Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie (Mainz 1981) Band X 1983

Beeinflussung der Stickstoffmineralisierung durch Streuextrakte

Roland Banzhaf, Maria Kränzle, Hermann Mühle, Sieghard Winkler

The nitrogen turnover in soils is often influenced by substances of higher plants. This has to be taken into account in succession studies. Compounds that are set free during the decomposition of the tree litter are responsible for inhibition of soil organisms. Therefore the ammonia/nitrate ratio in soil has been used by some authors for indicating allelopathic phenomenons in certain successional stages. In this work it is shown on the basis of incubation studies under controlled conditions that leaf leachings influence the nitrogen mineralization. *Acer pseudoplatanus, Fagus sylvatica, Petasites hybridus, Populus nigra, Salix alba* and *Ulmus glabra* were tested. The results and their possible relevance within certain plant communities on alluvial soils are discussed.

Allelopathic effects, incubation studies, leaf leachates, nitrogen mineralization.

1. Einführung

In einer Übersicht über Hemmwirkungen führt RICE (1974) an, daß eine Beeinflussung der Nitrifizierung durch chemische Einflüsse bestimmter Pflanzen in Klimax-Ökosystemen auftritt. Substanzen, die bei der Streuzersetzung frei werden, kommt dabei ebenfalls eine gewisse Bedeutung zu (LODHI 1978a, b).

Die Tatsache, daß in der Landwirtschaft synthetische Nitrifikationshemmer eingesetzt werden (SCHEFFER, SCHACHTSCHABEL 1979), wie auch der Aspekt, daß viele Stoffe, die erst durch die Aktivität des Menschen in der Biosphäre Verbreitung finden, wie etwa Schwermetalle (GIASHUDDIN, CORNFIELD 1978; LIANG, TABATABAI 1977) oder Fungizide (MAZUR, HIGHES 1975), die Stickstoffumsetzungen beeinflussen, läßt es wünschenswert erscheinen, diejenigen Faktoren, die in naturnahen Ökosystemen die Stickstoffnachlieferung regulieren, zu erfassen.

In der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, inwieweit die Stickstoffnettomineralisierung im Brutversuch durch Zusatz von Streuextrakten überhaupt beeinflußbar ist und ob einzelnen Pflanzen damit die Fähigkeit zukommen kann, durch Hemmung von Bodenorganismen oder auf anderem Wege die Nitratnachlieferung während der vegetationsfreien Zeit zu drosseln, um damit einer möglichen Nitratauswaschung vorzubeugen.

2. Untersuchungsgebiet

Die Iller mit ihren Quellflüssen entspringt in den Allgäuer Alpen. Sie ist der westlichste der alpenbürtigen Donauzuflüsse. Seit Korrektur und Eindämmung des Unterlaufs Mitte bis Ende des vorigen Jahrhunderts tieft sich die Iller ständig, mit ca. 3 cm pro Jahr, ein. Nach anfänglich positiven Auswirkungen wurden große Bereiche des Illertals zum Wassermangelgebiet (BUCHWALD 1968). Dennoch existieren, vor allem in den nördlichsten Teilen des unteren Illertales periodisch überflutete Auenwaldbereiche, da hier durch den Rückstau von der Donau her der Eintiefung Grenzen gesetzt sind und Lücken im Dammsystem, etwa bei der Einmündung von Seitenbächen, die Überschwemmung einzelner Gebiete gewährleisten.

Der von Ahorn, Esche und Ulme gebildete Auenwald, dem die Bodenproben entstammen, gehört pflanzensoziologisch zur mittelmontanen Form des *Alnetum incanae* (MÜLLER, GÖRS 1958). Er befindet sich in Höhe von Flußkilometer 11.5 und wird plenterwaldartig genutzt.

Die Körnung des Bodens ist tonig bis schluffig, erst in 1 bis 1.50 m Tiefe steht Kies an. Ab Ende April ist die Streuschicht meist nicht mehr vorhanden. Dies und die zahlreichen üppig wachsenden nitrophilen Arten weisen darauf hin, daß eine sehr rasche Stickstoffumsetzung stattfindet.

3. Material und Methoden

3.1 Untersuchungszeitraum, Probennahme

Boden- und Streuproben wurden Mitte November 1980 entnommen. Durch die vorausgegangene sehr trockene Witterung (Niederschlagssumme für 1. - 15. November in Ulm 2.6 mm) war sichergestellt, daß die Streu noch nicht ausgelaugt und die Wirkstoffe noch nicht in den Boden eingeschwemmt waren.

Das Bodenmaterial war eine Mischprobe aus 30-40 Einzelproben der obersten 4 cm des A_h-Horizonts. Ahorn-, Ulmen- und Eschenstreu entstammen demselben Bestand, Schwarzpappel- und Silberweidenstreu einem benachbarten, mehr in Flußnähe befindlichen Wald. Die Buchenlaubstreu wurde in einem *Luzulo-Fagetum* bei Ermingen, südwestlich von Ulm, gesammelt. Es wurden jeweils die obersten, frisch gefallenen Blätter verwendet, während bei der Pestwurz die in Zersetzung befindlichen, am Boden liegenden Blätter abgeschnitten wurden. Ein weiterer Ansatz bestand aus Buchenlaub, das im Frühjahr bereits vom Baum gepflückt worden war.

3.2 Eluatherstellung

Frische Laubstreu bekannten Trockengewichts wurde in 1-Liter-Polyäthylenflaschen mit einer bestimmten Menge von bidestilliertem Wasser versetzt und bei Zimmertemperatur 24 Stunden lang bei geringster Umdrehungszahl über Kopf geschüttelt. Die so erhaltenen Kaltwasserextrakte wurden filtriert und bis zur Verwendung eingefroren.

3.3 pH-Messung

Der pH-Wert der Eluate wurde direkt, der des Bodens in wässriger Suspension (Bodenfrischgewicht: aqua bidest = 1 : 2) nach 2 Stunden mit der Glaselektrode gemessen. In Ergänzung wurde der pH-Wert des zuvor mit Eluat behandelten Bodens kontrolliert.

3.4 C-, N-Bestimmung

Gesamtkohlenstoff und Gesamtstickstoff wurden sowohl in den Streuauszügen wie auch im Boden bestimmt. Bei der C-Analyse wurde auf die Methode der nassen Verbrennung nach Springer und Klee (STEUBING 1965) zurückgegriffen. Beim Stickstoffgehalt wurde nur der organisch gebundene Anteil erfaßt. Aufschluß und Destillation erfolgten nach STEUBING (1965).

3.5 Brutversuch, Bestimmung des pflanzenverfügbaren Stickstoffs

Der gut von Wurzeln und anderen Grobteilen befreite Boden wurde gesiebt (Maschenweite 2.8 mm) und gründlich durchmischt. Während einer 4tägigen Vorbebrütung bei 10 °C unter täglich mehrmaliger Durchmischung wurde der festgestellte Wasserverlust durch entsprechende Zugabe von Eluat- bzw. Kontrollansätzen kompensiert. Zur gleichmäßigen Verteilung der Eluate bzw. des Kontrollmediums wurde der Boden nochmals durch ein Sieb gepreßt; die ersten Proben einer Serie wurden jeweils verworfen. Pro Auswertungstag wurden 5 Parallelen angesetzt, in Polyäthylenbeutel verpackt und bei 20 °C bebrütet bzw. zur Bestimmung des Anfangsgehaltes sofort verarbeitet.

Als Kontrolle dienten bidestilliertes Wasser und Zucker-Aminosäuren-Gemische. Der nach der Anthronmethode (STEUBING 1965) im Ahorneluat festgestellte Zuckergehalt wurde als Glucose-Fructose-Xylose-Mischung, der entsprechende organische Stickstoffgehalt in Form von Aminosäuren zugegeben. Eine zweite Kontrolle wurde durch Verdünnung um den Faktor 10 aus der ersten hergestellt.

In der ersten Brutversuchsserie wurden die Eluate von *Acer pseudoplatanus*, *Petasites hybridum*, *Ulmus glabra* (verdünnt auf den Zuckergehalt von *Acer*), *Fagus sylvatica* (frische Herbst-, alte Frühjahrsstreu) verglichen. Dabei wurde weitgehend ein Verhältnis Streutrockengewicht zu Elutionsmenge von 1 : 15 eingehalten. Pro 100 g Boden wurden 10 ml Flüssigkeit zugegeben. Dabei ergab sich eine relative Wassersättigung des Bodens von 83.5% (entsprechend 55.7 g Wasser auf 100 g Bodentrockensubstanz).

Nachdem der Verlauf der Mineralstickstoffzunahme aus diesem Versuchsteil bekannt war, wurden in einer zweiten Serie Kaltwasserauszüge von *Fraxinus excelsior*, *Populus nigra* und *Salix alba* mit dem bereits getesteten Ahorneluat verglichen. Es erfolgte nur eine Auswertung am 5. Bebrütungstag. Die Eluatmenge pro Bodengewichtseinheit wurde reduziert, demgegenüber war das Verhältnis Streumenge zu Extraktionsmittelmenge erhöht worden. Die Vorbebrütungszeit wurde auf 2 Tage bei 20 °C beschränkt. Die relative Wassersättigung betrug 81%.

Nachdem Stichproben wiederholt kaum oberhalb der Nachweisgrenze befindliche Ammoniummengen ergeben hatten, wurde auf deren Untersuchung verzichtet. 10 g Frischboden wurden mit je 40 ml Kalialaun versetzt, 30 Minuten über Kopf geschüttelt und filtriert. Die Bodenfiltrate wurden sofort analysiert; wo dies nicht möglich war, wurden sie bis zur Analyse eingefroren. Die Extraktion des Mineralstickstoffs, wie auch dessen Analyse nach dem Mikrodestillationsverfahren, wurden mit den von GERLACH (1973) vorgeschlagenen Methoden durchgeführt.

4. Ergebnisse

4.1 Bodeneigenschaften

Das verwendete Bodenmaterial wies einen pH-Wert von 7.7 auf. Nach Zugabe der Eluate konnte nur im Falle des Ahornextraktes eine Absenkung (auf pH 7.5) registriert werden. Der Kohlenstoffgehalt betrug 35% des Trockengewichts, der Stickstoffgehalt entsprechend 3.4%. Das bedeutet ein C/N-Verhältnis von ca. 10.

4.2 Eluateigenschaften

Tab. 1 gibt Aufschluß über einige untersuchte Eluatparameter und die in den Brutversuchen applizierten Mengen.

Tab. 1: Untersuchte Parameter der Blatteluate

Eluat	Ahorn Vers. 1	Ahorn Vers. 2	Pest-wurz	Ulme	Buche Herbst	Buche Frühjahr	Esche	Pappel	Silber-weide
Trockenstreu g/100 ml Wasser	6.67	6.67	6.67	4.21			28.57	33.33	9.80
pH-Wert	4.6		6.8	6.8	7.6		7.4	7.7	7.5
Anteil des Streu-TG im Eluat in %	28.6	28.6	18.3	34.4			10.3	1.3	3.1
Trockensubstanz mg/ml Eluat	19.10	19.10	12.21	14.5			29.40	4.22	3.01
ml Eluat/100 g Trockenboden	14.15	4.98	14.15	14.15	14.15	14.15	4.98	4.98	4.98
mg Eluat Trockensubstanz/ 100 g Trockenboden	270.3	95.1	172.8	205.2			146.4	21.0	15.0
Gesamt-C (org.) mg/ml Eluat	3.30	3.30	2.03	2.97	0.69	0.64	2.57	1.64	0.82
Anteil des Kohlenstoffs am Eluat-TG	17.3	17.3	16.6	20.5			8.7	38.9	27.2
C-Zugabe mg/100 g Trockenboden	46.70	16.43	28.72	42.03	9.76	9.06	12.80	8.16	4.08
C-Zugabe mit dem Eluat (mg/100 g Bodenkohlenstoff)	133.4	46.9	82.1	120.1	27.9	25.9	36.6	23.3	11.7
C-Zugabe mit Zucker der Kontrolle (konz.) entspr. % Gesamt-C	18		29	20	119	110			
Gesamt-N (org.) µg/ml Eluat	43.4	43.4	49.7	51.5	7.3		145.3	89.9	26.8
N-Zugabe µg/100 g Trockenboden	614	216	703	729	103		723	448	133
N-Zugabe mit dem Eluat (mg/100 g Bodenstickstoff)	18.1	6.4	20.7	21.4	3.0		21.3	13.2	3.9
C/N-Verhältnis	76		40.8	57.6	94.8		17.7	18.21	30.7

4.21 Eluatversuch 1

Abb. 1 und 2 zeigen den zeitlichen Verlauf des Nitratgehaltes bei den einzelnen Proben. Dabei ist der Bereich aller Einzelresultate (jeweils 5 Parallelansätze) als senkrechte Linie abgetragen. Der Vergleich zwischen den Kontrollen und den Eluatansätzen macht deutlich, daß der gesamte Verlauf der Mineralisierung verschieden ist. 'Überschneidungen' treten nicht auf. Bei sämtlichen Proben ist der stärkste Nitratanstieg von 0 zum 1. Bebrütungstag zu verzeichnen. Bei den Eluatproben ist jedoch spätestens nach dem 2. Tag *(Petasites)* eine Phase konstantbleibenden bzw. sogar zurückgehenden Nitratgehaltes eingeschaltet, während bei den Kontrollen - Buche vom Frühjahr verhält sich auch so - die Anstiegphase bis mindestens zum 5. Tag bestehen bleibt. Die mit dem Eluat aus frisch gefallener Buchenstreu bewirkten Effekte liegen zwischen denen der Kontrollen und denen der 'hemmenden' Ansätze.

Die offensichtlich geringsten Streuungen bei den Kontrollansätzen weist der höher konzentrierte Zucker-Aminosäuren-Ansatz auf, die größten sind bei der Wasser-Kontrolle anzutreffen. Letztere weist auch den höchsten Nitrat-Endgehalt auf, der sich gegenüber den anderen Kontrollen statistisch jedoch nicht absichern läßt.

Die Eluatansätze erreichen bis zum Ende der Bebrütung Werte, die etwa das 1.5fache des Ausgangsgehaltes betragen (Kontrollen ca. 2fach). Der zeitliche Verlauf und die Streubreite lassen Unterschiede erkennen. Besonders auffällig und überraschend ist, daß bereits die Anfangsgehalte der Eluatansätze erniedrigt sind.

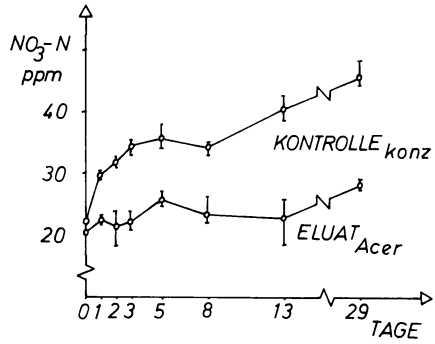

Abb. 1: Vergleich des Verlaufs der Nitratnachlieferung im Laborbrutversuch. Kontrolle (Zucker-, Aminosäurenmedium) und Eluat (Ahorn).

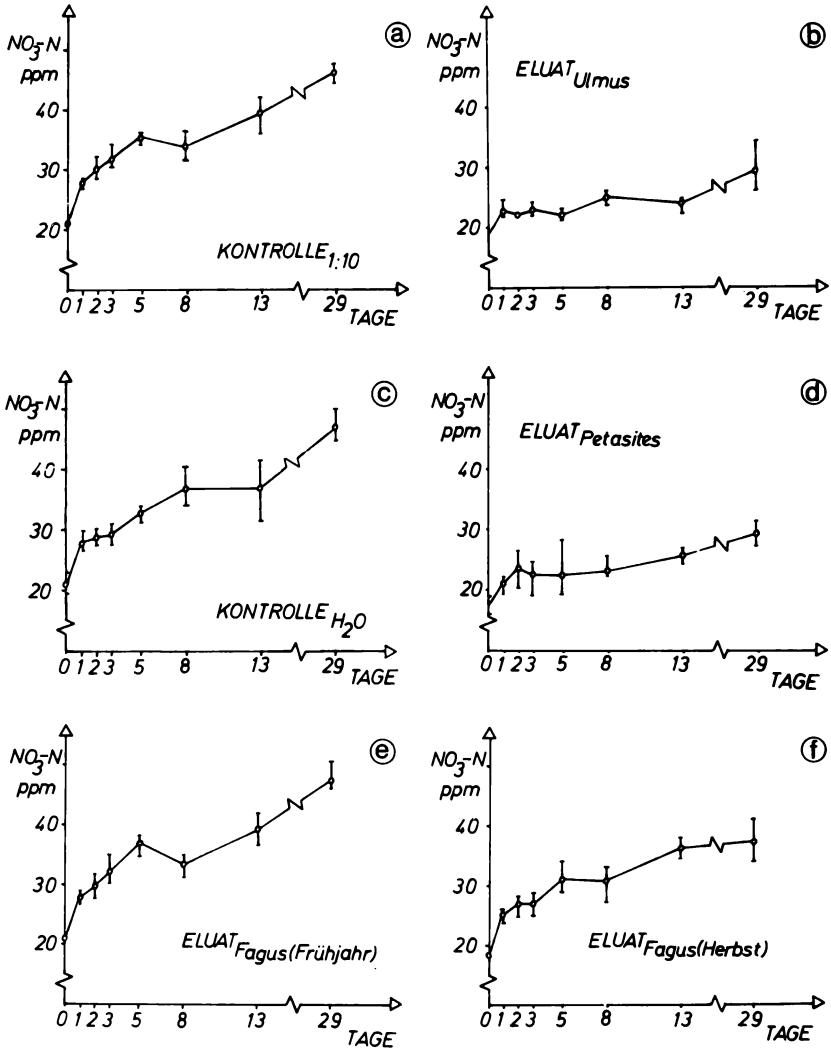

Abb. 2: Zeitlicher Verlauf der Nitratnachlieferung im Laborbrutversuch nach Zugabe verschiedener Eluate und Kontrollmedien auf den Boden (s. Text).

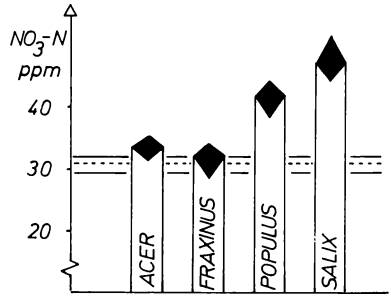

Abb. 3: Nitratgehalt eines mit Eluat von Bergahorn-, Eschen-, Schwarzpappel- bzw. Silberweidenlaub versetzten Bodens nach 5 Tagen Bebrütungsdauer. Horizontale Linien: Mittelwert und Extreme des Anfangsgehaltes.

4.22 Eluatversuch 2

Im Unterschied zu Eluatversuch 1 sind die in Abb. 3 vorgestellten Resultate durch Streueluatmengen bedingt, die auf Bodentrockengewicht bezogen rund 3mal geringer sind. Dennoch wird der starke 'Hemmeffekt' der Ahornstreu deutlich, den die Eschenstreu ebenfalls zeigt. Bei der Schwarzpappel, mehr noch bei der Silberweide ist dieser Effekt nicht mehr zu belegen, obwohl z.B. bei der Herstellung dieser Eluate eine vergleichbar große Menge an Blatttrockensubstanz verwendet wurde.

Bezüglich der Mineralisationsleistungen dürfen die Ergebnisse beider Eluatversuche nicht miteinander verglichen werden, da die Bebrütungsvoraussetzungen unterschiedlich waren (Vorbebrütung, Nitratanfangsgehalt).

5. Diskussion

5.1 Vergleich zwischen Labor- und Freilandbedingungen

In Arbeiten von RICE & PANCHOLY (1972), RICE (1973) wird zur Beurteilung der nitrifizierungshemmenden Eigenschaften von Pflanzenstoffen die Entwicklung der Anzahl von *Nitrosomonas* und *Nitrobacter* in wäßriger Suspension herangezogen (RICE 1974, 1977). MONTES & CHRISTENSEN (1979) sowie ROBERTSON & VITOUSEK (1981) beurteilen dies kritisch. MOORE & WAID (1971) prüften Wurzelauswaschungen verschiedener Pflanzen, indem sie diese auf einen Boden brachten, der konstante Mengen einer regelmäßig aufgebrachten Ammoniumlösung nitrifizierte. Vergleiche mit den Ergebnissen anderer Autoren lassen sich also kaum anstellen. Die in der Literatur bekannten Biotests konnten schon deshalb nicht übernommen werden, weil sie weitgehend künstliche Systeme schaffen und nur einer vermuteten Hemmung nitrifizierender Bakterien Rechnung tragen, nicht aber der Möglichkeit, daß auch andere Teilschritte der Mineralisierung betroffen sein könnten.

Um die Ergebnisse des hier verwendeten Biotests richtig zu interpretieren, sollte beachtet werden, inwieweit die Bedingungen jenen im Freiland entsprechen bzw. zuwiderlaufen. Der Boden - am Ende der Vegetationszeit entnommen - befindet sich in dem Zustand, in welchem normalerweise die Auswaschungen aus der frisch gefallenen Streu auf ihn einwirken. Zu dieser Jahreszeit ist nach LODHI (1975, 1978a) auch mit dem geringsten Phytotoxingehalt im Boden zu rechnen. Die Konzentration der Streuextrakte im Verhältnis zum damit behandelten Boden ist zwar hoch, gibt aber etwa die Bedingungen wieder, mit denen man nach längeren, wenig ergiebigen Regenfällen zu rechnen hat. Effekte stärkerer Verdünnung infolge anhaltender Niederschläge bleiben jedoch unberücksichtigt.

Eine Angleichung der Bebrütungsbedingungen an die im Freiland herrschenden höheren Bodenwassergehalte und niedrigeren, schwankenden Temperaturen würde zwar die Mineralisationsleistung verändern, hätte aber auf die Unterschiede der einzelnen Resultate kaum einen Einfluß. Kritisch sollte demgegenüber die Wirkung von Frösten und Auftauphasen beurteilt werden, da Umschichtungen im Mikroorganismenbestand (vgl. GERLACH 1973) in Erwägung gezogen werden müßten.

5.2 Mechanismus der Hemmwirkung

Inhaltsstoffe der wasserlöslichen Bodenfraktion, die bei der Streuzersetzung in den Boden gelangen, sind nach GNITTKE et al. (1971) in erster Linie Aminosäuren, aliphatische Säuren, einfache Zucker und Tannine. Der Hemmeffekt, den einige der untersuchten Eluate auf die Stickstoffnachlieferung bewirkten, kann demnach auf folgenden Mechanismen beruhen:

- Änderung der Bodeneigenschaften (pH, C/N-Verhältnis)
- Immobilisierung
- Wirkung spezifischer Hemmstoffe.

5.21 Änderung der Bodeneigenschaften

MONTES & CHRISTENSEN (1979) stellten bei ihren Inkubationsversuchen fest, daß eine durch Kalkung erreichte pH-Anhebung die Nitrifizierung stark erhöhte. LODHI (1978b) fand in verschiedenen Abständen von Bäumen Unterschiede in einigen Bodenparametern und konnte wenigstens teilweise die festgestellte Nitrifizierhemmung mit den dabei aufgetretenen niedrigen pH-Werten erklären. Im vorliegenden Versuch ist eine Erniedrigung des Boden-pH-Werts nur im Falle des Ahornstreuauszugs meßbar, die Bedingungen für die Stickstoffnachlieferung bleiben in dieser Hinsicht dennoch optimal. Ebenso wird das C/N-Verhältnis des Bodens durch den Eintrag über die Eluate nur unwesentlich verschoben (Tab. 1).

5.22 Immobilisierung

Mit den Eluaten applizierte Kohlenstoffverbindungen, insbesondere Zucker, werden von Mikroorganismen verwertet. Damit steigt deren Eigenbedarf an Mineralstickstoff. Die Kontrollen mit Zucker- und Aminosäurenzusatz müßten dann jedoch ebenfalls diesen Effekt zeigen. BASARABA (1964) weist darauf hin, daß Pilze (z.B. *Aspergillus niger)* andere Stoffe, auch Tannine, als C-Quelle verwerten können. Im Fall der Buchenstreu vom Herbst übersteigt jedoch der Kohlenstoffgehalt der Kontrolle den des Eluats, wodurch ein Immobilisierungseffekt solcher Art nicht wahrscheinlich ist.

Prinzipiell ist auch mit der Möglichkeit zu rechnen, daß andere Eluatinhaltsstoffe wie Spurenelemente im Boden die Mikroorganismentätigkeit limitiert haben könnten, was ebenfalls eine Immobilisierung zur Folge hätte.

5.23 Wirkung spezifischer Hemmstoffe

Als spezielle Nitrifizierungshemmer kommen nach RICE (1977) kondensierte Tannine, Spaltprodukte hydrolisierbarer Tannine, Phenolsäuren, Flavonoide und Kumarinabkömmlinge in Betracht. In wäßriger Bodensuspension werden *Nitrobacter* und *Nitrosomonas* von verschiedenen Tanninen und deren Derivaten gehemmt (RICE, PANCHOLY 1972). Ihrer Meinung nach genügten die von ihnen im Boden nachgewiesenen Mengen an Tanninen, um *Nitrosomonas* und *Nitrobacter* vollständig zu hemmen. LODHI (1978a) gibt eine Übersicht über bei der Streuzersetzung freiwerdende Phytotoxine, wobei einige als Nitrifikationshemmer bekannte phenolische Komponenten aufgeführt werden. WHITE (1956) vermutet, daß die Hemmwirkung der Tannine dadurch zustande kommt, daß mit extrazellulären Enzymen der Mikroorganismen eine chemische Bindung zustande kommt, die mit der Kollagenbildung bei der Lederproduktion vergleichbar wäre.

ULRICH (o.J.) berichtet in einer Arbeitsanleitung von einigen Phenolen, die mit Proteinen sehr stabile Gerbstoff-Eiweißkomplexe bilden. Daraus ergibt sich eine schwere Mineralisierbarkeit der Proteine. Als Quelle dieser Phenole führt ULRICH Wurzelausscheidungen an. Nach der Aufstellung von LODHI (1978a) werden zumindest einige dieser Phenole auch bei der Streuzersetzung frei. Die erwähnte Kaffeesäure gilt dabei als Nitrifikationshemmsubstanz. Die vorliegenden Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß die Hemmwirkungen nicht nur die Folge eines Rückgangs von *Nitrosomonas* und *Nitrobacter* sind - sonst müßte Ammonium angereichert worden sein -, sondern bereits am Protein- bzw. Aminosäureabbau beteiligte Organismen betreffen oder auf die schlechtere Mineralisierbarkeit der Proteine zurückzuführen sind.

Je nachdem, ob nun die Hemmung von Bodenorganismen durch Phytotoxine oder die schlechtere Mineralisierbarkeit für die reduzierte Nitratnachlieferung verantwortlich gemacht werden müssen, läßt sich der beobachtete Effekt aber als allelopathisches Phänomen klassifizieren oder nicht.

6. Folgerungen

Auf Grund der vorliegenden, in einem Laborversuch erbrachten Resultate werden bei der beginnenden Zersetzung der Streu bzw. der Blätter von Ahorn, Esche, Ulme, Pestwurz und Buche Substanzen freigesetzt, die die Stickstoffnachlieferung mehr oder weniger stark zu drosseln vermögen. Nicht oder kaum festzustellen waren diese Effekte bei der Silberweide und der Schwarzpappel.

Es soll hier ein Modell entwickelt werden, das die ökologische Bedeutung dieser Beobachtungen herausstellt.

Nach EHWALD (1957) beträgt der im jährlichen Streufall eines mitteleuropäischen Buchenwaldes enthaltene Stickstoff ca. 60 kg/ha. Da in der untersuchten Ahorn-Eschen-Ulmenaue auf Grund sehr hoher Abbauleistungen (HERLITZIUS 1980) ab etwa Ende April die Streu fast völlig zersetzt ist, muß damit gerechnet werden, daß schon zu Beginn der Vegetationsperiode Stickstoff in der von EHWALD (1957) genannten Größenordnung in leicht mineralisierbarer Form vorliegt. Dies beinhaltet ein Risiko für den Waldbestand insofern, als bei milden Temperaturen während der vegetationsfreien Zeit erhebliche Mengen des Stickstoffpotentials im Boden zu Nitrat umgewandelt werden können und dadurch einer möglichen Auswaschung unterliegen.

Mit ODUM (1973) ist zu vermuten, daß in Klimaxgesellschaften Strategien zu einem Nährstoff-Recycling entwickelt sind. Eine wichtige Rolle dürfte im Untersuchungsgebiet den Frühjahrsblühern zukommen. MULLER (1978) berichtet, daß *Erythronium americanum* das Nitratangebot schon kurz nach der Schneeschmelze sehr effektiv verwerten und nach der Zersetzung ihrer oberirdischen Teile diesen Stickstoff dem Bestand zuführen kann. Eine große Bedeutung würden jedoch bei der Streuzersetzung freiwerdende Substanzen haben, da in ihrer Gegenwart der Nitratgehalt nicht zunehmen würde. In den flußnahen Waldbereichen, die zusätzliche Stickstoffeinkünfte durch die bei Hochwasser sedimentierende Flußtrübe erhalten, sind Silberweide und Schwarzpappel kennzeichnende Baumarten. Es wäre plausibel, wenn diese Baumarten, in Anlehnung an eine Formulierung von RICE (1974), keinem "Selektionsdruck bezüglich einer Stickstoffkonservierung" unterliegen. Dies besagt jedoch nicht, daß nicht andere Strategien existieren können. Die Tatsache, daß von den Blättern der Pestwurz eine Hemmung auf die Mineralisierung ausgehen kann, überrascht nicht, da diese Pflanze eine Art Dauergesellschaft bilden kann (MÜLLER, GÖRS 1958) und da der Stickstoff der gesamten oberirdischen Biomasse bei niedrigem Bodenstickstoffinventar einen hohen Anteil des potentiellen Stickstoffangebots darstellt.

Es ergibt sich die Notwendigkeit, daß die mineralisierungshemmenden Substanzen zu Beginn der Vegetationsperiode in ihrer Wirkung zumindest abnehmen. In Betracht kommen in erster Linie Auswaschung und Abbau. Auf Abbau weisen Daten von GNITTKE et al. (1971) und LODHI (1975) hin, aber weitere Untersuchungen dieser wichtigen Stoffe sind nötig, um ihre ökologische Bedeutung abzusichern.

Literatur

BASARABA J., 1964: Influence of vegetable tannins on nitrification in soil. Pl. Soil 21: 8-16.

BUCHWALD K., 1968: Die Austrocknung von Flußtälern nach wasserbaulichen Maßnahmen, Gesundungsplanung und deren Ausführung. In: (Ed. BUCHWALD K., ENGELHARDT W.) Handbuch für Landschaftspflege und Naturschutz 2: 374-391. München (BLV).

EHWALD E., 1957: Über den Nährstoffkreislauf des Waldes. Sitzungsber. Dt. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin 6: 56 S.

GERLACH A., 1973: Methodische Untersuchungen zur Bestimmung der Stickstoffnettomineralisation. Scripta Geobot. 5: 115 S.

GIASHUDDIN M., CORNFIELD A.H., 1978: Incubation study on effects of adding varying levels of nickel (as sulphate) on nitrogen and carbon mineralization soil. Environ. Pollut. 15: 231-234.

GNITTKE J., KUNZE Ch., STEUBING L., 1971: Microbial transformation of organic material in the soil. In: (Ed. ELLENBERG H.) Integrated Experimental Ecology. Ecol. Stud.: 123-131.

HERLITZIUS H., 1980: Abbauleistungen von Waldböden. Diss. Univ. Ulm.

LIANG C.N., TABATABAI M.A., 1977: Effects of trace elements on nitrogen mineralization in soils. Environ. Pollut. 12: 141-147.

LODHI M.A.K., 1975: Soil-plant phytotoxicity and its possible significance in patterning of herbaceous vegetation in a bottomland forest. Amer. J. Bot. 62: 618-622.

LODHI M.A.K., 1978a: Allelopathic effects of decaying litter of dominant trees and their associated soil in a lowland forest community. Amer. J. Bot. 65: 340-344.

LODHI M.A.K., 1978b: Comparative inhibition of nitrifiers and nitrification in a forest community as a result of the allelopathic nature of various tree species. Amer. J. Bot. 65: 1135-1137.

MAZUR A.R., HIGHES T.D., 1975: Nitrogen transformations in soil as affected by the fungicides benomyl, dyrene and maneb. Agron. J. 67: 755-758.

MONTES R.A., CHRISTENSEN N.L., 1979: Nitrification and succession in the Piedmont of North Carolina. For. Sci. 25: 287-297.

MOORE D.R.E., WAID J.S., 1971: The influence of washings of living roots on nitrification. Soil Biol. Biochem. 3: 69-83.

MÜLLER Th., GÖRS S., 1958: Zur Kenntnis einiger Auenwaldgesellschaften im württembergischen Oberland. Beitr. naturk. Forsch. Südw. Dtl. 17: 88-165.

MULLER R.N., 1978: The phenology, growth and ecosystem dynamics of Erythronium americanum in the northern hardwood forest. Ecol. Monogr. 48: 1-20.

ODUM E.P., 1973: Fundamentals of ecology. Philadelphia/London (Saunders): 574 p.

RICE E.L., PANCHOLY S.K., 1972: Inhibition of nitrification by climax ecosystems. Amer. J. Bot. 59: 1033-1040.

RICE E.L., 1973: Inhibition of nitrification by climax ecosystems. II. Additional evidence and possible role of tannins. Amer. J. Bot. 60: 691-702.

RICE E.L., 1974: Allelopathy. New York/San Francisco/London (Academic Press): 353 p.

RICE E.L., 1977: Some roles of allelopathic compounds in plant communities. Biochem. Syst. Ecology 5: 201-206.

ROBERTSON G.P., VITOUSEK P.M., 1981: Nitrification potentials in primary and secondary succession. Ecology 62: 376-386.

SCHEFFER F., SCHACHTSCHABEL P., 1979: Lehrbuch der Bodenkunde. 10. Aufl. Stuttgart (Enke): 394 S.

STEUBING L., 1965: Pflanzenökologisches Praktikum. Hamburg (Parey): 262 S.

ULRICH B., o.J.: Stoffhaushalt von Waldökosystemen. Göttingen (Inst. f. Bodenk. u. Waldern., Univ.) unveröff. Arbeitsanleitung.

WHITE T., 1956: The scope of vegetable tannin chemistry. In: The chemistry of vegetable tannins. Croydon (Soc. of leather trades chemists).

Adressen

stud.rer.nat. Roland Banzhaf
stud.rer.nat. Maria Kränzle
Dr. Hermann Muhle
Prof. Dr. Sieghard Winkler
Abteilung Spezielle Botanik der Universität
Oberer Eselsberg

D-7900 Ulm

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: 10_1983

Autor(en)/Author(s): Banzhaf Roland, Kränzle Maria, Muhle Hermann, Winkler Sieghard

Artikel/Article: Beeinflussung der Stickstoffmineralisierung durch Streuextrakte 63-70