

## Bodenbiologische Untersuchungen an einer Streuobstwiese: Natürliche Variabilität am Beispiel von Bodeneigenschaften und Bodenmikroflora

Bernhard Förster, Hans Schallnaß und Monika Eder

### Synopsis

Spatial variability and seasonal changes of soil properties (i.e. pH, C, N, temperature and watercontent) and soil microbial activity of a luvisol under grassland near Frankfurt/Main were investigated over a one year period. Every four weeks soil microbial activity was measured by applying the substrate-induced-respiration (SIR) method to the two depths 0-5 and 5-15 cm and to the natural plant litter residues, which were filled into litter bags exposed onto the soil surface. Annual changes of pH, C and N were small and within the experimental error. Soil water content was low in summer and high in winter while soil temperature was high in summer and low in winter. Seasonal effects on soil SIR rates and microbial biomass were small and more pronounced in the 0-5 cm than in the 5-15 cm layer. In the early stages of decomposition plant residue SIR rates were up to 100 times greater than those of the soil but declined later on.

*SIR, microbial biomass, decomposition*

### 1. Einleitung

Um Effekte von Schadstoffen auf Ökosysteme frühzeitig zu erkennen, ist es notwendig, die Schadstoffwirkung auf wichtige Strukturen und Funktionen des Systems quantitativ und qualitativ festzustellen. Dabei ergibt sich das Problem, Schadstoffeffekte von den natürlich auftretenden Schwankungen der ausgewählten Parameter zu unterscheiden (COOK & GREAVES 1987).

Aufgrund ihrer Bedeutung für den Dekompositionsprozeß ist die Biomasse der Bodenmikroflora ein wichtiger struktureller, ihre Aktivität ein funktioneller Parameter im terrestrischen Ökosystem (SCHÖNBORN & DUMPERT 1986) und wird daher zur ökotoxikologischen Beurteilung von Schadstoffen herangezogen (EBING & al. 1991). Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Abschätzung der räumlichen und jahreszeitlichen Variabilität der mikrobiellen Besiedelung im Boden sowie in der Streuauflage im Vergleich zu bestimmten Bodeneigenschaften und klimatischen Faktoren. Dazu wurden die mikrobielle Biomasse in zwei verschiedenen Bodentiefen sowie die substratinduzierte Atmung in unterschiedlich alter Wiesenstreu über den Zeitraum eines Jahres bestimmt und in Beziehung zu abiotischen Parametern gesetzt.

### 2. Material und Methoden

**Untersuchungsfläche:** Die Vegetation ist eine Tal-Glatthaferwiese (*Arrhenatheretum elatioris*) auf Parabraunerde (pH 5.3-6.4) aus Löß nördlich von Frankfurt am Main. Die Untersuchungsfläche wurde in 1 m<sup>2</sup> Proben nahme-Flächen (PQ) gerastert. Im Abstand von vier Wochen fand auf je einem zufällig ausgewählten PQ die Probenahme statt.

**Boden:** Je Probenahmetermin wurden 8 Bodenproben mit einem Stechbohrer ( $\varnothing$  56 mm) bis in eine Tiefe von 15 cm genommen, in Abschnitte 0-5 und 5-15 cm unterteilt, feldfrisch auf 2 mm abgesiebt und Mischproben der jeweiligen Entnahmetiefe hergestellt. Diese wurden bei 4°C bis zur Verarbeitung für maximal 3 Wochen gelagert. Zu ausgewählten Terminen wurden statt Mischproben 5 Bodenproben parallel untersucht um die räumliche Streuung der mikrobiellen Biomassekonzentration zu erfassen. Folgende Bodeneigenschaften wurden in Mischproben bestimmt: pH (Suspension Boden:Wasser=1:2.5), Bodenwassergehalt (Aliquot für 24 h bei 105°C getrocknet), C- und N-Gehalte (gaschromatographische CO<sub>2</sub> u. N<sub>2</sub> Bestimmung nach Trockenverbrennung). Die Bodentemperatur in 5 cm Bodentiefe wurde mittels Temperatursensor (Thermistor) und Datalogger stündlich erfaßt und gemittelt. Zur Abschätzung der Bodendichte wurden je 15 Bodenzylinder der Bodentiefen 0-5 cm und 5-15 cm mittels Stechbohrer genommen und bis zur Gewichtskonstanz bei 105°C getrocknet und anschließend gewogen.

Wiesenstreu: Nach 7, 21, und 42 Tagen Exposition und danach alle 4 Wochen für weitere 7 Monate wurde von Wiesenstreu, die in Netzbeuteln mit 5 mm Maschenweite auf der Versuchsfläche ausgelegt war, die substratinduzierte Atmung (SIR) gemessen. Dabei fand die Methode von ANDERSON & DOMSCH (1978) mit folgenden Modifikationen Anwendung: das Probenmaterial wurde luftgetrocknet und mit einer Schere zerkleinert. Proben von 1 g Trockengewichtsequivalent wurden mit einer Glukoselösung (20 mg/ml) auf 300% Wassergehalt eingestellt und die CO<sub>2</sub>-Entwicklung 1.5 stündlich über einen Zeitraum von 24 Stunden gemessen. Eine Woche nach Exposition sowie nach 6 und 8 Wochen wurden jeweils 4, zu den anderen Terminen jeweils 1 Netzbeutel zur SIR Messung ins Labor geholt. Ausführlichere Angaben zu den Netzbeuteln in EDER & al. (1992).

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Die durchschnittliche Bodentemperatur in 5 cm Tiefe betrug im Untersuchungszeitraum 9.3°C. Der Bodenwassergehalt war in den Wintermonaten sehr hoch (im Bereich der Feldkapazität), nahm im Frühjahr mit zunehmender Entwicklung der Vegetation trotz regelmäßiger Niederschläge ab und erreichte im August den niedrigsten Wert (Abb. 1). C- und N-Gehalte des Bodens betragen während des Untersuchungszeitraumes durchschnittlich 3,07% bzw. 0,25%. Der pH (H<sub>2</sub>O) des Bodens lag zwischen 5.3 und 6.4 in 0-5 cm bzw. 5.7 und 6.4 in 5-15 cm Tiefe.

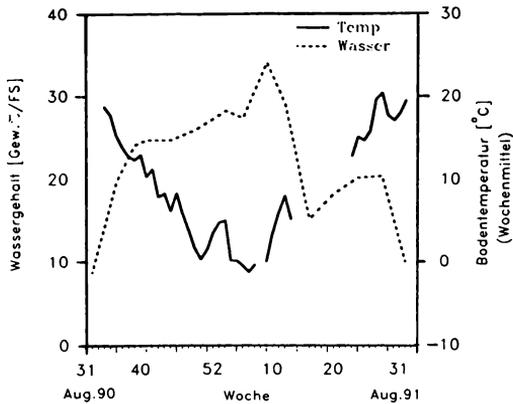
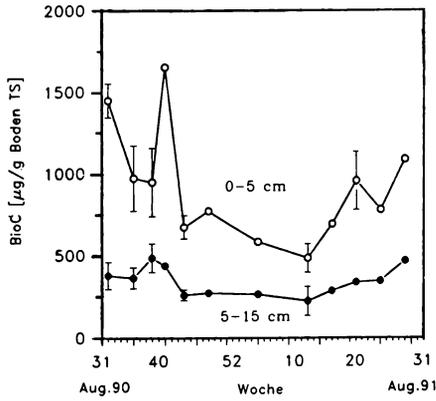


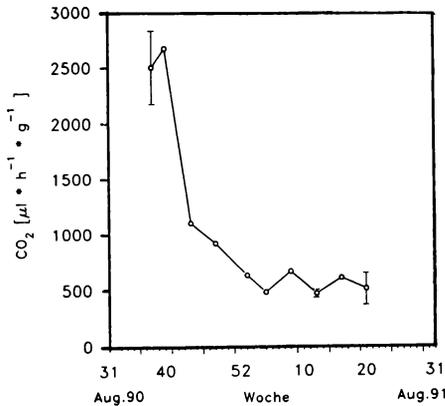
Abb. 1: Bodentemperatur (5 cm Tiefe) und Wassergehalt (0-5 cm Tiefe) einer Parabraunerde unter Wiese im Jahresverlauf.

Die Konzentration an mikrobieller Biomasse im Oberboden betrug im Jahresmittel 945.1 µg/g Boden TS (0-5 cm) bzw. 350.4 µg/g Boden TS (5-15 cm). Bezogen auf die ermittelte Bodendichte von 1.14 (0-5 cm) bzw. 1.45 (5-15 cm) ergibt sich eine mikrobielle Besiedlungsdichte von 539 kg/ha (0-5 cm) bzw. 508 kg/ha (5-15 cm). Das Biomasse-Verhältnis Pilze:Bakterien lag bei 65:35. Im Jahresverlauf zeigt sich eine geringe Abnahme der Biomasse im Winter, die sich abgeschwächt auch in 5-15 cm Tiefe andeutet (Abb. 2). Bezogen auf die deutlichen Schwankungen bei Wassergehalt und Temperatur des Bodens waren jahreszeitliche Veränderungen im Biomassegehalt gering. Auch PATRA & al. (1990) und SARATCHANDRA & al. (1989) fanden im Boden nur schwache jahreszeitliche Veränderungen des Bio-C Gehaltes. Jedoch muß von einer Temperatur- und Feuchte bedingten Leistungsänderung der Bodenmikroflora ausgegangen werden. So limitiert die hohe Bodenfeuchtigkeit im Winter den Gasaustausch während die geringe Bodenfeuchte im Sommer die Stoffwechselaktivität einschränkt. Die Abhängigkeit der Bodenatmung von der Bodenfeuchte wurde mehrfach nachgewiesen (COOK & GREAVES 1989, SKOPP & al. 1990). Die mikrobiologischen Daten bestätigen bereits in früheren Untersuchungen auf diesem Standort erhaltene Ergebnisse (FÖRSTER & al. 1990, RÖMBKE & al. 1992). Sie liegen in einem Bereich der für vergleichbare Wiesenstandorte angegeben wird (z. B. PATRA & al. 1990).

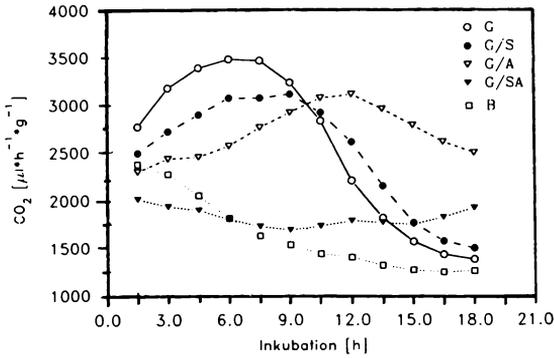


**Abb. 2:** Mikrobielle Biomasse [ $\mu\text{g BioC/g Boden}$ ] im Oberboden einer Parabraunerde unter Wiese im Jahresverlauf. Werte mit Standardabweichung (Bodenproben  $n = 5$ ), Werte ohne Standardabweichung (Mischprobe aus  $n = 8$ ).

Die maximale Initialatmung wurde bei der Wiesenstreu mit einer Glukosekonzentration von 40 mg/g Streu erreicht und betrug in den ersten 3 Wochen nach Exposition im Mittel 2592  $\mu\text{CO}_2/\text{g Streu}$ , im Zeitraum 7-11 Wochen 935  $\mu\text{CO}_2/\text{g}$  und 15-34 Wochen nach Exposition 564  $\mu\text{CO}_2/\text{g Streu}$  (Abb. 3). Die SIR Werte lagen zu Beginn der Exposition um Faktor 100 und nach 9 Monaten um Faktor 20 über den SIR-Werten des Bodens. Nach 1-wöchiger Exposition der Streu verteilte sich die SIR auf Pilze und Bakterien im Verhältnis 63:37 (Abb. 4). Ähnliche Beobachtungen machten BEARE & al. (1990) an 3 Wochen alter Streu, deren mikrobielle Besiedelung von Pilzen dominiert war. Die Wiesenstreu unterscheidet sich demnach in der Höhe der substratinduzierten Atmung und ihrer zeitlichen Dynamik deutlich von der des Bodens. Als Grund dafür kann die im Vergleich zum Boden höhere Verfügbarkeit von leicht abbaubarem Substrat sowie eine unterschiedliche mikrobielle Besiedelung angenommen werden. Es wird vermutet, daß sich auch die Wirkung von Umweltchemikalien auf Mikroorganismen in der Streuschicht von der auf die Mikroflora des Bodens unterscheidet. Zur Klärung dieser Frage finden derzeit Untersuchungen statt.



**Abb. 3:** Substrat induzierte Atmung von Wiesenstreu aus Netzbeuteln (Maschenweite 5 mm) nach verschiedenen langer Exposition auf der Bodenoberfläche einer Parabraunerde unter Wiese.



**Abb. 4:** Einfluß der spezifischen Hemmstoffe Actidion und Streptomycin auf die substratinduzierte CO<sub>2</sub>-Entwicklung von einer Woche alter Wiesenstreu. G = Glukose [60 mg/g], S = Streptomycin [4 mg/g], A = Actidion [4 mg/g], B = CO<sub>2</sub>-Abgabe ohne Zusätze (Basalatmung).

### Danksagung

Für die finanzielle Unterstützung danken wir dem Bundesministerium für Forschung und Technologie, Forschungszentrum Jülich, Projektträger Biologie, Energie, Ökologie.

### Literatur

- ANDERSON, J. & K. DOMSCH, 1978: A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils.- *Soil Biol. Biochem.* 10: 215-221.
- ANDERSON, J. & K. DOMSCH, 1975: Measurement of bacterial and fungal contributions to respiration of selected agricultural and forest soils.- *Can. J. Microbiol.* 21: 314-322.
- BEARE, M., NEELY, C., COLEMAN, D. & W. HARGROVE, 1990: A substrate-induced respiration (SIR) method for measurement of fungal and bacterial biomass on plant residues.- *Soil Biol. Biochem.* 22: 585-594.
- COOK, K. & M. GREAVES, 1987: Natural variability in microbial activities.- In: K. SOMMERVILLE & M. GREAVES (eds): *Pesticide Effects on Soil Microflora*, 15-43. Taylor & Francis, London.
- EBING, W., FISCHER, W., LORBER, K., MARSMANN, M., SCHMIEDER, A. & P. SPITZAUER, 1991: Leitfaden zur Beurteilung von Boden-Kontaminationen durch organisch-chemische Xenobiotica. - *Z. Umweltchem. Ökotox.* 3: 210-214.
- EDER, M., KNACKER, Th. & B. FÖRSTER, 1992: Bodenbiologische Untersuchungen an einer Streuobstwiese: Dekompositionsraten und Carboxymethylcellulase-Aktivität. - *Verh. Ges. Ökol.* 21: (dieser Band).
- FÖRSTER, B., MARCINKOWSKI, A., SCHALLNASS, H. & T. KNACKER, 1990: Umweltverhalten von Chemikalien in einem terrestrischen Ökosystemausschnitt: Effekte auf Bodenatmung.- *Verh. Ges. Ökol.* 20: (in Druck).
- PATRA, D., BROOKES, P., COLEMANN, K. & D. JENKINSON, 1990: Seasonal changes of soil microbial biomass in an arable and a grassland soil which have been under uniform management for many years.- *Soil Biol. Biochem.* 22: 739-742.
- RÖMBKE, J., KNACKER, Th., FÖRSTER, B. & A. MARCINKOWSKI, 1992: Comparison of effects of two pesticides on soil organisms in laboratory tests, microcosms and in the field.- *Proc. SETAC conf.*, Sheffield (in press).
- SARATCHANDRA, S., PERROT, K. & R. LITTLER, 1989: Soil microbial biomass: Influence of simulated temperature changes on size, activity and nutrient-content.- *Soil Biol. Biochem.* 21: 987-993.
- SCHÖNBORN, W. & K. DUMPERT, 1986: Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 8. Die Mikroflora.- *Carolinea* 44: 129-138.
- SKOPP, J., JAWSON, M. & J. DORAN, 1990: Steady-state aerobic microbial activity as a function of soil water content.- *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54: 1619-1625.

## **Adresse**

Bernhard Förster  
Hans Schallnaß  
Monika Eder  
Battelle-Institut e.V.  
Arbeitsgruppe Ökotoxikologie  
Am Römerhof 35

W-6000 Frankfurt am Main 90

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: [21\\_1992](#)

Autor(en)/Author(s): Förster Bernhard, Schallnaß Hans, Eder Monika

Artikel/Article: [Bodenbiologische Untersuchungen an einer Streuobstwiese: Natürliche Variabilität am Beispiel von Bodeneigenschaften und Bodenmikroflora 65-69](#)