

N-Flüsse in gemulchtem und geschnittenem Klee gras: Warum Klee gras-Brache im Ökologischen Landbau (OL) die Erträge der Folgefrucht nicht erhöht

Martin Helmert¹, Hauke Heuwinkel¹, Günther Pommer², Reinhold Gutser¹ und Urs Schmidhalter¹

Einleitung

Vieharme Betriebe des Ökologischen Landbaus (OL) bauen die Stickstoffversorgung ihrer Fruchtfolge oftmals auf Klee gras-Brache (KGB) auf. Im Brachejahr kommt es dabei zu einer starken Anreicherung von Biomasse-N (200-400 kg N/ha). Beobachtungen zeigen jedoch, dass sich diese hohen N-Mengen – im Vergleich zu einem Klee gras in Schnittnutzung – kaum auf die Ertragsbildung des Folgejahres auswirken.

Die bisherigen Kenntnisse zu den N-Flüssen in solchen Systemen reichen nicht aus, um die fehlende Ertragswirkung auf die Folgefrucht zu erklären. Mögliche Ursachen könnten ein verringerter N-Gewinn aus der N₂-Fixierung der Leguminosen, erhöhte N-Verluste und eine verschlechterte N-Verwertung sein. In einem Fruchtfolgedauerversuch zum OL der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Freising wurde deshalb folgenden Fragen im direkten Vergleich von viehhaltenden und viehlosen Fruchtfolgen nachgegangen:

Verändert das Mulchen von Klee gras (KG):

- 1) den N-Gewinn über die N₂-Bindung,
- 2) die N-Verluste in gasförmiger und gelöster Form?

Material und Methoden

Der Fruchtfolgeparzellenversuch wurde 1997 auf einer sandig-lehmigen Braunerde (Ackerzahl 55) in Viehhausen, 7 km westlich von Freising, Bayern, angelegt. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 7,5°C und der Jahresniederschlag liegt im langjährigen Mittel zwischen 750 und 800 mm. Der Versuch besteht aus je drei Fruchtfolgen (FF) mit bzw. ohne Viehhaltung in dreifacher Wiederholung (POMMER 2003).

In FF 1-3 wird das Klee gras geschnitten, während es in FF 4 und FF 5 gemulcht wird und die sechste FF nur Markfrüchte enthält. Detaillierte Messungen erfolgten in FF 1, 3, 4 und 5. In FF 5 folgt Winterweizen auf KG, während in allen anderen Kartoffel auf KG folgt.

Die N₂-Fixierung wurde über % N_{dfA} (¹⁵N-Verdünnungsmethode; nur in FF 1 & 5), Leguminosenanteil (LOCHER et al. 2003), und Gemengeertrag bestimmt. Lachgas- und Nitratmessungen erfolgten in den FF 3, FF 4 und FF 5. Bodenproben der Tiefen 0-15 cm und 15-30 cm wurden als Mischproben aus 24 Einstichen mit dem Göttinger-Bohrstock gezogen. Die Bodenproben wurden mit CaCl₂-Lösung im Verhältnis 1:2 geschüttelt und Nitrat im Filtrat mit HPLC (Uvikon) analysiert. Die Lachgasbeprobung begann im Oktober 2001 mit dem Umbruch des Klee grasses in FF 5, auf jeweils einer Wiederholung der FF 3, FF 4 und FF 5. Neben einer regelmäßigen Beprobung wurde auch ereignisorientiert beprobt. Die Gasproben (n=8) wurden mittels der statischen Kammermethode gewonnen, wobei nach 30 und 60 Minuten 20 ml Gas der Kammer (1,7 l) entnommen und in einen zuvor evakuierten Vakuumcontainer eingespritzt wurden. Der N₂O-Gehalt wurde mit einem GC (Varian 3400) gemessen.

Ergebnisse und Diskussion

Es zeigte sich, dass das Mulchen von KG die N₂-Bindeleistung im Vergleich zur Schnittnutzung um 30% reduzierte (Tabelle 1). Die Reduktion war das Produkt aus einer verminderten N₂-Fixierung (% N_{dfA}), einem geringeren Leguminosenanteil und einem verringerten Trockenmasseertrag des gemulchten Klee grasses.

Tabelle 1: Steuergrößen und Höhe der N₂-Bindung von geschnittenem und gemulchtem Klee gras 2001

	FF 1 (Schnitt)	FF 5 (Mulch)	Vergleich: Mulch/Schnitt
N ₂ -Bindung [g N/m ²]	32	22	69%
Trockenmasse [g/m ²]	1353	1233	91%
Leguminosenanteil [% TM]	75	60	80%
Anteil N ₂ -Bindung am Leguminosen-N [% N _{dfA}]	97	91	94%

Die Abnahme der symbiontischen N₂-Fixierleistung wird ganz wesentlich auf ein erhöhtes Nitratangebot während der Vegetationsperiode zurückgeführt (HEUWINKEL et al. 2002). Da Gräser schneller auf leicht verfügbaren Stickstoff zugreifen können, nehmen sie bei Mulchnutzung einen höheren Ertragsanteil ein. Erst wenn die N-Verfügbarkeit höher ist als die Aufnahme durch die Gräser, reduziert sich

¹Lehrstuhl für Pflanzenernährung, Department für Pflanzenwissenschaften, TU München, AmHochanger 2, D-85350 Freising, helmert@wzw.tum.de

² Institut für Agraökologie, Ökologischer Landbau und Bodenschutz, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 85354 Freising

% N_{dfA} , was hauptsächlich im letzten Aufwuchs auftritt (HEUWINKEL et al. 2002). Die Abdeckung der verbleibenden Assimilationsfläche durch den Mulch förderte wahrscheinlich auch den Grasanteil und senkte zusätzlich den Ertrag.

Die N_2O -N-Verluste nach geschnittenem KG (FF 3) waren bis zum Umbruch zur Kartoffel mit 240 g/ha um ein Drittel geringer als aus dem gemulchten KG der FF 4 und nach Umbruch des gemulchten KG der FF 5 (760 g/ha; Abb. 1 oben). Die N_2O -Emission im gesamten Messzeitraum betrug bei den viehlosen Fruchtfolgen 1220 g/ha (FF 4) und 911 g/ha (FF 5) und bei der viehhaltenden 966 g/ha (FF 3) wobei diese mit einer Stallmistdüngung von 200 dt/ha gedüngt wurde.

Die NO_3^- -Gehalte im Boden waren nach gemulchtem KG im Mittel um 23 % höher (Abb. 1 unten).

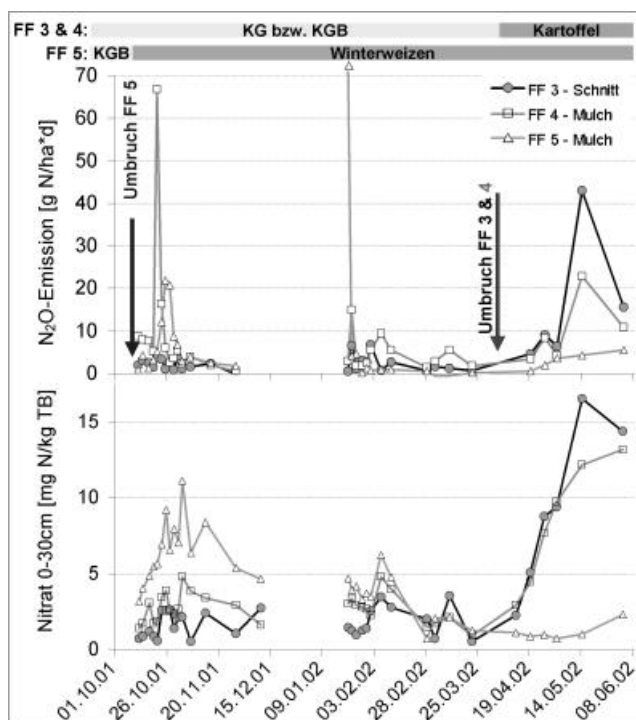


Abb. 1: N_2O -Emissionen (oben; $n=8$) und Nitratgehalte (unten) in der Tiefe 0-30 cm bei schnittgenutztem Klee gras (FF 3) und bei gemulchter Klee gras -Grünbrache (FF 4 & 5); im Kopf ist das jeweilige Fruchtfolgeg lied als Zeitbalken dargestellt und Umbruchtermine sind durch Pfeile indiziert

Die Lachgasverluste differenzierten im Herbst vor allem nach der Art der KG-Nutzung, wobei, vermutlich verursacht durch den größeren Vorrat an umsetzbarem organischen Substrat, im Oktober hohe Emissionen in beiden Mulchvarianten auftraten. Diese unterschieden sich möglicherweise in der Intensität, weil sich die Mulchrückstände in FF 4 weiterhin in den oberen Zentimetern konzentrierten, wohingegen

sie in FF 5 durch das Pflügen über die gesamte Bearbeitungstiefe (ca. 25 cm) verteilt worden waren.

Vermutlich kam es anschließend durch abnehmende Nitratgehalte im Oberboden zu einer Reduktion der N_2O -Verluste. Die höheren Lachgasverluste ausgangs Winter (Abb. 1) weisen auf Frost-Tau-Effekte hin (RUSER et al. 2001).

Der Umbruch zu Winterweizen führte in FF 5 zu einem starken Anstieg des Nitratgehaltes im Boden, der bis Vegetationsbeginn 2002 wieder auf den Ausgangswert zurückfiel. Auf deutlich geringerem Niveau, aber mit demselben Verlauf, änderte sich der N_{min} -Gehalt im Boden des noch nicht umgebrochenen, gemulchten KG der FF 4 und, auf noch geringerem Niveau, der der schnittgenutzten Parzelle von FF 3. Durch den Frühjahrsumbruch kam es in FF 3 und FF 4 zur Freisetzung großer Mengen an Nitrat. Dies spiegelt sich auch in hohen N_2O -Emissionen wieder, die zu einem großen Anteil aus dem verdichteten Boden zwischen den Dämmen stammen, wie auch von RUSER (2001) beschrieben wurde.

Schlußfolgerung

Die Ergebnisse des ersten Untersuchungszeitraums zeigten, dass das Mulchen von KG zu Veränderungen in den N-Flüssen führt. Diese reichen quantitativ jedoch nicht aus um den ausbleibenden Ertragszuwachs von auf Klee gras-Brachen folgenden Früchten zu erklären. Weitere Untersuchungen zum Verbleib von Stickstoff in diesen Systemen sind daher nötig.

Literatur

- HEUWINKEL, H., LOCHER F. & GUTSER, R. (2002). Kleinräumige Variabilität der symbiotischen N_2 -Fixierung. In: Brod, H. G.: *VDLUFA-Schriftenreihe*, 57. 180-187. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- LOCHER, F., HEUWINKEL, H., GUTSER, R. & SCHMIDHALTER, U. (2003). Bestimmung des Leguminosenanteiles in Klee gras mit FT-NIRS: Modellvalidierung. In: Freyer, B.: *Beiträge Zur 7. Wissenschaftstagung Zum Ökologischen Landbau*, 93-96. Universität für Bodenkultur, Wien.
- POMMER, G. (2003). Versuchsergebnisse aus Bayern - 2002 - Ökologischer Landbau. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising.
- RUSER, R., FLESSA, H., SCHILLING, R. et al. (2001). Effect of Crop-Specific Field Management and N Fertilization on N_2O Emissions From a Fine-Loamy Soil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 59, 177-191.