



Beiträge zur Weiterentwicklung des viehlosen biologischen Ackerbaus – Teil 2

HERAUSGEBER: BIO AUSTRIA – NIEDERÖSTERREICH UND WIEN
INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHEN LANDBAU, UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR, WIEN



01

Stickstoffbindung von Luzerne

Nachfruchteffekte auf Getreide

Auch in viehlosen biologischen Ackerbaubetrieben versorgen die Futterleguminosen den Boden und die Fruchtfolge mit Stickstoff und Kohlenstoff. Die Leguminosen binden mit Hilfe von Wurzelknöllchenbakterien den Stickstoff aus der Luft. Die Ertrags- und Stickstoffbindungsleistung von Leguminosen wird neben den Klima- und Bodenverhältnissen (Temperatur, Niederschläge, Nährstoffversorgung, pH-Wert) vor allem durch die Nutzungsform (Reinsaat oder Gräsergemenge; Schnitt-, Mulch- oder Mischnutzung), den Einsatzzeitpunkt, die Nutzungsdauer und den Nutzungszeitpunkt beeinflusst.

Da im viehlosen Betrieb keine hofeigenen Wirtschaftsdünger zur Verteilung von Nährstoffen und Humusvorstufen von Schlag zu Schlag zur Verfügung stehen, muss auf jedem einzelnen Schlag ein Gründüngungsbestand mit Leguminosen etabliert werden. Der Leguminosenaufwuchs wird eingehäckselt und verbleibt auf dem Feld. Für den Erhalt der Bio-Förderung (ÖPUL) muss zumindest eine teilweise Nutzung der Futterleguminosen erfolgen. In viehlosen Betrieben bieten sich neben der Produktion von Saatgut und Futter für den Verkauf, auch Schnittnutzungen zur Pelletherstellung, Kompostierung oder die Aufbereitung in der Biogasanlage an.

Durchführung

Im Rahmen mehrjähriger Feldversuche auf Bio-Flächen im Marchfeld wurde die bedeutendste Futterleguminose für das Trockengebiet Österreichs geprüft, die Luzerne.

Die Luzerne bildet das tiefste Wurzelwerk aller Futterleguminosen aus (bis zu 5 m und mehr) und übersteht dadurch kürzere Trockenperioden ohne Ertragseinbußen. Pro Flächeneinheit produziert die Luzerne bei optimalen Wachstumsbedingungen die größte Eiweißmenge aller Kulturpflanzen. Der Anbau von Luzerne-Gras-Gemenge ermöglicht höhere Erträge, gleichmäßige Standraum- und Nährstoffausnutzung, verbesserte Futterqualität und höhere Konkurrenzfähigkeit gegenüber Beikräutern. Die Luzerne bindet im Trockengebiet etwa 150–300 kg N/ha/Jahr (entspricht etwa 6 kg gebundener N pro t Luzerne Frischmasse), der tatsächliche N-Gewinn ist von einer Vielzahl an Faktoren abhängig. Ziel der Feldversuche war ein Vergleich von Schnitt- und Mulchnutzung sowie Luzerne in Reinsaat und im Gemenge mit Gräsern im Hinblick auf ihre Ertrags- und Stickstoffbindungsleistung sowie der Nachfruchteffekt auf das folgende Wintergetreide.

Inhaltsverzeichnis

01	Stickstoffbindung von Luzerne Nachfruchteffekte auf Getreide Seite 2
02	Anpassung der Luzerne-Nutzungstermine Schutz der Wildtiere Seite 5
03	Zwischenfrüchte Auswirkungen in der Fruchtfolge Seite 8
04	Umstellung auf die biologische Landwirtschaft Langzeituntersuchung Seite 10
05	Mykorrhiza Bedeutung in der viehlosen biologischen Landwirtschaft Seite 14
06	Steinbrand und Zwergsteinbrand Erfolgreich vermeiden Seite 16



Foto: G. Pfeleth



Luzerne

Schnitt- oder Mulchnutzung

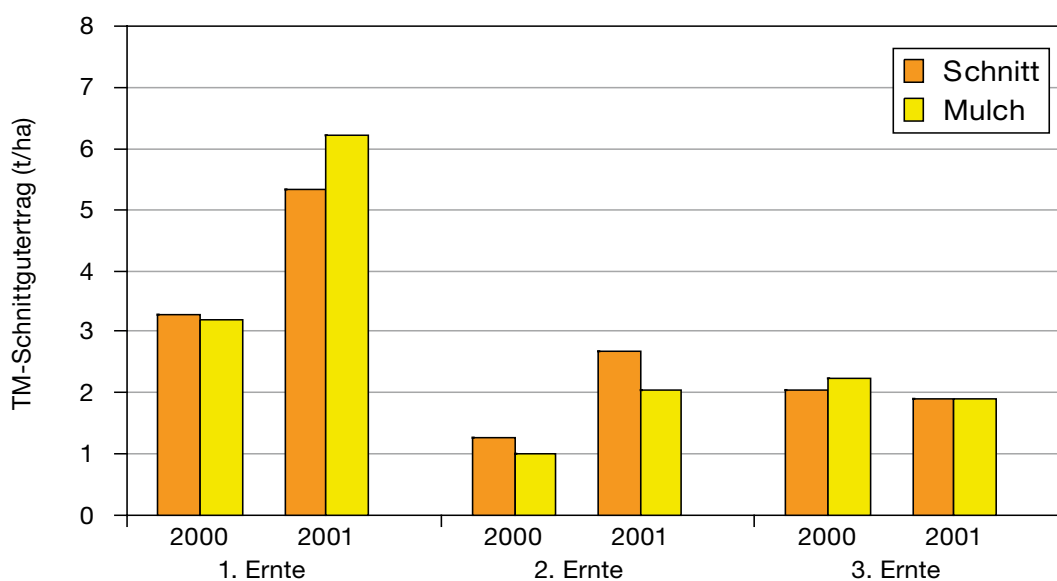
Durch das Belassen des Luzerne-Schnittgutes auf der Fläche bei Mulchnutzung bilanziert der Stickstoff positiv. Bei hoher Biomasseproduktion und feuchten Klimabedingungen (Kiel, Deutschland: 700 mm/Jahr) kann die Stickstoffbindungsleistung von mulchgenutzter Luzerne gegenüber der Schnittnutzung um 30 % abnehmen. Die gehäckselte Luzerne wird rasch mineralisiert, der N_{min} -Gehalt im Boden wird erhöht und vom 2. Aufwuchs der Luzerne bevorzugt aufgenommen, da der Prozess der Stickstoffbindung sehr energieaufwendig ist. In der Re-

gion Marchfeld (Raasdorf: 520 mm/Jahr) gelten die geringen Niederschläge als der begrenzende Faktor für die N-Mineralisation.

In beiden Versuchsjahren waren die Niederschläge von Mai–Juni um 20–80 % geringer als im langjährigen Durchschnitt. Die Freisetzung von N aus dem Luzerne-Mulch war entsprechend gering, Ertrag und Stickstoffbindungsleistung zwischen Schnitt- und Mulchnutzung waren nicht unterschiedlich. Die potentiell mögliche Reduktion der Stickstoffbindungsleistung durch Leguminosenmulch wird im Trockengebiet auf maximal 10–20 % geschätzt. Eine teilweise Abfuhr des Luzerneschnitts kann generell der Reduktion der Stickstoffbindungsleistung entgegenwirken. Als Mischnutzungssystem für viehlose Betriebe bietet sich z. B. 1 × Mulchen und 1 × Kompostieren oder 1 × Mulchen und 1 × Saatgutvermehrung an.

Bei Schnittnutzung und Abfuhr des Erntegutes wird ein wesentlicher Teil an organischer Substanz und Nährstoffen (Stickstoff, Phosphor, Kali) von der Fläche exportiert, der N-Flächenbilanzsaldo fällt meist negativ aus. Dies führt bereits kurzfristig zu einer N-Unterversorgung der Fruchtfolge, mittelfristig zu einem Defizit an Phosphor und Kali, langfristig zu einem geringeren Humusgehalt im Boden. Die N-Rückfuhr über organische Dünger kommt Kulturen mit hohem Nährstoffbedarf oder einer ungünstigen Stellung in der Fruchtfolge zugute, der N-Flächenbilanzsaldo wird positiv. In viehlosen Betrieben sind Alternativen zur Schließung der Nährstoffkreisläufe und als Humusersatz durch die Zufuhr von Biokomposten oder Biogasgülle zu überprüfen.

Trockenmasse-Schnittgutertrag von Luzerne und Luzerne-Gras-Gemenge in Schnitt- oder Mulchnutzung in den Jahren 2000 und 2001



Reinsaaten oder Gemenge

Im Gemenge mit Nicht-Leguminosen wird die Ertrags- und Stickstoffbindungsleistung der Leguminosen durch die Konkurrenz um Wachstumsfaktoren eingeschränkt. Da die Gräser im Gemenge den pflanzenverfügbaren Stickstoff im Boden reduzieren, nimmt die Aktivität der Knöllchenbakterien zur Deckung des Stickstoffbedarfes, bezogen auf die einzelne Leguminosenpflanze, jedoch zu. Je nach Entwicklung der Gemengepartner kann die Stickstoffbindungsleistung über, gleich oder unter denen von Leguminosen-Reinsaaten liegen.

Der hinsichtlich der Stickstoffbindungsleistung optimale Gräseranteil in Gemengen ist abhängig vom Standort und der Nutzung, Empfehlungen liegen bei ca. 20 bis 30 % der Reinsaatstärke im Ansaatjahr. Durch die effizientere Ausnutzung der Standortressourcen erreichten Luzerne-Gras-Gemenge mit einem Ertragsanteil der Gräser im Gemenge von ca. 40 % zur 1. Ernte einen höheren Schnittgut-Ertrag als die Luzerne Reinsaaten.

Da sich die Gras-Arten (Glatthafer, Rot-, Schaf- und Wiesenschwingel) im Gemenge als wenig geeignet erwiesen, die mehrmalige Schnittnutzung unter den trockenen Klimabedingungen zu ertragen, wurden zu allen anderen

Ernte-Terminen keine Unterschiede im Schnittgut-Ertrag festgestellt. Auch bei der Stickstoffbindungsleistung und bei der Bilanzierung des N-Saldos wurden keine Unterschiede zwischen Rein- und Gemengesaaten festgestellt.

N-Flächenbilanzsaldo von Luzerne in Schnitt- oder Mulchnutzung im Jahr 2001 (Mittelwert von Luzerne Reinsaat und Luzerne-Gras-Gemenge)

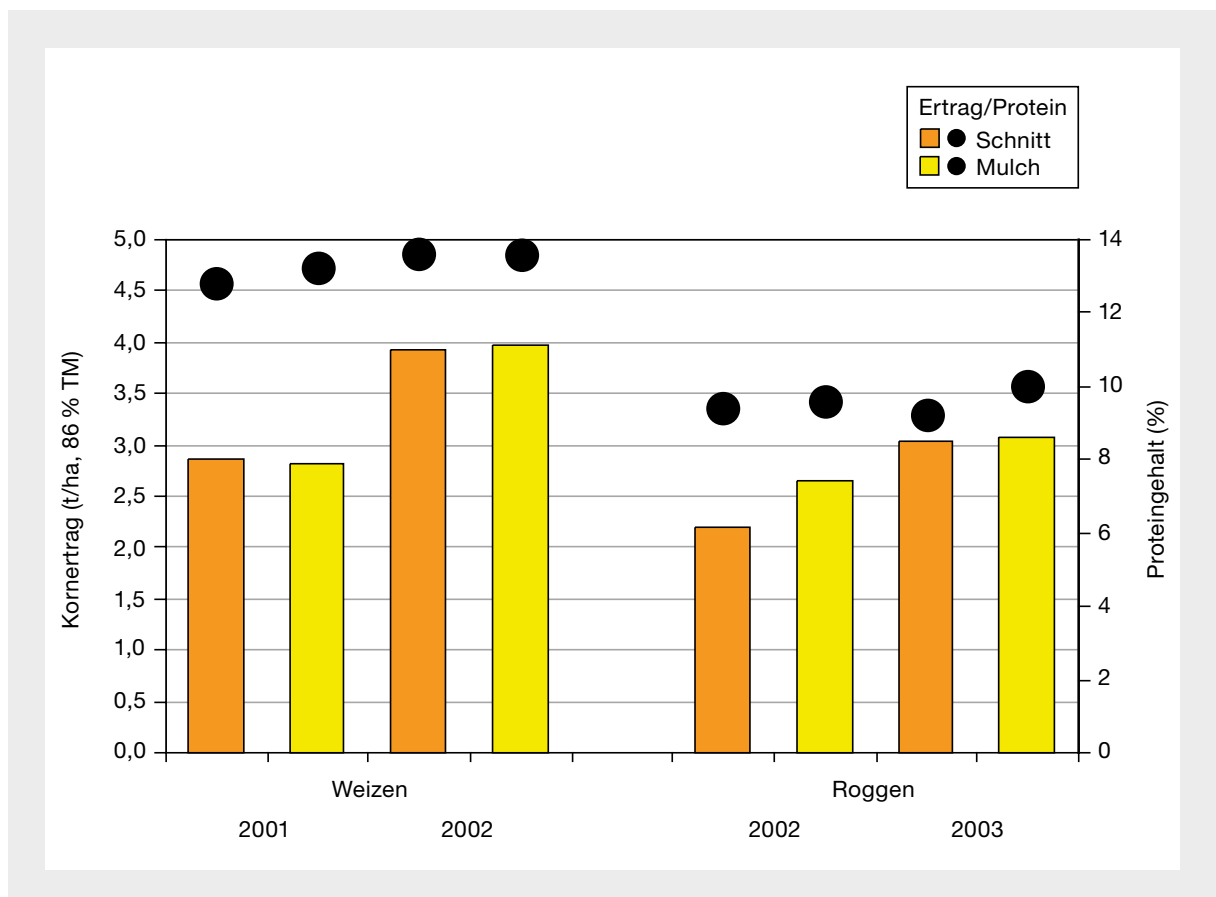
N (kg/ha)	Luzerne Schnitt	Luzerne Mulch
Stickstoffbindung	175	159
N in Ernteprodukt	284	0
N-Verlust (Ammoniak)	0	22
N-Flächenbilanzsaldo	-109	+137
N-Rückfuhr organische Dünger ¹⁾	142	0
N-Bilanzsaldo	+33	+137

1) geschätzte N-Verluste durch tierische Veredlung, Lagerung, Ausbringung: 50 %

Nachfruchteffekte auf Getreide

In weiteren 2 Versuchsjahren wurde der Effekt der Luzerne-Nutzungsform auf Ertrag und Qualität der ersten

Kornertrag (86 % TM) und Proteingehalt der Nachfrüchte Winterweizen und Winterroggen nach Luzerne Schnitt- oder Mulchnutzung in den Jahren 2001 bis 2003



beiden Getreide-Nachfrüchte untersucht. Aufgrund der überwiegend trockenen Klimabedingungen führte die Mulchnutzung von Luzerne im Vergleich zur Schnittnutzung auch in der Vegetationsperiode der Nachfrüchte zu keiner Erhöhung des Nmin-Gehaltes im Boden.

In der Folge konnten bei der ersten Hauptfrucht (Winterweizen) durch die Mulchnutzung keine höheren Erträge und Rohproteingehalte erzielt werden. Im niederschlagsarmen Marchfeld kann die Luzerne-Mulchnutzung trotzdem empfohlen werden, da die N-Verluste bei Trockenheit gering sind und der Mulchstickstoff überwiegend im Boden verbleibt, wo er zum Aufbau organischer Bodensubstanz beiträgt.

In der zweiten Hauptfrucht (Winterroggen) wurde der positive Effekt der Mulchnutzung durch einen gegenüber

der Schnittnutzung statistisch absicherbaren höheren Kornertrag (2002) und Proteingehalt (2003) deutlich (siehe Abbildung). Der Vergleich von Luzerne-Gras mit Luzerne in Reinsaat ergab, dass die Artenzusammensetzung keine Auswirkungen auf die Erträge der Nachfrüchte hatte. Der Rohproteingehalt der ersten Hauptfrucht (Winterweizen) war jedoch in beiden Versuchsjahren nach Luzerne-Reinsaat höher als nach Luzerne-Gras-Gemenge.

Im Hinblick auf eine bedarfsgerechte und gezielte Düngung des Getreides ist die Nutzung des anfallenden Schnittguts zur Erzeugung von Biogasgülle oder Luzerne-Kompost zu untersuchen.

Zusammengestellt von
Dr. Gabriele Pietsch

02 Anpassung der Luzerne-Nutzungstermine Schutz der Wildtiere

Biologisch bewirtschaftete Feldfutterbestände sind aufgrund des reichhaltigen Nahrungsangebotes sehr attraktiv für viele Wildtiere der offenen Ackerbau Landschaft. In intensiv genutzten Regionen wie dem Marchfeld, das durch große Bewirtschaftungseinheiten und einen geringen Anteil an Brachen und Landschaftselementen charakterisiert ist, können Bio-Flächen trotz ihres Naturschutzpotentials zur „ökologischen Falle“ werden. Durch das praxisübliche häufige Häckseln von Luzernebeständen im Zeitraum Ende Mai bis Mitte Juni wurden in einer Studie des Distelvereines massive Ausfälle von Nieder-

wild und bodenbrütenden Vögeln beobachtet. Durch die kurzen Mahdintervalle ist die erfolgreiche Fortpflanzung für Feldvögel und Feldhasen bedroht, die Folge davon sind abnehmende Populationsdichten.

Durchführung

Auf den biologisch bewirtschafteten Flächen der Universität für Bodenkultur im Marchfeld (Raasdorf) wurde untersucht, ob und in welchem Umfang sich eine Verschiebung der Nutzungstermine auf die Ertrags- und

Foto: A. Theiler



Feldlerche

Foto: R. Keinz



Feldhase

Foto: A. Theiler



Rebhuhn

Stickstoffbindungsleistung von Luzernebeständen im Ansaat- und Hauptnutzungsjahr auswirkt. Mitte April 2004 wurde die Luzerne Sorte Sitel mit einer Saatstärke von 25 kg/ha gedrillt. In der naturschutzoptimierten Variante wurden die Erntetermine um etwa zwei Wochen vorverlegt (1. Ernte) bzw. zwei Wochen später (2. Ernte) als praxisüblich angesetzt. Zusätzlich wurde der Beikrautbesatz auf 4 analog geernteten Praxisflächen im benachbarten Lassee erhoben.









Ergebnisse

Durch den kalt-feuchten Frühling im Ansaatjahr erfolgte die Aussaat erst Mitte April. Die Luzernebestände erreichten nach 81-95 Tagen das Entwicklungsstadium Blühbeginn bzw. Vollblüte. Wie unterschiedlich die Niederschlagsverteilung sein kann, zeigt die Niederschlagssumme pro Tag in beiden Versuchsjahren. Im Ansaatjahr (2004) war die Periode zwischen den beiden Ernteterminen nieder-

schlagsärmer als vor der 1. Ernte, im Hauptnutzungsjahr (2005) war es genau umgekehrt. Die Ertragsleistung der Luzerne hängt neben den klimatischen Bedingungen von der richtigen Wahl der Schnittzeitpunkte ab. Mit fortschreitender Wuchsdauer der Luzerne nimmt der Ertrag zu und der Rohproteingehalt sinkt. Der höchste Stickstoffertrag (Masse x N-Gehalt) und gleichzeitig die geringste Beeinträchtigung der Nachwuchskraft der Pflanze ist bei einem Schnittzeitpunkt zwischen Blühbeginn und Vollblüte gewährleistet. Da die Wurzelreserven während der vegetativen Entwicklung abnehmen und ab beginnender Knospenbildung bis hin zur Fruchtbildung ansteigen wird empfohlen, die Luzerne erst ab Ende der Knospenbildung zu schneiden.

Die Zeitspanne zwischen den Ernteschnitten der Luzerne bedarf mindestens 5–7 Wochen, um das Auffüllen des Wurzelspeichers zu gewährleisten.

Luzerneerträge bei unterschiedlichen Nutzungsterminen in den Jahren 2004 – 2005

Jahr	2004 (Ansaatjahr)				2005 (Hauptnutzungsjahr)			
	1. Ernte		2. Ernte		1. Ernte		2. Ernte	
Ernte								
Nutzungsvariante								
Datum	5.7.	19.7.	23.8.	6.9.	23.5.	7.6.	11.7.	25.7.
Zeitspanne (Tage)	81	95	35	63	38	53	35	63
Niederschlagssumme (mm)	189	197	34	10	70	86	121	99
Ø Niederschlag/Tag (mm)	2,3	2,1	0,5	0,3	1,8	1,6	1,9	2,8
Entwicklungsstadium	Beginn Blüte	Vollblüte	Beginn Knospe	Ende Knospe	Ende Knospe	Vollblüte	Vollblüte	Beginn Hülse
Schnittgutertrag (TM t/ha)	3,2	4,6	1,4	1,2	3,0	2,4	1,1	1,6
Rohproteingehalt (%)	18,0	18,3	18,2	21,0	21,8	21,3	28,4	26,7

Zeitspannen: Vegetationsbeginn – 1. Ernte / 1. – 2. Ernte;  naturschutzoptimierte Variante;  produktionsoptimierte Variante

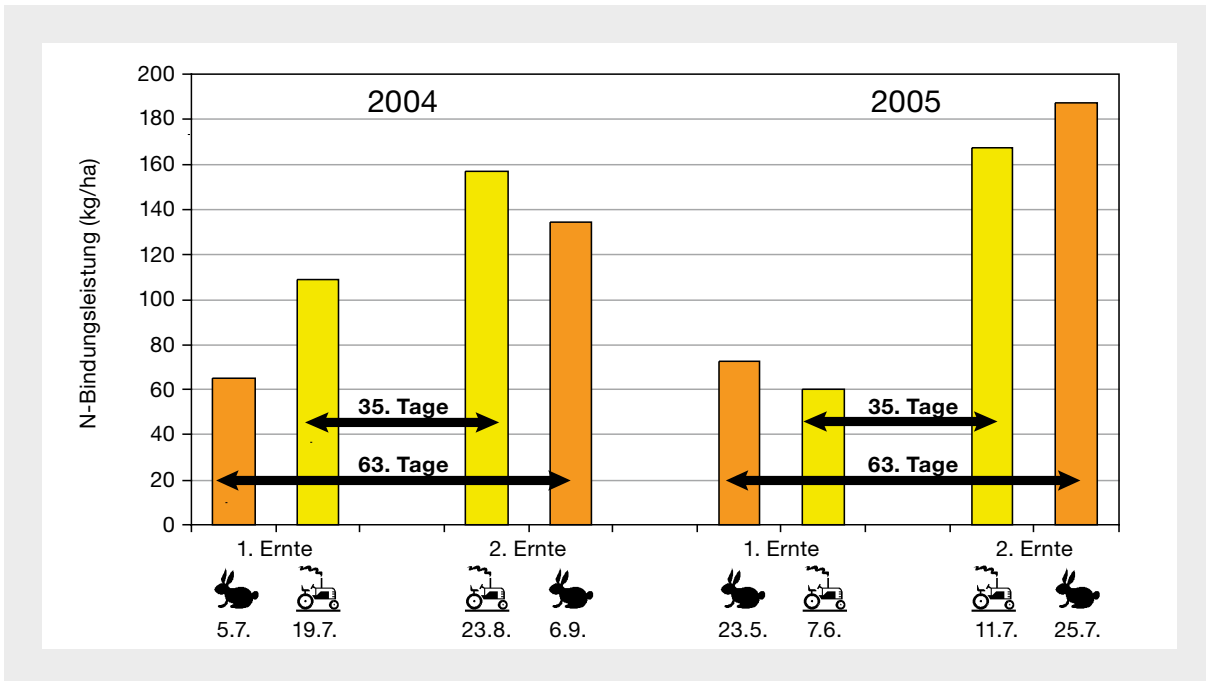
Nur in der niederschlagsreicheren Phase des Ansaatjahres vor der 1. Ernte zeigte sich eine Abhängigkeit der Biomassebildung von der Wuchsdauer. Die Vorverlegung der 1. Ernte um 2 Wochen reduzierte den Schnittgutertrag der naturschutzoptimierten Variante um 1,4 t/ha gegenüber der produktionsoptimierten Variante.

Der Rohproteingehalt im Schnittgut ist trotz längerer Wuchsdauer bei der produktionsoptimierten Variante nicht gesunken, der Ertrag und auch die N-Bindungsleistung waren zur 1. Ernte im Ansaatjahr signifikant höher als bei der naturschutzoptimierten Variante. Zu allen anderen

Ernteterminen wurden keine statistisch absicherbaren Unterschiede zwischen den beiden Varianten beobachtet. Dies zeigt, dass sich bei einem eher geringen durchschnittlichen Jahresniederschlagsniveau (Raasdorf: 520 mm/Jahr) Perioden mit erhöhten Niederschlägen deutlich auf die Biomassebildung und Stickstoffbindungsleistung der Luzerne auswirken.

Die Vorverlegung des 1. bzw. Verzögerung des 2. Erntetermines erhöhte den Beikrautdruck in den Luzernebeständen nicht. Im Gegenteil, ein vorverlegter erster Erntetermin reduzierte vielmehr das Risiko des Aussamens der Beikräuter.

Stickstoffbindungsleistung von naturschutz- und produktionsoptimierter Luzerne in den Jahren 2004 und 2005



Auswirkung der Niederschlagssumme auf die Stickstoffbindungsleistung von naturschutz- und produktionsoptimierter Luzerne – 4 Annahmen:

	Niederschlagssumme bis zur 1. Ernte		
	Eher gering	Eher hoch	
Niederschlagssumme zwischen 1. und 2. Ernte	Eher gering	Annahme 1:	Annahme 2:
		1. Ernte:	1. Ernte: <
		2. Ernte: =	2. Ernte: =
		Gesamt: =	Gesamt:
	Eher hoch	Annahme 3:	Annahme 4:
		1. Ernte:	1. Ernte: <
		2. Ernte:	2. Ernte: =
		Gesamt: =	Gesamt:

naturschutzoptimierte Variante; produktionsoptimierte Variante

Fazit

Die N-Bindungsleistung der naturschutzoptimierten Variante war nur zur 1. Ernte im Ansaatzjahr geringer als die der produktionsoptimierten Variante. Grund dafür war eine gute Wasserversorgung von Vegetationsbeginn bis zur 1. Ernte (Annahme 2, siehe Tabelle). Bei allen anderen Annahmen ist die naturschutzoptimierte der praxisüblichen Nutzungsvariante gleichzusetzen, was die Ergebnisse aus dem Hauptnutzungsjahr bestätigen (Annahme 3). Eine an den Bedürfnissen der Wildtiere orientierte Verschiebung der Nutzungstermine der Luzerne bzw. ein verlängertes

Zeitfenster ohne Bewirtschaftungsmaßnahmen hat daher aus pflanzenbaulicher Sicht keinen nachteiligen Effekt für die Versorgung der Fruchtfolge mit Stickstoff. Neben der Vorverlegung bzw. Verzögerung der Luzerne-Erntetermine sind auch andere Maßnahmen zum Schutz der Wildtiere möglich. Über die Anhebung der Schnitthöhe von 5 auf 15 cm können direkte Verluste von Nestlingen, Jungvögeln, Junghasen und Amphibien gesenkt werden. Zudem können bodenbrütende Vögel im Wiederaufwuchs früher mit der Nestanlage beginnen, wodurch der für den Bruterfolg zur Verfügung stehende Zeitraum vergrößert wird.

Die im Marchfeld größtenteils eingesetzten Mulchgeräte mit einer nachgezogenen Walze setzen die Vorteile eines Hochschnittes jedoch wieder außer Kraft. Auch hier besteht noch Handlungsbedarf. Die Einrichtung einer verlängerten, bewirtschaftungsfreien Zeitperiode zwischen den Luzerne-Ernteschnitten stellt eine wichtige Maßnahme zum Schutz und Erhalt der Wildtiere dar. Diese Maßnahme wirkt sich für die Wildtiere positiv aus, wenn auch

die pflegetechnischen Verfahren optimal abgestimmt sind. Die Ergebnisse dieser Studie wurden bei der Gestaltung der ÖPUL-Maßnahmen (Österreichisches Programm für den ländlichen Raum 2007 – 2013) berücksichtigt.

Zusammengestellt von
Dr. Gabriele Pietsch und DI Regina Hrbek

Projektpartner: Distelverein, Deutsch Wagram

03

Zwischenfrüchte Auswirkungen in der Fruchtfolge

Mit dem Anbau von Zwischenfrüchten wird eine Vielzahl positiver Wirkungen für den Boden und die Fruchtfolge erzielt. Zwischenfrüchte bedecken den Boden, reduzieren das Risiko von Nitratauswaschung und Erosion und hinterlassen hohe Mengen an Ernte- und Wurzelrückstände, die die Bodenaktivität und die Stickstoffverfügbarkeit für die Folgefrüchte erhöhen.

Durchführung

In einer viehlosen, biologischen Fruchtfolge eines typischen Marktfruchtbetriebes im Marchfeld wurden im Rahmen eines Feldversuches (Versuchsfläche in Raasdorf) zwei Fruchtfolgeglieder mit abfrierenden Zwischenfrüchten untersucht:

2002:	Winterweizen/Zwischenfrucht
2003:	Kartoffel
2004:	Winterroggen/Zwischenfrucht
2005:	Sommergerste



Var L+NL



Var L zur Blüte

Zwischenfruchtvarianten mit Leguminosen (Var L), Nicht-Leguminosen (Var NL) sowie ein Leguminosen/Nicht-Leguminosen-Gemenge (Var L+NL) und eine Schwarzbrache-Variante (Var SB) wurden miteinander verglichen (genaue Zusammensetzung siehe Tabelle).

Saatstärken (kg/ha) Zwischenfruchtgemenge

	Var L+NL	Var L	Var NL	Var SB
Futtererbse	40	80	-	-
Platterbse	45	90	-	-
Sommerwicke	20	40	-	-
Stoppelrübe	2	-	4	-
Ölrettich	3	-	6	-
Phacelia	2,5	-	5	-

Ergebnisse:

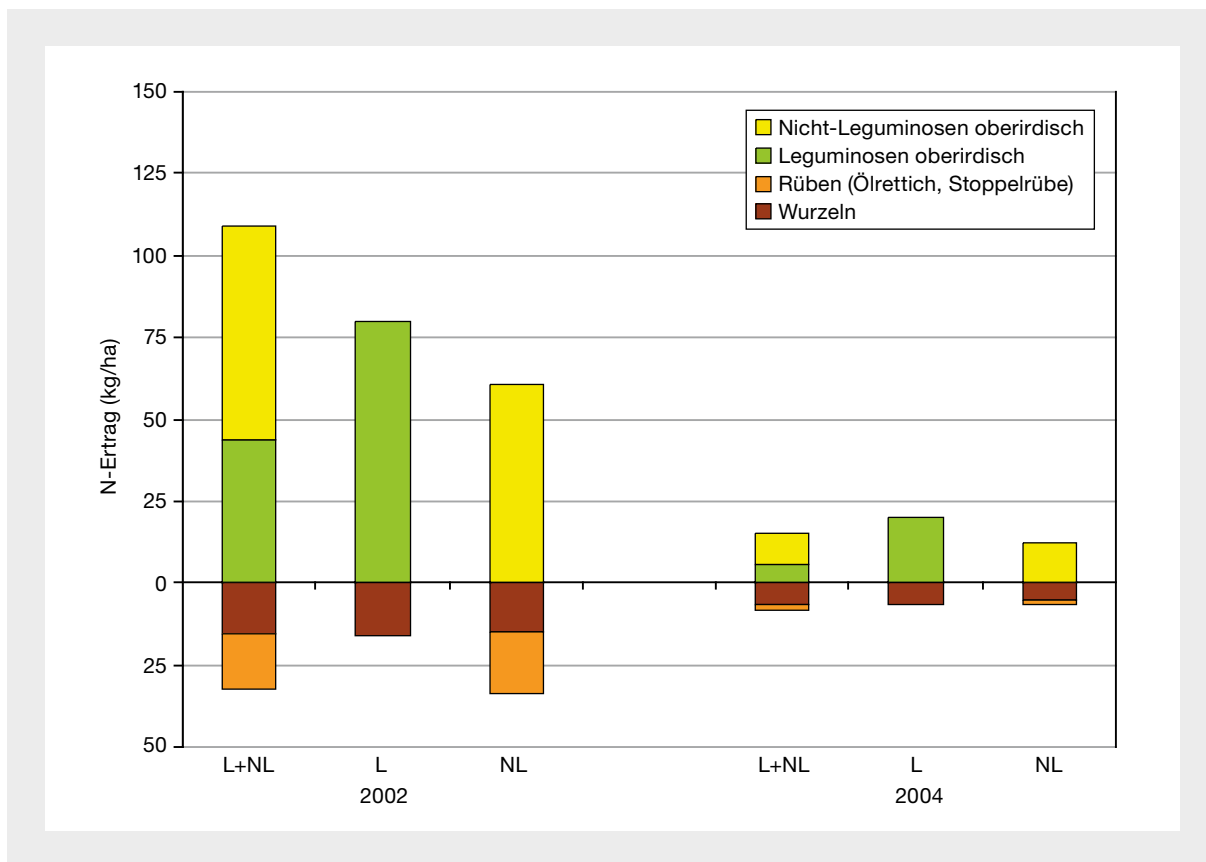
Zwischenfrüchte 2002 und 2004

Der Zwischenfruchtanbau im Jahr 2002 erbrachte gute Biomasseerträge. Die Variante mit Leguminosen und Nicht-Leguminosen (L+NL: 4 t/ha) und die Variante mit Nicht-Leguminosen (NL: 2,9 t/ha) erreichten statistisch absicherbar höhere Trockenmasseerträge als die Leguminosen-Variante (L: 2,6 t/ha) und reduzierten den N_{\min} -Gehalt im Herbst auf unter 10 kg N/ha. Auch die Leguminosen-Variante konnte den N_{\min} -Gehalt im Boden im Herbst 2002 bis zum Umbruch der Zwischenfrüchte signifikant auf 50 kg N/ha gegenüber 80 kg N/ha in der Schwarzbrache-Variante (SB) reduzieren. Die gesamt-pflanzlichen N-Erträge der Zwischenfrüchte reichten von etwa 90 (Var NL, Var L) bis 141 kg N/ha (Var L+NL). Die reine Leguminosen-Variante fixierte 34 kg N/ha aus der Luft, die gemischte Variante 48 kg N/ha.

Durch die relativ späte Ernte des Winterroggens und die anfänglich trockenen Bedingungen im Spätsommer 2004 wurde der Auflauf der Zwischenfrüchte verzögert und die Wuchspanne stark verkürzt. Die Zwischenfrüchte erreichten deshalb nur geringe Biomasseerträge (etwa 600 kg TM/ha im Durchschnitt aller Varianten) und gesamt-pflanzliche N-Erträge (19–27 kg N/ha). Die Stickstoff-Bindungsleistung der Leguminosen-Zwischenfrüchte war mit 6–13 kg N/ha entsprechend gering. Der N_{\min} -Gehalt war für alle Zwischenfrucht-Varianten auf einem geringen

Niveau von etwa 30–40 kg N/ha. Dies entspricht einer Reduktion der N_{\min} -Gehalte gegenüber Schwarzbrache von im Mittel 25 kg N/ha. Der Stickstoffaustrag unterhalb von 140 cm war gering aufgrund der niedrigen Sickerwassermengen, die im Mittel der Jahre 2002–2004 25–70 mm betragen. Die in diesem Zeitraum pro Jahr im Mittel aus 0–140 cm Tiefe verlagerte Stickstoffmenge war bei der Schwarzbrache-Variante mit 14 kg N/ha am höchsten, gefolgt von der Var L mit 9 kg N/ha und den Var L+NL und Var NL mit 6 kg N/ha.

N-Erträge der Zwischenfrüchte im Jahr 2002 und 2004



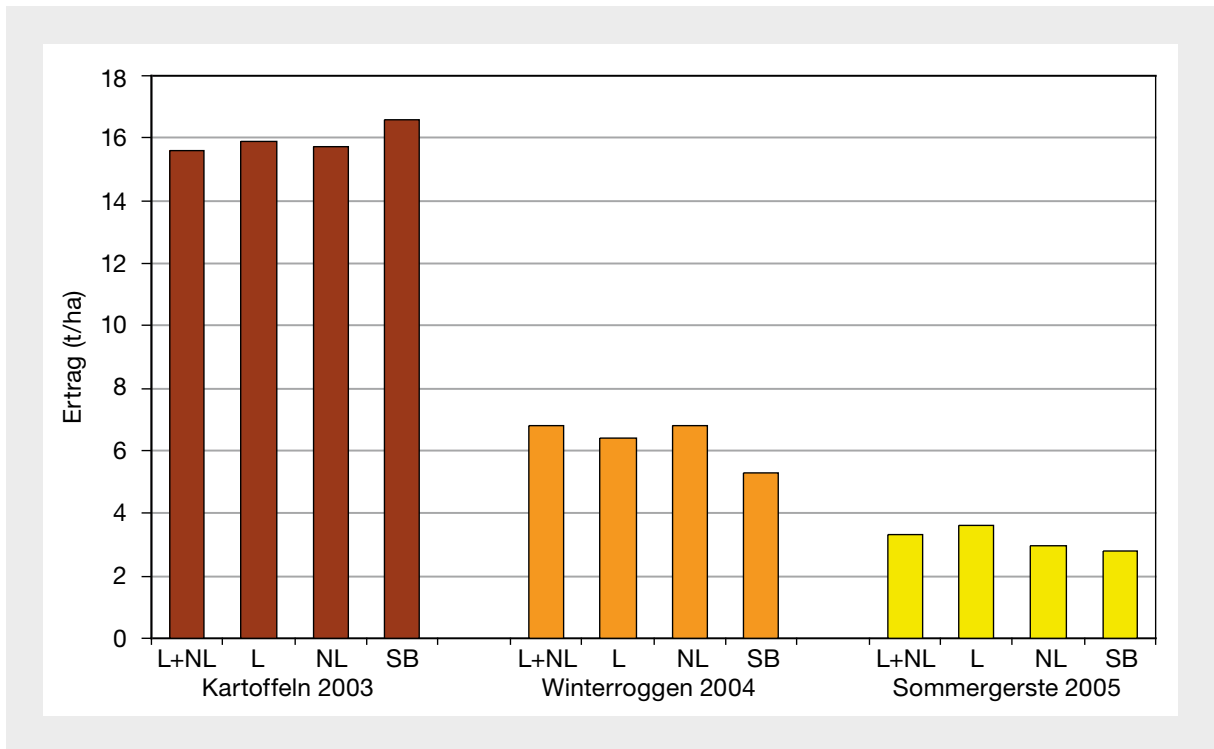
Wirkung auf die Nachfrüchte

Die erste Nachfrucht Kartoffel (2003) konnte das N-Angebot aus den Zwischenfrüchten aufgrund von Trockenheit und starkem Kartoffelkäferbefall nicht nutzen. Marginal höhere Kartoffelerträge nach Schwarzbrache dürften auf die hier bessere Wasserverfügbarkeit zurückzuführen sein. Die positiven Zwischenfrucht-Effekte verlagerten sich auf den als zweite Nachfrucht folgenden Winterroggen (2004). Dort zeigten die Zwischenfrucht-Varianten tendenziell höhere Roggenerträge als die Schwarzbrache-Variante.

Das N-Angebot der Zwischenfrüchte im Herbst 2004 war so gering und zwischen den Varianten kaum unterschieden, sodass keine Auswirkung auf den Ertrag der nachfolgenden Sommergerste erwartet werden konnte.

Der Kornertrag der Sommergerste nach den Leguminosen-Zwischenfrüchten war dennoch statistisch absicherbar höher als nach der Variante NL. Dies kann nur als ein Summeneffekt beider vorangegangener Zwischenfruchtperioden interpretiert werden. Die Rückstände der Leguminosen-Zwischenfrüchte sind zum einen N-reicher und haben ein engeres C/N-Verhältnis. Dadurch setzen sie N rascher frei. Andererseits nutzen Leguminosen durch die Luftstickstoffbindung weniger Bodenstickstoff als Nicht-Leguminosen und hinterlassen dadurch mehr verfügbaren Stickstoff für die Nachfrüchte (so genannter „N-Ersparnis-Effekt“). Dieser Effekt betrug für die Zwischenfrüchte 2002 32 kg N/ha und 2004 6 kg N/ha. Allein damit lässt sich die erhöhte N-Aufnahme der Sommergerste von 16 kg N/ha nach Leguminosen-Zwischenfrüchten gegenüber der NL-Variante erklären.

Knollen- bzw. Korn-Erträge der Nachfrüchte Kartoffeln, Winterroggen (86 % TM) und Sommergerste (86 % TM) in den Jahren 2003 – 2005



Zusammenfassung

Aus ökologischer Sicht werden alle getesteten Zwischenfrucht-Gemenge für die klimatischen Bedingungen im Marchfeld empfohlen und sollten gegenüber der Schwarzbrache den Vorzug erhalten. Leguminosen als Zwischenfrüchte (Var L) können bei ausreichender Wasserversorgung und rechtzeitigem Anbau ertragsrelevante Mengen an Luftstickstoff in die Fruchtfolge einbringen. Aufgrund ihres hohen N-Gehaltes und engen C/N-Verhältnisses liefern die Leguminosen-Zwischenfrüchte am raschesten und am meisten Stickstoff für die Folgekulturen.

Bei erhöhter Sickerwasserbildung besteht jedoch das Risiko, dass Stickstoff im Winterhalbjahr ausgewaschen

wird. Aus Sicht des Grundwasserschutzes ist der Anbau von reinen Leguminosen-Gemengen als Zwischenfrucht daher nicht empfehlenswert.

Sowohl aus pflanzenbaulicher als auch ökologischer Sicht sind Gemenge aus Leguminosen und Nicht-Leguminosen (Var L+NL) sowie aus Nicht-Leguminosen (Var NL) als optimal zu bezeichnen. Ist der Erfolg des Zwischenfruchtanbaus aufgrund einer späten Aussaat oder durch Trockenheit ungewiss, ist eher die kostengünstigere Zwischenfrucht-Variante mit Nicht-Leguminosen vorzuziehen.

Zusammengestellt von Dr. Gabriele Pietsch, Mag. Thomas Rinnofner, Dr. Jürgen K. Friedel

04

Umstellung auf die biologische Landwirtschaft
Langzeituntersuchung

Die Umstellung von Ackerflächen von konventioneller auf biologische Bewirtschaftung bringt eine Reihe von Veränderungen mit sich. Änderungen der Fruchtfolgen mit einem verstärktem Leguminosen- und Zwischenfruchtanbau und eine organische Düngerwirtschaft wirken sich positiv auf den Humushaushalt und die Bodenstruktur

aus. Die Betriebsform viehloser biologischer Ackerbau hat in Österreich in den zurückliegenden Jahren stark zugenommen. Viele dieser Betriebe liegen in Ostösterreich, einer Region mit geringen Niederschlägen und einer großräumig geprägten Landschaftsstruktur. Als Folge des Klimawandels nehmen ausgeprägte Trockenperioden

während der Vegetationszeit und die Jahresdurchschnittstemperaturen zu. Zur Sicherung der Ertragsfähigkeit sind daher der Beitrag des Humusaufbaus zur Erhöhung der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens und der Einfluss von Hecken auf das Kleinklima von besonderer Bedeutung. Vor diesem Hintergrund sollen mit einer Langzeituntersuchung zum biologischen Landbau in dieser Region folgende Fragen beantwortet werden:

- In welchem Ausmaß und in welchem Zeitraum können mit der biologischen Bewirtschaftung und der Anlage von Biotopstrukturen (Landschaftselemente) die Bodenfruchtbarkeit und die Artenvielfalt gesteigert werden?
- Wie wirken sich verschiedene Düngungsvarianten viehloser und viehhaltender Bewirtschaftung auf Ertrag und Qualität der Ernteprodukte, auf den Nährstoffhaushalt und die Bodenfruchtbarkeit aus?

Foto: M. Heinzinger



Luzernebestand

Durchführung

Die Langzeituntersuchung wurde auf dem viehlosen Biobetrieb Rutzendorf der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH eingerichtet. Die Umstellung des Betriebes erfolgte mit den Anbaumaßnahmen im Herbst 2001. Die Untersuchungen laufen seit Jänner 2003 im Rahmen des Projekts „Monitoring der Umstellung auf den biologischen Landbau (MUBIL)“. Der Betrieb liegt östlich von Wien im Marchfeld (mittlere Jahrestemperatur: 9,8°C, mittlere Niederschlagssumme: 520 mm). Die Gesamtackerfläche des Betriebes umfasst arrondierte 143,20 ha. Der Betrieb ist mit unterschiedlichen felderbegrenzenden Biotopstrukturen (Landschaftselemente: Hecken, Baumreihen, Feldraine) ausgestattet. Ökostreifen (6 m breite Brachestreifen in Ackerflächen) wurden neu angelegt (durch aktive Einsatz von Blümmischungen oder durch Selbstbegrünung).

Leitfruchtfolge: 1. Jahr: Luzerne, 2. Jahr: Luzerne, 3. Jahr: Winterweizen + Zwischenfrucht, 4. Jahr: Körnermais, 5. Jahr: Sommergerste + Zwischenfrucht, 6. Jahr: Körnerleguminose (Erbse) + Zwischenfrucht, 7. Jahr: Winterweizen, 8. Jahr: Winterroggen + Untersaat Luzerne.

Untersuchungsebenen: Die insgesamt 12 Projektpartner (14 Teilprojekte) arbeiten je nach Forschungsfrage auf drei Untersuchungsebenen:

(1) Auf allen 8 Schlägen des Betriebes wurden Düngungsversuche in Feldparzellen angelegt. Auf diesen Kleinparzellenversuchen werden die Wirkungen verschiedener Düngungsvarianten auf Bodeneigenschaften, pflanzenbauliche Parameter (Ertrag, Qualität) und die Wirtschaftlichkeit festgestellt.

Düngungsvarianten (DV):

DV 1 – „**Gründüngung**“: die Luzerne wird gemulcht und verbleibt als Gründüngung auf der Fläche.

DV 2 – „**Gründüngung + Biotonnekompost**“: Zusätzlich zur Luzerne-Gründüngung erfolgt eine Düngung mit Biotonnekompost. Die Aufwandmenge orientiert sich am Phosphor-Entzug der Leitfruchtfolge, welcher mit zwei Kompostgaben je Schlag (Versuch) innerhalb der 8-jährigen Fruchtfolgerotation weitgehend ausgeglichen werden soll.

DV 3 – „**Stallmist**“: Ausgehend von einer angenommenen Mutterkuhherde mit umgerechnet 0,5 GVE/ha wird das Grundfutter (Luzerne) und Stroh für die Einstreu von den Parzellen abgefahren. Der berechnete Mistanfall wird jährlich auf zwei Parzellenversuche aufgeteilt.

Die Düngung mit Biotonnekompost und Stallmist ist zu den Kulturen Körnermais und Winterweizen nach Vorfrucht Erbse geplant. Da die Fruchtfolge erst schrittweise auf die Leitfruchtfolge umgestellt werden musste, wurde in den ersten Jahren vor allem Wintergetreide nach einer Getreidevorfrucht gedüngt.

(2) Die Untersuchung des Einflusses von Hecken auf die Ackerflächen (Klima, Bodenfeuchte, Pflanzenertrag) erfolgt auf in bestimmten Abständen zur Hecke eingerichteten Aufnahmestrecken.

(3) Auf der Gesamtbetriebsfläche werden die Auswirkungen der Bewirtschaftungsumstellung und von Biotopstrukturen auf die Produktion und die Fauna am Betrieb (Bodentiere, Nützlinge, Wildbienen und Brutvögel) untersucht.

Foto: M. Heinzinger



Düngungsvarianten: Rindermist, Biotonnekompost



Foto: M. Heinzinger

Ernte Parzellenversuch

Erste Ergebnisse

In der ersten Projektphase (2003 – 2005) wurden Ausgangsdaten zu Beginn der Umstellung erhoben. In der laufenden Projektphase seit 2006 wird das Monitoring mit teilweise verringerter Intensität fortgeführt. Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse der ersten Projektjahre zusammenfassend beschrieben.

Auswirkungen biologischer Bewirtschaftung und unterschiedlicher Düngungsvarianten auf Boden und Pflanze

Nach Abschluss der ersten Projektphase waren die Auswirkungen der Bewirtschaftung auf die Mehrzahl der Bodenparameter erwartungsgemäß gering. Davon ausgenommen war eine Zunahme der Stabilität der Bodenaggregate bei zweijährigem Luzerneanbau. In den Ackerflächen wiesen mit Ausnahme der Fadenwürmer alle untersuchten Bodentiergruppen (Horn- und Raubmilben, Springschwänze und Regenwürmer) sehr niedrige Dichten und Artenzahlen auf. Als Gründe für die geringen Dichten werden die Nachwirkungen intensiver Bewirtschaftung vor der Umstellung, das ausgeprägte Klima des Marchfelds (Sommertrockenheit, Winterkälte) und die inselartige Lage des Untersuchungsbetriebs angenommen. Letztere erschwert die Wiederbesiedlungen, auch wenn die Lebensbedingungen der Tiere mit der Umstellung verbessert wurden.

Die Auswirkungen der ersten Düngungsmaßnahmen mit Biotonnekompost und Stallmist auf die Entwicklung, den Ertrag und die Qualität von Getreide waren gering. Bei den direkt gedüngten Kulturen Wintergetreide und Körnermais waren jedoch in Tendenzen Ertrags- und Qualitätsvorteile der Düngungsvariante 3 (Stallmist) gegenüber den Varianten 1 (Gründüngung) und 2 (Gründüngung + Biotonnekompost) erkennbar. Bei der Stallmistvariante

zeigte sich aber auch eine Ertragsminderung von Winterweizen nach Luzerne. Nur bei dieser Variante wurden Biomasse und damit Stickstoff von der Fläche durch die Schnittnutzung der Vorfrucht Luzerne abgefahren (im Mittel 250 kg Stickstoff je ha und Jahr bei 3 Schnitten). Dem nachfolgenden Winterweizen stand daher weniger Stickstoff zur Verfügung. Die Bedeckung des Bodens mit Luzernemulch kann die Wasserverdunstung reduzieren. Infolge dessen kann die Wasserversorgung des Weizens in den Varianten 1 und 2 gegenüber der Stallmistvariante besser sein.

Auswirkungen von Hecken auf angrenzende Ackerflächen

Hecken sind ein wichtiges Begleitelement einer ökologisch genutzten Agrarlandschaft. Durch Windbremsung schwächen sie die klimatischen Extreme des freien Feldes ab und beeinflussen den Bodenwasserhaushalt. Die Bodenwassergehalte waren im Frühjahr/Sommer der Untersuchungsjahre in Heckennähe (8 und 16 m Abstand) gegenüber weiter entfernten Flächenstücken (40 und 80 m Abstand) erhöht. Parallel dazu zeigte sich auch ein positiver Einfluss der Hecken auf die Erträge von Luzerne und Weizen. Ein nächster Schritt ist die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Hecken durch Gegenüberstellung ihrer positiven Wirkungen mit dem Flächenverlust.

Auswirkungen biologischer Bewirtschaftung und agrarökologischer Begleitmaßnahmen auf die Artenvielfalt

Bei den neu angelegten Ökostreifen hat sich die aktive Einsaat von heimischen Wildkrautarten im Vergleich zur Selbstbegrünung als einzige, effiziente Maßnahme bewährt, um die Artenvielfalt der Wildkräuter in einer ausgeräumten Agrarlandschaft zu fördern. Die Anlage der Ökostreifen hat sich förderlich auf die Artenvielfalt der Laufkäfer und Wildbienen und die Individuendichten der Schwebfliegen ausgewirkt. Hecken und Baumreihen sind ein wichtiger Lebensraum für Wildbienen, als Ausgangsfläche der Bodentiere für die Wiederbesiedelung der Ackerflächen sind sie aber wenig geeignet. Die Luzerne hat sich neben ihren wichtigen pflanzenbaulichen Leistungen als wertvoller Lebensraum für Nützlinge, Wildbienen und die Brutvögel ausgezeichnet. Bei der Bestandesführung der Luzerne durch Mulchen oder Mahd sollten nach Möglichkeit die Anforderungen der genannten Tierarten berücksichtigt werden.

Fazit

- Auswirkungen der Umstellung auf den biologischen Landbau und der Anlage von Biotopstrukturen zeichnen sich bereits innerhalb weniger Jahre beim Auftreten von Nützlingen, Wildbienen und Brutvögeln, sowie bei der Artenvielfalt von Wild- und Beikräutern ab.
- In Ansätzen sind erste tendenzielle Unterschiede in Ertrag und Qualität der Ernteprodukte in Abhängigkeit der

Düngungsvarianten zu erkennen. Auswirkungen der Düngungsvarianten auf die Bodeneigenschaften sind erst längerfristig zu erwarten.

- Über die Langzeituntersuchung können entscheidende Hinweise über die Wirkung einer biologischen Bewirtschaftung und einer biotopreichen Landschaftsgestaltung auf die Bodenfruchtbarkeit und die pflanzenbauliche Entwicklung aufgezeigt werden. Die Ergebnisse sind sowohl in Bezug auf die Entwicklung viehloser Biobetriebe und die Effizienz von Biotopstrukturen als auch auf den Klimawandel von Bedeutung.

Projektpartner

- Institut für Ökologischen Landbau, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, BOKU Wien
- Institut für Bodenforschung, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, BOKU Wien
- Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft, Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, BOKU Wien
- Institut für Meteorologie, Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, BOKU Wien

- Institut für Zoologie, Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung, BOKU Wien
- Institut für Botanik, Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung, BOKU Wien
- Bio Forschung Austria, Wien
- Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung, Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur, BOKU Wien
- Zentrum für Umwelt und Naturschutz, Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung, BOKU Wien
- Institut für Agrar- und Forstökonomie, Department für Wirtschaft- und Sozialwissenschaften, BOKU Wien
- Institut für Nutztierwissenschaften, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, BOKU Wien
- Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften GmbH

Zusammengestellt von
DI Andreas Surböck

Download Abschlussbericht Projekt MUBIL (Projektnummer: 1321): <http://www.dafne.at>

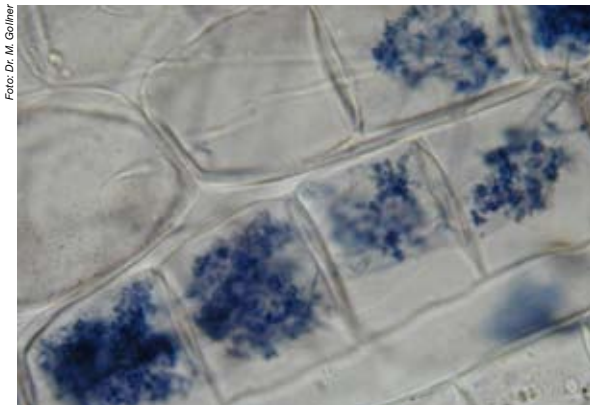
Foto: M. Hehringer



Hecke mit 6 Meter breitem Ökostreifen

Mykorrhiza Bedeutung in der viehlosen biologischen Landwirtschaft

Die Produktivität stützt sich in der viehlosen biologischen Landwirtschaft vor allem auf Bodenorganismen, die Symbiosen mit den Kulturpflanzen eingehen und die Bodenfruchtbarkeit steigern. Die wichtigsten Symbiosen in der viehlosen biologischen Landwirtschaft sind die Knöllchenbakterien in Wurzeln von Leguminosen (Luzerne, Klee, usw.) und die Mykorrhizapilze, die mit fast allen landwirtschaftlichen Nutzpflanzen eine Mykorrhiza ausbilden. Von den landwirtschaftlichen Nutzpflanzen bilden nur Kohl, Senf, Rübe, Buchweizen, Lupine und Amarant keine Mykorrhiza aus, alle anderen landwirtschaftlichen Nutzpflanzen haben eine Mykorrhiza.



Mykorrhiza in Wurzelzellen von Winterweizen

Während Knöllchenbakterien in den Wurzeln von Leguminosen die Pflanzen mit Stickstoff versorgen, erhöhen Mykorrhizapilze die Aufnahme von Phosphor aus dem Boden in die Pflanzenwurzeln. Die Mykorrhiza bildet verzweigte Strukturen (ähnlich einem Wärmetauscher) in den Wurzelzellen der Nutzpflanzen, wo der Phosphor an die Pflanze übergeben wird. Die Pilzfäden von Mykorrhizapilzen sind dünner als die Wurzeln der Pflanzen und liefern Nährstoffe aus feinen Bodenporen, in die Pflanzenwurzeln nicht hinein wachsen können. Eine Mykorrhiza erhöht aber auch die Widerstandsfähigkeit der Nutzpflanzen gegenüber Trockenheit und Krankheitserregern wie z.B. Pilzkrankheiten und Fadenwürmern (Nematoden). Die Mykorrhiza spielt weiters durch ihr Netzwerk an Pilzfäden im Boden eine bedeutende Rolle in der „Lebendverbauung“ der Bodenaggregate und schützt den Ackerboden vor Erosion.



Wurzelstück mit Pilzfäden und Sporen der Mykorrhizapilze

Als Gegenleistung für die Zufuhr von Phosphor und den Schutz vor Trockenheit und Wurzelkrankheiten erhält der Mykorrhizapilz von der Nutzpflanze Stärke aus der Photosynthese. Mykorrhizapilze sind generell im Boden vorhanden, sie können jedoch durch die Ausbringung großer Mengen leichtlöslicher mineralischer Dünger und durch den Einsatz von synthetischen Pflanzenschutzmitteln geschädigt werden. Da auf den Einsatz von leichtlöslichen mineralischen Düngern und synthetischen Pflanzenschutzmitteln in der biologischen Landwirtschaft verzichtet wird, kann die Mykorrhiza zur Steigerung des Wachstums und der Gesundheit der Nutzpflanzen beitragen. Aus wissenschaftlichen Untersuchungen ist aber auch bekannt, dass Bewirtschaftungsmaßnahmen, die in der biologischen Landwirtschaft angewendet werden, die Mykorrhiza beeinflussen. In den Jahren 2000 bis 2003 wurden an unterschiedlichen biologisch bewirtschafteten Flächen in Österreich und Deutschland in wissenschaftlichen Feldversuchen Untersuchungen durchgeführt, wie sich unterschiedliche Bewirtschaftungsmaßnahmen (organische Dünger, Fruchtfolgen, Bodenbearbeitungsvarianten) und die Dauer der biologischen Bewirtschaftung auf die Mykorrhiza von Nutzpflanzen auswirken. Im folgenden Text werden Ergebnisse aus den Untersuchungen gezeigt (für den Fachmann: Mittelwert und Standardabweichung) und als Schlussfolgerungen Empfehlungen zu Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Förderung der Mykorrhiza und deren möglichen positiven Auswirkungen auf das Wachstum und die Gesundheit der Nutzpflanzen gegeben.

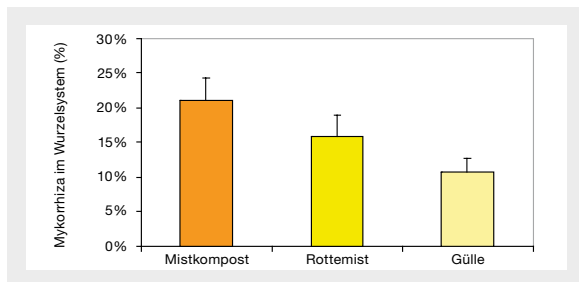
Organische Düngung

Die Auswirkung der organischen Düngung (Mistkompost, Rottemist und Gülle) auf die Mykorrhiza wird an Sommerroggen gezeigt. Mistkompost ist vollständig kompostierter Stallmist, während beim Rottemist die Kompostierung des Stallmistes noch andauert. In viehlosen biologischen Landwirtschaftsbetrieben fällt zwar kein Stallmist an, es gibt aber die Möglichkeit, den Luzerneschnitt an viehhaltende Betriebe abzugeben und im Gegenzug dafür Mistkompost zu erhalten. Eine weitere Möglichkeit, den Luzerneschnitt sinnvoll zu nutzen, wäre die Kompostierung und Ausbringung des ausgereiften Komposts zu Getreide oder humuszehrenden Kulturen wie Hackfrüchten. Mistkompost hat eine höhere Trockenmasse an organischer Substanz als Rottemist und Gülle. Entsprechend dem Grundsatz, den Boden zu düngen und nicht die Pflanze, erhöht die Düngung mit Mistkompost die Aktivität der Mikroorganismen im Boden.

Gülle hat im Vergleich zu Mistkompost einen relativ hohen Gehalt an Ammonium-N. Mistkompost enthält nach der Kompostierung kaum Ammonium-N mehr. Ammonium-N

ist in höherer Konzentration giftig für die Pflanzenwurzel. Bei einer erhöhten Aufnahme in die Pflanze wird Ammonium-N durch den Einbau in Stärke entgiftet. Dadurch kommt es zu einem Mangel an Stärke in der Wurzel, und der Mykorrhizapilz bekommt von der Pflanze keine Nahrung mehr. Aufgrund der Förderung der Mikroorganismen im Boden und des niedrigen Gehalt an Ammonium erhöht die Düngung mit Mistkompost die Mykorrhiza von Sommerroggen im Vergleich zu Düngung mit Rottemist oder Gülle.

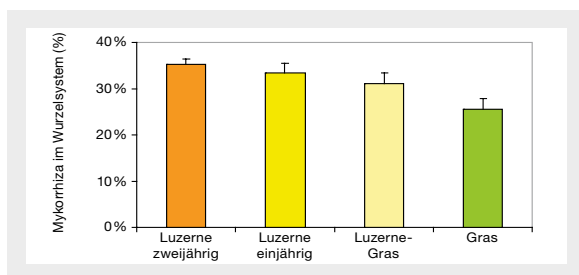
Mykorrhiza von Sommerroggen bei unterschiedlicher organischer Düngung:



Fruchtfolge

Die Auswirkung des Anteils von Leguminosen in der Fruchtfolge (Luzerne, Luzerne-Gras und Gras) auf die Mykorrhiza wird an Winterweizen gezeigt. Leguminosen brauchen die Mykorrhiza, um den hohen Phosphorbedarf bei der Stickstofffixierung zu decken. Der Anbau von Leguminosen als Haupt- und Zwischenfrüchte (z.B. als Winterbegrünung) fördert daher die Mykorrhiza am Acker. Schwarzbrache dagegen schwächt die Mykorrhiza der nachfolgenden Feldfrüchte. Zur Erhaltung einer guten Mykorrhiza am Acker muss in der Fruchtfolge nach einer Kulturpflanze, die keine Mykorrhiza ausbildet (z.B. Zuckerrübe oder Raps), immer eine Kulturpflanze folgen, die eine Mykorrhiza ausbildet (z.B. Wintergetreide mit Leguminosen oder Leguminosen-Gras als Zwischenfrucht). Die Mykorrhiza von Winterweizen ist nach einer zweijährigen Luzerne höher als nach einer einjährigen Luzerne, Luzerne-Gras und Gras.

Mykorrhiza von Winterweizen bei unterschiedlichen Luzerne-Anteilen in der Fruchtfolge:

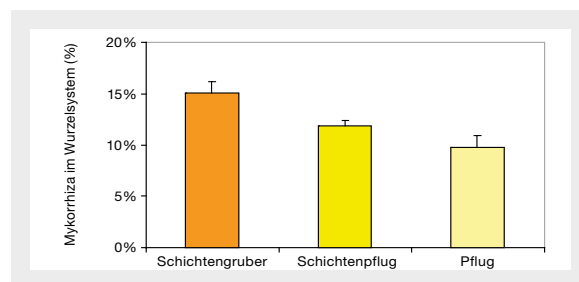


Bodenbearbeitung

Die Auswirkung unterschiedlicher Bodenbearbeitung auf die Mykorrhiza wird an Winterroggen gezeigt. Dazu wurde die vollständige Bodenwendung bis 30 cm Bodentiefe durch

den Pflug mit der flach wendenden Bodenbearbeitung durch den Schichtenpflug (die oberen 15 cm des Bodens werden gewendet, darunter wird der Boden nur gelockert) und der nicht wendenden (konservierenden) Bodenbearbeitung durch den Schichtengrubber verglichen. Vor allem der Schichtenpflug erfüllt mit seinen flach arbeitenden Pflugscharen und der Lockerung des Unterbodens durch Grubberzinken die alte Forderung des biologischen Landbaus: „Flach wenden und tief lockern“. Nicht wendende Bodenbearbeitung fördert die Mykorrhiza, da die Pilze nicht verschüttet werden und das Netzwerk der Pilzfäden im Boden nicht zerstört wird. Dadurch erhöht sich auch die Stabilität der Bodenkrümel und die Bodenerosion am Acker sinkt. Durch die Bodenbearbeitung mit dem Schichtengrubber ist die Mykorrhiza von Winterroggen stärker ausgeprägt als durch die Bodenbearbeitung mit dem Schichtenpflug oder Pflug.

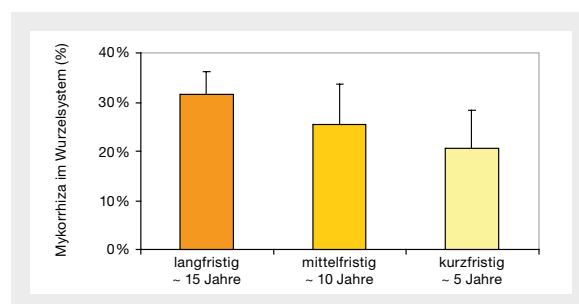
Mykorrhiza von Winterroggen bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung:



Dauer der biologischen Bewirtschaftung

Die Auswirkung der Dauer der biologischen Bewirtschaftung wird an Winterweizen gezeigt, der in Böden mit unterschiedlicher Dauer biologischer Bewirtschaftung angebaut wurde. In der Umstellungsphase auf biologische Bewirtschaftung treten meist Ertragseinbußen auf. Die Erträge steigen erst mit zunehmender Dauer der biologischen Bewirtschaftung an. Zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen zeigen die positiven Auswirkungen der biologischen Bewirtschaftung auf die Bodenfruchtbarkeit. Die entscheidende Rolle bei der Steigerung der Bodenfruchtbarkeit spielt das Bodenleben, und dabei die Mykorrhiza. Ab einer Umstellungsdauer von etwa 10 Jahren kann mit einer aktiven Mykorrhiza und all ihren Vorteilen für den Ackerbau gerechnet werden.

Mykorrhiza von Winterroggen bei unterschiedlicher Dauer der biologischen Bewirtschaftung:



Empfehlungen zur Förderung der Mykorrhiza

Die Mykorrhiza hat folgende positive Auswirkungen im viehlosen Ackerbau:

- Ernährung der Nutzpflanzen, vor allem mit Phosphor
- Erhöhung der Trockenheitsresistenz der Nutzpflanzen
- Schutz der Nutzpflanzen vor Krankheitserregern (Pilze, Fadenwürmer)
- Schutz vor Erosion des Ackerbodens durch „Lebendverbau“, wobei die Pilzfäden im Boden ein Netz bilden, das die Bodenteilchen zusammenhält.

Durch folgende Kulturmaßnahmen kann die Mykorrhiza im Ackerbau gefördert werden:

- Anbau von Nutzpflanzen, die eine Mykorrhiza bilden (Leguminosen, Getreide, Sonnenblume, Mais, Kartoffel)
- Geringer Anbau von Nutzpflanzen, die keine Mykorrhiza bilden (Raps, Zuckerrübe)
- Keine Schwarzbrache, der Boden sollte im Laufe des Jahres immer mit Pflanzen bewachsen sein (Winterbegrünung)
- Schonende Bodenbearbeitung z.B. durch den Schichtenpflug und Schichtengrubber, Einsatz von Pflug nur wenn unbedingt notwendig
- Viele unterschiedliche Kulturen in der Fruchtfolge
- Düngung mit Mistkompost oder Rottemist statt Gülle.

Die Mykorrhiza gibt es seit etwa 400 Millionen Jahren, sie ist die älteste bekannte Symbiose der Erde. Die Mykorrhizapilze haben viele dramatische Veränderungen wie z.B. Klimaschwankungen usw. auf unserem Planeten erfolgreich gemeistert. Die Mykorrhiza braucht keinen Treibstoff und kein Futter von den Ackerbauern, was sie aber braucht, ist das Bewusstsein des Landwirts, dass unbedacht angewandte Kulturmaßnahmen (vor allem die Ausbringung industriell hergestellter leichtlöslicher mineralischer Dünger und Pflanzenschutzmittel) die Mykorrhiza schädigen. Die Menschen sollten mit diesen natürlichen „Helfern“ im Ackerboden sorgsam umgehen, um den Nutzen, den die Mykorrhiza für den Ackerbau hat, auch für zukünftige Menschengenerationen sicherzustellen. In den letzten Jahren sind kommerziell ausgerichtete Unternehmen entstanden, die Impfkulturen mit Mykorrhizapilzen produzieren und verkaufen. In den meisten Fällen ist es aber nicht nötig Impfkulturen auf landwirtschaftlich genutzte Böden auszubringen. Für Informationen zur Ausbringung von Impfkulturen mit Mykorrhizapilzen kontaktieren Sie bitte den Autor (Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung, Gusshausstrasse 6, 1040 Wien, 01-5051891-15, m.gollner@oekl.at).

Zusammengestellt von
Dr. Manfred Gollner

06

Steinbrand und Zwergsteinbrand Erfolgreich vermeiden!

Zwei bedeutende Pilzkrankheiten im Weizenanbau sind der Gewöhnliche Steinbrand (*Tilletia caries*) und der Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*). Seit Jahren ist ein vermehrtes Auftreten dieser Krankheitserreger zu beobachten. Befallene Partien sind oft nicht handelsfähig und der Futterwert ist herabgesetzt. Der wirtschaftliche Schaden ist enorm.

Verbreitung und Bedeutung

Der **Gewöhnliche Steinbrand** oder **Weizensteinbrand**, auch **Stinkbrand** genannt, kommt in allen Ländern der Welt im Weizenanbau vor. *Tilletia caries* befällt hauptsächlich

- Triticum-Arten (Weizen, Durumweizen und Dinkel),
- darüber hinaus werden Roggen und zahlreiche Kultur- und Wildgräser infiziert.

Stark mit Steinbrandsporen verseuchtes Erntegut ist giftig und sollte daher keinesfalls für Mahl- und Futterzwecke verwendet werden.

Der **Zwergsteinbrand** ist hauptsächlich in kühleren, gemäßigten Klimazonen verbreitet, und tritt vor allem in höheren Lagen auf. *Tilletia controversa* befällt überwiegend

- Winterweizen und Dinkel
- seltener auch Winterroggen und zahlreiche andere Gräserarten aus den verschiedensten Gattungen.

Der Befall von Winterroggen ist meist sehr gering, da zum Zeitpunkt der Hauptinfektion (November, Dezember), das anfällige Entwicklungsstadium des Winterroggens schon überschritten ist. Der Zwergsteinbrand tritt verstärkt in Gebieten mit einer länger geschlossenen Schneedecke (mindestens 60 Tage), und bei mehr als 20 % Winterweizen in der Fruchtfolge auf. Befallenes Getreide darf auf keinen Fall verfüttert werden, denn schon 1 % Sporenteil im Futter hemmt die Entwicklung von Tieren.

Schadbild

Die ersten Symptome des **Weizensteinbrandes** sind unspezifische, chlorotische Blattsprenkelungen an den jungen Pflanzen. Das Krankheitsbild des Weizensteinbrandes tritt am deutlichsten nach dem Ährenschieben auf. Die Ähren sind gespreizt und anstelle der Körner entwickeln sich so genannte Brandbutten, wobei die Spelzen und die äußeren

Schichten der Karyopse intakt bleiben. Zur Ährenreife werden die Butten hart, reißen teilweise auf und entlassen Sporen. Befallene Pflanzen bleiben länger grün und sind um etwa ein Drittel kürzer. Der Weizensteinbrand kann mit dem Zwergsteinbrand verwechselt werden. Der Zwergsteinbrand hat aber in der Regel deutlich kürzere Halme.



Gespreizte Ähren der Weizensorte Capo

Die Ähren färben sich blaugrün. Zu Beginn sind die Brandbutten noch weich und enthalten eine schmierige nach Heringslake riechende Masse wobei in der Literatur von vier bis fünf Millionen bis zu 450 Millionen Sporen/1g Brandsporen angegeben werden. D. h. eine Brandbutte kann bereits einen enormen Schaden anrichten.

Das Schadbild des **Zwergsteinbrandes** zeigt sich meistens durch eine übermäßige Bestockung und deutlich verkürzte Halme, sodass sie nur zwei Drittel bis ein Fünftel der Normalhöhe erreichen. Anstelle der Körner entstehen harte Brandbutten, die Sporen enthalten. Die Brandbutten sind meist kleiner, runder und fester als beim Weizensteinbrand und sie zerstäuben auch schwerer. Während der Bestockung entwickeln sich auf den befallenen Pflanzen chlorotische Flecken. Die Ähren haben eine geringere Zahl von Kornanlagen und reifen früher ab.

Biologie

Die Übertragung des Erregers vom **Weizensteinbrand** erfolgt hauptsächlich über äußerlich am Samen anhaftenden Sporen. Wenn die Körner zu keimen beginnen, erfolgt auch die Sporenkeimung. Der Pilz entwickelt sich und infiziert den Keimling. Die Brandsporen keimen bei Temperaturen ab einem Minimum von 0 °C bis 5 °C und einem Maximum von 20 °C bis 30 °C. Der Befall wird durch niedrige Temperaturen nach der Saat gefördert. Bei trockener Lagerung bleiben die Sporen des Weizensteinbrandes bis zu 20 Jahre lebensfähig. Der Großteil der Sporen wird erst beim Dreschen freigesetzt. Sie haften an der Oberfläche gesunder Körner an und überdauern dort oder fallen aus der Brandbutte auf die Erde. In skandinavischen Studien konnte nachgewiesen werden, dass die Sporen bis zu zehn Jahre im Boden lebensfähig sein können und eine Bodeninfektion hervorrufen. Somit ist eine Infektion selbst dann möglich, wenn über Jahre nicht anfällige Pflanzen in die Fruchtfolge eingeschaltet werden. Für die neuerliche Verbreitung des Erregers darf die bodenbürtige Infektion daher nicht unterschätzt werden.



Zwergsteinbrand des Weizens mit verkürzten Halmen

Die Sporen des **Zwergsteinbrandes** keimen ausschließlich an der Bodenoberfläche, am ehesten bei schwachem Licht unter Kurztagsverhältnissen, bei hoher Feuchtigkeit und Temperaturen unter 10 °C über eine Dauer von 3–15 Wochen. Die Brandbutten werden beim Dreschen zer schlagen und vom Wind verbreitet. Die Sporen gelangen auf die Bodenoberfläche oder auf gesunde Weizenkörner. Die Verbreitung der Sporen erfolgt über Stroh, unvergorenen Stallmist und der gesamten Maschinenkette (Sämaschine, Anhänger Förderbänder, Mähdrescher usw.). Die Brandsporen können bis zu 8-10 Jahre im Boden überdauern. Sommergetreide wird nicht befallen. Eine späte Einsaat des Winterweizens trägt zur Befallsreduktion bei.

Vorbeugende und kurative Maßnahmen

Sortenwahl und Resistenzzüchtung

Ist in einem Betrieb noch kein Steinbrandbefall aufgetreten, ist es trotzdem von großer Wichtigkeit, als vorbeugende Maßnahme, zertifiziertes Saatgut zu verwenden. Bei Verwendung von eigenem Saatgut ist nach 5-6 Jahren mit einer nicht mehr kontrollierbaren Anreicherung von Steinbrand zu rechnen. Wirtschaftseigenes Saatgut sollte nur nach einer professionellen Saatgutuntersuchung verwendet werden.

Grundsätzlich gibt es Sorten die gegen den **Gewöhnlichen** Steinbrand weniger anfällig sind. Resistente Sorten stehen im mitteleuropäischen Raum derzeit nicht zur Verfügung. Bis resistente Sorten zur Verfügung stehen, wird es noch Jahrzehnte dauern. Die meisten Sorten sind gegenüber Weizensteinbrand anfällig. Einzig die deutsche Sorte Tambor wies in einem Feldversuch mit künstlicher Infektion eine hohe Resistenz auf. Im Rahmen eines vom deutschen Bundesprogramm Ökologischer Landbau geförderten Projektes wurden ausgewählte Weizensorten auf ihre Resistenzeigenschaften untersucht, und allein die Sorte Tommi war resistent gegenüber Steinbrand. Unter den weniger anfälligen Sorten waren die Sorten Tarso, Tataros, Cardos und auch die Sorte Tambor.

Bei **Zwergsteinbrand** verhalten sich die Sorten ähnlich. Sorten, die weniger anfällig gegen den Gewöhnlichen Steinbrand sind, weisen auch eine geringere Anfälligkeit gegenüber Zwergsteinbrand auf.

Biologische Behandlungsmaßnahmen

Da der **Gewöhnliche Steinbrand** hauptsächlich ein samenbürtiger Erreger ist, erfolgt die Bekämpfung über eine

Saatgutbehandlung. Jüngere Untersuchungen haben nachgewiesen, dass auch der Gewöhnliche Steinbrand über eine Bodeninfektion verbreitet werden kann.

Biologische Behandlungsmaßnahmen gegen Steinbrand

Mittel	Wirkung	Anwendung	Bemerkung
Tillecur®	Sehr gut	Flüssig- oder Trockenanwendung	Fungizide Eigenschaften der Senföle, Teilwirkung auch gegen Zwergsteinbrand
Warmwasserbehandlung	Wirkung mit großen Schwankungsbreiten	Flüssiganwendung	Als alleinige Maßnahme nicht zu empfehlen
Magermilchpulver	Sehr gut	Flüssiganwendung	Kostenintensiv
Kombination aus Warmwasser und Magermilchpulver	Sehr gut	Flüssiganwendung	Nur für kleine Saatgutposten geeignet
Cedomon	- ¹⁾	Flüssiganwendung	Bakterienbeize mit <i>Pseudomonas chlorophis</i>

¹⁾ keine Literatur über den Wirkungsgrad auffindbar

Daher müssen neben saatguthygienischen auch pflanzenbauliche Maßnahmen mit großer Sorgfalt durchgeführt werden.

Der **Zwergsteinbrand** ist ein primär bodenbürtiger Erreger. Insofern stehen hier ebenso pflanzenbauliche Maßnahmen und die Saatguthygiene im Vordergrund.

Hygienische Maßnahmen

Auch hier sind vorbeugende Maßnahmen zu empfehlen. Dazu zählen die gründliche Reinigung aller verwendeten Maschinen, Transportbehälter und Lagerräume. Dies gilt sowohl für die eigenen als auch fremden Maschinen. Die Reinigung von Mähdreschern ist allerdings sehr arbeits- und daher auch kostenintensiv. Diese Maßnahme kann während der Getreideernte aus arbeitswirtschaftlichen Gründen selten umgesetzt werden.

Es gibt die Möglichkeit den Sporenbesatz durch eine Getreidewäsche zu reduzieren. Wegen der anschließenden Rücktrocknung ist diese Methode allerdings sehr aufwendig. Weiters können über die Saatgutreinigung ca. 50–70 % der Sporen entfernt werden. Da die Getreidewäsche und die Saatgutreinigung im Allgemeinen nicht ausreichen, ist eine anschließende Saatgutbehandlung mit für den Biologischen Landbau zugelassenen Mitteln unerlässlich. Da alle genannten Maßnahmen nur bedingt als wirksam einzustufen sind, wird generell der Einsatz von kontrolliertem zertifiziertem Saatgut empfohlen.

Sporen des Gewöhnlichen Steinbrandes und natürlich auch des Zwergsteinbrandes haben die

Fähigkeit, einige Jahre im Boden zu überdauern. Untergepflügte Sporen können demnach durch Hochpflügen Jahre später zutage treten und infizieren. Daher wird auch Jahre nach dem Befall eine Saatgutbehandlung empfohlen.



Steinbrandähre leicht erkennbar – blau gefärbt

Pflanzenbauliche Maßnahmen gegen Brandpilze

Folgende Maßnahmen werden empfohlen, wobei im Einzelnen Besonderheiten zu beachten sind:

Saat:

- Verwendung von Saatgut mit hoher Keim- und Triebkraft
- Förderung einer raschen Keimung und zügiges Auflaufen des Weizens durch ein feines Saatbett, eine frühe, nicht zu tiefe und nicht zu dichte Saat des Winterweizens

Fruchtfolge:

- Um das Infektionsrisiko zu mindern, sollten zwischen Weizen und Dinkel mindestens zwei Kulturarten gestellt und Zwischenfruchtanbau gefördert werden.
- Bei Befall von Zwergsteinbrand, Anbau von Sommerweizen, Gerste oder Roggen
- Der Winterweizenanteil in der Fruchtfolge sollte 20 % nicht übersteigen

Verwertung:

- Kein Stroh aus Befallsgebieten zukaufen, da die Sporen mit dem Stroh verbreitet werden
- Befallene Pflanzenreste dürfen auf keinen Fall eingearbeitet noch verseuchtes Stroh im Stall verwendet werden, sondern es muss entsorgt oder verbrannt werden
- Wildgräser sind Wirtspflanzen, daher ist rechtzeitiges Mähen (zu Beginn der Gräserblüte) von Feldrändern zu empfehlen

Foto: G. Doppler, Bio Austria



Zwergsteinbrand des Weizens: Austritt schwarzer Sporenmasse

Fazit

Steinbrand führt zu maßgeblichen Einkommenseinbußen im Winterweizenanbau. Eine erfolgreiche Minderung der

Ausbreitung von Steinbrand kann nur mit langfristigen, breit abgestützten Maßnahmen gelingen. In der Praxis sind alle vorbeugenden Maßnahmen konsequent umzusetzen, die einem Erstbefall und einer Ausbreitung von Steinbrand entgegenwirken. Die Resistenzzüchtung gegen Brandpilze bei Weizen ist in Europa mittels langjähriger Versuche zu intensivieren.

An die Forschung ergeht der Auftrag, die Auswirkungen von Wurzelexudaten, Pflanzenrückständen, Pflanzenextrakten sowie Mikroorganismen auf die Sporen von Steinbrand zu untersuchen. Weiters ist die Beratung zu intensivieren, um die Umsetzung der Empfehlungen in der Praxis zu fördern. Nur wenn Züchtungs-, Forschungs- und Beratungseinrichtungen und Landwirte eng zusammenarbeiten, ist es möglich, das „Problem Steinbrand“ in den Griff zu bekommen.

Zusammengestellt von
DI Regina Hrbek

Die Autoren dieser Broschüre

Alle in dieser Broschüre präsentierten Forschungsprojekte wurden am Institut für Ökologischen Landbau, Universität für Bodenkultur, Wien durchgeführt.

Institut für Ökologischen Landbau
Arbeitsgruppe Bodenfruchtbarkeit und Anbausysteme
Universität für Bodenkultur
Department für Nachhaltige Agrarsysteme
Gregor Mendel Strasse 33
1180 Wien
Tel.: +43-(0)1-476 54-37 50
<http://www.nas.boku.ac.at/oekoland.html>

Die Forschungsprojekte konnten nur durch das Engagement zahlreicher InstitutsmitarbeiterInnen erfolgreich durchgeführt werden konnten (Mitarbeiter in alphabetischer Reihenfolge):

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| De Kruijff Renate | Freyer Bernhard |
| Friedel Jürgen K. | Gabler Christoph |
| Gollner Manfred | Heinzinger Markus |
| Hrbek Regina | Klingbacher Elisabeth |
| Lang Erich | Pietsch Gabriele |
| Rinnofner Thomas | Rührer Judith |
| Schmutzer Gerd | Schmutzer Bettina |
| Starz Walter | Surböck Andreas |
| Tappeser Bärbel | Zeidler Sylvia |

Wir danken den KollegInnen Willibald Loiskandl, Alexandra Strauß-Sieberth und Wolfgang Sokol vom Institut für Hydraulik und Landeskulturelle Wasserwirtschaft für ihre Unterstützung bei der Durchführung der Projekte!

Die Autoren danken Andreas Sarg und DI Josef Schmidt (Bio Austria) für die Beratung bei der Erstellung der Manuskripte und R. Kreinz, A. Thaler, G. Doppler und A. Sarg für die Bereitstellung von Fotos.

IMPRESSUM:

Herausgeber:
Institut für Ökologischen Landbau,
Universität für Bodenkultur, Wien
1180 Wien, Gregor Mendel Strasse 33

Bio Austria – Niederösterreich und Wien
3100 St. Pölten, Steingasse 2a – 4/3
www.bio-austria.at

Abwicklung Grafik: Gabriele Pietsch, Waltraud Bartl
Administration: Gabriele Pietsch

Produktion: gugler* cross media, Melk



Gedruckt nach der Richtlinie des österreichischen Umweltschutzes unter Einsatz von oekostrom.





BIO AUSTRIA – Niederösterreich und Wien

Steingasse 2a – 4/3
3100 St. Pölten

Tel.: +43 (0) 27 42 – 908 33
Fax: +43 (0) 27 42 – 908 33 -10
www.bio-austria.at
niederoesterreich@bio-austria.at

