

Untersaaten zur Reduzierung der Spätverunkrautung in Kartoffeln insbesondere Weißer Gänsefuß (*Chenopodium album*)

Einleitung

Gelingt es im Ökologischen Kartoffelanbau die Unkräuter durch mechanische Maßnahmen bis zum Bestandesschluß zu kontrollieren, bleibt noch das Problem der einsetzenden Spätverunkrautung nach dem verfrühten Krautabsterben als Folge von Krautfäulebefall (*Phytophthora infestans*) und/oder mangelnder Stickstoffnachlieferung. Zu den dominierenden Unkrautarten gehört dabei aufgrund seiner starken Konkurrenzkraft und hohen Reproduktionsrate mit bis zu 80.000 Samen je Pflanze (PERRON & LEGERE 2000) der Weiße Gänsefuß (*Chenopodium album*). Neben Ertragsverlusten durch Nährstoff- und Wasserkonkurrenz kann sich *Chenopodium album* zu einer ernsthaften Ernteerschwernis entwickeln.

Die Eignung verschiedener Untersaaten wurde von KAINZ et al. (1997) und HAAS (1999) primär zur Minderung hoher Restnitratmengen nach ökologisch angebauten Kartoffeln geprüft. Diese erfolgreichen Ansätze wurden von großen Teilen der Praxis mit skeptischen Blick verfolgt bis zwei Betriebe in Westfalen in Zusammenarbeit mit einem Berater der Landwirtschaftskammer (LEISEN 2003) die Idee aufgriffen und von reduzierter Spätverunkrautung und günstigen Erntebedingungen mit geringerer Klutenbildung berichteten. Nachdem auf diesen beiden Betrieben im ersten Jahr Phacelia und Ölrettich versuchsweise per Hand zum letzten Häufelgang und zu Beginn der Krautfäule in kleinen Teilschlägen gesät worden waren, wurde im zweiten Jahr Ölrettich, als die erfolgversprechendere Variante z.T. bereits großflächig mit einem Exaktstreuer ausgebracht. Mit wachsendem Interesse wurden die positiven Berichte der beiden Betriebsleiter von den Berufskollegen verfolgt und eine Prüfung verschiedener Untersaaten (u.a. Ölrettich, Senf, Buchweizen, Phacelia und Hafer) zu verschiedenen Saatterminen für die eigenen Standortbedingungen angeregt.

Hypothesen

Untersaaten in Kartoffeln können die Spätverunkrautung insbesondere mit Weißem Gänsefußes (*Chenopodium album*) mindern (1) sowie die Verlagerung von Bodennitrat reduzieren (2).

Material und Methoden

Zweifaktorieller Feldversuch mit vier Wiederholungen auf dem Wiesengut (Rhein-Sieg):

- Faktor Aussaatzeitpunkt: Vor und nach dem letzten Häufelgang und zu Beginn der Krautfäule
- Faktor Untersaaten: Ölrettich (25 kg/ha), Senf (20 kg/ha), Phacelia (10 kg/ha), Buchweizen (50 kg/ha), Hafer (150 kg/ha), Sonnenblumen (10 Körner/m²) und Mais (10 Körner/m²)

Einfaktorielle Feldversuche mit vier Wiederholungen wurden auf den beiden Leitbetrieben Hannen (LB 3, Neuss) und Leiders (LB 4, Viersen) sowie auf einem weiteren Praxisbetrieb im Rheinland (Pütz) angelegt:

- Faktor Untersaaten: Ölrettich (25 kg/ha), Senf (20 kg/ha), Hafer (150 kg/ha), Phacelia (10 kg/ha), Buchweizen (50 kg/ha) sowie ein Gemenge aus Phacelia und Buchweizen (5/25 kg/ha) zum Aussaatzeitpunkt „vor dem letzten Häufelgang“ auf den Standorten Hannen und Pütz, bzw. zum Bestandesschluss am Standort Leiders

Demonstrationsflächen wurden weiterhin durch den Leitbetrieb Vollmer (LB 10, Kreis Gütersloh) und einen weiteren Praxisbetrieb in Westfalen eingesät.

Parameter

Trockenmasse und Stickstoffaufnahme von Untersaat und Unkraut, Dichte und Gesamtpflanzenlänge *Chenopodium album*, Ertrags- und Qualitätsparameter der Knollen, NO₃-N im Boden nach der Ernte

Ergebnisse

Demonstrationsanlagen

In der Demonstrationsanlage auf dem Betrieb Vollmer (Kreis Gütersloh), der bereits langjährig Ölrettich und Phacelia als Untersaaten in Kartoffeln einsät, führten beide Varianten zu einer deutlichen Reduzierung der Spätverunkrautung (s. Abb. 1). Die Beprobung erfolgte an jeweils vier zufällig verteilten Meßpunkten je Variante. Signifikanzen waren bei fehlender Wiederholung der Varianten jedoch nicht zu ermitteln.

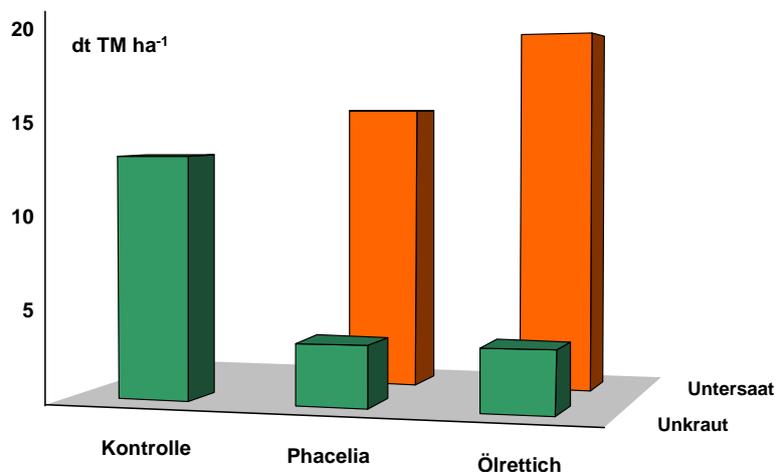


Abb. 1: Sprosstrockenmasse von Unkraut und Untersaaten in Kartoffeln am 08. September 2005 (Demonstrationsanlage auf dem Leitbetrieb Vollmer, Kreis Gütersloh, Ölrettich Untersaat erfolgte zu Beginn der Krautfäule am 17. Juli 2005, Phacelia am 27. Juli 2005).

In der zweiten Demonstrationsanlage in Westfalen konnte bei schwierigen Witterungsverhältnissen im Frühjahr keine hinreichende Kontrolle der Ackerbegleitflora durch mechanische Maßnahmen erzielt werden. Die Untersaat mit Ölrettich blieb bei einem deutlichen Entwicklungsvorsprung der Unkräuter zum Zeitpunkt der Untersaat wirkungslos. Auf eine Beprobung wurde in diesen Beständen verzichtet.

Versuche auf Praxisbetrieben

Eine signifikante Reduzierung der Unkrautrockenmasse durch Untersaaten wurde in allen Versuchen auf Praxisbetrieben festgestellt. Ölrettich und Senf reduzierten am Standort Leiders (Abb. 2) die Verunkrautung signifikant am deutlichsten und bestätigten damit die Erfahrungen der beiden Betriebe in Westfalen (s. Demonstrationsanlagen).

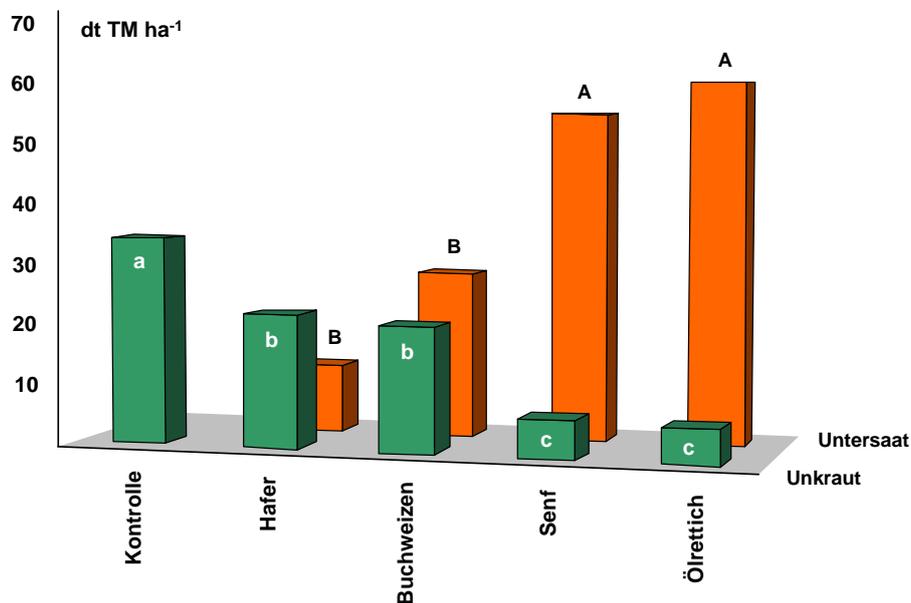


Abb. 2: Sprosstrockenmasse von Unkraut und Untersaaten in Kartoffeln am 06. September 2005 (Leitbetrieb Leiders, Kreis Viersen, Untersaat erfolgte zum Bestandesschluss am 28. Juni 2005). Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Säulengruppe kennzeichnen Varianten mit einem signifikantem Unterschied ($\alpha = 0,05$, Tukey-Test).

Für Gemüsebaubetriebe, die aufgrund hoher Kruziferenanteile in der Fruchtfolge Ölrettich und Senf als Untersaat nicht einsetzen können, wurden Hafer, Phacelia, Buchweizen sowie ein Gemenge aus Phacelia und Buchweizen getestet. Auch diese Untersaaten reduzierten die Spätverunkrautung signifikant im Vergleich zur Kontrolle ohne Untersaat (Ausnahme: Buchweizen am Standort Pütz, vgl. Abb. 3), diese Reduzierung war jedoch signifikant geringer als die Reduzierung der Unkrautrockenmasse durch Ölrettich und Senf (s. Abb. 2).

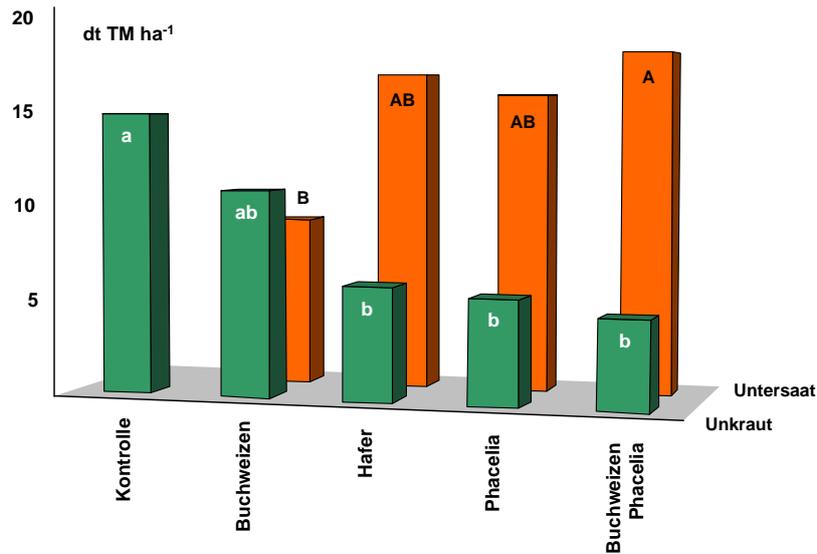


Abb. 3: Sprosstrockenmasse von Unkraut und Untersaaten in Kartoffeln am 06. September 2005 (Betrieb Pütz, Rhein-Sieg Kreis, Untersaat erfolgte vor dem letzten Häufelgang am 24. Juni 2005). Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Säulengruppe kennzeichnen Varianten mit einem signifikantem Unterschied ($\alpha = 0,05$, Tukey-Test).

Die Entwicklung der Unkrauttrockenmasse wurde höchst signifikant negativ vom Aufwuchs der Untersaaten beeinflusst (s. Abb. 5). Arten, mit dem Vermögen eine hohe Trockenmasse in der vergleichsweise kurzen Zeit zwischen letztem Häufelgang und Ernte der Kartoffeln zu entwickeln, wie dies von Örettich und Senf bei der Nutzung als Zwischenfrüchte bekannt ist, eignen sich somit in besonderer Weise als Untersaaten zur Reduzierung der Spätverunkrautung.

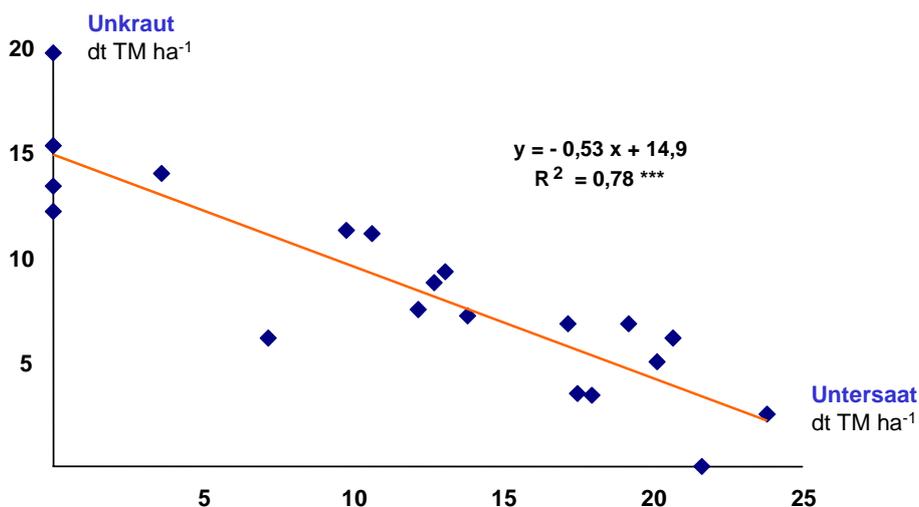


Abb. 5: Entwicklung der Unkrauttrockenmasse abhängig vom Trockenmasseaufwuchs der Untersaat am 06. September 2005 (Betrieb Pütz, Rhein-Sieg Kreis, Untersaat erfolgte zum Bestandesschluss am 24. Juni 2005). $n = 20$. Bestimmtheitsmaß (R^2) *** = höchst signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,001$.

*Einfluss von Saattermin und Untersaat auf die Spätverunkrautung
(Standort Wiesengut, zweifaktorielle Auswertung)*

Untersaaten zum Zeitpunkt „Vor und nach dem letzten Häufeln“ reduzierten die Spätverunkrautung signifikant im Vergleich zum späteren Aussaatetermin „Beginn des Krautfäulebefalls“, dabei war die Reduzierung der Unkrauttrockenmasse durch Ölrettich und Senf signifikant höher als durch eine Untersaat mit Hafer (s. Abb. 6, Kontrolle ohne Untersaat dargestellt, jedoch nicht in die zweifaktorielle statistische Auswertung einbezogen).

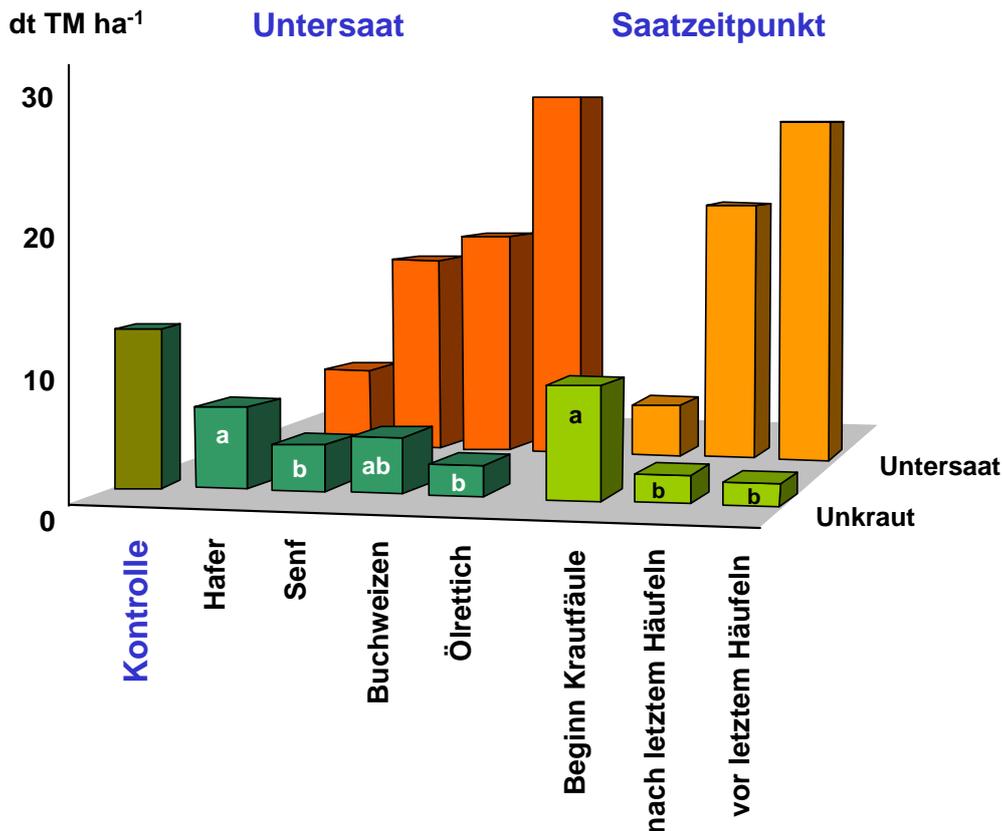


Abb. 6: Einfluss von Saatzeitpunkt und Untersaat auf die Trockenmasseentwicklung von Unkraut und Untersaaten in Kartoffeln am 14. September 2005 (Wiesengut, Rhein-Sieg Kreis, Untersaat erfolgte zum letzten Häufeln am 23. Juni 2005 und zu Beginn der Krautfäule am 2. August). Aufgrund signifikanter Wechselwirkungen konnten Signifikanzen für die Untersaattrockenmasse nicht dargestellt werden. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen Varianten mit einem signifikantem Unterschied ($\alpha = 0,05$, Tukey-Test).

Dichte und Gesamtpflanzenlänge des Weißen Gänsefußes (*Chenopodium album*) wurden ebenso wie die Unkrauttrockenmasse durch Untersaaten zum Zeitpunkt „Vor und nach dem letzten Häufeln“ im Vergleich zum späteren Aussaatetermin „Beginn des Krautfäulebefalls“ signifikant reduziert (s. Tab. 1). Die Dichte des Weißen Gänsefußes (*Chenopodium album*) wurde von Untersaaten mit Ölrettich und Senf bzw. die Gesamtpflanzenlänge durch Ölrettich im Vergleich zu Hafer signifikant reduziert.

Tab. 1: Einfluss von Untersaate und Aussaatzeitpunkt auf das Wachstum des Weißen Gänsefußes (*Chenopodium album*). Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen Varianten mit einem signifikantem Unterschied bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ (Tukey-Test).

	Variante	Pflanzen/m ²	Gesamtpflanzenlänge/m ²
Untersaat	Ölrettich	0,46 b	21,5 a
	Senf	0,62 ab	27,1 ab
	Buchweizen	0,74 a	33,8 ab
	Hafer	0,81 a	38,0 b
Saatzeitpunkt	Vor letztem Häufeln	0,49 b	24,5 b
	Nach letztem Häufeln	0,53 b	22,8 b
	Beginn Krautfäule	0,95 a	43,0 a

Nitratgehalt im Boden nach der Ernte (Standort Wiesengut)

Um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, wurde in die Darstellung der Nitratgehalte in den Bodenschichten 0-30 und 30-60 cm in Abbildung 8 nur die Varianten „Vor dem letzten Häufelgang“ einbezogen. Nur eine Untersaat mit Ölrettich zum dargestellten Zeitpunkt „Vor dem letzten Häufelgang“ reduzierte den Nitratgehalt zur Ernte am 20. September in der Bodenschicht 30-60 cm im Vergleich zur Kontrolle signifikant. Zu den späteren Probenahmeterminen wurden keine signifikanten Unterscheide zwischen allen Varianten festgestellt.

Bei sehr warmer Witterung im Oktober wurden nach der Kartoffelernte in der oberen Bodenschicht bis zu 20 kg NO₃-N mineralisiert. Eine erhöhte Freisetzung von Bodennitrat in den Parzellen mit Untersaaten wurde nicht beobachtet. Die Untersaaten verhinderten die Verlagerung von Stickstoff in tiefere Bodenschichten.

Ertrag und Krankheitsbefall (Standort Wiesengut)

Die Untersaaten hatten weder einen Einfluss auf den verkaufsfähigen Ertrag (232 dt FM je ha) noch auf den Befall mit Krankheiten und Schädlingen (Schorf, Rhizoctonia, Drahtwurm).

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

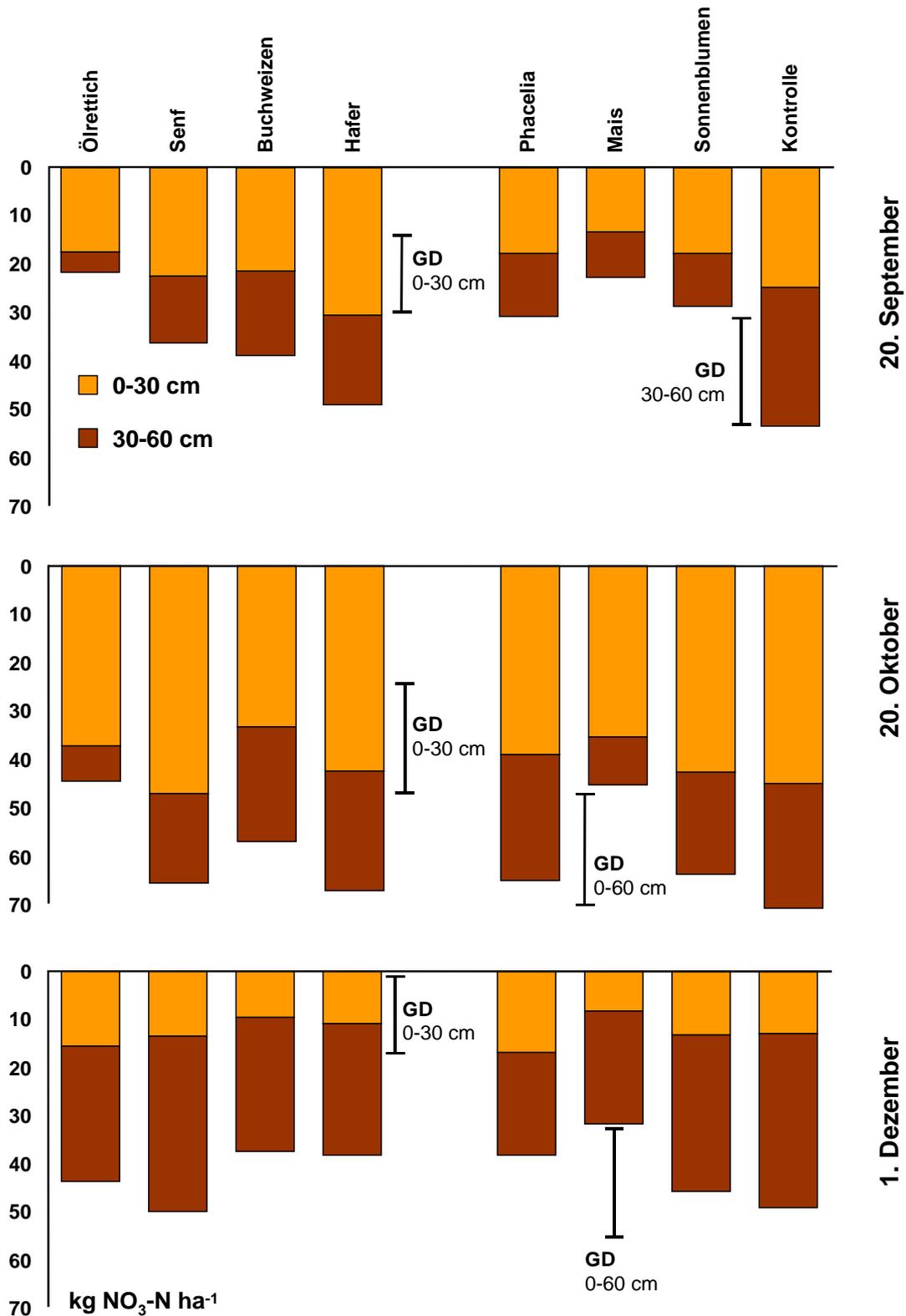


Abb. 8: NO₃-N Gehalt im Boden nach Kartoffeln mit verschiedenen Untersaaten am Standort Wiesengut (Rhein-Sieg Kreis). Die Aussaat der dargestellten Untersaaten erfolgte vor dem letzten Häufeln am 23. Juni 2005. (Grenzdiffferenz $\alpha = 0,05$, Tukey-Test).

Zusammenfassung

- Untersaaten reduzierten 2005 (auf 5 von 6 Standorten) die Spätverunkrautung signifikant.
- Eine frühe Aussaat (bspw. zum letzten Häufelgang) steigerte die Trockenmasseentwicklung der Untersaaten im Vergleich zu späterer Saat und verringerte damit signifikant die Spätverunkrautung.
- Ölrettich unterdrückte die Spätverunkrautung am stärksten, Phacelia und Buchweizen zeigen erfolgversprechende Ansätze für Gemüsebaubetriebe.
- Ölrettich (Saat „vor dem letzten Häufeln“) minderte die Menge an Nitratstickstoff zur Ernte im Vergleich zur Kontrolle signifikant (Bodenschicht 30-60 cm).
- Eine erhöhte Freisetzung von Bodennitrat wurde in den Parzellen mit Untersaaten nach der Ernte nicht festgestellt. Die Untersaaten verhinderten die Verlagerung von Stickstoff in tiefere Bodenschichten.
- Ein Einfluss der Untersaaten auf den verkaufsfähigen Ertrag und den Befall mit Krankheiten und Schädlingen wurde nicht beobachtet.

Ausblick

In den folgenden Untersuchungen werden insbesondere solche Untersaaten vermehrt geprüft, die geeignete Alternativen für Gemüsebaubetriebe darstellen, da diese aufgrund hoher Kruziferenanteile in der Fruchtfolge Ölrettich und Senf als Untersaat nicht einsetzen können. Im Mittelpunkt der Versuche wird weiterhin insbesondere die Standort angepasste Wahl des Saattermins stehen.

Über die Wirkung auf das Unkraut und die Nährstoffverlagerung hinaus werden in den künftigen Untersuchungen gerade auch solche Untersaaten eingesetzt, die potentiell als Fangpflanzen für den Drahtwurm (*Agriotes spp.*) in Betracht kommen.

Literatur

HAAS, G. (1999): Untersaaten in Kartoffeln zur Minderung von Nitratausträgen: Arteneignung. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaft. 12, 121-122

Kainz, M., G. Gerl & K. Auerswald (1997): Verminderung der Boden- und Gewässerbelastung im Kartoffelanbau des Ökologischen Landbaus. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 85, 1307-1310

LEISEN, E. (2003): Ölrettich-Untersaaten zur Regulierung des Unkrautdruckes in Kartoffel-Fruchtfolgen. Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen, Versuchsbericht 2003, 61

PERRON, F. & A. LEGERE (2000): Effects of crop management practices on *Echinochloa crus-galli* and *Chenopodium album* seed production in a maize/soybean rotation. Weed research **40**, 535-547