

AUK08b	Eignung verschiedener winterharter Zwischenfrüchte vor StripTill-Mais im glyphosاتفreien Ackerbau	Bodenbearbeitungsverfahren
2022 - 2023	Bearbeiter: Florian Kelly-Beuthner	PIII.2

Fruchtart: winterharte Zwischenfrüchte - Silomais

1. Versuchsfrage:

Untersucht wird die Eignung zweier winterharter Zwischenfrüchte mit zwei Nutzungsvarianten (Futterschnitt oder Mulchen) des Aufwuchses vor dem Streifensaatverfahren bei Silomais im Hinblick auf:

- die Erosionsschutzwirkung und Unkrautunterdrückungsleistung,
- den Nitratrückhalt im Winterhalbjahr
- die Reduzierung des Unkrautdrucks in der Hauptkultur Silomais, sowie
- den Etablierungserfolg und den Ertrag der Hauptkultur

in zwei im Aufbau identischen Versuchsanlagen (eine Versuchsanlage ohne und eine mit Glyphosateinsatz). Der Versuch wurde im Rahmen der Fachbegleitung zum AUK-Fördervorhaben „AL.2 – Streifensaat - Direktsaat“ (RL AUK/2015) durch den Auftragnehmer *AgUmenda GmbH* auf einem Ackerschlag der *Wirtschaftshof Sachsenland Röhrsdorf/ Wittgendorf eG* angelegt und ausgeführt.

2. Prüffaktoren:

Faktor A: Zwischenfruchtart	Versuchsorte	Landkreis	Prod.gebiet
Stufen 2	Wirtschaftshof Sachsenland	Mittelsachsen	Lö-Übergang
Faktor B: Nutzung	Röhrsdorf/Wittgendorf eG		
Stufen 2			

3. Versuch:

- zwei im Aufbau identische Versuchsanlagen
- Versuchsanlage (C1) ohne Glyphosateinsatz vor der Maisaussaat
 - Versuchsanlage (C2) mit Glyphosateinsatz vor der Maisaussaat

Aufbau je Versuchsanlage: Zweifaktorielle Blockanlage mit 4 Wiederholungen

Parzellenanzahl: 16	Anlageparzelle:	4,50 m x 50 m (225 m ²)
	Ernteparzelle:	1,50 m x 10 m (15 m ²)

Faktor A: Zwischenfruchtart

Variante	Kurzbezeichnung	Aussaattermin
A1	Kleegras (65 % Welsches Weidelgras, 35 % Alexandrinerklee)	12.09.2022
A2	Winterrübsen	12.09.2022

Faktor B: Nutzung

Variante	Kurzbezeichnung	Zeitpunkt der Applikation
B1	Futterschnitt bzw. Mahd	Anfang Mai
B2	Mulchen	März

4. Auswertbarkeit/Präzision

Die beiden im Aufbau identischen Versuchsanlagen wurden auf einem Schlag in Streulage angelegt. Die Vorfrucht war Winterweizen mit einem Kornertrag von 10 t/ha. Am 10.09.2022 erfolgte flächeneinheitlich eine organische Düngung mit Biogasgärresten in Höhe von 50 kg N/ha (davon rd. 30 kg verfügbarer N/ha). Die Aussaat der Zwischenfrüchte erfolgte mit der *Horsch Pronto* (8 m Arbeitsbreite) nach zweimaliger Bodenbearbeitung am 12.09.2022 unter günstigen Bedingungen und bei ausreichender Bodenfeuchte. Die Saatstärken waren 16 kg/ha beim Winterrübsen (rd. 80 €/ha) und 39 kg/ha beim Kleegras (rd. 110 €/ha). Am 05.03.2023 wurde auf dem ganzen Schlag eine mineralische Frühjahrsdüngung mit KAS in Höhe von 80 kg N/ha durchgeführt. Aufgrund feuchter Bodenbedingungen wurden die dafür vorgesehenen Anlageparzellen erst am 28.03.2023 gemulcht. Am 02.05.2023 wurden die dafür vorgesehenen Anlageparzellen gemäht und der Aufwuchs abgefahren, beim Kleegras zur Futternutzung. Wegen des starken Wiederaustriebes des Weidelgrases in den bereits gemulchten Kleegras-Parzellen wurden auch diese gemäht und der Aufwuchs abgefahren. Zum 10.05.2023 erfolgte auf dem Schlag flächeneinheitlich eine Glyphosatanwendung (2,4 l/ha), von der die Versuchsanlage C1 ausgelassen werden sollte. Am 17.05.2023 wurde auf dem ganzen Schlag mit der *Gülle-Strip-Till CULEX ST* von Volmer eine Streifenbodenbearbeitung durchgeführt und gleichzeitig 50 m³ Gärrest/ha (154 kg N/ha) als doppeltes Flüssigdüngerband in

zwei unterschiedlichen Tiefen (Unterfuß- und Unterflurdüngung) ausgebracht. Die Maisaussaat (Sorte: *SY Invictus*, S230/K230; Saatstärke: 10,5 Pfl./m²) erfolgte dann am 31.05.2023 absätzig mit der *Kverneland Optima* (Reihenabstand: 0,75 m) des Betriebes. Im Entwicklungsstadium EC 13 des Maises am 14.06.2023 wurde der ganze Schlag (inklusive der Versuchsanlage) flächeneinheitlich mit einer Herbizidmischung *Gardo Gold* (2,5 l/ha), *NICOGAN* (0,8 l/ha), *Peak* (0,015 kg/ha) behandelt. Wegen eines Missverständnisses wurden bei der Glyphosat-anwendung im Mai beide Versuchsanlagen ausgelassen, was zum Wegfall der Versuchsanlage C2 führte. Glücklicherweise hatte der Betrieb aus eigenem Interesse an die Versuchsanlagen angrenzend zusätzliche betriebseigene Varianten angelegt (1. Strip-Till mit Gülle in Klee grasstoppel, mit Glyphosat auf zwei Parzellen; 2. Gülle mit Selbstfahrer eingeschlitzt, Strip-Till ohne Gülle in Klee grasstoppel, mit Glyphosat auf einer Parzelle; 3. Gülle mit Selbstfahrer eingeschlitzt, Klee grasumbruch mit Flachgrubber, anschließend Grubber, ohne Glyphosat auf einer Parzelle; und 4. das betriebsübliche Verfahren, Gülle mit Selbstfahrer eingeschlitzt, anschließend Pflugfurche, ohne Glyphosat auf einer Parzelle). Diese können den Wegfall der Versuchsanlage C2 zwar keinesfalls ersetzen, werden aber als grobe Referenz für die Versuchsanlage C1 verwendet. Daher wurden die betriebseigenen Varianten ab Juli 2023 auch bonitiert und beprobt. In den Klee grasvarianten der verbleibenden Versuchsanlage C1 war Mitte Juli 2023 der Mais unter einem dichten Weidel grasbestand untergegangen. Daher wurde hier der Versuch frühzeitig abgebrochen. Die Beerntung der Winterrübsenparzellen in der Versuchsanlage C1 und der vom Betrieb angelegten Varianten erfolgte am 12.10.2023.

Untersuchte Parameter sind:

- zur Abschätzung der *Erosionsschutzwirkung und der Unkrautunterdrückungsleistung*:
 - o Biomasse (kg TM/ha) der aufgewachsenen Zwischenfrüchte zum Mulchtermin am 28.03.2023 und zum Mahdtermin am 02.05.2023
 - o Bodenbedeckung mit lebendem und totem Pflanzenmaterial (%) an zwei Terminen nach Maisaussaatsaat (am 13.06.2023 und am 12.07.2023) mit der digitalen Anwendung SoilCover
- zur Einordnung des *Nitratrückhalts im Winterhalbjahr*:
 - o N-Entzug (kg N/ha) aus der oberirdisch gebildeten Biomasse der Zwischenfrüchte und des N-Gehalts
- zur Abschätzung der *Reduzierung des Unkrautdrucks in der Hauptkultur*:
 - o Beikrautbesatz (%) mit der Methode „Göttinger Zählrahmen“ an zwei Terminen nach Maisaussaatsaat (am 13.06.2023 und am 12.07.2023)
- zur Bewertung des *Etablierungserfolgs und Ertrags der Hauptkultur Silomais*:
 - o Feldaufgang (Pfl./m²) des Maises
 - o Wuchshöhe des Maises zur Ernte (Entwicklungsstadium EC 83-85)
 - o Ertrag (dt TM/ha) des Maises

Die statistische Versuchsauswertung erfolgte mit dem Programm *R* Version 4.0.05 (2021-03-31) – „Shake and Throw“. Es wurde eine ANOVA (Varianzanalyse) gerechnet. Für die anschließenden post-hoc-Tests wurde der Tukey-Test angewendet.

5. Versuchsergebnisse:

a) Erosionsschutzwirkung und Unkrautunterdrückungsleistung:

In der verbleibenden Versuchsanlage C1 ist weder zum Mulchtermin, noch zum Mahdtermin ein deutlicher Einfluss der Zwischenfruchtvarianten auf die gebildete Biomasse zu erkennen. Die Biomasse zum Mulchtermin liegt zwischen 1.816 kg TM/ha und 1.598 kg TM/ha. Die Biomasse zum Mahdtermin liegt zwischen 3.584 kg TM/ha und 3.683 kg TM/ha.

Die Bodenbedeckung mit lebendem Pflanzenmaterial ca. 2 Wochen nach der Maisaussaatsaat wird deutlich ($p < 0,05$) von den Zwischenfruchtvarianten beeinflusst. Die Klee grasvarianten, ob gemulcht oder gemäht, haben mit 71 % und 83 % eine eindeutig ($p < 0,001$) höhere Bodenbedeckung mit lebendem Pflanzenmaterial als die gemulchten und gemähten Winterrübsenvarianten mit 26,50 % und 8,50 % (siehe Tabelle 1 und Abbildung 1). Die deutlich höhere Bodenbedeckung der Klee grasvarianten mit lebendem Pflanzenmaterial wird v. a. durch wiederausgetriebenes Weidel gras verursacht. Aber auch in den gemulchten und gemähten Winterrübsenvarianten handelt es sich bei dem lebendem Pflanzenmaterial um v. a. durchwachsendes Welsches Weidel gras aus der Saatgutvermehrung der Vorjahre.

b) Nitratrückhalt im Winterhalbjahr:

Beim N-Entzug der Zwischenfrüchte ist weder zum Mulchen noch zum späteren Futterschnitt ein eindeutiger Einfluss der Zwischenfruchtvarianten zu beobachten. Zum Mulchtermin haben die Klee grasvarianten 67 kg N/ha und die Winterrübsenvarianten 57 kg N/ha entzogen. Zum Zeitpunkt des Futterschnitts haben die Klee grasvarianten 87 N kg/ha und die Winterrübsenvarianten 100 kg N/ha aufgenommen.

c) Reduzierung des Unkrautdrucks in der Hauptkultur Silomais:

Zum ersten Feststellungstermin ca. 2 Wochen nach Maisaussaatsaat ist ein deutlicher ($p < 0,001$) Einfluss der Zwischenfruchtvarianten auf den Beikrautbesatz zu beobachten. Die gemähten und die gemulchten Klee grasvarianten

haben mit 100 % und 86 % einen deutlich ($p < 0,001$) höheren Beikrautbesatz als die Winterrübsenvarianten, wobei die gemulchten Winterrübsenparzellen mit 39 % einen eindeutig ($p < 0,05$) höheren Beikrautbesatz aufweisen als die gemähten Winterrübsenparzellen mit 14 % (siehe Tabelle 2 und Abbildung 2).

Beim zweiten Feststellungstermin ca. 6 Wochen nach der Maisaussaat ist ein deutlicher ($p < 0,01$) Einfluss der Zwischenfruchtvarianten und der Nutzungsvarianten auf den Beikrautbesatz festzustellen. Die gemähten und gemulchten Klee grasvarianten haben trotz vorhergehender Herbizidbehandlung mit 100 % Beikrautbesatz im Mittel einen deutlich ($p < 0,01$) höheren Beikrautbesatz als die Winterrübsenvarianten. Wie beim ersten Termin haben auch hier die gemulchten Winterrübsenvarianten jetzt mit 45 % einen signifikant ($p < 0,01$) höheren Beikrautbesatz als die gemähten Winterrübsenvarianten mit 11 % (siehe Tabelle 3 und Abbildung 3).

Im Vergleich hierzu haben die betriebseigenen Varianten mit Flachgrubber und Pflug zu diesem Zeitpunkt einen Beikrautbesatz von 0 %. Die beiden betriebseigenen StripTill-Varianten mit Glyphosat haben einen Beikrautbesatz von 7 % und 15 % (siehe Tabelle 3 und Abbildung 3). Bei beiden Terminen handelt es sich beim Beikraut v. a. um wiederausgetriebenes bzw. durchgewachsenes Weidelgras. Der extrem hohe Beikrautbesatz durch wiederausgetriebenes Weidelgras führte dann auch zum Abbruch des Versuches in allen Klee grasvarianten.

d) Etablierungserfolg und Ertrag der Hauptkultur:

Der Feldaufgang des Maises wird deutlich ($p < 0,001$) von den Zwischenfruchtvarianten beeinflusst. Die Winterrübsenvarianten haben mit 12 Maispflanzen/m² einen deutlich ($p < 0,001$) höheren Feldaufgang als die gemähten und gemulchten Klee grasvarianten mit 7 bzw. 8 Maispflanzen/m² (siehe Tabelle 4 und Abbildung 4). Die betriebseigenen Varianten Flachgrubber und Pflug haben einen Feldaufgang von 12 Maispflanzen/m² und die beiden betriebseigenen StripTill-Varianten mit Glyphosat haben einen Feldaufgang von 11 und 10 Maispflanzen/m² (siehe Tabelle 4 und Abbildung 4).

Nach Ausscheiden der Klee grasvarianten kann weder bei der Wuchshöhe zur Ernte des Maises noch beim Ertrag ein Einfluss der Nutzungsvarianten festgestellt werden. Die gemähten und die gemulchten Winterrübsenvarianten haben eine Wuchshöhe des Maises zu Ernte von 279 cm und 280 cm. In den betriebseigenen Varianten Flachgrubber und Pflug hat der Mais eine Wuchshöhe von 270 cm. In den beiden betriebseigenen StripTill-Varianten mit Glyphosat hingegen hat der Mais zur Ernte eine Wuchshöhe von 250 cm und 260 cm.

Die gemähten und die gemulchten Winterrübsenvarianten haben einen Ertrag von 143 dt TM/ha und 151 dt TM/ha. Im Vergleich hierzu haben die betriebseigenen Varianten Flachgrubber und Pflug Erträge von 162 dt TM/ha sowie 163 dt TM/ha und die betriebseigenen StripTill-Varianten mit Glyphosat haben Erträge von 148 dt TM/ha und 158 dt TM/ha.

6. Schlussfolgerungen/ Handlungsbedarf:

Die Wahl der Zwischenfrucht hat einen deutlichen Einfluss auf die *Erosionsschutzwirkung nach der Maisaussaat* sowie auf die *Unkrautunterdrückungsleistung*. Die Zwischenfruchtvariante Klee gras, ob gemäht oder gemulcht, hat die eindeutig größte Bodenbedeckung nach der Maisaussaat und somit auch die beste Erosionsschutzwirkung gegen Starkniederschlagsereignisse im Sommer. Allerdings ist das starkwüchsige Welsche Weidelgras ohne Glyphosatbehandlung sehr schwer bis überhaupt nicht zu regulieren und führte zum totalen Überwachsen der Maisbestände. Dies führte auch zum Ausschluss der aus futterbaulichen Aspekten sehr interessanten Klee grasvarianten ab Mitte Juli 2023.

Auf die *Reduzierung des Unkrautdrucks in der Hauptkultur Silomais* haben sowohl die Zwischenfrucht- als auch die Nutzungsvarianten einen deutlichen Einfluss. Nach dem Ausschluss der überwachsenen Klee grasvarianten ist in den verbliebenen Winterrübsenvarianten zu beobachten, dass die früher gemulchten Varianten im Vergleich zu den später gemähten Varianten eine eindeutig höhere Verunkrautung aufweisen. Der stickstoffreiche Winter rübsenmulch hat anfangs zwar eine gute Unkraut-/Ungrasunterdrückung, ist aber bis zur Maisaussaat weitestgehend umgesetzt. Unter diesem Aspekt ist ein späteres Mulchen der Winterrübsenbestände ein interessanter Ansatz zur effektiven Reduzierung des Unkrautdrucks und zur Erhöhung des Erosionsschutzes bis weit in die Folgefrucht hinein. V. a. auf Trockenstandorten muss aber der damit einhergehende Wasserverbrauch mitberücksichtigt werden.

Bei den nach Ausschluss der Klee grasvarianten übriggebliebenen Winterrübsenvarianten ist im Hinblick auf *Etablierungserfolg und Ertrag in der Hauptfrucht Silomais* kein eindeutiger Einfluss der Nutzung zu erkennen.

Auch beim Vergleich der Silomaiserträge in den Winterrübsenvarianten mit den Silomaiserträgen in den betriebseigenen StripTill-Varianten mit Glyphosat nach Klee gras ist kein Unterschied zu sehen. Allerdings weisen die betriebseigenen Varianten Flachgrubber und Pflug nach Klee gras doch leicht höhere Silomaiserträge als die Winterrübsenvarianten auf, was vermutlich auf einen Summeneffekt aus weniger Beikrautdruck und einer besseren Bodenerwärmung durch die flächige und tiefere Bodenbearbeitung zurückzuführen ist. Abschließend kann man sagen, dass winterharte Zwischenfrüchte aus Erosionsschutzaspekten sehr effektiv sind. Größere Mengenanteile an starkwüchsigen Gräsern sind in den Zwischenfruchtmischungen aber unbedingt zu vermeiden, da es sehr schwierig bis unmöglich ist, diese so zu regulieren, dass sie nicht zu einer totalen Verungrasung der Folgefrucht im Streifensaatverfahren führen. Um die Zwischenfruchtaufwüchse als Futter verwenden zu können, wäre hier Futtergerste evtl. eine interessante Alternative zum Welschen Weidelgras.

Daten:

Tabelle 1: Bodenbedeckung ca. 2 Wochen nach Maisaussaat lebend (Flächen-%)

Zwischenfruchtart	Kleegras		Winterrüben	
	Futterschnitt	Mulchen	Futterschnitt	Mulchen
Mittelwert	82,75 +/- 6,8	71,00 +/- 4,3	8,50 +/- 5,7	26,50 +/- 11,8
TukeyHSD*	a	a	b	b
Minimum	74,00	65,00	2,00	11,00
Maximum	89,00	75,00	15,00	38,00

*Unterschiedliche Buchstaben zeigen einen signifikanten Unterschied an.

Tabelle 2: Beikrautbesatz (Flächen - %) zu Termin 1 (ca. 2 Wochen nach der Maisaussaat)

Zwischenfruchtart	Kleegras		Winterrüben	
	Futterschnitt	Mulchen	Futterschnitt	Mulchen
Mittelwert	100,00 +/- 0,0	86,25 +/- 7,5	13,75 +/- 7,5	38,75 +/- 17,0
TukeyHSD*	a	a	b	c
Minimum	100,00	75,00	10,00	25,00
Maximum	100,00	90,00	25,00	60,00

*Unterschiedliche Buchstaben zeigen einen signifikanten Unterschied an.

[zurück](#)

Tabelle 3: Beikrautbesatz (Flächen - %) zu Termin 2 (ca. 6 Wochen nach der Maisaussaat)

Zwischenfruchtart	Kleegras		Winterrüben		Kleegras			
	Futterschnitt	Mulchen	Futterschnitt	Mulchen	Flachgrubber	Pflug	StripTillmitGülle	StripTillnurSaat
Mittelwert	100,00 +/- 0,0	100,00 +/- 0,0	11,25 +/- 10,6	44,50 +/- 11,3	0,00	0,00	7,00	15,00
TukeyHSD*	a	a	b	c				
Minimum	100,00	100,00	5,00	33,00	0,00	0,00	7,00	15,00
Maximum	100,00	100,00	27,00	60,00	0,00	0,00	7,00	15,00

*Unterschiedliche Buchstaben zeigen einen signifikanten Unterschied an. Keine Buchstaben zeigen, dass hier kein statistischer Vergleich zulässig ist.

Tabelle 4: Feldaufgang Mais/ m²

Zwischenfruchtart	Kleegras		Winterrüben		Kleegras			
	Futterschnitt	Mulchen	Futterschnitt	Mulchen	Flachgrubber	Pflug	StripTillmitGülle	StripTillnurSaat
Mittelwert	7 +/- 1	8 +/- 2	12 +/- 0	12 +/- 1	12	12	11	10
TukeyHSD*	a	a	b	b				
Minimum	5	6	12	11	12	12	11	10
Maximum	8	9	13	13	12	12	11	10

*Unterschiedliche Buchstaben zeigen einen signifikanten Unterschied an. Keine Buchstaben zeigen, dass hier kein statistischer Vergleich zulässig ist.

zurück

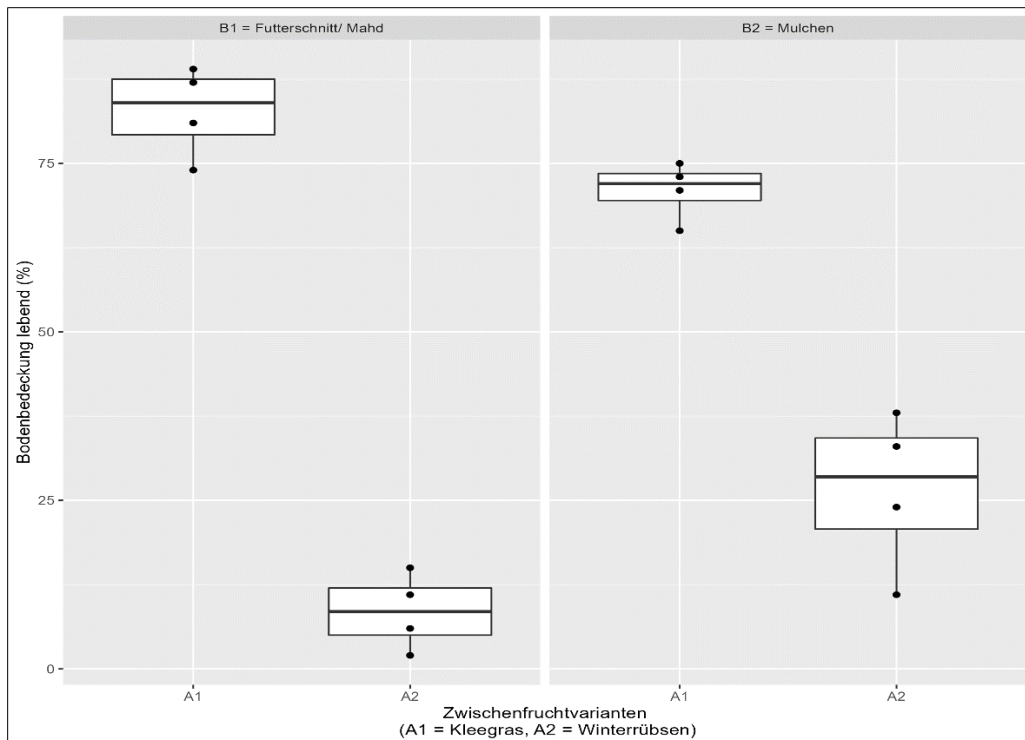


Abbildung 1: Bodenbedeckung nach Maisaussaat lebend je Zwischenfruchtvariante und Nutzungsvariante ca. 2 Wochen nach Maisaussaat

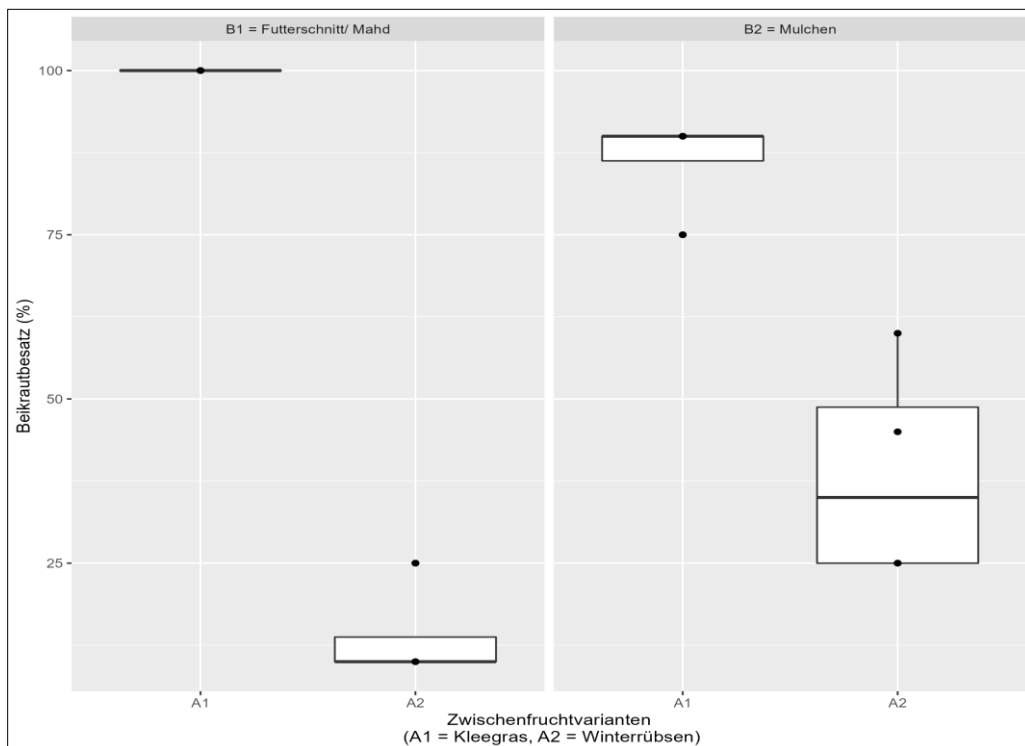


Abbildung 2: Beikrautbesatz (%) zu Termin1 (ca. 2 Wochen nach der Maisaussaat) je Zwischenfruchtvariante und Nutzungsvariante

[zurück](#)

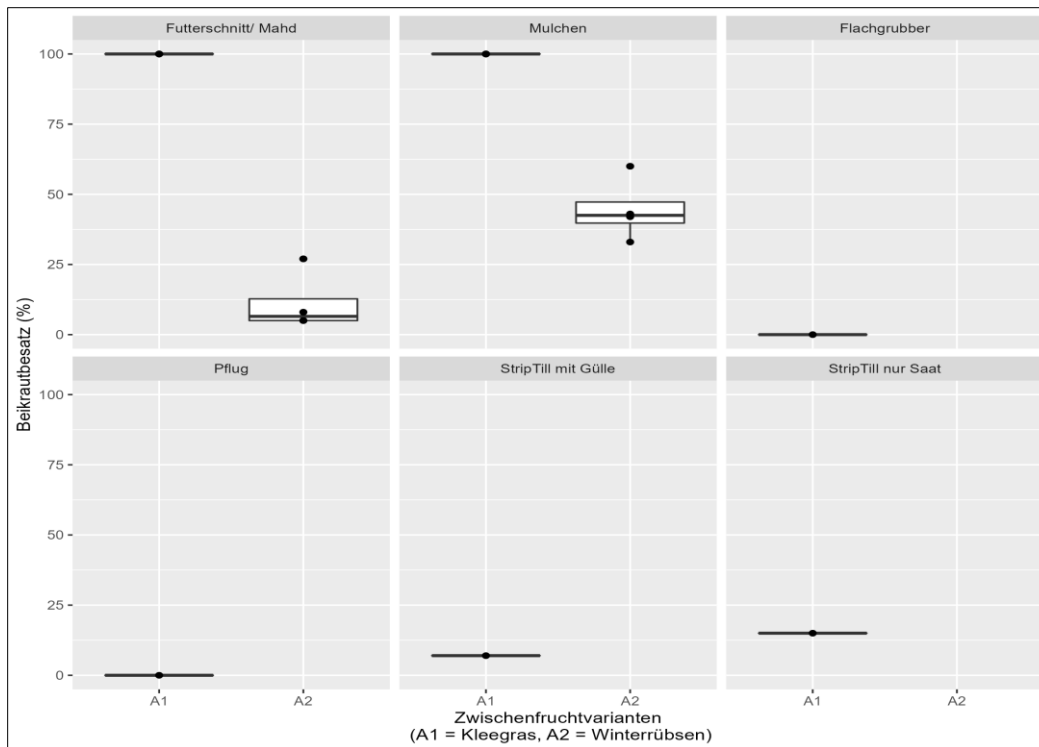


Abbildung 3: Beikrautbesatz (%) zu Termin2 (ca. 6 Wochen nach der Maisaussaat) je Zwischenfruchtvariante und Nutzungsvariante

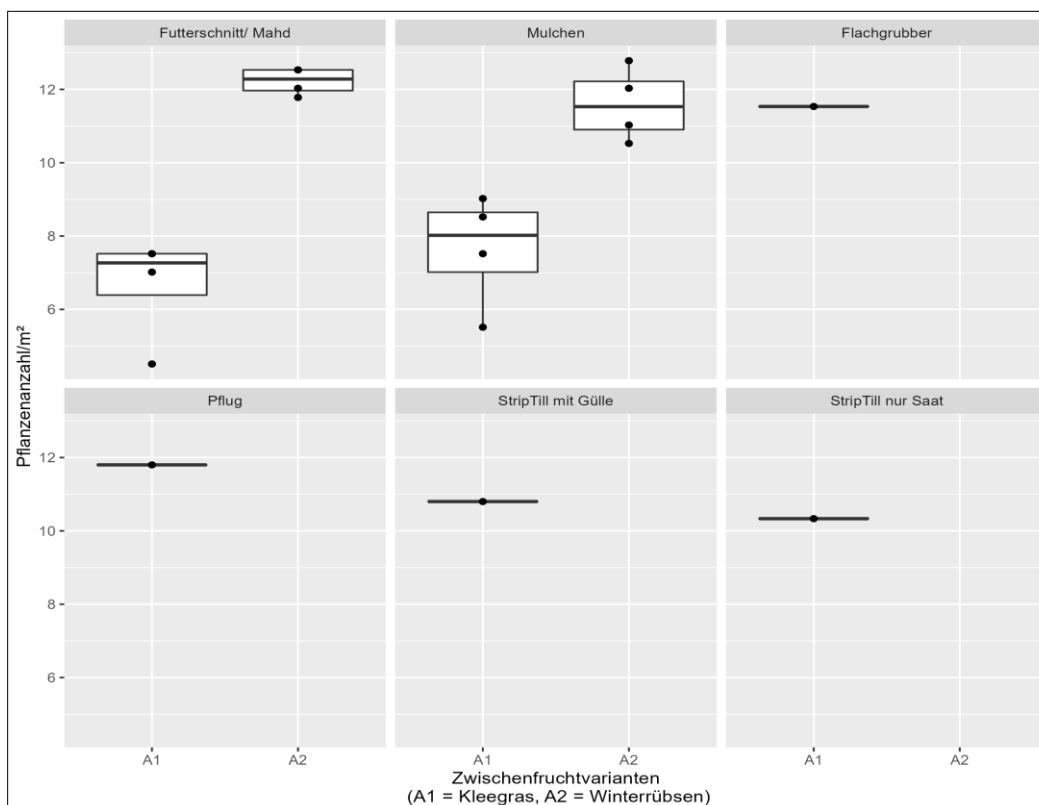


Abbildung 4: Feldaufgang Mais (Pflanzenanzahl/m²) je Zwischenfruchtvariante und Nutzungsvariante

[zurück](#)