

STICKSTOFF-MINERALISATION VON BEGÜLLTEN ACKERBÖDEN IM KREIS VECHTA

Annegret Grote

ABSTRACT

The net mineralisation of nitrogen influenced by the fertilization with manure and its changes in the course of the year have been tested through incubation in the field. The objects of investigation were two kinds of arable soils (fen, plaggen soil) and an uncultivated brown soil (fallow land).

The nitrogen delivery showed distinct dependencies from temperature, soil moisture, soil texture and soil type. The effect of manuring showed itself in high actual nitrogen contents. High residual contents of nitrogen could be measured in the cultivated soils in autumn. This indicates a wrong timing for manuring and leads to the conclusion that increased leaching and percolation of nitrogen is to be expected during winter time.

keywords: *nitrogen mineralisation, cultivated land, fallow land, manure, nitrogen delivery, incubation in the field, nitrogen residue, leaching*

EINLEITUNG

In einigen Gebieten Nordwestdeutschlands, so in den Landkreisen Cloppenburg und Vechta, weitete sich die intensive Massentierhaltung stark aus. Damit ist in zahlreichen Betrieben der Anfall hoher Güllemengen verbunden, die auf die landwirtschaftlich genutzten Flächen ausgebracht werden. Eine intensive Diskussion zur Frage der Umweltbelastung durch Gülledüngung, der Stickstoffwirkung und -ausnutzung setzte mit dem Feststellen erhöhter Nitratwerte im Grund- und Trinkwasser ein. Eine Quelle des verlagerbaren Stickstoffs ist der mineralisierte, von den Pflanzen nicht aufgenommene Güllestickstoff. Daher ist es wichtig, die Stickstoff-Nettomineralisation im Jahresgang und ihre Abhängigkeit von der Gülledüngung unter Freilandbedingungen zu untersuchen.

MATERIAL UND METHODEN

Die N-Nettomineralisation wurde in zwei Ackerflächen, einem Niedermoor und einem Plaggenesch, im Vergleich zu einer Brachfläche (Braunerde, mit einem *Holcus lanatus*-Dominanzbestand bewachsen) mittels Freilandbebrütung (RUNGE 1970) untersucht. Es wurden Bodenmischproben jeweils aus den Tiefen 0-10 cm, 20-30 cm und 50-60 cm entnommen.

Die Analyse der Mineralstickstoffgehalte, der pH-Werte und der Wassergehalte erfolgte an feldfrischem Feinbodenmaterial. Die Bestimmung der Mineralstickstoffgehalte mit Hilfe der fraktionierten Wasserdampfdestillation im Mikrokjeldahlverfahren und anschließender Titration mit $H_2SO_4^-$ richtete sich nach GERLACH (1973).

Die aktuellen Mineralstickstoffgehalte geben die zur Zeit der Probenahme in den Böden pflanzenverfügbaren Stickstoffmengen wieder. Die Zunahme an mineralisiertem Stickstoff während einer Bebrütungsphase stellt die N_{min}-Nachlieferung (= N-Nettomineralisation) dar. Die Mineralisationsleistung eines Standortes ist als N_{min}-Nachlieferung pro Woche angegeben.

ERGEBNISSE

Aktuelle Mineralstickstoffgehalte

Die Böden der Versuchsflächen unterschieden sich stark in ihren aktuellen Mineralstickstoffgehalten. Diese nahmen mit zunehmender Bodentiefe ab (Abb. 1-3). Von den Untersuchungsflächen wies das Niedermoor mit bis zu 400 ppm (25.07.84) die höchsten Nmin-Gehalte auf, während in der unbewirtschafteten Vergleichsfläche maximal 5,6 ppm (25.09.84) nachgewiesen werden konnten. Das Maximum für den Plaggenesch lag im ersten Untersuchungsjahr bei 68 ppm (04.07.84) und 1985 bei fast 200 ppm (18.04/03.06.). Die Schwankungen waren in 0-10 cm am größten und fanden sich in abgeschwächter Form häufig um drei Wochen zeitlich versetzt in den Tiefen 20-30 cm und 50-60 cm wieder. Die hohen NH_4^+ -N-Gehalte der

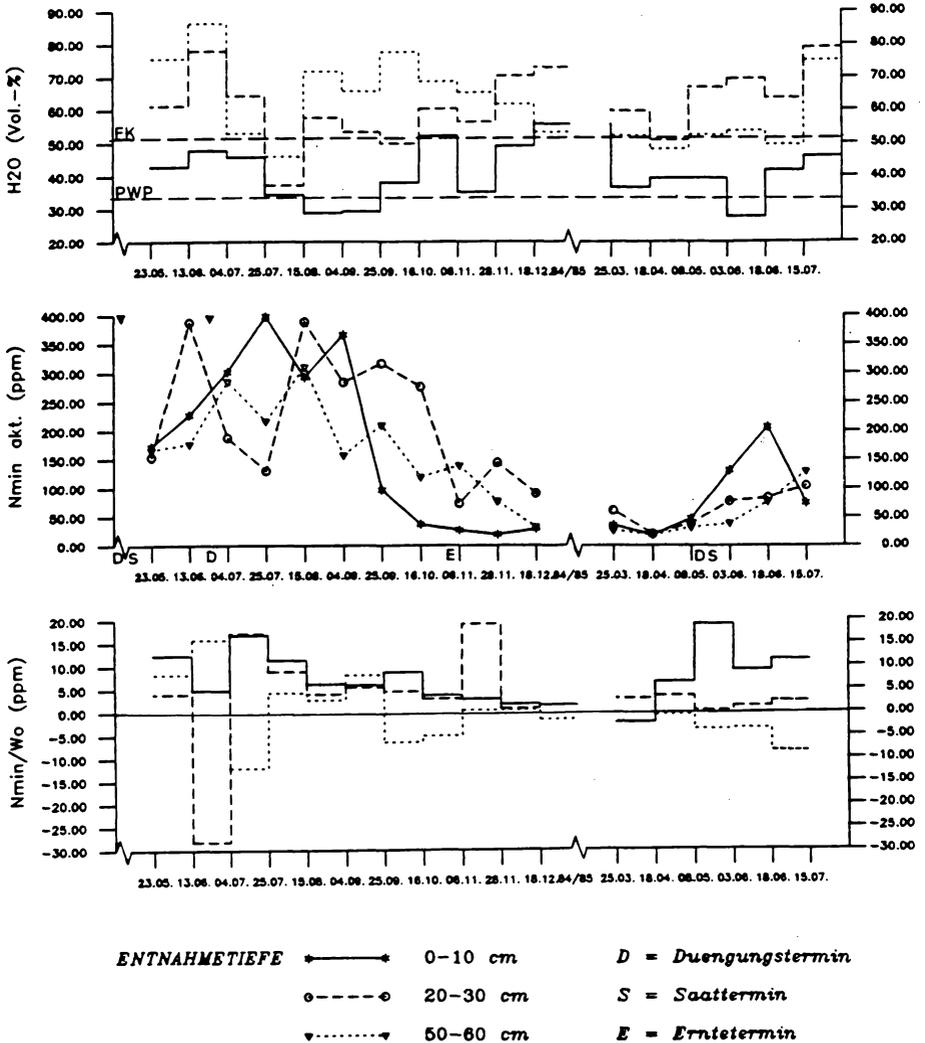


Abb. 1: Jahresgänge der Wassergehalte der aktuellen Mineralstickstoffgehalte und der Stickstoff-Nachlieferung im Niedermoor

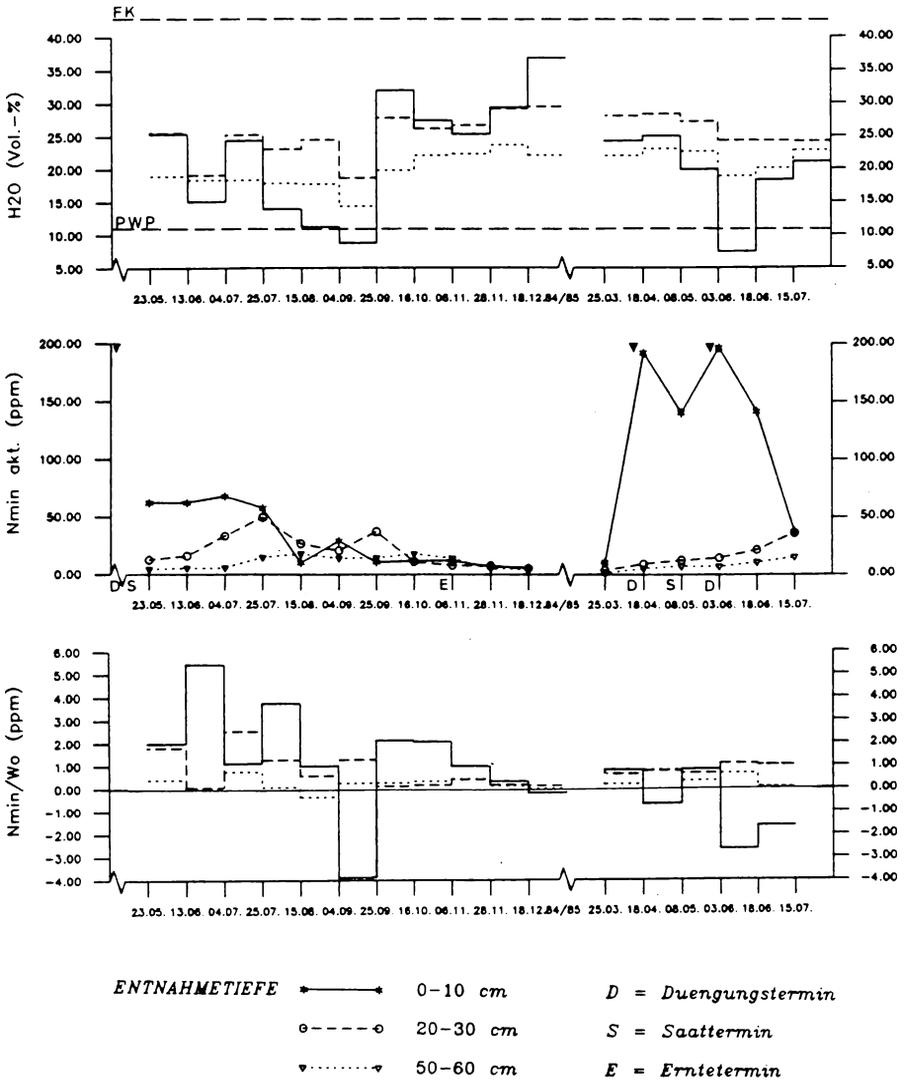


Abb. 2: Jahresgänge der Wassergehalte der aktuellen Mineralstickstoffgehalte und der Stickstoff-Nachlieferung im Plaggenesch

Gülle bewirkten nach einer Düngung zunächst hohe aktuelle NH_4^+ -N-Konzentrationen in den Böden, die dann mehr oder weniger rasch in Nitrat überführt wurden. Die Kurvenverläufe der aktuellen Nmin-Gehalte flachten im Herbst ab und erst im Frühjahr des nächsten Jahres bildeten sich neue Maxima aus.

Die Maxima in 0-10 cm Bodentiefe sowie die hauptsächlich vorliegende Stickstoffform (Nitrat) in den Ackerböden sind in erster Linie auf die Düngung zurückzuführen. Innerhalb von drei bis sechs Wochen nach einer Düngung stiegen die aktuellen Nmin-Gehalte teilweise um das 20-fache auf ca. 200 ppm, wie es beim Plaggenesch nach der Güllegabe vom 11.04.85 (40 m³ Schweine-/Hühnergülle, 50:50) oder auch beim Niedermoor nach der Düngung vom 15.05.85 mit 40 m³ Schweine-/Hühnergülle (50:50) zu beobachten war. Während die Gehalte im Plag

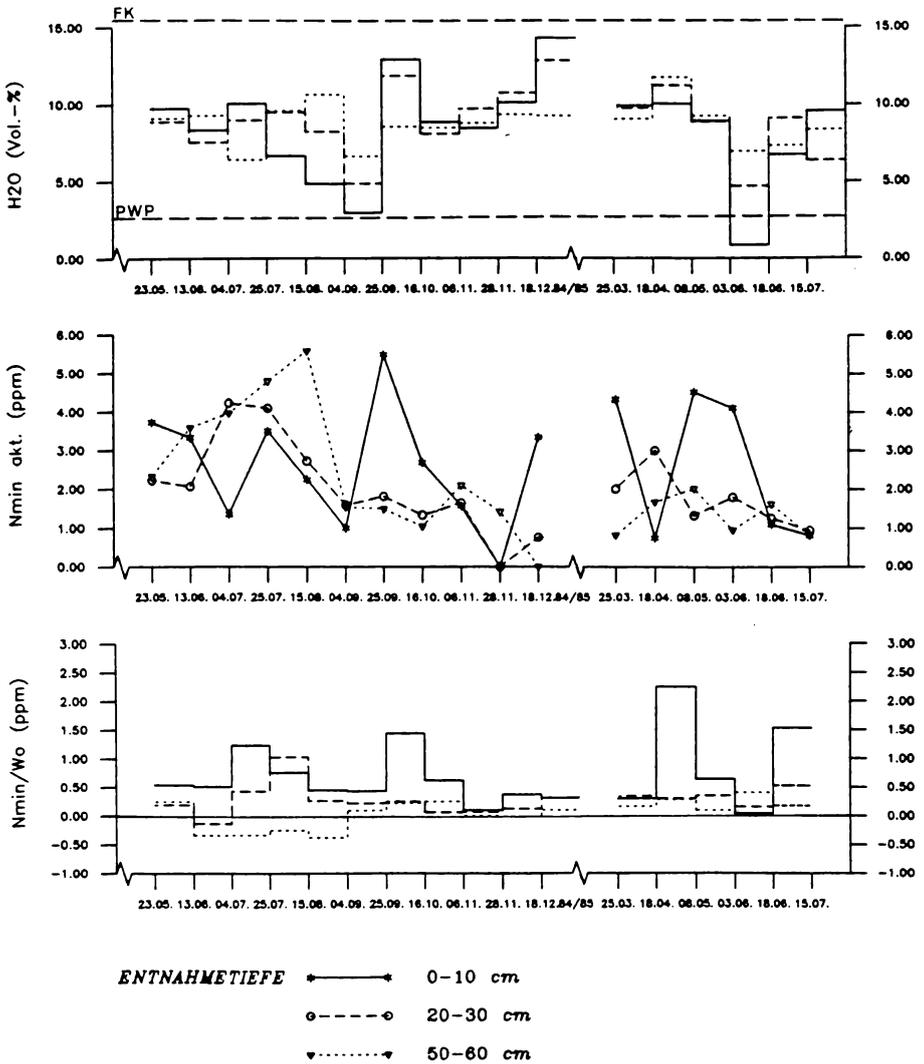


Abb. 3: Jahresgänge der Wassergehalte der aktuellen Mineralstickstoffgehalte und der Stickstoff-Nachlieferung in der Braunerde

genesch innerhalb von drei Wochen um fast 50 ppm wieder abfielen, wurde im Niedermoor der Höchstwert von etwa 200 ppm erst vier bis fünf Wochen später erreicht. Hier scheint der zugeführte Stickstoff zunächst immobilisiert, aber dann nach und nach wieder mineralisiert und den Pflanzen zur Verfügung gestellt worden zu sein.

Die Kurvenverläufe der aktuellen Mineralstickstoffgehalte ließen auch in den Tiefen 20-30 cm sowie 50-60 cm die Einflüsse des pflanzlichen N-Entzuges, der Düngung und auch die Verlagerung des Nitratstickstoffes erkennen. Auf einen Peak von ca. 388 ppm in 20-30 cm am 13.06.84 im Niedermoor folgte drei Wochen später ein Maximum in 50-60 cm Tiefe von etwa 285 ppm.

Von den Ackerflächen unterschied sich die Brachfläche, da dort die Wirkungen von Niederschlag, Temperatur und pflanzlichem N-Entzug nicht von der Düngung überlagert wurden. Ihre Einflüsse waren vor allem in den oberen 10 cm zu erkennen, da diese Bodenschicht besonders stark den Witterungseinflüssen ausgesetzt und auch sehr intensiv durchwurzelt war, wodurch sich der unruhige Kurvenverlauf erklärt (Abb. 3). Die fördernde Wirkung eines Bodenfeuchtewechsels von sehr trocken nach feucht auf die N-Nettomineralisation war besonders deutlich am 25.09.84 (0-10 cm) zu beobachten. Es handelte sich hierbei jedoch im Gegensatz zu den Peaks der Ackerflächen um NH_4^+ -N. Die erhöhten Bodenwassergehalte verringerten die Umwandlung des verstärkt gebildeten Ammoniums in Nitratstickstoff. Eine ähnliche Situation lag am 18.12.84 vor.

Nmin-Nachlieferung

Die Nmin-Nachlieferung zeigte auf allen Flächen einen unterschiedlichen Jahresgang. Abweichungen ließen sich nicht nur in der Menge des mineralisierten Stickstoffes, sondern auch in dem Zeitpunkt der Ausbildung der Maxima erkennen. Diese hingen u.a. von der Höhe der aktuellen Nmin-Gehalte ab, die auf den Ackerflächen in erste Linie von der Düngung und damit von der Zufuhr leicht abbaubarer organischer Substanzen, Ammonium oder Nitrat beeinflusst wurden. In der Brache fielen die Maxima der N-Nettomineralisation mit markanten Änderungen der Temperaturen und der Bodenwassergehalte zusammen.

Die höchsten Schwankungen in der Nmin-Nachlieferung traten auf allen Flächen in den oberen 10 cm auf, in denen sich auch die stärksten Bodenwassergehaltsänderungen beobachten ließen. Hier wurden auch die höchsten Mineralisationswerte gemessen. In 20-30 cm und 40-60 cm verlief die N-Nettomineralisation ausgeglichener, mit einem Anstieg im Frühjahr/Frühsummer und einer Abnahme zum Winter. Auf allen Standorten kam es in 50-60 cm Tiefe bei günstigen Lebensbedingungen für Mikroorganismen zwar noch zu einer Nmin-Nachlieferung, jedoch waren die Mineralisationsraten in dieser Tiefe allgemein gering. Generell war eine Abnahme der Mineralisationsleistungen im untersuchten Profil temperaturbedingt im Herbst und Winter zu beobachten, wie auch immer dann, wenn die Bodenwassergehalte gering waren oder gar unterhalb des permanenten Welkepunktes fielen. Limitierend auf die N-Nettomineralisation wirkte sich auch eine zu hohe Bodenfeuchte aus, die die Bodendurchlüftung herabsetzte und die Denitrifikation begünstigte. Größere Veränderungen der Bodenwassergehalte wirkten sich bei den Mineralböden dämpfend bzw. anregend auf die Mikroorganismenaktivität aus, so daß bei einem Wechsel von feucht zu trocken oder einem Übergang von trocken nach feucht nachfolgend Depressionen bzw. Mineralisationsschübe zu beobachten waren.

Im Niedermoor mit generell sehr hohen Bodenwassergehalten traten die Maxima der Nmin-Nachlieferung in 0-10 cm in den Brutserien vom 04.07.84 und 08.05.85 mit etwa 17 ppm bzw. ca. 19 ppm/Woche auf (Abb. 1). Im Juli war dies eine Folge der Düngung vom Juni 1984 mit 20 m³ Schweinegülle sowie eines Temperaturanstieges, während im Mai 1985 letzterer bei noch ausreichender Bodenfeuchte allein eine hohe Nettomineralisation bewirkte. Die Ende Mai 1985 durchgeführte Gülledüngung führte damit zu keiner erhöhten N-Nettomineralisation, denn in der Brutserie vom 03.06.85 war kein Anstieg, sondern ein Absinken der Nmin-Nachlieferung zu beobachten. Dies könnte mit einer mikrobiellen Festlegung bei Wassergehalten unterhalb des permanenten Welkepunktes zu erklären sein.

Während im Niedermoor bis auf die Monate November, Dezember und März durchgehend mehr als 5 ppm/Woche Nmin in 0-10 cm nachgeliefert wurden, lag im Plaggensch in dieser Tiefe das Maximum, das in der Brutserie vom 13.06.84 auftrat, nicht einmal bei 6 ppm Nmin/Woche (Abb. 2). Trotz eines etwa gleichbleibend hohen Stickstoffangebotes im Plaggensch bis Ende Juli fiel die N-Nettomineralisation bis zum Jahreswechsel stetig. Deutlich sichtbar wurde die Abhängigkeit der Mineralisationsleistung vom Gang der Bodenwassergehalte (z.B. Brutproben vom 15.08., 04.09.84). Höhere Bodenfeuchte trat zeitgleich mit einer niedrigen Nmin-Nachlieferung auf. Erreichten die Bodenwassergehalte den PWP oder fielen noch weiter, war die N-Nettomineralisation gering oder nicht mehr nachweisbar, so daß von einer mikrobiellen Festlegung des Mineralstickstoffes ausgegangen werden kann. Ein erneuter

Wechsel der Bodenfeuchte führte dann zwar noch einmal zu höheren Mineralisationsraten, die jedoch mit sinkenden Temperaturen zum Winter hin abnahmen.

Die Gülledüngung vom 11.04.1985 (40 m³ Hühner/Schweinegülle) bewirkte einen Anstieg der aktuellen NH₄⁺-N-Gehalte von 1,44 ppm am 25.03.85 auf fast 188 ppm am 10.04.85 sowie eine Anhebung der pH(KCl)-Werte von 5,2 auf 5,9. Gleichzeitig ist in den Brutproben vom 18.04.85 eine Nitratbildungsrate von etwa 29 ppm/Woche zu beobachten. Da es sich dabei um die Umsetzung des Dünger-Ammoniums zu Nitrat handelte und keine zusätzliche Nmin-Nachlieferung stattfand, ergab sich ein negativer N-Nettomineralisationswert.

Der Jahresgang in der unbewirtschafteten/ungedüngten Braunerde zeigte im Vergleich zu den Ackerböden drei ausgeprägte Maxima, die mit höchstens ca. 2,3 ppm/Woche (18.04.85: 0-10 cm) jedoch deutlich niedriger ausfielen (Abb. 3). Die zeitliche Ausprägung der Maxima und Minima wiesen eine klare Abhängigkeit von den veränderten Bodentemperaturen und der Bodenfeuchte auf. Der Höchstwert der Nmin-Nachlieferung in den Brutproben vom 18.04.85 mit etwa 2,3 ppm/Woche wird wohl auch mit der im Herbst/Winter angefallenen Streu zusammenhängen. Zunächst von den Bodentieren zersetzt, führte sie dann zu einem erhöhten Nährstoffangebot an die Mineralisierer. Gleichzeitig fördernd auf den N-Umsatz wirkten auch die gute Wasserversorgung und die steigenden Temperaturen.

Um die den Pflanzen im Laufe eines Jahres zur Verfügung gestellten Summen der Nmin-Nachlieferung besser vergleichen und standörtliche Unterschiede herausarbeiten zu können, wurden sie in kg/ha für das Jahr 1984 angegeben (Tab. 1). Sie geben eine Vorstellung von der Größenordnung der während der Zeit stattgefundenen N-Nettomineralisation in den untersuchten Tiefen und den dazwischen liegenden Schichten. Für die nicht untersuchten Zwischentiefen können aufgrund der vertikalen Abnahme der Nmin-Nachlieferung Mittelwerte aus den jeweils ober- und unterhalb angrenzenden Untersuchungsbereichen angenommen werden.

Das Niedermoor wies mit etwa 280 kg/ha die beste Nmin-Versorgung durch die bodenbürtige Stickstoffnachlieferung auf. Diese nahm über den Plaggenesch (≈ 200 kg/ha) zur Braunerde (≈ 90 kg/ha) hin ab.

Tab. 1: Summen der flächenbezogenen Nmin-Nachlieferung im Bodenprofil bis 60 cm Tiefe der Untersuchungsflächen 1 (Niedermoor), 2 (Plaggenesch), 3 (Braunerde) im Zeitraum vom 23.05. - 18.12.1984 (Angaben in kg/ha; Werte in Klammern = interpoliert).

| Tiefe | Niedermoor 1 | Plaggenesch 2 | Braunerde 3 |
|----------|-----------------|------------------|----------------|
| 0-10 cm | 83,03 | 65,37 | 29,40 |
| 10-20 cm | (64,20) | (48,92) | (21,36) |
| 20-30 cm | 45,36 | 32,46 | 13,32 |
| 30-40 cm | (36,04) | (25,28) | (10,14) |
| 40-50 cm | (26,72) | (18,10) | (6,96) |
| 50-60 cm | 17,40 | 10,92 | 3,78 |
| Summe | 145,79 | 108,75 | 46,50 |
| Summe | (126,96) | (92,30) | (38,46) |
| Total | 272,75 | 201,05 | 84,96 |

BILANZ

Diese beträchtlichen durch die Mineralisation produzierten Stickstoffmengen führen, wenn sie bei der Düngerbemessung nicht berücksichtigt werden, zu hohen Reststickstoffgehalten nach der Ernte in den Ackerböden. Damit stellen sie eine erhebliche Quelle der Nitratverlagerung und -auswaschung dar, da es über Winter zu keinem Stickstoffentzug mehr durch die Pflanzen

kommt und zusätzlich noch bei günstigen Temperaturen weiterhin organische Substanzen mineralisiert werden können. Der Ertrag auf den untersuchten Ackerstandorten der Maispflanzen lag bei etwa 80 dt/ha. Bei einem N-Entzug der Kultur von ca. 320 kg/ha (RUHRSTICKSTOFF AG 1986) und einem Reststickstoffgehalt im Niedermoor im Profil bis 60 cm Tiefe von ca. 167 kg/ha lassen sich N-Verluste während der Vegetationsperiode in der Größenordnung von 104 kg/ha berechnen. (Unter N-Verlusten ist hier jedoch nicht nur die Stickstoffauswaschung zu verstehen, sondern generell jeder Prozeß, der zu einer Verminderung des Stickstoff-Angebotes an die Pflanzen führt. Dazu zählen die Stickstoff-Fixierung ebenso wie die Denitrifizierung oder der pflanzliche Stickstoffentzug).

Die N-Verluste über den Winter betragen bei einem Vergleich der aktuellen N_{min}-Gehalte vom 18.12.84 und 25.03.85 etwa 14 kg/ha. Betrachtet man aber die Periode noch vor dem einsetzenden Bodenfrost vom 06.11. bis zum 25.03.84 so ergeben sich etwa dreifach höhere Werte. Für den gesamten Zeitraum nach der Ernte bis zum erneuten Untersuchungsbeginn 1985 betragen die N-Verluste damit ca. 42 kg/ha. Im Plaggenesch (bis 60 cm Tiefe) lagen nach der Ernte am 06.11.84 noch ca. 110 kg N_{min}/ha vor. Im Zeitraum 18.12.84 bis 25.03.85 traten, bei dem Vergleich der aktuellen N_{min}-Gehalte, Verluste von ca. 7 kg/ha Stickstoff auf. Vergleicht man hingegen die am 06.11.84 in 0-60 cm Tiefe vorhandenen N_{min}-Mengen (110 kg/ha) mit denen vom 25.03.1985 (ca. 35 kg/ha), so ergeben sich N-Verluste in Höhe von 75 kg/ha.

Für die Zeit vom 18.12.1984 bis zum 25.03.1985 liegen die N-Verluste der Braunerde in einer Größenordnung von 2 kg/ha.

DISKUSSION

Die beobachteten Veränderungen der Jahrgänge der aktuellen N_{min}-Gehalte sowie der N_{min}-Nachlieferung lassen sich durch den Einfluß der auch von anderen Autoren (BECK 1979; CAPELLE et al. 1982; ELLENBERG 1977; RUNGE 1983; ZÖTTL 1968 u.v.a.) beschriebenen Faktoren wie Temperatur, Bodenfeuchte, Durchlüftung, pH-Wert, Bodentyp, Art und Menge der Düngung, pflanzlicher N-Entzug usw. erklären. Aufgrund der Abhängigkeit von diesen sich im Jahresverlauf und über die Jahre ändernden Faktoren unterliegen damit auch die N_{min}-Nachlieferungssummen von Jahr zu Jahr großen Schwankungen. Die Beurteilung des N-Nachlieferungsvermögens wurde anhand der N-Nettomineralisationssummen für das Jahr 1984 (0-60 cm) vorgenommen. Damit ist das N-Nachlieferungsvermögen des Niedermooses und des Plaggenesches als hoch einzustufen, während das der Braunerde als niedrig bis mittel bezeichnet werden kann.

Der Einfluß der Gülledüngung auf die Höhe der N_{min}-Nachlieferung, insbesondere auf die Ausbildung der Maxima, war in den Böden unterschiedlich. Im Niedermoor kam es 1984 zu einem Maximum in der N_{min}-Nachlieferung im Anschluß an eine Gülledüngung. Im Plaggenesch verursachte die Güllegabe 1985 jedoch negative N-Nettomineralisationsraten.

Da das N-Nachlieferungsvermögen der Böden in die Berechnung der Düngergaben nicht berücksichtigt wurde, führten die auf die Ackerflächen ausgebrachten N-Düngermengen zu hohen Reststickstoffgehalten in den Böden. Hohe Reststickstoffmengen sprechen für eine falsche Düngung (DÜYNISVELD und STREBEL 1987). Die vorgestellten Ergebnisse zeigen damit deutlich, wie wichtig es ist, in der Düngerbemessung die N-Nettomineralisation von Böden zu berücksichtigen. Dadurch kann die N-Auswaschungsrate verringert werden.

LITERATUR

- BECK T., 1979: Die Nitrifikation in Böden (Sammelreferat). - Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 142: 344-364.
- CAPELLE A., BAEUMER K., FLEIGE H., HEUER C., 1982: Pflanzenverfügbarer Stickstoff aus Düngergabe und Bodenvorrat in bearbeiteter und unbearbeiteter Parabraunerde aus Löß und sein Entzug durch Hafer. - Mitt. Deutschen Bodenkd. Ges. 34: 67-68.

- DUYNISVELD W.H.M., STREBEL O., 1987: Einfluß von Standorteigenschaften auf Nitrat-
auswaschung und Nitratbestand im Wurzelraum bei Ackerböden während der Hauptaus-
waschungsperiode. - Mitt. Deutschen Bodenk. Ges. 55 (1): 141-145.
- ELLENBERG H: 1977: Stickstoff als Standortfaktor, insbesondere für mitteleuropäische
Pflanzengemeinschaften. - Oecol. Plant. 12: 1-22.
- GERLACH A., 1973: Methodische Untersuchungen zur Bestimmung der Stickstoffnetto-
mineralisation. - Scripta Geobot. 5, Göttingen.
- RUHRSTICKSTOFF AG (Hrsg.), 1986: Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau.-
Münster.
- RUNGE M., 1970: Untersuchungen zur Bestimmung der Mineralstickstoff-Nachlieferung am
Standort. - Flora 159: 233-257.
- RUNGE M., 1983: Physiology and Ecology of nitrogen nutrition. Physiological Plant Ecology
III. - In. (LANGE O.L., NOBEL P.S., OSMOND C.B., ZIEGLER H.: Encyclopedia of
Plant Physiology, New Series 12 C, Berlin Heidelberg (Springer): 163-200.
- ZÖTTL W., 1968: Die Nachlieferung von Stickstoff aus dem Bodenvorrat. - Symposium
"Nitrogen in Soil", Groningen 1967. Nitrogen, Dutch Nitrogenous Fertilizer Review 12: 8-
16.

ADRESSE

Dipl. Geogr./Landschaftsökologie
Annegret Grote
Inst. f. Geographie
Robert-Koch-Str. 26
D-W-4400 Münster

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [19 2 1990](#)

Autor(en)/Author(s): Grote Annegret

Artikel/Article: [Stickstoff-Mineralisation von begüllten Ackerböden im Kreis Vechta 528-535](#)