

Reduktion des Unkrautdruckes durch die Etablierung von Untersaaten in Mais-Bohnen-Gemengen

Reduction of weed pressure by establishing catch crops in maize-bean-intercropping systems

Jenny Fischer*, Herwart Böhm

Thünen-Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847 Westerau

*Korrespondierende Autorin, jenny.fischer@ti.bund.de



DOI 10.5073/jka.2016.452.058

Zusammenfassung

Am Thünen-Institut für Ökologischen Landbau (Schleswig-Holstein, sL, 740 mm, 8,7 °C) werden von 2014-2016 Parzellenversuche zum Gemengeanbau von Mais mit *Phaseolus*-Bohnen durchgeführt. In vorangegangenen Versuchen hat sich gezeigt, dass Mais und Bohnen infolge der langsamen Jugendentwicklung nur eine sehr geringe Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern aufweisen. Daher erfolgt die Aussaat der Bohnen erst nach Abschluss der mechanischen Unkrautbekämpfung mit Striegel und Hacke, zum 4-Blattstadium (BBCH 14) des Maises. Da mechanische Unkrautbekämpfungsmaßnahmen nach der Aussaat der Bohnen kaum durchgeführt werden können, wird in einem Untersaatenversuch geprüft, ob die Etablierung einer zusätzlichen Untersaat den Unkrautdruck im Gemenge nachhaltig reduzieren kann.

Hierzu werden jeweils zwei Untersaatenmischungen in reinen Maisparzellen, sowie in den Gemengen mit Stangenbohnen (*Phaseolus vulgaris*, cv. Tarbais) und Feuerbohnen (*Phaseolus coccineus*, cv. Preisgewinner) geprüft. Als Kontrollvarianten dienen Parzellen ohne Untersaat. Die Untersaat (US)-Mischungen bestehen aus Welschem Weidelgras (Sorte: Gersimi, Saatstärke: 15 kg ha⁻¹), das in US1 mit Erdklee (Sorte: Seaton Park, Saatstärke: 30 kg ha⁻¹) und in US2 mit Futterchicorée (Sorte: Puna II, Saatstärke: 7,5 kg ha⁻¹) kombiniert wird. Im ersten Versuchsjahr 2014 erzielte die US1 mit 50 g TM m⁻² im Mittel der Varianten die höchsten Biomasseaufwüchse, während die Biomasseaufwüchse der US2 mit 32 g TM m⁻² signifikant geringer ausfielen. Infolge der gelungenen Pflegemaßnahmen und der zügigen Jugendentwicklung der Kulturpflanzen war der Unkrautdruck 2014 insgesamt sehr gering. Dennoch zeigen die Ergebnisse, dass die Untersaaten im Vergleich zu den Kontrollvarianten zu einer effektiveren Unkrautunterdrückung beigetragen haben. Während in den Varianten ohne Untersaaten erwartungsgemäß die signifikant höchste Unkrautbiomasse zu verzeichnen war, konnte diese im Durchschnitt der Varianten mit der US1 um 70 % und mit der US2 um 80 % signifikant reduziert werden.

Stichwörter: Erdklee, Futterchicorée, Mais, *Phaseolus*-Bohnen, Unkraut, Untersaat, Welsches Weidelgras

Abstract

Intercropping field experiments with maize and *Phaseolus* beans are conducted at the Thünen-Institute of Organic Farming (Schleswig-Holstein, SL, 740 mm, 8.7 °C) from 2014-2016. As known from previous experiments, maize and beans have a very low competitiveness against weeds, due to their relative slow youth development. Therefore, the beans were sown subsequently to the mechanical weed control with harrow and hoe, at the 4-leaf development stage (BBCH 14) of maize. Hence a mechanical weed control after bean emergence is critical, a field experiment is conducted to find out whether the establishment of an additional catch crop can reduce weed pressure substantially.

For this purpose two catch crop mixtures are evaluated in pure maize plots as well as in intercropping plots with scarlet runner beans (*Phaseolus coccineus*, cv. Preisgewinner) or common runner beans (*Phaseolus vulgaris*, cv. Tarbais) respectively. As control variants, plots without undersown crops were used. The undersown crop mixtures are composed of Italian ryegrass (cv. Gersimi, sowing density: 15 kg ha⁻¹), which is combined with subterranean clover (cv. Seaton Park, sowing density: 30 kg ha⁻¹) in US1 and with Chicory (cv. Puna II, sowing density 7.5 kg ha⁻¹) in US2. The highest biomass (50 g DM m⁻²) was produced by US1 in all variants, while the biomass of US2 was significantly lower with 32 g DM m⁻². As a result of a successful mechanical weed control as well as a good development of the main crops, the weed pressure in 2014 was generally low. Nevertheless, the results show that undersown crops can reduce weeds substantially. While the significantly highest weed biomass was recorded in the plots without undersown crops, it was reduced by 70% with US1 and by 80% with US2 on average respectively.

Keywords: Chicory, Italian ryegrass, maize, *Phaseolus* beans, subterranean clover, undersown crop, weeds

Einleitung

Silomais stellt aufgrund seiner hohen Energiekonzentration, seiner guten Verdaulichkeit sowie der guten Silierfähigkeit ein wichtiges Grundfuttermittel dar, das auch im Ökologischen Landbau zunehmend an Bedeutung gewonnen hat. So hat die Anbaufläche von 9.700 ha im Jahr 2001 (ZMP, 2005) auf 14.200 ha im Jahr 2013 (AMI, 2015) zugenommen. Die Gesamtfläche des Silomais ist in Deutschland jedoch aufgrund des zunehmenden Maisanbaus für die Verwertung in Biogasanlagen deutlich stärker gestiegen. Mit einer Anbaufläche von 2,1 Mio. ha im Jahr 2015 (DESTATIS, 2015) ist Silomais nach Getreide die zweitwichtigste Ackerkultur in Deutschland geworden. Mais stellt aufgrund seiner Herkunft hohe Ansprüche an den Standort und die Bodentemperatur (STONE et al., 1999), weshalb insbesondere unter ökologischer Bewirtschaftung eine spätere Aussaat bei optimalen Wachstumsbedingungen angestrebt werden sollte. Bei niedrigen Temperaturen ($<10^{\circ}\text{C}$) besteht ein erhöhtes Risiko, dass das Maiswachstum stagniert, während kältetolerante Unkräuter einen hohen Biomassezuwachs verzeichnen (BECKMANN et al., 2004).

Da Mais infolge seiner eher langsamen Jugendentwicklung bis zum Reihenschluss sehr empfindlich auf einen hohen Unkrautdruck reagiert, kommt im ökologischen Landbau der mechanischen Unkrautbekämpfung mit Striegel und Hacke während des 2-8-Blattstadiums eine besondere Bedeutung zu. Um das Risiko von Spätverunkrautung zu reduzieren, können Untersaaten im Mais genutzt werden, die sich zudem positiv auf die Bodenfruchtbarkeit und die Befahrbarkeit des Standortes auswirken (TEASDALE et al., 2007; BRUST et al., 2008). Untersaaten im Mais können dazu beitragen, das potentiell höhere Risiko von Wind- und Wassererosion in Reihenkulturen nachhaltig zu reduzieren (LANGDALE et al., 1991). Insbesondere Untersaaten mit einem ausgeprägten Feinwurzelsystem, wie Gräser und Kleearten, eignen sich besonders zur Prävention von erosionsbedingten Bodenverlusten (DE BAETS et al., 2011). Zudem sorgen Untersaaten aus feinsamigen Leguminosen und Gräsern für einen zusätzlichen N-Input in den Betriebskreislauf ökologisch wirtschaftender Betriebe. Darüber hinaus leisten Untersaaten einen wichtigen Beitrag zur Erhöhung der organischen Bodensubstanz und verringern das Auswaschungsrisiko durch die Aufnahme von Reststickstoff nach der Ernte.

Aufgrund der limitierten Einsatzmöglichkeiten von Kraftfuttermitteln gemäß der EU-Ökoverordnung (EG Nr. 834/2007), dem Bestreben einen möglichst hohen Anteil betrieblich erzeugter Futtermittel einzusetzen sowie den aufgrund seiner niedrigen Proteingehalte begrenzten Einsatz von Mais in der Ration (ARMSTRONG et al., 2008), könnte der gemeinsame Anbau von Mais mit rankenden *Phaseolus*-Bohnen dazu beitragen ein hochwertiges, proteinreicheres Futtermittel zu produzieren. Im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojektes zur „Verbesserung der Protein- und Energieversorgung bei Wiederkäuern und Monogastriern durch Gemengeanbau von Mais mit Stangen- oder Feuerbohnen“ werden daher am Thünen-Institut für Ökologischen Landbau in den Jahren 2014-2016 Feldversuche zum Gemengeanbau von Mais mit *Phaseolus*-Bohnen durchgeführt. Wie sich in vorangegangenen Feldversuchen gezeigt hat (FISCHER und BÖHM, 2013), weisen auch die Mais-Bohnen-Gemenge in der Anfangsentwicklung, bis zur Verrankung der Bohnen, eine sehr geringe Konkurrenzskraft gegenüber Unkräutern auf. Daher soll im aktuellen Projekt geprüft werden, ob die Etablierung einer zusätzlichen Untersaat zu einer Reduktion des Unkrautdruckes in Mais-Bohnen-Gemengen beitragen kann, ohne deutliche Ertragseinbußen zu verursachen. Die Auswahl der Untersaaten erfolgte unter Berücksichtigung der Ergebnisse von JUNG und RAUBER (2012), die durch den Einsatz von Untersaaten eine deutlich geringere Verunkrautung im Mais erzielen konnten. Insbesondere der Futterchicorée (*Cichorium intybus* L.) und der Erdklee (*Trifolium subterraneum* L.) konnten als Untersaat im Mais eine gute Bodenbedeckung und somit eine hohe Unkrautunterdrückung bis zur Ernte erzielen (JUNG und RAUBER, 2013).

Material und Methoden

Der Feldversuch wurde im Parzellenmaßstab (3*6 m) in einer zweifaktoriellen Blockanlage auf Flächen des Versuchsbetriebes in Trenthorst, Schleswig-Holstein in vierfacher Wiederholung angelegt. Der Standort ist durch gemäßigtes, maritimes Klima mit einer Jahresdurchschnittstemperatur von 8,8 °C und einem durchschnittlichen Jahresniederschlag in Höhe von 706 mm geprägt. Die Hauptbodenart der Pseudogley-Braunerde aus Geschiebelehm ist mittel sandigen Lehm (sL3) mit einer hohen Lagerungsdichte und durchschnittlich 53 Bodenpunkten. Der Silomais ist Bestandteil einer sechsgliedrigen Fruchtfolge und wird nach einem zweijährigen Klee-grasgemenge (Schnittnutzung) angebaut. Aufgrund der schweren Böden kommt eine früh abreifende Silomaisart (cv. Fabregas, S210) in den Versuchen zum Einsatz. Ungünstige Witterungsbedingungen Anfang Mai 2014 führten zu einer verzögerten Aussaat, die etwa zwei bis drei Wochen später als üblich, am 27. Mai, erfolgte. Um Vogelfraß vorzubeugen wurde der Mais in 6 cm Tiefe abgelegt. Als Referenz dienen Maisparzellen in Reinsaat, mit der praxisüblichen Saatkichte von 11 Körnern m⁻², während die Saatkichte in den Gemengevarianten auf 8 Körner m⁻² reduziert wurde, um die interspezifische Konkurrenz zwischen Mais und Bohne zu minimieren. In den Mais-Bohnen-Gemengen wurde eine Stangenbohnenvariante (cv. Tarbais) und eine Feuerbohnen-Variante (cv. Preisgewinner) geprüft, die sich in den vorangegangenen Versuchen durch ein hohes Ertragspotential der Bohnen bewährt haben. Um den Unkrautdruck während der Jugendentwicklung möglichst gering zu halten, wurden die Parzellen zum 2-3-Blattstadium vom Mais gestriegelt (11. Juni) und vor der Bohnensaat im 4-Blattstadium vom Mais (16. Juni) gehackt. Die Aussaat der Bohnen erfolgte anschließend in alternierenden Reihen, mit einer Saatkichte von je 6 Körnern m⁻² im Abstand von ca. 15 cm zum Mais. Um das Unkrautunterdrückungsvermögen zu prüfen, kamen zwei Untersaatmischungen zum Einsatz, die am 4. Juli in den Reihenzwischenräumen gesät wurden. In beiden Untersaatmischungen wurde Welsches Weidelgras (*Lolium multiflorum*, cv. Gersimi, Saatkichte: 15 kg ha⁻¹) ausgebracht, das in Untersaat 1 (US1) mit Erdklee (*Trifolium subterraneum*, cv. Seaton Park, Saatkichte: 30 kg ha⁻¹) und in Untersaat 2 (US2) mit Futterchicorée (*Cichorium intybus* L., cv. Puna II, Saatkichte: 7,5 kg ha⁻¹) kombiniert wurde. Wie in Tabelle 1 dargestellt, wurden alle Hauptfruchtvarianten mit beiden Untersaatmischungen als auch ohne Untersaat geprüft, um das Potential der Unkrautreduktion durch die Untersaaten zu bewerten.

Tab. 1 Übersicht der im Untersaaten-Versuch geprüften Varianten.

Tab. 1 Overview of the evaluated main and undersown crop variants.

Hauptfruchtvarianten	Mais-Reinsaat	Mais-Stangenbohne	Mais-Feuerbohne
Sorten (Kö m ⁻²)	Fabregas (11)	Fabregas (8) + Tarbais (6)	Fabregas (8) + Preisgewinner (6)
Kontrolle (ohne US)	X	X	X
Untersaat 1 (US1)	X	X	X
Untersaat 2 (US2)	X	X	X

Parallel zur Mais-Blüte (BBCH 65) wurde in allen Parzellen eine Unkrautbonitur durchgeführt. Hierzu wurden der Deckungsgrad der Untersaat sowie die Deckungsgrade der auftretenden Arten erfasst. Die Bonitur wurde in der Parzellenmitte auf je zwei Flächen (0,75 m * 0,5 m) in den beiden mittleren Maisreihen durchgeführt. Darüber hinaus wurden die Biomasseaufwüchse, getrennt nach Untersaaten und Unkräutern, zum Zeitpunkt der Maisernte zentral in der Parzelle auf einer Fläche von 0,75 m Breite und 1 m Länge erfasst und bei 105 °C für 48 h getrocknet.

Ergebnisse

Die Ergebnisse des ersten Versuchsjahres zeigen, dass sich beide Untersaatvarianten gut entwickeln konnten, da offenbar keine wasserlimitierenden Witterungsbedingungen auftraten, die zu starken Konkurrenzeffekten zwischen Hauptfrucht und Untersaat hätten führen können. Trotz des späten Saattermins der Untersaat wurde in allen Kulturen eine gute Bodenbedeckung der Reihenzwischenräume durch die Untersaatmischungen erzielt. Der signifikant höchste Trockenmasseertrag (Abb. 1) in Höhe von 213 dt ha⁻¹ wurde im reinen Maisbestand (ohne Untersaat) erzielt. Beide Untersaatvarianten führten hier zu einer signifikanten Ertragsminderung um durchschnittlich 23 dt ha⁻¹. In den beiden Mais-Bohnen-Gemengevarianten ohne Untersaat war der Ertrag mit 40 dt ha⁻¹ ebenfalls signifikant geringer als in der Mais-Reinsaat ohne Untersaat. Während sich die Untersaatvarianten weder innerhalb des Mais-Feuerbohnen-Gemenges, noch innerhalb der Mais-Stangenbohnen-Gemenges nachteilig auf den Gesamtertrag auswirkten, führte die US1 im Mais-Stangenbohnen-Gemenge zu einer signifikanten Ertragsminderung gegenüber den anderen Hauptkulturen.

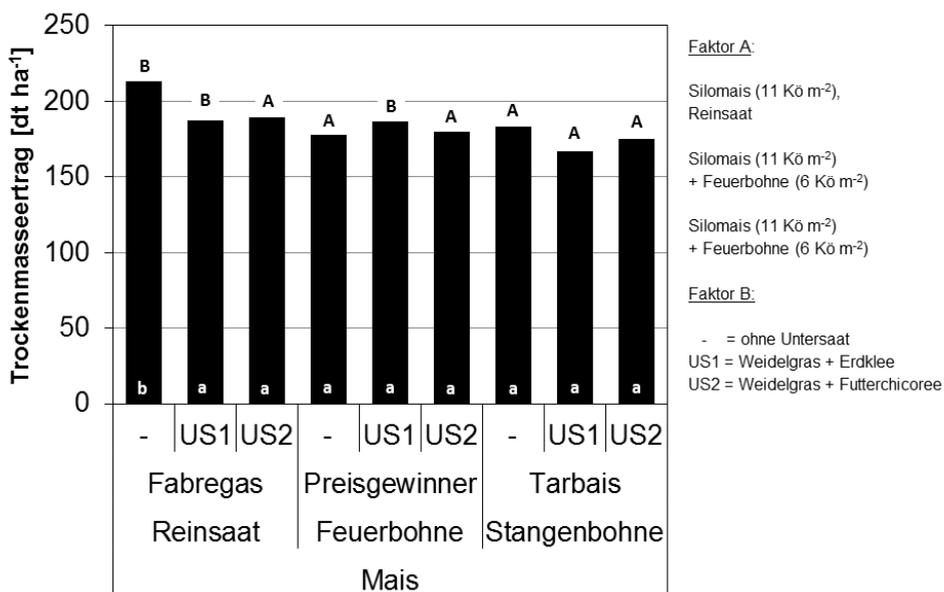


Abb. 1 Trockenmasseertrag [dt ha⁻¹] der geprüften Hauptfrüchte in Abhängigkeit der eingesetzten Untersaatvarianten im Jahr 2014. Unterschiedliche Großbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Hauptfrüchten (Faktor A) innerhalb einer Untersaatvariante (Faktor B), unterschiedliche Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Untersaatvarianten (Faktor B) innerhalb derselben Hauptfrucht (Faktor A).

Fig. 1 Dry matter yield [dt ha⁻¹] of the evaluated main crops in dependence of the undersown crop variants in 2014. Different capital letters indicate significant differences ($p < 0.05$) between the main crop (factor A) within the same undersown crop variant (factor B), different lowercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$) between the undersown crop variants (factor B) within the same main crop (factor A).

Die US1 mit Erdklee (Abb.2) erzielte eine signifikant höhere Biomasse als die US2 mit Futterchicorée, während sich die Biomasseproduktion der Untersaaten zwischen den Hauptfrüchten (Faktor A) nicht signifikant voneinander unterschied. Gleichmaßen konnten keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Unkrautbiomasse in Abhängigkeit der Hauptfrüchte nachgewiesen werden. Im Gegensatz dazu führten beide Untersaatvarianten zu einer signifikanten

Reduktion der Unkrautbiomasse in Höhe von 70 % bei US1 und 80 % bei US2 gegenüber den Varianten ohne Untersaat (Abb. 3).

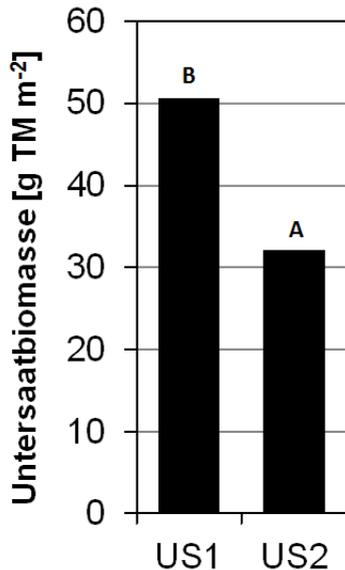


Abb. 2 Untersaatbiomasse [g TM m⁻²] zur Ernte 2014. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Untersaatvarianten.

Fig. 2 Undersown crop biomass [g TM m⁻²] at harvesting 2014. Different letters indicate significant differences ($p < 0.05$) between the undersown crop variants.

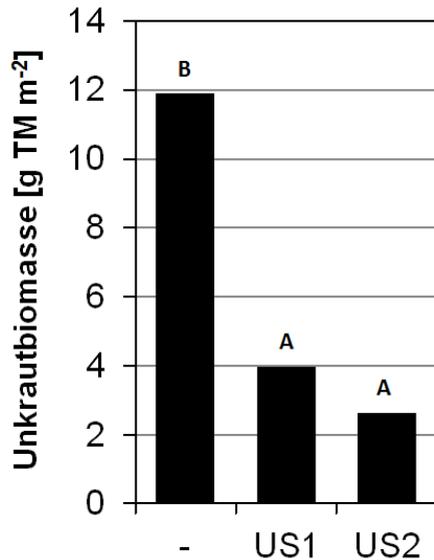


Abb. 3 Unkrautbiomasse [g TM m⁻²] zur Ernte 2014. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Untersaatvarianten.

Fig. 3 Weed biomass [g TM m⁻²] at harvesting 2014. Different letters indicate significant differences ($p < 0.05$) between the undersown crop variants.

Insgesamt wurden 20 unterschiedliche Unkrautarten in den Boniturbereichen identifiziert, wohingegen je Boniturfläche mindestens 2 bis maximal 10 Arten auftraten. Im Durchschnitt zeigten die Parzellen ohne Untersaat sechs verschiedene Unkrautarten, während in allen Untersaatvarianten nur noch durchschnittlich vier verschiedene Arten gefunden wurden. Die höchsten Unkraut-Deckungsgrade (DG) erzielte der Windenknöterich (*Polygonum convolvulus* L.: 11-34 % DG), gefolgt von Weißem Gänsefuß (*Chenopodium album* L.: 5-12 % DG).

Diskussion

Der Einsatz von Untersaaten führte im reinen Maisbestand, mit der praxisüblichen Saatedichte von 11 Körnern m⁻², zu signifikanten Ertragsminderungen um 23 dt ha⁻¹. Diese sind wahrscheinlich auf Konkurrenzeffekte von den Untersaaten auf den Mais in der Phase der höchsten Nährstoffaufnahme zurückzuführen (UCHINO et al., 2009). Der Mais zeigte im ersten Versuchsjahr ein insgesamt hohes Ertragsniveau, infolge optimaler Wachstumsbedingungen nach der Aussaat. Aufgrund der reduzierten Saatedichte des Maises in den Gemengevarianten führte dies zu signifikanten Ertragsminderungen von 30 dt ha⁻¹. Infolgedessen wurden nur geringe Ertragsunterschiede zwischen den einzelnen Prüfvarianten innerhalb der Mais-Bohnen-Gemenge beobachtet.

Während im Mais-Feuerbohnen-Gemenge keine signifikanten Ertragsunterschiede nachgewiesen werden konnten, bewirkte die US1 im Mais-Stangenbohnen-Gemenge eine signifikante Ertragsminderung, die mit 10 dt ha⁻¹ jedoch relativ gering ausfiel. Dies ist möglicherweise darauf

zurückzuführen, dass die Stangenbohne im Vergleich zur Feuerbohne, höhere Biomasseerträge erzielt hat und somit eine stärkere Konkurrenz um Nährstoffe zur US1 aufgetreten ist, während die US2 durch den tiefwurzelnden Futterchicorée vermutlich Nährstoffressourcen aus dem Unterboden mobilisieren konnte.

Obwohl sich Futterchicorée in der Regel durch eine hohe Trockenmasseproduktion auszeichnet (CHAPMAN et al., 2008; RUMBALL, 1986), erzielte die US1 mit dem Erdklee (Abb. 2) eine signifikant höhere Biomasse gegenüber der US2 mit dem Futterchicorée. Hier ist zu vermuten, dass der Futterchicorée sein volles Ertragspotential, infolge der späten Aussaat und einer erhöhten Lichtkonkurrenz bedingt durch das schnelle Maiswachstum, nicht entfalten konnte, während der Erdklee, ebenso wie das Welsche Weidelgras, sehr gut mit der kurzen Vegetationsperiode und den lichtarmen Verhältnissen im Maisbestand zurechtkam. Infolge der gelungenen Pflegemaßnahmen mit Striegel und Hacke, sowie der zügigen Jugendentwicklung der Kulturpflanzen, war der Unkrautdruck 2014 insgesamt sehr gering. Dennoch zeigen die ersten Ergebnisse, dass beide Untersaaten im Vergleich zu den Kontrollvarianten ohne Untersaat zu einer effektiveren Unkrautunterdrückung beigetragen haben. Während in den Varianten ohne Untersaaten erwartungsgemäß die höchsten Unkrautbiomassen zu verzeichnen waren, konnten diese mit der US1 bereits um 70 % reduziert werden, während die US2 im Mittel der Varianten eine Reduktion um 80 % erzielen konnte. Dies deckt sich mit den Untersuchungen aus Göttingen (JUNG und RAUBER, 2013), in denen der Erdklee in Reinsaat trotz einer geringen Biomasse bereits eine gute Unkrautunterdrückung erzielt hat, während der Futterchicorée das höchste Unkrautunterdrückungsvermögen aufwies.

Das Artenspektrum in den Boniturbereichen schwankte zwischen 2 und 10 Arten je Boniturfläche, während insgesamt 21 Unkrautarten identifiziert wurden. Die häufigsten Unkräuter mit den höchsten Deckungsgraden waren *C. album* L. und *P. convolvulus* L., die auch im deutschlandweiten Monitoring von MEHRTENS et al. (2005) zu den Unkrautarten mit der stärksten Verbreitung gehörten. Während das Auftreten von Weißem Gänsefuß, der zu starken Ertragseinbußen führen kann (v. REDWITZ und GEROWITT, 2014), nicht nachhaltig durch die Untersaaten beeinflusst wurde, konnte der Deckungsgrad vom Windenknöterich durch den Einsatz der Untersaaten im Mais von 34 % auf 20 % reduziert werden. Diese Reduktion gegenüber dem reinen Maisbestand konnte gleichermaßen durch die Mais-Bohnen-Gemenge erzielt werden. In der Gemengevariante mit der Stangenbohne konnte der Deckungsgrad von 15 % (ohne Untersaat) auf 10 % in den Untersaatvarianten gesenkt werden.

Die Ergebnisse des ersten Versuchsjahres zeigen, dass der Unkrautdruck durch den Einsatz von Untersaaten im Mais nachhaltig reduziert werden, wobei jedoch geringe Ertragseinbußen infolge von Konkurrenzeffekten auftreten können.

Danksagung

Die Untersuchungen werden gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (FKZ 2813NA006).

Literatur

- AMI, 2015: AMI Markt Bilanz Öko-Landbau 2015, 228 pp.
- ARMSTRONG, K.L., K.A. ALBRECHT, J.G. LAUER und H. RIDAY, 2008: Intercropping corn with lablab bean, velvet bean, and scarlet runner bean for forage. *Crop Sci.* **48**(1), 371-379.
- BECKMANN, U. und H. KOLBE, 2004: Maisanbau im ökologischen Landbau - Teil 1: Allgemeine Anbauhinweise [online]. Fachbereich Pflanzliche Erzeugung zu finden in <http://landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/MaisanbauOeL_Kennwortschutz.pdf> .
- BRUST, J., R. GERHARDS, T. KARANISA, L. RUFF und A. KIPP, 2011: Warum Untersaaten und Zwischenfrüchte wieder Bedeutung zur Unkrautregulierung in Europäischen Ackerbausystemen bekommen. *Gesunde Pflanzen* **63**(4), 191-198.

27. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 23.-25. Februar 2016 in Braunschweig

- CHAPMAN, G., E. BORK, N. DONKOR und R. HUDSON, 2008: Forage yield and quality of chicory, birdsfoot trefoil, and alfalfa during the establishment year. *Open Agric. J.* **2**, 68-74.
- DE BAETS, S., J. POESEN, J. MEERSMANS und L. SERLET, 2011: Cover crops and their erosion-reducing effects during concentrated flow erosion. *CATENA* **85**(3), 237-244.
- DESTATIS, 2015: Anbaufläche ausgewählter Anbaukulturen im Zeitvergleich [online]. zu finden in <<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/FeldfruechteGruenland/Ta-bellen/FeldfruechteZeitreihe.html>>
- FISCHER, J. und H. BÖHM, 2013: Ertrag und Futterwert von Mais-Bohnen Gemengen als Ganzpflanzensilage in der Milchviehfütterung. In: Neuhoﬀ D, Stumm C, Ziegler S, Rahmann G, Hamm U, Köpke U (eds) Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau: Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landwirtschaft . Berlin: Köster, pp 470-471.
- JUNG, R. und R. RAUBER, 2012: Reduzierung der Verunkrautung durch Untersaaten in Ökomaïs. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften **24**, 264-265.
- JUNG, R. und R. RAUBER, 2013: Regulation von Unkräutern im ökologischen Maisanbau durch Untersaaten. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften **25**, 329-330.
- LANGDALE, G.W., R.L. BLEVINS, D.L. KARLEN, D.K. MCCOOL, M.A. NEARING, E.L. SKIDMORE ... und J.R. WILLIAMS, 1991. Cover crop effects on soil erosion by wind and water. Cover crops for clean water. *Soil and Water Conserv. Soc.*, Ankeny, IA, 15-22.
- MEHRTENS, J., M. SCHULTE und K. HURLE, 2005: Unkrautflora in Mais. *Gesunde Pflanzen* **57**(8), 206-218.
- OSBORNE, S., T. SCHUMACHER und D. HUMBURG, 2008: Evaluation of cover crops to increase corn emergence, yield and field trafficability. *Agric. J.* **3**, 397-400.
- RUMBALL, W., 1986: Grasslands Puna' chicory (*Cichorium intybus* L.). *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* **14**(1), 105-107.
- STONE, P.J., I.B. SORENSEN und P.D. JAMIESON, 1999: Effect of soil temperature on phenology, canopy development, biomass and yield of maize in a cool-temperate climate. *Field Crops Research* **63**(2), 169-178.
- TEASDALE, J.R., L.O. BRANDSÆTER, A. CALEGARI, F. SKORA NETO, M.K. UPADHYAYA und R.E. BLACKSHAW, 2007: Cover crops and weed management. In: *Non-chemical weed management: principles, concepts and technology*, Cambridge, MA, CABI, 49-64.
- UCHINO, H., K. IWAMA, Y. JITSUYAMA, T. YUDATE und S. NAKAMURA, 2009: Yield losses of soybean and maize by competition with interseeded cover crops and weeds in organic-based cropping systems. *Field Crops Research*, **113**(3), 342-351.
- VON REDWITZ, C. und B. GEROWITT, 2014: Welche Faktoren fördern das Auftreten von *Chenopodium album* auf norddeutschen Maisflächen? *Julius-Kühn-Archiv* **443**, 165-171.
- ZMP, 2005: ZMP Bio-Strukturdaten 2004.