

# Auswirkungen von Grünlanderneuerung und Grünlandumbruch auf N-Verluste und Erträge

M. BENKE<sup>1</sup>, M.KAYSER<sup>2</sup>, C. BUCHEN<sup>3</sup>, R. WELL<sup>3</sup>, M. HELFRICH<sup>3</sup>, A. GENSIOR<sup>3</sup>, H. FLESSA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Landwirtschaftskammer Niedersachsen,  
Fachbereich Grünland und Futterbau, Mars-la-Tour-Str. 13, 26121 Oldenburg

<sup>2</sup>Georg-August-Universität Göttingen,  
DNPW, Abteilung Graslandwissenschaft, Außenstelle Vechta, Driverstr. 22, 49377 Vechta

<sup>3</sup>Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

matthias.benke@lwk.niedersachsen.de

## Einleitung und Problemstellung

In der Landwirtschaft werden regelmäßig verschiedene Verfahren der Grünlanderneuerung eingesetzt, um Erträge und Futterqualitäten zu steigern und um Schäden an der Narbe auszugleichen. Im Gegensatz dazu stellt Grünlandumbruch mit anschließender Ackernutzung eine Landnutzungsänderung dar, die oftmals aus einer Intensivierung oder Umstellung des Betriebes resultiert.

Es ist bereits bekannt, dass das Zusammenwirken von mechanischer Bodenbearbeitung und dem Absterben der Grasnarbe im Zuge der Grünlanderneuerung und des Grünlandumbruchs die Mineralisierung von organischer Bodensubstanz (N) erhöht und die Freisetzung klimarelevanter Treibhausgase fördert, so dass erhebliche Verluste in Form von  $N_2O$  und  $NO_3$  (DAVIES *et al.*, 2001; MACDONALD *et al.*, 2010; KROL *et al.*, 2016). auftreten können. Diese Verluste sind relevant für Boden-, Grundwasser- und Klimaschutz (FLESSA *et al.*, 2012). Andererseits kann eine Erneuerung der Grünlandbestände und insbesondere eine Landnutzungsänderung unter Umständen unvermeidbar sein. Es ist daher wichtig, Verluste auf Feld-, Betriebs- und regionaler Ebene durch geeignete Managementkonzepte zu vermeiden oder zumindest einzuschränken.

Wir gingen auf der grundlegenden Feldebene von folgenden Forschungsfragen aus: (1) führen Grünlanderneuerung und Umbruch zu Acker zu einer erhöhten Belastung der Atmosphäre ( $N_2O$ ), (2) besteht ein erhöhtes Risiko der Nitrat auswaschung und (3) lassen sich die Erträge erhöhen?

Hierzu wurden auf zwei Standorten in Norddeutschland Feldversuche zur Messung der  $N_2O$  und N-Dynamik angelegt und über einen Zeitraum von mehr als 2 Jahren untersucht.

Verschiedene Verfahren der Grünlanderneuerung (Nachsaat, Direktsaat, Neuansaat) wurden mit bestehendem Grünland und Umbruch mit Anbau von Mais verglichen.

## Material und Methoden

Im Jahr 2013 wurden auf zwei Standorten in Nordwestdeutschland mit unterschiedlichem Humusgehalt und unterschiedlicher Grundwasserbeeinflussung, einem Plaggenesch und einem Anmoorgley, Feldversuche zu Grünlanderneuerung und -umbruch angelegt und über zwei Jahre  $N_2O$  Verluste,  $N_{min}$  Gehalte im Boden und Erträge erhoben.

Der Anmoorgley hatte im Oberboden einen  $C_{org}$ -Gehalt von 22,6% und einen Gehalt an Gesamt-N von 1,58% (C/N: 14,8), die entsprechenden Werte für den Plaggenesch betragen 2,2%  $C_{org}$  und 0,19% Gesamt-N (C/N: 14,7), die jeweiligen pH Werte lagen bei 5,8 und 5,3. Der Grundwasserstand lag beim Anmoorgley bei -0,5 bis 0 m, beim Plaggenesch dagegen bei -2,5 m im Sommer und -0,9 m in den Wintermonaten.

Die Maßnahmen zur Verbesserung und Erneuerung der Grasbestände erfolgten im September 2013, der Umbruch zu Mais jeweils im Frühjahr 2014 und 2015. Folgende Varianten wurden angelegt:

Kontrolle: langjähriges Dauergrünland (>15 Jahre), keine Erneuerung, kein Umbruch

Nachsaat: Nachsaat mit 100% Deutschem Weidelgras und Striegel

Direktsaat: chemische Abtötung der alten Narbe und Direktsaat einer Gräsermischung (53% Deutsches Weidelgras, 20% Wiesenschwingel, 17% Lieschgras und 10% Wiesenrispe)

Neuansaat: chemische Abtötung der alten Narbe, mechanische Bearbeitung mit Pflug und Fräse dann Neuansaat mit Gräsermischung.

Mais: chemische Abtötung der alten Narbe, Umbruch mit Pflug und Fräse dann Anbau von Mais.

Das Grünland wurde viermal pro Jahr geschnitten. Die Düngung erfolgte in mineralischer Form als NPK-Düngung mit einer Verteilung des N von 100/80/60/40 kg N ha<sup>-1</sup> zu Vegetationsbeginn und nach den ersten drei Schnitten. Der Mais wurde ebenfalls ausschließlich mineralisch gedüngt und erhielt insgesamt 150 kg N ha<sup>-1</sup>; geerntet wurde im Oktober. Zwischen den beiden Maisanbauperioden lag der Acker über Winter brach, es erfolgte keine Untersaat.

Die N<sub>min</sub>-Gehalte wurden im Oberboden (0–30 cm) durchgehend in ein- bis zweiwöchentlichen Abständen bestimmt, zusätzlich gab es eine Beprobung auf 0–90 cm jeweils im Spätherbst und zum Ausgang des Winters beider Versuchsjahre.

Die Höhe der N<sub>2</sub>O Flüsse wurde durch wöchentliche Messungen unter Dunkelhauben auf allen Parzellen ermittelt (HUTSCHINSON und MOSIER, 1981); im Mais wurde zwischen den Reihen gemessen.

Die Erträge des Grünlandes wurden über die Beerntung einer 15 m<sup>2</sup> großen Kernparzelle bestimmt; im Mais wurden zwei Reihen jeder Parzelle geerntet. Nach Trocknung und Vermahlung wurden die Pflanzenproben mittels NIRS auf Inhaltsstoffe untersucht (VDLUFA, 2013). Die Berechnung der Energiegehalte (MJ NEL, MJ ME) erfolgte nach GFE (2008) und WEISSBACH et al. (1996).

## Ergebnisse und Diskussion

Die Standorte unterschieden sich deutlich in der Höhe der N<sub>2</sub>O-Emission. Auf dem Anmoorgley waren die N<sub>2</sub>O-Emissionen höher als auf dem Plaggenesch. Insbesondere nach mechanischem Grünlandumbruch und anschließender Maisansaat kam es auf dem Anmoor zu hohen Verlusten an N in Form von N<sub>2</sub> innerhalb der ersten beiden Monate. Auf dem Grünland führten die Maßnahmen Nachsaat, Direktsaat und Neuansaat sowohl auf dem Plaggenesch als auch auf dem Anmoorgley gegenüber der unbehandelten Kontrolle nicht zu signifikant höheren N<sub>2</sub>O-Jahresemissionen (Tab. 1). Nach Zerstörung der Narbe wie bei Direktsaat und Nachsaat traten allerdings über den Zeitraum der ersten zwei Monate gegenüber der reinen Nachsaat erhöhte N<sub>2</sub>O-Emissionen auf. Auf dem Plaggenesch waren die N<sub>2</sub>O-Verluste nach Umbruch zu Mais im ersten Jahr erhöht, im zweiten Jahr dagegen vergleichsweise gering. Bei einer reinen Betrachtung der vergleichbaren Maisanbauperioden zeigt sich für den Anmoorgley mit 4,37 kg N ha<sup>-1</sup> in 168 Tagen im ersten Jahr und 3,94 kg N ha<sup>-1</sup> in 172 Tagen im 2. Jahr nur ein sehr geringer Unterschied, während die N<sub>2</sub>O-Verluste im Plaggenesch mit 2,96 kg N ha<sup>-1</sup> im ersten Jahr gegenüber den Emissionen im 2. Jahr von 0,41 kg N ha<sup>-1</sup> deutlich erhöht waren.

Tab. 1: Mittlere N<sub>2</sub>O-Verluste im ersten Jahr (Grünland: September 2013–September 2014) und im zweiten Jahr (September 2014–September 2015); Mittelwerte, 4 Wiederholungen.

	Anmoorgley		Plaggenesch	
	1. Jahr	2. Jahr	1. Jahr	2. Jahr
	N <sub>2</sub> O Fluss (kg N ha <sup>-1</sup> )			
Kontrolle	6,26	6,54	1,48	1,50
Nachsaat	7,32	6,04	1,51	1,67
Direktsaat	7,96	5,26	1,94	1,47
Neuansaat	9,88	4,33	2,47	1,70
Mais	4,45*	6,95**	3,37*	0,98**

\* 197 Tage Dauergrünland + 168 Tage Maisanbauperiode

\*\* 193 Tage Ackerbrache + 172 Tage Maisanbauperiode

Im Verlauf der wöchentlichen Messungen traten insbesondere nach der Grünlanderneuerung erhöhte N<sub>2</sub>O-Flüsse im Zeitraum von 2 Monaten auf. Aber auch nach Niederschlagsereignissen und der N-Düngung wurden erhöhte Emissionen gemessen.

Nach Zerstörung der Grasnarbe kam es im Umbruchsjahr zu erhöhten N<sub>min</sub>-Werten. Insbesondere die mechanische Bodenbearbeitung förderte die Mineralisierung von organischem N des Bodens und der darin

umgesetzten Pflanzenreste. Gerade die Kombination aus Umbruch der bestehenden Grasnarbe für den Maisanbau und der N-Düngung zur Saat führt zu zeitweilig stark erhöhten  $N_{\min}$  Werten im Oberboden.

Ein ähnliches Bild ergab die Tiefenbeprobung (0–90 cm) für residualen  $N_{\min}$  im Herbst (Abb. 1). Eine Zerstörung der Narbe wie bei der Direktsaat und der Neuansaat nach Pflug, gerade aber auch der Umbruch zum Maisanbau, führte auf beiden Standorten im ersten Jahr zu deutlich erhöhten  $N_{\min}$ -Werten (80–120 kg N ha<sup>-1</sup>) gegenüber Kontrolle und Nachsaat (20–50 kg N ha<sup>-1</sup>). Die erhöhten  $N_{\min}$ -Gehalte im Boden im Herbst resultieren aus N-Überschüssen aus der Düngung und der verstärkten Mineralisierung nach Umbruch. Sie verursachen das Risiko hoher NO<sub>3</sub>-Auswaschung über Winter, insbesondere in dem Plaggeneschboden, der wegen seiner sandigen Textur nur eine geringe Wasserspeicherkapazität aufweist. Die Nitratauswaschung stellt hier daher den bedeutendsten Verlustpfad dar. SEIDEL *et al.* (2009) fanden nach mechanischer oder chemischer Grünlanderneuerung auf Sandboden im Frühherbst erhöhte NO<sub>3</sub>-Verluste, die ebenfalls auf den ersten Winter beschränkt waren. Durch eine Verlegung der Neuansaat auf das Frühjahr ließen sich dabei die NO<sub>3</sub>-Verluste fast vollständig vermeiden; allerdings führt dies in der Regel auch zu Einbußen beim ersten Schnitt. Dagegen besteht auf dem Anmoorgley aufgrund des hohen Grundwasserspiegels ein großes Potenzial für Denitrifikationsverluste, besonders auch in Form von N<sub>2</sub>.

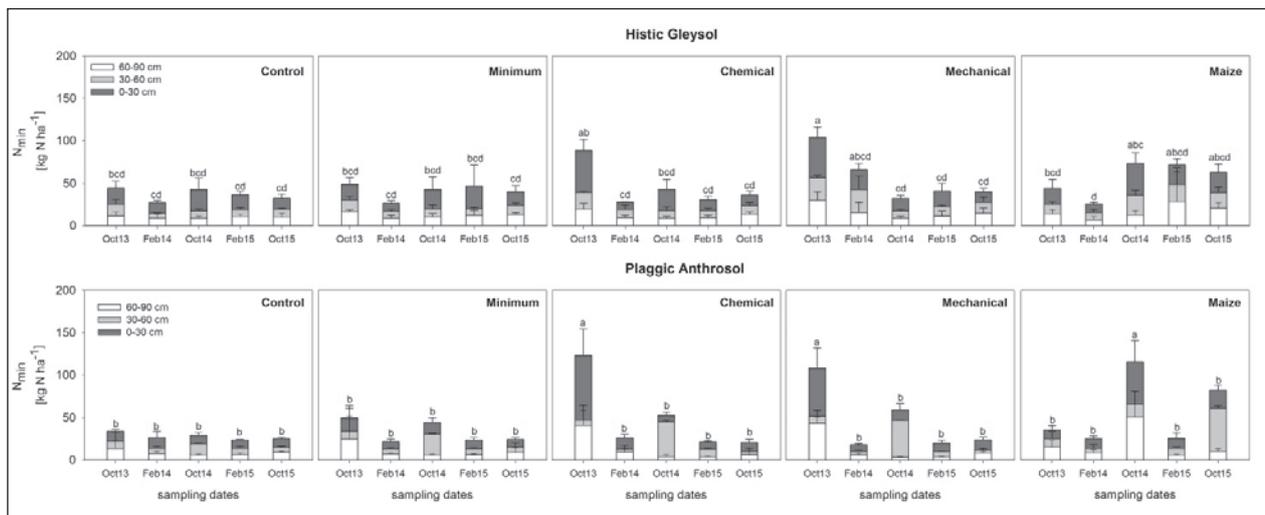


Abb. 1:  $N_{\min}$  Tiefenprofile (0-90 cm) aller Varianten für beide Standorte, gestaffelt in drei Tiefen im Herbst und Frühjahr der Untersuchungsjahre.

Die Grünlanderträge beider Jahre wurden durch Nachsaat oder Erneuerung der Narbe nicht wesentlich verbessert (Tab. 2). Durch die gute Wasserversorgung waren die Erträge auf dem Anmoorgley deutlich höher als auf dem sandigen, grundwasserfernen Plaggenesch.

Tab. 2: Trockenmasse- und N-Erträge nach Grünlanderneuerung und –umbruch auf zwei Standorten in Nordwestdeutschland.

	Anmoorgley				Plaggenesch			
	1. Jahr		2. Jahr		1. Jahr		2. Jahr	
	TM (t ha <sup>-1</sup> )	N-Ertrag (kg ha <sup>-1</sup> )	TM (t ha <sup>-1</sup> )	N-Ertrag (kg ha <sup>-1</sup> )	TM (t ha <sup>-1</sup> )	N-Ertrag (kg ha <sup>-1</sup> )	TM (t ha <sup>-1</sup> )	N-Ertrag (kg ha <sup>-1</sup> )
Kontrolle	14,2	316	12,9	330	10,2	260	9,8	260
Nachsaat	13,2	306	14,0	328	9,8	289	9,4	261
Direktsaat	15,2	329	14,0	323	7,9	207	9,7	251
Neuansaat	15,6	328	13,1	281	9,6	243	10,4	263
Mais	16,2	188	17,3	204	18,8	207	20,7	232

Für den ersten Schnitt gab es durch die Erneuerung keine Verbesserung in der Energiedichte, dagegen unterschieden sich die Ergebnisse für die beiden Jahre deutlich. Im ersten Jahr waren die Energiegehalte des 1. Aufwuchses auf dem Anmoorgley vergleichsweise niedrig und lagen für die Kontrolle bei 5,5 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TS und für die erneuerten Bestände im Durchschnitt bei 5,9 (5,8–5,9) MJ NEL kg<sup>-1</sup> TS. Im zweiten

Jahr dagegen erreichten die Energiedichten ein deutlich höheres Niveau mit 6,4 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TS für die Kontrolle und die Varianten Nachsaat und Direktsaat und sogar 6,7 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TS für die Neuansaat nach Pflug. Auf dem Plaggenesch ergab sich ein ähnliches Bild mit niedrigen NEL Werten im ersten Jahr, das waren 5,2 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TS für die Kontrolle und 5,8 MJ NEL kg<sup>-1</sup> für die verbesserten Bestände. Auch hier waren die Energiedichten im zweiten Jahr deutlich höher: 6,6 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TS für die Kontrolle im zweiten Jahr und knapp 6,7 MJ NEL kg<sup>-1</sup> TS nach Erneuerung, wobei die verschiedenen Verfahren keinen Einfluss auf die Energiedichten hatten.

## Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen, dass Aufwand, Folgen und Nutzen einer Grünlanderneuerung wohl abgewogen sein wollen. Massive Narbenschäden und daraus resultierende verminderte Erträge und die Gefahr von Verschmutzungen des Erntegutes lassen sich durch eine Erneuerung ausgleichen. Die ökologischen Folgen bei der Erneuerung können durch ein konsequent angepasstes Management (z.B. die Berücksichtigung der erhöhten N-Mineralisation in der Düngung) begrenzt werden.

Der Versuch bei intaktem Grünland durch Erneuerung Erträge zu steigern oder langfristig die Narbenzusammensetzung zu ändern, führt in der Regel kaum zum Erfolg. Wichtiger erscheint es hier, das Grünlandmanagement zu verbessern und anzupassen, statt Fehler durch Erneuerung ausgleichen zu wollen. Eine Landnutzungsänderung hat dagegen langfristige Folgen für den C und N Haushalt und führt zu einem erhöhten Risiko an gasförmigen N-Verlusten und der N-Auswaschung. Die Wechselwirkung von Mineralisierung, klimatischen Bedingungen und aktueller N Düngung ist dabei schwer abzuschätzen.

Abschließend lässt sich folgern, dass Grünlanderneuerung als Managementmaßnahme weiterhin möglich sein sollte und auch zu vertreten ist, aber eine Ausnahme bleiben sollte.

## Literatur

DAVIES, M., SMITH, K., VINTEN, A. (2001): The mineralisation and fate of nitrogen following ploughing of grass and grass-clover swards. *Biology and Fertility of Soils* 33, 423-434.

FLESSA, H., MÜLLER, D., PLASSMANN, K., OSTERBURG, B., TECHEN, A.K., NITSCH, H., NIENBERG, H., SANDERS, J., MEYERZUHARTLA, O., BECKMANN, E., ANSPACH, V. (2012): Studie zur Vorbereitung einer effizienten und gut abgestimmten Klimaschutzpolitik für den Agrarsektor. vTI, Braunschweig.

GFE (2008): New Equations for Predicting Metabolisable Energy of Grass and Maize Products for Ruminants. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology* 17, 191-198.

HUTCHINSON, G., MOSIER, A. (1981): Improved soil cover method for field measurement of nitrous oxide fluxes. *Soil Science Society of America Journal* 45, 311-316.

KROL, D.J., JONES, M.B., WILLIAMS, M., RICHARDS, K.G., BOURDIN, F., LANIGAN, G.J. (2016): The effect of renovation of the long-term temperate grassland on N<sub>2</sub>O emissions and N leaching from contrasting soils. *Science of the Total Environment* 560-561, 233-240.

MACDONALD, J., ANGERS, D., ROCHETTE, P., CHANTIGNY, M., ROYER, I., GASSER, M. (2010): Plowing a poorly drained grassland reduced soil respiration. *Soil Science Society of America Journal* 74, 2067-2076.

SEIDEL, K., KAYSER, M., MÜLLER, J., ISSELSTEIN, J. (2009): The effect of grassland renovation on soil mineral nitrogen and nitrate leaching during winter. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 172, 512-519.

VDLUFA (2013): Methodenbuch III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Darmstadt.

WEISSBACH, F., SCHMIDT, L., KUHLA, S. (1996): Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der NEL aus der umsetzbaren Energie. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology* 5, 117.