

Frühe Aussaat von Winterweizen

Einleitung

Die im Ökologischen Landbau in NRW in der Regel Mitte Oktober durchgeführte Aussaat von Wintergetreide führt wegen der nur geringen Stickstoffaufnahme vor Winter häufig zu Nährstoffverlagerung bzw. Auswaschung ins Grundwasser. Die Stickstoffmineralisation im Spätsommer und Herbst bleibt zu großen Teilen ungenutzt.

Josef Braun, Biolandbauer aus Freising entwickelte aus langjährigen Beobachtungen zur Bodenfruchtbarkeit ein für seinen Standort angepaßtes System zur frühen Aussaat von Wintergetreide in Mischkultur im kontinentalen Klimaraum. Zusammen mit einer abfrierenden Zwischenfrucht und einer Klee gras-Kräuteruntersaat wird der Winterweizen zum 20. August gesät und der Aufwuchs (bei ca. 30 cm Bestandeshöhe) vor Winter einmal gemulcht.

Aktuell werden im Rahmen des Leitbetriebprojektes Modifikationen zur standortangepassten Nutzung dieser Anbaustrategie (u.a. mit späterer Aussaat) im Rheinland geprüft.

Hypothesen

1. Eine frühe Aussaat von Winterweizen mit Untersaat nutzt die Vegetationszeit im Herbst und den vor Winter mineralisierten Stickstoff effizienter als die im Ökologischen Landbau standortübliche spätere Aussaat; Auswaschungsverluste über Winter werden durch Frühsaat reduziert.
2. Ohne mechanische Unkrautregulierung ermöglicht der Anbau von Wintergetreide mit Untersaat eine wirksame Kontrolle der Ackerbegleitflora.
3. Der Stickstoff der abfrierenden Untersaat steht der Kultur in der folgenden Vegetationszeit zur Verfügung, höhere Kornerträge werden erzielt.

Material und Methoden

Standorte

Zwei Feldversuche mit 4 Wiederholungen wurden auf dem Leitbetrieb Büsch (Kreis Kleve) und dem Versuchsbetrieb Wiesengut/Hennef (Rhein-Sieg Kreis) jeweils nach Vorfrucht Ackerbohnen angelegt. Nachdem 2004/5 die Varianten „Frühe Aussaat (Anfang September) mit und ohne Untersaat“ gegen die Kontrolle „Betriebsübliche Aussaat Mitte Oktober“ getestet wurden, kamen im Herbst 2005 insgesamt 10 Varianten zur Aussaat (Tab. 1).

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN**Tab. 1: Varianten: Termine von Aussaat und Bearbeitung im Herbst 2005.** Aussaatzeitpunkte werden mit Monatsdekaden abgekürzt (bspw. 01/09: 1.-10. September).

Varianten	Beschreibung der Varianten	Büsch	Wiesengut
1	Aussaatzeitpunkt Anfang September 01/09 mit Untersaat Buchweizen BW gemulcht Mitte Oktober	06. September 18. Oktober	05. September 17. Oktober
2	wie 1, ohne mulchen		
3	Aussaatzeitpunkt Anfang September 01/09 mit Untersaat Phacelia PH gemulcht Mitte Oktober	06. September 18. Oktober	05. September 17. Oktober
4	wie 3, ohne mulchen		
5	Aussaatzeitpunkt Anfang September 01/09 ohne Untersaat KO gemulcht Mitte Oktober	06. September 18. Oktober	05. September 17. Oktober
6	wie 5, ohne mulchen		
7	Aussaatzeitpunkt Ende September 03/09 mit Untersaat Buchweizen BW	22. September	23. September
8	Aussaatzeitpunkt Ende September 03/09 mit Untersaat Phacelia PH	22. September	23. September
9	Aussaatzeitpunkt Ende September 03/09 ohne Untersaat KO	22. September	23. September
10	Aussaatzeitpunkt Mitte Oktober 02/10 betriebsübliche Aussaat KO	11. Oktober	12. Oktober

Zu allen Terminen erfolgte die Aussaat der Sorte *Pegassos* mit 350 keimfähigen Körnern je m² mit einer Parzellendrillmaschine der Firma Hege nach Pflugfurche und Rotortiller (Büsch) bzw. Kreiselegge (Wiesengut).

Folgende Parameter wurden in beiden Versuchen erhoben: Sproßtrockenmasse und Stickstoffaufnahme im Sproß (Weizen, Untersaat und Unkraut), Mineralischer Stickstoff in der Bodenlösung (NH₄-N und NO₃-N), Stängeldicke und Internodienlänge Winterweizen, Kornertrag Winterweizen und Ertragsparameter.

Ergebnisse

Stickstoffaufnahme vor Winter

In den früh gesäten Varianten wurden im Zeitraum bis zur betriebsüblichen Aussaat Winterweizen Mitte Oktober bis zu 70 kg N/ha in die Weizensprossmasse aufgenommen (Tab. 2). Die Stickstoffaufnahme der Untersaaten und des Unkrautes war bis zu diesem Zeitpunkt geringer als 1 kg N/ha und wurde daher nicht dargestellt.

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN**Tab. 2: N-Aufnahme in den Weizenspross (kg/ha): Einfluss von Saatzeit und Untersaaten.** 18. bzw. 17. Oktober 2005 auf den Standorten Büsch und Wiesengut respektive.

Saatzeit Untersaat Mulch	01/09						03/09			02/10
	BW		PH		KO		BW	PH	KO	KO
	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Büsch	67,6	-	66,2	-	70,4	-	24,9	21,4	22,0	-
Wiesengut	52,4	-	54,2	-	60,7	-	12,3	10,2	14,1	-

BW: Buchweizen, PH: Phacelia, KO: Kontrolle ohne Untersaat

In den früh gesäten Varianten wurde bis Ende November mit bis zu 118 kg je ha signifikant mehr Stickstoff in die Sprossmasse (Winterweizen, Untersaat und Unkraut) aufgenommen als in der Kontrolle (Aussaat Winterweizen betriebsüblich, zweite Oktoberdekade). Auf dem Standort Wiesengut wurden zusätzlich bis zu 60 kg N je ha in der Sprossmasse von Ausfall-Ackerbohnen festgestellt (s. Tab. 3).

Tab. 3: N-Aufnahme Spross (kg/ha): Einfluss von Saatzeit, Untersaaten und Mulch. Termine: 23. bzw. 28. November 2005, Standorte Büsch bzw. Wiesengut. Varianten mit * unterscheiden sich signifikant von der Kontrolle (betriebsübliche Aussaat zweite Oktoberdekade: 02/10), $\alpha = 0,05$, Dunnett-Test.

Standort	Saatzeit Untersaat Mulch	01/09						03/09			02/10
		BW		PH		KO		BW	PH	KO	KO
		+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Büsch	WW	75,8	97,4	50,6	66,7	55,6	110,5	72,7	39,2	75,8	12,4
	Untersaat	-	-	1,5	49,7	-	-	-	61,5	-	-
	Unkraut	0,8	8,0	2,3	5,5	5,2	7,9	6,3	2,1	3,2	1,3
	Summe	76,6 *	105,4 *	54,4	121,9 *	60,8 *	118,4 *	79,0 *	105,8 *	79,0 *	13,7
Wiesengut	WW	55,1	57,4	50,9	67,5	62,4	65,6	50,2	32,2	50,7	7,9
	Untersaat	3,6	-	0,6	1,1	3,3	3,5	1,0	0,5	1,3	-
	Unkraut	0,6	18,3	6,5	27,3	-	-	1,7	16,6	-	-
	Summe	59,3 *	75,7 *	58,0 *	95,9 *	65,7 *	69,1 *	52,9 *	49,3 *	52,0 *	7,9
	<i>Ackerbohnen</i>	-	29,2	-	59,9	-	36,4	-	-	-	-

BW: Buchweizen, PH: Phacelia, KO: Kontrolle ohne Untersaat

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN*Mineralischer Stickstoff in der Bodenlösung*

Durch verfrühte Aussaat von Winterweizen konnten im Vergleich zur Kontrolle auf beiden Standorten bis zu 80 kg N je ha vor der Verlagerung in tiefere Bodenschichten bewahrt werden (s. Tab. 4 & Abb. 1). Die Unterschiede zwischen den Varianten „mit und ohne Untersaaten“ sowie zwischen „mit und ohne Mulch“ waren gering.

Tab. 4: Mineralischer Stickstoff im Boden in Abhängigkeit von der Bodentiefe: Einfluss von Saatzeit, Untersaaten und Mulch. Winterhalbjahr 2005/6 Standort Wiesengut. Varianten mit * unterscheiden sich signifikant von der Kontrolle (betriebsübliche Aussaat zweite Oktoberdekade: 02/10), $\alpha = 0,05$, Dunnett-Test.

Standort	Saatzeit		01/09						03/09			02/10
	Untersaat	Mulch	BW		PH		KO		BW	PH	KO	KO
			+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
20.10.05	30 cm	Bodentiefe	31,6 *	-	24,4 *	-	23,8 *	-	58,0	67,8	50,9	83,7
	60 cm	Bodentiefe	20,8 *	-	18,9 *	-	22,3 *	-	35,9	45,7	36,1	42,6
	90 cm	Bodentiefe	19,3	-	18,8	-	20,3	-	19,2	23,9	24,1	24,0
20.11.05	30 cm	Bodentiefe	18,9	32,2	24,1	21,2	25,1	37,8	18,4	15,1	16,1	23,8
	60 cm	Bodentiefe	7,9 *	8,9 *	7,8 *	10,0 *	8,5 *	13,6 *	14,4 *	13,0 *	15,4 *	74,5
	90 cm	Bodentiefe	10,3 *	10,1 *	11,8 *	10,9 *	8,6 *	13,6 *	17,0 *	18,0 *	16,6 *	30,9
23.03.06	30 cm	Bodentiefe	19,0	32,3 *	18,2	26,1 *	18,1	27,7 *	15,5	18,8	13,0	12,3
	60 cm	Bodentiefe	6,5	28,9 *	7,3	28,9 *	8,8	32,0 *	5,0	16,8	7,1	7,0
	90 cm	Bodentiefe	4,6	19,5	8,0	11,8	17,7	24,4	3,8	19,6	7,3	17,0

BW: Buchweizen, PH: Phacelia, KO: Kontrolle ohne Untersaat

Die erwartete deutlich höhere N-Mineralisation nach Winter aus den abgemulchten bzw. abgefrorenen Untersaaten der früh gesäten Varianten wurde nicht bestätigt. Signifikant erhöhte Nmin-Werte wurden im Frühjahr nur in der oberen (0-30 cm) und mittleren Bodenschicht (30-60 cm) der Varianten „Saatzeit 01/09, nicht gemulcht“ am Standort Wiesengut festgestellt (s. Tab. 4). Dieser Effekt lässt sich mit der N-Aufnahme der Ausfall-Ackerbohnen erklären, die sich nur in den früh gesäten, nicht gemulchten Varianten entwickeln konnten (Korrelationskoeffizienten von N-Aufnahme Ackerbohnen und Nmin-Gehalt (Bodentiefe 0-30 cm $r = 0,56$ *** bzw. 30-60 cm $r = 0,62$ *, $n = 40$. *** = höchst signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,001$).

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

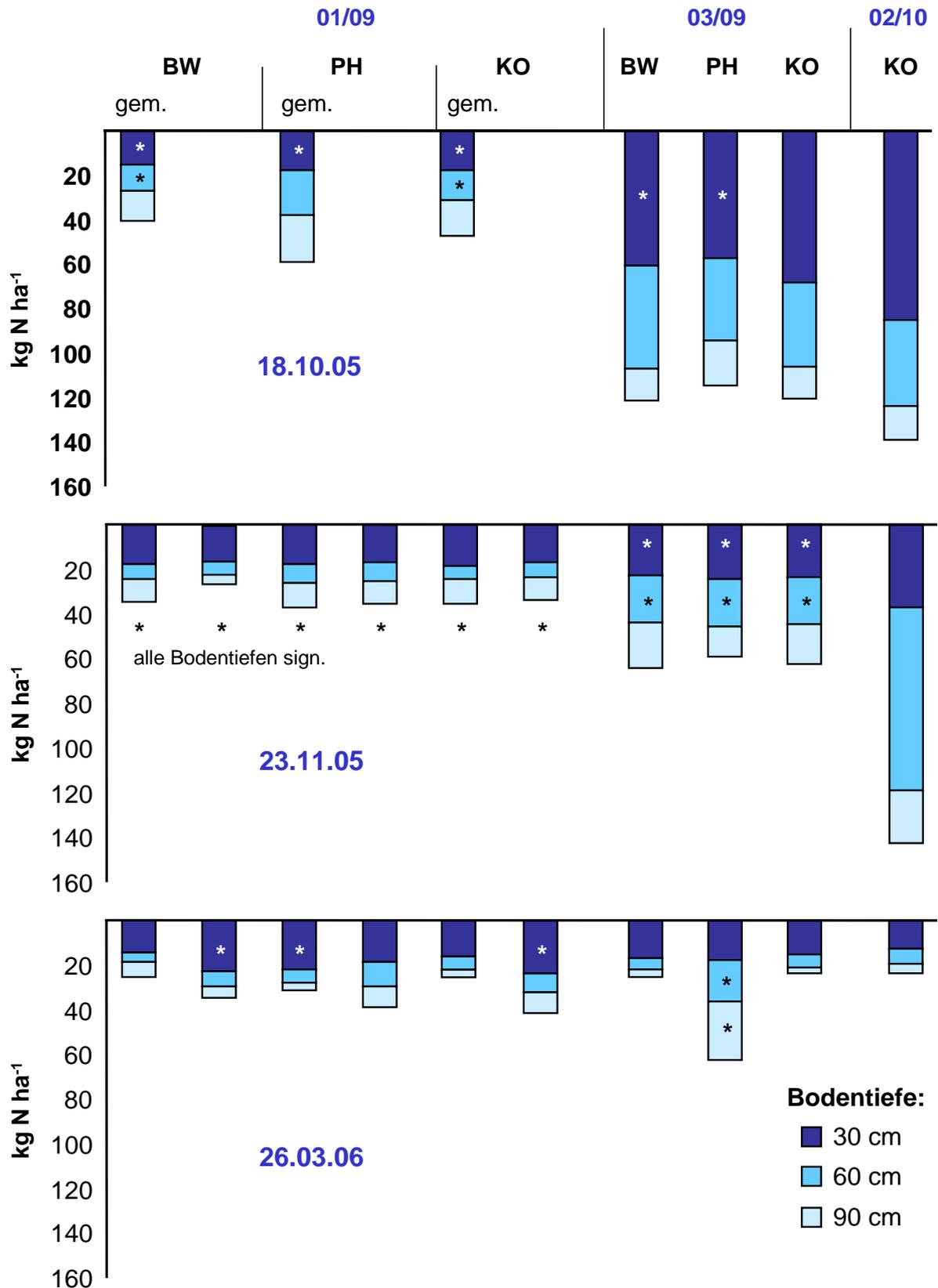


Abb. 1: Mineralischer Stickstoff im Boden in Abhängigkeit von der Bodentiefe: Einfluss von Saatzeit, Untersaaten und Mulch. Winterhalbjahr 2005/6 Standort Büsch. Varianten mit * unterscheiden sich signifikant von der Kontrolle (betriebsübliche Aussaat zweite Oktoberdekade: 02/10), $\alpha = 0,05$, Dunnett-Test. BW: Buchweizen, PH: Phacelia, KO: Kontrolle ohne Untersaat.

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN*Ackerbegleitflora*

An beiden Versuchsstandorten wurde ein vglw. niedriger Unkrautdruck beobachtet. Signifikante Unterschiede im Vergleich zur Kontrolle wurden auf beiden Standorten nur zur ersten Zeiternte in jeweils einer Variante festgestellt (Tab. 5). Die Unkrauttrockenmasse wurde durch die früh gesäten und gemulchten Varianten (Saatzeit 01/09, Mulch) zu beiden Zeiternten am Standort Büsch im Vergleich zur Kontrolle leicht reduziert. Am Standort Wiesengut wurde dieser Effekt nicht festgestellt.

Tab. 5: Unkrauttrockenmasse (dt/ha): Einfluss von Saatzeit, Untersaaten und Mulch. Frühjahr 2006, Standorten Büsch und Wiesengut. Varianten, die mit * gekennzeichnet sind unterscheiden sich signifikant von der Kontrolle (02/10, betriebsübliche Aussaat zweite Oktoberdekade), $\alpha = 0,05$, Dunnett-Test.

Standort	Saatzeit Untersaat Mulch	01/09						03/09			02/10
		BW		PH		KO		BW	PH	KO	KO
		+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Büsch	11. Mai	0,6	3,7	2,2	1,9	1,9	5,8 *	2,8	2,9	4,1	2,4
	07. Juni	1,4	3,6	1,6	1,3	1,9	7,0	4,1	1,4	4,7	3,2
Wiesengut	03. Mai	2,1		3,1		3,8		4,0	4,3 *	3,8	1,5
	08. Juni	1,4		5,0	1,5	4,4	1,9	3,1	3,7	4,4	2,2

BW: Buchweizen, PH: Phacelia, KO: Kontrolle ohne Untersaat

Stängeldicke und Internodienlängen Winterweizen

Da im ersten Versuchsjahr 2004/5 die Bestände in den Varianten mit früher Aussaat zum Teil ins Lager gingen und dies auch am Standort Wiesengut vor der Ernte 2006 in einigen Parzellen der Fall war, wurden Stängeldicke und Internodienstreckung des Weizens untersucht.

Tab. 6: Stängeldicke an der Halmbasis (Durchmesser in cm): Einfluss von Saatzeit, Untersaaten und Mulch. 07. und 08. Juni 2006, Standorte Büsch bzw. Wiesengut.

Saatzeit Untersaat Mulch	01/09						03/09			02/10
	BW		PH		KO		BW	PH	KO	KO
	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Büsch	4,4	4,9	4,5	4,9	4,0	4,6	4,2	5,1	4,0	4,4
Wiesengut	4,6	-	4,5	4,7	4,6	5,2	4,6	4,6	4,6	4,7

- mangels homogener Fläche nicht bonitiert. BW: Buchweizen, PH: Phacelia, KO: Kontrolle ohne Untersaat

Aus den Ergebnissen zu Srängeldicke und Internodienlänge von Winterweizen lässt sich keine Erklärung für die höhere Lagerneigung der verfrüht gesäten Varianten ableiten. Ein signifikanter Unterschied im Stängeldurchmesser zwischen den früh gesäten Varianten und der Kontrolle wurde auf keinem der beiden Standorte (Tab. 6) festgestellt. In den Varianten mit früher Aussaat wurden im Vergleich zur Kontrolle z.T. signifikant kürzere Internodien bonitiert (Abb. 2). Vergleichbare Befunde wurden am Standort Wiesengut ermittelt (nicht dargestellt). In den folgenden Untersuchungen gilt es zu prüfen, inwieweit ein erhöhter Infektionsdruck mit bodenbürtigen Schaderregern bei früh gesättem Winterweizen für die erhöhte Lagerneigung dieser Varianten verantwortlich sein kann.

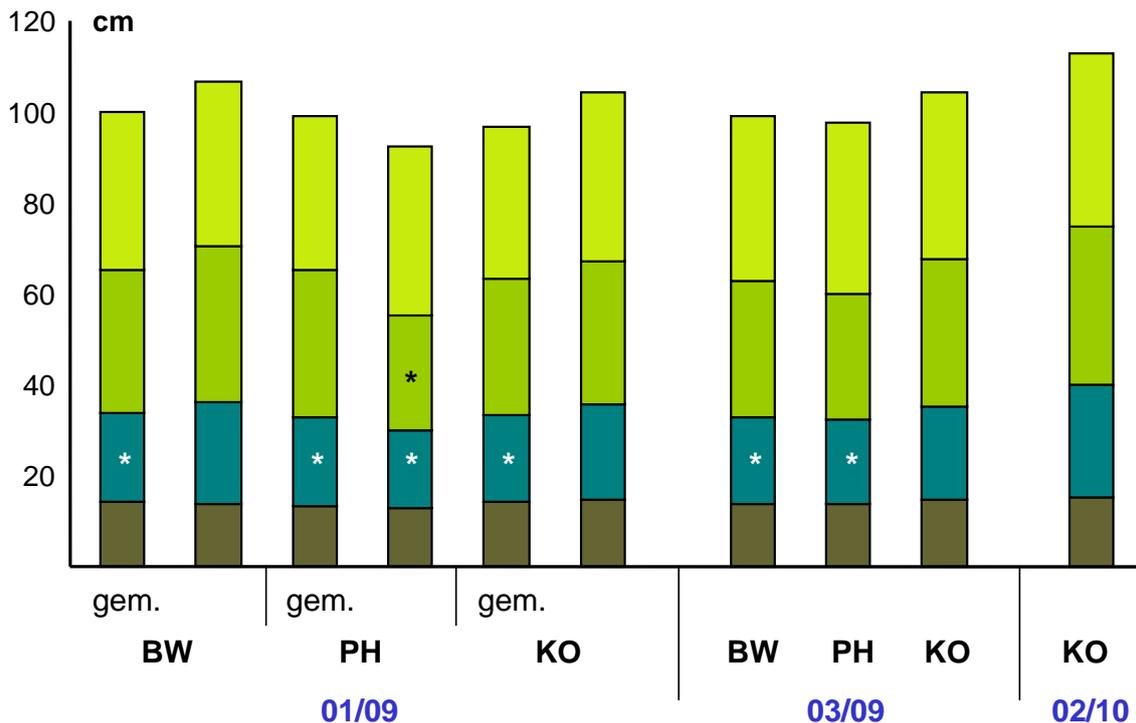


Abb. 2: Internodienlänge von Winterweizen (cm): Einfluss von Saatzeit, Untersaaten und Mulch (gem.) 07. Juni 2006, Standort Büsch. Varianten, die mit * gekennzeichnet sind, unterscheiden sich signifikant von der Kontrolle (02/10, betriebsübliche Aussaat zweite Oktoberdekade), $\alpha = 0,05$, Dunnett-Test. BW: Buchweizen, PH: Phacelia, KO: Kontrolle ohne Untersaat

Kornertrag und Ertragsparameter

Mit Ausnahme der Varianten „Saatzeit dritte Septemberdekade: 03/09“ am Standort Büsch wurde in allen früh gesäten Varianten ein z.T. signifikant geringerer Kornertrag erzielt als in der Kontrolle (s. Tab. 7). Auf dem Leitbetrieb Büsch wurde der Ertrag in den Varianten „Saatzeit erste Septemberdekade“ um durchschnittlich 17 % im Vergleich zur betriebsüblichen Aussaat reduziert. Am Standort Wiesengut wurde ein Ertragsrückgang durch verfrühte Aussaat von Winterweizen zwischen 9 und 26 dt/ha im Vergleich zur Kontrolle festgestellt.

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

Tab. 7: Kornertrag (86 % TM) und Ertragsparameter Winterweizen auf zwei Standorten. Ernte am 20. bzw. 18. Juli 2006 auf den Betrieben Büsch und Wiesengut respektive. Varianten, die mit * gekennzeichnet sind, unterscheiden sich signifikant von der Kontrolle (02/10, betriebsübliche Aussaat zweite Oktoberdekade), $\alpha = 0,05$, Dunnett-Test.

Standort	Saatzeit Untersaat Mulch	01/09						03/09			02/10
		BW		PH		KO		BW	PH	KO	KO
		+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Büsch	Kornertrag (dt/ha)	51,0	51,4	46,1 *	47,4	47,2	46,8 *	63,8	62,6	61,4	58,1
	TKM (g)	49,0 *	49,5 *	49,5 *	49,1 *	47,7 *	48,0 *	50,8	53,3	51,1	53,1
	Ähren/m ²	840,6 *	-	777,1 *	-	792,7 *	-	720,8 *	607,3	801,0	537,5
	Körner/Ähre	12,5 *	-	12,0 *	-	12,8 *	-	17,5	20,1	15,4 *	20,4
Wiesengut	Kornertrag (dt/ha)	25,4 *	39,9	40,1	37,0	30,7 *	34,7 *	27,7 *	30,8 *	22,8 *	48,9
	TKM (g)	45,2	47,6	48,3	48,1	45,4	45,5	46,7	46,9	45,0	47,2
	Ähren/m ²	433,3	-	479,2	-	344,4 *	-	473,6	481,3	499,3	490,3
	Körner/Ähre	11,9 *	-	17,6	-	19,7	-	12,3 *	14,9	10,2 *	21,3

– mangels homogener Fläche nicht bonitiert. BW: Buchweizen, PH: Phacelia, KO: Kontrolle ohne Untersaat

Auf beiden Standorten wurde der Kornertrag signifikant (Wiesengut) bzw. höchst signifikant (Büsch) von der Tausendkornmasse (TKM) bestimmt (s. Tab 8). Als weiterer ertragslimitierender Faktor wurde, wie schon im Vorjahr, die Anzahl Körner je Ähre identifiziert, dieser wurde auf dem Standort Büsch z.T. durch eine höhere Ährendichte kompensiert (vgl. Tab. 7 & 8).

Tab. 8: Korrelationskoeffizienten von Ertrag und Ertragsparametern.* = signifikant, $\alpha = 0,05$; * = höchst signifikant, $\alpha = 0,001$.**

	TKM	Ähren/m ²	Körner/Ähre
Ertrag (dt/ha) Büsch	0,69 *** (n = 40)	- 0,33 (n = 28)	0,74 *** (n = 28)
Ertrag (dt/ha) Wiesengut	0,35 * (n = 40)	0,27 (n = 28)	0,73 *** (n = 26)

Die früh gesäten Varianten erreichten bereits vor Winter das Ende der Bestockung und damit den Beginn der Ährenanlage. Kurztagsbedingungen führen in diesem Entwicklungsstadium jedoch zu reduzierten Kornanlagen insbesondere bei Weizensorten aus gemäßigten Breiten (VINCE-PRUE & COCKSHULL 1981). Die Anfang September gesäten Varianten befanden sich im März bei niedrigen Bodentemperaturen mit reduzierter Nährstoffmineralisierung bereits im Entwicklungsstadium „Schossen“ und

somit unter suboptimaler Nährstoffversorgung zum Zeitpunkt der Ährenausbildung. Durch den Rückschnitt/Mulch im Oktober konnten Bestockungstriebe niederer Ordnung in ihrer Ährenanlage nicht mit der N-Nachlieferung im Frühjahr synchronisiert werden.

Zusammenfassung

- In den früh gesäten Varianten wurden vor Winter über 100 kg N/ha mehr in die Sprossmasse aufgenommen als in der Kontrolle.
- Durch die frühe Aussaat von Winterweizen konnten bis zu 80 kg N/ha vor der Verlagerung in tiefere Bodenschichten bewahrt werden als in der Kontrolle.
- Die Varianten „Saat Anfang September: 01/09“ und „Mulch Mitte Oktober“ reduzierten die Unkrauttrockenmasse ähnlich effizient wie die Kontrolle.
- In allen früh gesäten Varianten wurde ein z.T. signifikant geringerer Kornertrag erzielt als in der Kontrolle, mit Ausnahme der Varianten, die Ende September auf dem Leitbetrieb Büsch gesät wurden. Der Kornertrag wurde signifikant von der Anzahl Körner je Ähre und der Tausendkornmasse bestimmt.
- Durch den Rückschnitt/Mulch im Oktober konnten Bestockungstriebe niederer Ordnung in ihrer Ährenanlage nicht mit der N-Nachlieferung im Frühjahr synchronisiert werden.

Ausblick

Eine wirtschaftlich interessante Möglichkeit zur Reduzierung von Auswaschungsverlusten über Winter (bspw. nach Kartoffeln oder Ackerbohnen) kann die frühe Aussaat von Winterweizen nur dann bieten, wenn mit diesem Verfahren ein vergleichbarer Ertrag erzielt werden kann wie mit der im Ökologischen Landbau in NRW betriebsüblichen Aussaat Mitte Oktober.

Neben den im vorliegenden Bericht beschriebenen Varianten werden aktuell unterschiedliche Saatstärken von Winterweizen in zwei Exaktversuchen auf dem Leitbetrieb Büsch und dem Wiesengut geprüft.

Literatur

VINCE-PRUE, D. & K.E. COCKSHULL (1981): Photoperiodism and crop production. In: Johnson, C.B. (ed.). Physiological processes limiting plant productivity. Butterworths, London. 175-197