Unkrautvegetation nach der Maisernte in Silomaissystemen mit Untersaaten

Weed vegetation after maize harvest in silo-maize with catch crops

Jens Wienberg[1*], Bärbel Gerowitt[2]

[1] Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Ostfriesland, Hauptstr. 68, 26789 Leer
[2] Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschafttliche Fakultät, Satower Straße 48, 18051 Rostock
*Korrespondierender Autor, jens.wienberg@lwk-niedersachsen.de

DOI 10.5073/jka.2020.464.070

Zusammenfassung

In der Landwirtschaft Ostfrieslands ist ein langjähriger Anbau von Silomais auf der gleichen Fläche verbreitet. Im Anschluss an die Maisernte folgt häufig eine Brache bis zum erneuten Anbau von Silomais. Späte Erntetermine und eine schlechte Befahrbarkeit der Flächen verhindern regelmäßig die Aussaat einer Zwischenfrucht. In einem zweijährigen Versuch wurde überprüft, ob dies die Ausbreitung der Unkrautvegetation in den Wintermonaten begünstigt.

Hierzu wurden in den Jahren 2017 bis 2019 an neun Standorten mit langjährigem Maisanbau Versuche mit identischem Design angelegt. Auf den Flächen wurden die Parzellen der drei Versuchsglieder `*Festuca* Untersaat´, `*Lolium* Untersaat´ und `ohne Untersaat´ als Blockanlage mit drei Wiederholungen angeordnet.

Unkrauterfassungen erfolgten 40 Tage nach der Ernte des Silomais und im März des Folgejahres, unmittelbar vor der Flächenvorbereitung. Dabei zeigte sich, dass der Unkrautdeckungsgrad in den Wintermonaten auf Flächen ohne Begrünung ansteigt. Auf den begrünten Flächen wurde durch die Untersaat eine Zunahme des Unkrautdeckungsgrades verhindert. Den höchsten Deckungsgrad erzielte die *Lolium* spp. Untersaat bei dem geringsten Unkrautdeckungsgrad.

Stellaria media und *Poa annua* bildeten in den Wintermonaten die Leitunkräuter. Während bei *S. media* die Dichte und der Anteil am Unkrautdeckungsgrad durch eine *Lolium* spp. Untersaat reduziert wurde, konnte bei *P. annua* durch diese Maßnahme lediglich die Ausbreitung eingedämmt werden. Dass die Dichte von *P. annua* durch die *Lolium* spp. Untersaat beeinflusst wurde, zeigte sich anhand einer deutlichen Differenzierung der Dichten zwischen den getesteten Versuchsgliedern.

Stichwörter: Deckungsgrad Untersaat, *Poa annua*, *Stellaria media*, Unkrautdeckungsgrad

Abstract

The long-term cultivation of maize on the same field is common practice in the agriculture of East Frisia. A winter fallow is following maize harvest until the next cultivation of maize. Unfavourable dates of harvest and bad weather conditions often prevent the sowing of catch crops. In 2017 a two year trial has been started to test, if a winter fallow promotes the weed infestation.

Nine sites with long-term maize cultivation carry an identical field experiment. The design was in every year at every site the same. The plots of the three treatments `*Festuca* Untersaat´ (undersown *Festuca*), `*Lolium* Untersaat´ (undersown *Lolium*) and `ohne Untersaat´ (without undersown crops) were set-up with three replications.

Weed assessments took place 40 days after the harvest of the maize and in March of the following year, just prior to the seed bed preparation of the field. Without undersown crops weed cover increases in the winter months. With undersown crops, both undersown grass crops prevented an increase of weed cover. The highest cover of the undersown crop and the lowest weed cover were achieved by the *Lolium* spp..

Stellaria media and *Poa annua* have been the main weeds in the winter period. The density of *S. media* and the proportion of *S. media* on weed cover were reduced by a *Lolium* spp. undersown crop. In the case of *P. annua* solely the *Lolium* spp. undersown crop reduced the winter infestation. Different densities of *P. annua* demonstrate the influence of the three treatments.

Keywords: Cover undersown crop, *Stellaria media*, *Poa annua,* weed cover

Einleitung

Im Nordwesten Niedersachsens mit seinen Ackerfutterbaubetrieben ist ein langjähriger Anbau von Silomais üblich. Zwischen den Maiskulturen folgt häufig eine Phase der Brache. Späte Erntetermine oder witterungsbedingt schlechte Befahrbarkeit der Flächen verhindern in manchen Jahren die Aussaat einer Zwischenfrucht. Von der Brache könnten in milden Wintern ganzjährig keimende

Unkrautarten profitieren. Eine fehlende Konkurrenz von Zwischenfrüchten um Licht, Wasser und Nährstoffe ermöglicht diesen Unkrautarten eine intensive Besiedlung der Flächen. Dies kann nur durch eine rechtzeitige, flächendeckende Begrünung der Ackerflächen im Herbst vermieden werden (CUTTI et al., 2016). Wo eine rechtzeitige Ausbringung der Zwischenfrüchte scheitert, stellen Untersaaten eine Alternative dar. Diese werden bereits im Laufe des Maisanbaues ausgesät und mindern die Abhängigkeit von der Witterung im Herbst.

Untersaaten sind im Zusammenhang mit dem Anbau von Silomais bereits lange bekannt. Die Reduzierung von Auswaschungsverlusten, die Erhöhung des Humusgehaltes oder die Vermeidung von Winderosion sind typische Ziele, die mit einer solchen Maßnahme verfolgt werden (AUFHAMMER und KÜBLER, 1997). Der Aspekt der Unkrautunterdrückung stand bislang nur im ökologischen Anbau im Vordergrund (BRUST et al., 2011).

Im ökologischen Anbau belegen Untersuchungen, dass die Ausbringung einer Untersaat die Unkrautvegetation beeinflusst (HARTWIG und AMMON, 2002; FISCHER und BÖHM, 2016). Eine völlige Unkrautfreiheit ist mit dem Verfahren jedoch nicht zu erwarten (HEYLAND und MERKELBACH, 1985). Dies liegt unter anderem daran, dass der Einfluss der Untersaat auf die einzelnen Unkrautarten unterschiedlich hoch ist (FISCHER und BÖHM, 2016).

Für den integrierten Anbau sind vor allem Untersaaten mit Gräsern interessant, weil diese eine chemische Unkrautbekämpfung von zweikeimblättrigen Unkräutern während der Maiskultur erlauben.

Das Hauptwachstum der Grasuntersaaten beginnt im Anschluss an die Maisernte im Herbst. Zu diesem Zeitpunkt ist kein direkter Einfluss der bis dahin applizierten Herbizide mehr zu erwarten. Die Unkräuter und Untersaaten können sich auf den abgeernteten Flächen uneingeschränkt entwickeln. In einem zweijährigen Versuch wurde überprüft, ob die Unkrautvegetation in den Wintermonaten durch eine Untersaat unterdrückt wird. Der Versuch startete im Jahr 2017 und endete im Frühjahr 2019. Folgende Fragen wurden hierbei überprüft:

- Wird im Maisdaueranbau durch eine Kombination von Herbizid und Grasuntersaat die Unkrautdichte der in den Wintermonaten auftretenden Unkrautarten verändert?
- Wird in den Wintermonaten das Auftreten schwer zu bekämpfende Unkrautarten durch eine Grasuntersaat reduziert?
- Wird im Maisdaueranbau der Unkrautdeckungsgrad auf abgeernteten Ackerflächen durch das Einbringen einer Grasuntersaat gesenkt?

Material und Methoden

Versuchsstandorte

In den Jahren 2017 bis 2019 wurden auf neun Flächen landwirtschaftlicher Praxisbetriebe Feldversuche angelegt. Alle Standorte lagen im Landkreis Leer. Die Flächen wurden bereits langjährig mit Silomais bestellt, so dass eine „maistypische" Verunkrautung vorlag (WIENBERG et al., 2018). Die Versuchsstandorte unterschieden sich durch ihre Bodenarten, die Düngung, die angebauten Maissorten, Zeitpunkte der Pflanzung und der Ernte. Einheitlich waren die Anlage der Parzellen, die Aussaatstärke der Untersaaten sowie der in den Versuchsgliedern durchgeführte Pflanzenschutz mit Herbiziden.

Versuchsaufbau

Es wurden drei Varianten getestet, in denen der Mais ohne Untersaat oder mit zwei verschiedenen Gräserarten als Untersaat angebaut wurde. Je Versuchsglied wurden drei Wiederholungen angelegt. Auf allen Flächen wurde für den Versuch ein identisches Design verwendet. Dies war ein lateinisches Quadrat, bei dem die einzelnen Parzellen 7*7 Meter groß waren und vollständig randomisiert wurden. Die Parzellen waren GPS vermessen, alle Versuchsglieder blieben in den drei

Jahren am gleichen Standort. Die Restfläche wurde vom Bewirtschafter, wie in der Vergangenheit üblich, mit Silomais bestellt. Die beiden Versuchsglieder mit Untersaat unterschieden sich in ihren Anforderungen an den Aussaatzeitpunkt und den Herbizideinsatz.

Es wurde zum einen eine Mischung aus 50 % *Lolium multiflorum* und 50 % *Lolium perenne* verwendet, zum anderen wurde eine Untersaat mit *Festuca rubra* durchgeführt. Bei der `*Lolium* Untersaat´ konnte aufgrund der späteren Aussaat noch ein Einsatz von Herbiziden gegen einkeimblättrige Unkräuter durchgeführt werden. Bei der `*Festuca* Untersaat´ war dies aufgrund der frühen Aussaat nicht mehr möglich. Die Herbizidmaßnahmen wurden in allen Jahren an allen Standorten zum Zeitpunkt des 3 bis 4 Blattstadium des Mais (BBCH 13 bis 14) durchgeführt.

In Tabelle 1 sind die in den Versuchsgliedern während der Maisvegetation eingesetzten Wirkstoffe, die ausgebrachten Aufwandmengen, so wie die verwendeten Gräser mit ihrer Aussaatstärke aufgeführt.

Tab. 1 Übersicht über die durchgeführten Maßnahmen in den Versuchsgliedern.

Tab. 1 *Applied weed control in the treatments.*

Versuchsglied	Aussaattermin und -stärke Untersaat	Wirkstoffe + Aufwandmenge
Ohne Untersaat	———	Terbuthylazin + Mesotrione 1,2 L/ha S-Metolachlor 1,0 L/ha Prosulfuron 20 g/ha Rimsulfuron 20 g/ha
Lolium Untersaat	6 Blattstadium Mais 15 kg/ha	Mesotrione 1,0 L/ha Bromoxynil 0,3 L/ha Rimsulfuron 20 g/ha
Festuca Untersaat	Aussaat Mais 7 kg/ha	Mesotrione 1,0 L/ha Thifensulfuron Methyl 15 g/ha

Datenerhebung Unkräuter und Untersaaten

Die Unkrauterfassungen wurden mit einem `Göttinger Schätzrahmen´ (0,1m^2) durchgeführt. In der Vegetationsruhe wurden Daten zu den beiden für die Wintermonate relevanten Terminen erfasst.

- `Nach Ernte´: 40 Tage nach der Maisernte im Herbst
- `vor Pflug´: ca. 2 Wochen vor der Flächenvorbereitung für die Folgekultur

An jedem Termin wurden in jeder Parzelle neun Messwertwiederholungen erhoben. Folgende Daten wurden erfasst:

- Gesamtdeckungsgrad in Prozent
- Dichte jeder Unkrautart
- Anteil der einzelnen Unkräuter am Unkrautdeckungsgrad in Prozent
- Deckungsgrad der Untersaat in Prozent

Versuchsauswertung

Die Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mit dem Programm R Statistik Version 3.6.1 (THE R FOUNDATION, 2019). Die Messwertwiederholungen in den Parzellen, die Standorte und die Jahre wurden zusammengefasst. Untersuchungsfaktoren waren Termin (n=2) und Versuchsglied (n=3). Für die Unkrautdichte, die Dichte von *Poa annua* und die Dichte *von Stellaria media* wird das geometrische Mittel dargestellt. Die Dichten der Leitunkrautarten werden in Box-Plots abgebildet. Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern in der Unkrautdichte, der Dichte von *P. annua* und der Dichte von *S. media* wurden mittels Kruskal-Wallis Test (nicht normalverteilte Daten) überprüft. Hierzu wurde das R Paket „agricolae“ verwendet.

Ergebnisse

Die in diesem Versuch erzielten Ergebnisse zeigen, dass die Versuchsglieder mit Untersaaten im Mittel einen deutlich höheren Gesamtdeckungsgrad verursachten (Tab. 2). Diese Flächen hatten zum Zeitpunkt der Unkrauterfassung `nach Ernte´ mit 47 % bzw. 45 % eine doppelt so intensive Begrünung, wie die Flächen `ohne Untersaat´.

Der größte Teil der Begrünung war auf die ausgebrachten Grasuntersaaten zurückzuführen. Zum Termin `nach Ernte´ betrug der Deckungsgrad der `*Festuca*-Untersaat´ im Mittel 30 % bzw. bei der `*Lolium* Untersaat´ 33 %. Für einen flächendeckenden Aufwuchs ist das Wachstum der Gräser in den Wintermonaten von großer Bedeutung. Hierbei unterschieden sich die getesteten Grasarten erheblich. Der größte Zuwachs zwischen den beiden Erfassungsterminen war bei den *Lolium* spp. Gräsern zu verzeichnen. Bei dieser Untersaat nahm der mittlere Deckungsgrad um 15 % zu. Bei *Festuca rubra* wurde hingegen lediglich eine mittlere Zunahme des Deckungsgrades von 4 % erfasst (Tab. 2).

Der zweite Teil der Flächenbegrünung war auf die vorhandene Unkrautvegetation zurückzuführen. Für diesen Anteil des Gesamtdeckungsgrades galt es eine weitere Ausbreitung über die Wintermonate zu begrenzen. Dieses Ziel wurde nur in den Versuchsgliedern mit den Untersaaten erreicht. Im Versuchsglied `ohne Untersaat´ stieg der Unkrautdeckungsgrad im Mittel zwischen den Terminen `nach Ernte´ und `vor Pflug´ um 5 % an (Tab. 2).

Tab. 2 Mittlerer Gesamtdeckungsgrad (%), Unkrautdeckungsgrad (%) und Untersaaten Deckungsgrad (%) (in Klammern Standardabweichung) zu den Terminen der Unkrauterfassung `nach Ernte´ und `vor Pflug´, getrennt nach Versuchsgliedern.

Tab. 2 *Average of total cover (%), weed cover (%) and cover crops (%) (in brackets standard deviation) at the time of the weed assessments `nach Ernte´ and `vor Pflug´, separated by treatments.*

		Versuchsglied		
	Termin	***Festuca* Untersaat**	***Lolium* Untersaat**	**Ohne Untersaat**
Mittlerer Gesamtdeckungsgrad	`nach Ernte´	47 (12,82)	45 (16,15)	20 (9,95)
	`vor Pflug´	50 (11,89)	60 (18,47)	25 (11,21)
Mittlerer Deckungsgrad Unkrautvegetation	`nach Ernte´	17 (8,18)	12 (6,76)	20 (9,95)
	`vor Pflug´	16 (6,84)	12 (7,94)	25 (11,21)
Mittlerer Deckungsgrad Untersaaten	`nach Ernte´	30 (13,21)	33 (17,04)	-
	`vor Pflug´	34 (12,56)	48 (21,48)	-

In der Auswertung wurde zudem der Einfluss der Untersaaten auf die Unkrautdichte und die vorhandenen Leitunkräuter überprüft. Bei den Unkrauterhebungen zu den Terminen `nach Ernte´ und `vor Pflug´ wurden insgesamt 16 unterschiedliche Unkrautarten an den neun Standorten gezählt. Von diesen 16 Unkrautarten waren nur *P. annua* und *S. media* auf allen neun Versuchsflächen vertreten.

Das Versuchsglied `ohne Untersaat´ wies zum Termin `nach Ernte´ die höchste Unkrautdichte auf. Im Versuchsglied der `*Lolium* Untersaat´ war dieser Wert am geringsten (Tab. 3). Bis zum Termin `vor Pflug´ verringerte sich die Unkrautdichte im Versuchsglied `*Festuca* Untersaat´ und `*Lolium* Untersaat´. Im Versuchsglied `ohne Untersaat´ stieg die Unkrautdichte hingegen leicht an.

Tab. 3 Gesamtunkrautdichte (geometrisches Mittel) zu den Terminen der Unkrauterfassung `nach Ernte´ und `vor Pflug´, getrennt nach Versuchsgliedern.

Tab. 3 *Weed density (geometric median) at the time of weed assessments `nach Ernte´ and `vor Pflug´ for the treatments.*

		Versuchsglied		
	Termin	***Festuca* Untersaat**	***Lolium* Untersaat**	**Ohne Untersaat**
Unkrautdichte	`nach Ernte´	93,29 a*	58,82 b*	116,46 c*
	`vor Pflug´	88,76 a*	52,90 b*	119,56 c*

*Kruskal-Wallis-Test, α = 0,05, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern zum jeweiligen Termin

Der Einfluss der Versuchsglieder auf die beiden Leitunkräuter war unterschiedlich hoch. Die höchsten Dichten traten im Versuchsglied `ohne Untersaat´ auf, die niedrigsten im Versuchsglied `*Lolium* Untersaat´ (Abb. 1). Ein Vergleich der Stichproben zu den jeweiligen Terminen mit dem Kruskal-Wallis Test zeigte, dass zwischen den Versuchsgliedern signifikante Unterschiede in der Dichte bestanden. Die Dichte von *P. annua* stieg zwischen den Erhebungen `nach Ernte´ und `vor Pflug´ in allen drei Versuchsgliedern an.

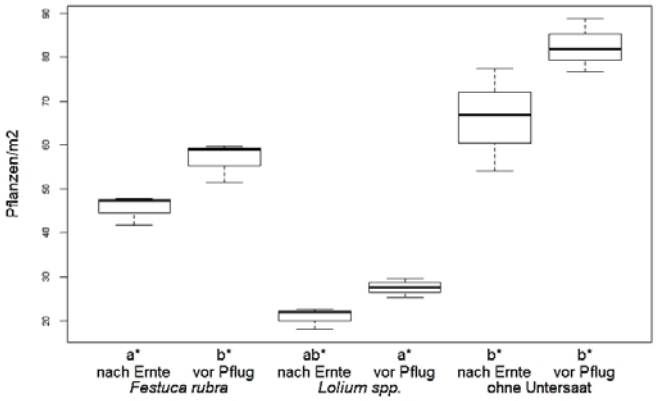

Abb. 1 Dichte von *P. annua* zu den Terminen der Unkrauterfassung `nach Ernte´ und `vor Pflug´, getrennt nach Versuchsgliedern, unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern zu den Terminen (Kruskal-Wallis-Test, α = 0,05).

Fig. 1 *Density of P. annua at the time of weed assessments `nach Ernte´ and `vor Pflug´ for the treatments, different letters indicate significant differences between treatments at the time of assessment (Kruskal-Wallis-Test, α = 0.05).*

Bei *S. media* stiegen die Dichten zwischen den Bonituren `nach Ernte´ und `vor Pflug´ nur in den Versuchsgliedern `*Festuca* Untersaat´ und `ohne Untersaat´ an. Für das Versuchsglied `*Lolium* Untersaat´ wurde hingegen in diesem Zeitraum eine Abnahme der Dichte festgestellt (Abb. 2). Auch für diese Unkrautart bestanden zum Termin `vor Pflug´ signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern.

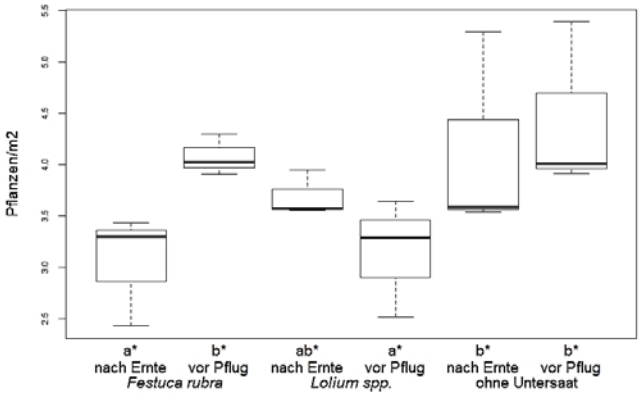

Abb. 2 Dichte von *S. media* zu den Terminen der Unkrauterfassung `nach Ernte´ und `vor Pflug´ für die Versuchsglieder, unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern zu den Terminen (Kruskal-Wallis-Test, α = 0,05).

Fig. 2 *Density of S. media at the time of weed assessments `nach Ernte´ and `vor Pflug´ for the treatments, different letters indicate significant differences between treatments at the time of assessment (Kruskal-Wallis-Test, α = 0.05).*

Für eine Beurteilung des Einflusses der Versuchsglieder auf die Leitunkräuter wurde zudem deren Anteil am Unkrautdeckungsgrad betrachtet. Der Anteil von *P. annua* am Unkrautdeckungsgrad stieg zwischen den Terminen der Unkrauterfassung `nach Ernte´ und `vor Pflug´ in allen Versuchsgliedern an (Tab. 4). Tendenziell war die Zunahme im Versuchsglied `ohne Untersaat´ mit ca. 22 % höher, als in den Versuchsgliedern mit Untersaaten. Dort nahm der Anteil von *P. annua* am Unkrautdeckungsgrad um ca. 10 % bzw. 13 % zu.

Tab. 4 Mittlerer Anteil von *P. annua* und *S. media* am Unkrautdeckungsgrad (%) (in Klammern Standardabweichung) zu den Terminen der Unkrauterfassung `nach Ernte´ und `vor Pflug´, getrennt nach Versuchsgliedern.

Tab. 4 *Mean proportion of P. annua and S. media on the weed cover (%) (standard deviation in brackets) at the time of the weed assessments `nach Ernte´ and `vor Pflug´ for the treatments.*

		Versuchsglied		
Species	**Termin**	***Festuca* Untersaat**	***Lolium* Untersaat**	**Ohne Untersaat**
Poa annua	`nach Ernte´	62,51 (24,66)	56,56 (21,87)	53,59 (29,15)
	`vor Pflug´	72,09 (19,93)	69,39 (30,69)	75,86 (22,19)
Stellaria media	`nach Ernte´	16,91 (6,82)	20,75 (6,86)	17,54 (7,38)
	`vor Pflug´	17,96 (5,12)	15,49 (4,89)	16,71 (5,89)

Ein etwas anderes Bild ergab sich für *S. media*. Der Anteil dieses Unkrautes am Unkrautdeckungsgrad nahm zwischen den Terminen `nach Ernte´ und `vor Pflug´ im Versuchsglied der `*Lolium* Untersaat´ um ca. 5 % ab. Bei den Versuchsgliedern `*Festuca* Untersaat´ und `ohne Untersaat´ blieb der Anteil am Unkrautdeckungsgrad über die Wintermonate hingegen nahezu unverändert.

Diskussion

Ergebnisse zum Zwischenfruchtanbau nach Mais zeigen, dass ein rascher Flächenschluss für die Unkrautunterdrückung von hoher Bedeutung ist (Dorn et al., 2015). Dies bestätigte sich auch für den Anbau mit Untersaaten. Mit beiden getesteten Untersaaten wurde eine Zunahme des Unkrautdeckungsgrades in den Wintermonaten verhindert.

Die *Lolium* Untersaat erreichte zum Termin `vor Pflug´ den höchsten Deckungsgrad und den geringsten Unkrautdeckungsgrad. Vergleichbare Ergebnisse wurden bei einer Verwendung der beiden Grasarten im Zwischenfruchtanbau erzielt (Nelson et al., 1991). Auch dort wurden zum Ende des Winters höhere Deckungsgrade mit der Aussaat von *Lolium* spp. erreicht. Der frühe Aussaatzeitpunkt von *Festuca rubra* blieb ohne positive Auswirkung auf den Deckungsgrad der Untersaat im Winter.

Im ökologischen Landbau wurde gezeigt, dass eine flächendeckende Begrünung mit Untersaaten die Unkrautvegetation beeinflusst. Die Auswirkung auf die einzelnen Unkrautarten war jedoch unterschiedlich hoch (Cutti et al., 2016; Fischer und Böhm, 2016). Die Ergebnisse dieses Versuches belegen, dass dies auch für den integrierten Maisanbau gilt.

Die Dichten von *P. annua* stiegen in allen Versuchsgliedern über die Wintermonate an. Die drei Versuchsglieder führten jedoch zu einer signifikanten Differenzierung der Dichten. Die geringste Dichte wurde im Versuchsglied `*Lolium* Untersaat´ erzielt. Im Versuchsglied `*Festuca* Untersaat´ profitierte *P. annua* von einem Verzicht auf den Einsatz von Herbiziden gegen einkeimblättrige Unkräuter. Im Versuchsglied `ohne Untersaat´ war in den Wintermonaten keine konkurrierende Untersaat vorhanden. Nur im Versuchsglied `*Lolium* Untersaat´ wurden während und nach der Maiskultur Maßnahmen zur Reduktion der Dichte von *P. annua* durchgeführt. In den beiden anderen Versuchsgliedern gab es hingegen lange Zeiträume ohne Herbizide gegen *P. annua*.

Die `*Lolium* Untersaat´ reduzierte die Dichte von *S. media* zwischen den Terminen `nach Ernte´ und `vor Pflug´. In den Versuchsgliedern `ohne Untersaat´ und `*Festuca* Untersaat´ führte eine fehlende Untersaat bzw. ein zu geringer Deckungsgrad der Untersaat in den Wintermonaten zum Anstieg der Dichte. Dieser direkte Zusammenhang zwischen der gebildeten Biomasse und der

Unkrautunterdrückung wurde bereits im ökologischen Anbau für eine Untersaat mit Wicken festgestellt (CAMPIGLIA et al., 2015).

Die Ergebnisse zu den Leitunkrautarten zeigen, dass zur Vermeidung einer Selektion einzelner Unkrautarten der gesamte Zeitraum der Bewirtschaftung betrachtet werden muss. Im Beispiel Maisanbau mit Grasuntersaat kann weder auf eine Unkrautbekämpfung in der Kultur verzichtet werden, noch auf eine Untersaat, die sich im Anschluss an die Ernte schnell entwickelt und die Flächen bedeckt. Entstehen Lücken in diesem Zeitraum, so kommt es zur Ausbreitung einzelner Unkrautarten.

Untersaaten stellen im mehrjährigen Maisanbau eine Alternative zum Zwischenfruchtanbau dar. Wurden Untersaaten bislang im konventionellen Maisanbau vorrangig zur Vermeidung von Nährstoffverlusten oder dem Schutz vor Winderosion angebaut, zeigen die Ergebnisse dieses Versuches, das mit Untersaaten auch ein wichtiger Beitrag zur Beeinflussung der Unkrautvegetation geleistet werden kann. Die Verwendung von *Lolium* spp. Gräsern als Untersaat ermöglicht dabei während des Maisanbaues noch den Einsatz von Herbiziden gegen ein- und zweijährige Unkräuter. Entscheidend für eine erfolgreiche Unkrautunterdrückung ist die Kombination aus geeigneter Unkrautbekämpfung und hohem Deckungsgrad der Untersaat im Laufe des Winters.

Literatur

AUFHAMMER, W., E. KÜBLER, 1997: Einfluss von Reihenweite und Untersaat auf den Silomaisertrag und den Nmin-Gehalt im Boden nach der Ernte. Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment **48** (3), 151–158.

BRUST, J., R. GERHARDS, T. KARANISA, L. RUFF, A. KIPP, 2011: Warum Untersaaten und Zwischenfrüchte wieder Bedeutung zur Unkrautregulierung in Europäischen Ackerbausystemen bekommen. Gesunde Pflanzen **63** (4), 191–198.

CAMPIGLIA, E., E. RADICETTI, R. MANCINELLI, 2015: Cover crops and mulches influence weed management and weed flora composition in strip-tilled tomato (Solanum lycopersicum). Weed Research **55** (4), 416–425.

CUTTI, L., F.P. LAMEGO, A.C.M. DE AGUIAR, T.E. KASPARY, C.A.G. RIGON, 2016: Winter cover crops on weed infestation and maize yield. Revista Caatinga **29** (4), 885–891.

DORN, B., W. JOSSI, M. VAN DER HEIJDEN, 2015: Weed suppression by cover crops: comparative on-farm experiments under integrated and organic conservation tillage. Weed Research **55** (6), 586–597.

FISCHER, J., H. BÖHM, 2016: Reduktion des Unkrautdruckes durch die Etablierung von Untersaaten in Mais- Bohnen-Gemengen. Julius Kühn-Archiv **452**, 134.

HARTWIG, N.L., H.U. AMMON, 2002: Cover crops and living mulches. Weed Science **50** (6), 688–699.

HEYLAND, K.-U., H. MERKELBACH, 1985: Die Möglichkeiten des Einsatzes von Untersaaten zur Unkrautunterdrückung sowie Konkurrenzwirkungen von Unkraut und Untersaat auf die Ertragsbildung des Winterweizens. Die Bodenkultur **36** (4), 347–359.

NELSON, W.A., B.A. KAHN, B.W. ROBERTS, 1991: Screening Cover Crops for Use in Conservation Tillage Systems for Vegetables Following Spring Plowing. HORTSCIENCE **26** (7), 860–862.

THE R FOUNDATION, 2019: The R Project for Statistical Computing, URL: https://www.r-project.org/.

WIENBERG, J., H. PANNWITT, R. BÜNTE, B. GEROWITT (Hrsg.), 2018: Auswirkung von Grasuntersaaten auf die Unkrautvegetation im Silomais - Eine Einführung in die Untersuchungen.