



**MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWEERTES
ÖSTERREICH**

bmlfuw.gv.at

UMBRUCHSMANAGEMENT VON LUZERNE IM BIOLOGISCHEN LANDBAU ABSCHLUSSBERICHT ZUM FORSCHUNGSPROJEKT



**Universität für
Bodenkultur Wien**



**Department für
Nachhaltige Agrarsysteme**

Institut für Ökologischen Landbau



IMPRESSUM



Medieninhaber und Herausgeber:
BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT,
UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT
Stubenring 1, 1010 Wien

Gesamtkoordination: Dr. Jürgen K. Friedel (Universität für Bodenkultur Wien), DI Willi Peszt (Landwirtschaftskammer Burgenland)

Bildquellen: Universität für Bodenkultur Wien

Titelbild: Dr. G. Gollner

Autoren: Dr. Jürgen K. Friedel, Dana Fritsche (Universität für Bodenkultur Wien), DI Willi Peszt (Landwirtschaftskammer Burgenland)

Lektorat: Abteilung VII/1 – Nationale Wasserwirtschaft, BMLFUW

Wir danken bei beiden Bearbeitern der Versuchsstandorte, Herrn Ing. Höppel und Herrn Ing. Ludwig, für die gute Zusammenarbeit!

Gedruckt nach der Richtlinie „Druckerzeugnisse“ des Österreichischen Umweltzeichens.

Zentrale Kopierstelle des BMLFUW, UW-Nr. 907.

Alle Rechte vorbehalten.

Wien, Juli 2014



Umbruchmanagement von Luzerne im biologischen Landbau

1. Einleitung und Zielsetzung

Leguminosen, vor allem Futterleguminosen, sind durch ihre Symbiose mit Rhizobien die wichtigste Stickstoffquelle im biologischen Landbau. Die von Futterleguminosen gebundenen Stickstoffmengen können bis zu etwa 300 kg pro Jahr betragen (Quispel, 1982). Da die Leguminosen neben Luftstickstoff auch Stickstoff aus dem Boden aufnehmen, sind die Mineralstickstoffgehalte des Bodens (N_{min}-Gehalte) unter wachsenden Futterleguminosenbeständen i.d.R. nur mäßig hoch. Das Nitratauswaschungsrisiko ist dementsprechend gering (Heß, 1989). Nach Umbruch von Futterleguminosenbeständen besteht aber ein erhöhtes Risiko von Nitratverlagerung in den Unterboden und Nitratauswaschung aus dem durchwurzelteten Bodenbereich ins Grundwasser (Heß, 1989; Campbell et al., 1994; Dreyman et al., 2005). Als geeignete Maßnahmen bei Kleegrasanbau, die N-Mineralisierung vor Winter und die Nitratauswaschung zu verringern, erwiesen sich ein später Umbruch im Herbst vor Winterweizensaat oder Frühjahrs-umbruch mit Anbau von Sommerweizen (Heß, 1989) oder Zwischenfruchtanbau nach dem Umbruch (Heß, 1995).

Ziel des Projekts war es, bei Luzerneanbau im biologischen Landbau im Pannonikum durch geeignetes Umbruchmanagement das Risiko der Nitratauswaschung zu minimieren. In einem praxisnahen Versuch auf Flächen von Landwirten im Nordburgenland wurden Umbruchvarianten, die sich in der Art der Bodenbearbeitung, dem Zeitpunkt des Umbruchs und der Ansaat einer Gründüngung unterscheiden, vergleichend durchgeführt. Einerseits wurden die Auswirkungen auf die N_{min}-Gehalte, auf die Wassergehalte im Bodenprofil und somit auf die Nitrat-Auswaschungsgefahr sowie auf den Ertrag und Proteingehalt von zwei nachfolgenden Getreide-Testfrüchten geprüft, andererseits diente der Versuch zu Demonstrationszwecken für Landwirte.

Die folgenden Arbeitshypothesen sollten getestet werden:

1. Nichtwendende Bodenbearbeitung mit dem Grubber reduziert den Wasserverbrauch und verringert die Mineralstickstoffgehalte des Bodens im Vergleich zur wendenden Pflugbearbeitung. Die Verunkrautung nimmt aber zu.
2. Ein früher Umbruch des Luzernebestandes verringert den Wasserverbrauch, fördert aber die N_{min}-Freisetzung vor Winter im Vergleich zu einem späten Luzerneumbruch.
3. Der Anbau einer Zwischenfrucht-Begrünung bei frühem Umbruch verringert durch die Nährstoffaufnahme aus dem Boden die N_{min}-Gehalte im Winterhalbjahr.
4. Früher Luzerneumbruch mit Zwischenfrucht-Begrünung hat positive Effekte sowohl gegenüber spätem Umbruch, d.h. einen verringerten Wasserverbrauch, als auch gegenüber frühem Umbruch ohne Begrünung, d.h. die Konservierung von Nährstoffen in der Pflanzenbiomasse. Dadurch ergibt sich ein positiver Ertragseffekt ohne sonstige negative begleitende Auswirkungen.

2. Material und Methoden

2.1 Versuchsplanung und –anlage

Die Untersuchung wurde auf zwei landwirtschaftlichen Betrieben als Streifenversuch mit dem Großparzellenfaktor „Bodenbearbeitung“ und dem Kleinparzellenfaktor „Umbruchverfahren“ in jeweils zweifacher Wiederholung im Sommer 2011 angelegt. Die Landwirtschaftskammer Burgenland, DI Willi Peszt, stellte Informationsmaterial zu den Untersuchungsflächen bereit, nahm Kontakte zu den

Tabelle 1: Durchgeführte Maßnahmen am Betrieb Seehof, Oggau

Behandlung	Umbruch	Saat ZF/ Häckseln ZF	Weitere Bodenbe- arbeitung	Saatbett- bereitung	Saat Winterweizen	Ernte 2012	Weitere Boden- bearbeitung	Saatbett- bereitung	Saat Winterweizen	Ernte 2013
Pflug, früher Um- bruch keine ZF	18.08.2011			13.10.2011	18.10.2011	02.07.2012	15.-19.09.2012 2x FIG, 1x Pflug, Rückverfestigung mit Crosskillwalze	15.10.2012 Feingrubber	15.10.2012	18.07.2013
Pflug, früher Um- bruch mit ZF	18.08.2011	18.08.2011 30.09.11		13.10.2011	18.10.2011	02.07.2012	15.-19.09.2012 2x FIG, 1x Pflug, Rückverfestigung mit Crosskillwalze	15.10.2012 Feingrubber	15.10.2012	18.07.2013
Pflug, später Um- bruch keine ZF	13.10.2011			13.10.2011	18.10.2011	02.07.2012	15.-19.09.2012 2x FIG, 1x Pflug, Rückverfestigung mit Crosskillwalze	15.10.2012 Feingrubber	15.10.2012	18.07.2013
Grubber, früher Umbruch keine ZF	18.08.2011 Flügelschar- grubber, Walze		15.09.2011	13.10.2011	18.10.2011	02.07.2012	15.-19.09.2012 2x FIG, 1x Pflug, Rückverfestigung mit Crosskillwalze	15.10.2012 Feingrubber	15.10.2012	18.07.2013
Grubber, früher Umbruch mit ZF	18.08.2011 Flügelschar- grubber, Walze	18.08.2011 30.09.11		13.10.2011	18.10.2011	02.07.2012	15.-19.09.2012 2x FIG, 1x Pflug, Rückverfestigung mit Crosskillwalze	15.10.2012 Feingrubber	15.10.2012	18.07.2013
Grubber, später Umbruch keine ZF	13.10.2011 Flügelschar- grubber, Walze			13.10.2011	18.10.2011	02.07.2012	15.-19.09.2012 2x FIG, 1x Pflug, Rückverfestigung mit Crosskillwalze	15.10.2012 Feingrubber	15.10.2012	18.07.2013

Legende: FIG: Flügelschargrubber

Tabelle 2: Durchgeführte Maßnahmen am Betrieb Kleylehof, Nickelsdorf

Behandlung	Umbruch	Saat ZF/ Häckseln ZF	Weitere BB	- Saatbett bereitung	Saat Winterweizen	Ernte 2012	Weitere - Boden bearbeitung	Anbau Begrünung	Bearbeitung	- Saatbett bereitung	Saat Triticale	Ernte 2013
Pflug, früher Umbruch keine ZF	27.07.2011 Pflug + LG	-	13.09.2011 FG	31.10.2011	08.11.2011	09.07.2012	11.07.2012 Stoppelsturz	23.07.2012	27.08.2012 Pflug+Packerw.	02.10.2012	Presto Nb 04.10.2012 181 kg/ha	11.07.2013
Pflug, früher Umbruch mit ZF	27.07.2011 Pflug + LG	28.07.2011/ 31.10.2011	-	31.10.2011	08.11.2011	09.07.2012	11.07.2012 Stoppelsturz	23.07.2012	27.08.2012 Pflug+Packerw.	02.10.2012	Presto Nb 04.10.2012 181 kg/ha	11.07.2013
Pflug, später Umbruch keine ZF		-	-	31.10.2011	08.11.2011	09.07.2012	11.07.2012 Stoppelsturz	23.07.2012	27.08.2012 Pflug+Packerw.	02.10.2012	Presto Nb 04.10.2012 181 kg/ha	11.07.2013
Grubber, früher Umbruch keine ZF	27.07.2011 FG	-	13.09.2011 FG	31.10.2011	08.11.2011	09.07.2012	11.07.2012 Stoppelsturz	23.07.2012	27.08.2012 Grubber+Packerw.	02.10.2012	Presto Nb 04.10.2012 181 kg/ha	11.07.2013
Grubber, früher - Umbruch mit ZF	27.07.2011 FG	28.07.2011/ 31.10.2011	-	31.10.2011	08.11.2011	09.07.2012	11.07.2012 Stoppelsturz	23.07.2012	27.08.2012 Grubber+Packerw.	02.10.2012	Presto Nb 04.10.2012 181 kg/ha	11.07.2013
Grubber, später - Umbruch keine ZF	27.07.2011 FG	-	-	31.10.2011	08.11.2011	09.07.2012	11.07.2012 Stoppelsturz	23.07.2012	27.08.2012 Grubber+Packerw.	02.10.2012	Presto Nb 04.10.2012 181 kg/ha	11.07.2013

Legende: LG: Leichtgrubber; FG: Flügelschargrubber

2.2 Witterungsverlauf

Im Sommer 2011 und 2012 war es jeweils überdurchschnittlich warm. Im August 2011 lag die Temperatur um etwa 2 °C über dem langjährigen Mittel. Die Niederschläge im Osten Österreichs waren bis August 2011 durchschnittlich, lagen aber im September im Burgenland nur bei etwa 40 bis 60 % der mittleren Niederschläge (<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/monatsrueckblick/wetterrueckblick?monat=09&x=1&y=1&jahr=2011>). Nach einem durchschnittlich feuchten Oktober war der November nahezu niederschlagsfrei. Die Trockenheit setzte sich in den kommenden Monaten fort. Das Niederschlagsdefizit von November 2011 bis März 2012 betrug im Burgenland flächendeckend etwa 70 Prozent (<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/monatsrueckblick/wetterrueckblick?monat=03&x=0&y=6&jahr=2012>). Im Nordburgenland blieb es auch im April 2012 niederschlagsarm. Überdurchschnittliche Niederschläge gab es erst im Juli 2012 wieder. Das Burgenland verzeichnete im August wieder ein deutliches Defizit. Es reichte im Vergleich zum langjährigen Mittel bis minus 70 Prozent im Seewinkel (<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/monatsrueckblick/wetterrueckblick?monat=08&x=2&y=4&jahr=2012>). In den darauffolgenden Monaten waren die Niederschläge ausgeglichen bis überdurchschnittlich. Besonders im Jänner 2013 waren die Niederschläge im Burgenland weit überdurchschnittlich. Im April 2013 waren die relativ niederschlagsärmsten Regionen die Gebiete zwischen Wien und dem Seewinkel und im nördlichen Waldviertel. Hier fiel eine um 70 bis 85 Prozent geringere Niederschlagsmenge als im vieljährigen Mittel (<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/monatsrueckblick/wetterrueckblick?monat=04&x=2&y=3&jahr=2013>). Der Mai war wiederum überdurchschnittlich nass. Im Juli regnete es im Burgenland nur 3 bis 20 Prozent des vieljährigen Mittels.

2.3 Bodenuntersuchungen

Zur Untersuchung des Einflusses des Luzerneumbruchsmanagements auf den Nmin-Gehalt und den Bodenwassergehalt wurden Bodenproben wie geplant vor Winter, am 8.11.2011, und zu Vegetationsbeginn im März des Folgejahres, am 12.03.2012, aus mehreren Bodenschichten entnommen. Am Standort Seehof waren dies die Schichten 0 - 30 cm, 30 - 60 cm, 60 - 90 cm. Am Standort Kleylehof war wegen dem flach anstehenden und sehr variablen Schotter eine Beprobung nur in den Schichten 0 - 30 cm und 30 - 60 cm möglich. Im Bohrstock war bei der Probenentnahme aus 30 – 60 cm Tiefe hier teilweise nur wenig Feinsubstanz enthalten, was die Ergebnisse verfälschen kann.

Die Bodenproben wurden mit einem automatisierten Bodenbohrer durch die Johann Peck KEG, Andau, entnommen, gekühlt transportiert und an der AGES auf Mineralstickstoff (Nmin) und Wassergehalt untersucht. Ammonium und Nitrat wurden mit 0,0125 M CaCl₂-Lösung im Verhältnis 1:4 extrahiert.

Die Nmin-Gehalte der am 8.11.2011 genommenen Bodenproben vom Betrieb Kleylehof waren extrem hoch, teilweise bis zu 700 kg N pro Hektar. Sie wurden deswegen als offensichtlich fehlerhaft nicht berücksichtigt. Die Fehlerursache ließ sich nicht feststellen. Um diese fehlende Information zu ersetzen, wurden beide Betriebe im Winter (3.02.2012) ein weiteres Mal beprobt.

Im Winter 2012/13 war eine weitere Nmin-Beprobung vorgesehen. Wegen einem Schaden des Beprobungsgeräts stand dies erst ab Ende Jänner 2013 zur Verfügung. Die anhaltend warme Witterung ließ dann bis Ende des Winters kein Befahren der Standorte mehr zu, sodass diese Beprobung entfallen musste. Die letzte Beprobung wurde am 23. April 2013 durchgeführt.

An den entnommenen Bodenproben wurden ebenfalls die gravimetrischen Wassergehalte durch Trocknung bei 105°C bestimmt. Mit einer angenommenen Lagerungsdichte¹ von 1,3 g cm⁻³ in der ersten Schicht und

¹ Eigene Schätzung und Angaben des Bundesamt für Wasserwirtschaft, Dr. Feichtinger, 2012.

1,5 g cm⁻³ für die Schicht von 30 bis 60 cm am Seehof und 1,5 g cm⁻³ bzw. 1,7 g cm⁻³ für die beiden Schichten am Kleylehof wurden daraus volumetrische Wassergehalte und aus diesen der Bodenwasservorrat in 0 bis 60 cm Bodentiefe errechnet.

2.4 Untersuchungen an den Pflanzenbeständen

Die oberirdischen Biomasseerträge der Zwischenfrüchte und Beikräuter sowie ihre N-Gehalte und N-Erträge wurden bestimmt. Mit Hilfe des Spross-Wurzel-Verhältnisses wurde daraus die gesamte N-Aufnahme der Zwischenfruchtbestände abgeschätzt. Für die Berechnung wurde das von Rinnofer et al. (2008) am Standort Raasdorf im Marchfeld ermittelte Verhältnis von oberirdischer zu unterirdischer Biomasse bei Nichtleguminosen-Zwischenfrüchten von 1,22 herangezogen.

Die unterschiedlichen Versuchsvarianten wurden auf ihren Effekt auf die erste Nachfrucht Winterweizen getestet. Die Bestandesentwicklung und eventuell auftretende Krankheiten und Schädlinge wurden am 25. Mai 2012 bonitiert. Der Korn- und Strohertrag und die Stickstoffgehalte wurden zur Ernte im Juli 2012 in Teilflächen von ca. 20 Ar Größe in den Versuchsstreifen untersucht. In jeder der 6 Behandlungen wurden je Wiederholung 2x 1 m² Pflanzenbiomasse entnommen und daran die Ertragsbestimmungen vorgenommen. Proteingehalte wurden aus den Stickstoffgehalten durch Multiplikation mit dem Faktor 5,7 errechnet. Durch einen Abstand der Ernteflächen zu den Meßstellen am Standort Kleylehof war gewährleistet, dass Störungen z.B. durch einen Einbau der Meßeinrichtungen oder dort teilweise häufigere Bodenbearbeitung sich nicht auf die Ertragserhebungen auswirkten.

Die Entwicklung des Bestandes und möglicherweise vorkommende Krankheiten und Schädlinge in der zweiten Testfrucht wurden am 14.05.2013 sowie am 13.06.2013 bonitiert.

Da sich der im Jahr 2012 durch Quadratmeterschnitte erhobene Kornertrag als recht variabel erwies, wurde der Kornertrag im Juli 2013 durch Erntestreifen von 10 Meter Länge mit Hilfe eines Parzellenmähdreschers, Arbeitsbreite 1,5 Meter, ermittelt. Beim Versuchsstandort Seehof in Oggau wurden in jeder Parzelle zwei solcher Erntestreifen gedroschen, beim Standort Kleylehof in Nickelsdorf konnten aufgrund der Versuchsanlage drei Erntestreifen jeder Behandlung gedroschen werden. Aus den jeweiligen Erntestreifen der Parzellen wurde eine Mischprobe zur Ertragsbestimmung entnommen. Aufgrund des geänderten Ernteverfahrens konnte aber im Jahr 2013 der Strohertrag nicht ermittelt werden.

2.5 Statistische Auswertung

Der Versuch wurde als Split-Plot Anlage mittels zweifaktorieller Varianzanalyse (ANOVA) mit dem Großparzellenfaktor „Bearbeitung“ (Pflug / Grubber) und dem Kleinparzellenfaktor „Umbruchverfahren“ (früh ohne Gründüngung, früh mit Gründüngung, spät ohne Gründüngung) über beide Standorte hinweg ausgewertet. Der weitere Faktor „Wiederholung“ umfasst sowohl Unterschiede zwischen den beiden Standorten als auch Unterschiede zwischen den beiden Wiederholungen je Standort. Die Daten wurden mittels eines x-y-Plots der standardisierten Residuen gegen die vorhergesagten Werte auf Varianzhomogenität geprüft. In der Mehrzahl der Fälle war diese nicht gegeben. Hier wurden die logarithmierten Daten für die ANOVA herangezogen. Diese waren in der Regel varianzhomogen. Die Unterschiede zwischen den drei Umbruchverfahren wurden mittels paarweiser Mittelwertsvergleiche nach Tuckey geprüft.

3. Ergebnisse

3.1 Biomasseaufwuchs der Zwischenfruchtbegrünungen und Luzerne

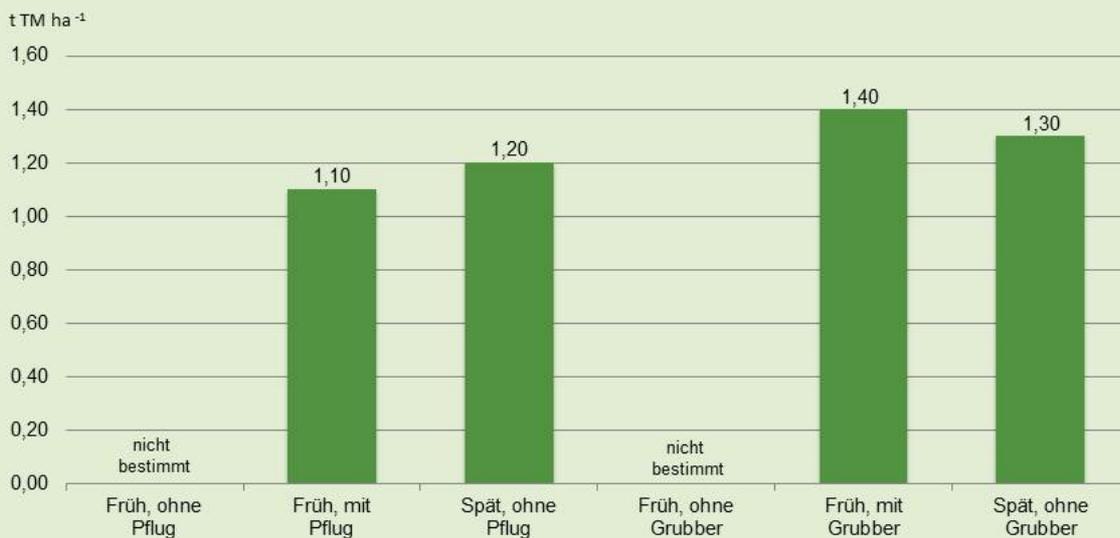
In der frühen Umbruchvariante (Umbruch am 18. August 2011) ohne Zwischenfrucht war nach Pflugbearbeitung eine Luzerne-Selbstbegrünung nur vereinzelt feststellbar, sodass auf die Fläche bezogen keine Biomasse bestimmbar war. Es war hier kein weiterer Arbeitsgang mehr erforderlich, um den Boden blank und unkrautfrei zu halten. Bei frühem Umbruch mit dem Grubber ohne Zwischenfrucht war eine weitere Grubberbearbeitung am 15. September erforderlich, um Luzerne-Selbstbegrünung und Bekräuter zu kontrollieren. Zum Zeitpunkt, als die Pflanzenbiomasse im Oktober bestimmt wurde, standen nur vereinzelt Pflanzen auf der Fläche. Die Biomasse wurde nicht erhoben. Bei frühem Umbruch mit Zwischenfrucht-Begrünung wurde diese unmittelbar nach der Bodenbearbeitung eingesät. Zum Zeitpunkt des Häckselns Ende September 2011 hatte die oberirdische Biomasse der Begrünung eine Trockenmasse von 1,1 bzw. 1,4 Tonnen pro Hektar in der Pflug- bzw. Grubbervariante erreicht. Der geringe Biomasseaufwuchs ist auf die ausgeprägte Trockenheit im Sommer 2011 zurückzuführen. Er bestand in der Pflugvariante zu etwa gleichen Teilen aus Luzerne-Selbstbegrünung und Zwischenfrüchten, während in der Grubbervariante die Luzerne-Selbstbegrünung gegenüber den Zwischenfrüchten überwog. Bei spätem Luzerne-Umbruch am 13.10.2011 war zum Zeitpunkt des Häckselns der Zwischenfrucht die Biomasse des zweiten Luzerneaufwuchses etwa ebenso hoch wie die in der frühen Umbruchvariante mit Zwischenfrucht-Begrünung (Abbildung 3).

Am Betrieb Kleylehof fand der Luzerneumbruch in der frühen Umbruchvariante bereits 27. Juli statt. Sowohl bei Pflug- wie auch bei Grubberbearbeitung wurde in der Behandlung ohne Zwischenfruchtansaat am 13. September eine weitere Bodenbearbeitung mit dem Flügelschargrubber durchgeführt, um Selbstbegrünung und Luzernenachwuchs zu kontrollieren und vergleichbare Bedingungen zum Betrieb Seehof zu gewährleisten. Trotzdem war in der Pflugbearbeitung die Biomasse der Selbstbegrünung (Unkräuter) etwa ebenso hoch wie die Pflanzenbiomasse in der Zwischenfrucht-Variante. Bei Grubberbearbeitung waren dagegen nur vereinzelt Pflanzen sichtbar; ihre Biomasse wurde nicht erhoben. Die Zwischenfrucht wurde am 28.07.2011 gesät und am 31.10.2011 gehäckselt. Zu diesem Termin war der Biomasseaufwuchs bestehend aus Zwischenfrüchten und Unkräutern mit 0,5 bis 0,6 Tonnen pro Hektar (Abbildung 4) nur etwa halb so hoch wie am Betrieb Seehof. Auch hier war Wasser der limitierende Faktor. Bei spätem Luzerne-Umbruch am 31.10.2011 war zum Zeitpunkt des Häckselns der Zwischenfrucht die Biomasse des zweiten Luzerneaufwuchses bereits vertrocknet und wurde nicht erhoben.

Statistisch gesichert war der Unterschied in der Pflanzenbiomasse zwischen den beiden Betrieben, nicht aber zwischen den beiden Bodenbearbeitungsverfahren Pflug und Grubber. Zwischen den Umbruchverfahren war über beide Betriebe hinweg durch die ANOVA wegen fehlenden Werten bei der Behandlung Grubberbearbeitung und früher Umbruch ohne Begrünung kein Unterschied absicherbar. Der Tukey-Test ergab trotzdem eine höhere Pflanzenbiomasse bei spätem Umbruch ohne Zwischenfrucht-Begrünung, vor allem bestehend aus Luzerne, als bei frühem Umbruch ohne Begrünung, wo eine ein- bis zweimalige Bodenbearbeitung stattfand (Tabelle 3).

Die gesamt-pflanzliche Stickstoffaufnahme, die anhand der oberirdischen N-Aufnahme und des Verhältnisses von oberirdischer zu unterirdischer Pflanzenbiomasse aus der Literatur abgeschätzt wurde, betrug am Standort Seehof in den Begrünungen und der Luzerne etwa 80 bis 100 kg N pro Hektar (Abbildung 5). Am Kleylehof war sie nur knapp halb so hoch (Abbildung 6). Der Stickstoffgehalt der Pflanzenbiomasse lag in den Beikraut-dominierten Parzellen bei 3 % und bei den Zwischenfrucht-Begrünungen und der Luzerne bei etwa 4 %. Insgesamt zeigte die gesamt-pflanzliche N-Aufnahme ein ähnliches Bild wie die Pflanzenbiomasse. Statistisch gesichert waren der Unterschied zwischen den beiden Betrieben und der Einfluss der Bodenbearbeitung: Bei Grubberbearbeitung war die N-Aufnahme höher als bei Pflugbearbeitung. Die N-Aufnahme bei frühem Umbruch ohne Begrünung war gemäß dem Tukey-Test geringer als bei frühem Umbruch mit Begrünung und bei spätem Umbruch (Tabelle 3).

Pflanzenbiomasse Seehof, September 2011

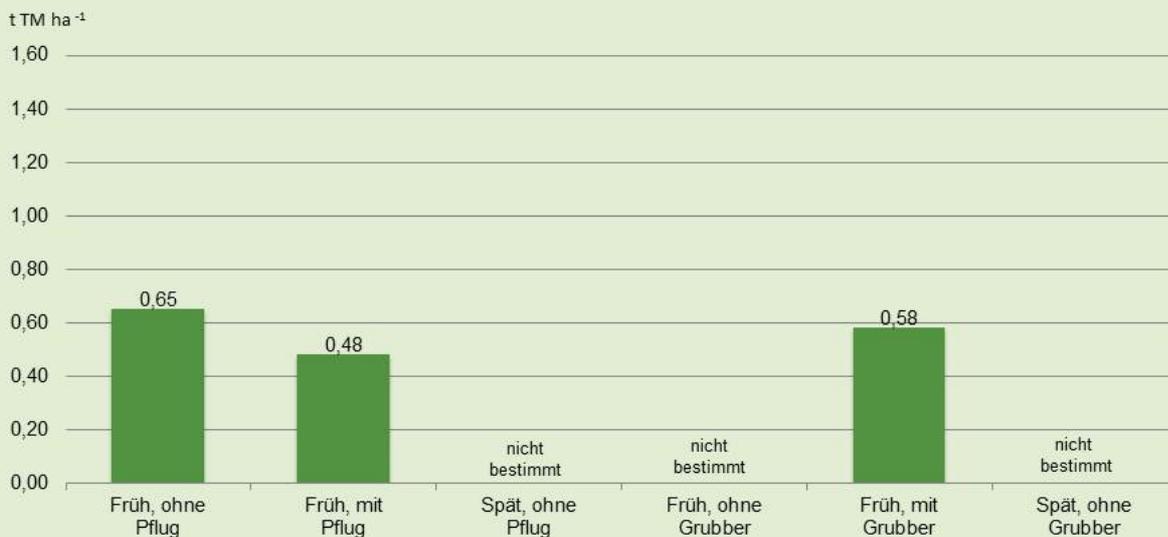


Quelle: IfÖL

Früh: früher Umbruch; spät: später Umbruch; ohne: ohne Zwischenfrucht-Begrünung; mit: mit Zwischenfrucht-Begrünung; nicht bestimmt: keine Biomasse bestimmt, da nur vereinzelter Pflanzenbewuchs

Abbildung 3: Biomasse des Pflanzenaufwuchses am Betrieb Seehof vor dem Häckseln

Pflanzenbiomasse Kleylehof, Oktober 2011

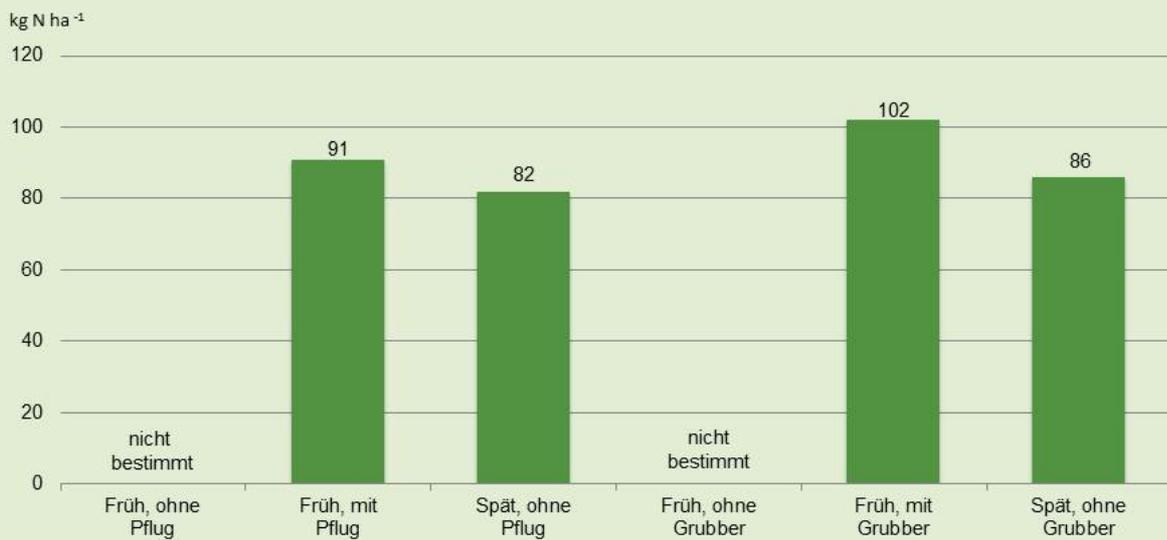


Quelle: IfÖL

Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 4: Biomasse des Pflanzenaufwuchses am Betrieb Kleylehof vor dem Häckseln

Ges. N Aufnahme der Begrünung Seehof, September 2011

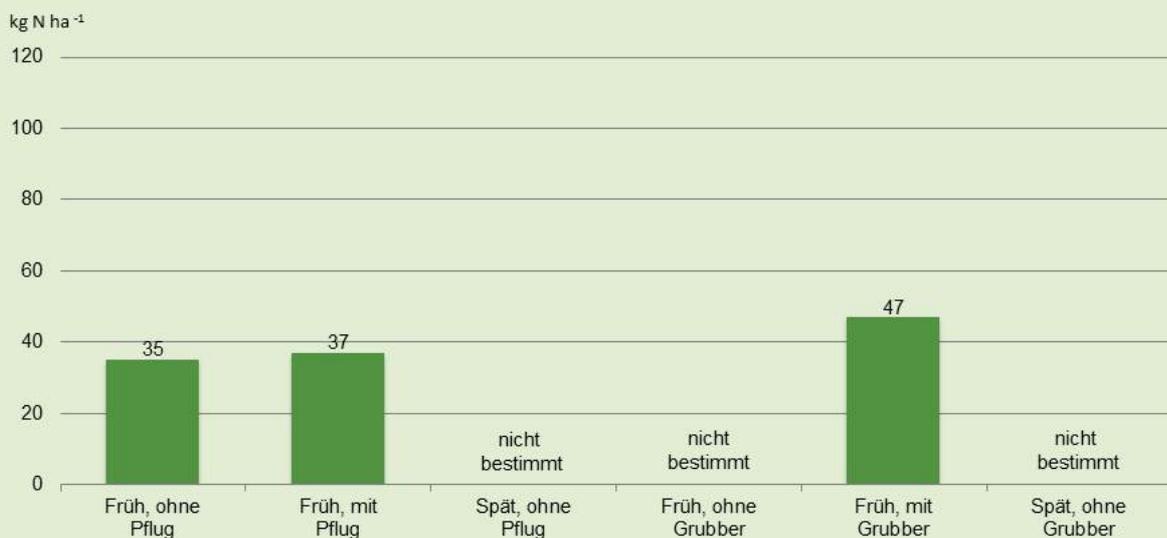


Quelle: IfÖL

Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 5: Gesamtpflanzliche N-Aufnahme der Zwischenfrüchte (Behandlung mit Begrünung) und der Luzerneselbstbegrünung (Behandlung später Umbruch) am Betrieb Seehof vor dem Häckseln

Ges. N Aufnahme der Begrünung Kleylehof, Oktober 2011



Quelle: IfÖL

Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 6: Gesamtpflanzliche N-Aufnahme der Zwischenfrüchte (Behandlung mit Begrünung) und Beikräuter (Behandlung früher Umbruch ohne Begrünung) am Betrieb Kleylehof vor dem Häckseln

Tabelle 3: Pflanzenbiomasse (t TM ha⁻¹) und gesamt-pflanzliche N-Aufnahme (kg N ha⁻¹) vor dem Häckseln in den Bodenbearbeitungsverfahren und Umbruchvarianten. Mittelwerte beider Betriebe mit Standardabweichungen sowie statistische Signifikanzen.

	Pflanzenbiomasse			Gesamt-pflanzliche N-Aufnahme		
	Mittel	Stabw [§]	Sign	Mittel	Stabw	Sign
Wiederholung / Betrieb	-	-	**	-	-	**
Bodenbearbeitung * Wiederholung	-	-	ns	-	-	ns
Bodenbearbeitung * Umbruchverf.	-	-	ns	-	-	ns
Bodenbearbeitung	-	-	ns	-	-	*
Pflug	0,86	0,74	a	61	35	a
Grubber	1,10	0,56	a	78	35	b
Umbruchverfahren	-	-	ns	-	-	ns
Früh, ohne	0,65	0,01	a	36	4	a
Früh, mit	0,89	0,49	ab	69	36	b
Spät, ohne	1,26	0,55	b	84	35	b

[§]Stabw: Standardabweichung; Sign: Signifikanz; Früh: früher Umbruch; Spät: später Umbruch; ohne bzw. mit: ohne bzw. mit Zwischenfrucht-Begrünung; Signifikanz: +: $P < 0,10$; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; n.s.: $P > 0,10$; Mittelwerte von Bodenbearbeitungsverfahren bzw. Umbruchverfahren mit gleichen Kleinbuchstaben unterscheiden sich nicht signifikant ($P < 0,05$, Tukey-Test).

3.2 Gravimetrische Bodenwassergehalte

Im beobachteten Zeitraum waren am Betrieb Seehof die gravimetrischen Wassergehalte in der Krume (0 bis 30 cm) zur ersten Beprobung Anfang November 2011 nach der Winterweizensaat mit etwa 16 % bis 18 % am geringsten. Sie nahmen bis Februar 2012 um etwa 6 % bis 8 % zu und danach bis März wieder auf Werte um oder knapp unter 20 % ab (Abbildung 7).

Die Bodenwassergehalte in 30 bis 60 cm Bodentiefe zeigten einen analogen Verlauf, waren aber zu den beiden ersten Terminen um etwa 3 % bis 4 % geringer als in der Krume. Zum dritten Termin im März 2012 hatte sich der Unterschied auf etwa 1 % bis 2 % verringert (Abbildung 8)

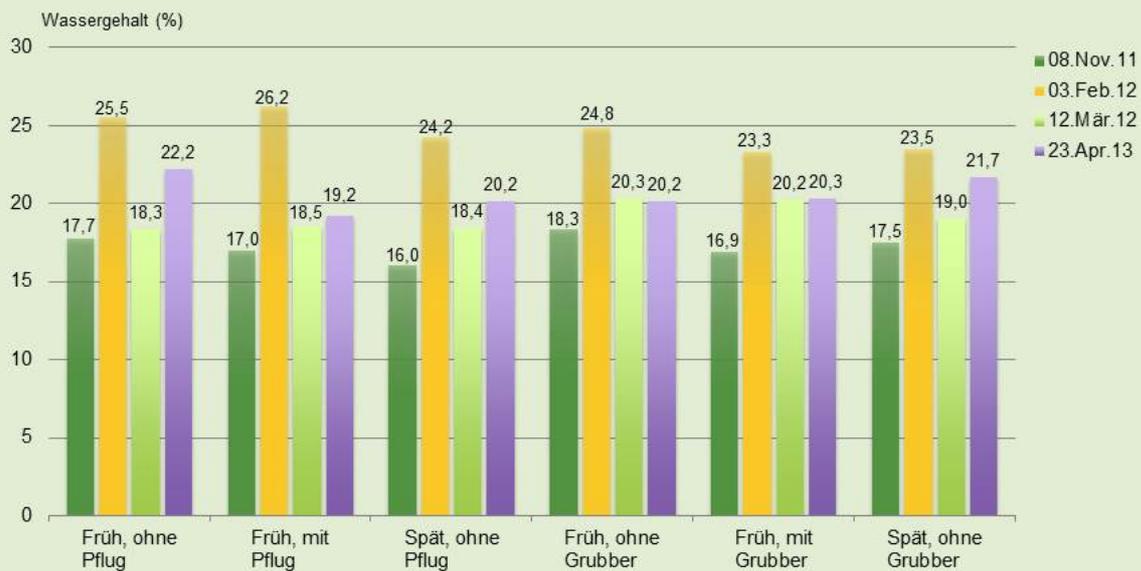
In 60 bis 90 cm Bodentiefe waren die Bodenwassergehalte nochmals um etwa 3 % bis 5 % geringer. Im Gegensatz zu den beiden oberen Schichten nahm der Wassergehalt von November 2011 bis März 2012 aber nicht zu; die Werte blieben annähernd gleich (Abbildung 9).

Unter der zweiten Folgefrucht, ebenfalls Winterweizen am Standort Seehof, waren die Wassergehalte nach Grundbodenbearbeitung und Saat im Sommer bis Herbst 2012 am 23. April 2013 in 0 – 30 cm Bodentiefe mit Werten von etwa 19 bis 21 % wenig höher als im März des Vorjahres. Im Unterboden (30 – 90 cm) waren sie jedoch mit Werten von zumeist 22 bis 25 % deutlich höher als im März 2012 (Abbildungen 7 – 9).

Am Kleylehof waren die Wassergehalte mit Werten zwischen 8 % und gut 19 % geringer als am Seehof. Während in der Krume nach einer Zunahme der Wassergehalte von November 2011 bis Februar 2012 diese bis März 2012 wieder etwas zurückgingen, trat diese Abnahme im Unterboden nicht auf.

Im April 2013, nach Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug (Pflugvarianten) bzw. Grubber (Grubbervarianten) und Saat im Sommer bis Herbst 2012, unter der zweiten Testfrucht Triticale waren die Wassergehalte im Oberboden etwas geringer als im März 2012, während im Unterboden die Werte stark variabel waren und keine klare Zu- oder Abnahme erkennbar war (Abbildung 10 und 11).

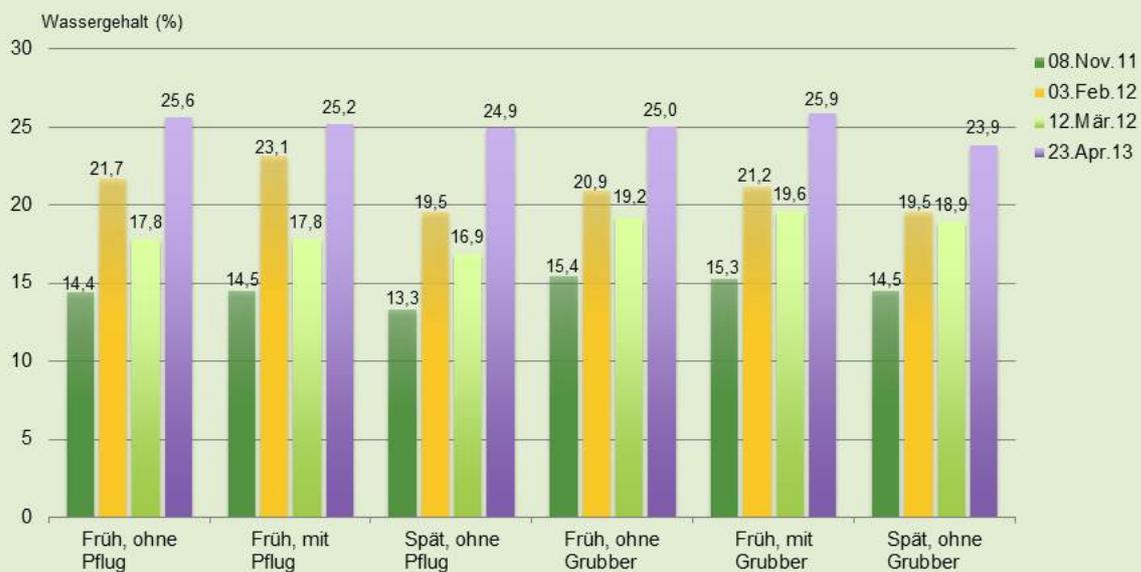
Bodenwassergehalt in 0 – 30 cm, Seehof



Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 7: Gravimetrische Bodenwassergehalte in 0 bis 30 cm Bodentiefe am Betrieb Seehof

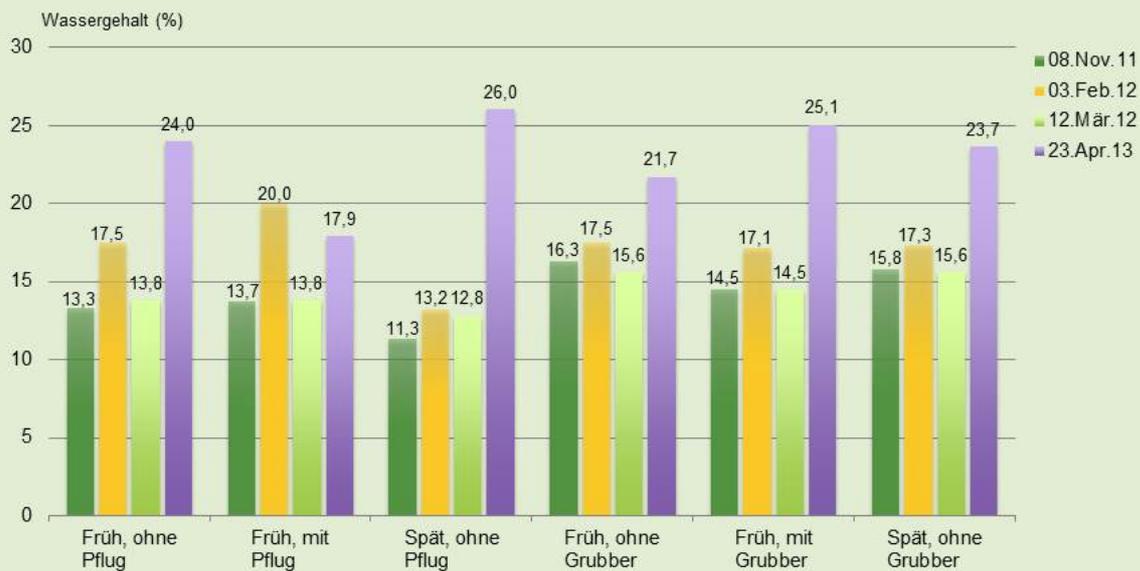
Bodenwassergehalt in 30 – 60 cm, Seehof



Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 8: Gravimetrische Bodenwassergehalte in 30 bis 60 cm Bodentiefe am Betrieb Seehof

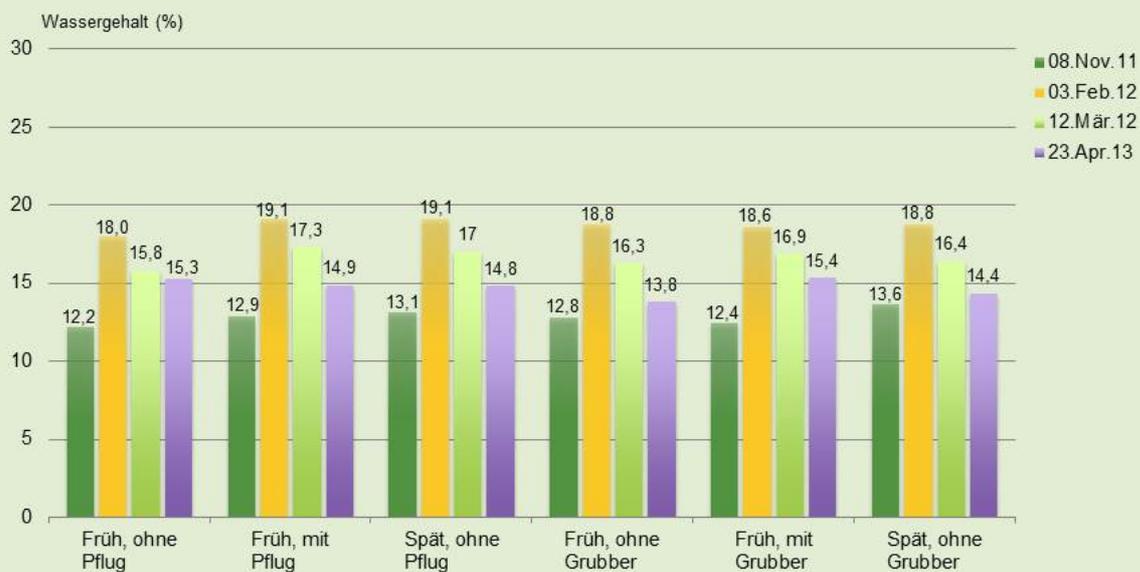
Bodenwassergehalt in 60 – 90 cm, Seehof



Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 9: Gravimetrische Bodenwassergehalte in 60 bis 90 cm Bodentiefe am Betrieb Seehof

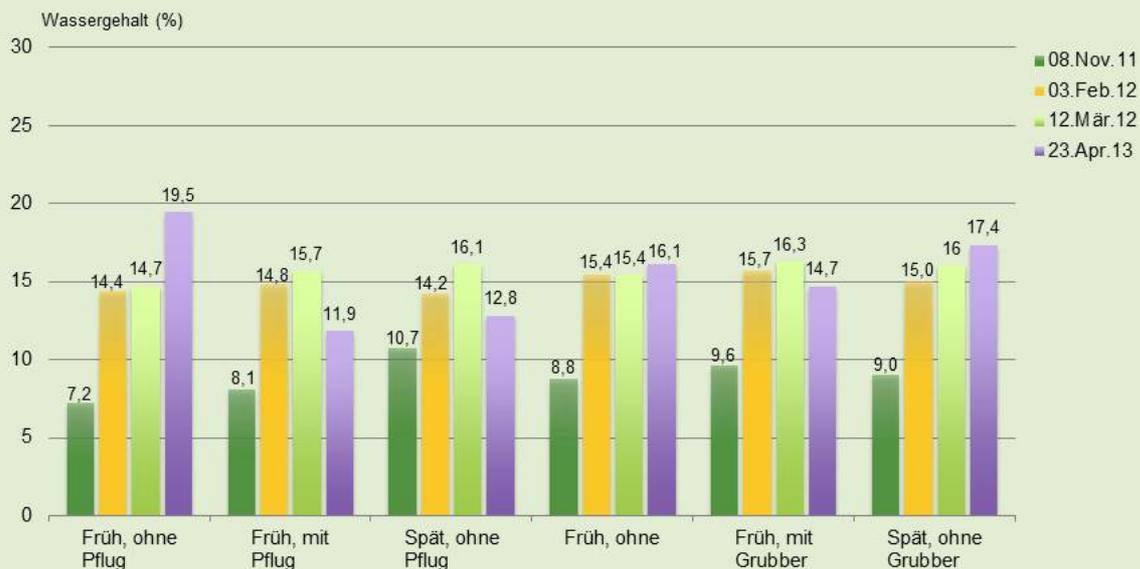
Bodenwassergehalt in 0 – 30 cm, Kleylehof



Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 10: Gravimetrische Bodenwassergehalte in 0 bis 30 cm Bodentiefe am Betrieb Kleylehof

Bodenwassergehalt in 30 – 60 cm, Kleylehof



Quelle: IfÖL

Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 11: Gravimetrische Bodenwassergehalte in 30 bis 60 cm Bodentiefe am Betrieb Kleylehof

In 0 – 30 cm (Tabelle 3) und 30 – 60 cm Bodentiefe (Tabelle 4) waren die Wassergehalte am Betrieb Seehof zu allen Terminen signifikant höher als am Betrieb Kleylehof. Die Bodenbearbeitung zeigte über beide Standorte hinweg zu keinem Untersuchungstermin einen signifikanten ($P < 0,05$) Effekt auf die Wassergehalte. In 0 – 30 cm Bodentiefe war zum dritten Beprobungstermin im März 2012 die Interaktion zwischen Bodenbearbeitung und Wiederholung signifikant: die Wassergehalte waren am Seehof nach Grubberbearbeitung höher als nach Pflugbearbeitung (Abbildung 7), während am Kleylehof kein Bodenbearbeitungseinfluss auftrat (Abbildung 10). Die Interaktion zwischen Bodenbearbeitung und Wiederholung war ebenfalls in 30 – 60 cm Bodentiefe signifikant, allerdings hier im Februar 2012: am Seehof waren die Wassergehalte nach Grubberbearbeitung etwas geringer als nach Pflugbearbeitung, während am Kleylehof der gegenteilige Effekt auftrat. In 60 – 90 cm Bodentiefe waren am Seehof nur zum dritten Termin wiederum die Wassergehalte bei Grubberbearbeitung etwas erhöht gegenüber Pflugbearbeitung ($P < 0,10$). Insgesamt deuten die Ergebnisse auf einen schwach ausgeprägten wassersparenden Effekt der Grubberbearbeitung gegenüber Pflugeinsatz hin.

Das Umbruchverfahren hatte zu keinem Termin einen Einfluss auf die Wassergehalte in 0 – 30 cm (Tabelle 4) und 60 – 90 cm Bodentiefe (Tabelle 5). In 30 – 60 cm Bodentiefe waren die Wassergehalte im Februar 2012 bei spätem Umbruch geringer als bei frühem Umbruch mit Begrünung (Tabelle 5). Dies deutet, hauptsächlich am Seehof, auf einen höheren Wasserverbrauch der spät umgebrochenen Luzerne gegenüber frühem Luzerneumbruch hin.

Der für 0 bis 60 cm Bodentiefe errechnete Bodenwasservorrat im Mittel beider Betriebe war im November 2011 mit etwa 118 mm am geringsten, nahm bis Februar 2012 auf etwa 175 mm zu und dann bis März 2012 wieder etwas ab auf etwa 156 mm. Die Feldkapazität schwach sandiger, lehmiger Böden mit geringer bzw. mittlerer Lagerungsdichte, wie sie hier für den Seehof bzw. Kleylehof zugrunde gelegt wurde, liegt bei 33 bzw. 40 %_{vol} (ARBEITSGRUPPE BODEN, 1994, S. 298) was ca. 198 mm bzw. 240 mm Bodenwasservorrat in 0 bis 60 cm Bodentiefe entspricht. Der Vergleich mit den Wasservorräten (Tabelle 6) zeigt, dass das Wasser-Speichervermögen der Böden zu den Meßzeitpunkten im Mittel der Parzellen nicht erreicht wurde. Im Jänner 2012 trat in einer Niederschlagsperiode auf einigen Parzellen des Kleylehofs Sickerung auf (Feichtiger, Bundesamt für Wasserwirtschaft, 2013, mündliche Mitteilung).

Entsprechend dem Unterschied in den Wassergehalten zwischen den Betrieben war auch der Bodenwasservorrat in 0 – 60 cm im November 2011 und Februar 2012 signifikant unterschiedlich (Tabelle 6), d.h. am Kleylehof geringer als am Seehof. Ein Einfluss der Bodenbearbeitung auf den Bodenwasservorrat war nicht eindeutig. Im Februar 2012 trat eine Interaktion mit der Wiederholung auf, d.h. nach Grubberbearbeitung war der Wasservorrat am Seehof etwas geringer und am Kleylehof etwas höher als nach Pflugbearbeitung.

Wie in den Wassergehalten (Tabelle 5) zeigt sich ein schwacher Effekt der Umbruchverfahren auch im Bodenwasservorrat im Februar 2012 in einem etwas geringeren Wert bei spätem Luzerneumbruch als bei frühem Umbruch ($P < 0,10$; Tabelle 6).

Im April 2013 unter der zweiten Testfrucht zeigte sich im Bodenwasservorrat kein klarer Bodenbearbeitungs- oder Umbrucheffect, aber eine signifikante Wechselwirkung zwischen Bodenbearbeitung und Umbruchverfahren (Tabelle 6): bei frühem Umbruch mit dem Pflug ohne Begrünung (175 mm) war der mittlere Bodenwasservorrat gegenüber frühem Umbruch mit Begrünung (139 mm) erhöht, während sich dieser Unterschied bei Grubber-Bearbeitung nicht zeigte (156 bzw. 157 mm in den beiden Umbruch-Varianten). Zugleich trat dieser Unterschied im mittleren Bodenwasservorrat zwischen den frühen Pflug-Umbruchvarianten mit und ohne Begrünung an beiden Standorten jeweils nur in einer der beiden Wiederholungen auf (Ergebnisse nicht dargestellt, Tendenz ($P < 0,10$) eines Effekts der Wiederholung; Tabelle 6). Diese Variabilität innerhalb der Standorte sowie das nur einmalige Auftreten dieser Wechselwirkung von Bodenbearbeitung und Umbruchverfahren erschweren die Beurteilung, welchen Einfluss die im Sommer 2011 differenzierte Bodenbearbeitung beim Luzerneumbruch und die im Sommer 2012 nach der Weizenernte nur am Kleylehof erneut differenzierte Bodenbearbeitung gehabt hatten.

Tabelle 4: Gravimetrische Bodenwassergehalte (%) in 0 bis 30 cm Bodentiefe in den Bodenbearbeitungsverfahren und Umbruchvarianten. Mittelwerte beider Betriebe mit Standardabweichungen sowie statistische Signifikanzen.

	8. Nov. 2011			3. Feb. 2012			12. März 2012			23. April 2013		
	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign
Wiederholung / Betrieb	-	-	**	-	-	**	-	-	+	-	-	*
Bodenbearbeitung * Wiederholung	-	-	ns	-	-	ns	-	-	*	-	-	ns
Bodenbearbeitung * Umbruchverf.	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns	-	-	+
Bodenbearbeitung	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns
Pflug	14,8	2,3	a	22,0	3,6	a	17,5	1,1	a	17,7	3,3	a
Grubber	15,2	2,6	a	21,3	2,8	a	18,1	1,9	a	17,6	3,5	a
Umbruchverfahren	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns
Früh, ohne	15,2	3,0	a	21,8	3,7	a	17,7	2,0	a	17,9	3,7	a
Früh, mit	14,8	2,5	a	21,8	3,5	a	18,2	1,4	a	17,4	2,6	a
Spät, ohne	15,1	2,0	a	21,4	2,7	a	17,7	1,2	a	17,7	3,9	a

Legende siehe Tabelle 3

Tabelle 5: Gravimetrische Bodenwassergehalte (%) in 30 bis 60 cm Bodentiefe in den Bodenbearbeitungsverfahren und Umbruchvarianten. Mittelwerte beider Betriebe mit Standardabweichungen sowie statistische Signifikanzen.

	8. Nov. 2011			3. Feb. 2012			12. März 2012			23. April 2013		
	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign
Wiederholung / Betrieb	-	-	*	-	-	*	-	-	*	-	-	*
Bodenbearbeitung * Wiederholung	-	-	ns	-	-	*	-	-	ns	-	-	ns
Bodenbearbeitung * Umbruchverf.	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns
Bodenbearbeitung	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns
Pflug	11,4	3,3	a	18,0	4,1	a	16,5	1,5	a	20,0	6,2	a
Grubber	12,1	3,3	a	18,0	2,7	a	17,5	2,1	a	20,5	4,8	a
Umbruchverfahren	-	-	ns	-	-	*	-	-	ns	-	-	ns
Früh, ohne	11,5	3,9	a	18,1	3,5	ab	16,7	2,2	a	21,5	4,3	a
Früh, mit	11,9	3,6	a	18,7	4,0	b	17,3	1,8	a	19,4	6,7	a
Spät, ohne	11,9	2,7	a	17,1	2,9	a	17,0	1,7	a	19,7	5,6	a

Legende siehe Tabelle 3

3.3 Mineralstickstoffgehalte im Boden

Mineralischer Stickstoff lag auf beiden Betrieben und zu den drei Zeitpunkten der Untersuchung überwiegend als Nitrat vor (ca. 95 %). Die Ammoniumgehalte (ca. 5 %) lagen bei etwa 4 bis 8 kg ha⁻¹ (Ergebnisse nicht dargestellt).

Die Mineralstickstoffgehalte am Betrieb Seehof in 0 bis 90 cm Bodentiefe bewegten sich zu den drei Untersuchungsterminen im November 2011, Februar und März 2012 im Bereich von 90 bis 160 kg N ha⁻¹. Während der Untersuchungsperiode nahm die Stickstoffmenge in der Krume etwas ab, was eine Verlagerung von einem Teil des Stickstoffs in 30 bis 60 cm Bodentiefe anzeigt. Dort nahmen die Gehalte etwas zu. In 60 bis 90 cm Tiefe blieben die Gehalte nahezu unverändert (Abbildung 12 bis 14).

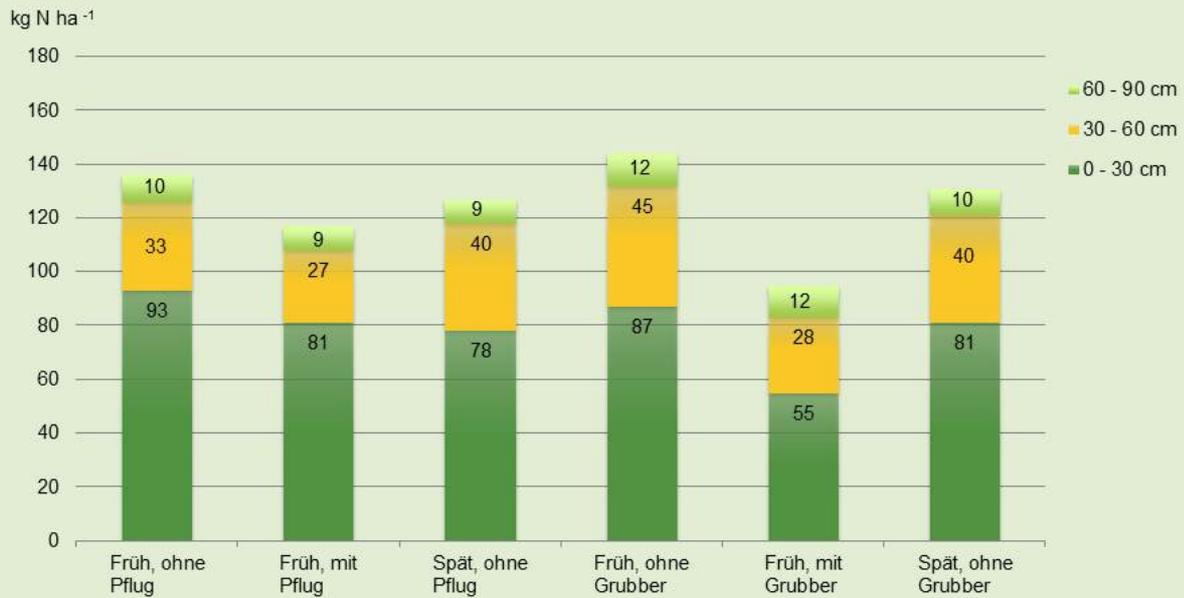
Das hohe Niveau der Werte ist im Zusammenhang mit der Trockenheit während der Untersuchungsperiode und der vergleichsweise geringen Biomassebildung der Zwischenfrucht zu sehen, die eine nur geringe Stickstoffaufnahme mit sich brachte.

Unter der zweiten Testfrucht, ebenfalls Winterweizen, im April 2013 waren die Mineralstickstoffgehalte in 0 bis 90 cm Bodentiefe mit etwa 50 bis 80 kg N ha⁻¹ geringer als im Jahr davor unter der ersten Winterweizen-Testfrucht. Sie verteilten sich in etwa gleichmäßig auf die drei untersuchten Bodenschichten (Abbildung 15).

Die N_{min}-Gehalte der am 8.11.2011 genommenen Bodenproben am Betrieb Kleylehof waren teilweise extrem hoch, ein Wert bei 700 kg N ha⁻¹ und ein Wert bei 320 kg N ha⁻¹, die restlichen Werte bei etwa 70 bis 220 kg N ha⁻¹. Sie wurden deshalb als fehlerhaft nicht berücksichtigt. Da vom Bundesamt für Wasserwirtschaft an diesem Standort im November 2012 auch einige außergewöhnlich hohe Nitratkonzentrationen im Sickerwasser gemessen wurden (Feichtiger, 2013, mündliche Mitteilung), kann nicht völlig ausgeschlossen werden, dass die N_{min}-Gehalte vom 8.11.2011 doch korrekt waren. Gegen diese Möglichkeit spricht aber das Auftreten von zwei extrem hohen Werten, die nicht erklärbar scheinen, und damit auch die Richtigkeit der übrigen Werte in Frage stellen. Ansonsten waren die Mineralstickstoffgehalte zumeist auf dem gleichen Niveau wie am Seehof. Einzig am 3. Februar 2012 zeigt eine Parzelle der Behandlung „Frühe Pflugbearbeitung mit Zwischenfrucht“ einen Extremwert von ca. 215 kg N ha⁻¹ in 30 – 60 cm Bodentiefe. Hier kann ein Fehler nicht ausgeschlossen werden; dieser Wert wurde deshalb nicht berücksichtigt. Von Februar bis März 2012 nahmen die Werte in der Krume im Mittel etwas zu; während sie im Unterboden etwas zurück gingen (Abbildung 16 und 17). Dies deutet auf eine Stickstoffmineralisierung in der Krume und eine mögliche Verlagerung von Nitrat aus dem Bereich von 30 bis 60 cm hin.

Unter der zweiten Testfrucht Triticale im April 2013 waren die N_{min}-Gehalte deutlich niedriger als im Jahr 2012 und bewegten sich auf den meisten Parzellen in einem Bereich von 15 bis 20 kg N ha⁻¹. Lediglich in der Variante später Umbruch mit Pflugbearbeitung traten höhere Werte von 31 und 69 kg N ha⁻¹, im Mittel 51 kg N ha⁻¹, auf (Abbildung 18). Neben der hohen Standortheterogenität kann dies auch auf eine in dieser Variante höhere N-Mineralisierung zurückzuführen sein, denn hier fand im Sommer 2012 erneut, wie im Vorjahr, eine differenzierte Bodenbearbeitung – Pflugbearbeitung in den Pflugvarianten, Grubberbearbeitung in den Grubbervarianten (vgl. Tabelle 2) – statt.

Mineralstickstoff Seehof, 8. November 2011

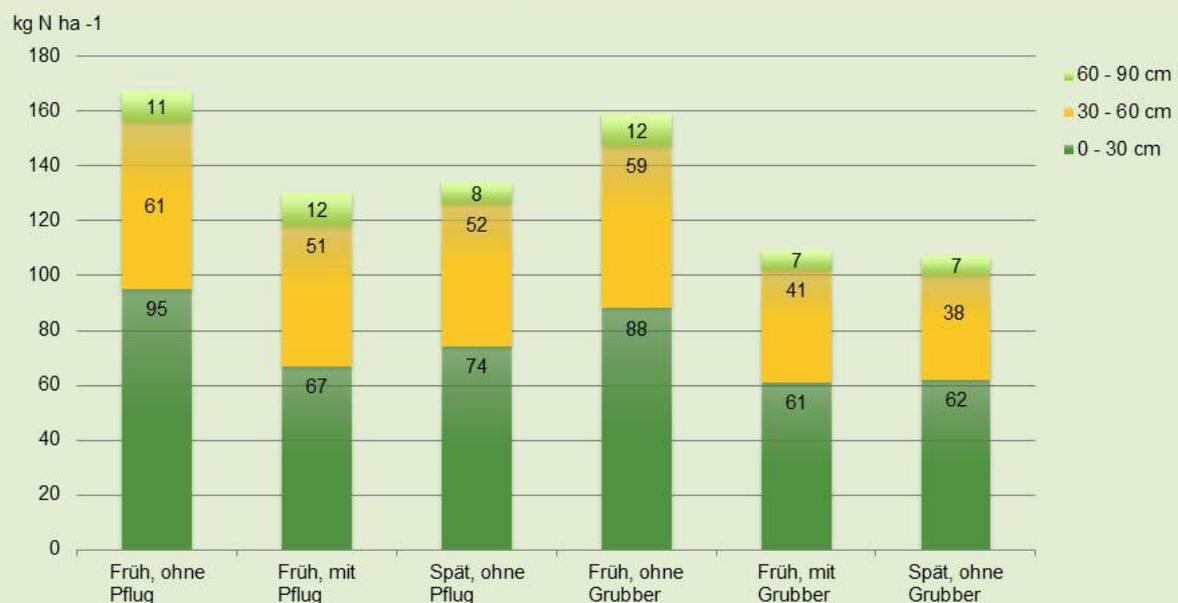


Quelle: IfÖL

Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 12: Mineralstickstoffgehalte in 0 bis 90 cm Bodentiefe am Betrieb Seehof, 8. November 2011

Mineralstickstoff Seehof, 3. Februar 2012

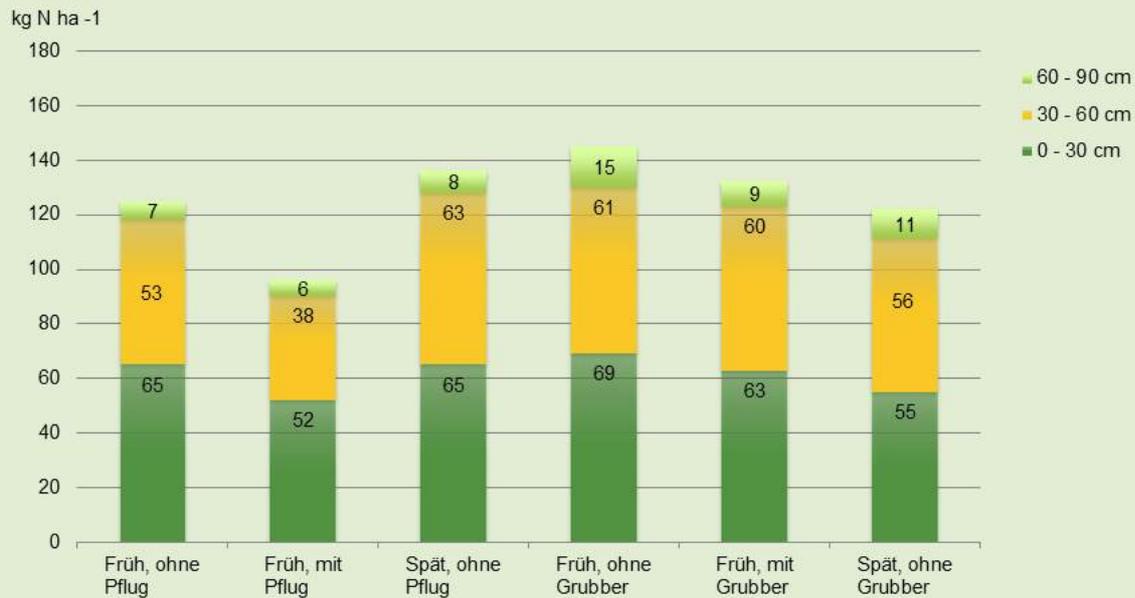


Quelle: IfÖL

Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 13: Mineralstickstoffgehalte in 0 bis 90 cm Bodentiefe am Betrieb Seehof, 3. Februar 2012

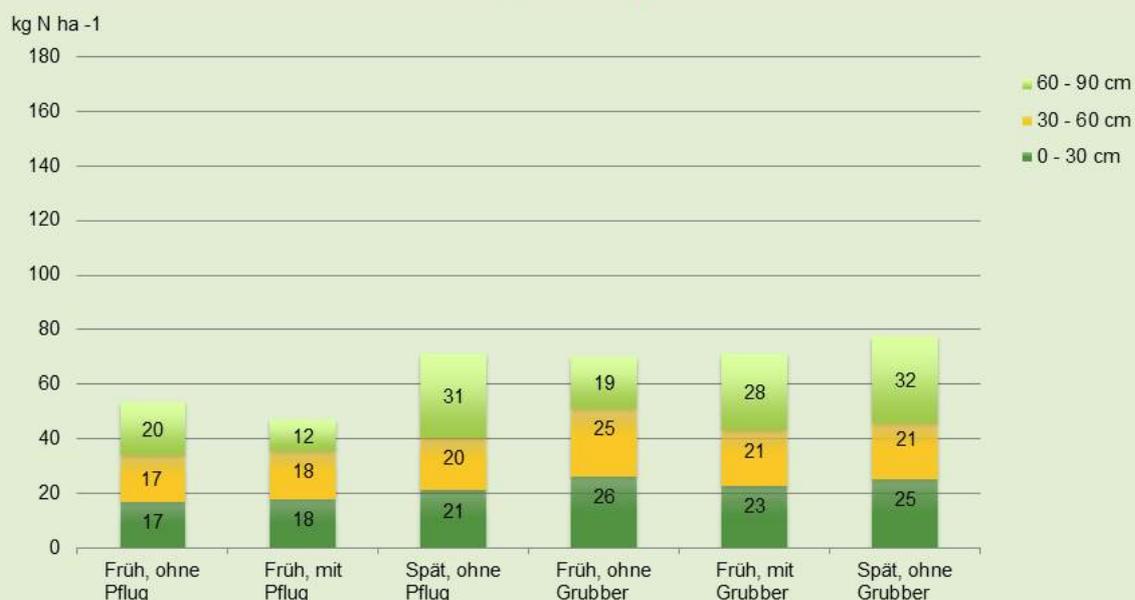
Mineralstickstoff Seehof, 12. März 2012



Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 14: Mineralstickstoffgehalte in 0 bis 90 cm Bodentiefe am Betrieb Seehof, 12. März 2012

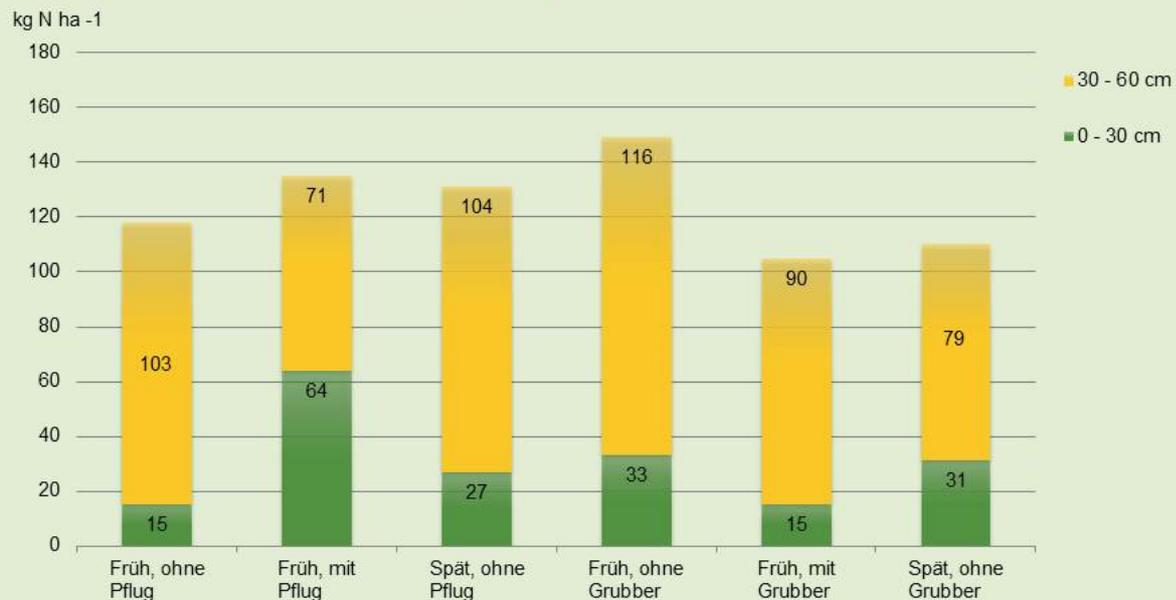
Mineralstickstoff Seehof, 23. April 2013



Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 15: Mineralstickstoffgehalte in 0 bis 90 cm Bodentiefe am Betrieb Seehof, 23. April 2013

Mineralstickstoff Kleylehof, 3. Februar 2012

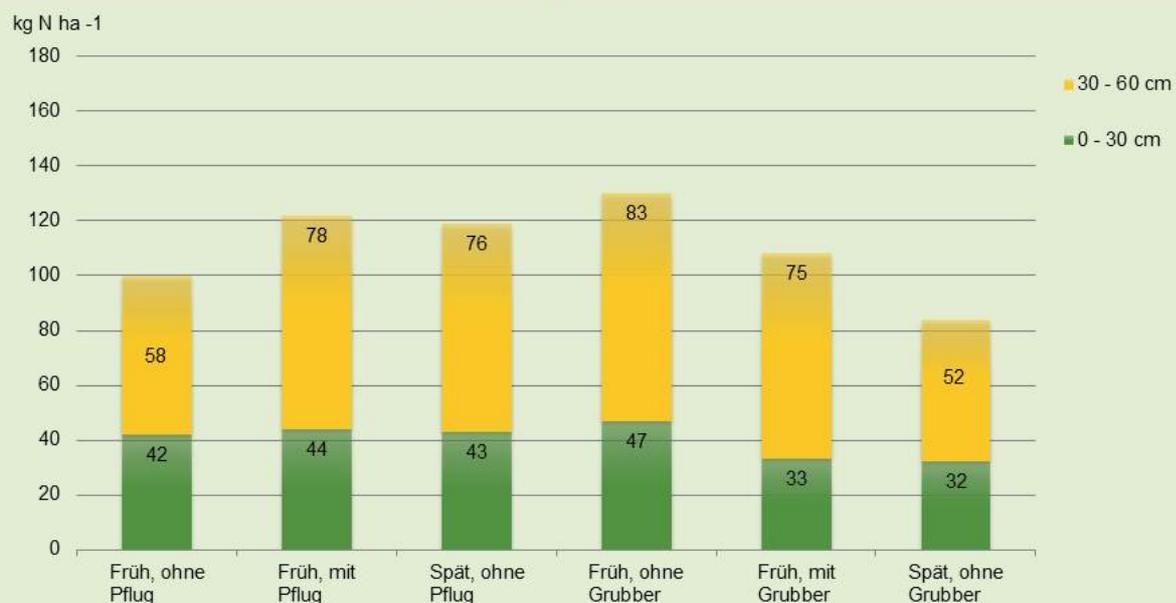


Quelle: IfÖL

Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 16: Mineralstickstoffgehalte in 0 bis 60 cm Bodentiefe am Betrieb Kleylehof, 3. Februar 2012

Mineralstickstoff Kleylehof, 12. März 2012

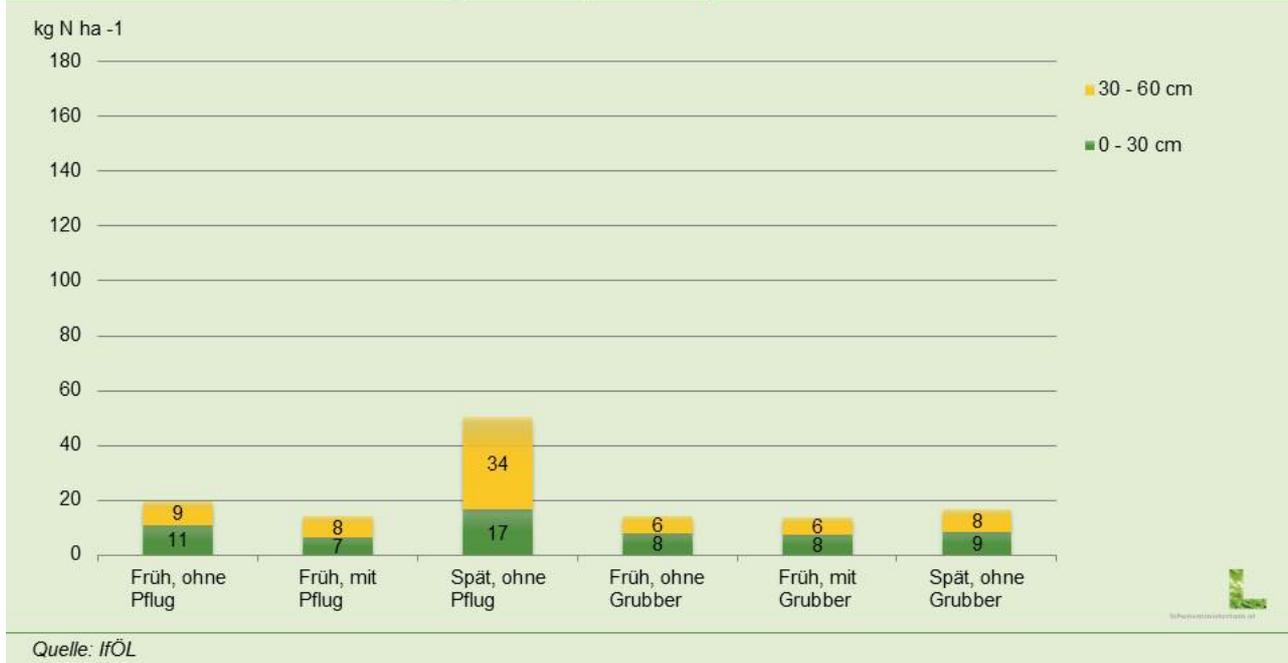


Quelle: IfÖL

Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 17: Mineralstickstoffgehalte in 0 bis 60 cm Bodentiefe am Betrieb Kleylehof, 12. März 2012

Mineralstickstoff Kleylehof, 23. April 2013



Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 18: Mineralstickstoffgehalte in 0 bis 60 cm Bodentiefe am Betrieb Kleylehof, 23. April 2013

Die Varianzanalyse ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Betrieben, keine signifikanten Interaktionen und keinen Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Mineralstickstoffgehalte im Zeitraum November 2011 bis März 2012 unter der ersten Testfrucht Winterweizen. Die Umbruchverfahren zeigten nur im Februar 2012 einen absicherbaren Effekt: die N_{min}-Gehalte in 0 bis 90 cm Bodentiefe waren bei frühem Umbruch mit Begrünung mit 111 kg N_{min} pro Hektar geringer als bei frühem Umbruch ohne Begrünung mit 148 kg N_{min} pro Hektar; die Gehalte der Behandlung mit spätem Umbruch lagen dazwischen (Tabelle 7). Ein davon abweichender Effekt – keine Reduktion der N_{min}-Gehalte in 0 – 60 cm Bodentiefe am Kleylehof bei Pflugbearbeitung mit Begrünung – kann mit der in etwa ebenso hohen gesamt-pflanzlichen N-Aufnahme in der Behandlung ohne Begrünung durch die Unkraut-Selbstbegrünung in Zusammenhang gebracht werden.

Unter der zweiten Testfrucht, Winterweizen am Seehof und Triticale am Kleylehof, zeigte sich im April 2013 eine signifikante Interaktion zwischen Bodenbearbeitung und Wiederholung (= Standort): Die Mineralstickstoffgehalte waren am Seehof in den Parzellen mit Grubberbearbeitung im Mittel höher als in denen mit Pflugbearbeitung, während am Kleylehof aufgrund des hohen N_{min}-Gehalts in den Parzellen mit Pflugbearbeitung und spätem Umbruch im Mittel der gegenteilige Bodenbearbeitungseffekt auftrat (Tabelle 7, Abbildungen 15 und 18).

Bei spätem Umbruch waren die Mineralstickstoffgehalte zu diesem Zeitpunkt signifikant erhöht gegenüber den beiden frühen Umbruchvarianten (ohne und mit Begrünung) (Tabelle 7). Auch hier wirkte sich der hohe N_{min}-Gehalt auf den Parzellen mit Pflugbearbeitung und spätem Umbruch am Kleylehof aus (Abbildung 18).

Tabelle 6: Bodenwasservorrat (mm) in 0 – 60 cm Bodentiefe in den Bodenbearbeitungsverfahren und Umbruchvarianten. Mittelwerte beider Betriebe mit Standardabweichungen sowie statistische Signifikanzen.

	8. Nov. 2011			3. Feb. 2012			12. März 2012			23. April 2013		
	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign
Wiederholung / Betrieb	-	-	*	-	-	*	-	-	ns	-	-	+
Bodenbearbeitung * Wiederholung	-	-	ns	-	-	*	-	-	ns	-	-	+
Bodenbearbeitung * Umbruchverf.	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns	-	-	*
Bodenbearbeitung	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns
Pflug	116	18	a	177	16	a	152	7	a	168	32	a
Grubber	121	19	a	174	13	a	159	9	a	170	25	a
Umbruchverfahren	-	-	ns	-	-	+	-	-	ns	-	-	+
Früh, ohne	117	23	a	176	20	a	153	10	a	176	24	a
Früh, mit	118	20	a	179	21	a	159	7	a	164	32	a
Spät, ohne	119	13	a	170	13	a	155	8	a	167	30	a

Legende siehe Tabelle 3

Tabelle 7: Mineralstickstoffgehalt (kg N ha⁻¹) in 0 bis 90 cm Bodentiefe in den Bodenbearbeitungsverfahren und Umbruchvarianten. Mittelwerte beider Betriebe mit Standardabweichungen sowie statistische Signifikanzen.

	8. Nov. 2011 [§]			3. Feb. 2012			12. März 2012			23. April 2013		
	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign
Wiederholung / Betrieb	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns	-	-	+
Bodenbearbeitung * Wiederholung	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns	-	-	*
Bodenbearbeitung * Umbruchverf.	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns	-	-	+
Bodenbearbeitung	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns
Pflug	126	30	a	131	28	a	116	26	a	43	23	a
Grubber	123	42	a	123	39	a	119	32	a	44	31	a
Umbruchverfahren	-	-	ns	-	-	*	-	-	ns	-	-	**
Früh, ohne	139	32	a	148	32	b	125	28	a	39	25	a
Früh, mit	106	32	a	111	38	a	114	29	a	36	27	a
Spät, ohne	128	32	a	120	19	ab	114	31	a	54	28	b

Legende siehe Tabelle 3. [§] Daten nur vom Betrieb Seehof.



Abbildung 19: Weizenähre mit weißer Ährenspitze am Standort Seehof, 25.05.2012.

3.4 Bestandsentwicklung der ersten Testfrucht Winterweizen im Jahr 2012

Zum Zeitpunkt der Bonitur am 25.05.2012 war der Winterweizen auf dem Versuchsfeld des Betriebs Seehof besser entwickelt als am Standort Nickelsdorf/Kleylehof. Ein Merkmal dafür war die Wuchshöhe sowie das Wachstumsstadium (Anhang, Tabellen A1 und A2). Dies kann auf die frühere Saat am Betrieb Seehof (Tabellen 1 und 2) und auf den dort höheren Bodenwasservorrat im Frühjahr (Tabelle 6) zurückgeführt werden. Die mittlere Bestandesdichte war auf beiden Standorten auf den meisten Parzellen im Bereich von etwa 250 bis 310 Pflanzen pro m² (Tabellen A1 und A2).

Der Schädlingsbefall war an beiden Versuchsstandorten sehr gering. Es wurden nur vereinzelt Schädlinge beobachtet, jedoch kein sichtbarer Schädlingsbefall.

Der Luzerne-Durchwuchs war am Seehof in den Parzellen 4, 5 und 6, Bodenbearbeitung mit dem Grubber, sehr deutlich zu sehen. Hinzu kam noch ein gut erkennbarer Beikrautbestand. In den Parzellen 10, 11 und 12, ebenfalls Bodenbearbeitung mit Grubber, war der Luzerne-Durchwuchs wesentlich geringer und der Beikrautbestand ebenfalls etwas weniger. Die Behandlungen mit Pflug, früher Umbruch, Parzelle 2 und 3, weisen eine sehr geringe Durchwuchsmenge und Beikrautbedeckung auf. Die Pflugvariante mit spätem Umbruch zeigte etwas mehr an Luzerne-Durchwuchs und Beikräutern.

Am Versuchsstandort Kleylehof wurde nur in der Bearbeitungsvariante Pflug, später Umbruch, ein leichter Luzerne-Durchwuchs sowie eine mäßige Beikrautbedeckung festgestellt. Alle weiteren Parzellen mit Pflugbearbeitung wiesen einen leichten Beikrautbestand auf. In den Parzellen mit Bodenbearbeitung Grubber war eine deutliche Bedeckung durch Beikräuter feststellbar, jedoch kein Luzerne-Durchwuchs.

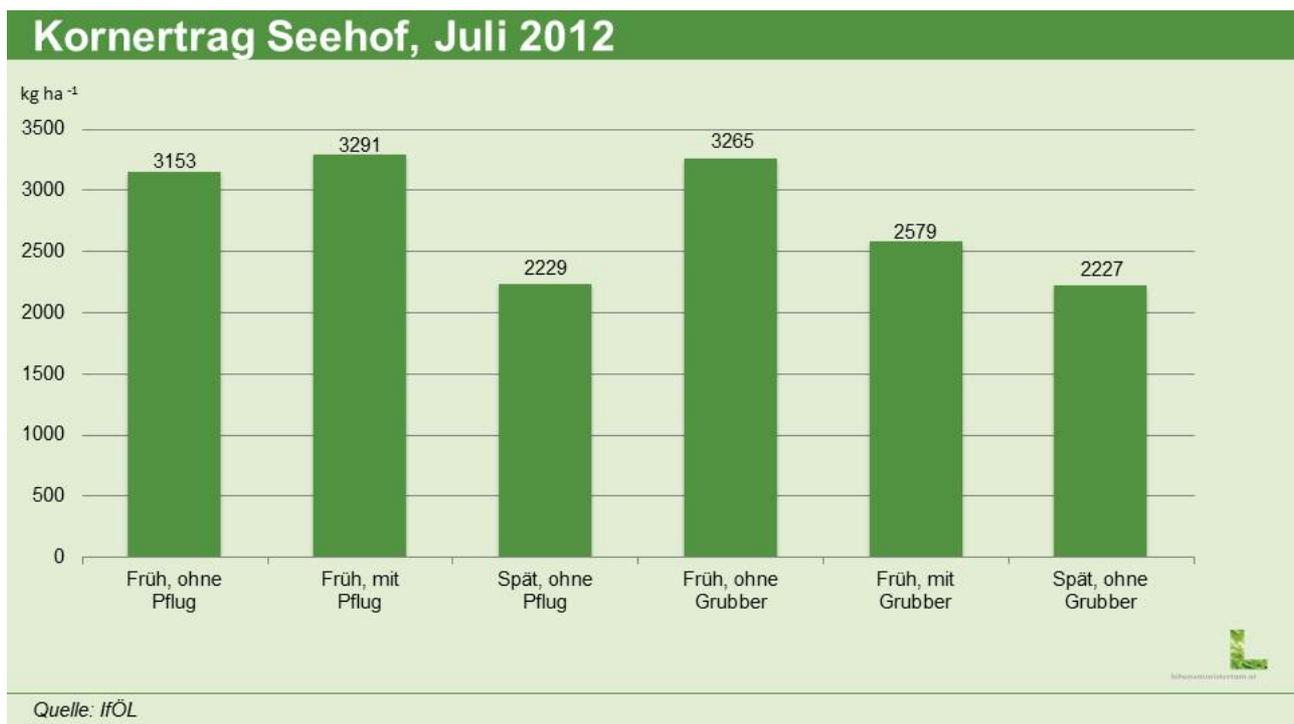
Ein deutlicher Trockenstress war auf dem Standort Seehof stellenweise anhand der weißen Ährenspitzen zu sehen (Abbildung 19). Dieses Merkmal kam am Standort Kleylehof nicht vor.

3.5 Kornertrag, Proteingehalte und Stickstoffertrag der ersten Testfrucht Winterweizen im Jahr 2012

Die Kornerträge der Quadratmeterschnitte von Winterweizen am Betrieb Seehof im Juli 2012 betragen etwa 2,2 bis 3,3 Tonnen pro Hektar (Abbildung 20). Am Betrieb Kleylehof waren sie mit 1,1 bis 1,5 t pro Hektar nur etwa halb so hoch (Abbildung 21). Das geringe Ertragsniveau an beiden Standorten, vor allem aber am Kleylehof, wird auf die geringe Wasserverfügbarkeit und die am Kleylehof ungünstigeren Bodeneigenschaften – sandigerer und dichter Boden – zurückgeführt (Tabelle 6). Der Ertragsunterschied der beiden Standorte war signifikant. Die Interaktionen und der Einfluss der Bodenbearbeitung waren nicht gesichert. Die Erträge bei spätem Luzerneumbruch waren geringer als bei frühem Umbruch ohne Begrünung (Tabelle 8). Dies kann auf einen insgesamt höheren Unkraut- und Luzernebesatz in den Parzellen mit spätem Umbruch zurückgeführt werden, siehe oben, Kap. 3.4. Auch ein höherer Wasserverbrauch des spät umgebrochenen Luzernebestandes ist anzunehmen, zeigte sich aber nur in geringeren Bodenwassergehalten in 30 – 60 cm Bodentiefe und in einem geringeren Bodenwasservorrat im Februar 2012 (Tabellen 4 bis 6).

Die Stroherträge bewegten sich an beiden Standorten in einem Bereich von 2,7 bis 4,5 Tonnen pro Hektar (Abbildung 22 und 23). Der Weizenbestand am Kleylehof war bis zur Ernte niedriger als am Seehof (vgl. Tabellen A1.1 und A1.2). Dies spiegelte sich in den gemessenen Stroherträgen aber nicht wider. Eine Überschätzung der Stroherträge am Kleylehof aufgrund der relativ kleinen Handernteflächen bei großer Heterogenität des Standorts kann hier nicht ausgeschlossen werden. Die Stroherträge waren nach Grubber-Bearbeitung geringer als nach Pflugbearbeitung sowie bei spätem Luzerneumbruch geringer als bei frühem (Tabelle 8).

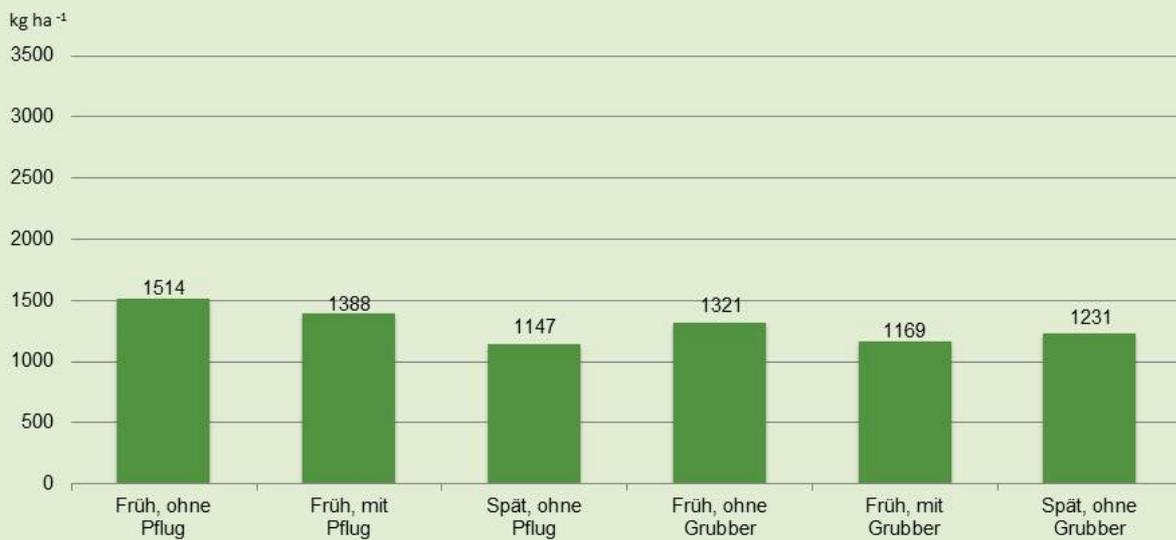
Die daraus resultierenden Korn-Stroh-Verhältnisse waren mit Werten um 0,55 gering, was vor allem auf sehr geringe Werte um 0,3 am Standort Kleylehof zurückzuführen ist (Tabelle 8).



Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 20: Kornertrag Winterweizen bei 14 % Feuchte am Betrieb Seehof, Juli 2012

Kornertrag Kleylehof, Juli 2012

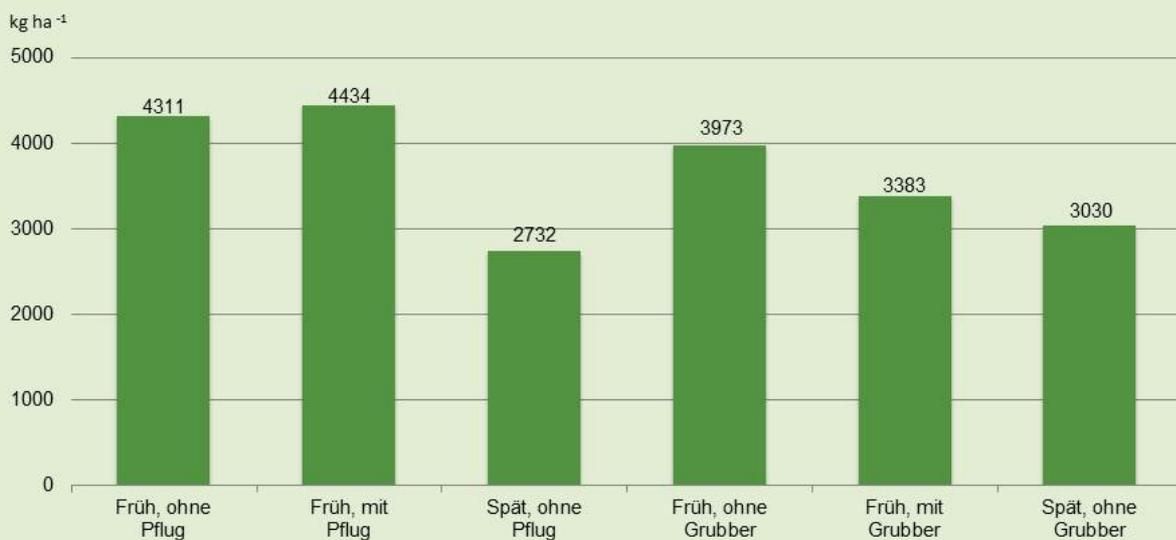


Quelle: IfÖL

Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 21: Kornertrag Winterweizen bei 14 % Feuchte am Betrieb Kleylehof, Juli 2012

Strohertrag Seehof, Juli 2012

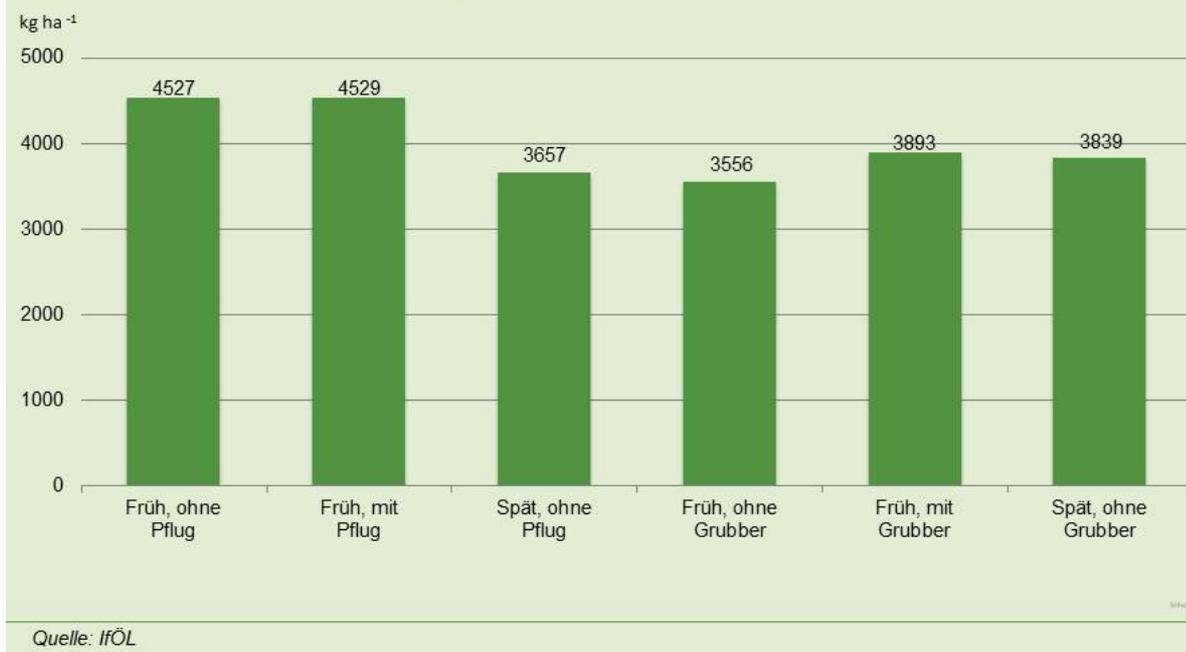


Quelle: IfÖL

Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 22: Strohertrag Winterweizen am Betrieb Seehof, Juli 2012

Strohertrag Kleylehof, Juli 2012



Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 23: Strohertrag Winterweizen am Betrieb Kleylehof, Juli 2012

Tabelle 8: Kornertrag der ersten Testfrucht Winterweizen bei 14 % Feuchte (kg ha⁻¹), Strohertrag (kg TM ha⁻¹) und Korn-Stroh-Verhältnis in den Bodenbearbeitungsverfahren und Umbruchvarianten. Mittelwerte beider Betriebe mit Standardabweichungen sowie statistische Signifikanzen.

	Kornertrag			Strohertrag			Korn-Stroh-Verh.		
	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign
Wiederholung / Betrieb	-	-	**	-	-	ns	-	-	**
Bodenbearbeitung * Wiederholung	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns
Bodenbearbeitung * Umbruchverf.	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns
Bodenbearbeitung	-	-	ns	-	-	*	-	-	ns
Pflug	2120	909	a	4032	740	b	0,54	0,24	a
Grubber	1965	853	a	3612	467	a	0,55	0,24	a
Umbruchverfahren	-	-	*	-	-	*	-	-	ns
Früh, ohne	2313	969	b	4092	439	b	0,60	0,26	a
Früh, mit	2106	965	ab	4060	639	b	0,54	0,27	a
Spät, ohne	1708	612	a	3314	557	a	0,53	0,25	a

Legende siehe Tabelle 3

Die Proteingehalte am Seehof waren mit etwa 16 % bis 17 % sehr hoch. Am Standort Kleylehof waren sie mit Werten um die 18 % noch höher (Abbildung 24 und 25, Tabelle 9). Hauptursache dieser außergewöhnlich hohen Proteingehalte ist die Aufkonzentrierung des Stickstoffs im Korn aufgrund der geringen Erträge.

Der Stickstoffertrag im Weizenkorn war, bedingt durch die sehr geringen Erträge am Kleylehof, hier mit 31 bis 41 kg N pro Hektar deutlich geringer als am Seehof mit 53 bis 85 kg N pro Hektar (Abbildung 26 und 27, Tabelle 9). Bei spätem Luzerneumbruch war der Stickstoffertrag geringer als bei frühem Umbruch ohne Begrünung. Weiters zeigte sich eine Tendenz zu einem etwas geringeren N-Ertrag bei Grubberbearbeitung gegenüber Pflugbearbeitung ($P < 0,10$; Tabelle 9).

Proteingehalt Seehof, Juli 2012



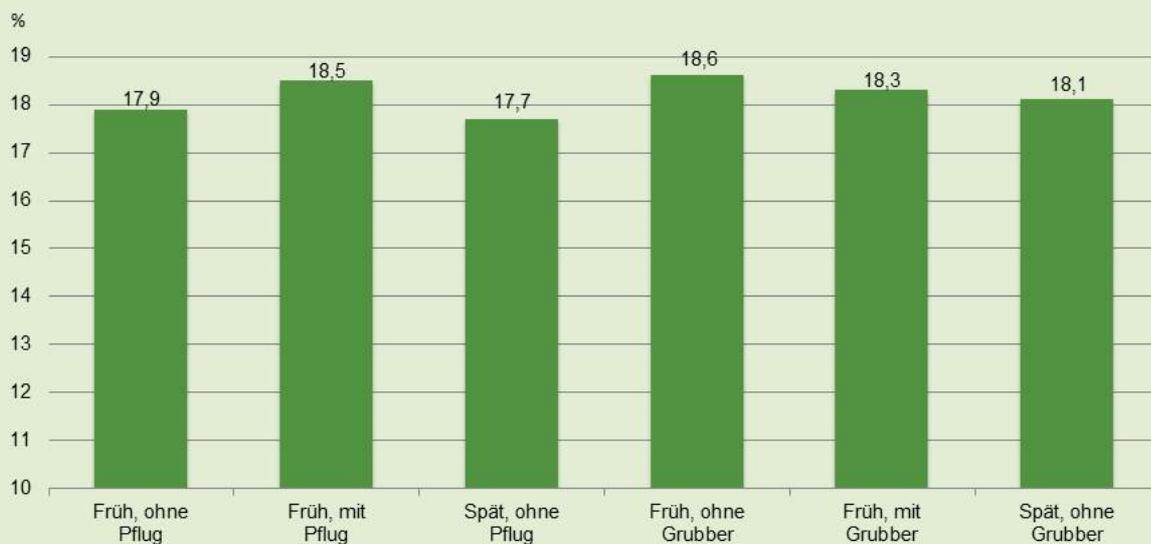
Quelle: IfÖL



Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 24: Proteingehalt Winterweizen am Betrieb Seehof, Juli 2012

Proteingehalt Kleylehof, Juli 2012



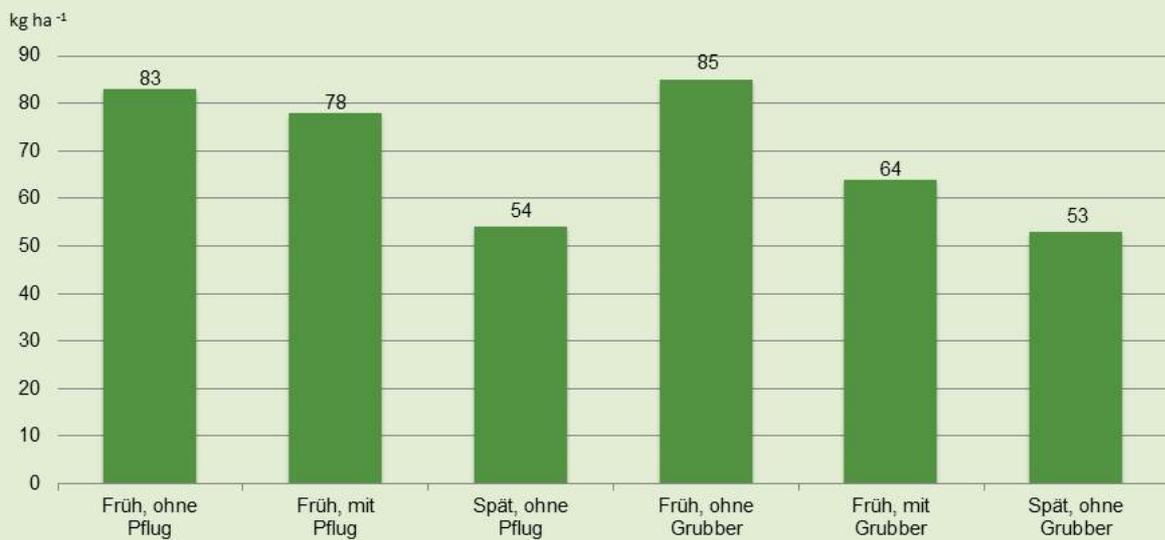
Quelle: IfÖL



Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 25: Proteingehalt Winterweizen am Betrieb Kleylehof, Juli 2012

Stickstoffertrag Seehof, Juli 2012



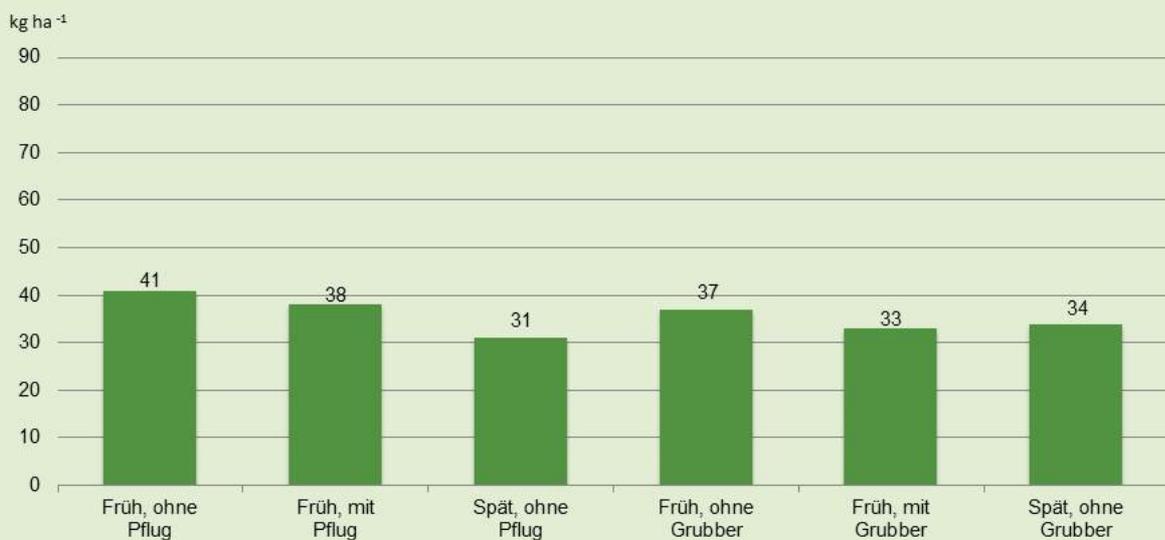
Quelle: IfÖL



Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 26: Stickstoffertrag im Winterweizen-Korn am Betrieb Seehof, Juli 2012

Stickstoffertrag Kleylehof, Juli 2012



Quelle: IfÖL



Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 27: Stickstoffertrag im Winterweizen-Korn am Betrieb Kleylehof, Juli 2012

Tabelle 9: Proteingehalt (%) und Stickstoffertrag (kg N ha⁻¹) der ersten Testfrucht Winterweizen in den Bodenbearbeitungsverfahren und Umbruchvarianten. Mittelwerte beider Betriebe mit Standardabweichungen sowie statistische Signifikanzen.

	Proteingehalt			N-Ertrag		
	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign
Wiederholung / Betrieb	-	-	*	-	-	***
Bodenbearbeitung * Wiederholung	-	-	ns	-	-	ns
Bodenbearbeitung * Umbruchverf.	-	-	ns	-	-	ns
Bodenbearbeitung	-	-	ns	-	-	+
Pflug	17,3	1,4	a	54	21	a
Grubber	17,4	1,2	a	51	21	a
Umbruchverfahren	-	-	ns	-	-	*
Früh, ohne	17,8	0,7	a	61	24	b
Früh, mit	17,2	1,6	a	53	22	ab
Spät, ohne	17,0	1,3	a	43	13	a

Legende siehe Tabelle 3

3.6 Bestandesentwicklung der zweiten Testfrucht Winterweizen bzw. Triticale im Jahr 2013

Mitte Mai 2013 war der zweite Winterweizen am Standort Seehof auf allen Parzellen etwa gleich weit entwickelt, erkennbar an der wenig variierenden Wuchshöhe und dem einheitlichen Wachstumsstadium (Tabelle A1.1). Die Bestandesdichte war mit etwa 350 bis über 500 Pflanzen pro m² höher als im Jahr davor. Zum Boniturtermin Mitte Juni 2013 deutete sich eine etwas geringere Wuchshöhe in den Parzellen mit Pflugbearbeitung und frühem Umbruch (ohne Begrünung) gegenüber dem Bestand in den Parzellen mit Pflugbearbeitung und spätem Umbruch (ebenfalls ohne Begrünung) an (Tabelle A1.2). Dies kann mit den bei spätem Umbruch etwas höheren Nmin-Gehalten im Frühjahr 2013 in Zusammenhang gebracht werden (Tabelle 7). Bei Grubberbearbeitung zeigte sich ein entsprechender Effekt der Nmin-Gehalte auf die Wuchshöhe jedoch nicht (Tabelle A1.2).

Luzerne-Durchwuchs war im zweiten Winterweizen im Gegensatz zur ersten Testfrucht am Standort Seehof nicht vorhanden. Die Beikrautdeckung war zumeist gering (Tabellen A1.1 und A1.2). Zum zweiten Boniturtermin am 13. Juni 2013 war ein starker Befall mit Getreidehähnchen feststellbar.

Am Standort Kleylehof stand als zweite Testfrucht Triticale. Die Bestandesdichte betrug etwa 300 bis 380 Pflanzen pro m² zum ersten Boniturtermin Mitte Mai (Tabelle A2.1). Sie reduzierte sich zum zweiten Boniturtermin Mitte Juni etwas auf Werte von 270 bis 350 Pflanzen pro m² (Tabelle A2.2). Ein Unterschied in Abhängigkeit von den Bodenbearbeitungs- oder Umbruchvarianten war nicht erkennbar.

Luzerne-Durchwuchs trat nicht mehr auf. Die Beikrautdeckung war mit einer Ausnahme – über 25 % Beikrautdeckung mit Ehrenpreis in Parzelle 19 (früher Pflug-Umbruch ohne Begrünung) – gering. Krankheiten und Schädlinge waren bis auf vereinzelte Getreidehähnchen nicht feststellbar (Tabellen A2.1 und A2.2).

3.7 Kornertrag, Proteingehalte und Stickstoffertrag der zweiten Testfrucht im Jahr 2013

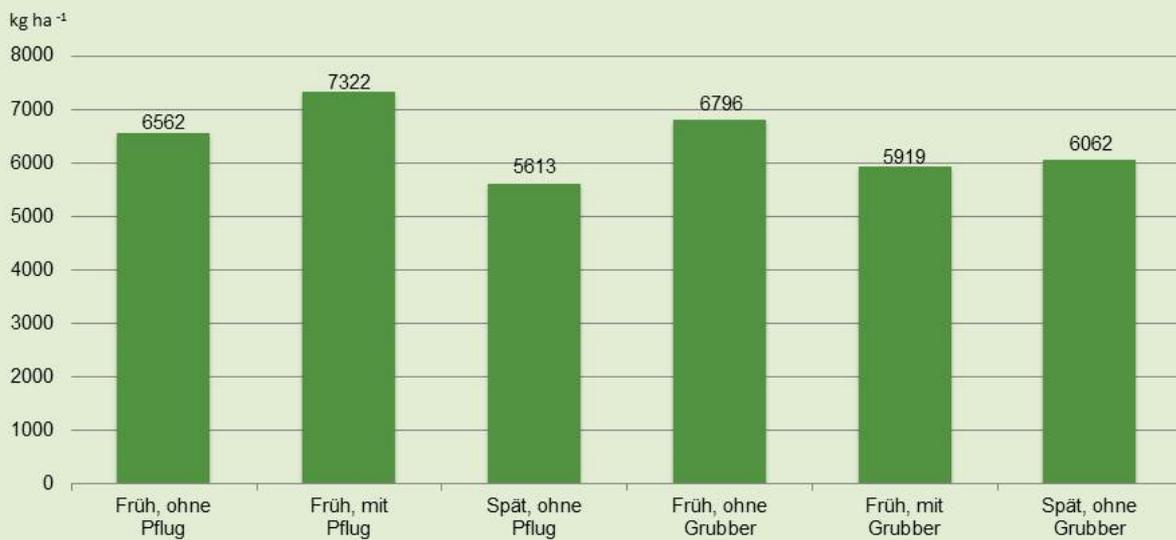
Der Kornertrag von Winterweizen am Standort Seehof im Jahr 2013 (Abbildung 28) war mit 5,6 bis 7,3 Tonnen / Hektar mehr als doppelt so hoch wie im Jahr 2012. Am Standort Kleylehof waren die Triticale-Erträge mit 2,0 bis 2,7 Tonnen / Hektar viel geringer (Abbildung 29), aber ebenso deutlich höher als die Weizenerträge im Jahr davor. Neben der anderen Kulturart waren die Unterschiede in der Bodenqualität maßgeblich für diesen Ertragsunterschied der beiden Standorte verantwortlich. Außer dem Standorteffekt waren keine weiteren Faktoren oder Wechselwirkungen beim Kornertrag absicherbar (Tabelle 10). Die unterschiedliche Bodenbearbeitung und das unterschiedliche Umbruchmanagement wirkten sich im Ertrag also nicht auf die zweite Testfrucht aus. Aufgrund der im Jahr 2013 geänderten und genaueren Ertragserfassung – Drusch mit dem Parzellenmähdrescher anstatt der Handernte im Jahr 2012 – war eine Erfassung des Strohertrags im Jahr 2013 nicht möglich.

Die Proteingehalte des Winterweizenkorns am Standort Seehof betrugen im Jahr 2013 etwa 12 bis knapp 14% (Abbildung 30) und waren damit um etwa 3,5 % geringer als im Jahr davor. Sie waren aber immer noch über dem Schwellenwert für Qualitätsgetreide im biologischen Landbau von 12 %. Die Proteingehalte der Triticale am Kleylehof lagen bei 8,0 bis 9,5 % (Abbildung 31). Neben diesem Standortunterschied, der auch die unterschiedliche Getreideart mit umfasste, hatte der Faktor Bodenbearbeitung einen signifikanten Effekt: die Proteingehalte waren bei Grubberbearbeitung höher als bei Pflugbearbeitung (Tabelle 10). Das Umbruchverfahren hatte keinen Einfluss.

Die Stickstofferträge im Weizenkorn am Seehof im Jahr 2013 betrugen 105 bis 137 kg N ha⁻¹ (Abbildung 32) und waren damit um etwa 60 % höher als im Jahr 2012. Am Kleylehof bewegten sich die Werte im Triticalekorn im Jahr 2013 bei 30 bis 40 kg N ha⁻¹ (Abbildung 33). Dieser deutlich geringere Wert ist vor allem auf den geringeren Kornertrag und auch auf die geringeren Proteingehalte im Korn zurückzuführen. Wie beim Proteingehalt waren auch beim Stickstoffertrag im Korn die Werte bei Grubberbearbeitung höher als bei Pflugbearbeitung, während das Umbruchverfahren keinen Effekt zeigte (Tabelle 10).

Unterschiede im Mineralstickstoffangebot im Frühjahr 2013 (Tabelle 7) können die bei Proteingehalten und Stickstofferträgen im Korn beobachteten Effekte nur teilweise erklären. Am Seehof waren die Mineralstickstoffgehalte bei Grubberbearbeitung höher als bei Pflugbearbeitung (vgl. Kap. 3.3, S. 20), in Übereinstimmung mit den Unterschieden bei Proteingehalten und Stickstofferträge im Korn an diesem Standort. Am Kleylehof trat dieser Unterschied in den Mineralstickstoffgehalten zwischen den Bodenbearbeitungsverfahren jedoch nicht auf (Kap. 3.3, S. 22). Weiters zeigte sich, wie oben beschrieben, in Proteingehalten und Stickstofferträgen im Korn kein Unterschied in Abhängigkeit des Umbruchverfahrens, obwohl die Mineralstickstoffgehalte im April 2013 mit höheren Werten bei spätem Umbruch (ohne Begrünung) diesen Unterschied zeigten (Tabelle 7), vor allem bei Pflugbearbeitung am Standort Kleylehof (Abbildung 18). Da sich der Bodenwasservorrat im April 2013 zwischen den Bodenbearbeitungsverfahren ebenfalls nicht unterschied (Tabelle 6), kann auch diese Größe den Unterschied bei Proteingehalten und Stickstofferträgen im Korn zwischen den Bodenbearbeitungsverfahren am Kleylehof nicht erklären.

Kornertrag Seehof, Juli 2013

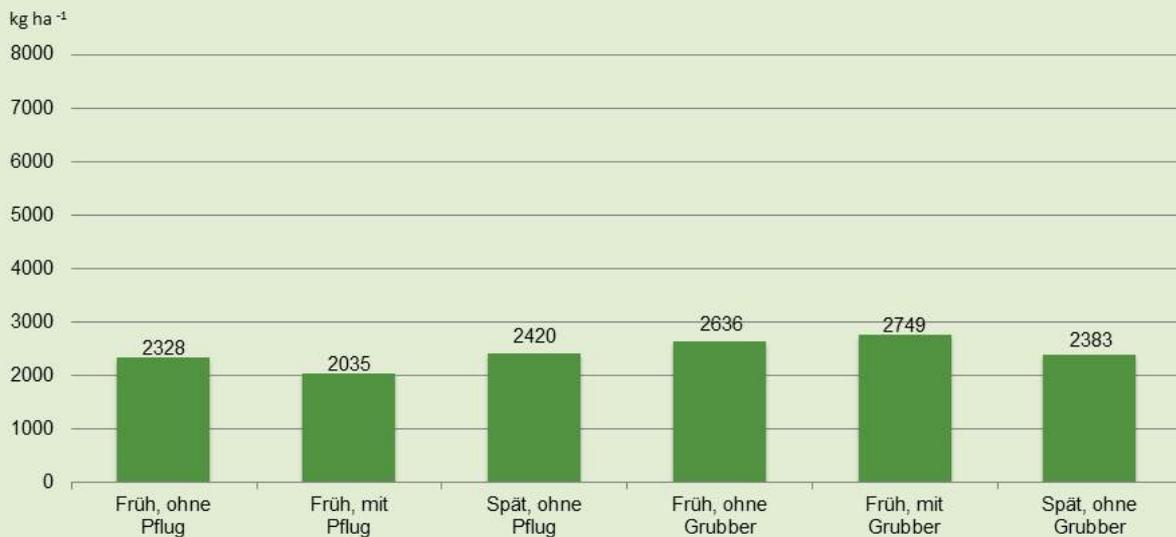


Quelle: IfÖL

Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 28: Kornertrag Winterweizen bei 14 % Feuchte am Betrieb Seehof, Juli 2013

Kornertrag Kleylehof, Juli 2013



Quelle: IfÖL

Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 29: Kornertrag Triticale bei 14 % Feuchte am Betrieb Kleylehof, Juli 2013

Proteingehalt Seehof, Juli 2013

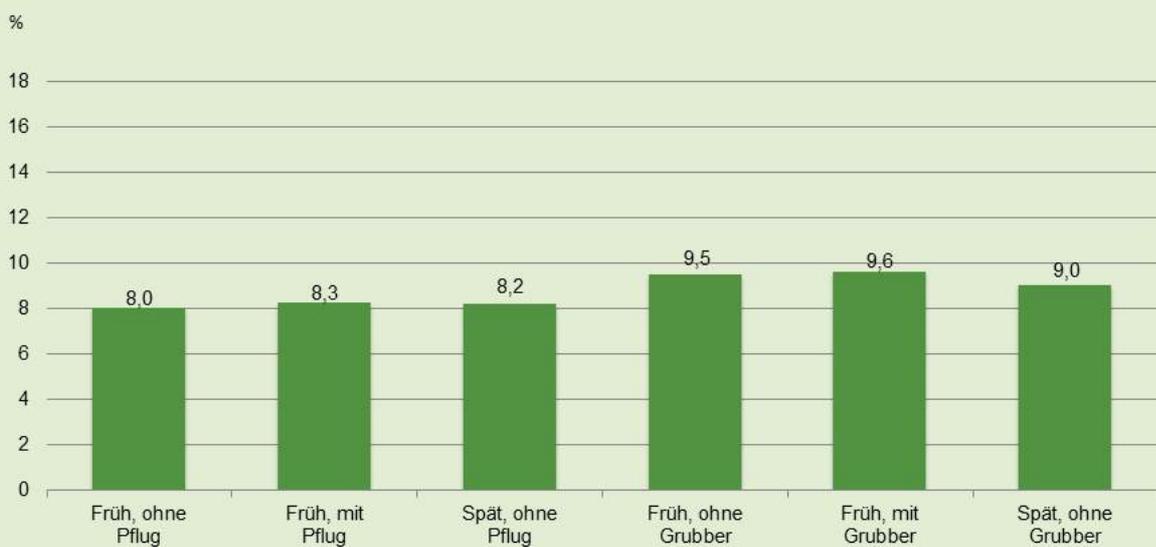


Quelle: IfÖL

Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 30: Proteingehalt Winterweizen am Betrieb Seehof, Juli 2013

Proteingehalt Kleylehof, Juli 2013

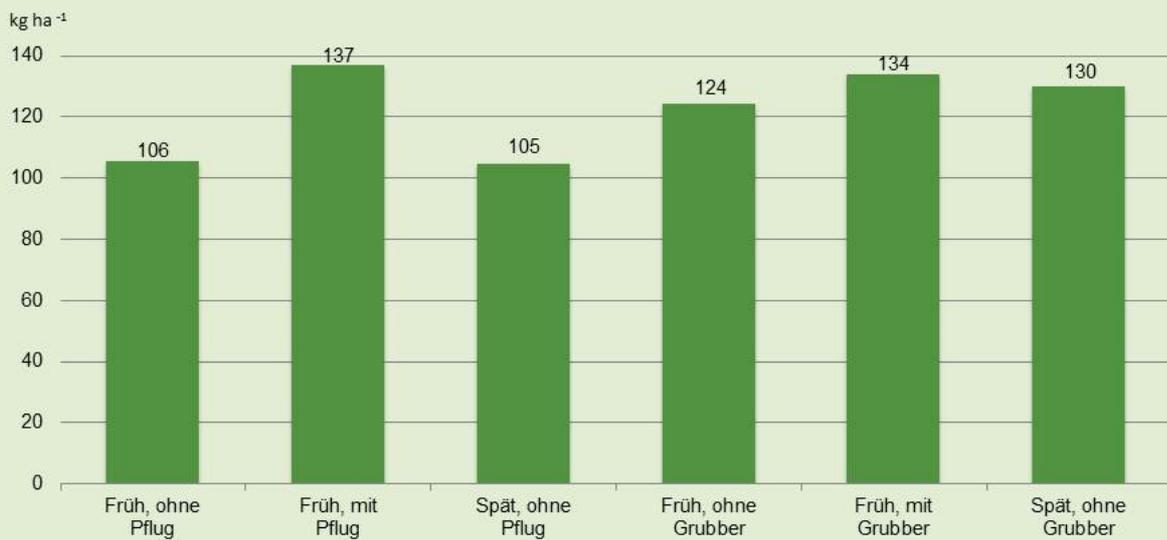


Quelle: IfÖL

Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 31: Proteingehalt Triticale am Betrieb Kleylehof, Juli 2013

Stickstoffertrag Seehof, Juli 2013

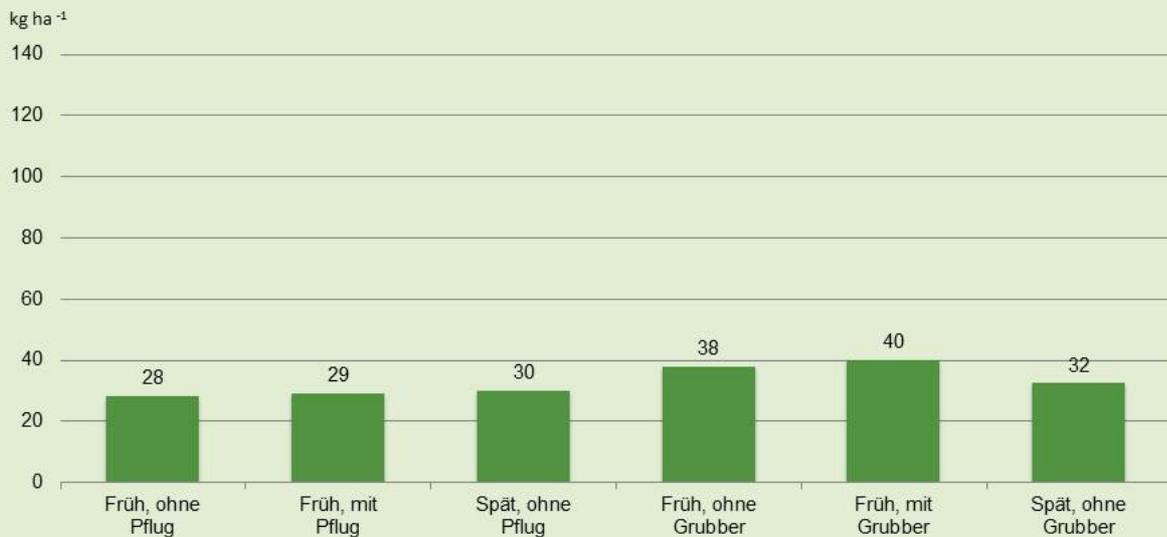


Quelle: IfÖL

Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 32: Stickstoffertrag im Winterweizen-Korn am Betrieb Seehof, Juli 2013

Stickstoffertrag Kleylehof, Juli 2013



Quelle: IfÖL

Legende siehe Abbildung 3.

Abbildung 33: Stickstoffertrag im Triticale-Korn am Betrieb Kleylehof, Juli 2013

Tabelle 10: Kornertrag der zweiten Testfrucht Winterweizen (Seehof) bzw. Triticale (Kleylehof) bei 14 % Feuchte (kg ha⁻¹), Proteingehalt (%) und Stickstoffertrag (kg N ha⁻¹) im Jahr 2013 in den Bodenbearbeitungsverfahren und Umbruchvarianten. Mittelwerte beider Betriebe mit Standardabweichungen sowie statistische Signifikanzen.

	Kornertrag			Proteingehalt			N-Ertrag		
	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign	Mittel	Stabw	Sign
Wiederholung / Betrieb	-	-	**	-	-	**	-	-	***
Bodenbearbeitung * Wiederholung	-	-	ns	-	-	+	-	-	ns
Bodenbearbeitung * Umbruchverf.	-	-	ns	-	-	ns	-	-	ns
Bodenbearbeitung	-	-	ns	-	-	*	-	-	*
Pflug	4380	2284	a	10,2	2,3	a	72,4	47,4	a
Grubber	4424	1955	a	11,3	2,2	b	83,0	50,1	b
Umbruchverfahren	-	-	ns	-	-	ns	-	-	+
Früh, ohne	4580	2264	a	10,6	2,2	a	73,9	47,0	a
Früh, mit	4506	2353	a	10,8	2,3	a	85,0	54,7	a
Spät, ohne	4119	1845	a	10,8	2,6	a	74,3	47,7	a

Legende siehe Tabelle 3

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

4.1 Faktor Standort

Die Untersuchungsfläche am Seehof erwies sich im Bereich von einer der beiden Feldwiederholungen als ein überlagerter Auboden. Das überlagerte Oberbodenmaterial dürfte vor allem die Stickstoffdynamik im Unterboden beeinflussen bzw. die Nmin-Gehalte erhöhen und den Bodenbearbeitungs- und Umbrucheinfluss überprägen. Am Kleylehof war die Bodenmächtigkeit bis zum Schotter kleinräumig variabel. Durch den stellenweise flach anstehenden Schotter war hier in der Entnahmetiefe 30 – 60 cm teilweise nur wenig Feinsubstanz im Bohrstock enthalten, was die Ergebnisse verfälscht haben kann. Die Inhomogenität der Versuchsflächen auf beiden Standorten erhöhte die nicht erklärbare Variabilität von Bodeneigenschaften, vor allem der Nmin-Gehalte, und erschwerte eine Absicherung von Behandlungseffekten. Auch die errechneten Wasservorräte für 0 – 60 cm Bodentiefe dürften am Betrieb Kleylehof etwas überschätzt sein, da der Schotter dort stellenweise schon ab 35 cm beginnt.

Wegen der Inhomogenität der Versuchsflächen erwiesen sich die im Jahr 2012 durchgeführten Quadratmeterschnitte zur Ertragsbestimmung als ungenau. Die Ernteflächen zur Ertragsbestimmung wurden daher in der zweiten Testfrucht im Jahr 2013 auf 30 m² am Seehof bzw. 45 m² am Kleylehof vergrößert (vgl. Kap. 2.3).

Die geringeren Wassergehalte von November 2011 bis April 2013 am Kleylehof gegenüber dem Seehof (Tabellen 4 und 5) bei einer sandig-lehmigen Bodenart ähnlich der zweiten Wiederholung auf diesem Betrieb, aber bei geringerer Bodenmächtigkeit, bedeuten einen geringeren Bodenwasservorrat (Tabelle 6) und eine geringere Wasserverfügbarkeit am Kleylehof. Dies kann in Verbindung mit einem etwas dichteren Boden (vgl. Kap. 2.2) die geringeren Biomasseerträge der Zwischenfrucht-Begrünung (Tabelle 3) und die geringeren Erträge der beiden folgenden Testfrüchte (Tabelle 8 und 10) bei gleichzeitig höheren Proteingehalten im Korn im Jahr 2012 an diesem Standort weitgehend erklären. Die Mineralstickstoffgehalte waren im Untersuchungszeitraum hoch (Abbildungen 12 bis 18) und unterschieden sich nicht zwischen den Betrieben (Tabelle 7). Sie können somit die zwischen den Standorten unterschiedliche Biomasse- und Ertragsentwicklung nicht erklären.

Die teilweise sehr hohen Mineralstickstoffgehalte des Bodens im Zeitraum Herbst 2011 bis Frühjahr 2012 sind vor allem auf die Trockenheit und die dadurch verursachte Aufkonzentration des Nitrats in der Bodenlösung bei gleichzeitig geringen Stickstoffentzügen der Zwischenfrucht Begrünung und des nachfolgenden Winterweizenbestands, deren Erträge durch die Trockenheit gering bis sehr gering waren, verursacht. Die Luzernerückstände dürften aufgrund der Trockenheit im Untersuchungszeitraum nur wenig Stickstoff freigesetzt und zu den Nmin-Gehalten beigetragen haben. Neben der Trockenheit und den ungünstigen Bodenbedingungen am Standort Kleylehof kann auch ein Schwefelmangel die Proteinsynthese der Luzerne und damit deren Nitrataufnahme aus dem Boden limitiert haben. Schwefeldüngung zeigte bei Futterleguminosenbeständen in entsprechenden Untersuchungen in den letzten Jahren wiederholt positive Wirkungen auf Biomasse- und Stickstofferträge, die Stickstoffbindung sowie den Vorfruchteffekt der Leguminosen, was auf zunehmende Schwefelmangelbedingungen hinweist (Becker et al., 2013; Fischinger et al., 2013; Riffel et al., 2013). In wieweit an den Untersuchungsstandorten Schwefelmangel die Luzerneentwicklung und die Nitrataufnahme durch die Luzernebestände beeinträchtigen und zu erhöhten Nmin-Gehalten im Boden beitragen kann, wäre zu untersuchen.

Das Risiko der Nitratauswaschung wird neben den Nitratgehalten der Bodenlösung von der Sickerung bzw. Grundwasserneubildung sowie der Wasserspeicherkapazität der Böden bestimmt. Wegen dem in geringer Tiefe anstehenden Schotter am Betrieb Kleylehof ist das Risiko dort größer als am Seehof. Eine erhöhte Nitratauswaschung aus dem Wurzelraum des Winterweizens ist trotz der hohen Nitratgehalte nur zu erwarten, wenn zugleich auch die Sickerung durch höhere Niederschlagsmengen erhöht ist. Nitrat in einer Bodentiefe unter der Schotteroberkante muss nicht zwangsläufig ins Grundwasser gelangen, weil Pflanzenwurzeln, besonders von tiefwurzelnenden Pflanzen wie Luzerne oder Brassicaceen, Nitrat auch aus der zwischen dem Schotter vorhandenen Feinerde aufnehmen können.

Die Ergebnisse kamen auf inhomogenen Standorten und unter einer außergewöhnlich trockenen Witterungssituation im ersten Versuchshalbjahr zustande. Sie sind daher mit Unsicherheiten behaftet und nur bedingt verallgemeinerbar. Für eine breitere Gültigkeit der Ergebnisse erscheint eine Wiederholung des Versuchs erforderlich.

4.2 Faktor Bodenbearbeitung

In der ersten Arbeitshypothese wurde angenommen, dass nichtwendende Bodenbearbeitung mit dem Grubber den Wasserverbrauch und die Mineralstickstoffgehalte des Bodens nach Luzerneumbruch reduziert, während die Verunkrautung zunimmt.

Ein möglicher wassersparender Effekt der nichtwendenden Grubberbearbeitung gegenüber wendender Pflugbearbeitung zeigte sich in den Bodenwassergehalten und im Bodenwasservorrat zu keinem der Untersuchungstermine (Tabellen 4 – 6). Gleichmaßen wurde kein Bodenbearbeitungseinfluss auf die Nmin-Gehalte im Boden festgestellt (Tabelle 7). Bei Grubberbearbeitung waren der Besatz mit Beikräutern und der Luzerne-Durchwuchs (letzteres nur am Seehof) in der ersten Nachfrucht Winterweizen im Jahr 2012 bei trockenem Witterungsverlauf insgesamt etwas höher als bei Pflugbearbeitung. Für feuchtere Bedingungen wären jedoch ein stärkerer Luzerne-Durchwuchs und dadurch mögliche Ernteprobleme beim Winterweizendrusch zu erwarten. Während in der ersten Nachfrucht Winterweizen die Stroherträge sowie tendenziell auch die Korn- und Stickstofferträge bei Grubberbearbeitung negativ beeinflusst waren (Tabellen 8 – 9), waren bei diesem Verfahren in den zweiten Testfrüchten Winterweizen bzw. Triticale im Mittel die Proteingehalte im Korn und die Stickstofferträge erhöht (Tabelle 10). Hier kann eine verlangsamte Stickstofffreisetzung aus den Ernte- und Wurzelrückständen der Luzerne bei Grubberbearbeitung angenommen werden, mit in Folge leicht verringerter N-Verfügbarkeit in der ersten Nachfrucht und gegenteiligem Effekt in der zweiten Nachfrucht. Da diese Beeinflussung der Stickstofffreisetzung durch die Art der Bodenbearbeitung in den Nmin-Gehalten nicht feststellbar war, die jeweils im Winterhalbjahr und bis zum Beginn der Vegetationsperiode genommen worden waren, trat dieser Effekt anscheinend erst später im Jahr während der Vegetationsperioden auf. Dies ist verständlich, da einerseits die Bodenfeuchte im

Winterhalbjahr 2011/12 nach dem Luzerneumbruch gering (Standort Seehof) bis sehr gering (Standort Kleylehof) war und andererseits während der Vegetationsperiode die bodenmikrobielle Aktivität im Wurzelraum allgemein erhöht ist. Die im Sommer 2012 nach der ersten Nachfrucht am Kleyehof versehentlich erneut, wie im Vorjahr, differenzierte Bodenbearbeitung hatte anscheinend keinen nachhaltigen Effekt auf die Stickstoffmineralisierung. Höhere Kornerträge oder Proteingehalte der Triticale in den Varianten mit Pflugbearbeitung, die zu erwartende Folge, zeigten sich nicht (Abbildung 31). Insgesamt erschwert die nur an diesem Standort zweimalig differenzierte Bodenbearbeitung aber die Interpretation der Bodenbearbeitungseffekte in der zweiten Nachfrucht.

Nach Heß (1989) zeigte eine flache oder nicht-wendende Bodenbearbeitung nur temporäre Effekte auf die Mineralstickstoffgehalte des Bodens nach Klee grasumbruch. Auch Francis et al. (1992) fanden keinen signifikanten Unterschied in der Stickstofffreisetzung zwischen Pflug und Meißelgrubber bei Klee grasumbruch. Askegaard et al. (2011) folgerten aus ihren Ergebnissen zu Bodenbearbeitung und Zwischenfruchtanbau im ökologischen Landbau, dass die Stickstoffverluste über Winter durch Auswaschung mit der Zahl der Bodenbearbeitungsgänge im Herbst anstiegen. Da bei Grubberbearbeitung wegen dem stärkeren Luzernewiederaufwuchs teilweise, am Standort Seehof bei frühem Umbruch ohne Zwischenfrucht (Tabelle 1), eine weitere Grubberbearbeitung durchgeführt werden musste, war hier die Zahl der Bodenbearbeitungsgänge höher als bei Pflugbearbeitung. Dies kann den erwünschten Effekt einer Reduzierung der Stickstoffmineralisierung bei Grubberbearbeitung gegenüber Pflugbearbeitung aufheben und möglicherweise sogar umkehren.

Bei höherer Bodenfeuchte im Winterhalbjahr nach dem Luzerneumbruch wäre eine raschere Stickstofffreisetzung und damit stärkere Differenzierung der N_{min}-Gehalte und des damit verbundenen Nitratauswaschungsrisikos zwischen Pflug- und Grubberbearbeitung zu erwarten. Im Hinblick auf die Nitratauswaschung ist unter diesen Bedingungen bei Grubberbearbeitung ein geringeres Risiko zu erwarten. Dies zeigte sich aber unter den Witterungsbedingungen dieser Untersuchung nicht.

Zusammenfassend ergibt sich im Hinblick auf die Arbeitshypothese zu nichtwendender Bodenbearbeitung mit dem Grubber folgendes Bild. Die Erwartung eines verringerten Wasserverbrauchs hat sich nicht bestätigt. Verringerte Mineralstickstoffgehalte des Bodens wurden ebenfalls nicht gemessen. Die bei der ersten Testfrucht verringerten und bei der zweiten Testfrucht erhöhten Stickstoff-Kornerträge entsprechen einer verlangsamten Stickstoffmineralisierung bei nichtwendender Bodenbearbeitung. Diese ist positiv zu beurteilen, weil sich prinzipiell das Nitratauswaschungsrisiko dadurch verringert. Die Annahme einer erhöhten Verunkrautung hat sich bestätigt. Vor allem der Luzernewiederaufwuchs war bei Grubberbearbeitung verstärkt. Daraus kann bei feuchteren Witterungsbedingungen ein größeres Problem entstehen.

Auch wenn in Zukunft wegen dem Klimawandel mit einem vermehrten Auftreten von Trockenphasen zu rechnen ist, kann die nichtwendende Bodenbearbeitung mit dem Grubber zum Umbruch der Luzerne wegen dem erhöhten Risiko von Verunkrautung und Luzernewiederaufwuchs derzeit nicht empfohlen werden. Durch eine an den jeweiligen Standort angepasste Optimierung der Grubberbearbeitung durch entsprechende Wahl der Zinkenformen und Kombination mit weiteren Geräten kann das Ergebnis der Bodenbearbeitung möglicherweise noch verbessert werden. Dann wäre Grubberbearbeitung eine echte Alternative zur Pflugbearbeitung.

4.3 Faktor Umbruchregime

Für einen früheren Umbruch des Luzernebestandes Ende Juli bis Mitte August 2011 gegenüber einem späten Umbruch Mitte bis Ende Oktober wurde in den eingangs genannten Arbeitshypothesen eine Verringerung des Wasserverbrauchs durch den Luzernebestand angenommen. Dies zeigte sich aber zu keinem der Untersuchungszeitpunkte im Bodenwasservorrat, lediglich im Februar 2012 in höheren Bodenwassergehalten bei frühem Umbruch in 30 – 60 cm Bodentiefe (Tabellen 4 bis 6). Der am Winterweizenbestand erkennbare Trockenstress war vom Umbruchzeitpunkt nicht beeinflusst. Dieser Teil der Arbeitshypothese hat sich also nur teilweise bestätigt.

Der Umbruchzeitpunkt hatte auf die Nmin-Gehalte des Bodens im folgenden Winterhalbjahr keinen gesicherten Effekt. Die Korn-, Stroh- und Stickstoffträge der ersten Nachfrucht Winterweizen im Jahr 2012 waren dagegen bei frühem Umbruch höher. Dies kann auf einen insgesamt höheren Unkraut- und Luzernebesatz (letzteres nur am Seehof) in den Parzellen mit spätem Umbruch zurückgeführt werden, sowie auf eine dort möglicherweise geringere Wasserverfügbarkeit. Die beobachteten Unterschiede im Bodenwassergehalt waren jedoch, wie bereits beschrieben, nur gering. In den beiden zweiten Testfrüchten im Jahr 2013 trat kein Effekt des Umbruchtermins auf Korn- oder Stickstoffträge und Proteingehalte im Korn mehr auf (Tabelle 10). Die nach spätem Umbruch erhöhten Nmin-Gehalte im Frühjahr 2013 (Tabelle 7) hatten also keine Auswirkung auf die Testfrüchte und waren im Wesentlichen auf hohe Werte in der Behandlung „später Umbruch, Pflugbearbeitung“ am Kleylehof (Abbildung 18) zurückzuführen. Es ist eher anzunehmen, dass diese auffällig hohen Werte auf die an diesem Standort hohe Heterogenität und möglicherweise auch auf die im Sommer 2012 erneut differenziert durchgeführte Bodenbearbeitung zurückzuführen sind.

Mit dem Umbruch von Futterleguminosenbeständen werden eine erhöhte Stickstofffreisetzung aus den Ernte- und Wurzelrückständen und ein erhöhtes Risiko der Nitratauswaschung assoziiert (Heß, 1989; Campbell et al., 1994; Dreymann et al., 2005). Das Ausmaß der Stickstofffreisetzung hängt jedoch stark vom Zeitpunkt der Bodenbearbeitung und dem Witterungsverlauf in der Zeit danach ab. Bei spätem Umbruch und trockener Witterung ist die Stickstofffreisetzung verlangsamt. So fanden Webster et al. (1999) bei Umbruch von Klee gras eine geringere und spätere Nmin-Freisetzung als beim früheren Umbruch in einer Fruchtfolge ohne Klee gras. Heß (1989) und Francis et al. (1992) fand einen starken Einfluss des Termins der Bodenbearbeitung bei Klee grasumbruch. Je früher Klee gras umgebrochen wurde, desto mehr Stickstoff wurde mineralisiert (Francis et al., 1992). Bei spätem Umbruch im Herbst gegenüber einem frühen Umbruchtermin war die N-Mineralisierung vor Winter dagegen sehr gering (Heß, 1989). Das Fehlen einer entsprechenden Differenzierung der Nmin-Gehalte in dieser vorliegenden Untersuchung kann auf die trockenen Bedingungen nach dem Luzerneumbruch im Herbst und Winter 2011 zurückgeführt werden. Die Arbeitshypothese einer bei frühem Umbruchtermin erhöhten Nmin-Freisetzung wurde daher witterungsbedingt nicht bestätigt.

Vom Anbau einer Zwischenfrucht-Begrünung bei frühem Umbruch wurde eine Verringerung der Nmin-Gehalte im Winterhalbjahr und dadurch des Nitratauswaschungsrisikos erwartet (Arbeitshypothese 3). Die Nmin-Gehalte in 0 bis 90 cm Bodentiefe waren zu allen Terminen in den Parzellen mit Begrünung am geringsten, signifikant verringert gegenüber ohne Begrünung aber nur im Februar 2012 (Tabelle 7). Heß (1995) fand reduzierte Nmin-Gehalte im Boden beim Anbau einer Zwischenfrucht gegenüber Schwarzbrache. Der weniger starke Effekt der Zwischenfrucht auf die Nmin-Gehalte in dieser vorliegenden Untersuchung steht mit der nur schwachen Entwicklung der Zwischenfrucht-Begrünung aufgrund der Trockenheit in Zusammenhang. Die Arbeitshypothese verringerter Nmin-Gehalte bei Anbau einer Zwischenfrucht-Begrünung wurde also trockenheitsbedingt nur teilweise bestätigt.

Auf den Bodenwasservorrat im Winterhalbjahr nach Luzerneumbruch hatte die nur schwach entwickelte Begrünung keinen Einfluss (Tabelle 6). Unter der zweiten Testfrucht im Jahr 2013 deutete sich ein geringerer Bodenwasservorrat bei frühem Umbruch mit Begrünung gegenüber einem frühen Umbruch ohne Begrünung nur bei Pflugbearbeitung an (vgl. Kap. 3.2, Tabelle 6). Dieser Effekt des Umbruchregimes auf

den Bodenwasserhaushalt war offensichtlich nur schwach, da er bei den vorangegangenen Untersuchungszeitpunkten nicht festgestellt wurde. Bodner et al. (2007) stellten im Trockengebiet Ostösterreichs nur eine geringe Erhöhung des Wasserverbrauch durch Evapotranspiration von Zwischenfrucht-Begrünungen gegenüber Schwarzbrache fest. Dies deckt sich mit den nicht feststellbaren bis geringen Unterschieden im Bodenwasservorrat der vorliegenden Untersuchung bei frühem Umbruch mit und ohne Begrünung, bei allerdings nur schwacher Entwicklung der Begrünung. Der Korn- und Stickstofftrag des ersten nachfolgenden Winterweizens bei frühem Umbruch waren mit gegenüber ohne Begrünung tendenziell, aber nicht signifikant verringert (Tabelle 8).

Zusammenfassend zeigte sich von den drei untersuchten Umbruchverfahren der frühe Umbruch mit Zwischenfrucht-Begrünung als vorteilhaft, da hier – zusammen mit dem frühen Umbruch ohne Begrünung – die höchsten Korn- und Stickstoffträge der ersten Winterweizen-Testfrucht (2012) erzielt wurden, in den zweiten Testfrüchten (2013) im Mittel die Stickstoffträge am höchsten waren, die Nmin-Gehalte des Bodens zu allen Untersuchungsterminen am geringsten waren, und anhand der Bodenwasservorräte von November 2011 bis März 2012 kein negativer Einfluss auf die Wasserverfügbarkeit festgestellt wurde. Das ertraglich ähnlich gute Umbruchverfahren „früher Umbruch ohne Zwischenfrucht-Begrünung“ zeigte sich als weniger vorteilhaft, weil hier die Nmin-Gehalte nach dem Luzerneumbruch bis in folgende Frühjahr am höchsten waren. Die letzte Arbeitshypothese zu den günstigen Effekten des frühen Luzerneumbruchs mit Zwischenfrucht-Begrünung auf die Nmin-Gehalte des Bodens und die Erträge der Nachfrüchte wurde also weitgehend bestätigt.

Die Versuchsergebnisse wurden unter einer im Herbst und Winter nach Luzerneumbruch sehr trockenen Witterungssituation erzielt. Dadurch waren die Unterschiede zwischen den Umbruchvarianten im Bodenwasservorrat und den Nmin-Gehalten geringer und weniger klar als erwartet. Im Hinblick auf das durch den Klimawandel zu erwartende häufigere Auftreten von Trockenphasen im Pannonikum dürfte diese Situation in Zukunft vermehrt auftreten. Bei feuchterer Witterung nach dem Luzerneumbruch kann, nach den oben genannten Ergebnissen aus der Literatur, hier eine deutlichere Differenzierung zugunsten des frühen Luzerneumbruchs mit Zwischenfrucht-Begrünung angenommen werden.

4.4 Schlussfolgerungen

Nichtwendende Bodenbearbeitung, die Wahl des Umbruchtermins und die Ansaat einer Zwischenfrucht Begrünung wurden als Möglichkeiten untersucht, das Nitratauswaschungsrisiko beim Luzerneumbruch im Nordburgenland zu minimieren ohne Erträge und Qualität der Nachfrüchte zu beeinträchtigen.

- Nichtwendende Bodenbearbeitung mit dem Grubber zeigte bei sehr trockener Witterung im ersten Versuchshalbjahr ab Herbst 2011 nicht die erhofften Wirkungen eines verringerten Wasserverbrauchs und verringerter Mineralstickstoffgehalte des Bodens. Die Verunkrautung und vor allem der Luzerne wiederaufwuchs waren bei Grubberbearbeitung jedoch verstärkt. Einen eindeutigen Effekt auf Kornertrag und Proteingehalte im Korn gab es nicht. Grubberbearbeitung birgt aufgrund des erhöhten Luzerne wiederaufwuchses ein erhöhtes Risiko vor allem bei feuchteren Witterungsbedingungen. Die nichtwendende Bodenbearbeitung mit dem Grubber kann auf Grundlage der Ergebnisse dieser Untersuchung nicht empfohlen werden. Der Anbau einer Zwischenfrucht, siehe weiter unten, bietet einen besseren Ansatzpunkt zur Optimierung des Futterleguminosen-Umbruchmanagements.
- Ein später Umbruch des Luzernebestandes Mitte bis Ende Oktober 2011 gegenüber einem frühen Umbruch Ende Juli bis Mitte August 2011 hatte nur einen schwachen negativen Effekt auf die Bodenwassergehalte und keinen Einfluss auf die Nmin-Freisetzung im ersten Halbjahr nach Luzerneumbruch. Der geringe bzw. fehlende Effekt wird auf die Trockenheit in diesem Zeitraum zurückgeführt. Die Wirkung auf Korn- und Stickstofftrag der nachfolgenden Getreide war im ersten Folgejahr negativ.
- Die Zwischenfrucht-Begrünung entwickelte sich trockenheitsbedingt nur schwach. Sie hatte keinen Einfluss auf die Bodenwassergehalte, einen nur geringen reduzierenden Effekt auf die Nmin-Gehalte und keinen gesicherten Einfluss auf die Erträge und Proteingehalte der Nachfrüchte.
- Die Kombination von frühem Luzerneumbruch mit Anbau einer Zwischenfrucht-Begrünung hatte unter diesen trockenen Bedingungen keinen negativen Einfluss auf die Wasserverfügbarkeit, sie ergab zu allen Untersuchungsterminen die geringsten Nmin-Gehalte des Bodens und erzielte vergleichsweise hohe Korn- und Stickstoffträge der Getreidenachfrüchte. In Jahren mit einem feuchten Sommer, in denen sich Zwischenfrüchte üppig entwickeln, und einem trockenen Herbst, sind durch den Wasserverbrauch der Zwischenfrucht negative Auswirkungen auf die Nachfrucht möglich. Sofern keine Einschränkungen durch Umweltprogramme (z.B. Befahrungsverbot bis 30.9.) bestehen, könnte unter diesen Bedingungen die Zwischenfrucht gemulcht, gemäht oder gewalzt werden, um den Wasserverbrauch einzuschränken. Früher Luzerneumbruch mit Zwischenfrucht-Begrünung kann daher als Möglichkeit, das Nitratauswaschungsrisiko beim Luzerneumbruch im Nordburgenland und negative Effekte auf Erträge und Qualität der Nachfrüchte zu minimieren, empfohlen werden.
- Die Auswirkungen des frühen Umbruchzeitpunktes der Luzerne und der Zwischenfrucht Begrünung auf die Stickstoff-Freisetzung waren trockenheitsbedingt nicht feststellbar bzw. gering. Im Hinblick auf das durch den Klimawandel zu erwartende häufigere Auftreten von Trockenphasen im Pannonikum dürfte diese Situation in Zukunft vermehrt auftreten. Trotzdem sind die günstigen Auswirkungen eines frühen Umbruchs mit Anbau einer Zwischenfrucht-Begrünung auf die Nmin-Gehalte nicht vernachlässigbar, weil sie bei feuchteren Witterungssituationen, unter denen auch das Nitratauswaschungsrisiko erhöht ist, voraussichtlich stärker zum Tragen kommen.
- Die Ergebnisse kamen auf inhomogenen Standorten und unter einer außergewöhnlich trockenen Witterungssituation im ersten Versuchshalbjahr zustande. Sie sind daher mit Unsicherheiten behaftet und sollten nur mit Vorsicht verallgemeinert werden. Für eine breitere Gültigkeit der Ergebnisse erscheint eine Wiederholung des Versuchs erforderlich.

Zusammenfassung

Ziel des Projekts war es, bei Luzerneanbau im biologischen Landbau im Pannonikum durch geeignetes Umbruchmanagement das Risiko der Nitratauswaschung zu minimieren ohne den Ertrag und die Qualität von nachfolgenden Getreidekulturen zu beeinträchtigen. In einem praxisnahen Versuch auf Flächen von zwei Landwirten im Nordburgenland wurden Umbruchvarianten, die sich in der Art der Bodenbearbeitung (Pflug vs. Grubber), dem Zeitpunkt des Umbruchs (früh vs. spät) und der Ansaat einer Gründüngung (mit vs. ohne) unterscheiden, vergleichend durchgeführt.

Durch die anhaltende Trockenheit im Sommer bis Winter 2011 waren sowohl die Biomasse des zweiten Luzerneaufwuchses als auch die Biomasse der Zwischenfruchtbegrünung zum Zeitpunkt des Häckselns Ende September bis Mitte Oktober 2011 gering bis sehr gering. Die gravimetrischen Bodenwassergehalte lagen zumeist zwischen 10 % und 20 % und waren ebenfalls gering. Die Mineralstickstoffgehalte im Boden bis 60 bzw. 90 cm Tiefe im ersten Winterhalbjahr betragen i.d.R. zwischen 90 und 160 kg N pro Hektar. Diese hohen Gehalte sind in Beziehung zu dem geringen Biomasseaufwuchs von Luzerne und Begrünung mit entsprechend geringer Nährstoffaufnahme aus der Bodenlösung zu sehen. Auch eine schlechte Schwefelverfügbarkeit kann die Nitrataufnahme und Eiweißsynthese der Luzerne limitiert haben. Dies wäre zu prüfen. Nichtwendende Grubberbearbeitung zeigte gegenüber Pflugbearbeitung unter den trockenen Witterungsverhältnissen im ersten Versuchsjahr keine gesicherten Auswirkungen auf den Bodenwasservorrat oder die Nmin-Gehalte nach Luzerneumbruch bis zum Beginn der zweiten Vegetationsperiode, erhöhte aber etwas die Beikrautdichte und an einem Standort den Luzerne-Durchwuchs im Winterweizen. Bei Grubberbearbeitung waren in der ersten Nachfrucht Winterweizen im Jahr 2012 die Korn- und Stickstoffträge tendenziell negativ beeinflusst, in den zweiten Testfrüchten Winterweizen bzw. Triticale im Jahr 2013 waren jedoch im Mittel die Proteingehalte im Korn und die Stickstoffträge erhöht. Als Ursache dieser Differenzierung wird eine bei Grubberbearbeitung verlangsamte Stickstofffreisetzung aus den Ernte- und Wurzelrückständen der Luzerne angenommen. Diese, und damit auch das Grubber-Bearbeitungsverfahren, sind im Hinblick auf das Nitratauswaschungsrisiko günstig zu beurteilen, auch wenn sich in den Nmin-Gehalten unter den Witterungsbedingungen dieser Untersuchung kein entsprechender Effekt zeigte. Die an einem der beiden Standorte im Sommer 2012 nach der ersten Nachfrucht durch ein Missverständnis erneut differenzierte Bodenbearbeitung erschwerte die Interpretation der Bodenbearbeitungseffekte der Luzerneumbruchverfahren auf die zweite Nachfrucht. Der bei Grubberbearbeitung verstärkte Luzernedurchwuchs in der ersten Nachfrucht, der unter den Witterungsbedingungen dieser Untersuchung moderat war, kann bei feuchterer Witterung nach dem Luzerneumbruch und während der ersten Nachfrucht ein ernsthaftes Problem darstellen. Das Grubberbearbeitungsverfahren muss dementsprechend weiter optimiert werden. Die nichtwendende Bodenbearbeitung mit dem Grubber kann auf Grundlage der Ergebnisse dieser Untersuchung nicht empfohlen werden. Ein früher Luzerneumbruch verringerte die Verunkrautung und erhöhte den Winterweizenertrag gegenüber einem späten Umbruch. Zu einer Verringerung der Nmin-Gehalte im Winterhalbjahr bis zum Beginn der Vegetationsperiode 2012 führte ein früher Umbruch aber nur in Verbindung mit dem Anbau einer Zwischenfrucht-Begrünung und der Entwicklung von Pflanzenbiomasse (Begrünung und Luzerne-Durchwuchs), die Nitrat aus dem Boden aufnahm. Auf den Ertrag und die Proteingehalte im Korn im Mittel der beiden Standorte der ersten Nachfrucht Winterweizen sowie der zweiten Nachfrucht Winterweizen bzw. Triticale hatte die Begrünung keinen gesicherten Einfluss. Früher Luzerneumbruch mit Zwischenfrucht-Begrünung kann daher als Möglichkeit, das Nitratauswaschungsrisiko beim Luzerneumbruch im Nordburgenland und negative Effekte auf Erträge und Qualität der Nachfrüchte zu minimieren, empfohlen werden.

Die Ergebnisse kamen auf inhomogenen Flächen und unter einer außergewöhnlich trockenen Witterungssituation im ersten Versuchshalbjahr zustande. Sie sind daher mit Unsicherheiten behaftet und nur bedingt verallgemeinerbar.

Summary

The aim of the project was to minimise the risk of nitrate leaching after lucerne plough-down in organic farming in the Pannonian region without impairing yield and quality of subsequently growing cereal crops. In an on-farm experiment on two farmers' fields in Northern Burgenland plough-down treatments were compared differing in the kind of soil cultivation (plough vs. field cultivator), the timing of plough-down (early vs. late in autumn), and a green manure catch crop (with vs. without).

Continuing drought in summer to winter 2011 resulted in a low to very low biomass of lucerne after the first cut and of the catch crop green manure at the time of chaffing in late September to mid-October. Soil gravimetric water contents were in a range from 10 to 20 % most of the time and were also low. Soil mineral nitrogen contents in 60 to 90 cm depth were mostly in a range from 90 to 160 kg ha⁻¹ during the first winter. These high values were related to a low biomass production of lucerne and green manure crop and a low nutrient uptake from the soil solution. Poor sulphur availability may have limited lucerne nitrate uptake and protein synthesis. Under the dry weather conditions in the first experimental year, non-inversion cultivation with a field cultivator compared to ploughing had no significant effect on soil water reservoir or soil mineral N contents after lucerne plough-down until beginning of the second vegetation period. Weed density and, at one site, lucerne re-growth in winter wheat, were increased. In the first subsequent crop, i.e. winter wheat in 2012, grain and nitrogen yield tended to be reduced with non-inversion cultivation. However, in the second following crop in 2013, winter wheat and triticale respectively, grain protein content and nitrogen yield were increased on average. A retarded nitrogen mineralisation from the lucerne residues with non-inversion cultivation is the assumed cause. This effect and therefore non-inversion cultivation can be regarded as favourable under the weather conditions of this study, even though this effect was not reflected by the mineral N contents. Due to a misunderstanding, soil cultivation was differentiated at one of the two sites in summer 2012 again. This hampers the interpretation of soil cultivation effects at lucerne plough-down on the second following crop. Lucerne re-growth in the first subsequent crop in the non-inversion cultivation treatment, being moderate under the weather conditions of this study, may become a severe problem if weather conditions are moister after lucerne plough-down and during the first subsequent crop. This cultivation treatment needs to be further optimised. Non-inversion cultivation with a field cultivator cannot be recommended based on the results of this study. An early timing of lucerne plough-down reduced weed density and increase winter wheat yield compared to a late timing. Only combining an early plough-down treatment with a green manure catch crop and related growth of crop biomass (catch crop and lucerne re-growth) with nitrate uptake from the soil, resulted in a reduction of mineral N contents during winter until beginning of the 2012 vegetation period. The catch crop had no significant effect on average yield and grain protein contents of the first subsequent winter wheat crop and the second crop, i.e. winter wheat or triticale, respectively. Early lucerne plough-down combined with a green manure catch crop can therefore be recommended as an option to reduce the nitrate leaching risk at lucerne plough-down in Northern Burgenland and to minimise adverse effects on yield and quality of following crops.

Results were achieved on inhomogeneous fields and under extraordinary dry weather conditions during the first half experimental year. Therefore they are afflicted with uncertainty and allow only limited generalisation.

Literatur

- ARBEITSGRUPPE BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung, Bundesanstalt für Geowissenschaften (Hrsg.), 4. Auflage, Hannover.
- Askegaard, M., Olesen, J.E., Rasmussen, I.A., Kristensen, K., 2011. Nitrate leaching from organic arable crop rotations is mostly determined by autumn field management. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 142, 149-160.
- Becker, K., Heilmann, S., Riffel, A., Leithold, G., Fischinger, S.A. 2013. Wirkung einer Schwefel- und Gölledüngung auf den Trockensubstanz- und Stickstofftrag eines Futterleguminosenbestandes In: Neuhoff, D., Stumm, C., Ziegler, S., Rahmann, G., Hamm, U., Köpke, U. (Eds.), Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Verlag Dr. Köster, Berlin, Bonn, pp. 220 - 221.
- Bodner, G., Loiskandl, W., Kaul, H.P., 2007. Cover crop evapotranspiration under semi-arid conditions using FAO dual crop coefficient method with water stress compensation. *Agricultural Water Management* 93, 85-98.
- Campbell, C. A., Lafond, G.P.; Zentner, R.P.; Jame, Y.W. 1994. Nitrate leaching in a Udic Haploboroll as influenced by fertilization and legumes. *Journal of Environmental Quality* 23: 195-201.
- Dreymann, S., R. Loges, and F. Taube. 2005. Schnittgutabfuhr oder Gründüngung? Auswirkung der Klee gras-Nutzung auf Nitrat im Sickerwasser und Folgefrüchte. Kassel: kassel university press GmbH, V, 181-84.
- Fischinger, S.A., Becker, K., Riffel, A., Leithold, G. 2013. Effekte einer Schwefel- und Phosphor-Düngung auf Futterleguminosen auf einem Schwefel- und Phosphormangelstandort In: Neuhoff, D., Stumm, C., Ziegler, S., Rahmann, G., Hamm, U., Köpke, U. (Eds.), Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Verlag Dr. Köster, Berlin, Bonn, pp. 62 - 63.
- Francis, G.S., Haynes, R.J., Sparling, G.P., Ross, D.J., Williams, P.H., 1992. Nitrogen mineralization, nitrate leaching and crop growth following cultivation of a temporary leguminous pasture in autumn and winter. *Fertilizer Research* 33, 59-70.
- Heß, J. 1989. Klee grasumbruch Im Organischen Landbau: Stickstoffdynamik Im Fruchtfolgeglied Klee gras - Klee gras - Weizen - Roggen. Diss. Universität Bonn.
- Heß, J. 1995. Residualer Stickstoff aus mehrjährigem Feldfutterbau: Optimierung seiner Nutzung durch Fruchtfolge und Anbauverfahren unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus. Diss. Universität zu Bonn.
- Quispel, A. 1982. Frontier Research in Symbiotic Nitrogen Fixation." *Frontiers of research in Agriculture*. Ed. S. K. Roy. Calcutta: 206-23.
- Riffel, A., Hornischer, H., Fischinger, S.A., Leithold, G., Becker, K. 2013. Wirkung einer Schwefeldüngung zu einem Luzerne-Klee gras-Bestand auf den Kornertrag der Nachfrucht Winterweizen In: Neuhoff, D., Stumm, C., Ziegler, S., Rahmann, G., Hamm, U., Köpke, U. (Eds.), Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Verlag Dr. Köster, Berlin, Bonn, pp. 214 - 215.
- Rinnofner, T., J. K. Friedel, R. de Kruijff, G. Pietsch, B. Freyer. 2008. Effect of catch crops on N dynamics and following crops in organic farming. *Agronomy for Sustainable Development* 28(4): 551-558.
- Webster, C.P., Poulton, P.R., Goulding, K.W.T., 1999. Nitrogen leaching from winter cereals grown as part of a 5-year ley-arable rotation. *European Journal of Agronomy* 10, 99-109.

Anhang

Tabelle A1: Bonitur von Winterweizen am 25.5.2012 - Standort Seehof

Versuch	Parzelle	Behandlung	Wuchshöhe in cm	Schädlings- befall Stufen	Beikraut- bedeckung %	Pflanzahl Meter 1	Pfl.anzahl Meter 2	Pflanzen pro m ²	Wachstums- stadium BBCH	Krankheiten Fraßschäden	Schädlingsbefall: 1=0-10% 2=10-20% 3=20-30% 4=30-40% 5=40-50% 6=50-60% 7=60-70% 8=70-80% 9=80-90% 10=90-100%
Wdh. 1	Parz. 1	Spät, ohne Pflug	71	1	Durchw.Lu 25 %	35	35	280	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 2			65	1	Durchw.Lu 25 %	27	41	272	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 1	Parz. 2	Früh, ohne Pflug	74	1	Durchw.Lu 5 %	33	44	308	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 2			69	1	Durchw.Lu 5 %	40	37	308	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 1	Parz. 3	Früh, mit Plug	67	1	Durchw.Lu 5 %	25	43	272	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 2			68	1	Durchw.Lu 5 %	34	38	288	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 1	Parz. 4	Früh, mit Grubber	73	1	Durchw.Lu 40 % Beikraut 15-20%	39	34	292	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 2			70	1	Durchw.Lu 40 % Beikraut 15-20%	37	34	284	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 1	Parz. 5	Früh, ohne Grubber	71	1	Durchw.Lu 5-10 % Beikraut 25%	33	27	240	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 2			72	1	Durchw.Lu 5-10 % Beikraut 25%	35	35	280	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 1	Parz. 6	Spät, ohne Grubber	66	1	Durchw.Lu 50 % Beikraut 15%	35	38	292	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 2			62	1	Durchw.Lu 50 % Beikraut 15%	29	38	268	56-58	Trockenstress (1)	

Trockenstress (1): Dies ist am Ende der Ähre erkennbar durch die weiße Spitze. Die letzten Körner lässt die Pfl. eintrocknen, damit genügend Kraft f. die restliche Ähre da ist.

Tabelle A1: Bonitur von Winterweizen am 25.5.2012 - Standort Seehof, Fortsetzung

Versuch	Parzelle	Behandlung	Wuchshöhe in cm	Schädlingsbefall Stufen	Beikrautbedeckung %	Pfl.anzahl Meter 1	Pfl.anzahl Meter 2	Pflanzen pro m ²	Wachstumsstadium	Krankheiten Fraßschäden	Schädlingsbefall: 1=0-10% 2=10-20% 3=20-30% 4=30-40% 5=40-50% 6=50-60% 7=60-70% 8=70-80% 9=80-90% 10=90-100%
Wdh. 1	Parz. 7	Spät, ohne Pflug	66	1	Durchw.Lu 20 % Beikraut 5%	25	32	228	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 2			68	1	Durchw.Lu 20 % Beikraut 5%	37	32	276	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 1	Parz. 8	Früh, ohne Pflug	70	1	Durchw.Lu 5 % Beikraut 5%	29	35	256	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 2			70	1	Durchw.Lu 5 % Beikraut 5%	31	42	292	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 1	Parz. 9	Früh, mit Plug	74	1	Durchw.Lu 5 % Beikraut 5%	29	38	268	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 2			73	1	Durchw.Lu 5 % Beikraut 5%	41	28	276	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 1	Parz. 10	Früh, mit Grubber	71	1	Durchw.Lu 15 % Beikraut 5%	30	31	244	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 2			68	1	Durchw.Lu 15 % Beikraut 5%	37	35	288	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 1	Parz. 11	Früh, ohne Grubber	80	1	kein Durchw.Lu Beikraut 15%	31	61	368	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 2			77	1	kein Durchw.Lu Beikraut 15%	40	36	304	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 1	Parz. 12	Spät, ohne Grubber	63	1	Durchw.Lu 20 % Beikraut 10%	32	35	268	56-58	Trockenstress (1)	
Wdh. 2			63	1	Durchw.Lu 20 % Beikraut 10%	30	40	280	56-58	Trockenstress (1)	

Beikräuter: Mohn, Klettenlabkraut, Vogelmiere, Kamillenart (falsche)

Tabelle A1.1: Bonitur von Winterweizen am 14.05.2013 - Seehof

Versuch	Parzelle	Variante	Wuchshöhe in cm	Schädlings- befall Stufen	Beikraut- bedeckung %	Meter 1	Meter 2	Pflanzen m ²	Wachstums stadium BBCH	Krankheiten Fraßschäden	Schädlingsbefall: 1=0-10% 2=10-20% 3=20-30% 4=30-40% 5=40-50% 6=50-60% 7=60-70% 8=70-80% 9=80-90% 10=90-100%
Datum	14.Mai 2013										
Wdh. 1	Parz. 1	Spät, ohne Pflug	55		kaum ca. 5%	62	83	580	33-37	mittlerer Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			54			65	69	536	33-37		
Wdh. 1	Parz. 2	Früh, ohne Pflug	51		10%	52	57	436	33-37	starker Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			56			49	55	416	33-37		
Wdh. 1	Parz. 3	Früh, mit Pflug	53		10%	50	39	356	33-37	starker Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			49			46	49	380	33-37		
Wdh. 1	Parz. 4	Früh, mit Grubber	58		0%	67	58	500	33-37	sehr starker Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			57			62	66	512	33-37		
Wdh. 1	Parz. 5	Früh, ohne Grubber	53		kaum ca. 5%	53	49	408	33-37	sehr starker Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			56			55	48	412	33-37		
Wdh. 1	Parz. 6	Spät, ohne Grubber	54		kaum ca. 5%	52	43	380	33-37	sehr starker Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			52			45	44	356	33-37		

Beikraut: Vogelmiere, Klettenlabkraut, Mohn, Viola (wild), Wicke, Ehrenpreis, Ackerwinde, Distel, Gänsefuß,

Tabelle A1.1: Bonitur von Winterweizen am 14.05.2013 – Seehof - Fortsetzung

Versuch	Parzelle	Variante	Wuchshöhe in cm	Schädlings- befall Stufen	Beikraut- bedeckung %	Meter 1	Meter 2	Pflanzen m ²	Wachstums stadium	Krankheiten Fraßschäden	Schädlingsbefall: 1=0-10% 2=10-20% 3=20-30% 4=30-40% 5=40-50% 6=50-60% 7=60-70% 8=70-80% 9=80-90% 10=90-100%
Datum	14.Mai 2013										
Wdh. 1	Parz. 7	Spät, ohne Pflug	56		kaum ca. 5%	37	59	384	33-37	leichter Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			61			41	52	372	33-37		
Wdh. 1	Parz. 8	Früh, ohne Pflug	51		20%	48	37	340	33-37	leichter Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			53			41	46	348	33-37		
Wdh. 1	Parz. 9	Früh, mit Plug	52		20%	54	58	448	33-37	mittlerer Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			58			48	52	400	33-37		
Wdh. 1	Parz. 10	Früh, mit Grubber	63		kaum ca. 5%	47	53	400	33-37	mittlerer Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			56			49	46	380	33-37		
Wdh. 1	Parz. 11	Früh, ohne Grubber	49		10-15%	83	49	528	33-37	Pilzbefall, weiss (Foto) mittlerer Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			54			72	51	492	33-37		
Wdh. 1	Parz. 12	Spät, ohne Grubber	55		kaum ca. 5%	48	57	420	33-37	mittlerer Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			58			53	49	408	33-37		

Tabelle A1.2 Bonitur von Winterweizen am 13.06.2013 - Seehof

Versuch	Parzelle	Variante	Wuchshöhe in cm	Schädlings- befall Stufen	Beikraut- bedeckung %	Meter 1	Meter 2	Pflanzen m ²	Wachstums- stadium	Krankheiten Fraßschäden	Schädlingsbefall: 1=0-10% 2=10-20% 3=20-30% 4=30-40% 5=40-50% 6=50-60% 7=60-70% 8=70-80% 9=80-90% 10=90-100%
Datum	13.Juni 2013										
Wdh. 1	Parz. 1	Spät, ohne Pflug	118		kaum ca. 5%	37	59	384	71	mittlerer Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			115			41	52	372	71		
Wdh. 1	Parz. 2	Früh, ohne Pflug	108		20%	36	42	312	71	mittlerer Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			107			60	43	412	71		
Wdh. 1	Parz. 3	Früh, mit Plug	107		20%	41	50	364	71	mittlerer Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			111			47	41	352	71		
Wdh. 1	Parz. 4	Früh, mit Grubber	111		kaum ca. 5%	55	56	444	71	sehr starker Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			113			47	68	460	71		
Wdh. 1	Parz. 5	Früh, ohne Grubber	110		kaum ca. 5%	48	55	412	71	sehr starker Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			110			52	34	344	71		
Wdh. 1	Parz. 6	Spät, ohne Grubber	116		kaum ca. 5%	67	58	500	71	sehr starker Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			112			53	65	472	71		

Versuch	Parzelle	Variante	Wuchshöhe in cm	Schädlings- befall Stufen	Beikraut- bedeckung %	Meter 1	Meter 2	Pflanzen m ²	Wachstums- stadium	Krankheiten Fraßschäden	Schädlingsbefall: 1=0-10% 2=10-20% 3=20-30% 4=30-40% 5=40-50% 6=50-60% 7=60-70% 8=70-80% 9=80-90% 10=90-100%
Datum	13.Juni 2013										
Wdh. 1	Parz. 7	Spät, ohne Pflug	112		10%	76	38	456	71	starker Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			112			48	53	404	71		
Wdh. 1	Parz. 8	Früh, ohne Pflug	102		10%	48	37	340	71	starker Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			103			41	46	348	71		
Wdh. 1	Parz. 9	Früh, mit Plug	109		20%	47	56	412	71	starker Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			110			39	40	316	71		
Wdh. 1	Parz. 10	Früh, mit Grubber	105		kaum ca. 5%	40	68	432	71	starker Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			111			68	48	464	71		
Wdh. 1	Parz. 11	Früh, ohne Grubber	109		kaum ca. 5%	42	38	320	71	starker Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			104			53	46	396	71		
Wdh. 1	Parz. 12	Spät, ohne Grubber	107		kaum ca. 5%	42	34	304	71	mittlerer Befall Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			105			45	45	360	71		

Tabelle A2: Bonitur von Winterweizen am 25.5.2012 - Standort Kleylehof

Versuch	Parzelle	Behandlung	Wuchshöhe in cm	Schädlings- befall Stufen	Beikraut- bedeckung %	Pfl.anzahl Meter 1	Pfl.anzahl Meter 2	Pflanzen pro m ²	Wachstums- stadium BBCH	Krankheiten Fraßschäden	Schädlingsbefall: 1=0-10% 2=10-20% 3=20-30% 4=30-40% 5=40-50% 6=50-60% 7=60-70% 8=70-80% 9=80-90% 10=90-100%
Wdh. 3	Parz. 13	Spät, ohne Pflug	37	1	Durchw.Lu 5 % Beikraut 10%	37	32	276	52 - 55	keine	
Wdh. 4			37	1	Durchw.Lu 5 % Beikraut 10%	44	46	360	52 - 55	keine	
Wdh. 3	Parz. 14	Früh, ohne Pflug	40	1	kein Durchw.Lu Beikraut 20%	33	46	316	52 - 55	keine	
Wdh. 4			40	1	kein Durchw.Lu Beikraut 20%	28	34	248	52 - 55	keine	
Wdh. 3	Parz. 15	Früh, mit Plug	38	1	kein Durchw.Lu Beikraut 15%	29	38	268	52 - 55	keine	
Wdh. 4			42	1	kein Durchw.Lu Beikraut 15%	42	31	292	52 - 55	keine	
Wdh. 3	Parz. 16	Früh, mit Grubber	42	1	kein Durchw.Lu Beikraut 30%	37	44	324	52 - 55	keine	
Wdh. 4			42	1	kein Durchw.Lu Beikraut 30%	42	38	320	52 - 55	keine	
Wdh. 3	Parz. 17	Früh, ohne Grubber	38	1	kein Durchw.Lu Beikraut 35%	49	31	320	52 - 55	keine	
Wdh. 4			40	1	kein Durchw.Lu Beikraut 35%	28	30	232	52 - 55	keine	
Wdh. 3	Parz. 18	Spät, ohne Pflug	42	1	Durchw.Lu 5 % Beikraut 30%	34	40	296	52 - 55	keine	
Wdh. 4			43	1	Durchw.Lu 5 % Beikraut 30%	22	25	188	52 - 55	keine	

Tabelle A2: Bonitur von Winterweizen am 25.5.2012 - Standort Kleylehof (Fortsetzung)

Versuch	Parzelle	Behandlung	Wuchshöhe in cm	Schädlings- befall Stufen	Beikraut- bedeckung %	Pfl.anzahl Meter 1	Pfl.anzahl Meter 2	Pflanzen pro m ²	Wachstums- stadium	Krankheiten Fraßschäden	Schädlingsbefall: 1=0-10% 2=10-20% 3=20-30% 4=30-40% 5=40-50% 6=50-60% 7=60-70% 8=70-80% 9=80-90% 10=90-100%
Wdh. 3	Parz. 19	Früh, ohne Pflug	35	1	kein Durchw.Lu Beikraut 10%	30	43	292	52 - 55	keine	
Wdh. 4			34	1	kein Durchw.Lu Beikraut 10%	28	29	228	52 - 55	keine	
Wdh. 3	Parz. 20	Früh, mit Plug	42	1	kein Durchw.Lu Beikraut 15%	35	39	296	52 - 55	keine	
Wdh. 4			40	1	kein Durchw.Lu Beikraut 15%	32	34	264	52 - 55	keine	
Wdh. 3	Parz. 21	Früh, mit Grubber	40	1	kein Durchw.Lu Beikraut 15%	22	24	184	52 - 55	keine	
Wdh. 4			42	1	kein Durchw.Lu Beikraut 15%	25	38	252	52 - 55	keine	
Wdh. 3	Parz. 22	Früh, ohne Grubber	37	1	kein Durchw.Lu Beikraut 30%	47	42	356	52 - 55	keine	
Wdh. 4			41	1	kein Durchw.Lu Beikraut 30%	30	46	304	52 - 55	keine	
Wdh. 3	Parz. 23	Spät, ohne Grubber	43	1	kein Durchw.Lu Beikraut 40%	36	39	300	52 - 55	keine	
Wdh. 4			44	1	kein Durchw.Lu Beikraut 40%	37	43	320	52 - 55	keine	
Wdh. 3	Parz. 24	Spät, ohne Grubber	41	1	kein Durchw.Lu Beikraut 30%	29	42	284	52 - 55	keine	
Wdh. 4			42	1	kein Durchw.Lu Beikraut 30%	29	31	240	52 - 55	keine	

Tabelle A2.1: Bonitur von Triticale am 14.05.2013 - Kleylehof

Versuch	Parzelle	Variante	Wuchshöhe in cm	Schädlings- befall Stufen	Beikraut- bedeckung %	Meter 1	Meter 2	Pflanzen m ²	Wachstums- stadium BBCH	Krankheiten Fraßschäden	Schädlingsbefall: 1=0-10% 2=10-20% 3=20-30% 4=30-40% 5=40-50% 6=50-60% 7=60-70% 8=70-80% 9=80-90% 10=90-100%
Datum	14.Mai 2013										
Wdh. 1	Parz. 13	Spät, ohne Pflug	54	1	5%	39	58	388	55-58	vereinzelt Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			52			42	55	388	55-58		
Wdh. 1	Parz. 14	Früh, ohne Pflug	58	1	10%	39	43	328	55-58	keine	
Wdh. 2			57			44	49	372	55-58	keine	
Wdh. 1	Parz. 15	Früh, mit Plug	55	1	10%	40	37	308	55-58	keine	
Wdh. 2			54			41	46	348	55-58	keine	
Wdh. 1	Parz. 16	Früh, mit Grubber	57	1	5%	30	38	272	55-58	keine	
Wdh. 2			54			41	35	304	55-58	keine	
Wdh. 1	Parz. 17	Früh, ohne Grubber	55	1	5%	41	44	340	55-58	keine	
Wdh. 2			56			48	43	364	55-58	keine	
Wdh. 1	Parz. 18	Spät, ohne Pflug	56	1	15-20%	42	38	320	55-58	keine	
Wdh. 2			53			41	44	340	55-58	keine	

Beikraut: Viola (wild), Ackerhellerkaut, Distel, Hundskamille, Besenrauke, Acker-Rindszunge, Hirtentäschl, Ackerrittersporn

Versuch	Parzelle	Variante	Wuchshöhe in cm	Schädlings- befall Stufen	Beikraut- bedeckung %	Meter 1	Meter 2	Pflanzen m ²	Wachstums- stadium BBCH	Krankheiten Fraßschäden	Schädlingsbefall: 1=0-10% 2=10-20% 3=20-30% 4=30-40% 5=40-50% 6=50-60% 7=60-70% 8=70-80% 9=80-90% 10=90-100%
Datum	14.Mai 2013										
Wdh. 1	Parz. 19	Früh, ohne Pflug	60	1	25-30% Ehrenpreis	48	40	352	55-58	keine	
Wdh. 2			57			44	39	332	55-58	keine	
Wdh. 1	Parz. 20	Früh, mit Plug	58	1	15%	43	46	356	55-58	keine	
Wdh. 2			59			48	41	356	55-58	keine	
Wdh. 1	Parz. 21	Früh, mit Grubber	59	1	10-15%	52	38	360	55-58	keine	
Wdh. 2			58			44	48	368	55-58	keine	
Wdh. 1	Parz. 22	Früh, ohne Grubber	55	1	5%	35	50	340	55-58	keine	
Wdh. 2			56			42	49	364	55-58	keine	
Wdh. 1	Parz. 23	Spät, ohne Grubber	57	1	15%	44	47	364	55-58	keine	
Wdh. 2			58			39	45	336	55-58	keine	
Wdh. 1	Parz. 24	Spät, ohne Grubber	55	1	5-10%	39	38	308	55-58	keine	
Wdh. 2			54			44	41	340	55-58	keine	

Hinweis: Vereinzelt war schon das BBCH Stadium 59 zu sehen.

Tabelle A2.2: Bonitur von Triticale am 13.06.2013 - Kleylehof

Versuch	Parzelle	Variante	Wuchshöhe in cm	Schädlings- befall Stufen	Beikraut- bedeckung %	Meter 1	Meter 2	Pflanzen m ²	Wachstums- stadium BBCH	Krankheiten Fraßschäden	Schädlingsbefall: 1=0-10% 2=10-20% 3=20-30% 4=30-40% 5=40-50% 6=50-60% 7=60-70% 8=70-80% 9=80-90% 10=90-100%
Datum	13.Juni 2013										
Wdh. 1	Parz. 13	Spät, ohne Pflug	85	1	5%	29	40	276	75 - 77	vereinzelt Getreide- hähnchen	
Wdh. 2			100			41	41	328	75 - 77		
Wdh. 1	Parz. 14	Früh, ohne Pflug	89	1	10%	40	35	300	75 - 77	keine	
Wdh. 2			89			34	37	284	75 - 77	keine	
Wdh. 1	Parz. 15	Früh, mit Pflug	88	1	10%	38	33	284	75 - 77	keine	
Wdh. 2			84			39	37	304	75 - 77	keine	
Wdh. 1	Parz. 16	Früh, mit Grubber	90	1	5%	34	43	308	75 - 77	keine	
Wdh. 2			88			44	45	356	75 - 77	keine	
Wdh. 1	Parz. 17	Früh, ohne Grubber	85	1	5%	36	29	260	75 - 77	keine	
Wdh. 2			81			38	30	272	75 - 77	keine	
Wdh. 1	Parz. 18	Spät, ohne Pflug	88	1	10%	52	41	372	75 - 77	keine	
Wdh. 2			89			37	42	316	75 - 77	keine	

Tabelle A2.2: Bonitur von Triticale am 13.06.2013 – Kleylehof - Fortsetzung

Versuch	Parzelle	Variante	Wuchshöhe in cm	Schädlings- befall Stufen	Beikraut- bedeckung %	Meter 1	Meter 2	Pflanzen m ²	Wachstums- stadium BBCH	Krankheiten Fraßschäden	Schädlingsbefall: 1=0-10% 2=10-20% 3=20-30% 4=30-40% 5=40-50% 6=50-60% 7=60-70% 8=70-80% 9=80-90% 10=90-100%
Datum	13.Juni 2013										
Wdh. 1	Parz. 19	Früh, ohne Pflug	97	1	10%	32	41	292	75 - 77	keine	
Wdh. 2			95			41	47	352	75 - 77	keine	
Wdh. 1	Parz. 20	Früh, mit Plug	88	1	10%	39	43	328	75 - 77	keine	
Wdh. 2			82			33	47	320	75 - 77	keine	
Wdh. 1	Parz. 21	Früh, mit Grubber	87	1	10%	43	42	340	75 - 77	keine	
Wdh. 2			84			35	35	280	75 - 77	keine	
Wdh. 1	Parz. 22	Früh, ohne Grubber	84	1	5%	47	34	324	75 - 77	keine	
Wdh. 2			83			41	43	336	75 - 77	keine	
Wdh. 1	Parz. 23	Spät, ohne Grubber	89	1	15%	38	42	320	75 - 77	keine	
Wdh. 2			83			32	38	280	75 - 77	keine	
Wdh. 1	Parz. 24	Spät, ohne Grubber	81	1	5-10%	40	28	272	75 - 77	keine	
Wdh. 2			82			31	42	292	75 - 77	keine	



**MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH**

bmlfuw.gv.at

FÜR EIN LEBENSWERTES ÖSTERREICH.

UNSER ZIEL ist ein lebenswertes Österreich in einem starken Europa: mit reiner Luft, sauberem Wasser, einer vielfältigen Natur sowie sicheren, qualitativ hochwertigen und leistbaren Lebensmitteln.

Dafür schaffen wir die bestmöglichen Voraussetzungen.

WIR ARBEITEN für sichere Lebensgrundlagen, eine nachhaltige Lebensart und verlässlichen Lebensschutz.



**MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH**