

## **Einfluss der organischen Düngung auf Wachstum, Zusammensetzung und Nährstoffaufnahme eines leguminosenbetonten Zwischenfruchtgemenges**

### **Influence of organic manuring on growth, composition and nutrient uptake of a cover crop mixture**

K. Möller<sup>1</sup>, W. Stinner<sup>1</sup> und G. Leithold<sup>1</sup>

**Keywords:** soil fertility, cover crop, nutrient management

**Schlagwörter:** Bodenfruchtbarkeit, Zwischenfrucht, Nährstoffmanagement

#### **Abstract:**

*The effect of different management strategies on growth, composition and nutrient uptake of a cover crop mixture of summer vetch and oil radish were tested in field experiments on the Research Station Gladbacherhof. Slurry application and cereal straw management (incorporation vs. harvesting) affected composition of cover crop significantly: slurry application decreased legume content and biological N<sub>2</sub>-fixation significantly. By this way the N-input in farm cycle were reduced. The higher the amount of straw residues were left on field, the higher the legume content was in the cover crop mixture. High legume content in cover crop mixtures not only increased N<sub>2</sub>-fixation, but also P uptake of the cover crop. According to available literature additionally mobilised P increased the P supply of following crops. The harvest of cover crop sprout reduced nitrate leaching potential significantly especially when winter crops were following. The harvest of the cover crops increased the amounts of N cycling within the farming system. Hence it allows higher N manuring to selected crops with a high N demand.*

#### **Einleitung und Zielsetzung:**

Durch den Anbau von Zwischenfrüchten (ZF) können Rest-N-Mengen im Boden vor Eintritt des Winters organisch gebunden und vor Auswaschung geschützt werden. Der Anbau von legumen ZF ermöglicht die Erhöhung der innerbetrieblich zirkulierenden N-Mengen. Nach MÖLLER & REENTS (1999) kann durch den Anbau von Leguminosen als ZF sowohl bei nachfolgenden Sommerungen als auch bei Winterungen eine signifikante Erhöhung der Erträge und der N-Aufnahme erzielt werden. Die Ansprüche einer möglichst hohen N-Bereitstellung für die nachfolgende Hauptfrucht bei gleichzeitig niedrigem Auswaschungsrisiko für Nitrat wurden am ehesten von einem Gemenge legumer und nicht-legumer Arten erfüllt. Biologisch wirtschaftende Betriebe mit güllebasierten Tierhaltungssystemen besitzen in aller Regel nicht genügend Lagerkapazität, um die gesamte Gülle zur Hauptfrucht ausbringen zu können. Dies führt dazu, dass meist ein Teil der Gülledüngung zur ZF ausgebracht wird. Bisher liegen keine Ergebnisse darüber vor, wie sich eine Gülledüngung auf Zusammensetzung, Wachstum und Nährstoffaufnahme eines leguminosenbetonten Gemenges auswirkt. Ferner ist nicht bekannt, wie sich die Ernte/nicht-Ernte des Stroh auf Wachstum, Zusammensetzung und Nährstoffaufnahme des nachfolgenden ZF-Gemenges auswirkt.

#### **Methoden:**

Die Ergebnisse beruhen auf Versuchen auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof der Universität Gießen aus den Jahren 2002 bis Sommer 2005, bei denen die pflanzenbaulichen Systemwirkungen der Vergärung von Gülle und sonstigen Koppelprodukten untersucht wurden. Im abgebildeten System mit einer ortsfest ange-

---

<sup>1</sup>Professur für Organischen Landbau, Universität Gießen, Karl Glöcknerstr. 21c, 35394 Gießen, Deutschland, [kurt.moeller@alumni.tum.de](mailto:kurt.moeller@alumni.tum.de)

legten achtfeldrigen Fruchtfolge (2x Kleegras, Winterweizen, Kartoffeln, Winterroggen, Erbsen, Dinkel, Sommerweizen) wurde ein ZF-Gemenge (90 kg Sommerweizen und 5 kg Ölrettich  $\text{ha}^{-1}$ ) innerhalb von ein bis drei Tagen nach der Ernte der Druschfrüchte (Winterweizen <WW>, Winterroggen <WR>, Erbsen <Erb> und Dinkel <Di>) gesät. Die Aussaattermine der ZF nach den verschiedenen Hauptfrüchten waren gleich. Nach Winterweizen wurde das gesamte Stroh vor der ZF-Einsaat abgefahren. Bei den übrigen drei Hauptfrüchten wurde es je nach Variante entweder abgefahren oder auf der Fläche zur Strohdüngung belassen. Die Aufwüchse der ZF nach Erbsen wurden Anfang Oktober vor der Einsaat von Dinkel je nach Variante geerntet oder als Gründüngung auf der Fläche eingearbeitet. Die ZF-Aufwüchse nach den Winterungen wurden Ende Oktober geerntet bzw. bis zur Einarbeitung im Winter auf dem Feld belassen. Die Gölledüngung erfolgte zur ZF nach WW, wobei mindestens eine von fünf Varianten keine Gölledüngung erhielt. Die Messung der Aufwuchsmengen von Stroh und ZF erfolgte durch Schnitt von 2 mal je  $0,5 \text{ m}^2$  pro Parzelle. Nach Feststellung der Frischmasse wurde ein Aliquot gehäckselt und bei  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Bei den ZF wurde vor der Wägung und Weiterverarbeitung eine Trennung in die legumen (LEG) und nicht-legumen (NL) Bestandteile vorgenommen. Zu Vegetationsende im November wurden Bodenproben in 0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm zur Ermittlung der Gehalte an mineralischem Stickstoff ( $\text{N}_{\text{min}}$ ) im Boden gezogen.

Tab. 1: Ertrag, Zusammensetzung und Nährstoffgehalte der Zwischenfrüchte (Sommerweizen, Ölrettich) in Abhängigkeit von ihrer Vorrucht und Stellung innerhalb der Fruchtfolge

Hauptfrucht	nachfolgendes Zwischenfruchtgemenge							
	Reststrohmengen <sup>1)</sup>	Trockenmasse	Leg-Anteil	N-Haushalt		Mineralstoffgehalte		
	[ $\text{dt ha}^{-1}$ ]	[ $\text{dt ha}^{-1}$ ]	[%]	$\text{N}_r$	C/N	P	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
						[‰]	[‰]	[‰]
WW	15,2a	32,5b	49,7b	3,24a	13,0c	5,47b	4,16a	2,89b
WR	70,9c	25,9a	60,0c	4,10c	10,6a	5,42b	4,20a	2,46a
Erb	30,1b	30,8b	33,5a	3,63b	11,6b	5,16a	4,92b	2,48a
Di	63,8c	36,1c	69,7d	3,66b	11,9b	5,37b	4,04a	2,58a

<sup>1)</sup> auf dem Feld verbleibende durchschnittliche Reststrohmengen nach Ernte und ggf. Abtransport

Die statistische Verrechnung (Varianzanalysen unter Einbeziehung des Jahreseffektes, Regressionsanalysen) wurde mittels des Statistikprogrammes SPSS 12,1 vorgenommen. Für multiple Mittelwertvergleiche wurde der Tukey-Test bei einem Signifikanzniveau von 5% verwendet. Statistische Unterschiede werden durch Verwendung unterschiedlicher Buchstaben kenntlich gemacht.

### Ergebnisse und Diskussion:

Die Sprossmasseaufwüchse unterschieden sich nach den verschiedenen Hauptfrüchten, sie wiesen ferner erhebliche Differenzen beim Leguminosenanteil auf (Tab. 1). Die niedrigsten LEG-Anteile wurden in der ZF nach Erbsen festgestellt, obwohl hier die Saatstärke legumer Arten indirekt durch die Ausfallerbse erhöht war. Dies dürfte am erhöhten N-Angebot nach Ernte von Körnererbse (höhere residuale Boden-Rest-N-Mengen, höheres N-Angebot aus dem Erbsenstroh) liegen. Dadurch wurden die NL Bestandteile der ZF (Ölrettich) zu Lasten der Leguminosen einseitig gefördert.

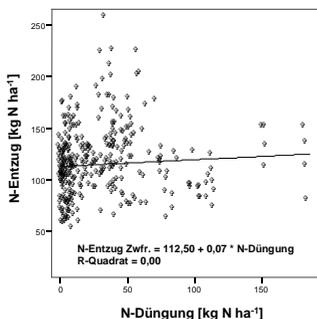


Abb. 1: Beziehung zwischen der N-Düngung zur ZF und der N-Aufnahme des Gemenges

Bei den ZF nach Wintergetreide wurden die niedrigsten legumene Anteile nach WW festgestellt. Dies lässt darauf deuten, dass sowohl die Getreidestroh-Düngung (z.B. nach WR und Dinkel) durch ihre N-immobilisierende Wirkung als auch die Gülledüngung zur Aussaat der ZF auf die Zusammensetzung des ZF-Bestandes Einfluss nehmen: Es besteht eine positive Korrelation zwischen dem C-Angebot aus organischen Düngern (Stroh- bzw. Stoppel-C und Gülle-C) zur ZF, und dem LEG-Anteil in der ZF (Tab. 2). Für N wurden entgegen gesetzte Wirkungen festgestellt (nicht dargestellt).

Tab. 2: Strohdüngung und ihre Auswirkungen auf Ertrag, Zusammensetzung und N-Gehalte der Zwischenfrüchte (Sommerwicke, Ölrettich) in Abhängigkeit von der Ernte des Getreidestrohs

	Reststrohmengen	Trockenmasse	Leg-Anteil	Ertrag Leg	Ertrag NL	N-Aufnahme
	[dt ha <sup>-1</sup> ]	[dt ha <sup>-1</sup> ]	[%]	[dt ha <sup>-1</sup> ]	[dt ha <sup>-1</sup> ]	[kg N ha <sup>-1</sup> ]
<b>Strohdüngung</b>	49,9b	32,4	65,9 b	21,5	12,1 a	120
<b>Stoppelreste <sup>1)</sup></b>	11,0a	32,8	55,7 a	19,3	15,0 b	113

<sup>1)</sup> durchschnittliche Reststrohmengen in der Stoppel nach Ernte und Abtransport des Strohs (ca. 20% des Gesamtaufwuchses)

Im Gemenge konnte keine Beziehung zwischen der Höhe der organischen N-Düngung zur ZF-Aussaat und der anschließenden N-Aufnahme durch den ZF-Spross ermittelt werden: Es bestand weder eine Beziehung zwischen den verabreichten Gülle-N-Mengen und der späteren N-Aufnahme, noch eine zwischen der gesamten organischen N-Düngung (Gülle-N + Stroh-N) und der N-Aufnahme der ZF (Abb. 1). Der Verzicht auf eine Gülledüngung wird offenbar vollständig durch eine höhere N<sub>2</sub>-Fixierung kompensiert (Abb. 1). Mit steigendem Leguminosenanteil im Gemenge sinkt das CN-Verhältnis im ZF-Aufwuchs signifikant. Eine Gülledüngung zur ZF bewirkt also nicht nur eine Reduzierung des Anteils der Leguminosen im Gemenge, sie geht auch zu Lasten des CN-Verhältnisses und der biologischen N<sub>2</sub>-Fixierung in der ZF, denn nicht gedüngte Flächen weisen vergleichbare N-Aufnahmen und Rest-N-Mengen im Boden zu Vegetationsende auf. Ferner konnte eine signifikant positive Korrelation zwischen dem Leguminosenanteil im Gemenge und dem P-Gehalt und damit auch der P-Aufnahme des Gemenges festgestellt werden. Diese Wirkung war v.a. dort festzustellen, wo das Gemenge ausschließlich aus Sommerwicke und Ölrettich bestand und keine Erbsen enthielt. Der P-Gehalt der Leguminosen in Gemengen ohne Erbsen betrug ca. 5,55‰ und war damit deutlich

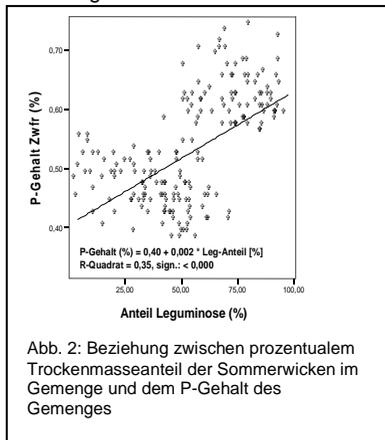


Abb. 2: Beziehung zwischen prozentualem Trockenmasseanteil der Sommerwicke im Gemenge und dem P-Gehalt des Gemenges

höher als der P-Gehalt der nicht-legumigen Gemengepartner (ca. 5,08 ‰). In der auf Erbsen folgenden ZF betrug der P-Gehalt der Leguminosen ca. 4,64 ‰ und war damit deutlich niedriger als die durchschnittlichen P-Gehalte der nicht-Leguminosen. Dieser Effekt schlägt sich auch in den P-Gehalten in Tab. 1 nieder, wo die auf Erbsen folgenden ZF die niedrigsten P-Gehalte aufwies. Die Nicht-Leguminosen im Gemenge wiesen mit ca. 4,97 ‰ K deutlich höhere Konzentrationen auf als die Leguminosen mit durchschnittlich 3,95 ‰ K. Aus diesem Grunde wurden mit steigendem Leguminosenteil sinkende K-Konzentrationen im Spross gemessen (Ergebnisse nicht dargestellt). Beim Magnesium unterschieden sich die Gehalte zwischen den legumigen und den nicht legumigen Gemengepartnern nicht.

Tab. 3: Auswirkungen der Zwischenfruchtternte auf die  $N_{min}$ -Gehalte im Boden zu Vegetationsende [kg  $N_{min}$ -N ha<sup>-1</sup>] in Abhängigkeit des Umbruchszeitpunktes der Zwischenfrucht

Zeitpunkt Umbruch:	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-90 cm
<b>Herbst</b>				
Spross geerntet	24,4a	18,8a	10,5a	52,3a
Spross eingearbeitet	33,9b	28,0b	13,5b	73,2b
<b>Winter:</b>				
Spross geerntet	15,1b	6,21	4,50	25,8b
Spross eingearbeitet	12,3a	6,00	4,48	22,9a

Die Ernte des ZF-Sprosses und der damit verbundene Abtransport des enthaltenen N reduziert die Nitratauswaschungsgefahr über Winter v.a. dann signifikant, wenn die Einarbeitung der ZF bzw. deren Stoppel im frühen Herbst vor der Aussaat einer Winterung erfolgt. Bei einem Winterumbruch wirkt sich die Ernte der ZF nicht auf die  $N_{min}$ -Gehalte im Boden zu Winterbeginn aus (Tab. 3).

### Schlussfolgerungen:

Die Stellung eines ZF-Gemenges aus Leguminosen und Nicht-Leguminosen in der Fruchtfolge beeinflusst deren Ertragsleistung kaum, sofern die Aussaat zu einem vergleichbaren Zeitpunkt stattfindet. Die Zusammensetzung des Gemenges wird dagegen sowohl durch die zuvor gestandene Hauptfrucht als auch durch Düngungsmaßnahmen maßgeblich bestimmt. Wird Gülle zur Aussaat ausgebracht, so beeinträchtigt dies die biologische  $N_2$ -Fixierung des Gemenges erheblich und reduziert damit den N-Input in den Betriebskreislauf. Zusätzlich steigt das CN-Verhältnis der ZF. Hohe LEG-Anteile im ZF-Gemenge sind in N-limitierten Anbausystemen nicht nur wegen einer höheren biologischen  $N_2$ -Fixierung vorteilhaft, sondern auch wegen der höheren P-Mobilisierung aus dem Boden, die durch eine stärkere Protonenabgabe der Wurzeln bewirkt wird. Der auf diese Weise zusätzlich mobilisierte P aus dem Boden steht nach CAVIGELLI & THIEN (2003) mittelfristig zu 100 % den nachfolgenden Kulturen zur Verfügung. Allerdings scheinen sich die unterschiedlichen Leguminosen in ihren P-mobilisierenden Eigenschaften deutlich zu unterscheiden. Zur Reduzierung der Nitratauswaschungsgefahr sollten die ZF-Aufwüchse v.a. dann geerntet werden, wenn nachfolgend eine Winterung ausgesät wird. Die Ernte der ZF und deren anschließende Verfütterung oder Vergärung in einer Biogasanlage bewirkt zudem eine Erhöhung des mobilen N-Düngepools und ermöglicht damit eine gezielte Steigerung der Düngung zu ausgewählten besonders N-bedürftigen Kulturen.

### Literatur:

Cavigelli M. A., Thien S. J. (2003): Phosphorus Bioavailability following Incorporation of Green Manure Crops. Soil Sci Soc Am J 67: 1186-1194.

Möller K., Reents H. J. (1999): Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte nach Körnererbsen auf die Nitratstickstoffgehalte im Boden und auf das Wachstum der Folgefrucht (Kartoffeln, Weizen). In: Hoffmann H., Müller S. (Hrsg.): Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum ökolog. Landbau, Berlin, 23.-25. 2. 1999, S. 109-112.