

Effiziente und ineffiziente ackerbauliche Maßnahmen zum Grundwasserschutz

Die Ergebnisse und Aussagen beruhen auf der zwanzigjährigen Versuchstätigkeit zu diesem Thema am Versuchsfeld in Wagna bei Leibnitz.

Johann Robier^{1*}, Johann Fank², Georg Dersch³ und Franz Feichtinger⁴

Einleitung

Das Versuchsreferat der landwirtschaftlichen Fachschulen arbeitet schon seit mehr als 20 Jahren an den Fragen der Grundwasserreinhaltung im Ackerbau. Die Ergebnisse zu diesem Thema beruhen auf der langjährigen Versuchstätigkeit am Versuchsfeld Wagna. Die vorrangig untersuchten Kulturen sind Mais, Getreide, Ölkürbis und Raps. An diesen Kulturen wurde zur Stickstoffdüngung und in der Kulturführung wissenschaftlich geforscht.

Die folgenden Aussagen stellen die ineffizienten und effizienten Maßnahmen im Ackerbau gegenüber.

Ineffiziente Maßnahmen sind:

Fruchtfolgen mit langen Brachezeiten.

Winterbegrünungen mit geringer Trockenmassebildung.

Sommerbegrünung mit längeren Brachezeiten nach der Ernte der Hauptkultur.

Stickstoffdüngung im Kürbisbau über 40 kg N/ha hinaus.

Düngungshöhen, die über die Richtlinien für die sachgerechte Düngung (SGD) hinausgehen.

Effiziente ackerbauliche Maßnahmen sind:

Einhaltung der Richtlinien der sachgerechten Düngung.

Verzicht auf die Ausbringung von Flüssigdünger im Herbst.

Anlage von Begrünungen innerhalb von 10 Tagen nach der Ernte mit reduzierter Bodenbearbeitung und deren Verbleib im Frühjahr für eine ausreichende Trockenmassebildung.

Der Reststickstoff sollte

auf leichten Böden unter 50 kg N/ha,

auf bindigen Böden unter 80 kg N/ha liegen.

Das System der immergrünen Landwirtschaft.

Introduction

The Styrian Department of agricultural school is working at the topics of keeping clean of groundwater already more than 20 years. The results of this theme are based on the research at the field of Wagna.

Less efficient measures are:

Crop rotation with long fallow period.

Wintergreens with production of little dry matter.

Summergreens, when the field is sowed late in the summer.

Nitrogenfertilizing in pumpkin above 40 kg N/ha.

The prohibition of nitrogenfertilizing to maize sowing.

Fertilizing above the roles of the „sachgerechten Düngung“.

Efficient measures are:

Fertilizing to the roles of the „sachgerechten Düngung“.

None spraying of liquid manure in the autumn.

Sowing of greens very fast after the harvest with the production of enough dry matter.

The content of nitrogen in the soil after the harvest should be low.

The cultivating system of the evergreen agriculture.

Grundwasser schonender Maisbau

Der Mais unterscheidet sich in der Nährstoffaufnahme und der Ertragsbildung wesentlich von den Getreidearten. Nach einer sehr zögerlichen Jugendentwicklung setzt eine Periode eines intensiven Massenwachstums ein. Mais ist eine C4-Pflanze mit höchster Ertragsbildung. Die Maisdüngung muss deshalb besonderen Anforderungen an Menge, Verfügbarkeit und Platzierung pflanzenaufnehmbarer Nährstoffe gerecht werden.

Auf den Hauptnährstoff Stickstoff ist ein besonderes Augenmerk zu legen. Der Hauptbedarf setzt mit Beginn der intensiven Trockenmassebildung, etwa drei Wochen vor dem Rispenstadium ein. Zu dieser Zeit, Anfang Juni, soll der Stickstoff schon pflanzenaufnehmbar vorliegen.

Effiziente und ineffiziente Grundwasser schonende Maßnahmen im Maisbau

Der dreijährige Stickstoffdüngungsversuch des Versuchsreferates der landwirtschaftlichen Fachschulen Steiermark gibt dazu Antworten.

¹ Versuchsreferat der Steirischen Fachschulen, A-8361 HATZENDORF 181

² Joanneum Research, Institut für WasserRessourcenManagement, Elisabethstraße 16/II, A-8010 GRAZ

³ Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Institut für Bodengesundheit und Pflanzenernährung, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN

⁴ Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Wasserwirtschaft und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße 1, A-3252 PETZENKIRCHEN

* Ansprechpartner: johann.robier@stmk.gv.at

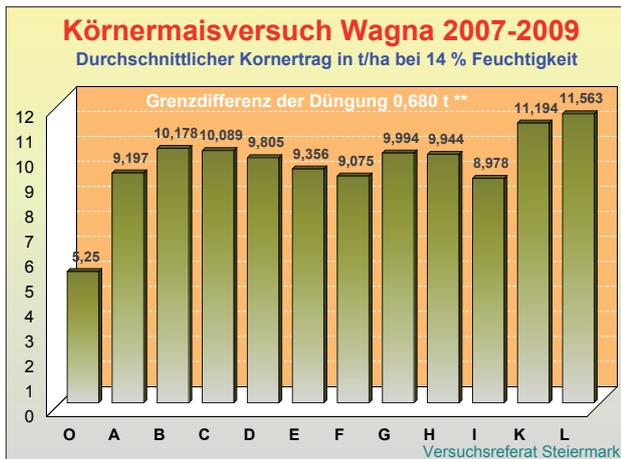


Abbildung 1: Körnermaisversuch Wagna 2007-2009

Der dreijährige Maisdüngungsversuch der Jahre 2007 bis 2009 (Abbildung 1) weist einen gesicherten besseren Ertrag bis zu einer Düngungshöhe von 145 kg/ha (Var. K) aus. Die weitere Steigerung auf 175 kg N/ha (Var. L) bringt keinen gesicherten Ertragszuwachs mehr.

Die zeitlich unterschiedlichen Mineraldüngungstermine (Var. C, D) haben keine statistisch gesicherte unterschiedliche Auswirkung auf die Ertragshöhe.

Die Güllevarianten (Var. E, F, I) auf das gleiche Reinstickstoffniveau wie die Mineraldüngervarianten hin bestimmt, können mit den Mineraldüngererträgen nicht mithalten (ASSFALL 2009). Das schlechtere Abschneiden der Güllevarianten liegt in der rechnerischen Überbewertung des Güllestickstoffes und den gasförmigen Ausbringungsverlusten begründet.

Die Reststickstoffmengen liegen bei allen Varianten unter 50 kg/ha.

Auf seicht gründigen Böden, wie am Standort Wagna, kann der Mais in Jahren mit ausgeglichenen Niederschlagsmengen maximal 145 kg N/ha wirtschaftlich und ökologisch verträglich in Ertrag umsetzen. Dies zeigt der dreijährige Versuch sehr anschaulich. Die wirksamste Maßnahme gegen Nitratverluste ist die sachgerechte Düngung auf eine mittlere Ertragsersparnis, das heißt die Vermeidung jeglicher Überdüngung. Einen sicheren Hinweis auf eine nicht sachgerechte Düngung gibt ein erhöhter Reststickstoffgehalt.

Weniger effiziente Maßnahmen für einen Grundwasser schonenden Maisbau

Die Varianten C und D (ohne Düngung zur Saat) zeigen hinsichtlich Ertrag und Reststickstoff keine ökologisch wirksamen Verbesserungen, sondern verursachen nur einen technischen und kostenmäßigen Mehraufwand (ZWATZ 1999).

Effiziente Maßnahmen für einen Grundwasser schonenden Maisbau

Die Empfehlungen der sachgerechten Düngung einhalten, Ertragsersparnis richtig einschätzen.

Keine Flüssigmistausbringung im Herbst, die Frühjahrsgaben sollten knapp, d.h. innerhalb von zehn Tagen vor dem Anbau oder in die Kultur erfolgen.

Stickstoffgehalt der Gülle feststellen und nach den RL der sachgerechten Düngung die WD gleichmäßig auf die Fläche verteilen.

Die jährlich unterschiedliche und die bodenabhängige Stickstoffnachlieferung aus den Bodenvorräten vor der Saat durch N_{\min} -Messungen berücksichtigen!

Das Ziel ist wenig Reststickstoff im Herbst,

unter 50 kg N/ha auf leichten Böden

unter 80 kg N/ha auf tiefgründigen Böden

Begrünungen sehr bald nach der Ernte (innerhalb von 10 Tagen) und mit einer Saatmenge von mehr als 100 kg/ha Grünroggen (oder 15 kg/ha Perko bis spätestens 20. September) durch Einhäckseln oder durch Eingrubbern anlegen (siehe Abhandlung Begrünungen).

Grundwasser schonender Getreidebau

Versuchsbeschreibung:

Der Versuch wurde angelegt, um die Stickstoffdüngung von Getreidekulturen in Wasserschongebieten zu optimieren.

Zwei Varianten (A und C) wurden im Herbst zum Anbau entweder mit Schweinegülle oder mit Kalkammonsalpeter in der Höhe von 50 kg N/ha gedüngt.

Zwei Varianten (B und D) erhielten die erste Güllegabe von 50 kg N/ha erst zu Vegetationsbeginn, anfangs März. Diese vier Varianten (A, B, C, D) bekamen im April eine zweite Gabe von 60 N/ha in Form von Kalkammonsalpeter. Die Variante E wurde nur mit Gülle geführt, die erste Gabe im Feber und die zweite im April.

Insgesamt erhielten alle Varianten 110 kg N/ha, diese Menge errechnet sich auf diesem seicht-gründigen Standort aus der Broschüre der sachgerechten Düngung bei mittlerer Ertragsersparnis. Die Variante mit Null Stickstoffdüngung wurde zum Vergleich angelegt.

Die Messungen des Bodenstickstoffes im Laufe der Vegetation zeigen die vorräufigen Stickstoffmengen (Abbildung 2). Auf Grund der niedrigen Niederschlagsmengen im Laufe des Winters 2006/07 und des Frühjahres kann behauptet werden, dass keine Verlagerung des Stickstoffes in den Unterboden passierte.

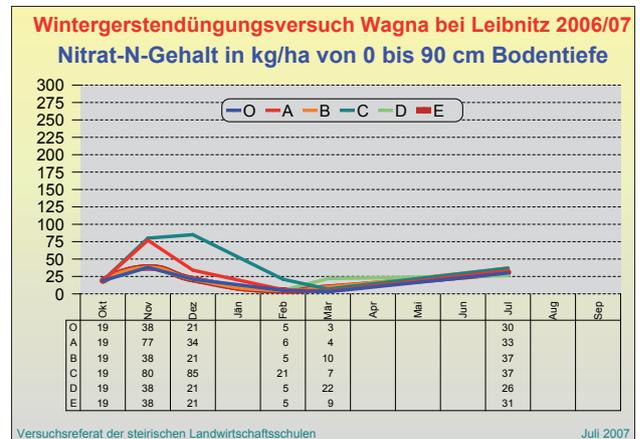


Abbildung 2: Nitratkurven des Wintergerstenversuches, Wagna

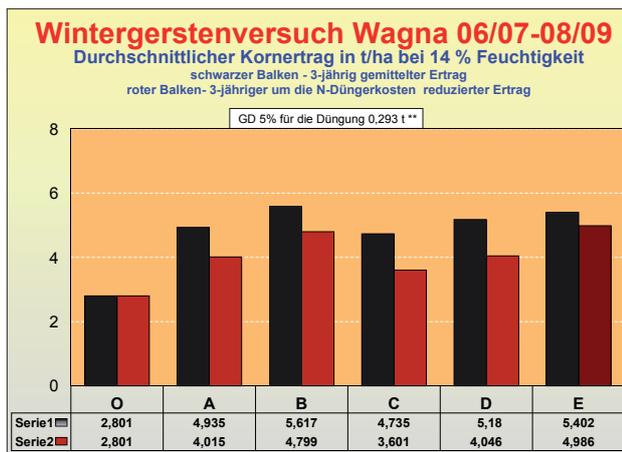


Abbildung 3: Wintergerstenversuch Wagna 06/07-08/09

Alle Varianten haben ein sehr niedriges Stickstoffniveau im Boden. Nur die Variante C, die die Mineraldüngergabe zum Anbau im Herbst erhielt, zeigt einen erhöhten Wert noch im Dezember.

Die dreijährigen Ertragsauswertungen der Varianten zeigen den Vorteil der Stickstoffgabe im Frühjahr im Vergleich zur Anbaudüngung im Herbst. Die Variante B unterscheidet sich von A nur durch die Gülledüngung im Frühjahr. B brachte um 500 kg höheren Ertrag als A.

Die Variante E mit ausschließlicher Gülledüngung im Frühjahr und April warf den zweitbesten Ertrag ab. Dies ist eine gute Lösung für güllestarke Betriebe.

Effiziente Maßnahmen für einen Grundwasser schonenden Getreidebau liegen vor, wenn....

- der Reststickstoff der Vorkultur nicht höher 50 kg/ha ist.
- die Ertrags Erwartung richtig eingeschätzt wird und eine sachgerechte Düngung vorgesehen ist.
- die Wirtschaftsdüngergabe nicht im Herbst, sondern im Frühjahr erfolgt.
- eine Teilung der Düngergaben vorgenommen wird.
- sich die Kultur im Herbst gut entwickelt.
- eine Untersaat im April oder eine sofortige, wirkungsvolle Stoppelsaat mit Minimalbodenbearbeitung angelegt wird.

Der steirische Ölkürbis im Wassereinzugsgebiet

Der steirische Ölkürbis wurde in den letzten Jahren die Modekultur im steirischen Ackerbau. Das schwarze Gold verkauft sich immer besser. Daher erfuhr die althergebrachte Kultur eine gewaltige, flächenmäßige Ausweitung. Der Wunsch nach guten Erträgen und einer ergiebigen Ölausbeute waren die treibenden Kräfte für verschiedene Kürbisversuche.

Welche Stickstoffdüngermenge ist hinsichtlich tolerierbarer Grundwasserbelastung anzustreben? Können Begleitmaß-

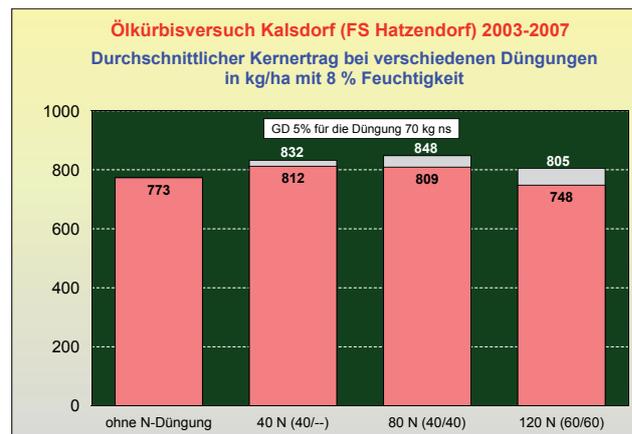


Abbildung 4: Ölkürbisversuch Kalsdorf (FS Hatzenorf) 2003-2007

nahmen wie Einsaat oder rasche Stoppelsaat die Kürbiskultur Grundwasser verträglich machen?

Der fünfjährige Versuch zeigt, dass eine mäßige Düngergabe von 40 kg Reinstickstoff für einen optimalen Ertrag ausreichend ist. Diese Düngermenge ist gerade auf humusarmen, wenig Stickstoff nachliefernden Standorten notwendig. Die Stickstoffabfuhr liegt pro ha bei einem mittleren Ertrag von 600-800 kg/ha auch in dieser Höhe.

Ergebnisse vom GPV Wagna:

Ertrag von 800 kg/ha Stickabfuhr 42,1 kg/ha
 von 610 kg/ha 31,6 kg/ha

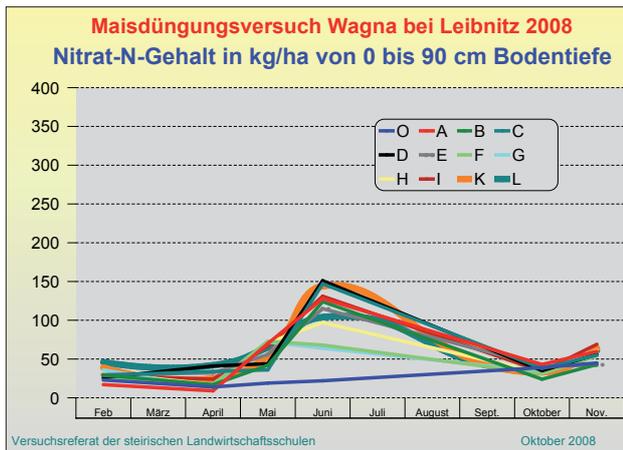
Die Begrünung im Ölkürbisbau

Die Einsaat einer Grasmischung im Ölkürbisbau hat sich zwecks der raschen Begrünung im Herbst sehr bewährt. Mit dem Absterben der Blätter entwickelt sich die Einsaat sehr rasch und bietet nach der Ernte eine geschlossene Grasdecke, die bestens die letzten verbliebenen Stickstoffmengen bindet. Die Einsaat ist der Stoppelsaat vor zu ziehen. Sie ist auch rascher Stickstoff bindend und noch dazu kostengünstiger in der Anlage.

Aus pflanzenbaulichen Gründen sind Klee-Grasmischungen (2/3 Gras, 1/3 Klee) den reinen Graseinsaaten vor zu ziehen, da reine Graseinsaaten im darauf folgenden Frühjahr schwer zu pflügen sind und den Boden in einer ungünstigen Krümelstruktur zurücklassen (Die LUB stellt im Jahresbericht 2009 ebenso diese Tatsache fest). Die N-Nachlieferung der Begrünung muss gemäß der Empfehlung der sachgerechten Düngung in die Stickstoffbilanz der Nachkultur einberechnet werden.

Effiziente Maßnahmen im Ölkürbisbau sind

- Keine höhere Düngung als 40 kg N/ha.
 - Auf humusreichen und fruchtbaren Bödenkeine Stickstoffdüngung
 - Auf humusarmen Böden.....40 kg Reinstickstoff/ha
- Eine Einsaat im Juni oder eine rasche Saat einer Begrünung nach der Ernte.

Abbildung 5: N_{\min} -Kurven auf der Standardfläche Wagna

Projekt: Bodenstickstoff

Humusreiche Böden (über 4% Humus) und eine feucht-warme Witterung können aus dem Bodenvorrat größere Stickstoffmengen freisetzen. Man spricht dann von einem wüchsigen Wetter. Erfahrene Landwirte berücksichtigen diese Stickstoffwellen in ihrem Düngeraufwand. Eine Bestimmung dieser sind durch laufende N_{\min} -Messungen auf definierten Testflächen möglich. Über das Internet und aktuelle Medien können die Werte den Landwirten zur richtigen Bemessung der Düngergaben bekannt gegeben werden.

Sollwertmethode:

Die Sollwert-Methode erlaubt nach Stickstoffbestimmungen vor der Saat und zur Kopfdüngung individuelle Düngerempfehlungen.

Siehe dazu die Richtlinien der sachgerechten Düngung, Abschnitt: Sollwertmethode.

Die Messung dieser Bodenstickstoffgehalte zum Anbau des Mais im April und zur Kopfdüngung Ende Mai ergeben Anhaltspunkte der richtigen Düngerbemessung. Das Versuchsreferat der landwirtschaftlichen Fachschulen besitzt die notwendige Erfahrung in der Probenahme. Die Beratung der Landwirte könnten die Umweltberater in den Bezirken Graz-Umgebung, Leibnitz und Radkersburg organisieren.

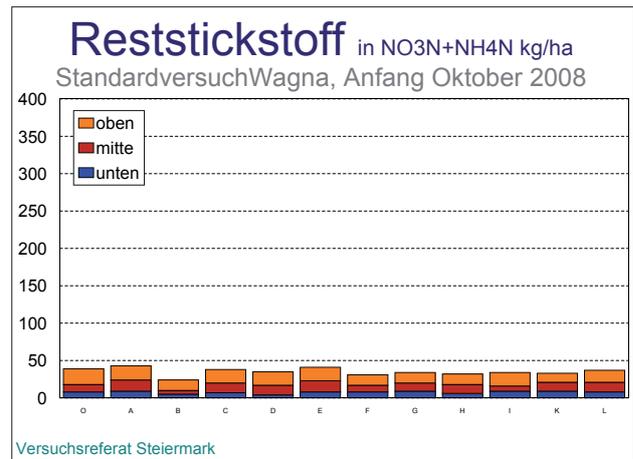
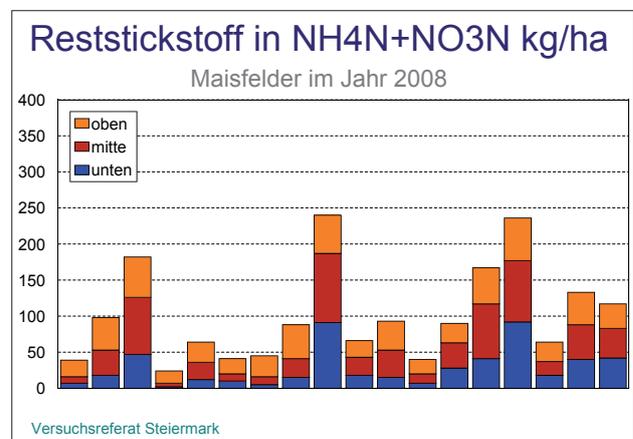
Niedrige Reststickstoffwerte im Herbst deuten auf eine sachgerechte Düngung.

Die umfangreichen Stickstoffmessungen im Zuge vieler Versuche im Wasserschongebiet ergeben nachvollziehbare N_{\min} -Kurven. So können für jede Kultur und jedes Düngungsverfahren typische N_{\min} -Kurven gezeichnet werden. Die Feststellung des Stickstoffwertes nach der Ernte im Boden wird als Rest N_{\min} -Wert bezeichnet. Liegt dieser Wert

auf leichten Böden unter 50 kg N/ha,

auf bindigen und tiefgründigen Böden unter 80 kg N/ha

so kann von einer sachgerechten Düngung ausgegangen werden. Zeigt diese Messung einen höheren Wert an, sollte eine Hinterfragung des Düngungsregimes erfolgen.

Abbildung 6: Reststickstoff in NO_3N+NH_4N kg/haAbbildung 7: Reststickstoff in $NH_4N + NO_3N$ kg/ha

Die Reststickstoffwerte nach Mais auf obiger Musterfläche liegen alle unter 50 kg N/ha. Auf zufällig ausgewählten Maisfeldern von Leibnitz bis Radkersburg weisen einige Flächen einen deutlich höheren Rest N_{\min} -Wert auf.

Zusammenfassung

- Musterdüngungsflächen auf drei oder mehr typischen Bodenformen zeigen die jahresabhängige Stickstofffreisetzung auf.
- Die Stickstoffnachlieferungen aus den Böden können durch begleitende N_{\min} -Messungen erkannt werden!
- Einrichtung einer Nitrathotline zur raschen Information der Landwirte über Mineralisierungswellen.
- Einsatz der N_{\min} -Sollwert-Methode in der Praxis kann Überdüngungen hintanhaltend.
- Niedrige Reststickstoffmengen im Boden zeugen von sachgerechter Düngung.

Die Begrünung oder der Zwischenfruchtbau

Die Begrünung hat im Ackerbau verschiedene Aufgaben: Die Bodenbedeckung, Unterdrückung der Unkräuter, Humusaufbau, Speicherung der Bodennährstoffe, im Besonde-

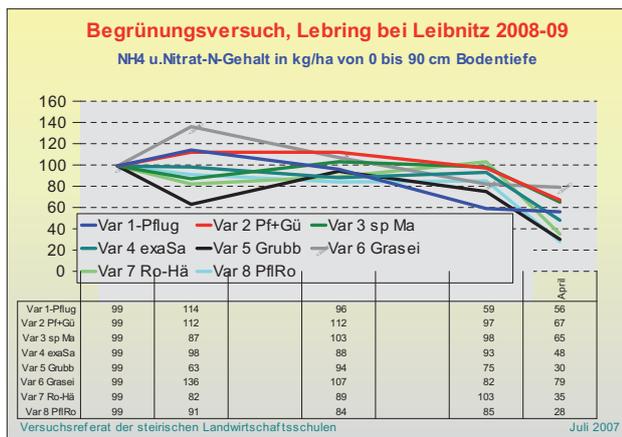


Abbildung 8: Begrünungsversuch, Lebring bei Leibnitz 2008-09

ren des Nitrates, in seltenen Fällen wird der Aufwuchs noch als Futter für Tiere oder in der Biogasanlage gebraucht.

Varianten der Begrünung:

- Sommerzwischenfrucht nach Getreide und Raps,
- Winterzwischenfrucht nach Mais und Kürbis
- Grasuntersaat im Ölkürbis

Sommerzwischenfrüchte mit Leguminosen

Sommerzwischenfrüchte ohne Leguminosen

Ansaatvarianten: Untersaat in die Kultur

Stoppelsaat nach der Ernte

Die Untersaat wäre gegen die Auswaschung sehr wirksam. Sie wird aber durch die Hauptkultur häufig unterdrückt und kann nicht flächendeckend anwachsen.

Die Stoppelsaat verursacht durch die Bodenbearbeitung einen Mineralisierungsschub und wird erst nach dem Anwachsen gegen die Auswaschung wirksam.

Die beiden Begrünungsversuche in Lebring und Altneudörfel wurden durch N_{min}-Messungen von der Saat weg begleitet. Erst im März konnte ein intensives Pflanzenwachstum beobachtet werden. Dies führte zu einem erkennbaren Sinken der Nitratwerte (Abbildung 8) durch die Nährstoffaufnahme der Begrünung oder durch Immobilisierungsvorgänge.

Zusammenfassung

- Nach der Ernte soll der Reststickstoffgehalt im Boden bis 90 cm nicht höher als 50 kg/ha sein.
- Saatzeit bei einer Getreidebegrünung (Grünroggen) darf nicht später als 10. Oktober sein.
- Saatzeit bei einer Winterrübsen Perko Begrünung darf nicht später als 20. Sept. angelegt werden.
- Je später die Aussaat erfolgt desto höher soll die Saatgutmenge sein.
- Nicht weniger als 100 kg/ha bei Getreidebegrünung.
- Nicht weniger als 10 kg/ha bei einer Winterrübsen, Perko Begrünung.

- Keine Wirtschaftsdüngergabe im Herbst.
- Eine eventuell nötige Windenbekämpfung soll durch eine dichte Sommerzwischenfrucht oder durch eine chemische Behandlung im Mais oder Getreide erfolgen.
- Die Saat mit einem Grubber oder das Einhäckseln des Saatgutes sind nach den einjährigen Versuchsergebnissen und langjährigen Beobachtungen am wirksamsten und am kostengünstigsten.
- Die Bodenbearbeitung sollte möglichst gering ausfallen, damit die Mineralisierung nicht verstärkt wird.

Diskussion der Ergebnisse

Die langjährige Versuchstätigkeit zum Thema Stickstoffdüngung im Ackerbau zeigt deutlich auf, dass die Empfehlungen die Richtlinien der sachgerechten Düngung zur Reinhaltung des Grundwassers Ziel führend sind und bei Vermeidung jeder Überdüngung der Grenzwert von 50 mg/l Nitrat im Sickerwasser im mehrjährigen Mittel nicht überschritten wird. Der mineralische Stickstoffgehalt im Boden unmittelbar nach der Ernte wird als Rest N_{min}-Wert bezeichnet. Liegt dieser Wert bei einer Beprobungstiefe von 0-90 cm

auf leichten Böden unter 50 kg N/ha,

auf bindigen und tiefgründigen Böden unter 80 kg N/ha

so kann von einer sachgerechten Düngung ausgegangen werden. Zeigt diese Messung einen höheren Wert an, sollte eine Hinterfragung des Düngungsregimes erfolgen.

Ein rascher und wirksamer Zwischenfruchtanbau in einer geschlossenen Fruchtfolge bringt einen weiteren wichtigen Beitrag zur Reinhaltung des Grundwassers.

Danksagung

Diese Arbeit wurde im Rahmen des Projektes „Ackerbauliche Maßnahmen für eine grundwasserverträgliche Landwirtschaft im Murtal“ im Auftrag der FA 19A, 17C, 10A und 3 der Steiermärkischen Landesregierung durchgeführt.

Als Leiter des Versuchsreferates Steiermark sage ich vielen herzlichen Dank den Mitarbeitern des Versuchsreferates für die verlässliche und exakte Arbeit auf den Versuchsfeldern. Erst dadurch sind diese wertvollen Ergebnisse für die Praxis möglich geworden.

Literatur

- ASSFALL, A., 2009: Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen von Körnermais, Wintergerste und Ölkürbis im Rahmen der Grundwassersanierung im Leibnitzerfeld. Diplomarbeit, Oktober 2009.
- LUB, 2009: Grasreinsaat im Ölkürbis. Landwirtschaftliche Umweltberatung, Steiermark, Zwischenbericht 2009.
- ZWATZ, F., 1999: Einfluss einer unterschiedlichen Stickstoffdüngung auf Ertrag und Ertragsverhalten von Mais in Wagna/Leibnitz. Diplomarbeit, April 1999.