

## **Bodenumsatz von Weizenstroh und Gärresten unterschiedlicher Qualität aus der Strohvergärung**

Knebl, L.<sup>1</sup>, Blumenstein, B.<sup>2</sup>, Möller, D.<sup>2</sup>, Wufka, A.<sup>3</sup> Brock, C.<sup>4</sup> & Gattinger, A.<sup>1</sup>

*Keywords: soil organic matter, straw manuring, digested straw*

*Abstract: A field trial was conducted in two series to assess the effect of straw preparation on turnover dynamics of the different straw manure types. At two sites (loamy soil and sandy soil) winter wheat was fertilized with either straw (STR), straw with additional N application (STR+N), farmyard manure (RM), or digested straw (liquid=GRflüssig, or solid=GRtrocken). Straw was applied and incorporated after harvest of the previous crop (cereal). Manure and digested residues were applied in spring and not incorporated. In order to assess the turnover of the fertilizers, the production of CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> was frequently determined during the year. In addition, the amounts of mineralized nitrogen, soil organic carbon and soil total nitrogen amounts as well as yields were assessed. First results on gas emissions in the first year of the field trial reveal that C losses due to CO<sub>2</sub>+CH<sub>4</sub> production was biggest with GRtrocken and smallest with STR+N. Further parameters and the second year of the field trial still have to be analyzed and evaluated.*

### **Einleitung und Zielsetzung**

Die Nachfrage nach organischer Substanz zur Energiegewinnung in Biogasanlagen wächst. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, welche Auswirkungen die Ausbringung von Gärresten, insbesondere aus der Strohvergärung, langfristig auf den Humusgehalt von Ackerböden mit sich bringt. Zur Rückführung von Kohlenstoff durch Gärreste aus der Strohvergärung liegen bislang keine Ergebnisse vor. Im Arbeitspaket 1 des Verbundprojektes SOMenergy (gefördert durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: FKZ 22408412) wird der Umsatz von Getreidestroh und Gärresten unterschiedlicher Qualität aus der Strohvergärung sowohl im Feld- als auch im Laborversuch überprüft. Aus den Untersuchungsergebnissen sollen Implikationen für die Humusbilanz abgeleitet werden.

---

<sup>1</sup>Justus-Liebig-Universität Gießen, Professur für Ökologischen Landbau mit dem Schwerpunkt nachhaltige Bodennutzung, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II, Karl-Glöckner-Str. 21 C, 35394 Gießen, D

<sup>2</sup> Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Fachgebiet Betriebswirtschaft, Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen, D, [blumenstein@uni-kassel.de](mailto:blumenstein@uni-kassel.de), [www.uni-kassel.de/agrar/bwl](http://www.uni-kassel.de/agrar/bwl)

<sup>3</sup> Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Biomassekonversion und Wassertechnologie, Winterbergstraße 28, 01277 Dresden, D

<sup>4</sup> Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise, Brandschneise 5, 64295 Darmstadt, D

## Methoden

An den Standorten Gladbacherhof (GH) und Groß-Gerau (GG) wurde nach Sommergetreide ein Feldversuch unter Winterweizen in zwei Serien (2016-2018) in einer vollrandomisierten Blockanlage (6 Varianten, n=4 Wdh.) angelegt. Erhobene Parameter waren:  $C_{org}$ -,  $N_t$ - und  $N_{min}$ -Mengen im Boden, sowie Erntemenge und C- und N-Gehalte im Erntegut (Stroh und Korn separat). Ziel des Versuches war die Ermittlung des Umsatzes verschiedener Strohdünger (Unterschiede in der Aufbereitung). Als Indikatoren des Düngerumsatzes wurden die produzierten  $CO_2$ -,  $CH_4$ - und  $N_2O$ -Mengen in gedüngten, vegetationsfreien Teilstücken der Parzelle erfasst. Hierzu wurden Gashauben zu den jeweiligen Messzeitpunkten aufgestellt. In diesen wurde direkt nach dem Aufstellen sowie nach 20, 40 und 60 Minuten Anreicherungszeit eine Gasprobe mittels Spritze entnommen und später chromatographisch analysiert. Die Gas-Probenahme erfolgte zu folgenden Zeitpunkten: Unmittelbar vor der Düngung, 24 Stunden nach der Düngung sowie nach weiteren 2 Tagen, 4 Tagen, 8 Tagen, 14 Tagen, 28 Tagen und danach im vierwöchigen Rhythmus bis zur Ernte des Winterweizens. Die Gasmengen wurden über die Versuchsdauer interpoliert und kumuliert. Die Düngervarianten bestanden aus: Strohdüngung (STR), Strohdüngung mit zusätzlicher Stickstoffgabe (STR+N, N durch Hühnertrockenkotgabe), flüssigem und festem Gärrest (GRflüssig und GRtrocken) aus der Strohvergärung (Stroh mit Zugabe von Hühnertrockenkot) sowie einer nicht gedüngten Kontrollvariante (KTRL). Die Variante Rottemist (RM) diente als Referenzdüngung. Das Stroh der Varianten STR und STR+N wurde nach Ernte der Vorfrucht in den Boden eingearbeitet. Die Düngung des Hühnertrockenkotes, der Gärreste und des Rottemist erfolgte jeweils im Frühjahr ohne Einarbeitung.

**Tabelle 1: Parameterübersicht zu den Substraten Dünger und Boden. Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte (C,  $C_{org}$  und N), Trockensubstanzen (TS), pH-Werte,  $N_{min}$ -Gehalte nach Ernte der Vorfrucht.**

Boden	TS%	C%	$C_{org}$ %	N%	$N_{min}$ [kg ha <sup>-1</sup> ]	pH
Gladbacherhof (GH)			1,2	0,13	42,2	6,6
Groß-Gerau (GG)			0,7	0,06	39,9	6,3
Dünger						
STR (Weizen)	96	46,6		0,53		
STR-Pellets für BGA	95	48,6		0,44		6,3
HTK	49	30,3		2,80		7,6
GRflüssig	16	42,0		2,38		7,6
GRtrocken	21	42,4		2,05		8,5
RM	32	24,2		2,21		

Bei der Strohdüngung wurde von einer anfallenden Strohmenge von 75 dt Stroh ha<sup>-1</sup> ausgegangen. Das Stroh wurde in Form von Strohpellets in der Biogasanlage (BGA) zusammen mit Hühnertrockenkot (HTK) vergoren (2/3 Stroh, 1/3 HTK). Die Gärrestmenge ergab sich aus dem produzierten Gärrest je kg fermentierten Strohs.

Die Ausbringungshöhe des Gärrestes wurde an die Strohmenge Varianten STR und STR+N angepasst (1 kg Stroh ergeben ca. 2,9 l GRflüssig). Die HTK- und Rottemist-Gaben entsprachen in ihrer Menge der N-Menge des Gärrestes. Tabelle 1 können die Nährstoffdaten der jeweiligen Standorte und Dünger entnommen werden.

## Ergebnisse und Diskussion

Nachfolgend werden die ersten Ergebnisse aus Serie 1 des Feldversuches im Mittel der beiden Standorte präsentiert. An beiden Standorten haben die Varianten KTRL, GRflüssig und Stroh+N die geringsten und die Varianten GRtrocken, RM und STR die größten CO<sub>2</sub>-Mengen produziert. Die CO<sub>2</sub>-Mengen fielen am Standort GG tendenziell etwas höher aus. Tabelle 2 fokussiert den Kohlenstoffverlust bzw. den Kohlenstoffeintrag auf der Feldebene, der sich aus der Berechnung von abgefahrenen C-Mengen, Düngermengen und der Produktion von CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub> berechnet.

**Tabelle 2: C-Bilanz aus 75 dt Weizenstroh auf der Feldebene in Abhängigkeit von Aufbereitung (Stroh eingearbeitet; Stroh eingearbeitet mit zusätzlicher N-Düngung; Gärreste aus Strohvergärung; Rottemist). Mittelwerte eines Versuchsjahres auf den Standorten GG und GH.**

in der Variante...	KTRL	STR	STR+N	GR flüssig	GR trocken	RM
C-Menge im Weizenstroh	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
C-Abfuhr vom Feld	3,50	0,00	0,00	3,50	3,50	3,50
C-Input in Biogasanlage (Stroh+HTK)	0,00	0,00	0,00	4,78	4,78	0,00
C-Input auf Feld durch Gärrest/HTK	0,00	0,00	1,59	1,80	1,10	1,20
N-Input auf Feld durch Stroh/Gärrest/HTK	0,00	39,5	186,3	102,2	53,4	109,1
C/N-Verhältnis des Düngers	-	88	30	18	21	11
C-Verlustmengen in CO <sub>2</sub> - und CH <sub>4</sub> (über Winter)	0,88	1,08	1,08	-	-	-
C-Verlustmengen durch CO <sub>2</sub> - und CH <sub>4</sub> -Produktion (über gesamte Veg.-periode)	1,68	5,27	2,41	0,76	3,36	1,86
<b>Gesamt C-Bilanz je ha</b>	<b>-1,68</b>	<b>-1,78</b>	<b>2,68</b>	<b>1,04</b>	<b>-2,25</b>	<b>-0,66</b>

Auffällig ist der hohe C-Verlust des trockenen gegenüber des flüssigen Gärrestes (Tab.2). Dies ist hauptsächlich auf die starke CO<sub>2</sub>-Produktion dieser Variante zurückzuführen. Dies könnte ein Resultat der oberflächlichen Ausbringung des relativ trockenen Materials sein. Darüber hinaus hat auch das Abpressen der Flüssigphase des Gärrestes zu C- und N-Verlusten geführt. Ein Auffangen dieses Presssaftes und die Ausbringung zu einem späteren Zeitpunkt der Vegetationsperiode könnten zu einer Verbesserung der C-Bilanz führen. Die Düngung von Stroh alleine (STR) gegenüber einer Strohdüngung mit zusätzlicher N-Gabe (STR+N) zeigt eine stark positive Wirkung der N-Gabe auf die C-Bilanz. Grund hierfür ist zum einen die mit dem Hühnertrockenkot eingebrachte, zusätzliche C-Menge (1,59 t ha<sup>-1</sup>). Zum anderen kann eine N-Mangelsituation in der Variante STR verantwortlich für eine verstärkte CO<sub>2</sub>-Produktion durch Überflussmetabolismus der verantwortlichen Mikroorganismen sein (Schimel & Weintraub 2003). Diese Erklärung unterstützt auch die Beobachtung der geringeren Gasproduktion der Variante GRflüssig gegenüber GRtrocken. Es kann vermutet werden, dass der flüssige Gärrest mit höheren N-Gehalten den Bodenmikroorganismen bei oberflächlicher Ausbringung schneller zur Verfügung steht und somit die CO<sub>2</sub>-Produktion dämpft. Vom C/N-Verhältnis des Düngers kann nur bedingt auf die Höhe der CO<sub>2</sub>-Produktion geschlossen werden. Bei den Varianten STR, GRflüssig und GRtrocken steigt die Gasproduktion mit dem C/N-Verhältnis. Für STR+N sowie RM gilt dies jedoch nicht. An dieser Stelle muss bedacht werden, dass die genaue Erfassung der applizierten N-Menge durch den Rottmist und damit des C/N-Verhältnisses schwierig ist (Inhomogenität des Substrates). Des Weiteren wurde das C/N-Verhältnis für STR+N aus dem C-Gehalt des im Sommer gedüngten Strohs und dem N-Gehalt des im Frühjahr gedüngten N berechnet. Höchstwahrscheinlich ist das C/N-Verhältnis nach dem Umsatzgeschehen im Winter jedoch enger als das hier berechnete.

## Schlussfolgerungen

Das Zwischenfazit aus den bisherigen Ergebnissen des Feldversuches lässt folgende Vermutung zu: Neben der Aufbereitung des Strohs spielt das C/N-Verhältnis der Dünger die größte Rolle bei deren Umsatz. Als weiterer Faktor wird die Ausbringungsart gesehen. Weitere Ergebnisse aus beiden Serien (der statistische Variantenvergleich und der Düngereffekt auf die oberirdische Biomasse) werden auf der Tagung präsentiert.

## Literatur

- Möller (2015) Effects of anaerobic digestion on soil carbon and nitrogen turnover, N emissions, and soil biological activity. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 35 : 1021–1041
- Schimel & Weintraub (2003) The implications of exoenzyme activity on microbial carbon and nitrogen limitation in soil: a theoretical model. *Soil Biology & Biochemistry.* 35 : 549–563