

Stickstoffversorgung von Weisskohl, Silo- und Körnermais durch Winterzwischenfrucht-Leguminosen.

Guido Haas

Institut für Organischen Landbau - Universität Bonn, Katzenburgweg 3, D-53115 Bonn, Germany

Das Projekt überwiegend gefördert im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau mit dem Titel " Stickstoffversorgung der Zweitfrüchte Feldgemüse und Mais nach Winterzwischenfrucht-Leguminosen " FKZ 514-43.10/02OE318

Zusammenfassung

Der organisch wirtschaftende Landwirt ist systemkonform bestrebt, möglichst wenig Betriebsmittel von außen einzusetzen. Die Zufuhr von Stickstoff (N) wird über den Anbau von Leguminosen gewährleistet. Auf den Zukauf von stickstoffhaltigen Düngemittel wird weitgehend verzichtet. Eine bislang wenig untersuchte Form der N-Zufuhr in den organisch wirtschaftenden Betrieb stellt der Anbau von Leguminosen als Winterzwischenfrüchte dar. Dabei wird alternativ zum Hauptfrucht-Futterbau oder Grünbrache-Leguminosenbau der Zeitraum Winter bis spätes Frühjahr für den Anbau von Leguminosen genutzt. Als Nachfrüchte sind spät gesäte oder gepflanzte sommerannuelle Kulturen günstig.

In den Jahren 2002 und 2003 wurden an drei organisch bewirtschafteten Standorten mit faktoriellen Feldversuchen die N-Bindung im Sproß und die Vorfruchtwirkung von Winterzwischenfrucht-Leguminosen (Zottelwicke, Inkarnatklee, Landsberger Gemenge, Wickroggen) teilweise gemulcht oder beerntet zu Weißkohl und Mais untersucht. Um die symbiotisch fixierte N-Menge der Leguminosen zu bestimmen, wurden Nicht-Leguminosen (Welsches Weidelgras, Roggen) als Referenzfrüchte angebaut. Die Standorte lagen in der Niederrheinischen Bucht (65 bzw. 30 m NN).

Die untersuchten **Winterzwischenfrucht-Leguminosen** hatten in Reinsaat oder Gemenge im Mittel etwa 150 kg N/ha im Sproß aufgenommen (Spannweite 65 - 200 kg N/ha). Davon wurden durchschnittlich etwa 100 kg N/ha symbiotisch fixiert. Die restliche im Sproß festgestellte **N-Menge** stammte aus dem Boden-N-Vorrat (Humus). Nach der Etablierung der Bestände war eine Wachstumsperiode bis mindestens in den Mai hinein für hohe N-Mengen im Zwischenfruchtaufwuchs erforderlich, da hohe tägliche N-Aufnahmeraten (1,5 - 2,5 kg N/ha) erst im Frühjahr ab Mitte März auftraten.

Die Zwischenfruchtbestände konnten im Vergleich zu Brache die **N_{min}-Mengen im Boden** bis 90 cm Tiefe vor Winter um bis zu 50 bis 80 kg N/ha reduzieren. Im Sproß der Zwischenfrüchte wurden vor Winter 40 bis 90 kg N/ha gebunden. Der Nitratminderungseffekt im Boden war im Gemenge gegenüber der Reinsaat Wicke höher und unter Rübsen und Roggenreinsaat am höchsten.

Winterzwischenfrucht-Leguminosen wiesen, geschätzt anhand der untersuchten **Inhaltsstoffe**, eine sehr hohe Mineralisierbarkeit auf. Im Gegensatz zu den Leguminosen Inkarnatklee und Zottelwicke (3,1 bzw. 4,1 % N i.d.TM) kann die Mineralisierbarkeit von Roggen und Welschem Weidelgras als Gemeengepartner bei am Schwellenwert liegenden N-Gehalten (1,6 % N i.d.TM) und oberhalb des Schwellenwertes (C/N = 20 - 25) liegenden C/N-Verhältnissen (C/N = 31 bzw. 29) zeitweise gehemmt sein (Inkarnatklee und Zottelwicke C/N = 14 bzw. 11).

Nach dem **Umbruch** gemulchter Zwischenfruchtbestände wurden innerhalb weniger Tage bis Wochen sehr hohe **N_{min}-Mengen** mehrfach über 100 kg N/ha im Oberboden **mineralisiert** (Spannweite 50 bis 180 kg N_{min}-N). Nach gemulchter Zwischenfrucht wurden höhere N_{min}-Mengen im Boden festgestellt als nach beernteter Zwischenfrucht oder reiner Brache. Im Vergleich zur Brache ohne Mulchzufuhr wiesen die beernteten Varianten zumeist nur geringfügig höhere N_{min}-Mengen im Boden auf. Demnach ist die in den Ernte- und Wurzelrückständen kurzfristig mineralisierbare N-Menge gering, weil die N-Freisetzung aus dem Bodenvorrat groß war. Für ein höheres N-Angebot zur Nachfrucht ist der im Sproß der Zwischenfrucht gebundene Stickstoff wesentlich. Mulchnutzung ist mit dem Ziel hoher N_{min}-Mengen im Boden nach Umbruch der Zwischenfrucht einer Beerntung vorzuziehen. Nach Brache ohne Mulchzufuhr und nach den beernteten Varianten wurden im Boden N_{min}-Mengen zwischen 50 und 75 kg N/ha nach Umbruch mineralisiert. Der organische gebundene Stickstoff im Boden trug damit wesentlich zur N-Versorgung der Nachfrüchte bei.

Am Standort 'W' wurde zweijährig die Nachfrucht **Weißkohl** untersucht. Die in der ersten Teilflächenbeerntung zum Abschluß der Bodenbeprobungen nach Umbruch der Zwischenfrucht gemessene N-Aufnahme des Weißkohls - zwischen 50 - 125 kg N/ha und 25 - 75 kg N/ha im ersten bzw. zweiten Untersuchungsjahr - spiegelten die Abstufung der N_{min}-Mengen in der Krume nach Umbruch wieder. Bei den Ernten im Herbst wurden bei N-Gesamtaufnahmen von 125 - 230 kg N/ha in beiden Jahren weniger differenzierte Abstufungen zwischen den Varianten festgestellt. Nach 'Wicke beerntet' wurden im Vergleich zur Variante 'Brache' nur geringfügig höhere N-Mengen in der Nachfrucht gemessen. Die N-Nachlieferung aus den Ernte- und Wurzelrückständen der Zwischenfrucht war demnach auch während des gesamten Vegetationszeitraums gering. Verblieb der Zwischenfruchtaufwuchs gemulcht auf der Fläche oder wurde nach Brache zugeführt, wurden höhere N-Aufnahmen der Nachfrucht Weißkohl festgestellt.

Nach dem weitgehenden Ernteausfall im Jahr 2002 infolge gravierendem Schädlingsbefalls wurden im Jahr 2003 bei Weißkohl Trockenmasseerträge zwischen 46 und 75 dt TM/ha mit 2,8 bis 3,6 % N bzw. 5,1 - 6,6 % TM erreicht. Der Frischmasseertrag lag zwischen 877 und 1.274 dt/ha und je Kopf zwischen 3,9 und 5,7 kg. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die geringeren Erträge bei den Referenzvarianten 'Reinsaat Gras' und 'Brache' festgestellt wurden. Die Erträge der Hauptvarianten unterschieden sich im Gegensatz zu den N-Aufnahmen vergleichsweise wenig.

An den Standorten 'S' und 'Wiesengut' wurde zweijährig **Mais** als Nachfrucht der Winterzwischenfrucht angebaut. Entsprechend den im Boden nach Umbruch der Zwischenfruchtvarianten gemessenen N_{min}-Mengen differenzierte die Rangfolge der N-Aufnahme der Nachfrucht Mais bei der ersten Teilflächenbeerntung im Juli zumeist erwartungsgemäß (im Mittel der Standorte und Jahre 80 - 130 kg N/ha im Sproß von Mais). Bei der im September jeweils durchgeführten Silomaisernte bestätigte sich erneut weitgehend diese Rangfolge in der N-Aufnahme (im Mittel der Standorte und Jahre 150 - 280 kg N/ha im Sproß von Mais).

An den Standorten 'S' und 'Wiesengut' wurden im Jahr 2002 im Durchschnitt 196 und 191 dt TM/ha sowie im Jahr 2003 191 und witterungsbedingt nur 138 dt TM/ha Silomaisertrag gebildet. Die Kolbenenerträge zur Körnermaisernte im Jahr 2002 an den Standorten 'S' und 'Wiesengut' betragen 130 bzw. 103 dt TM/ha (Wiesengut nur Silomaiserntetermin). Im Folgejahr wurden 109 bzw. 76 dt TM/ha gemessen. Die Kornanteile am Kolben lagen in beiden Jahren bei 89 bzw. keine Erhebung sowie 82 bzw. 77%. Die Stärkegehalte der Kolben und Körner in

den beiden Jahren waren kaum differenziert (knapp unter 50 bzw. etwa 70% Stärke i.d.TM) und lagen für die Restpflanze durchgehend unter 0,5%.

Wie schon bei den Untersuchungen zur Nachfrucht Weißkohl festgestellt (Kap. 3.2.2), war auch bei Mais trotz deutlich unterschiedlicher N-Akkumulation zwischen den Varianten, die Differenzierung der Trockenmasseerträge der Gesamtpflanze geringer. Noch geringer bis nicht mehr nachweisbar waren die Unterschiede der Kolben- bzw. Körnermaiserträge. Dieser Sachverhalt war auf die höhere Variabilität der N-Mengen wie auch der Trockenmasseerträge der Restpflanze (ohne Kolben) zurückzuführen. Auch bei Mais wirkte sich das Kompensationsvermögen bei der Ertragsbildung der Kolben nivellierend auf die Unterschiede in der N-Menge im Sproß aus.

Die N-Aufnahme der Nachfrüchte war nach dem Verbleib des gemulchten Zwischenfruchtaufwuchses im Vergleich zu den beernteten Varianten überwiegend signifikant höher. Gleichwohl war die mit dem Mulch zugeführte N-Menge nicht als Differenz zwischen gemulchten und beernteten Varianten wiederzufinden. Die **N-Nachlieferung aus dem Boden** (Humusmineralisierung) überdeckte teilweise die Wirkung des gemulchten Zwischenfruchtaufwuchses. Die Art der Zwischenfrucht mit Leguminosen in Reinsaat oder im Gemenge hat keine über die beiden Jahre und Standorte eindeutige Differenzierung erkennen lassen.

Mit Korrelations- und Regressionsberechnungen wurde der Einfluß des mit dem Verbleib der gemulchten Zwischenfrucht zugeführten Stickstoffs auf die nach Umbruch mineralisierten N-Mengen im Boden und die von den Nachfrüchten im Sommer bzw. im Herbst zur Ernte aufgenommenen N-Mengen an allen Standorten nachgewiesen. Bei Beerntung der Zwischenfrucht muß ein Großteil des für die Nachfrucht benötigten Stickstoffs aus dem Bodenvorrat gespeist werden, während mit dem Verbleib der Zwischenfrucht gemulcht auf der Fläche eine weitgehend ausgeglichene Stickstoff-Feldbilanz und damit Humusbilanz gestaltet werden kann.

Mit Winterzwischenfrucht-Leguminosen kann ein mengenmäßig bedeutsamer Beitrag für die innerbetrieblich erzeugte N-Zufuhr geleistet werden. Auf Basis der vorgestellten Feldversuchsergebnisse wurde in gesonderten Kapiteln eine umfangreiche Liste an Handlungsempfehlungen sowie der sich ergebende zukünftige Forschungs- und Entwicklungsbedarf ausgearbeitet.

Dr. Guido HAAS

AgrarIngenieurbuero Haas

www.agrarhaas.de

Email g.haas@agrارhaas.de

Ökologischer Landbau - Wasserschutz - Ökobilanzen - CO₂ Klimawandel

Beratung - Planung - Umsetzung - Gutachten - Studien - Vorträge

Organic AgroExpertise Consultancy

www.agroexpertise.de

Email g.haas@agroexpertise.de

Organic Farming - Watershed Management - Ecobalances - Climate Change

Advice - Development - Evaluation - Feasibility studies - Training

Teilaspekte des Berichts wurden publiziert (PDF-Datei der Publikationen können gerne angefordert werden):

Haas, G., H. Brand, M. Puente de la Vega, U. Köpke 2007: Nitrogen from hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) as winter green manure for white cabbage in organic horticulture. *Biological Agriculture & Horticulture* 25, 37-53.

Haas, G., H. Brand, M. Puente de la Vega, U. Köpke: The effect of leguminous and non-leguminous cover crops on mineral nitrogen by maize (*Zea mays* L.) in organic farming. submitted