

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 Verlagerung bzw. Auswaschung von Nitrat ins Grundwasser. Die Stickstoffmineralisation im Spätsommer und Herbst bleibt zu großen Teilen ungenutzt. Auf austragsgefährdeten Standorten ist der Anbau von Wintergetreide aufgrund der durch die Bodenbearbeitung im Herbst angeregten Stickstoffmineralisierung kritisch. Im Rahmen des Leitbetriebsprojektes wurden nach der Ernte von Ackerbohnen auf einigen Standorten in NRW hohe Nitratgehalte des Bodens festgestellt (Berg et al. 2003), die standortangepasste Strategien zur Vermeidung von Nährstoffverlusten über Winter notwendig machen.

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.

Im Rahmen des Leitbetriebsprojektes wurden in den Jahren 2005 bis 2007 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 Regulation 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 2006 auf dem Leitbetrieb Büsch (Kreis Kleve) und dem Versuchsbetrieb Wiesengut/Hennef (Rhein-Sieg Kreis) jeweils nach Vorfrucht Ackerbohnen angelegt (Tab. 1). Überprüft wurde der Einfluss von Aussaatzeitpunkt, Saatstärke, Untersaat und einmaligem Mulchen (Mitte Oktober) auf folgende Parameter: Sproßtrockenmasse und Stickstoffaufnahme im Sproß (Weizen, Untersaat und Unkraut), Mineralischer Stickstoff in der Bodenlösung (NH₄-N und NO₃-N), Unkrautdeckungsgrad, Pflanzenentwicklung (Internodienlänge, Stängeldicke), Ertrag und Ertragsparameter.

Tab. 1: Beschreibung der Versuchsvarianten Aussaat 2006. Winterweizen Sorte Aristos, Untersaat: Buchweizen (25 kg/ha) und Phacelia (5 kg/ha), Mulch Mitte Oktober.

Aussaat	Saatstärke	Untersaat	Mulch
Mitte September	400 K/m ²	–	–
		–	+
		+	–
		+	+
	300 K/m ²	–	–
		–	+
		+	–
		+	+
	200 K/m ²	–	–
		–	+
		+	–
		+	+
Kontrolle (KO) Mitte Oktober	400 K/m ²	–	–

Zu beiden Terminen erfolgte die Aussaat mit einer Parzellendrillmaschine der Firma Hege nach Pflugfurche und Kreiselegge (Wiesengut, 13. September und 16. Oktober). bzw. Rotortiller (Büsch, 15. September und 17. Oktober)

Ergebnisse

Stickstoffaufnahme vor Winter

In den früh gesäten Varianten wurden im Zeitraum bis zur betriebsüblichen Aussaat Winterweizen Mitte Oktober bereits bis zu 50 kg N/ha in die Sprossmasse (Winterweizen und Untersaat) aufgenommen (Tab. 2).

Bis zur Probenahme Mitte November wurde in den Mitte September gesäten Varianten mit bis zu 80 kg je ha signifikant mehr Stickstoff in die Sprossmasse aufgenommen als in der Kontrolle (betriebsübliche Aussaat Mitte Oktober), wobei die N-Aufnahme der Untersaat bei allen Saatstärken zu Lasten des Weizens ging.

Tab. 2: N-Aufnahme in die Sprossmasse von Weizen und Untersaat (in kg/ha): Einfluss von Aussaatzeitpunkt, Saatstärke, Untersaat und Mulch. Zwei Termine im Herbst 2006, Standorte Wiesengut und Büsch ($\alpha = 0,05$, Tukey-Test).

Saatstärke			400				300				200				KO	GD
Untersaat			-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	
Mulch			-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	
Wiesengut	25.10	WW	27,4		27,0		28,9		25,6		25,1		15,3			13,7
		US			22,6				23,4				40,2			14,7
	28.11	WW	45,9	30,7	32,0	21,7	42,8	27,8	15,6	13,7	25,4	21,8	14,7	11,8	2,5	16,5
		US			41,5	5,9			48,2	12,0			62,3	6,2		20,4
Büsch	26.10	WW	44,4		31,3		41,3		23,4		32,1		21,5			14,1
		US			17,4				21,3				31,8			7,4
	29.11	WW	57,0	28,8	37,5	26,3	58,4	32,0	31,5	18,0	45,5	26,7	24,6	26,4	4,2	18,2
		US			33,4	1,1			36,1	3,0			56,2	4,2		22,0

Mineralischer Stickstoff in der Bodenlösung

Mitte Oktober reduzierte die frühe Aussaat von Winterweizen den Gehalt an mineralischem Stickstoff auf dem Standort Wiesengut in der Krume (0-30cm) und auf beiden Standorten in der Bodenschicht 30-60 cm im Vergleich zur Kontrolle signifikant. Bis zu 40 kg N je ha konnten auf beiden Standorten durch verfrühte Aussaat von Winterweizen im Vergleich zur Kontrolle vor der Verlagerung in tiefere Bodenschichten bewahrt werden (Tab. 3). Hypothese 1 wurde, wie in den beiden vorangegangenen Versuchsjahren bestätigt.

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN**Tab. 3: Mineralischer Stickstoff im Boden in Abhängigkeit von der Bodentiefe (0-30, 30-60, 60-90 cm): Einfluss von Aussaatzeitpunkt, Saatstärke, Untersaat und Mulch. Winterhalbjahr 2006/7, Standorte Wiesengut und Büsch ($\alpha = 0,05$, Tukey-Test).**

Saatstärke		400				300				200				KO	GD	
Untersaat		-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-		
Mulch		-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-		
Wiesengut	25.10	30		16,1		12,9		27,4		15,9		32,0		14,9	57,9	14,3
		60		19,0		19,3		22,1		18,5		28,1		21,8	34,0	13,1
		90		27,0		20,3		27,5		23,7		27,4		22,9	22,4	13,4
	28.11	30	15,7	16,8	12,4	13,3	15,3	13,5	12,0	12,4	14,0	13,9	12,7	17,4	18,4	9,3
		60	11,2	8,2	8,4	11,4	10,3	15,1	7,3	13,5	20,2	13,6	7,3	20,8	56,5	17,1
		90	19,7	23,1	18,5	20,0	22,2	27,2	18,2	23,4	25,6	27,4	17,6	27,7	30,8	13,1
	11.01	30	14,9	12,0	10,9	12,3	16,3	12,9	11,7	11,7	11,3	12,4	12,8	12,6	13,2	4,1
		60	11,2	9,1	8,8	9,3	11,7	8,3	8,3	7,7	13,6	10,9	11,2	11,7	29,5	12,8
		90	15,8	22,3	19,7	15,8	15,4	11,9	19,1	19,8	28,0	25,4	13,4	21,2	52,0	26,2
Büsch	26.10	30		7,0		8,1		12,3		9,8		10,5		13,1	14,5	12,2
		60		18,8		12,3		13,8		27,4		13,4		11,9	45,5	20,7
		90		35,8		38,6		43,9		40,2		38,3		41,9	58,2	26,6
	29.11	30	21,8	17,6	15,1	20,2	17,6	15,6	15,8	16,4	15,9	14,0	17,0	17,2	12,1	9,9
		60	8,9	9,1	8,0	12,5	9,4	8,1	10,3	10,5	9,8	8,5	8,8	16,9	12,3	3,9
		90	22,7	21,7	17,4	14,8	15,5	15,8	23,7	15,2	18,9	26,9	15,0	19,8	45,3	21,7
	10.01	30	22,4	15,9	16,7	17,5	19,9	21,5	19,1	13,8	17,8	16,7	16,0	14,5	14,0	12,1
		60	11,4	9,6	10,8	11,1	12,0	11,8	12,5	10,5	9,5	9,0	13,2	11,9	13,0	6,9
		90	11,3	10,7	10,4	13,4	9,1	13,6	12,0	11,1	11,4	10,7	11,3	11,8	17,5	8,2

Nach Winter wurde auf beiden Standorten in den früh gesäten Varianten mit Untersaat, die Mitte Oktober nicht gemulcht wurden, eine signifikant höhere N-Mineralisation in der Krume (0-30 cm) nachgewiesen (Abb. 1). Eine erhöhte Nährstoffnachlieferung in den gemulchten Varianten wurde nicht festgestellt.

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

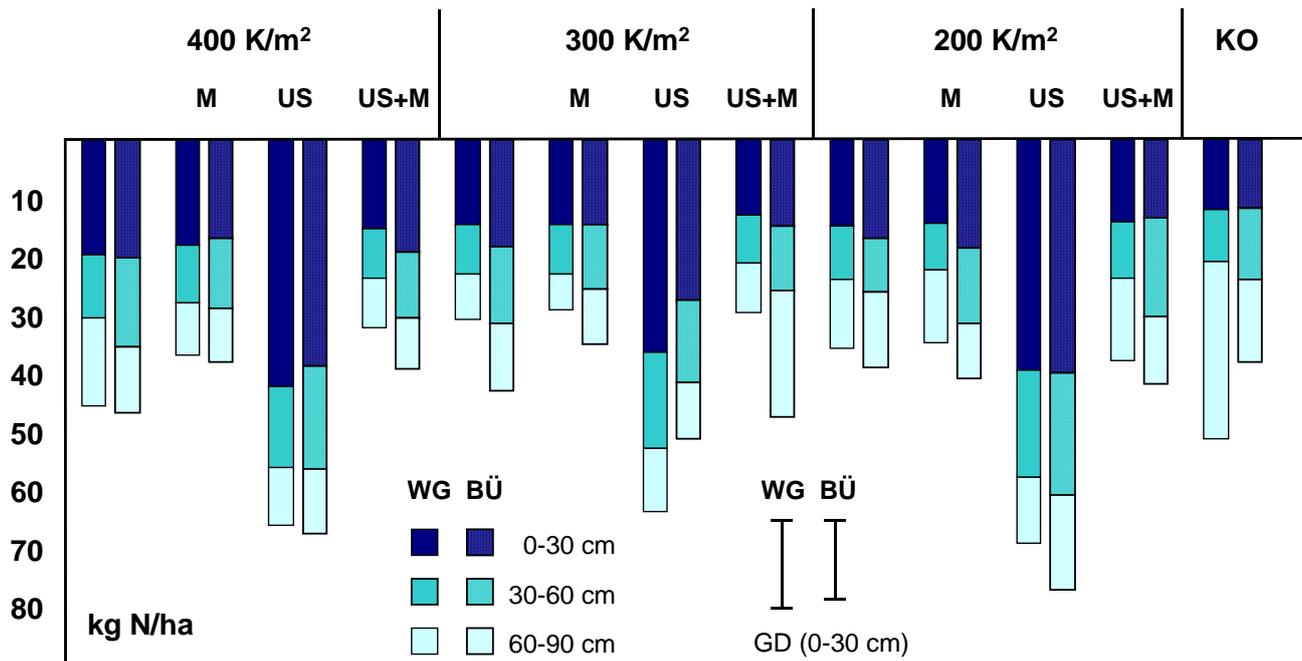


Abb. 1: Mineralischer Stickstoff im Boden in Abhängigkeit von der Bodentiefe: Einfluss von Aussaatzeitpunkt, Saatstärke, Untersaat und Mulch.. Standorte (WG) Wiesengut am 23.02.2007 und (BÜ) Büsch am 22.02.2007 ($\alpha = 0,05$, Tukey-Test).

Ackerbegleitflora

Die Unkrautrockenmasse war am Standort Wiesengut in der Kontrolle sowie in den früh gesäten Varianten mit voller Saatstärke (400 K/m²) ohne Untersaat signifikant am geringsten (Tab. 4).

Tab. 4: Unkrautdeckungsgrad (UDG in %) und Unkrautrockenmasse (UTM in dt/ha): Einfluss von Aussaatzeitpunkt, Saatstärke, Untersaat und Mulch. Frühjahr 2007, Standorte (WG) Wiesengut und (BÜ) Büsch ($\alpha = 0,05$, Tukey-Test).

Saatstärke		400				300				200				KO	GD
Untersaat		-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	
Mulch		-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	
UDG	BÜ (02.04)	36,3	40,0	17,5	36,3	33,8	51,3	26,3	47,5	31,3	57,5	25,0	52,5	13,8	38,6
	WG (04.04)	2,5	2,5	21,3	5,0	6,3	10,0	33,8	10,0	5,0	7,5	36,3	16,3	1,3	13,7
UTM	WG (12.06)	1,6	3,0	13,5	6,3	6,1	6,1	17,9	7,9	8,5	12,2	21,7	21,9	3,6	12,9

Der Unkrautdeckungsgrad war auf beiden Standorten in der Kontrolle (Aussaat betriebsüblich Mitte Oktober) am geringsten (Tab. 4). Die signifikant höchsten Deckungsgrade wurden am Standort Wiesengut in den Varianten mit Untersaat, nicht gemulcht ermittelt. Die hohe Sprossmasse der Untersaat vor Winter (Tab. 2) führte nach Abfrieren zu einer sich zersetzenden Pflanzenaufgabe auf dem Weizen und damit zu sehr lückigen Weizenbeständen nach Winter. Auf dem Standort Büsch war der Unkrautdeckungsgrad Anfang April in allen früh gesäten Varianten signifikant höher als in der Kontrolle. Der Versuch wurde aufgrund dieser extremen Verunkrautung und sehr schlecht entwickelten Weizenbestände in den früh gesäten Varianten zu diesem Boniturtermin abgebrochen. Hypothese 2 konnte somit im dritten Versuchsjahr nicht bestätigt werden.

Stängeldicke und Internodienlängen Winterweizen

In den ersten beiden Versuchsjahren wurde eine erhöhte Lagerneigung der Bestände in den Varianten mit früher Aussaat beobachtet. Aus den Ergebnissen zur Pflanzenlänge, Stängeldicke (Tab. 5) und Internodienlänge (Abb. 2) von Winterweizen lässt sich 2007 ebenso wie im Vorjahr keine Erklärung für die höhere Lagerneigung der verfrüht gesäten Varianten ableiten.

Tab. 5: Gesamtpflanzenlänge (in cm), Stängeldicke an der Halmbasis (Durchmesser in mm) und Mischbefall mit *Pseudocercospora herpotrichioides*, *Fusarium avenaceum* und *F. graminearum* sowie *Rhizoctonia cerealis* an der Halmbasis (in %) von Winterweizen: Einfluss von Aussaatzeitpunkt, Saatstärke, Untersaat und Mulch. Probenahme 02.05.2007, Standort Wiesengut ($\alpha = 0,05$, Tukey-Test).

Saatstärke	400				300				200				KO	GD
	–	–	+	+	–	–	+	+	–	–	+	+		
Untersaat	–	–	+	+	–	–	+	+	–	–	+	+	–	
Mulch	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–	
Gesamtlänge	71,1	72,7	67,3	68,1	71,1	73,7	61,1	71,4	73,0	71,4	59,1	68,5	60,6	16,4
Stängeldicke	4,3	4,3	4,3	4,3	4,2	4,3	4,0	4,5	4,4	4,5	4,0	4,4	4,1	0,5
Krankheitsbonitur	42,5	50,0	22,5	50,0	40,0	35,0	40,0	47,5	72,5	57,5	22,5	20,0	25,0	37,9

Der Befall an der Halmbasis mit bodenbürtigen Schaderregern wie *Pseudocercospora herpotrichioides*, *Fusarium avenaceum* und *F. graminearum* sowie *Rhizoctonia cerealis*, der nur in einer früh gesäten Variante (Aussaatstärke 200 K/m², ohne Untersaat, nicht gemulcht) signifikant höher war als in der Kontrolle, scheint als Erklärung für die erhöhte Lagerneigung dieser Varianten nicht geeignet.

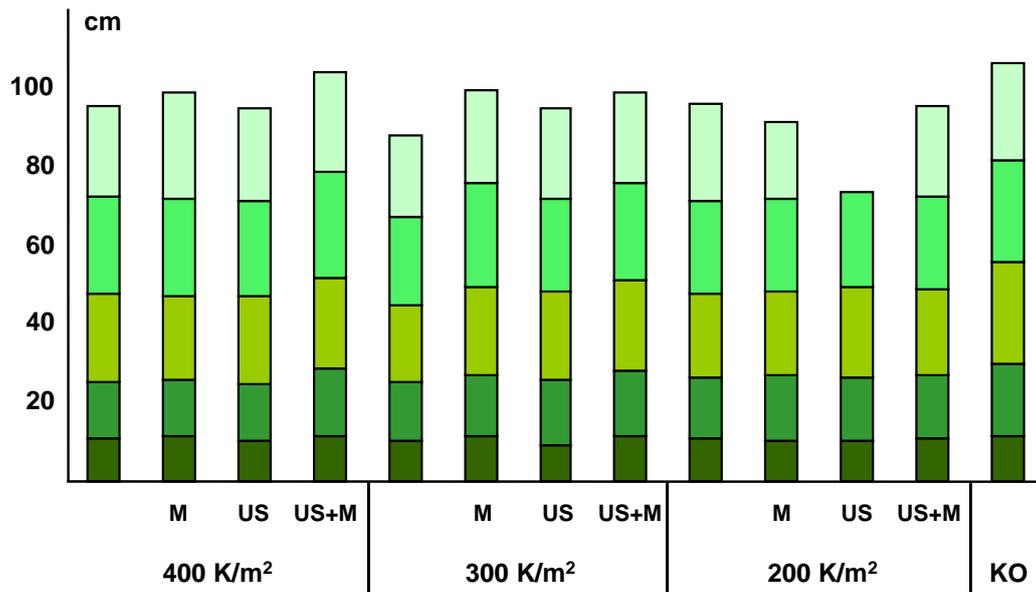


Abb. 2: Internodienlänge von Winterweizen (in cm): Einfluss von Aussaatzeitpunkt, Saatstärke, Untersaat und Mulch. Probenahme 12. Juni 2007, Standort Wiesengut.

Kornertrag und Ertragsparameter

Auf dem Standort Wiesengut war der Ertrag in keiner der früh gesäten Varianten signifikant höher als in der Kontrolle (Aussaat Mitte Oktober). Die geringsten Erträge wurden jeweils in den Varianten „Frühe Aussaat, mit Untersaat, ohne Mulch“ erzielt (Tab. 6). Die erhöhte Stickstoffmineralisation im Frühjahr, die in diesen Varianten in der oberen Bodenschicht (0-30 cm) festgestellt wurde (Abb. 1), konnte durch die extrem reduzierten Bestandesdichten (vgl. Pflanzen/m² in Tab. 6) nicht ertragswirksam genutzt werden.

Tab. 6: Kornertrag (86 % TM) und Ertragsparameter von Winterweizen: Einfluss von Aussaatzeitpunkt, Saatstärke, Untersaat und Mulch. Ernte am 16. Juli 2007 auf dem Standort Wiesengut ($\alpha = 0,05$, Tukey-Test).

Saatstärke	400				300				200				KO	GD
Untersaat	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	
Mulch	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	
Ertrag	27,4	30,3	20,4	27,3	22,1	28,1	16,4	29,7	26,0	25,0	10,8	18,8	23,5	12,2
Pflanzen/m ²	453	480	276	420	357	416	130	373	388	397	100	295	441	236
TKM (in g)	42,2	41,6	39,8	42,9	40,1	41,6	39,5	42,4	41,4	41,3	38,6	43,7	36,8	4,5
Körner/Ähre	15,2	15,5	24,4	15,1	16,6	17,0	32,5	19,3	16,4	15,9	30,5	15,4	14,8	20,0

Der auch in der Kontrolle vergleichsweise niedrige Ertrag auf dem Standort Wiesengut ist möglicherweise durch eine zu lange Bearbeitungspause mit über 50 mm Niederschlag zwischen Pflug und Saatbettbereitung und die extreme Trockenheit im Frühjahr 2007 zu erklären.

Anders als in den Vorjahren, als auf beiden Standorten der Kornertrag signifikant von der Anzahl Körner je Ähre bestimmt wurde, war 2007 kein eindeutiger Einfluss einer Ertragskomponente auf den Ertrag festzustellen; sehr niedrige Bestandesdichten wurden z.T. durch eine hohe Anzahl Körner je Ähre kompensiert.

Zusammenfassung (Versuchsjahre 2005 bis 2007)

- In den früh gesäten Varianten (Winterweizen mit Untersaat) wurden vor Winter bis zu 100 kg N/ha mehr in die Sprossmasse aufgenommen als in der Kontrolle (Aussaat Winterweizen betriebsüblich Mitte Oktober).
- Durch die frühe Aussaat von Winterweizen konnten im Vergleich zur Kontrolle bis zu 80 kg N/ha mehr vor der Verlagerung in tiefere Bodenschichten bewahrt werden.
- Die Verunkrautung konnte durch die frühe Aussaat nicht in jedem Versuch hinreichend kontrolliert werden und führte im letzten Versuchsjahr zum Abbruch des Versuches auf dem Standort Büsch.
- In den früh gesäten Varianten wurde ein z.T. signifikant geringerer Kornertrag erzielt als in der Kontrolle. Der Kornertrag wurde in den ersten beiden Versuchsjahren signifikant von der Anzahl Körner je Ähre bestimmt.
- Durch den Rückschnitt/Mulch im Oktober konnten Bestockungstriebe niederer Ordnung in ihrer Ährenanlage nicht mit der N-Nachlieferung im Frühjahr synchronisiert werden.

Fazit

Das von Josef Braun entwickelte Anbausystem zur frühen Aussaat von Wintergetreide in Mischkultur kann nur dann eine wirtschaftlich interessante Möglichkeit zur Reduzierung von Auswaschungsverlusten über Winter (bspw. nach Ackerbohnen) bieten, wenn mit diesem Verfahren ein vergleichbarer Ertrag erzielt werden kann wie mit der im Ökologischen Landbau in NRW betriebsüblichen Aussaat Mitte Oktober.

Der Versuch dieses für den kontinentalen Klimaraum in der Nähe von München entwickelte Anbausystem an die maritim geprägten Klimabedingungen im Rheinland anzupassen, ist weder durch Variation des Aussaatzeitpunktes noch durch verschiedenen Untersaaten oder unterschiedliche Aussaatstärken gelungen. Die Erträge lagen im Durchschnitt deutlich unter denen der Kontrolle. Die höher Stickstoffaufnahme vor Winter war nicht ertragswirksam.

Die früh gesäten Varianten erreichten im Rheinland bereits vor Winter das Ende der Bestockung und damit den Beginn der Ährenanlage. Kurztagsbedingungen führen in diesem Entwicklungsstadium 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 Ährenanlage und -ausbildung. Durch den Rückschnitt/Mulch im Oktober konnten Bestockungstriebe niedriger Ordnung in ihrer Ährenanlage nicht mit der N-Nachlieferung im Frühjahr synchronisiert werden.

Literatur

- Berg M., Haas G., Leisen E. & H. Schenke (2003): Stickstoffmanagement im ökologisch wirtschaftenden Betrieb: Minderung von Stickstoffverlusten. In: Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen, Wissenschaft-Beratung-Praxis, Dokumentation 10 Jahre Netzwerk Ökologischer Landbau in NRW, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes, Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“, Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Band 105, ISSN 0943-9684, 64-75
- 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