.			
Striegel	22;46 (13;51)	22;42 (13;55)	15 (11)	55 (15)	14;44 (11;14)	44;49 (14;32)	34 (14)	34 (14)			
Hacke	22;46;68 (13;51;60)	22;41 (13;55)	15;54 (11;60)	55 (15)	35;49 (12;15)	37;44;67 (12;14;60)	35 (14)	35 (14)			
Hacke & Fingerhacke	22;46;68 (13;51;60)	22;41 (13;55)	15;54 (11;60)	55 (15)	35;49 (12;15)	37;44;67 (12;14;60)	35 (14)	35 (14)			
Hacke & Torsionshacke	22;46;68 (13;51;60)	-	15;54 (11;60)	55 (15)	35;49 (12;15)	37;44;67 (12;14;60)	35 (14)	35 (14)			
Hacke & Flachhäufler	22;46;68 (13;51;60)	22;41 (13;55)	15;54 (11;60)	55 (15)	35;49 (12;15)	37;44;67 (12;14;60)	35 (14)	35 (14)			
Hacke & Striegel	22;46;68 (13;51;60)	22;41 (13;55)	-	55 (15)	35;49 (12;15)	37;44;67 (12;14;60)	35 (14)	35 (14)			

fett gedruckt = Tage nach Saat, in Klammern = BBCH, - = Variante nicht angelegt

2.3 Feldversuchsserie zur Mulchsaat

Die Feldversuche zur Mulchsaat wurden in den Jahren 2012 bis 2014 am Standort Hohenkammer (sL, AZ ca. 50, langjährige Mittel: 816 mm; 7,8 °C) bei Freising durchgeführt. Es wurden verschiedene abfrierende und überwinternde Zwischenfrüchte (Tab. 4) und eine Kontrolle ohne Zwischenfrucht vor Soja geprüft. Großteilstückfaktor in der gewählten Spaltanlage war Mulchsaat mit Saatbettbereitung (einmal Kreiselegge) und ohne Saatbettbereitung. Die Zwischenfrüchte wurden nach einer Pflugfurche bestellt. In der Variante ohne Zwischenfrucht wurde im Herbst zur Beikrautregulierung gefräst.

Die abfrierenden Zwischenfrüchte wurden zu den Ernten 2012 bis 2014 geprüft. Für die überwinternden Zwischenfrüchte wurden zur Ernte 2012 verschiedene Verfahren zum Abtöten in einem Tastversuch getestet. Als geeignet erwies sich ein Mulchen der Zwischenfrüchte kurz vor oder kurz nach der Saat der Sojabohnen. Als weniger geeignet zeigte sich eine von ILT (Dr. Zoltan Gobor) konstruierte Messerwalze, da aufgrund der Sojasaat bis spätestens Anfang Mai, die Wintergetreide noch nicht ausreichend weit entwickelt waren. Erst ab der Blüte der Getreide kann von einem sicheren Abtöten ausgegangen werden.

Tab. 4: Geprüfte Zwischenfrüchte in der Versuchsserie Mulchsaat im Exaktversuch

2012	2013	2014
Senf	Ölrettich	Ölrettich
Hafer	Hafer	Hafer
Sommerwicke	Sommerwicke	Sommerwicke
Phacelia	Hafer + Alexandrinerklee *	Hafer + Alexandrinerklee *
Sonnenblume	Hafer + Sommerwicke *	Hafer + Sommerwicke *
	Sommertriticale	Sommertriticale
	Grünroggen #	Grünroggen #
	Wintergerste #	Wintergerste
		Grünroggen
		Winterroggen
		Wintertriticale

* = 50 und 100 % der Reinsaatsaatstärke; # = Fröhsaat zusammen mit abfrierenden Zwischenfröchten

Zur Ernte 2013 wurden gleichzeitig mit den abfrierenden Zwischenfröchten zwei überwinternde Zwischenfröchte als Fröhsaat Anfang August 2012 gesät (Tab. 4). Zur Ernte 2014 wurden vier Wintergetreide zur üblichen Saatzeit Ende September/Anfang Oktober und zusätzlich eine Variante in Fröhsaat geprüft.

In 2012 wurde der Versuchsplan im Exaktversuch mit abfrierenden Zwischenfröchten aufgrund eines massiven Beikrautdruckes in den Zwischenfröchten abgeändert: statt ohne Saatbettbereitung wurde zweimal Kreiselegge eingesetzt und nur bei Wicke und Hafer wurde keine Bodenbearbeitung, bei den anderen Zwischenfröchten Saatbettbereitung mit einmal Kreiselegge durchgeführt (Tab. 5).

Tab. 5: Abänderung vom planmäßigen Vorgehen in 2012

keine Saatbettbe- reitung	mit Saatbettbereitung (einmal Kreiselegge)	2x Kreiselegge (Saatbettbereitung und vorlaufende Beikrautbekämpfung)
Hafer	Senf	Senf
Sommerwicke	Phacelia	Hafer
	Sonnenblume	Sommerwicke
		Phacelia
		Sonnenblume

Die Abänderung war eine Folge der hohen Verunkrautung in den vorlaufenden Zwischenfrüchten.

Die Sojabohnen (cv. *Merlin*) wurden in Einzelkornsaat mit einem Reihenabstand von 50 cm gesät. Das fix&fertig geeimpfte Saatgut wurde zusätzlich unmittelbar vor der Saat mit 500g/ha Impfmittel Hi-Stick behandelt. Die Saatstärke lag bei 65 keimfähigen Körnern/m², Saatzeit war Anfang Mai. Die Bonituren der Beikrautdeckungsgrade erfolgten zu drei Terminen nach Braun-Blanquet (1964), die zur Mulchauflage zu zwei Terminen bei den abfrierenden und in 2014 zu drei Terminen bei den überwinterten Zwischenfrüchten.

3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse unterteilt und nach den in Kapitel 1 genannten drei Schwerpunkten dargestellt.

3.1 Umfrage in der Praxis

Die Erfahrung der befragten Betriebsleiter/-innen aus Österreich war mit durchschnittlich 12,5 Jahren Anbaudauer weitaus größer als die der bayerischen mit durchschnittlich 2,5 Jahren. Dennoch gab es einige Gemeinsamkeiten in der Praxis des ökologischen Landbaus, zum Beispiel in der Fruchtfolgestellung der Sojabohnen. Diese wurden sowohl in Bayern als auch in Österreich zumeist nach Getreide (ca. 60 %) oder Mais (ca. 20 %) gesät. Als Nachfrucht wurde überwiegend Getreide (ca. 70 %) oder eine Hackfrucht (ca. 15 %) angebaut. In beiden Ländern gaben 12 % der Betriebe an Soja, direkt nach Soja anzubauen. In Österreich sagten etwa drei Viertel der Landwirte aus, Zwischenfrüchte vor Sojabohnen anzubauen, in Bayern nur etwa ein Drittel. In beiden Ländern wurde von einem Viertel der Landwirte die Grundbodenbearbeitung vor dem Sojaanbau pfluglos durchgeführt.

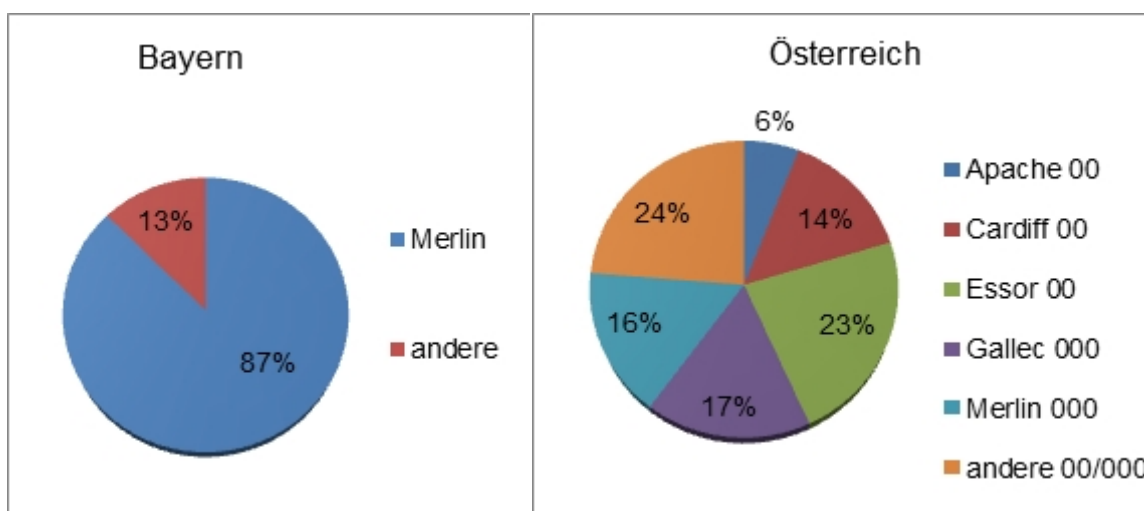


Abb. 1: Relative Aufteilung der Sortenwahl in Bayern und Österreich; N= 55 bzw. 89 (Bayern bzw. Österreich)

Bei der Sortenwahl, der Aussaat und der Beikrautregulierung bestehen dagegen deutliche Unterschiede zwischen Österreich und Bayern. Bei der Sortenwahl bestehen für Österreich zwei Vorteile gegenüber den bayerischen Betrieben: Zum einen die klimatischen Verhältnisse und zum anderen die Verarbeitungsrichtung der Sojabohnen. Während in Bayern fast ausschließlich die 000-Sorte Merlin angebaut wurde, nutzten ca. 50 % der österreichischen Betriebe 00-Sorten (Abb. 1). Diese Sorten, wie zum Beispiel die häufig genannten Apache, Cardiff und Essor eignen sich besonders für die Tofu-Herstellung. In Österreich haben über 60 % der befragten Betriebe ihre Ernte an Lebensmittelhersteller vermarktet (Abb. 2). Dagegen verkauften drei Viertel der bayerischen Betriebe die Bohnen an Futtermittelhersteller. In beiden Ländern verfüttern ca. 10 % der Betriebe die Sojabohnen im eigenen Betrieb.

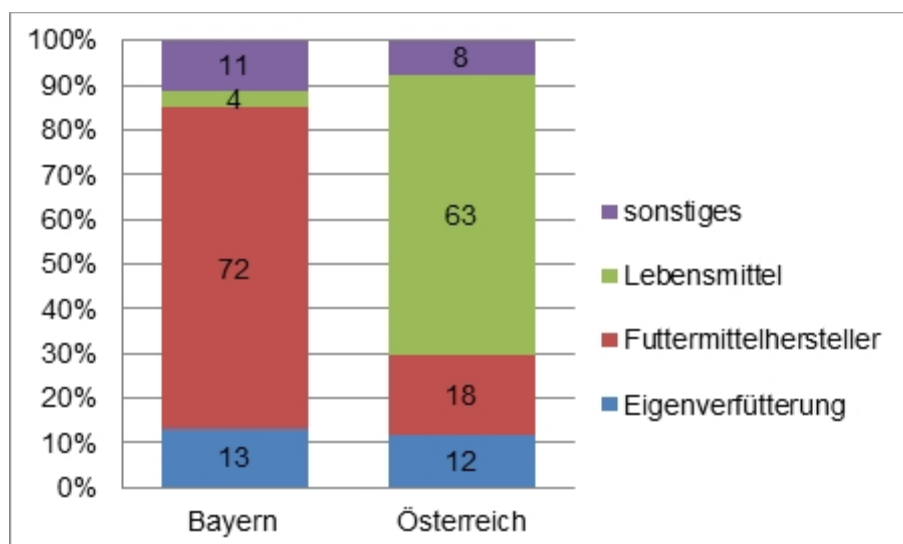


Abb. 2: Relative Aufteilung der Vermarktung in Bayern und Österreich; N= 55 bzw. 89 (Bayern bzw. Österreich)

Die Saatgutimpfung führten 54 % der österreichischen Betriebe unmittelbar vor der Saat selber durch; 46 % impften nicht selber, wobei der Großteil (37 % der österreichischen Betriebe) fix und fertig geimpftes Saatgut verwendeten (Abb. 3). In Bayern impften dagegen über 80% der Betriebe ihr Saatgut selbst; lediglich 16 % vertrauten nur auf fix und fertig geimpftes Saatgut.

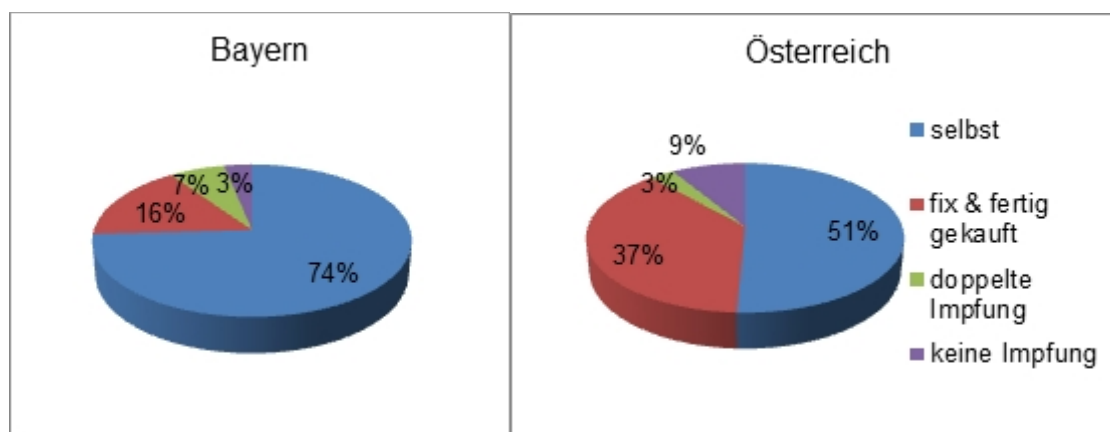


Abb. 3: Relative Aufteilung der Impfung in Bayern und Österreich; N= 55 bzw. 89 (Bayern bzw. Österreich)

In Bayern setzt etwa die Hälfte der Betriebe auf einen Reihenabstand kleiner als 35 cm. In Österreich säen zwei Drittel der Betriebe ihre Sojabohnen in Reihenweiten über 35 cm (Abb. 4). Technisch bedingt werden für Reihenabstände unter 35 cm zumeist Drillmaschinen und über 35 cm Einzelkornsämaschinen eingesetzt, der Anteil von Einzelkornsämaschinen in Österreich ist größer als in Bayern (Abb. 4).

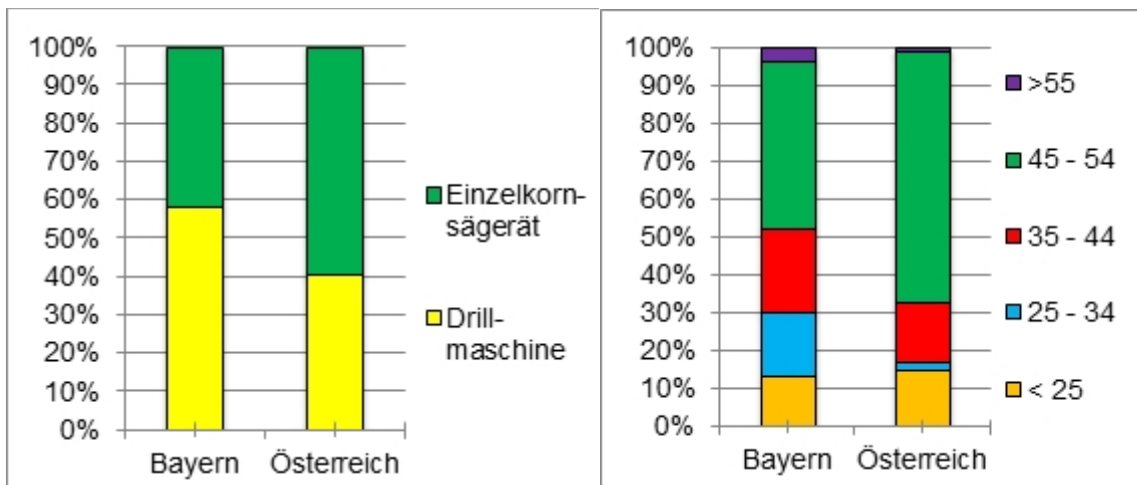


Abb. 4: Relative Aufteilung der Sätechnik und des Reihenabstands (cm) in Bayern und Österreich; N= 55 bzw. 89 (Bayern bzw. Österreich)

Zwei Drittel der Sojabohnen in Österreich werden im April gesät (Abb. 5). Bei den bayerischen Landwirten ist das Zeitfenster größer und die Verteilung gleichmäßiger. Bei der Ernte zeigt sich ein ähnliches Bild: während in Österreich 80% der befragten Betriebe in den letzten Jahren ihre Sojabohnen im September gedroschen haben, konnte ein Drittel der bayerischen Betriebe erst im Oktober ernten (Abb. 5).

Eine zeitgerechte Ernte im September kann durch eine geeignete Sortenwahl und einen frühen Saattermin abgesichert werden. In Bayern konnten über 60 % der Betriebe, die Mitte April die Sorte Merlin gesät hatten, im September ernten. Bei einer Saat im Mai waren es nur noch 36 %. In Österreich konnte bei keiner Sorte ein Zusammenhang zwischen Saat- und Erntezeitpunkt festgestellt werden. Allerdings gaben die österreichischen Landwirte häufig an, dass eine frühere Saat zu einer früheren Ernte führt.

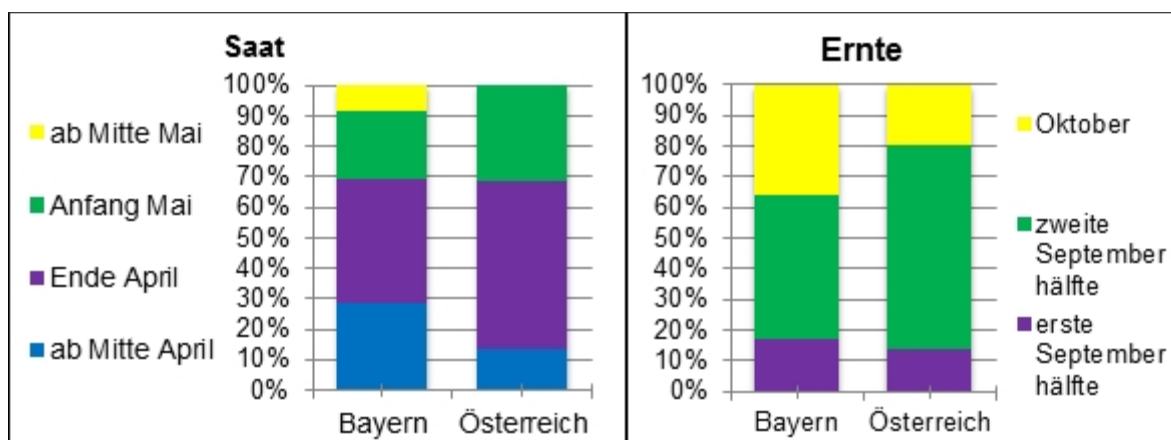


Abb. 5: Relative Aufteilung der Saat- und Erntezeit in Bayern und Österreich; N= 55 bzw. 89 (Bayern bzw. Österreich)

Zur Beikrautregulierung werden bei den befragten Landwirten durchschnittlich etwas mehr als vier Arbeitsgänge durchgeführt. Diese teilen sich auf in Blindstriegeln, Striegeln und Hacken. Im Durchschnitt führen die österreichischen Anbauer 0,3 Arbeitsgänge mehr durch (Tab. 6, AG Alle). Betrachtet man die einzelnen Arbeitsgänge getrennt voneinander, so zeigt sich ein anderes Bild. Die österreichischen Anbauer setzen mehr auf eine Arbeitsabfolge und

Kombination der Pflegemaßnahmen, die bayerischen Anbauer spezialisieren sich oft auf Hackgeräte- oder Striegeleinsatz (Tab. 6, Anteil LW).

Tab. 6: Anteil der Landwirte mit bestimmten Pflegemaßnahmen und den durchschnittlichen Arbeitsgängen

	Bayern			Österreich		
	Anteil LW	AG LW*	AG Alle [#]	Anteil LW	AG LW*	AG Alle [#]
Blindstriegeln	56 %	1,2	0,7	74 %	1,0	0,8
Striegeln	58 %	2,5	1,5	69 %	1,9	1,6
Hacken	80 %	2,4	1,9	88 %	2,3	2,0

LW = Landwirte, * = Anzahl der durchschnittlichen Arbeitsgänge (AG), die die Landwirte, die das jeweilige Verfahren anwenden, durchführen, [#] = Anzahl der durchschnittlichen Arbeitsgänge (AG) bezogen auf alle befragten Landwirte (100 %); N= 55 bzw. 89 (Bayern bzw. Österreich)

Der Erfolg der Beikrautregulierung wurde in vier Klassen von „sehr gut“ bis „schlecht“ durch die Betriebsleiter bewertet. Der Erfolg der Beikrautregulierung wurde in Österreich geringfügig besser eingeschätzt. Außerdem gaben hier nur 16 % der Betriebe an eine Beikrautregulierung per Hand durchzuführen. In Bayern waren es 38 %. Die Handarbeit wird zumeist in kleineren Betrieben mit wenig Fläche durchgeführt und wird oft als „Notbremse“ bei schlechtem Erfolg der mechanischen Beikrautregulierung eingesetzt.

Der Bewertung des Erfolges zur Beikrautregulierung wurden die Anzahl der Arbeitsgänge zur Beikrautregulierung, der Reihenabstand und der Ertrag zugeordnet. Bei einem „sehr guten“ oder „guten“ Erfolg wurden im Vergleich zu einem „schlechten“ Erfolg in beiden Ländern durchschnittlich mehr Arbeitsgänge zur Beikrautregulierung durchgeführt (Abb. 6, Abb. 7). Auch wurde ein im Durchschnitt um zehn cm größerer Reihenabstand gewählt und durchschnittlich ca. fünf dt/ha Mehrertrag erzielt. Weniger günstig sind Reihenabstände unter 25 cm zu bewerten, welche üblicherweise die normale Drillsaat präsentieren. Hier waren häufig die Erträge niedrig und es bestanden Probleme bei der Beikrautregulierung.

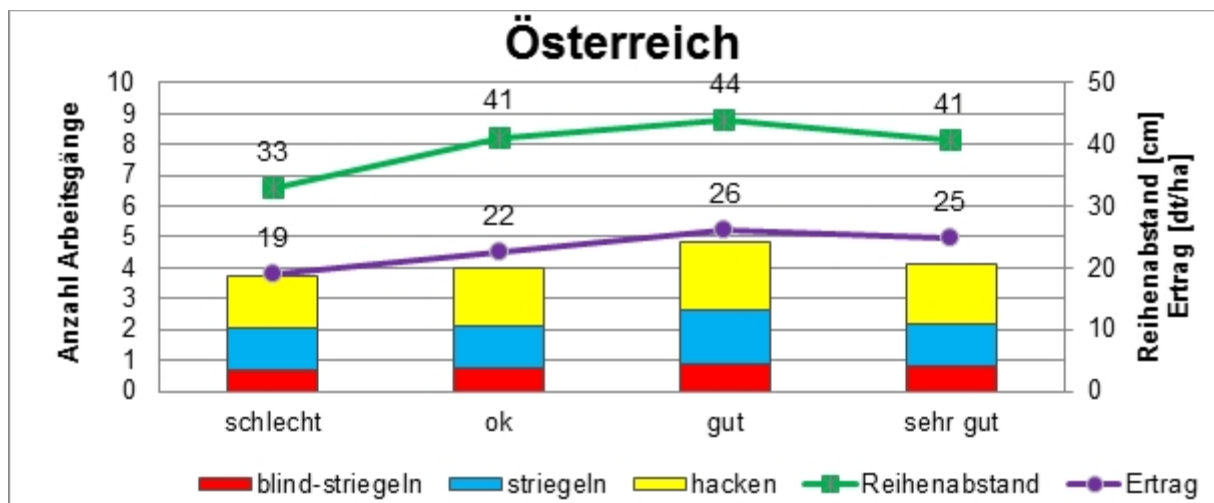


Abb. 6: Erträge, Anzahl Arbeitsgänge und Reihenabstand in Abhängigkeit von der Bewertung zum Erfolg der Beikrautregulierung bezogen auf den Beikrautdeckungsgrad in Österreich; N = 81

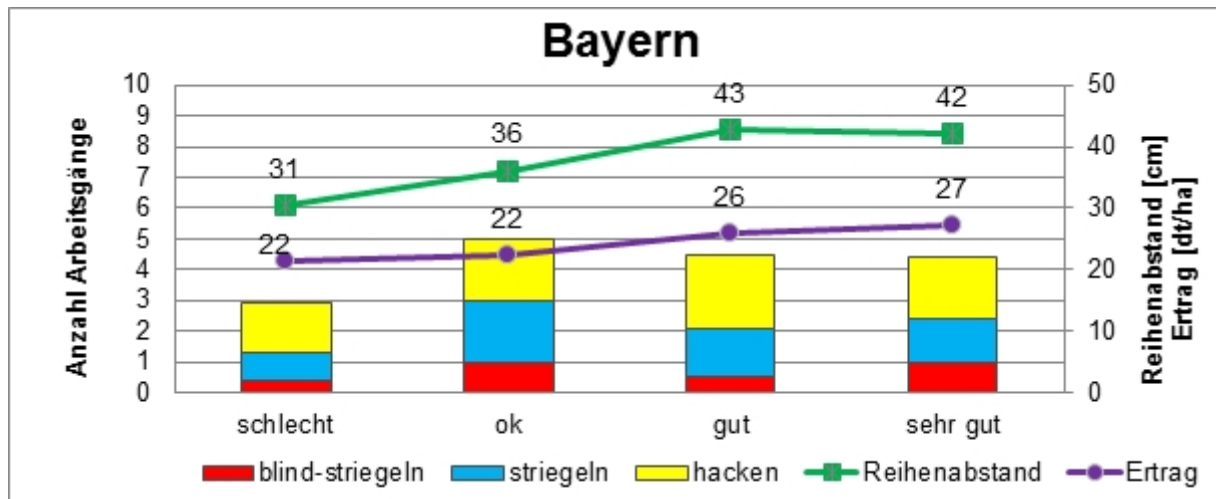


Abb. 7: Erträge, Anzahl Arbeitsgänge und Reihenabstand in Abhängigkeit von der Bewertung zum Erfolg der Beikrautregulierung bezogen auf den Beikrautdeckungsgrad in Bayern; N = 53

Die durchschnittlichen Erträge der befragten Betriebe liegen in Bayern bei 24,5 dt/ha bei einer Spannweite von 0 bis 37 dt/ha und in Österreich bei durchschnittlich 23,8 dt/ha bei Erträgen von 0 bis 40 dt/ha (Daten nicht dargestellt).

Knapp $\frac{2}{3}$ der bayerischen Betriebsleiter gaben auf die Frage des zukünftigen Anbauumfangs an, diesen beizubehalten oder auszuweiten (Abb. 8). $\frac{1}{6}$ würde den Anbau aufgeben und $\frac{1}{4}$ ist unentschlossen. In Österreich dagegen würden knapp 90 % der Betriebsleiter den Anbauumfang beibehalten oder ausweiten (Abb. 9). Die unterschiedlichen Angaben sind auf die Anbauerfahrungen zurückzuführen.

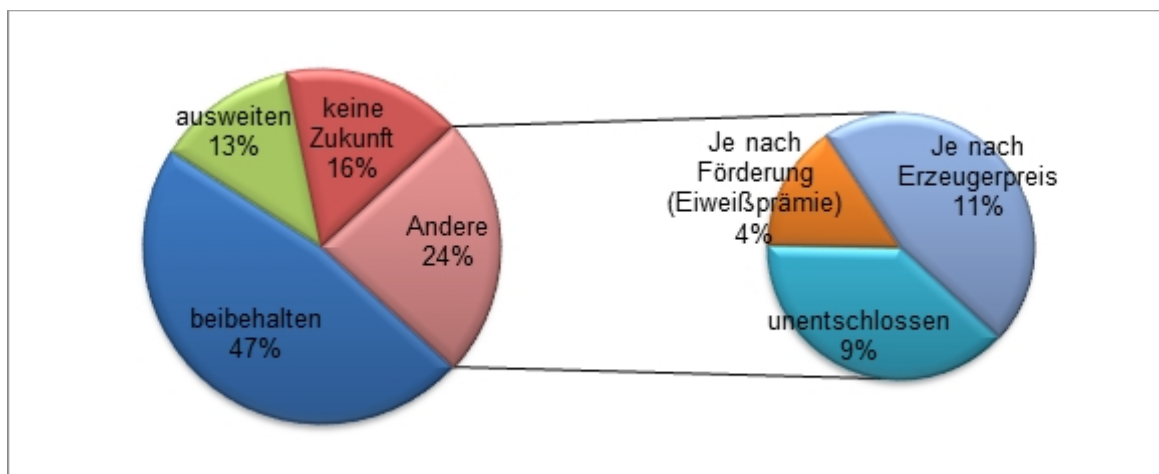


Abb. 8: Relative Aufteilung der Zukunft des Sojaanbaus in den befragten Betrieben in Bayern; N = 55

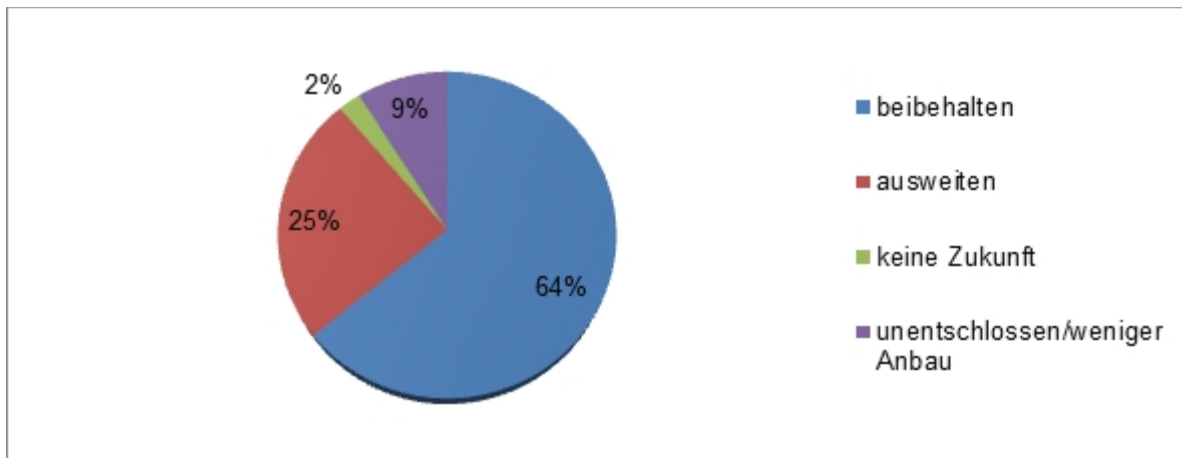


Abb. 9: Relative Aufteilung der Zukunft des Sojaanbaus in den befragten Betrieben in Österreich; $N = 89$

3.2 Feldversuchsserie zur mechanischen Beikrautregulierung

Der höchste Kornertrag wurde nach der statistischen Auswertung über alle acht wertbaren Umwelten in den Hackvarianten erzielt (Abb. 10). Diese lagen mit einer Ausnahme höher als in der Variante mit Striegel solo. Im Vergleich zur Kontrolle „ohne Beikrautregulierung“ war der Kornertrag durch die Beikrautregulierung immer höher.

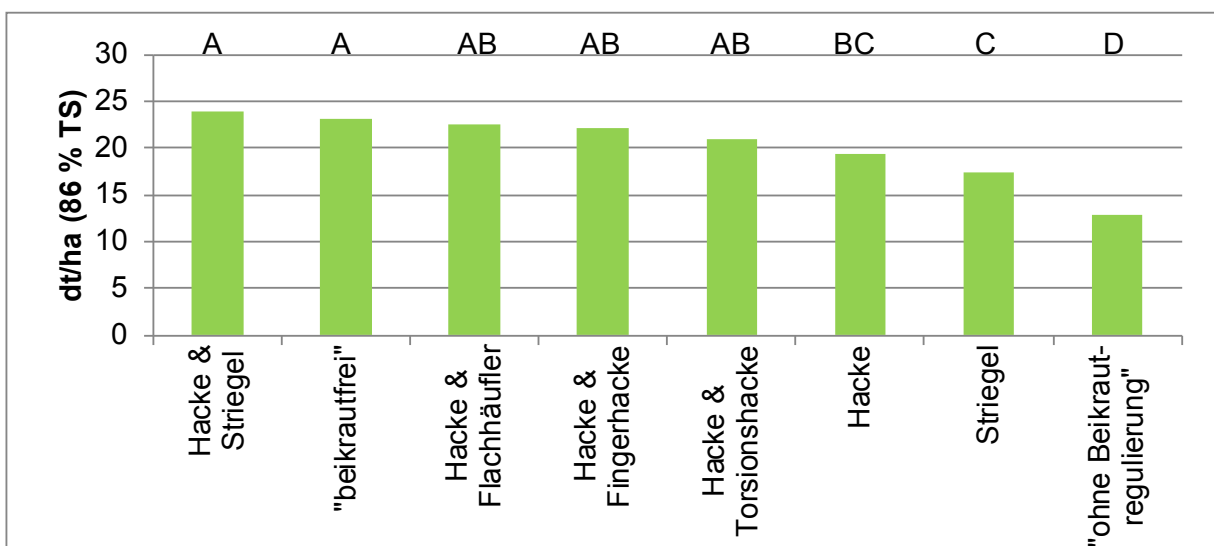


Abb. 10: Kornertrag in Abhängigkeit der Variante; Mittel aus allen Umwelten ($N = 8$), verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (SNK-Test, $p < 0,05$)

Der Beikrautbesatz vor der Ernte unterschied sich zwischen den Umwelten sehr deutlich: Während in Vierkirchen 2012 und Amperpettenbach 2013 die Beikrautdeckungsgrade mit etwa 30 bis 40 % in der Variante „ohne Beikrautregulierung“ gemäßigt ausfielen, waren sie in Vierkirchen 2011 und Hohenkammer mit nahezu 100 % sehr hoch (Tab. 7). Auch zwischen den Prüfvarianten wurde teils ein sehr unterschiedlicher Beikrautbesatz (z. B. Vierkirchen 2011, Stockach 2013) festgestellt, während in anderen Umwelten wie beispielsweise Fürstentfeldbrück 2012 und Vierkirchen 2012 nur geringfügige Unterschiede bonitiert wurden.

Tab. 7: Beikrautdeckungsgrade (%) vor der Ernte in Abhängigkeit der Umwelt

Variante	2011	2012		2013			2014	
	Vierkirchen	Fürstfeldbruck	Vierkirchen	Amperpettenbach	Puch	Stockach	Englmannsberg	Hohenkammer
"ohne Beikrautregulierung"	94	50	29	38	50	70	71	95
Striegel	75	38	19	40	-	71	39	90
Hacke	53	28	13	18	36	45	30	64
Hacke & Fingerhacke	48	25	11	19	25	31	15	58
Hacke & Flachhäufel	28	20	15	23	25	26	15	64
Hacke & Striegel	40	33	-	31	23	35	18	66
Hacke & Torsionshacke	53	23	11	23	24	41	15	64

- = Variante konnte nicht bis zum Drusch geführt bzw. nicht angelegt werden

Daher wurden für den Kornenertrag und Beikrautbesatz im Vegetationsverlauf zwei weitere statistische Auswertungen durchgeführt. Hierbei wurde in Umwelten mit hohem Beikrautbesatz und Umwelten mit geringerem Beikrautdruck unterschieden. Umwelten mit hohem Beikrautbesatz wurden mit einem Deckungsgrad vor Ernte $\geq 70\%$ in der Variante „ohne Beikrautregulierung“ definiert. Diese Kategorie umfasste Vierkirchen 2011, Stockach 2013, Englmannsberg 2014 und Hohenkammer 2014. Die anderen vier Umwelten (Fürstfeldbruck 2012, Vierkirchen 2012, Amperpettenbach 2013 und Puch 2013) bildeten die andere Klasse (Definition: Deckungsgrad vor Ernte $\leq 50\%$ in Variante „ohne Beikrautregulierung“).

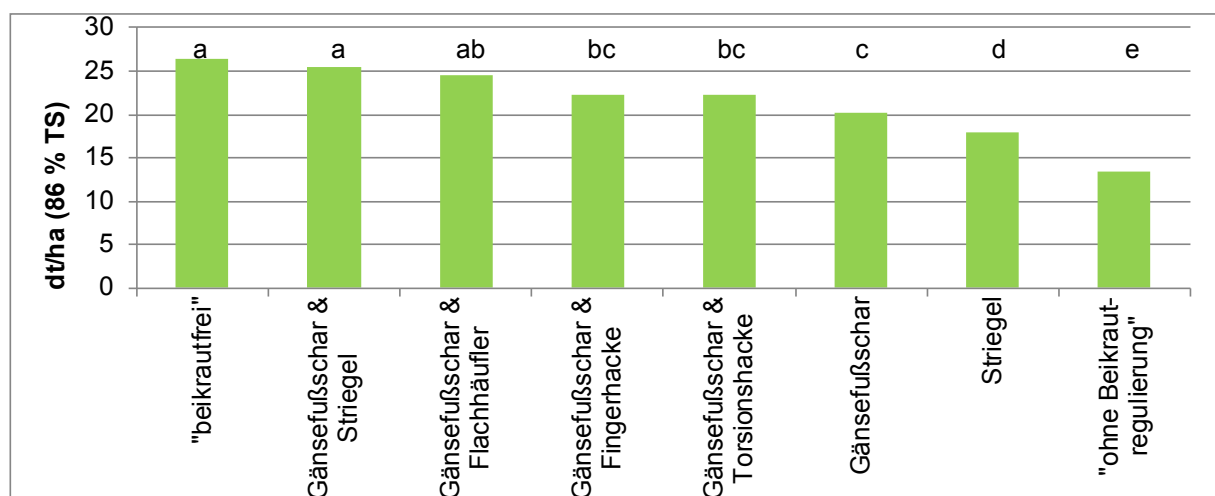


Abb. 11: Kornenertrag in Abhängigkeit der Variante; Mittel der Umwelten mit hohem Beikrautdeckungsgrad ($N = 4$), verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (SNK-Test, $p < 0,05$)

In der Auswertung Umwelt mit hohem Beikrautbesatz wurde mit etwa 25 dt/ha der höchste Kornertrag in der Variante Gänsefußscharhacke und Striegel, gefolgt von Gänsefußscharhacke mit Flachhäufner erzielt (Abb. 11). Der Ertrag dieser Varianten lag höher als beim alleinigen Einsatz der Hacke. Im Vergleich zum alleinigen Striegeln erreichten alle Hackvarianten einen höheren Kornertrag. In den Umwelten mit geringerem Beikrautdruck war die Reihenfolge der Varianten ähnlich (Abb. 12). Die Unterschiede zwischen den Prüfvarianten waren aber nicht signifikant.

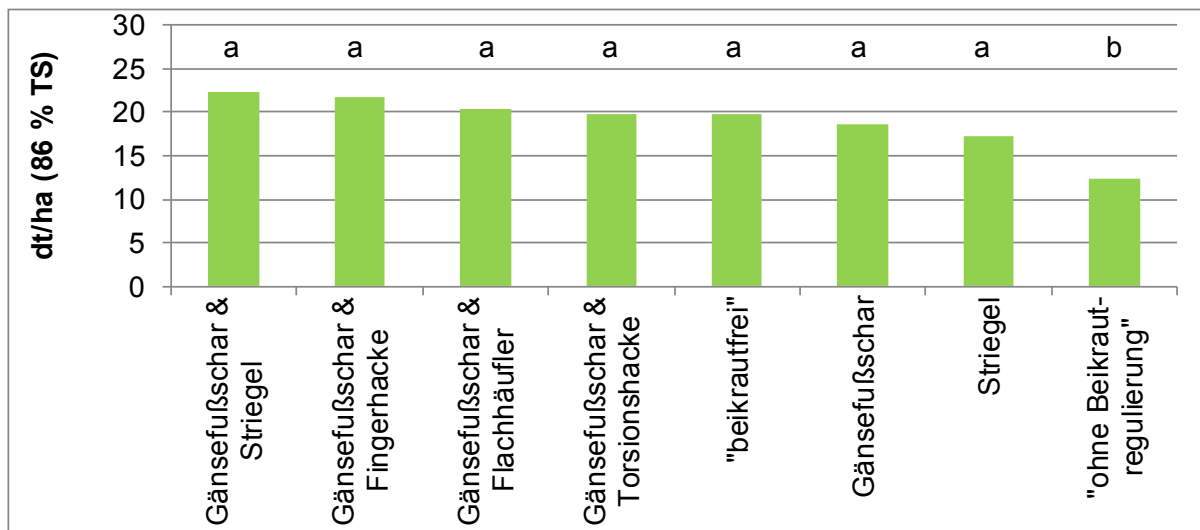


Abb. 12: Kornertrag in Abhängigkeit der Variante; Mittel der Umwelten mit geringerem Beikrautdeckungsgrad ($N = 4$), verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (SNK-Test, $p < 0,05$)

Die Ursache für die höheren Kornerträge war v. a. ein geringerer Beikrautbesatz. In den Umwelten mit hohem Beikrautdruck lagen die Beikrautdeckungsgrade bereits zum Hülsenfüllen in der Striegelvariante höher als in den Hackvarianten mit Zusatzwerkzeug oder in Kombination mit Striegeln (Abb. 13). Zur Ernte vergrößerte sich dieser Unterschied. Auch in anderen Forschungsarbeiten wurde mit Zusatzwerkzeugen (insbesondere Flachhäufner) oder bei Kombination von Geräten ein höherer Regulierungserfolg festgestellt (Hiltbrunner et al. 2012, Mücke et al. 2011).

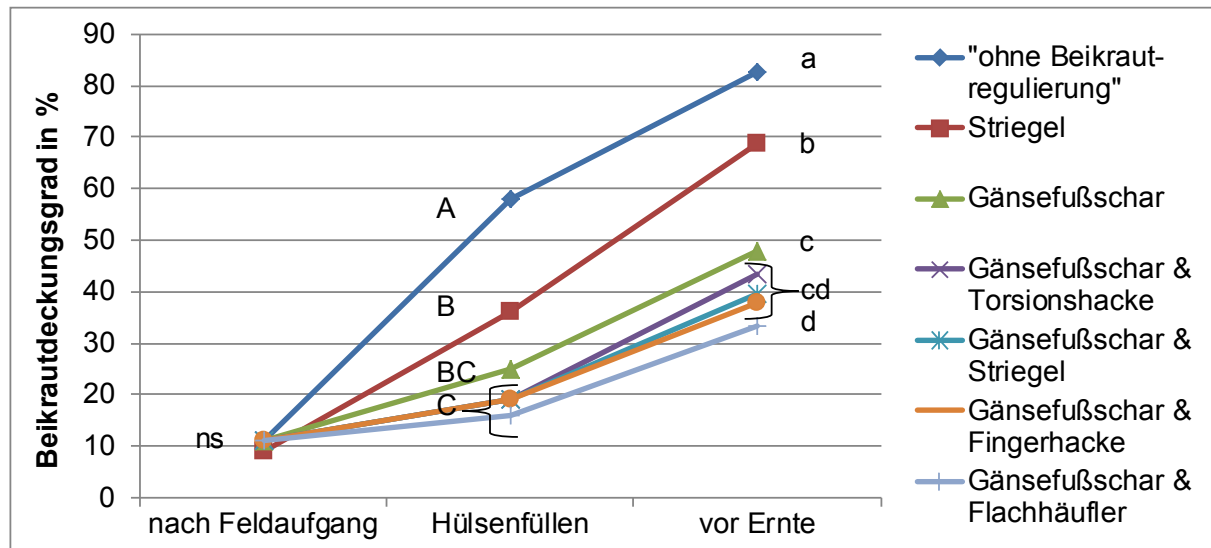


Abb. 13: Beikrautdeckungsgrad in Abhängigkeit der Variante und Boniturtermin; Mittel der Umwelten mit hohem Beikrautdeckungsgrad ($N = 4$), verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (SNK-Test, $p < 0,05$)

In den Umwelten mit geringerem Beikrautdruck lag der Beikrautdeckungsgrad erst zum Drusch in der Variante Striegel solo höher als in den Hackvarianten (Abb. 14). Zudem waren die Beikrautdeckungsgrade in den Umwelten mit geringerem Beikrautdruck ungefähr halb so hoch wie in den Umwelten mit hohem Beikrautdruck. Dies erklärt wahrscheinlich die geringeren Unterschiede im Kornertrag in den Umwelten mit geringerem Beikrautdruck.

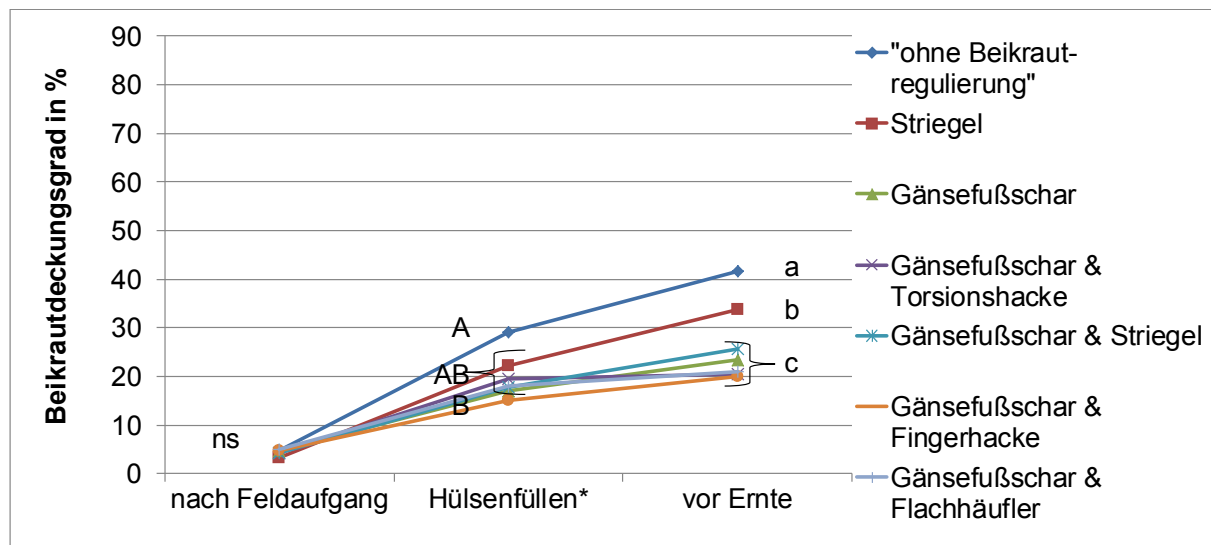


Abb. 14: Beikrautdeckungsgrad in Abhängigkeit der Variante und Boniturtermin; Mittel der Umwelten mit geringerem Beikrautdeckungsgrad ($N = 4$), verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (SNK-Test, $p < 0,05$), * = ohne Puch 2013 ($N = 3$)

Der Rohproteingehalt wurde durch die geprüften Strategien zur Beikrautregulierung und den daraus resultierenden verschiedenen hohen Beikrautbesatz wenig beeinflusst (Abb. 15). In den beiden Varianten mit den geringsten Kornerträgen (Striegel solo, ohne Beikrautregulierung) war der Rohproteingehalt mit etwa 42 % in der TM tendenziell höher als in den anderen Varianten mit ca. 40 % in der TM. Dies ist wahrscheinlich v. a. auf einen Verdünnungseffekt zu-

rückzuführen. Allerdings unterschieden sich nur die Varianten Striegel solo und Gänsefußschar mit dem Zusatzwerkzeug Flachhäufler signifikant (Abb. 15).

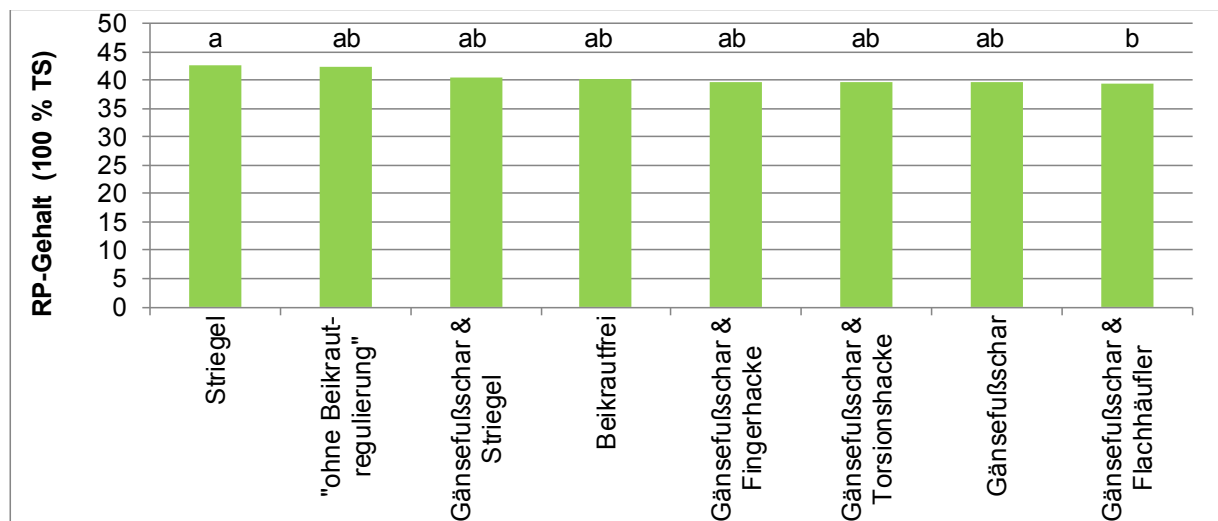


Abb. 15: Rohproteingehalt in Abhängigkeit der Variante; verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (Tukey-Test, $p < 0,05$)

Zwischen den geprüften Werkzeugen und Geräten wurden keine Unterschiede bei den Pflanzenverlusten in den Versuchen bonitiert (Abb. 16). Bei den Zusatzwerkzeugen sowie beim Striegel sind die Einstellung und der Einsatzzeitpunkt für die Höhe der Pflanzenverluste entscheidend, da sie innerhalb der Reihe (Fingerhacke, Striegel) oder in die Reihe (Flachhäufler, Torsionshacke) arbeiten. Die Torsionshacke ist v. a. bei wechselnden Bodenarten schwierig einzustellen und braucht unbedingt etwas lockere Erde an der Reihe, um effektiv zu arbeiten und die Sojapflanzen nicht zu schädigen. Exaktes Einstellen und Arbeiten bei diesen Geräten sichert geringere Pflanzenverluste. Beim Einsatz ist ggf. trotzdem eine erhöhte Saatstärke nötig, um mögliche Pflanzenverluste auszugleichen.

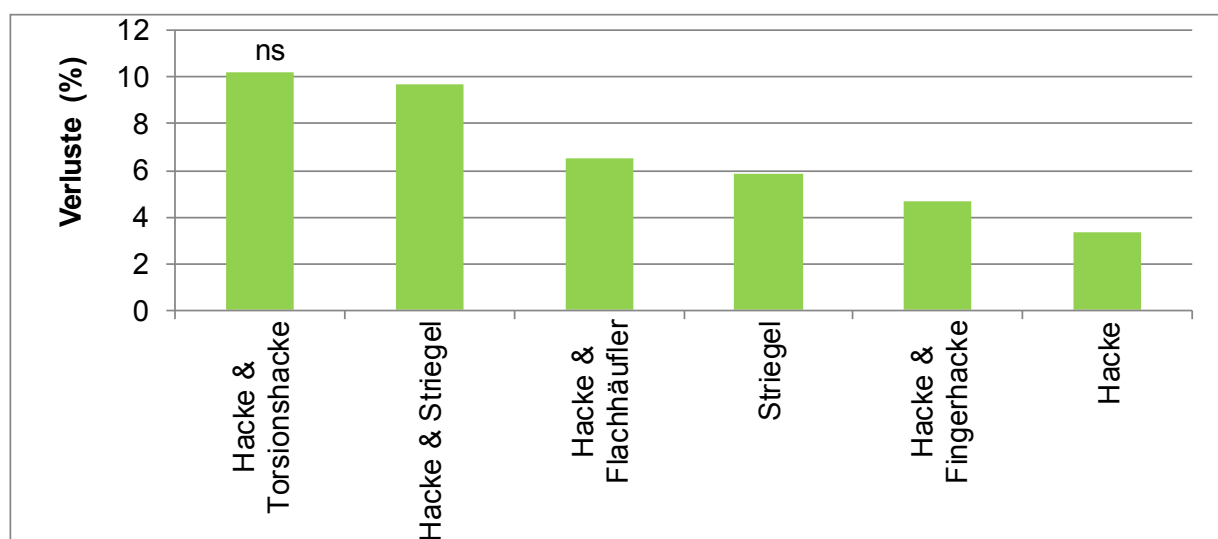


Abb. 16: Pflanzenverluste nach Abschluss der mechanischen Beikrautregulierung in Abhängigkeit der Variante; Mittel aller Umwelten ($N = 8$), ns = nicht signifikant (SNK-Test, $p < 0,05$)

Die Anzahl Pflanzen war in der Variante Striegel solo mit über 60 je m² signifikant höher als in den Hackvarianten mit etwa 50 je m² (Abb. 17). Obwohl die Hackvarianten in Einzelkornsaat bestellt wurden, erzielte die Variante in Drillsaat den besseren Feldaufgang. Dies ist wahrscheinlich auf den größeren Abstand von Korn zu Korn in der Reihe zurückzuführen. Dies wird durch Ergebnisse von Aigner und Salzeder (2015) in einem konventionell durchgeführten Versuch bestätigt.

Die bessere Beikrautregulierung in den Hackvarianten ist durch einen zeitlich flexibleren Einsatz im Vergleich zum Striegeln zu begründen. In drei der acht Umwelten konnte zusätzlich ein späterer Hackgang durchgeführt werden (Tab. 3). Hierdurch wurde die schlechtere Standraumverteilung der Sojabohnen bei großem Reihenabstand im Vergleich zu einem geringen Reihenabstand in der Striegelvariante überkompensiert. Dies wird durch ein Versuchsergebnis der LfL auf der TUM-Versuchsstation in Viehhausen bekräftigt: Bei intensiver mechanischer Beikrautregulierung (in diesem Fall vier bis sechs Arbeitsgänge) konnte bei einem Reihenabstand von 12,5 cm ein Mehrertrag in Höhe von 18 % im Vergleich zu einem Reihenabstand von 37,5 cm erzielt werden (Urbatzka und Kimmelman, unveröffentlicht).

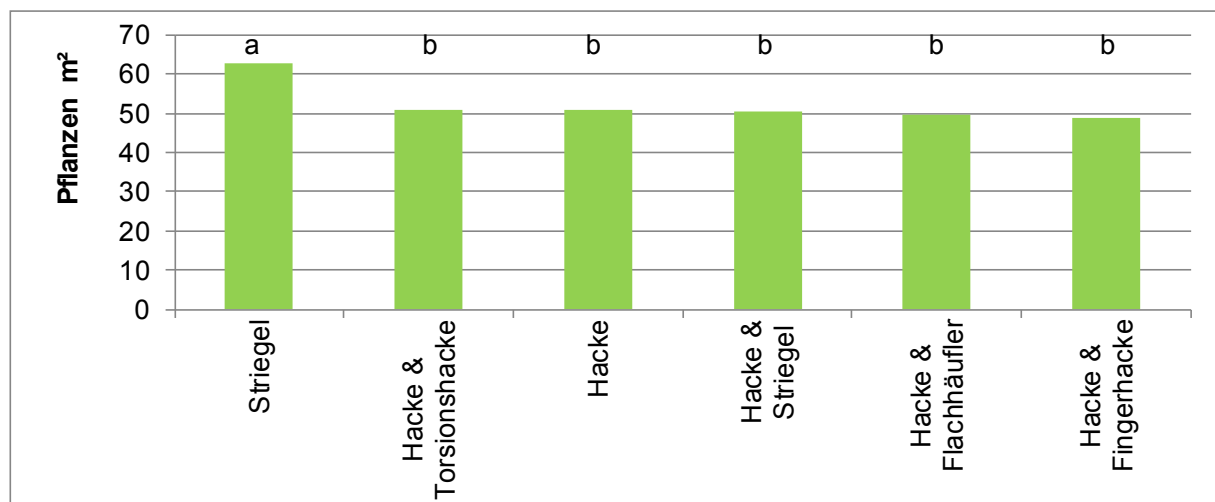


Abb. 17: Anzahl Pflanzen in Abhängigkeit der Variante vor Beginn der mechanischen Beikrautregulierung; Mittel aller Umwelten ($N = 8$), verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (SNK-Test, $p < 0,05$)

3.3 Feldversuchsserie zur Mulchsaat

In 2014 konnte, aufgrund eines steigenden Ungrasdrucks (v. a. durch Weidelgras) nur ein Teil des Mulchsaatversuches planmäßig bestellt werden. In keiner der Varianten mit abfrierenden und überwinterten Zwischenfrüchten mit Saatzeit August konnten Sojabohnen erfolgreich etabliert werden. Es konnte auch nur ein Teil von den Varianten mit überwinterten Zwischenfrüchten zur üblichen Saatzeit gedroschen werden. Daher werden auch nur letztgenannte Ergebnisse berichtet.

In 2012 und 2013 konnten die Beikrautdeckungsgrade durch die Saatbettbereitung mit der Kreiselegge im Vergleich zu „ohne Bodenbearbeitung“ im gesamten Vegetationsverlauf mit sehr wenigen Ausnahmen zum ersten Boniturtermin signifikant reduziert werden (Abb. 18, Abb. 19). Bereits in der Jugendentwicklung war der Beikrautdruck ohne Bodenbearbeitung mit durchschnittlich $> 50\%$ sehr hoch. In 2012 lagen zwischen den Zwischenfruchtvarianten

keine Unterschiede vor (Daten nicht dargestellt). In 2013 dagegen zeigten ein Gemenge aus Sommerwicke und Hafer, die Variante ohne Zwischenfrucht und vor allem der Grünroggen eine bessere Beikrautunterdrückung zu diesem Termin, aber nicht im weiteren Vegetationsverlauf (Abb. 19). Letztgenannte Zwischenfrüchte waren in 2012 noch nicht geprüft worden (Tab. 4).

In 2012 war der Beikrautdruck auch in den Varianten mit Saatbettbereitung sehr hoch (Abb. 18). Um den Versuch überhaupt ernten zu können, wurde entgegen der Planung das Beikraut im Juli und August mit einer Handfräse bekämpft. Leitunkräuter waren in 2012 rauhe Gänsedistel, jährige Rispe, rauhes Franzosenkraut und Löwenzahn sowie in 2013 rauhes Franzosenkraut und weißer Gänsefuß.

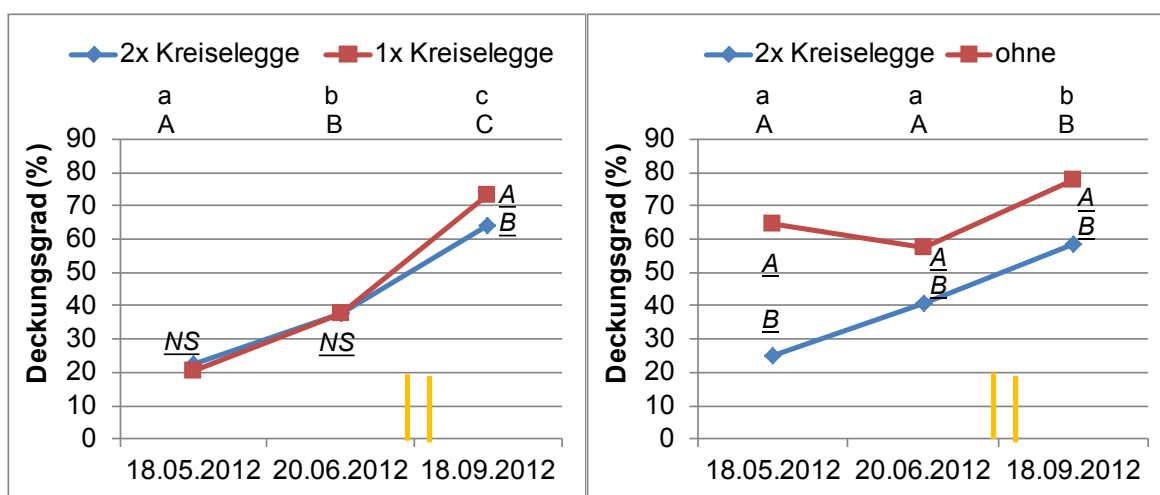


Abb. 18: Beikrautdeckungsgrad im Vegetationsverlauf 2012 in Abhängigkeit des Boniturtermins und der Bodenbearbeitung; verschiedene kleine, große bzw. groß-kursiv-unterstrichene Buchstaben = signifikante Unterschiede für Daten mit log-Transformation für 1x Kreiselegge/ohne, 2x Kreiselegge bzgl. Boniturtermine bzw. bzgl. Bodenbearbeitung (SNK-Test, $p < 0,05$); | = Arbeitsgang mit Handfräse im Reihenzwischenraum

In 2014 war der Beikrautdeckungsgrad nach der Saat der Sojabohnen und Ende Juli nach den überwinterten Zwischenfrüchten mit bis zu 30 % moderat, stieg aber zum Drusch auf über 80 % signifikant an (Abb. 20). Nach Grünroggen lagen die Beikrautdeckungsgrade etwa fünf bis zehn % geringer als bei den anderen drei Wintergetreiden (Abb. 20). Im Gegensatz zu den Ergebnissen der Vorjahre mit überwiegend abfrierenden Zwischenfrüchten unterschieden sich die Varianten mit und ohne Saatbettbereitung nicht signifikant (Abb. 20).

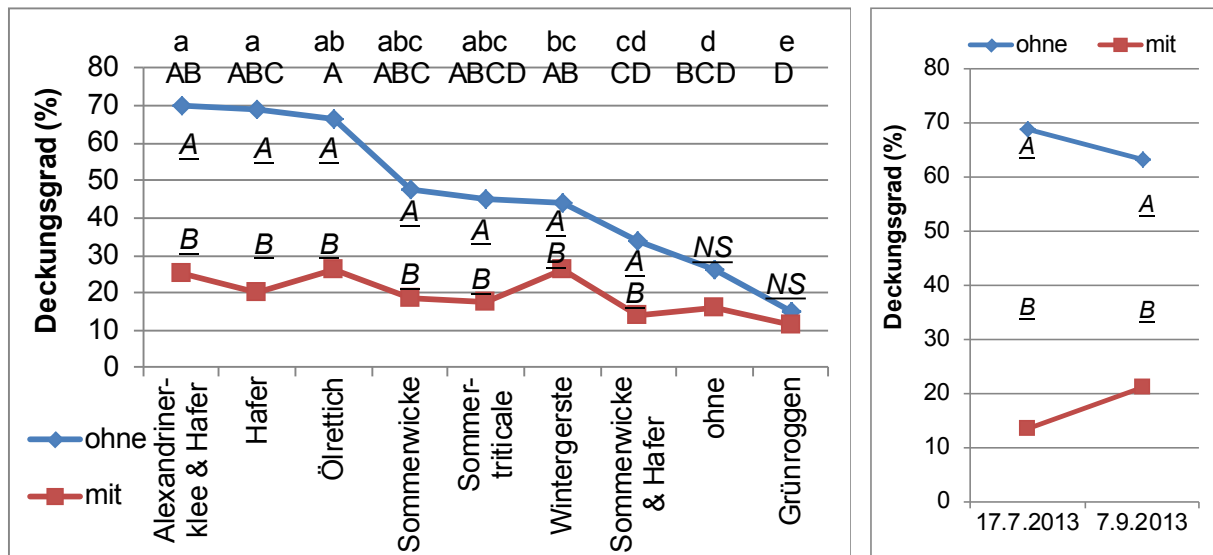


Abb. 19: Beikrautdeckungsgrad im Vegetationsverlauf 2013 in Abhängigkeit des Boniturtermins und der Bodenbearbeitung; Termin 18.5.2013 links, andere Termine rechts; verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (Details siehe Abb. 18)

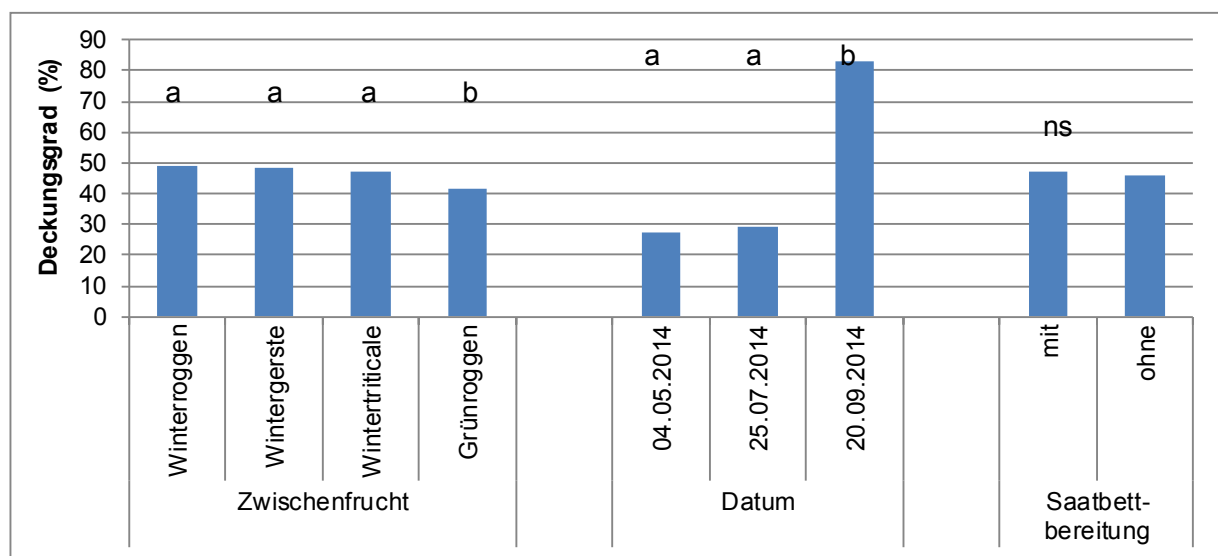


Abb. 20: Beikrautdeckungsgrad der überwinternden Zwischenfrüchte zur üblichen Saatzeit im Vegetationsverlauf 2014 in Abhängigkeit der Zwischenfrucht, des Boniturtermins und der Bodenbearbeitung; verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede für Daten mit log-Transformation (SNK-Test, $p < 0,05$)

Bei intensiverer Bodenbearbeitung wurde mit Ausnahme des mittleren Boniturtermins 2014 und sehr weniger Zwischenfrüchte in 2013 eine geringere Mulchauflage bonitiert (Abb. 21 bis Abb. 25). Allerdings war die Mulchauflage nur in einigen Varianten in 2012 (Hafer und Sommerwicke) und 2013 (Grünroggen, Sommertriticale, Sommerwicke, Gemenge aus Hafer und Sommerwicke) ohne Saatbettbereitung Mitte Mai größer als 30 % (Abb. 22, Abb. 23). Auch in 2014 wurde in den Varianten mit überwinternden Zwischenfrüchten ohne Saatbettbereitung im Mai eine Mulchauflage auf ähnlichem Niveau bonitiert. Ab 30 % ist von einem effektiven Erosionsschutz auch bei einem mittleren Erosionsrisiko auszugehen (Brunotte et al. 1999, BMLF 2015).

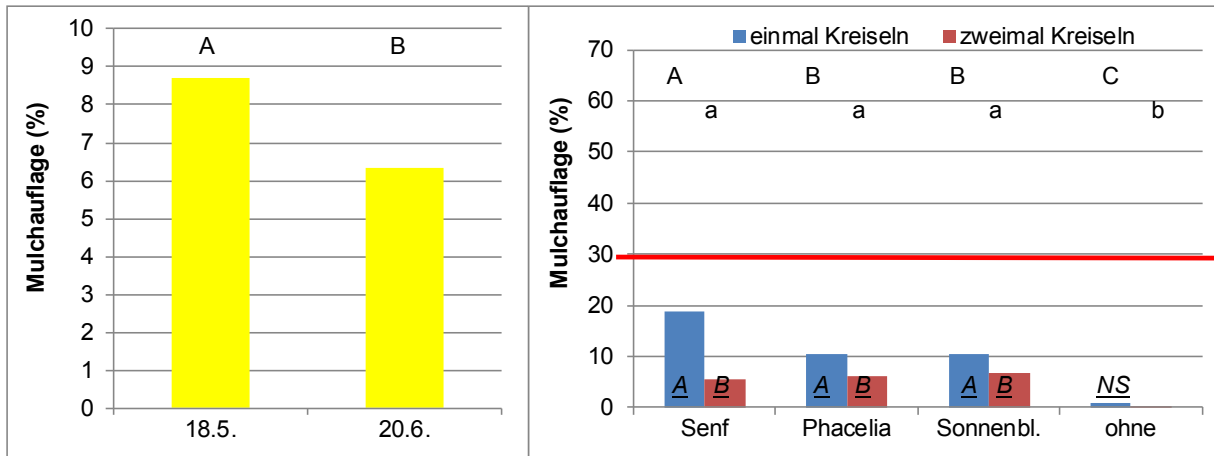


Abb. 21: Mulchauflage (%) in 2012 im Vegetationsverlauf (links) und in Abhängigkeit der Zwischenfrucht und der Bodenbearbeitung (rechts), Teil 1; rote Linie gibt Grenze für wirksamen Erosionsschutz wieder (Brunotte et al. 1999, BMLF 2015), verschiedene kleine, große bzw. groß-kursiv-unterstrichene Buchstaben = signifikante Unterschiede für Daten mit Wurzel-Transformation bzgl. Boniturtermine bzw. bzgl. Bodenbearbeitung (SNK-Test, $p < 0,05$)

Die Mulchauflage verringerte sich im weiteren Vegetationsverlauf deutlich. In 2012 betrug sie nur in den oben genannten Varianten noch 20 % am 20.6., in allen anderen Varianten war sie in 2012 und 2013 geringer (Abb. 22, Abb. 24). Anders die Situation in 2014: in den Varianten mit überwinterten Zwischenfrüchten mit und ohne Saatbettbereitung lag die Mulchauflage Ende Juli bei etwa 20 % (Abb. 25). In diesen Varianten ist bis in den Juni hinein von einem effektiven Erosionsschutz auszugehen. Hierbei war die Mulchauflage der Zwischenfrucht Wintergerste geringer als die der beiden Varianten mit Roggen (Abb. 25).

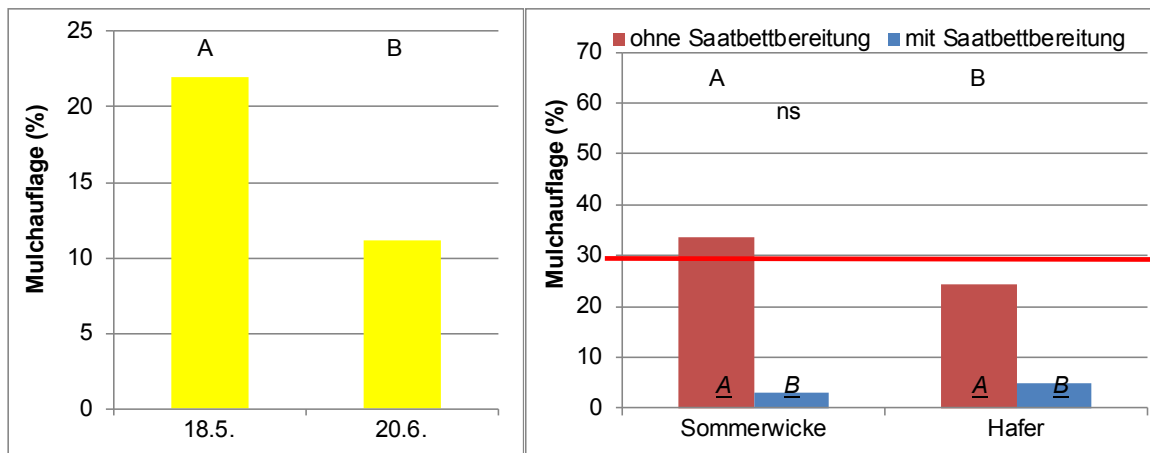


Abb. 22: Mulchauflage (%) in 2012 im Vegetationsverlauf (links) und in Abhängigkeit der Zwischenfrucht und der Bodenbearbeitung (rechts), Teil 2; rote Linie gibt Grenze für wirksamen Erosionsschutz wieder (Brunotte et al. 1999, BMLF 2015), verschiedene kleine, große bzw. groß-kursiv-unterstrichene Buchstaben = signifikante Unterschiede für Daten mit Wurzel-Transformation bzgl. Boniturtermine bzw. bzgl. Bodenbearbeitung (SNK-Test, $p < 0,05$)

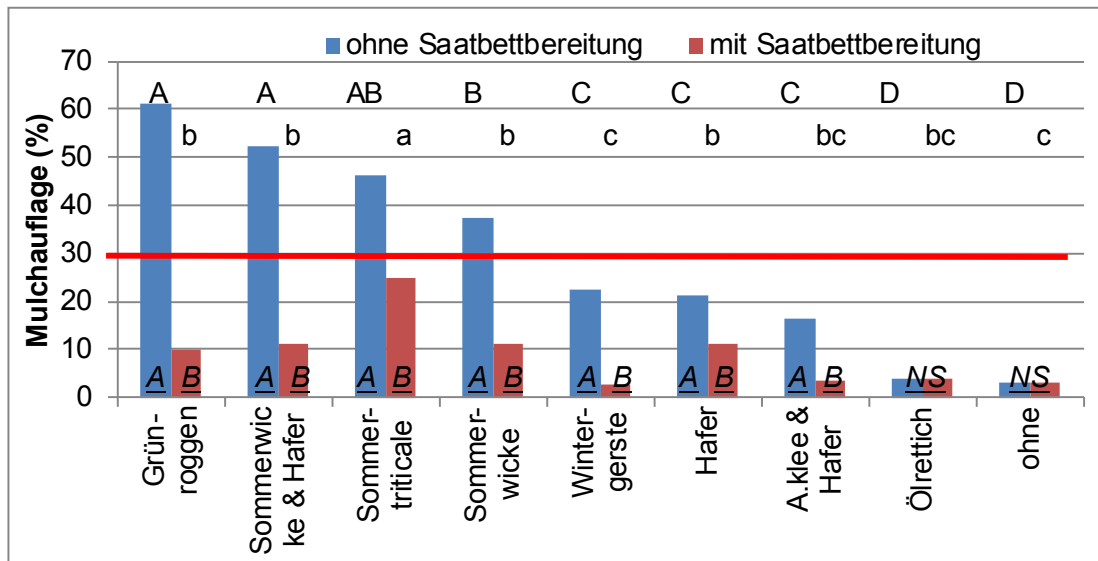


Abb. 23: Mulchauflage (%) in 2013 zum ersten Boniturtermin (18.5.2013) in Abhängigkeit der Zwischenfrucht und der Bodenbearbeitung; rote Linie gibt Grenze für wirksamen Erosionsschutz wieder (Brunotte et al. 1999, BMLF 2015), verschiedene kleine, große bzw. groß-kursiv-unterstrichene Buchstaben = signifikante Unterschiede für Daten mit Winkel-Transformation ohne arcsin bzgl. Boniturtermine bzw. bzgl. Saatbettbereitung (SNK-Test, $p < 0,05$)

Zum ersten Boniturtermin in 2014 betrug auch die Mulchauflage mit Saatbettbereitung mit Ausnahme der Wintergerste mindestens etwa 30 % (Abb. 25). Hieraus als auch aus den Varianten ohne Saatbettbereitung resultierte trotz des hohen Beikrautbesatzes eine relativ gute Beikrautunterdrückung, welche erst zum Drusch auf ein hohes Niveau anstieg (Abb. 20). Dagegen stieg in 2012 und 2013 der Beikrautbesatz bereits zum Juni bzw. Juli deutlich an (Abb. 18, Abb. 19).

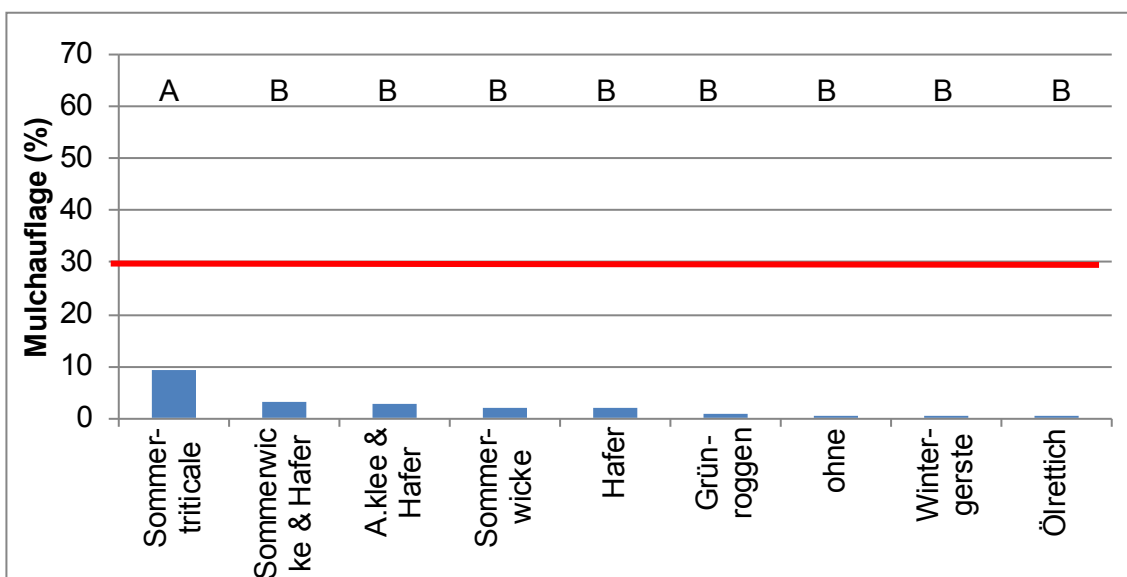


Abb. 24: Mulchauflage (%) in 2013 zum zweiten Boniturtermin (17.7.2013) in Abhängigkeit der Zwischenfrucht; rote Linie gibt Grenze für wirksamen Erosionsschutz wieder (Brunotte et al. 1999, BMLF 2015), verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede für Daten mit Winkel-Transformation ohne arcsin (SNK-Test, $p < 0,05$)

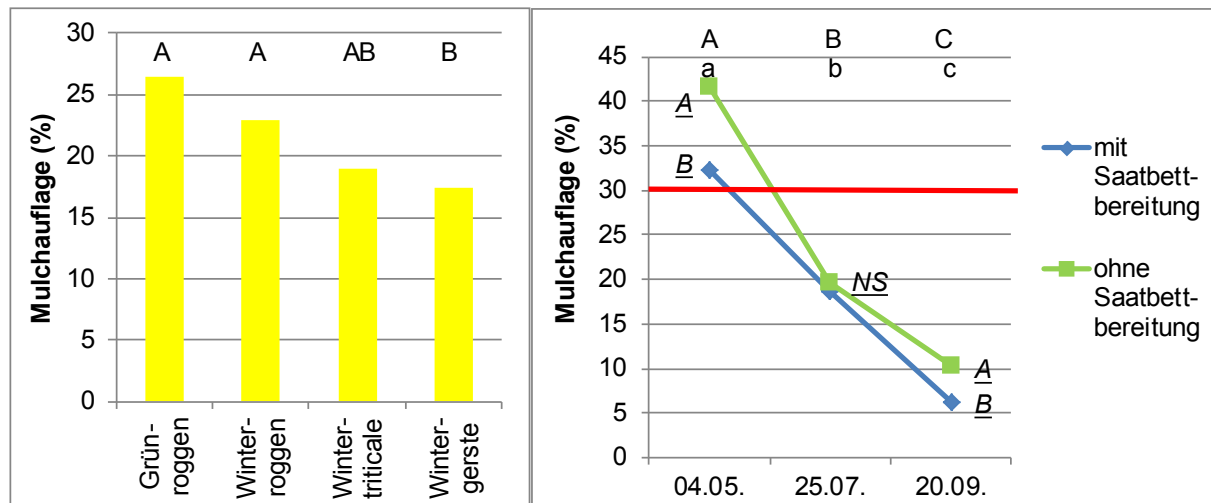


Abb. 25: Mulchauflage (%) in 2014 in Abhängigkeit der Zwischenfrucht (links) und im Vegetationsverlauf in Abhängigkeit der Saatbettbereitung (rechts); rote Linie gibt Grenze für wirksamen Erosionsschutz wieder (Brunotte et al. 1999, BMLF 2015), verschiedene kleine, große bzw. groß-kursiv-unterstrichene Buchstaben = signifikante Unterschiede für Daten mit log-Transformation bzgl. Boniturtermine bzw. bzgl. Saatbettbereitung (SNK-Test, $p < 0,05$)

Beim Kornertrag wurden in 2012 und 2013 keine signifikanten Unterschiede zwischen allen Zwischenfruchtvarianten festgestellt (Abb. 26, Abb. 27). In 2012 erzielte Soja nach zweimaliger Saatbettbereitung mit der Kreiselegge einen höheren Korn- und RP-Ertrag als nach einmaliger Bearbeitung (Abb. 26). Dies ist zumindest zum Teil auf einen geringeren Beikrautdeckungsgrad vor der Ernte nach zweimaliger Bearbeitung zurückzuführen (Abb. 18).

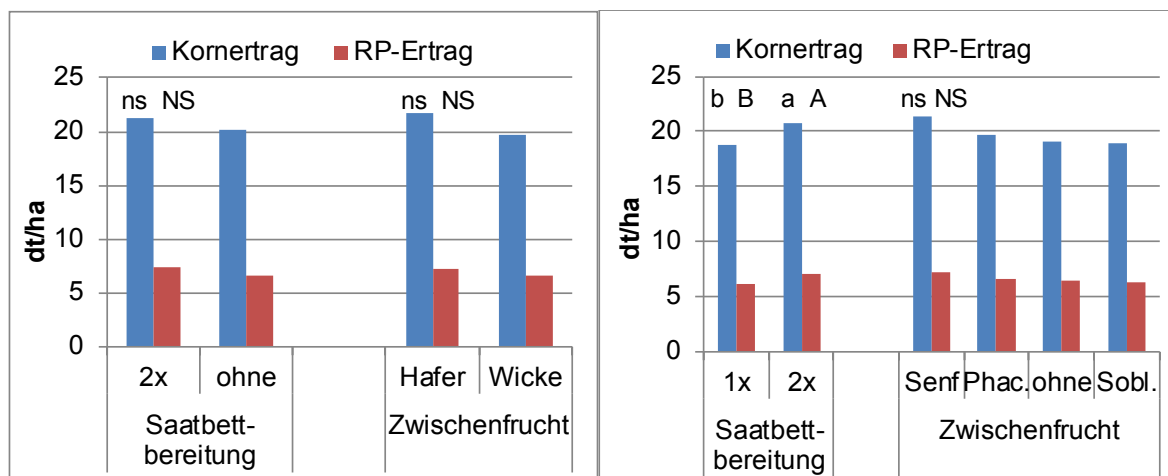


Abb. 26: Kornertrag in 2012 in Abhängigkeit der Zwischenfrucht und der Bodenbearbeitung; verschiedene kleine bzw. große Buchstaben = signifikante Unterschiede bzgl. Korn- bzw. RP-Ertrag (SNK, $p < 0,05$); ns = nicht signifikant

Auch in 2013 gab es einen signifikanten Unterschied beim Faktor Saatbettbereitung: ohne Bodenbearbeitung fielen die Kornerträge geringer aus als nach einmaliger Bearbeitung (Abb. 27). Dies ist ebenfalls mit den deutlichen Unterschieden im Beikrautdeckungsgrad zu erklären. Das Ertragsniveau fiel aber mit durchschnittlich 10,7 dt/ha gering aus. Auch in 2014 wurde in den Varianten mit Saatbettbereitung mit 17,9 dt/ha ein signifikant höherer Kornertrag als ohne Saatbettbereitung mit 6,7 dt/ha erzielt (Abb. 28). Dies ist aber nicht eine Folge

unterschiedlichen Beikrautdrucks. Ursache ist wahrscheinlich die fehlende Saatbettbereitung und die höhere Mulchauflage in den Varianten ohne Saatbettbereitung, welche die Entwicklung der Sojabohnen stärker beeinträchtigt haben.

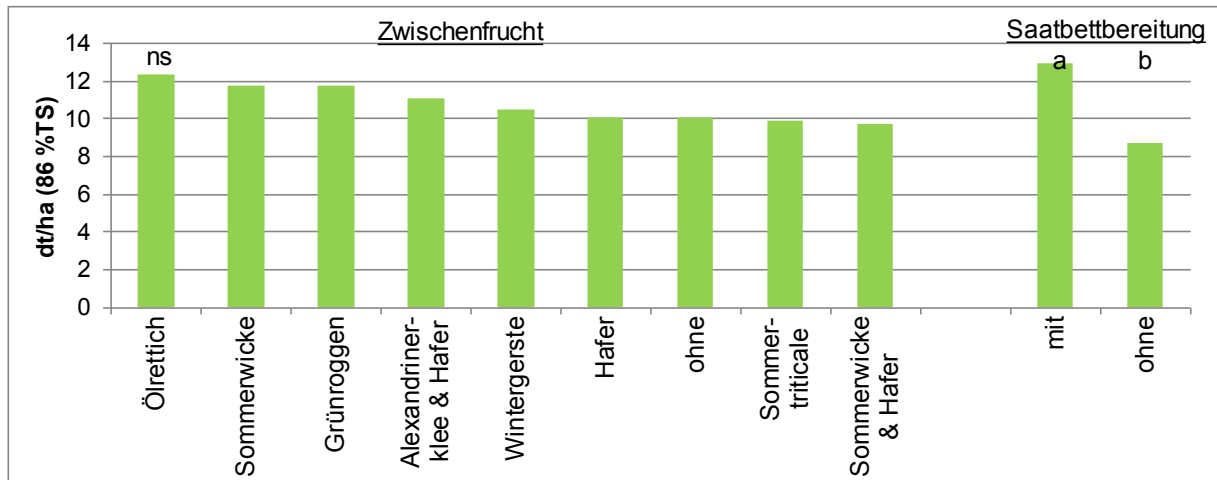


Abb. 27: Kornertrag in 2013 in Abhängigkeit der Zwischenfrucht und der Bodenbearbeitung; verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (SNK, $p < 0,05$), ns = nicht signifikant

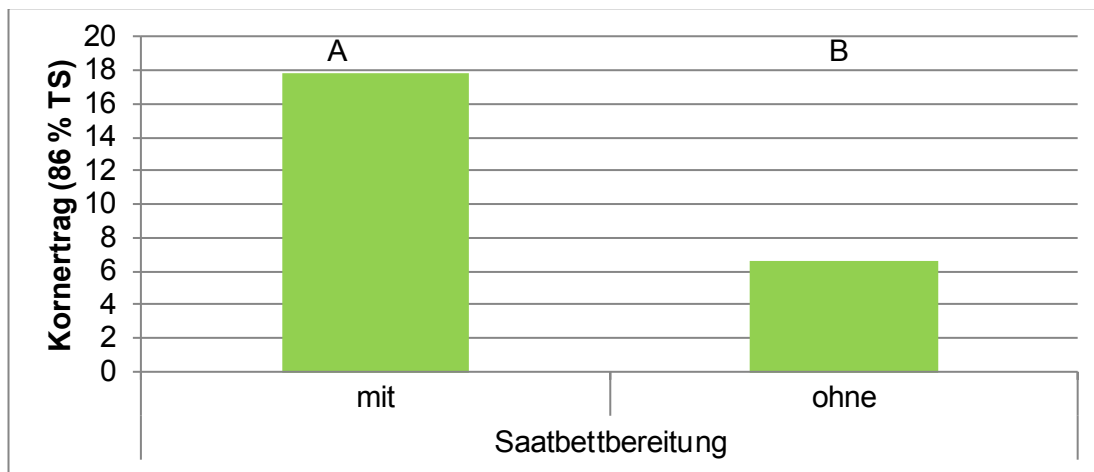


Abb. 28: Kornertrag nach überwinternden Zwischenfrüchten zur üblichen Saatzeit 2014 in Abhängigkeit der Bodenbearbeitung; verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (SNK, $p < 0,05$)

In 2014 waren die überwinternden Zwischenfrüchte zum üblichen Saattermin den abfrierenden Zwischenfrüchten überlegen. Daher werden die Versuche mit überwinternden Zwischenfrüchten an der LfL fortgeführt. Für die abfrierenden Zwischenfrüchte bleibt festzuhalten, dass sie für eine Mulchsaat von Soja im ökologischen Landbau nicht geeignet sind.

4 Zusammenfassung und Ausblick

In dem Projekt wurde die für Bayern relativ neue und unbekannte Kultur Soja im ökologischen Landbau untersucht. Als erster Schwerpunkt wurde die Praxis des ökologischen Pflanzenbaus in Bayern und Österreich in Telefoninterviews erhoben. Die österreichischen Erfahrungen sind durch den langjährigen Anbau von Soja umfangreicher. Dies zeigt sich im kompletten Anbauverfahren. Da in Bayern häufig noch mit der richtigen Technik zur Saat und Beikrautregulierung experimentiert wird, sollten die Erfahrungen aus Österreich aufgegriffen werden.

Um einen möglichst sicheren Ertrag zu erreichen, sollten Sojabohnen im ökologischen Anbau mit weiten Reihenabständen von 40 bis 50 cm gesät werden. Außerdem sollte eine gut durchdachte aber auch flexible Strategie zur Beikrautregulierung angewendet werden. Dazu sollten vier bis fünf Maßnahmen zur Beikrautregulierung eingeplant werden. Diese sollten jedoch gezielt kombiniert werden und beispielsweise je einen Durchgang Blindstriegeln und Striegeln sowie zwei maschinelle Hackdurchgänge umfassen.

Als zweiter Schwerpunkt wurde eine Feldversuchsserie zur mechanischen Beikrautregulierung durchgeführt, da im ökologischen Sojaanbau bei Misslingen der Beikrautbekämpfung von deutlichen Ertragseinbußen auszugehen ist. Sechs verschiedene Regulierungsstrategien (Striegel, Gänsefußscharhacke je solo und in Kombination sowie Gänsefußscharhacke mit den Zusatzwerkzeugen Flachhäufler, Fingerhacke und Torsionshacke) wurden bezüglich Beikrautregulierung und Kornertrag untersucht. Die Hackvarianten wurden in Einzelkornsaat und in einem Reihenabstand von 50 cm etabliert, die Striegelvariante in Drillsaat und in einem Reihenabstand von 12,5 cm. Die Feldversuche wurden an je drei Orten in den Jahren 2011 bis 2014 angelegt.

Der Beikrautdeckungsgrad in den Hackvarianten war geringer als in der Striegelvariante in den vier Umwelten mit hohem Beikrautdruck. Hier war auch der Kornertrag in den Hackvarianten höher als in der Striegelvariante. Dies ist auf eine längere Zeitspanne der Beikrautbekämpfung bei den Hackvarianten zurückzuführen. Das Zusatzwerkzeug Flachhäufler und die Kombination von Hacke und Striegel erhöhten den Bekämpfungserfolg und den Kornertrag im Vergleich zur Hacke solo. In den anderen Umwelten mit geringerem Beikrautdruck gab es beim Kornertrag keine Unterschiede zwischen den Regulierungsstrategien.

Demnach kann eine Gerätekombination den Erfolg der Beikrautregulierung und damit auch den Kornertrag erhöhen. Dies deckt sich mit den Erfahrungen der österreichischen Betriebsleiter. Ursache ist wahrscheinlich eine größere zeitlichere Flexibilität beim Hackeinsatz im Vergleich zum Striegel solo und eine bessere Regulierung in der Reihe im Vergleich zur Gänsefußscharhacke solo.

Im dritten Schwerpunkt wurde eine Feldversuchsserie zur Mulchsaat von Soja angelegt. Durch Mulchsaat kann die Erosionsgefahr beim Anbau von Soja reduziert werden. Die Feldversuche wurden von 2012 bis 2014 auf einem Standort unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus durchgeführt. In allen drei Jahren wurde Soja in verschiedene abfrierende Zwischenfrüchte mit einer Einzelkornsaat als Mulchsaat ohne bzw. mit einer Saatbettbereitung gesät. In 2012 wurde die Planung aufgrund eines massiven Beikrautdruckes in der vorlaufenden Zwischenfrucht geändert: mit Ausnahme zweier Varianten wurde der Boden vor der Saat ein- oder zweimal bearbeitet. In 2013 wurden zusätzlich zwei Varianten mit überwinternden Zwischenfrüchten zur gleichen Saatzeit und in 2014 vier Wintergetreidearten mit üblichem Saattermin in den Versuch integriert.

In allen drei Jahren war der Beikrautbesatz hoch. In 2014 konnte daher im Versuch nur der Teil mit überwinternden Zwischenfrüchten zur üblichen Saatzeit geerntet werden, in 2012 wurde zusätzlich im Sommer das Beikraut im Reihenzwischenraum mit einer Handfräse bekämpft. Mit erhöhter Intensität der Bodenbearbeitung erzielte Soja einen höheren Kornertrag in allen Jahren. Dies war in 2012 und 2013 v. a. auf einen höheren Beikrautbesatz in den Varianten mit Mulchsaat ohne Saatbettbereitung zurückzuführen. Jedoch lag der Kornertrag auch in den Varianten mit Saatbettbereitung auf einem niedrigen Niveau. Deshalb sind die geprüften abfrierenden Zwischenfrüchte für eine Mulchsaat von Soja im ökologischen Landbau nicht geeignet.

Dagegen erreichten die überwinternden Zwischenfrüchte trotz des hohen Beikrautbesatzes bis Ende Juli eine moderate Beikrautunterdrückung und bis in den Juni hinein eine ausreichende Mulchauflage. Der Kornertrag in den Varianten mit Saatbettbereitung fiel auch hier mit knapp 18 dt/ha besser aus. Daher wird die Mulchsaat von Soja in überwinternde Zwischenfrüchte aus Eigenmitteln der LfL weiter geprüft.

5 Literaturverzeichnis

Aigner, A., Salzeder G. (2015): Saattechnik- und Saatstärkeversuch zu Sojabohnen. Schriftenreihe der Bayer. Landesanstalt f. Landwirtschaft 6, 53-56, URL:

http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/soja-tagung-2015_lfl-schriftenreihe.pdf

BMEL (2015): Gute fachliche Praxis – Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz. Hrsg.: aid infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e.V. Heft 3614/2015, 120 Seiten

Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Springer, Wien und New York, 3. Auflage, 865 S.

Brunotte, J., Winnige, B., Frielinghaus, M., Sommer, C. (1999): Der Bodenbedeckungsgrad – Schlüssel für Gute fachliche Praxis im Hinblick auf das Problem Bodenabtrag in der pflanzlichen Produktion. Bodenschutz, 2/1999, 57-61

Hiltbrunner, J., Luginbühl, C., Buchmann, U., Herzog, C., Hunziger, H., Scherrer, C. (2012): Mechanical control of weeds within the crop row of organically grown soybeans. Julius-Kühn-Archiv 434, 251-256

Kistler, M., Brandhuber, R., Maier, H. (2013): Wirksamkeit von Erosionsschutzmaßnahmen. LfL-Schriftenreihe 8/2013, URL:

<http://www.lfl.bayern.de/publikationen/schriftenreihe/051476/index.php>

Mücke, M., Seidel, K., Meyercordt, A. (2011): Versuchsbericht Ökologischer Sojabohnenanbau in Niedersachsen. Landwirtschaftskammer Hannover, Fachbereich Ökologischer Landbau, URL:

<http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/6/nav/328/article/21945.html>

Pfadenhauer, J., Poschlod, P., Buchwald, R. (1986): Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Teil 1. Methodik der Anlage und Aufnahme." *Ber. ANL* 10 (1986): 41-60

6 Anhang

Fragebogen der Praxisumfrage

a) Fragen für den Erstanbauer:

Name: _____

Adresse: _____

Wie viel ha werden 2011 angebaut? _____ ha

Vorfrucht: _____

Vorvorfrucht: _____

Zwischenfruchtanbau: _____

Grundbodenbearbeitung und Saattbettbereitung: Technik + Durchgänge

Saat:

Technik: _____ Reihenabstand: _____ cm

Termin: _____

Saatstärke: _____ Körner/m²

Sorte: _____

Beikrautregulierung:

Technik und Durchgänge 2011: BBCH-Stadium oder Tage nach Feldaufgang/Saat

Wurde die gesamte Fläche gleich behandelt oder gab es Unterschiede?

Bei welchen Bedingungen (Boden, Wetter) wurden die Maßnahmen dieses Jahr durchgeführt?

Konnten die Maßnahmen zeitgerecht/wunschgemäß durchgeführt werden?

Ja Nein

Wie war die Witterung anschließend?

Wie erfolgreich waren die Maßnahmen bezogen auf:
Beikrautdeckungsgrad?

Beikrautarten?

Welches sind die Leitunkräuter in der Sojabohne und auf der Fläche generell?

→ Frage nach Bildern oder ob man den Bestand besichtigen kann.

Nachfrucht: _____

Sonstige Beobachtungen: Lager/Tauben/Saatgutimpfung/Frostschäden ...

Nutzung der Sojabohnen:

Eigenverfütterung

Vertragsanbau für Futtermittelhersteller

Lebensmittelindustrie

Wie sehen Sie die Zukunft des Sojabohnenanbaus in ihrem Betrieb?

- Wird in dem Umfang beibehalten
- Will den Anbau ausweiten
- Keine Zukunft
- Noch unentschlossen

b) Fragen für den mehrjährigen Anbau:

Name: _____

Adresse: _____

Wie viel ha werden 2011 angebaut? _____ ha

Vorfrucht: _____

Vorvorfrucht: _____

Zwischenfruchtanbau: _____

Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung: Technik + Durchgänge_____
_____**Saat:**

Technik: _____ Reihenabstand: _____ cm

Termin: _____

Saatstärke: _____ Körner/m²

Sorte: _____

Beikrautregulierung:

Technik/Durchgänge 2011: BBCH-Stadium oder Tage nach Feldaufgang/Saat

Bei welchen Bedingungen (Boden, Wetter) wurden die Maßnahmen dieses Jahr durchgeführt?

Konnten die Maßnahmen zeitgerecht/wunschgemäß durchgeführt werden?

Ja Nein

Wie war die Witterung anschließend?

Existiert ein spezielles Risiko einzelne Maßnahmen nicht durchführen zu können (Dämme...)

Wie erfolgreich waren die Maßnahmen bezogen auf:
Beikrautdeckungsgrad?

Beikrautarten?

Welches sind die Leitunkräuter in der Sojabohne und auf der Fläche generell?

Wurden die Maßnahmen über die Jahre angepasst?

Nein

Ja, weil

→ Frage nach Bildern oder ob man den Bestand besichtigen kann.

Ernte: Datum: _____

Ertrag: _____ dt/ha (87% TS)

Feuchte bei Ernte: _____ %

Nachfrucht: _____

Sonstige Beobachtungen: Lager/Tauben/Saatgutimpfung/Frostschäden ...

Nutzung der Sojabohnen:

- Eigenverfütterung
- Vertragsanbau für Futtermittelhersteller
- Lebensmittelindustrie
- _____

Wie sehen sie die Zukunft des Sojabohnenanbaus in ihrem Betrieb?

- Wird in dem Umfang beibehalten
- Will den Anbau ausweiten
- Keine Zukunft
- Noch unentschlossen