

Die Stickstoff-Netto-Mineralisation in naturnahen und degenerierten Erlenbruchwäldern als Kenngröße zur Beurteilung des ökologischen Zustandes

Peter Janiesch, Christiane Mellin und Ewald Müller

Synopsis

During a renaturation project a 1,000 ha landscape near Lingen (Ems) agriculturally used at present it was investigated if the remaining parts of alder forests could be preserved after changing soil conditions. The determination of the annual nitrogen mineralisation in the soil was used for calculating the mineral turnover and stability of this ecosystem. After changing the soil conditions, for instance raising the water level, the data were to be used to find out if the necessary decrease of nitrogen mineralisation has taken place.

nitrogen mineralisation, alder forests, renaturation

1. Einleitung

Erlenbruchwälder waren am Anfang dieses Jahrhunderts im nordwestdeutschen Flachland auf anmoorigen Böden eine weit verbreitete Waldgesellschaft (BÜCKER & ENGEL 1950, BURRICHTER 1973). Sie sind heute durch Entwässerung und intensive landwirtschaftliche Nutzung fast gänzlich vernichtet und durch Grün- und Ackerland ersetzt (TRAUTMANN & LOHMEYER 1960). Auf anmoorigen Böden im Emsland sind nur noch kleinflächige Reste naturnaher und degenerierter Erlenbruchwälder zu finden. Die noch verbliebenen Reste sind in ihrer Existenz jedoch stark gefährdet.

Im Rahmen eines Projektes zur Renaturierung von ca. 1.000 ha überwiegend landwirtschaftlich genutzten Flächen bei Lingen/Ems sollte untersucht werden, inwieweit noch vorhandene Reste von Bruchwäldern (ca. 9 ha) erhalten und möglicherweise auf insgesamt ca. 30 ha der angrenzenden Flächen ausgedehnt werden können.

Die besonderen ökologischen Bedingungen dieser Wälder, wie große Bodenfeuchte und hohe Luftfeuchtigkeit im Bestandesinneren sowie eine gute Mineralstoffversorgung (KLÖTZLI 1969, JANIESCH 1978), finden ihren Ausdruck in einer spezialisierten Flora und Fauna. Änderungen, insbesondere der Bodenbedingungen, führen zur Verringerung der Stabilität dieser Ökosysteme und zum Verschwinden typischer Bruchwaldarten (MÖLLER 1970). Die Stabilisierung gestörter Bruchwälder sowie deren Ausweitung kann nur über eine Veränderung der Bodenbedingungen, insbesondere der Wasserverhältnisse, erfolgen, wie sie von KLÖTZLI (1969), MÖLLER (1970), JANIESCH (1978, 1981, 1990) beschrieben worden sind. Quantitativ wichtigster Nährstoff ist dabei der Stickstoff (vgl. ELLENBERG 1977). Es muß jedoch berücksichtigt werden, daß gerade die Netto-Stickstoffmineralisation innerhalb von Bruchwaldgesellschaften parallel zur floristischen Gliederung sehr stark wechseln kann (JANIESCH 1980).

2. Material und Methoden

2.1 Die Auswahl der Probeflächen

Die Auswahl der Probeflächen erfolgte auf der Basis der parallel durchgeführten vegetationskundlichen Erfassung des Untersuchungsraumes. Nach eigenen floristischen Erhebungen (n. publ.) lassen sich die noch vorhandenen Bruchwaldreste in drei (A-C) ökologisch gut differenzier-

bare Vegetationseinheiten gliedern. Danach ergibt sich für die nährstoffökologischen Untersuchungen folgende Gliederung:

- A) naturnahe Fragmente auf Niedermoorortf
(Probestellen 6/9)
Carici elongatae-Alnetum glutinosae (vgl. TRAUTMANN & LOHMEYER 1960, TÜXEN 1974)
- B) gestörte Fragmente auf teilweise entwässerten Niedermoororten
"Himbeer-Erlenbruch" (vgl. BUCHWALD 1951)
(Probestellen 5/1/8)
- C) stark gestörte Fragmente auf vererdeten Niedermoororten
(Probestellen 7/3/2/4)

2.2 Probenahme und Bestimmung der N-Mineralisation

Für die Gesamtuntersuchung wurden neun für das Untersuchungsgebiet repräsentative Probestellen ausgewählt. An jeder Probestelle wurden drei Parallelen in maximal drei Tiefen für die Bestimmung der Wassergehalte und der aktuellen Ammonium- und Nitratgehalte entnommen. Die gleiche Anzahl Proben wurde nach der Methode der Standortbebrütung in der jeweiligen Bodentiefe gelagert. Die Standortbebrütung und die Bestimmung der Ammonium- und Nitratgehalte erfolgte nach GERLACH (1973, 1978) und JANIESCH (1981). Die Proben wurden in Abständen von vier Wochen im Verlauf eines Jahres (1989/90) analysiert.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Die allgemeinen Boden- und Wasserverhältnisse

Die Bruchwälder dieses Gebietes stocken auf anmoorigen Böden verschiedener Mächtigkeit, die sich in anlehmigen bis lehmigen Sanden bildeten, die über alluvialen Lehmen liegen (HAMBLOCH 1958). Die Wasserverhältnisse der untersuchten Bruchwaldreste waren insgesamt sehr instabil. Bedingt durch Dränierung und tiefe Gräben können die Wassergehalte im Verlauf des Jahres sehr stark schwanken. Die Amplitude der Wassersättigung reicht bei naturnahen Gesellschaften (A) von 78-100 %. In gestörten Flächen (C) wurden dagegen nur Sättigungen von 42-70 % erreicht. In Tab. 1 sind die Jahresmittelwerte der Wassergehalte der Böden wiedergegeben. Sie spiegeln die unterschiedlichen Wasserverhältnisse der einzelnen Vegetationseinheiten (A-C) deutlich wider. Die Böden typischer Bruchwälder sind vorwiegend im Frühjahr und in den Herbst- und Wintermonaten vollständig mit Wasser gesättigt und zum Teil überflutet (KLÖTZLI 1966, MÖLLER 1970). Nur die beiden Probestellen des Vegetationstyps A (6, 9) zeigen überwiegend hohe Wassersättigung der Böden und damit vergleichbare Verhältnisse. Je stärker die Vererdung vorangeschritten ist, um so mehr können die Wassergehalte schwanken.

Für den Ablauf der Stickstoff-Netto-Mineralisation sind die Bodenwassergehalte, der pH-Wert und der organische Anteil der Böden wichtig (RUNGE 1965, 1974 a, b). Da von den Bodenproben keine C/N-Bestimmungen vorliegen, kann das Volumengewicht als Maßzahl für den Anteil an Niedermoorortf in den Böden herangezogen werden. Mineralböden weisen hohe Volumengewichte zwischen 600 und 1.200 g pro 1.000 cm³ auf, während Torfe Volumengewichte zwischen 150 und 250 g aufweisen (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1976).

In Tab. 1 sind diese Verhältnisse exemplarisch im Jahresmittel für alle Probestellen aufgeführt. Die Böden der Probestellen 1, 5, 6, 8 und 9 weisen mit Volumengewichten für 1.000 cm³ mit 0,127 bis 0,189 kg einen hohen Niedermoorortfanteil auf. In den Böden der Probestellen 2, 3, 4 und 7 ist die Vererdung weit vorangeschritten. Die Volumengewichte der Böden liegen mit 0,455 bis 0,689 kg per 1.000 cm³ zwar niedriger als bei reinen Mineralböden, jedoch deutlich über denen typischer Anmoorböden (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1976). Dies kommt auch in den geringeren Wassergehalten von 55,2 bis 65,7 % in der Jahresbilanz zum Ausdruck.

Tab. 1: Jahresmittelwerte des Wassergehaltes, der Volumengewichte und der Stickstoff-Netto-Mineralisationsraten der Böden der Erlenbruchwälder des Baccumer Bruches (Lingen. Ems) (0-10 cm Bodentiefe)

Probest.	Volumengew. 1000 cm ³	Wassergeh. % FG	Gesamt-N-Min. kg N/ha/Jahr
A 6	0.187	90.5	29.2
9	0.189	80.0	59.8
B 5	0.179	79.7	184.7
1	0.127	76.2	132.0
8	0.189	70.9	321.2
C 7	0.549	65.7	192.0
3	0.689	59.4	196.0
2	0.455	57.8	254.0
4	0.463	55.2	111.5

3.2 Die aktuellen Ammonium- und Nitratgehalte

Die aktuellen Ammonium- und Nitratgehalte sind häufig starken tages- und jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen und eignen sich nicht zur Beurteilung des Stickstoffhaushaltes von Pflanzengesellschaften (RUNGE 1974 a, b). Die aktuellen N(min)-Gehalte reagieren jedoch sehr schnell auf veränderte Bodenbedingungen im Verlauf der Vegetationsperiode, so daß sie die Dynamik eines Standortes widerspiegeln. So konnte KLÖTZLI (1969) in schweizerischen Bruchwäldern stärkere Veränderungen der aktuellen Stickstoffgehalte in den Frühjahres- und Sommermonaten nachweisen. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurden die aktuellen Ammonium- und Nitratgehalte nur zur Beurteilung von Anomalien herangezogen. Insbesondere konnte bei ähnlicher floristischer Zusammensetzung der Bruchwälder eine Beeinflussung durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung angrenzender Flächen nachgewiesen werden. So sind die aktuellen Ammonium- und Nitratgehalte in den Böden der Probestellen 3 und 5 (Abb. 1) bei ähnlicher Mineralisationsbilanz (Tab. 1) sehr unterschiedlich. Durch die Nähe der Probestelle 5 zu ackerbaulich genutzten Flächen werden offensichtlich im Gegensatz zu der durch Hecken und Grünland umgebenen Probestelle 3 hohe Stickstoffmengen eingetragen. Während der Gesamtgehalt an löslichem Stickstoff der Probestelle 3 70 mg N pro 1.000 g Boden nicht überschreitet, konnten zur gleichen Zeit an der Probestelle 5 Werte von mehr als 400 mg N gemessen werden. Insbesondere wurden während der Herbst- und Wintermonate hohe aktuelle N-Gehalte bei einem möglicherweise geringeren Verbrauch durch die Vegetationsdecke analysiert. Unter diesen Verhältnissen beobachtete (MÖLLER 1970) bei niedrigen Wassergehalten und hoher Nitrifikationsrate ein starkes Einwandern von Nitrophyten, so daß die Bodenflora des Bruchwaldes nachhaltig gestört wurde. In naturnahen Bruchwaldgesellschaften des *Carici elongatae-Alnetum* im Münsterland (JANIESCH 1978) und im Lahrer Moor bei Meppen (JANIESCH 1981) wurden dagegen maximal nur aktuelle Gehalte von 15 mg Ammonium- und 30 mg Nitrat-N pro 1.000 g Boden nachgewiesen. Auch in nicht bodenfeuchten Waldgesellschaften werden selten höhere N(min)-Gehalte als 50 mg pro 1.000 g Boden gefunden (KOVACS 1978, RUNGE 1971).

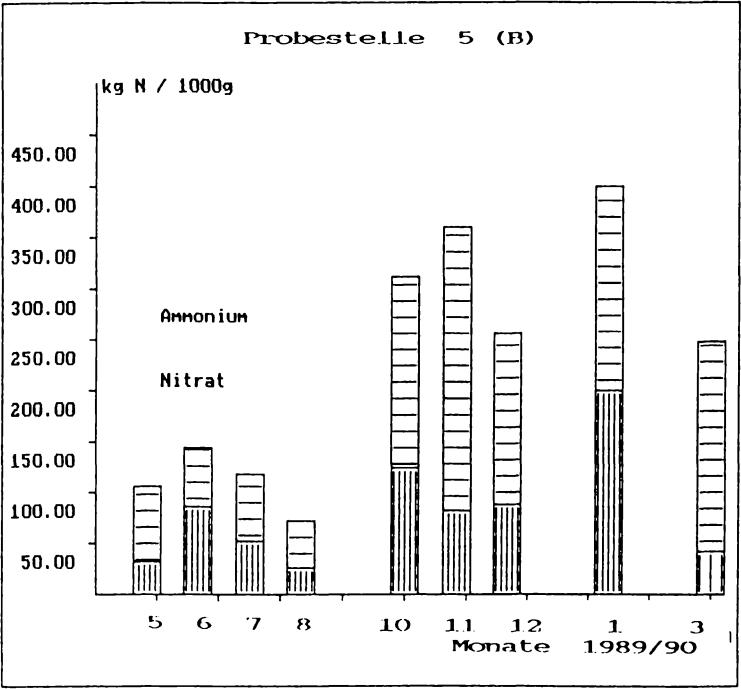
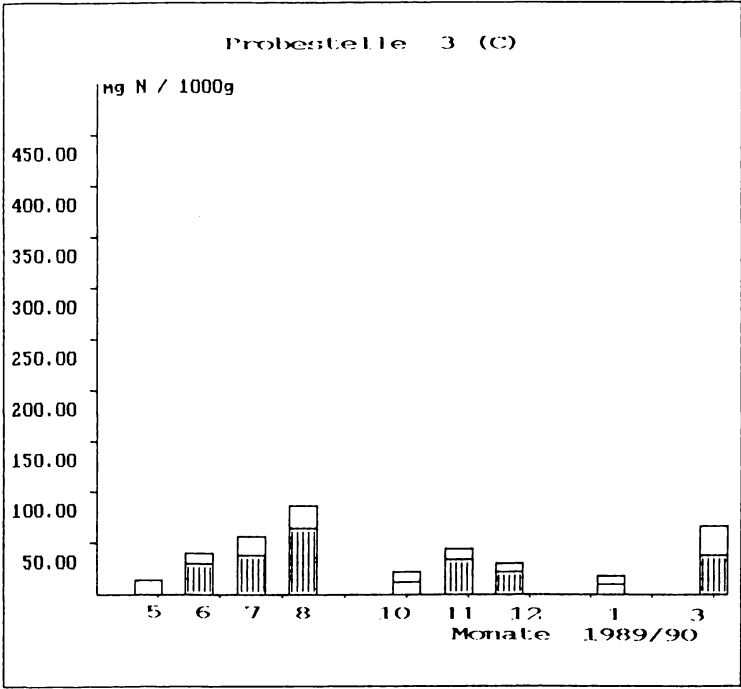


Abb. 1: Aktuelle Ammonium- und Nitratgehalte in den Böden (0-10 cm) des Baccumer Bruches b. Lingen (Ems) im Verlauf eines Jahres. Angaben in mg $\text{NH}_4\text{-N}$ und $\text{NO}_3\text{-N}$ pro 1.000 g lufttrockener Boden

3.3 Stickstoff-Netto-Mineralisation

Anders als die aktuellen Nitrat- und Ammoniumgehalte der Böden ist die Stickstoff-Netto-Mineralisation geeignet, den Nährstoffumsatz von Waldgesellschaften zu charakterisieren (RUNGE 1965, 1974 a u. b, KOVACS 1978, ELLENBERG 1977, JANIESCH 1978, 1981). Die Mineralisationsraten in den Böden der Probestelle 6 und 9 liegen mit 29,2 bis 59,8 kg N·ha⁻¹·a⁻¹ in einem für Bruchwälder typischen Bereich (JANIESCH 1978). Deutlich abhängig ist diese Mineralisationsrate vom Wassergehalt der Böden (Tab. 1). Sie steigt linear mit Absinken der Wassergehalte, wie die Böden der Probestellen 1, 5 und 8 ausweisen. Die Probestelle 5 sollte aufgrund der Volumengewichte (0,179 kg) und einem durchschnittlichen Wassergehalt von 79,7 % ebenfalls eine für Bruchwälder typische N-Mineralisationsrate aufweisen. Mit 184,7 kg N·ha⁻¹·a⁻¹ ist sie jedoch ungewöhnlich hoch. Betrachtet man die Lage der Probestelle in unmittelbarer Nähe zu landwirtschaftlichen Flächen, so muß hier ein hoher Nährstoffeintrag angenommen werden. Noch deutlicher ist dies im Waldstück der Probestelle 8 zu erkennen, in das offensichtlich durch die direkte Nordwest-Exposition durch den Wind große Nährstoffmengen über einen längeren Zeitraum eingetragen wurden.

Die Mineralisationsraten natürlicher Pflanzengesellschaften sind insgesamt sehr unterschiedlich. Die höchsten Mineralisationsraten wurden im *Melico-Fagetum* und im *Fraxino-Aceretum* mit Werten von 150-380 kg N·ha⁻¹·a⁻¹ erreicht (ELLENBERG 1977). Feuchtgesellschaften zeigen dagegen insgesamt je nach Bodenwassergehalt niedrige Werte (JANIESCH 1990). Trocknen Niedermoor torfe aus, kommt es allerdings zu einer verstärkten N-Mineralisation an Rändern von Bruchwäldern. N-Mineralisationsraten von 350 kg N·ha⁻¹·a⁻¹ sind dabei keine Seltenheit (JANIESCH 1978).

Wie die hier durchgeführten Untersuchungen belegen, weisen alle Waldreste insgesamt überhöhte, für Feuchtgesellschaften untypische Mineralisationsraten auf (Tab. 1), die zu einer Instabilität der Bruchwälder führen können, indem verstärkt Nitrophyten und Rubus-Arten in die Gesellschaft eindringen (MÖLLER 1970). Besonders auffällig tritt dies in den Böden der Probestellen 2 und 8 auf. Mit 321 kg N·ha⁻¹·a⁻¹ wurde hier die höchste Mineralisationsrate bestimmt. Das Waldstück der Probestelle 2 ist ebenfalls in seiner Stabilität durch hohe aktuelle Stickstoffgehalte und durch die hohe Mineralisationsrate von 254 kg N·ha⁻¹·a⁻¹ sehr stark gefährdet.

Ein weiteres Kriterium zur Beurteilung von Erlenbruchwäldern ist das Verhältnis von Ammonifikation zu Nitrifikation. Hohe Bodenfeuchtigkeit führt durch Sauerstoffmangel zu einer verminderten Nitrifikationsrate und einem hohen Anteil von Ammonium in diesen Böden (PONNAMPERUMA 1972). Viele Bruchwaldarten, insbesondere Seggen, weisen in ihrer Stickstoffernährung eine Priorität für Ammonium auf (JANIESCH 1986). In Abb. 2 ist die Höhe der N-Mineralisation sowie die Verteilung von Nitrat und Ammonium in der Jahresbilanz wiedergegeben. Auffällig ist, daß in fast allen Böden Nitrat die vorherrschende Stickstoffform ist. Ausnahme sind Standort 1 und 5, wo größere Ammoniummengen auftreten. Erstaunlich ist auch der hohe Nitratanteil der floristisch wertvollsten Fläche (Probestelle 6). Durch teilweise niedrige Wassergehalte in den Sommermonaten ist auch hier bereits eine forcierte Nitrifikation nachzuweisen. In den stark vererdeten Böden der Bruchwälder 2, 3, 4 und 7 fällt der hohe Nitratanteil besonders deutlich auf.

Im Vergleich mit der floristischen Analyse der Bruchwälder ergeben sich deutliche Parallelen. Die Netto-N-Mineralisation ist daher gut geeignet, den ökologischen Zustand dieser Waldgesellschaften zu charakterisieren. Zur Abschätzung des Erfolges der Wiedervernässung, noch bevor sich floristische Veränderungen ergeben, können Wiederholungsanalysen in den nächsten Jahren Aufschluß über das Maß der Veränderungen und den Erfolg der Renaturierung geben. Es wird erwartet, daß es nach Wiedervernässung und Extensivierung angrenzender landwirtschaftlicher Flächen zu einem Absinken der N-Mineralisation und damit zu einer Verzögerung der Vererdung der Böden kommt. Damit wird die Überlebenschance noch vorhandener Bruchwaldarten erhöht und deren Wiederansiedlung gefördert.

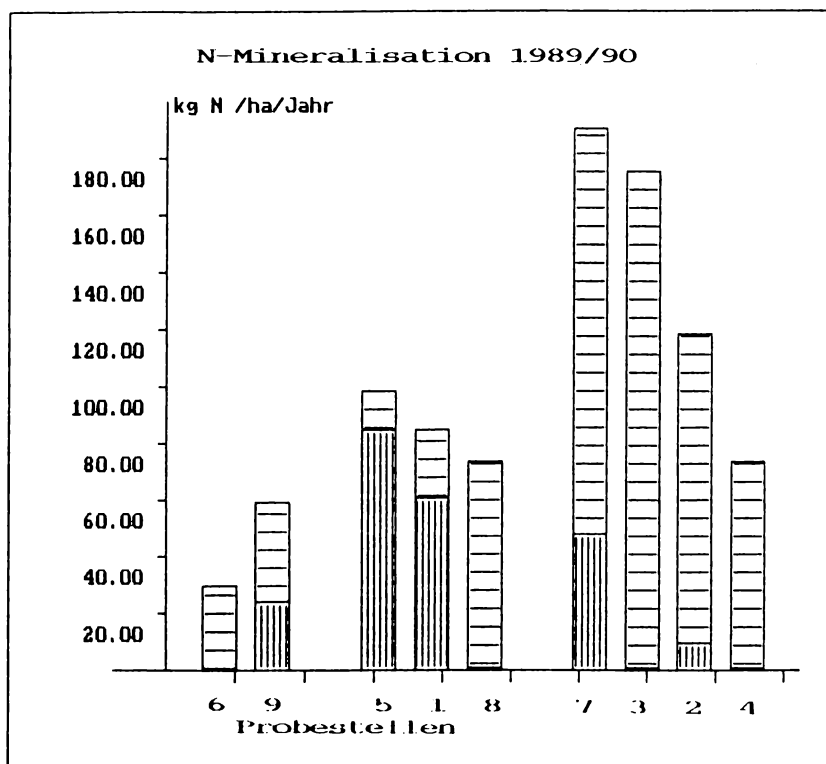


Abb. 2: Stickstoff-Netto-Mineralisation in den Böden (0-10 cm) des Baccumer Bruches b. Lingen (Ems) in der Jahresbilanz von Mai 1989 bis April 1990. Angaben in kg N (Ammonium- bzw. Nitrat-N) pro Hektar und Jahr.

Literatur

- BUCHWALD, K., 1951: Bruchwaldgesellschaften im Großen und Kleinen Moor. Angew. Pflanzensoz. 2.
- BÜCKER, R. & H. ENGEL, 1950: Die wichtigsten Pflanzengesellschaften der Dauerweiden an der Ems im nördlichen Westfalen. Abh. Landesmus. f. Naturk. Münster. 13: 28-35.
- BURRICHTER, E., 1973: Die potentielle natürliche Vegetation in der westfälischen Bucht. Siedlung u. Landschaft in Westf. 8. Münster: 57 S.
- ELLENBERG, H., 1977: Stickstoff als Standortfaktor, insbesondere für Mitteleuropäische Pflanzengesellschaften. Oecol. Plant. 12: 1-22.
- GERLACH, A., 1973: Methodische Untersuchungen zur Bestimmung der Stickstoffnettomineralisation. Scripta Geobot. 5: 1-115.
- GERLACH, A., 1978: Zur Bestimmung der Stickstoff-Nettomineralisation in mehr oder minder nassen Böden. Oecol. Plant. 13: 163-174.
- HAMBLOCH, H., 1958: Die Naturräume der oberen Emssandebene. Spieker 9. Geogr. Kom. Westf.
- JANIESCH, P., 1978: Ökophysiologische Untersuchungen in Erlenbruchwäldern. - I. Die edaphischen Bedingungen. Oecol. Plant. 13: 34-57.
- JANIESCH, P., 1979: Eisen als Standortfaktor in Erlenbruchwäldern. Verh. Ges. Ökol. 7: 403-406.
- JANIESCH, P., 1980: Standortfaktoren in Quell-Erlenwäldern und pflanzensoziologische Gliederung. Ber. Intern. Symp. Epharmonie Rinteln 1979. Cramer. Lehre.: 265-274.
- JANIESCH, P., 1981: Ökophysiologische Untersuchungen an Carex-Arten aus Erlenbruchwäldern. Habilitationsschr. FB Biologie. Münster: 123 S.

- JANIESCH, P., 1986: Bedeutung einer Ernährung von Carex-Arten mit Ammonium oder Nitrat für deren Vorkommen in Feuchtgesellschaften. Abh. Landesm.Naturk. 48 (2/3), Münster: 341-354.
- JANIESCH, P., 1990: Ecophysiological adaptations of higher plants in natural communities to waterlogging. In: ROZEMA, J. A. & J. A. C. VERKLEIJ (eds.): Ecological responses to environmental stresses. Kluwer Acad. Publ. Nederl.: 50-60.
- KLÖTZLI, F., 1969: Zur Ökologie schweizerischer Bruchwälder unter besonderer Berücksichtigung des Waldreservates Moos bei Birmesdorf und des Katzenses. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 39: 56-123.
- KOVACS, M., 1978: Stickstoffverhältnisse im Boden des Eichen-Zerreichen-Waldökosystems. Oecol. Plant. 13: 75-82.
- MÖLLER, H., 1970: Soziologisch-ökologische Untersuchungen in Erlenbruchwäldern. Mitt. Arbeitsgem. Flor. Schleswig-Holst. 19, Kiel: 110 S.
- PONNAMPERUMA, F. N., 1972: The chemistry of submerged soils. Ad. Agron. 26: 29-96.
- RUNGE, M., 1965: Untersuchungen über die Mineralstickstoff-Nachlieferung an nordwestdeutschen Waldstandorten. Flora 155: 353-386.
- RUNGE, M., 1974 a: Die Stickstoff-Mineralisation im Boden eines Sauerhumus-Buchenwaldes. I. Mineralstoff-Gehalt und Netto-Mineralisation. Oecol. Plant. 9: 201-218.
- RUNGE, M., 1974 b: Die Stickstoff-Mineralisation im Boden eines Sauerhumus-Buchenwaldes. II. Die Nitratproduktion. Oecol. Plant 9: 219-230.
- SCHEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL, 1976: Lehrbuch der Bodenkunde. Enke, Stuttgart.
- TRAUTMANN, W. & W. LOHMANN, 1960: Gehölzgesellschaften in der Fluß-Aue der mittleren Ems. Mitt. Flor. Soz. Arbeitsgem. N. F. 8: 227-247.
- TÜXEN, R., 1974: Das Lahrer Moor. Mitt. Flor. Soz. Arbeitsgem. 17: 39-68.

Adressen

Prof. Dr. Peter Janiesch
Dipl.-Biol. Ewald Müller
Abt. Terrestrische Ökologie
FB 7 Biologie
Universität Oldenburg
Postfach 25 03

Christiane Mellin
Dorfstr. 17

W - 2900 Oldenburg

W - 2902 Rastede/Loy

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: [20_1_1991](#)

Autor(en)/Author(s): Janiesch Peter, Mellin Christiane, Müller Ewald

Artikel/Article: [Die Stickstoff-Netto-Mineralisation in naturnahen und degenerierten Erlenbruchwäldern als Kenngröße zur Beurteilung des ökologischen Zustandes 353-359](#)