

In wieweit eine Gülledüngung auf Grünland zur Denitrifikation führt, ist bisher kaum untersucht worden. Ziel der folgenden Arbeiten war infolgedessen die Quantifizierung der Denitrifikationsverluste nach Gülledüngung im Vergleich zu ungedüngten Flächen und einer mineralischen Düngung. Weil die Nitrifikation Voraussetzung für eine Denitrifikation ist, wurde der Frage nachgegangen, ob und in welchem Umfang der Nitrifikationshemmer Dicyandiamide ("Didin") die gasförmigen Denitrifikationsverluste zu vermindern vermag.

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1. Feldversuche

Zur Quantifizierung von Denitrifikationsverlusten unter Feldbedingungen wurde die Acetyleninhibierungstechnik (ATT) eingesetzt. Für Einzelheiten wird auf BENCKISER et al. (1987) sowie auf NIEDER et al. (1989) verwiesen. Als Versuchsfläche wurde ein lateinisches Rechteck mit 4 Varianten in je 4 Parallelen auf sandigem Lehm (Versuchsfeld des Instituts für Grünlandwirtschaft der Justus-Liebig-Universität Gießen, FRG) gewählt. Die Größe jeder einzelnen Parzelle betrug $4,5 \times 14$ m. Der Boden wies in der obersten Schicht von 0 - 20 cm (Sand 35.8 %, Schluff 49.1 %, Ton 15.2 %) zu Versuchsbeginn einen pH (CaCl_2) von 5.7, einen C_1 -Gehalt von 1.65 % und einen N_1 -Gehalt von 0.15 % auf. Das langjährige Niederschlagsmittel betrug 610 mm pro Jahr.

Die erste Düngung fand am 5.7.1988 statt. Appliziert wurden je Variante $150 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ in Form von Rinder-Schweine Gülle, Gülle unter Zusatz des Nitrifikationshemmers Didin (Dicyanamid, $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) sowie Kalkammonsalpeter (KAS). Eine vierte Variante blieb ungedüngt. Am 22.8.1988 sowie am 4.4., 29.5. und 2.10.1989 wurde die Düngung wiederholt. Der Didinzusatz wurde 1989 bei der Mai- und Oktoberdüngung auf $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ erhöht. Eine homogene Verteilung der Gülle auf der Parzelle wurde durch die Verwendung eines Güllefasses mit Meßrohr und Schlauch (VETTER et al., 1981) erreicht. Die Ausbringung des Kalkammonsalpeters erfolgte mit einem Exaktparzellenstreuer. Um N-Verluste durch Ammoniakverflüchtigung möglichst gering zu halten, wurden bei Trockenheit die Parzellen direkt nach der Düngung (außer am 4.4.1989) beregnet (etwa 20 mm). Zur Bestimmung der Denitrifikationsraten wurden "homogene" Stellen der Grasnarbe ausgewählt und für 4 Stunden Acetylen ($10 \text{ l C}_2\text{H}_2 \cdot \text{h}^{-1}$, 2 h) zur Hemmung der N_2O -Reduktase (reversibel) mit 6 PVC-Sonden appliziert. An den nächsten vier Tagen wurden diese Stellen nach erneuter Acetylen-Begasung ($5 \text{ l C}_2\text{H}_2 \cdot \text{h}^{-1}$, 2 h) mit Kunststoffkammern überstülpt und N_2O als alleiniges Endprodukt der Denitrifikation abgesaugt, quantitativ sorbiert (Molekularsieb 5 \AA) und im Labor gaschromatographisch bestimmt (BENCKISER et al. 1987). Im Unterschied zu BENCKISER et al. (1987) wurden die offenen Kammern zusätzlich mit einem abnehmbaren Plexiglasdeckel versehen und auf den CaCl_2 /Natronkalk-Filter verzichtet.

2.2. Analysen

Zu jeder Feldmessung wurden Bodenproben (0 - 20 cm) entnommen und chemisch-physikalisch untersucht (SCHLICHTING und BLUME 1966). Die Nitrat-Bestimmung erfolgte nach SCHARPF, WEHRMANN (1976). Zur Bestimmung der bakteriellen Populationsdichte wurde die Gesamtkeimzahl (MPN $\cdot \text{g}^{-1}$ TB) mit Hilfe des komplexen Mediums (nach TOMLINSON-HOCHSTEIN) und die Dichte an prototrophen Denitrifikanten (MPL $\cdot \text{g}^{-1}$ TB) in einem synthetischen Nitrat-Citrat-Mineralsalzmedium bestimmt (SCHMIEDER, OTTOW 1986).

3. ERGEBNISSE

3.1. Denitrifikationsraten

Der Einfluß von Gülle- und Mineraldüngung auf die Denitrifikationsverluste eines Weidelgrasbestandes (20. bis 26. Oktober) 1988 ist in Abb. 1 dargestellt. Im Vergleich zur Kontrolle wurden die N_2O -N-Oberflächenabflüsse offenbar nur durch die Mineraldüngung (KAS) wesentlich gesteigert. Die Gülleapplikation mit und ohne Didin ergab keine deutlichen Unterschiede zur Kontrolle. Die Abflußraten der KAS Variante betragen maximal $1.8 \text{ g N}_2\text{O-N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (KAS).

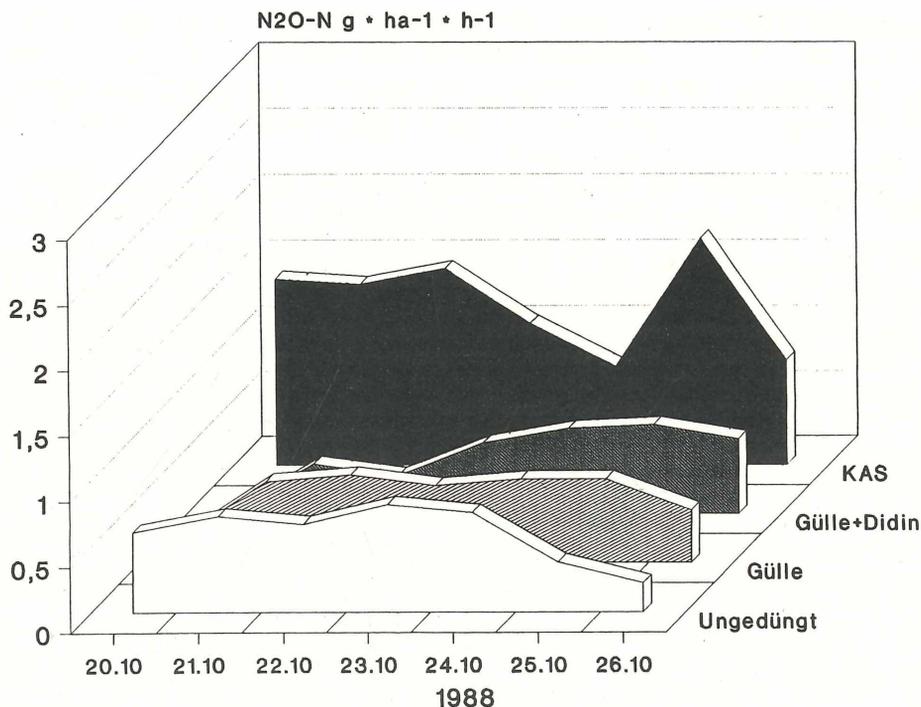


Abb. 1: N_2O-N Freisetzung Oktober 1988 (20. - 26.10.).

Zu einem deutlichen Anstieg der Denitrifikationsverluste führte die Düngung vom 4. April 1989 (Abb. 2). Die N_2O-N -Oberflächenabflüsse der KAS-Variante lagen in der Zeit vom 14.4. bis 28.4.1989 im Mittel um ca. 3300 % über denen der Kontrolle. Auch die Düngung mit Gülle steigerte die N_2O-N -Freisetzung um ca. 400 %. Ein Einfluß des Nitrifikationshemmers Didin ließ sich dagegen nicht feststellen. Etwa 6 Wochen nach der Düngung waren die N_2O-N - Oberflächenabflüsse in allen Varianten auf nahezu Null abgesunken.

Auch die zweite Stickstoffgabe am 29. Mai 1989 vermochte die Denitrifikationsraten in den gedüngten Parzellen (Abb. 2) zu steigern, allerdings in deutlich geringerem Umfang. Im Meßzeitraum vom 1.6. bis 16.6.1989 erhöhte mineralische Düngung den N_2O-N -Efflux um ca. 800 %. Güllendüngung, sowohl mit als auch ohne Didinzusatz, führte zu einer Erhöhung um ca. 100 % im Vergleich zu den ungedüngten Parzellen. In Tabelle 1 sind die gasförmigen Stickstoffverluste während der Meßperioden vom Oktober 1988 und April bis Juni 1989 dargestellt. Die N_2O-N -Verluste waren in der Zeit vom 1.6. bis 16.6.1989 um etwa 90 % niedriger als zwischen dem 14.4. und 28.4.1989 und liegen damit auch unter den Werten vom 20. bis 26. Oktober 1988, wenn man den längeren Meßzeitraum im Juni 1989 berücksichtigt.

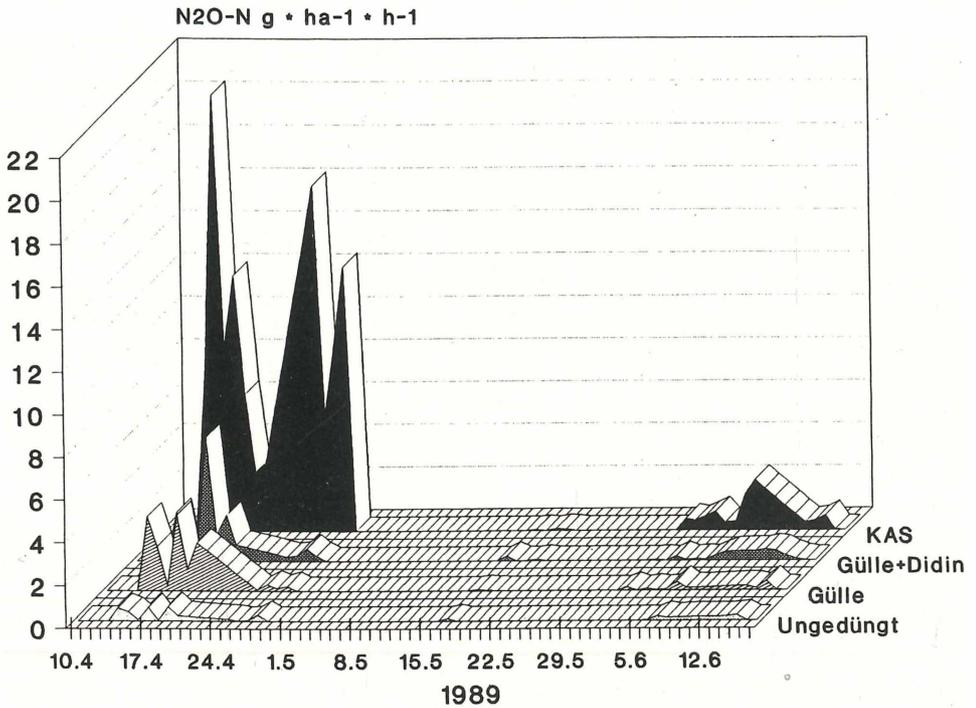


Abb. 2: N₂O-N Freisetzung April - Juni 1989 (14. - 27.4.; 17. - 20.5.; 1. - 16.6.).

Tab. 1: Denitrifikationsverluste (ATT) während 4 Meßperioden 1988/89 nach mineralischer und organischer (Gülle) Düngung auf einem Weidelgrasland

Düngungs-varianten	Oktober 1988* (7 Tage)	April 1989* (11 Tage)	Mai 1989* (3 Tage)	Juni 1989* (12 Tage)
	[g N ₂ O-N ha ⁻¹]			
ungedüngt	101	101	3	31
KAS	208	3387	5	284ü
Gülle	91	500	3	58
Gülle + Didin**	74	457	7	58

* 5.7.88/22.8.88/4.4.89/29.5.89 - Applikation von 150 kg N ha⁻¹

** Zusatz von 30 kg Didin ha⁻¹ bzw. 50 kg ha⁻¹ am 29.5.89

3.2. Bodenanalysen

In Abb. 3 sind die Wassergehalte des Oberbodens dargestellt. Sie weisen zwischen den einzelnen Varianten nur geringe Unterschiede auf. Die Wassergehalte sanken in allen Varianten von 20 - 24 % w/w im April 1989 auf Werte von ca. 18 % w/w am 1.6.89 ab. Nach einem Anstieg bis auf ca. 21 % w/w am 7.6.1989 lag der Wassergehalt aller Parzellen am 15.6.1989 unter 16 % w/w. Die geringfügigen Differenzen im Wassergehalt der einzelnen Varianten dürften keinen Einfluß auf die Denitrifikationsraten (Abb. 3 oben) bewirkt haben.

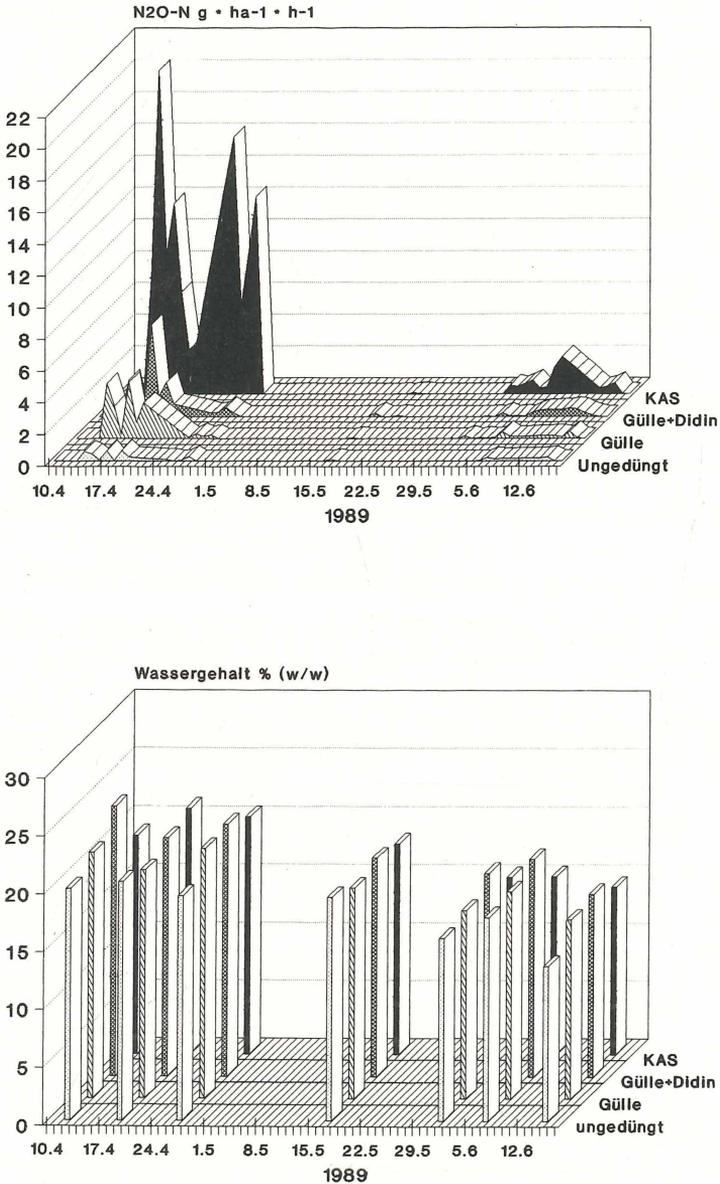


Abb. 3: N₂O-N Freisetzung und Wassergehalte (April - Juni 1989; Bodentiefe 0 - 20 cm).

In Abb. 4 sind die Nitratgehalte der Bodenschicht von 0 - 20 cm während der Meßperioden von April bis Juni 1989 den N_2O -N-Oberflächenabflüssen gegenübergestellt. Im April 1989 wiesen die mineralisch gedüngten Flächen relativ hohe Nitratgehalte von ca. $28 \mu\text{g NO}_3^- \cdot \text{g}^{-1} \text{TB}$ (19.4.1989) auf. Auch beide Varianten der Gülledüngung führten zu deutlich höheren NO_3^- -Gehalten in der oberen Bodenschicht. Im Mai 1989 sank die NO_3^- -Konzentration jedoch in allen Varianten auf Werte unter $3 \mu\text{g NO}_3^- \cdot \text{g}^{-1} \text{TB}$. Ein noch stärkerer Anstieg in den Nitratgehalten konnte nach der Düngung vom 29.5.1989 festgestellt werden. Auch nach dieser Stickstoffgabe waren die höchsten NO_3^- -Konzentrationen bei der mineralisch gedüngten Variante zu verzeichnen. Ein Vergleich mit den N_2O -N-Oberflächenabflüssen (Abb. 4 oben) zeigt eine gute Übereinstimmung zwischen Nitratkonzentration und Denitrifikationsintensität im April 1989. Auch im Juni 1989 ist die Nitrat abhängige N_2O -N-Freisetzung gegeben. Diese Beziehung wird besonders am 7.6.1989 deutlich.

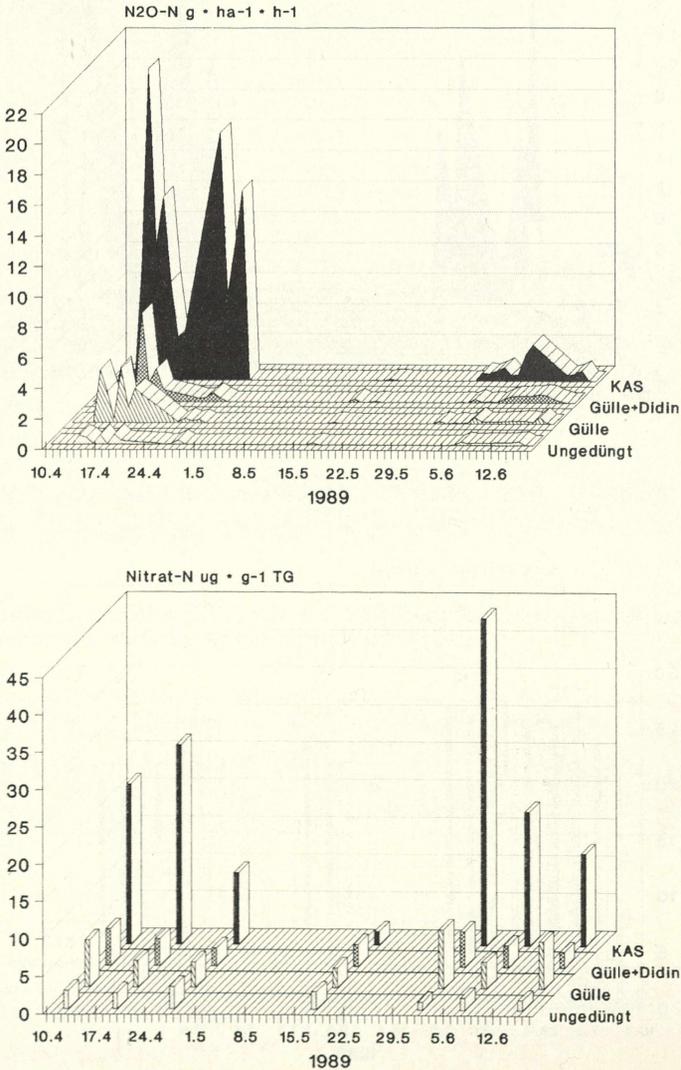


Abb. 4: N_2O -N Freisetzung und Nitrat-N Gehalte (April - Juni 1989; Bodentiefe 0 - 20 cm).

In den Abb. 5 und 6 sind die Keimzahlen der prototrophen Denitrifikanten den Gesamtkeimzahlen vom 19.4. und 17.6.1989 der KAS- (Abb. 5) und der Gülle gedüngten Variante (Abb. 6) gegenübergestellt. Während bei den Gesamtkeimzahlen keine großen Unterschiede auftraten, lagen die Keimzahlen der prototrophen Denitrifikanten in beiden Varianten am 17.6.1989 um ca. zwei Zehnerpotenzen unter den Keimzahlen vom 19.4.1989.

4. DISKUSSION

Stickstoffgaben führen offenbar direkt nach einer mineralischen oder organischen (Gülle⁺) Düngung zu stark erhöhten Denitrifikationsraten in einer Weidelgras-Monokultur. Ähnliches wurde auch auf anderen Grünlandflächen ermittelt (CHRISTENSEN 1983; RYDEN 1985; CORRÉÉ et al. 1990). Auch THOMPSON (1989) fand auf ausschließlich mit NH_4Cl ($96 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) gedüngten Grünland vergleichbare Denitrifikationsraten. Erwartungsgemäß wies die mineralische Düngung die stärksten $\text{N}_2\text{O-N}$ -Oberflächenabflüsse auf. Die deutlich geringeren $\text{N}_2\text{O-N}$ -Oberflächenabflüsse in beiden Gülle-Varianten sind auf die erforderlichen Mineralisationsprozesse zurückzuführen, welche Voraussetzung der Nitratbildung sind. Dies wird von den Nitratkonzentrationen bestätigt (Abb. 4).

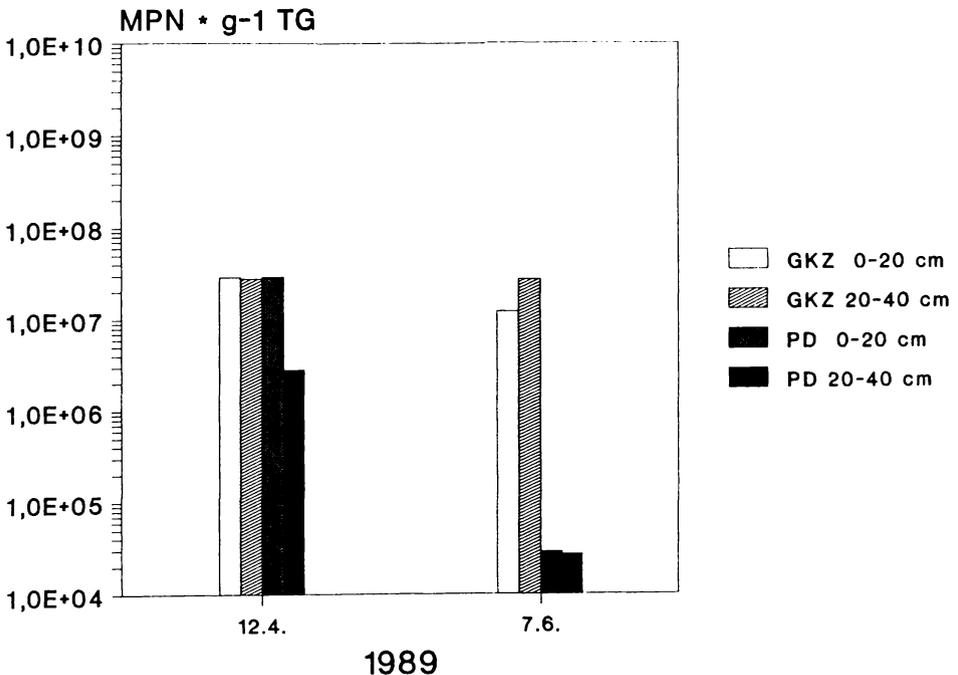


Abb. 5: Gesamtkeimzahl (GKZ in $\text{MPN} \cdot \text{g}^{-1} \text{ TG}$) an Bakterien und Populationsdichte der prototrophen Denitrifikanten (PD in $\text{MPN} \cdot \text{g}^{-1} \text{ TG}$) in den mit KAS gedüngten Varianten (Bodentiefe 0 - 20 cm und 20 - 40 cm).

Überhaupt schien Bodennitrat nach beiden Düngungsterminen Anfang April und Ende Mai 1989 eine wichtige Kontrollvariable für die Höhe der N_2O -N-Oberflächenabflüsse zu sein. Zu den relativ niedrigen Nitratkonzentrationen beider Güllevarianten im Vergleich zur Ammoniumnitrat-Düngung kann zum Teil auch Ammoniak-Verflüchtigung geführt haben. (BALL, RYDEN 1983). Weiter kann angenommen werden, daß ein Teil des Stickstoffes in jene Biomasse festgelegt wurde, die als Folge der Gülledüngung zur Entwicklung kam. Beträchtliche Differenzen zwischen April und Juni traten bei den Keimzahlen der prototrophen Denitrifikanten auf. In der KAS- und der Güllevariante war im Juni die Populationsdichte der prototrophen Denitrifikanten signifikant niedriger als im April und könnte bei hoher Nitratverfügbarkeit und ausreichender Bodenfeuchte Ursache der geringeren aktuellen Denitrifikationsraten sein. Dieser Aspekt wird in den fortlaufenden Messungen weiterverfolgt.

Danksagung

Für die wertvolle technische Hilfe danken wir Frau Inge Becker und Herrn Heinz Schneider. Die Untersuchungen werden mit einem Forschungsprojekt Wasser-Abfall-Boden (PWAB 87-059) des Landes Baden-Württemberg finanziert.

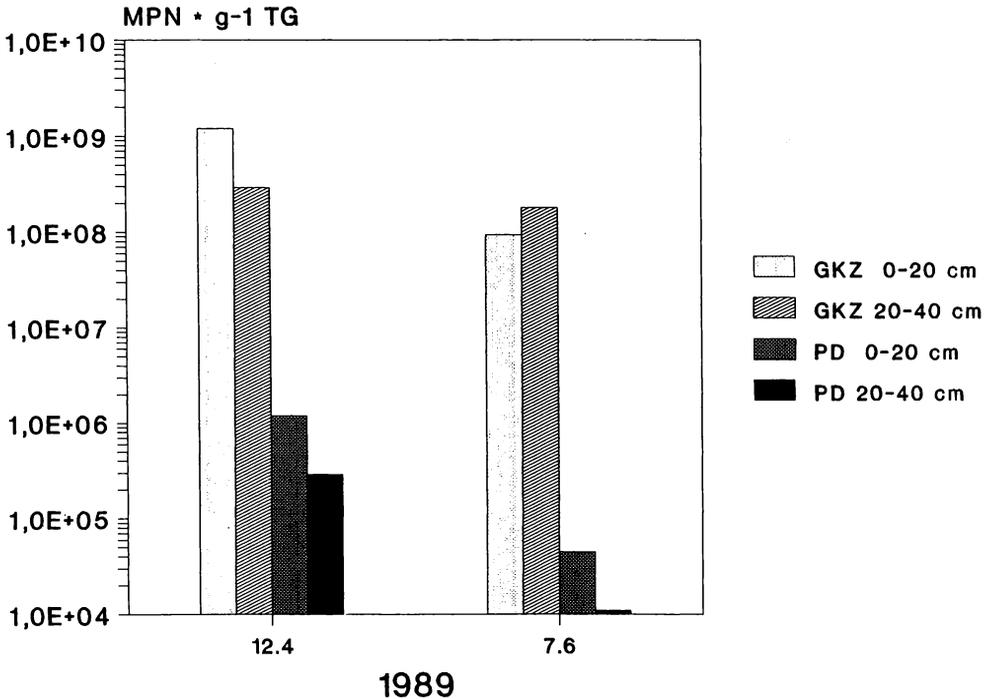


Abb. 6: Gesamtkeimzahl (GKZ in $MPN \cdot g^{-1} TG$) an Bakterien und Populationsdichte der prototrophen Denitrifikanten (PD in $MPN \cdot g^{-1} TG$) in den mit Gülle gedüngten Varianten (Bodentiefe 0 - 20 cm und 20 - 40 cm).

LITERATUR

- BALL P.R. and RYDEN J.C., 1983: Nitrogen relationships in intensively managed temperate grassland. - *Plant and Soil* 76: 23-33.
- BENCKISER G., SYRING K.M., GAUS G., HAIDER K., SAUERBECK D., 1987: Einfluß verschiedener Bodenvariablen auf die Denitrifikation landwirtschaftlich genutzter Flächen. - *VDLUFA-Schriftenreihe*, 23: 937 - 952.
- CHRISTENSEN S., 1983: Nitrous oxide emission from a soil under permanent grass, Seasonal an diurnal fluctuations as influenced by manuring an fertilization. - *Soil Biol. Biochem.* 15: 531-536.
- CORREÉ W.J., DIJKMAN W., KIESKAMP W.M., 1990: Denitrifikation in topsoil of production grassland. - *Mitteilgn Dtsch Bodenkundl. Gesellsch.* (im Druck).
- NIEDER R., SCHOLLMAYER G., RICHTER J., 1989: Denitrifikation in the rooting zone of cropped soils with regard to methodology and climate: A review. - *Biol. a. Fert. of Soils* 8: 219-226.
- OTTOW J.C.G., BURTH-GEBAUER I., EL-DEMERDASH M.E., 1985: Influence of pH an partial oxygen pressure on the N_2O to N_2 ratio of denitrification. - In: H.L. GOLTERMANN (ed.): Denitrification in the nitrogen cycle. Plenum Press, New York & London: 101-120.
- RYDEN J.C., 1985: Denitrification loss from managed grassland. - In: H.L. GOLTERMANN (ed.): Denitrification in the nitrogen cycle. Plenum Press, New York & London: 121-134.
- SCHARF H.C., WEHRMANN J., 1976: Die Bedeutung des Mineralstickstoffvorrates des Bodens zu Vegetationsbeginn für die Bemessung der N-Düngung zu Winterweizen. - *Landwirtsch. Forsch.* 32/I: 100-114.
- SCHLICHTING E., BLUME H.P., 1966: *Bodenkundliches Praktikum*. - Paul Parey, Hamburg.
- SCHMIDER F., OTTOW J.C.G., 1986: Charakterisierung der denitrifizierenden Mikroflora in den verschiedenen Reinigungsstufen einer biologischen Kläranlage. - *Arch. Hydrobiol.* 106: 497-512.
- THOMPSEN R.B., 1989: Denitrification in slurry-treated soil: Occurence at low temperatures, relationship with the soil nitrate an reduction by nitrification inhibitors. - *Soil Biol. Biochem.* 21: 875-882.
- VETTER H., STEFFENS G., KOVALEWSKY H.H., 1981: Kostbare Gülle wird verschleudert. - *DLG Mitteilungen* 10: 534-537.

ADRESSE

Dipl. Biol. M. Kapp
Dipl. Ing. agr. J. Schwarz
Dr. G. Benckiser
Prof. Dr. J.C.G. Ottow
Institut für Mikrobiologie
und Landeskultur - Mikrobiologie
Universität Giessen
Senckenbergstr. 3
D-W-6300 Giessen

Dr. P. Daniel
Prof. Dr. W. Opitz von Boberfeld
Institut für Pflanzenbau
und Pflanzenzüchtung II
Grünlandwirtschaft und Futterbau
Justus Liebig Universität Giessen
Ludwigstr. 23
D-W-6300 Giessen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [19_3_1991](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [Einfluss von Mineral- und Gülledüngung auf Mikroflora und Denitrifikationsverluste einer Weidelgrasmonokultur \(*Lolium perenne*\) 375-383](#)