

Mittlere Individuen Biomasse (MIB) von epigäischen Laufkäfern (Coleoptera: Carabidae) als Indikator für Sukzessionsstadien

Axel SCHWERK und Jan SZYSZKO

Abstract: Mean Individuals Biomass (MIB) of epigeic ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as indicator of succession stages. – For an ecologically sound management of ecosystems with respect to biodiversity conservation it is often necessary to establish special stages of succession. Therefore, there is a need for indicators of succession stages which are easy to elaborate. Mean Individuals Biomass (MIB) of carabid fauna has been proposed as such an indicator. MIB is calculated by dividing the sum of the biomass of all carabid individuals collected at an area under study by the total number of individuals. The method is based on the observation that with ongoing succession the MIB value of the carabid coenosis increases.

MIB can be calculated by catching the beetles alive and weighing them on scales or using a formula which describes the relationship between body length and live biomass of a carabid beetle. MIB has been applied to assess the state of development of pine forests in Poland and Spain and of post-industrial areas in Germany.

MIB has several advantages. One advantage which should not be neglected is that identification of species is not necessary. Therefore, basic taxonomic knowledge is sufficient to elaborate the data. The method is easy to apply and involves only minor costs. Moreover, it is possible to determine MIB values from „historical“ material (e.g. old publications).

1 Einleitung

Definitionsgemäß handelt es sich bei Sukzession um „das nicht saisonale, gerichtete und kontinuierliche Muster von Besiedlung und Aussterben von Populationen an einer Lokalität“ (BEGON et al. 1991). Im Verlauf einer Sukzession ändert sich aber nicht nur das Artenspektrum des betrachteten Ökosystems, sondern auch wesentliche Umweltparameter, so z. B. Bodenparameter. Da viele Arten eine Bindung an spezielle Umweltbedingungen – und somit an spezielle Sukzessionsstadien – aufweisen (z. B. ASSMANN 1999, PIZZOLOTTO et al. 2005), sind deren Management und Erhaltung im Naturschutz von besonderem Interesse. Die Bedeutung von Sukzessionsstadien für die Erhaltung von Biodiversität wurde u. a. bereits von SZYSZKO (2004) sowie LINDENMAYER et al. (2006) betont.

Mit den genannten Aufgaben erfolgreich umzugehen, bedeutet, in der Lage zu sein, Sukzessionsstadien und Sukzessionsabläufe auf zu betrachtenden Flächen identifizieren zu können. Demzufolge besteht die Notwendigkeit für einfach

zu erarbeitende Indikatoren, welche Aufschluss über das Sukzessionsstadium von Habitaten geben können. Im Rahmen ökologischer Studien werden oft Carabiden erfasst, deren Eignung als Bioindikatoren bereits häufig diskutiert wurde (z. B. MÜLLER-MOTZFELD 1989, RAINIO & NIEMELÄ 2003). Die Mehrheit der auf Laufkäferdaten basierenden Indikatoren verlangt jedoch, dass alle in einer Stichprobe vorhandenen Individuen bis zur Art bestimmt werden, ein Unterfangen, welches für den "Nicht-Spezialisten" schwierig, wenn nicht unmöglich, ist. Wünschenswert ist daher ein Indikatorensystem, welches die Informationen von Laufkäfererfassungen nutzt, ohne dass eine Artbestimmung vorgenommen werden muss. Als ein solcher Indikator wurde die Mittlere Individuen Biomasse (MIB) von Laufkäferzönosen vorgeschlagen (SZYSZKO 1990, SZYSZKO et al. 2000). Dieser Indikator wird in der vorliegenden Publikation näher vorgestellt. Im Folgenden werden das zugrundeliegende Prinzip, Möglichkeiten der Berechnung und Anwendungsmöglichkeiten MIB erläutert.

2 Zugrundeliegendes Prinzip

Die Methode beruht auf der Beobachtung, dass mit Fortschreiten einer Sukzession kleine Laufkäferarten durch größere Laufkäferarten abgelöst werden. In Abb. 1 wird dies anhand unterschiedlich alter Kiefernstandorte im Niedzwiady Forstrevier in West Polen verdeutlicht. Unmittelbar nach dem Kahlschlag dominieren charakteristische Arten offener Habitate (Arten 1 bis 5). Nach 15-20 Jahren hat sich das Kronendach der Kiefern geschlossen und eurypoe Waldarten (Arten 6 bis 8) werden dominant, wohingegen die Arten der offenen Standorte abnehmen. Stenotope Waldarten (Arten 9 bis 11) dominieren nach etwa 40-50 Jahren. Diese Arten weisen die höchste Körpermasse unter den Laufkäfern in Wäldern auf.

Infolgedessen steigt die MIB der Laufkäferzönose mit zunehmendem Alter der Standorte an, wie in Abb. 2 schematisch dargestellt wird. Während zu Beginn die MIB Werte unter 100 mg liegen, steigen diese im Verlauf der Sukzession auf mehrere hundert mg an. Indem man die Gesamtbioasse aller Carabiden in einer Stichprobe durch die Anzahl der gefangenen Individuen teilt, lässt sich nun ein MIB Wert für einen gegebenen Standort ermitteln. Somit sind Rückschlüsse auf das Sukzessionsstadium möglich.

3 Berechnungsmöglichkeiten

Die einfachste Methode die MIB zu berechnen ist, Laufkäfer mit Bodenfallen (BARBER 1931) lebend zu fangen, auf einer elektronischen Waage zu wiegen und das Gesamtgewicht durch die Anzahl gefangener Individuen zu teilen.

Liegen keine Lebendfänge vor, so lässt sich MIB anhand der Formel nach SZYSZKO (1983) ermitteln, welche den Zusammenhang zwischen der Körperlänge eines einzelnen Individuums (x) und seiner Biomasse (y) beschreibt:

$$\ln y = -8.92804283 + 2.5554921 \times \ln x$$

Die Körperlängen lassen sich durch Ausmessen einzelner Individuen ermitteln. Sind keine Individuen verfügbar (z. B. im Falle ‚historischer‘ Daten aus Literaturquellen), können Größenangaben für einzelne Arten der einschlägigen Bestimmungsliteratur entnommen werden.

Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, sollte eine Mindestmenge von 50 Individuen in

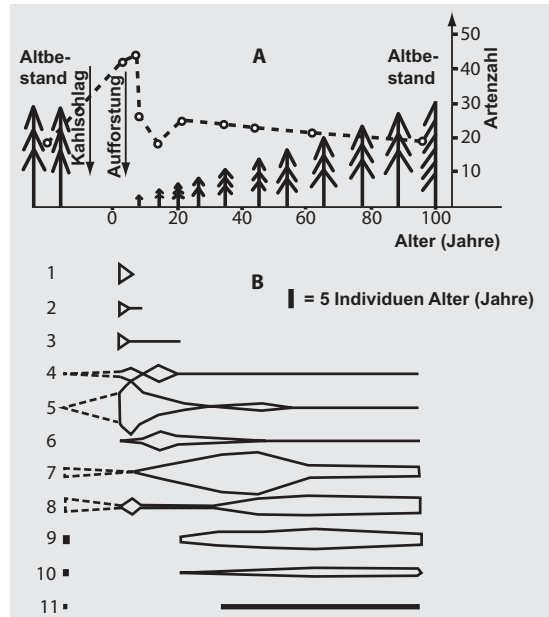


Abb. 1: Anzahl nachgewiesener Arten (A) und mittlere Aktivitätsdichte (mittlere Anzahl an Individuen, welche mit Hilfe von vier Bodenfallen in zwei Wochen zwischen Anfang Mai und Ende September gefangen wurden) der häufigeren Arten (B) in Kiefernstandorten unterschiedlichen Alters nach Kahlschlag im Niedzwiady Forstrevier in West Polen: 1. *Amara quenseli*, 2. *Harpalus rufipalpis*, 3. *Broscus cephalotes*, 4. *Poecilus lepidus*, 5. *Calathus erratus*, 6. *Leistus ferrugineus*, 7. *Calathus micropterus*, 8. *Carabus arcensis*, 9. *Carabus violaceus*, 10. *Carabus glabratus*, 11. *Carabus coriaceus* (nach SZYSZKO 1990).

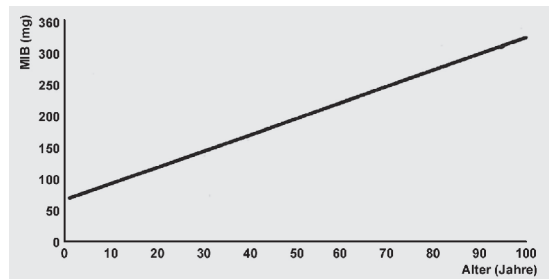


Abb. 2: Beziehung zwischen dem Alter von Kiefernstandorten und MIB in Polen (nach SZYSZKO et al. 2000).

die Berechnung eingehen. Am besten ist es, über eine gesamte Vegetationsperiode Käfer zu erfassen. Wenn nur ein kurzer Fangzeitraum zur Verfügung steht, ist ein Zeitfenster um den Monatswechsel Juli/August vorzuziehen (SZYSZKO et al. 2004).

4 Anwendungsmöglichkeiten

Im Rahmen umfangreicher Freilandstudien (z. B. SZYSZKO et al. 1996) konnte festgestellt werden,

Tab. 1: Beziehung zwischen verschiedenen Parametern von Forstökosystemen und MIB (nach SZYSZKO et al. 2000).

Niedriger MIB Wert	Hoher MIB Wert
Kleine aber häufige Arten	Große, seltene Arten
Hauptsächlich Arten mit hohem Ausbreitungsvermögen	Hauptsächlich Arten mit geringem Ausbreitungsvermögen
Arten mit weiter geographischer Verbreitung	Arten mit geringer geographischer Verbreitung
Hauptsächlich nicht geschützte Arten	Hauptsächlich geschützte Arten
Offene Lebensräume	Waldlebensräume
Nährstoffarme Böden	Nährstoffreiche Böden
Junge Wälder	Alte Wälder
Degenerierte Wälder	Naturnahe Wälder

dass die MIB eine gute Korrelation mit zahlreichen Parametern in Forstökosystemen aufweist (Tab. 1). Daher ist die Aussage gerechtfertigt, dass die MIB als sensibler Indikator für Sukzessionsstadien einsetzbar ist.

Umfangreiche Anwendungen der MIB wurden in Polen durchgeführt. So wird im Rahmen einer Langzeitstudie im Forstrevier Martew (West Polen) die Regeneration von Kiefernforsten an über 90 Probestellen untersucht und mit weiteren Habitatparametern, darunter das Auftreten verschiedener Schadinsekten und Bodenparameter, korreliert. Ein Vergleich der totalen Fangergebnisse im Untersuchungsgebiet zeigt einen signifikanten Anstieg der MIB Werte im Zeitraum von 1989 bis 2003 (Abb. 3). Abb. 4 zeigt die MIB Werte an den einzelnen Probestellen ermittelt aus den Fangergebnissen der Jahre 1989–1993 sowie den Fangergebnissen der Jahre 1999–2003 im Vergleich. Anhand einer solchen Analyse lassen sich Unterschiede in Sukzessionsstadium und Sukzessionsgeschwindigkeit feststellen. In Polen ist die MIB als offizielle Indikatormethode in das Waldmonitoringsystem eingeführt worden (PGL Lasy PAŃSTWOWE 2004).

Auch außerhalb Polens wurde die MIB bereits als Indikator verwendet. In Deutschland, beispielsweise, wurde die Methode zur Beurteilung des Sukzessionszustands von Industriebrachen im Ruhrgebiet eingesetzt (SCHWERK 2000, SCHWERK et al. 2006). SERRANO & GALLEGRO (2004) ermittelten die MIB im Rahmen einer Beurteilung der Regeneration von Aleppo-Kiefernwäldern in Spanien.

Die MIB als Indikator zu verwenden zeichnet sich durch verschiedene Vorteile aus (SZYSZKO et al. 2000). Wie bereits angesprochen sind MIB Daten vergleichsweise einfach zu ermitteln, da keine Artbestimmung notwendig ist. Darüber hinaus ist

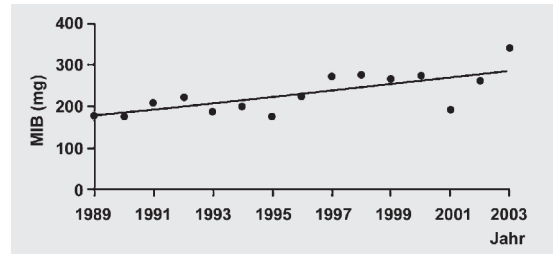


Abb. 3: Beziehung zwischen den Untersuchungsjahren und MIB von Kiefernstandorten im Forstrevier Martew in West Polen (nach SZYSZKO et al. 2004) (Rankkorrelationskoeffizient nach SPEARMAN: $r = 0.668$, $p < 0.01$).

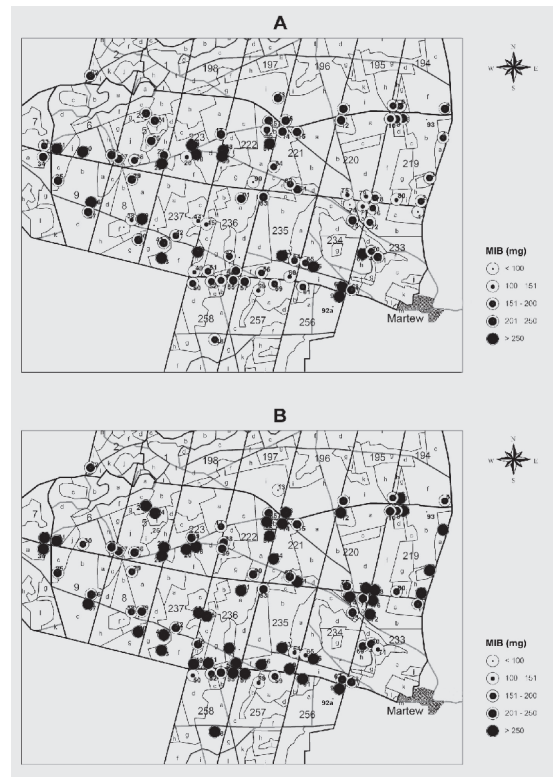


Abb. 4: MIB Werte an den Probestellen im Forstrevier Martew für den Zeitraum von 1989–1993 (A) und den Zeitraum von 1999–2003 (B).

die Methode kostengünstig und einfach auszuführen. Des Weiteren können auch ‚historische‘ Daten, z. B. Angaben aus Publikationen oder Museumsmaterial, nachträglich analysiert werden. Im Fall von Lebendfang ist es nicht notwendig, die Individuen zu töten. Insbesondere auch deswegen ist die MIB eine geeignete Methode zur Schnellansprache von Untersuchungsgebieten im Rahmen ökologischer Studien.

Zusammenfassung

Naturschutzorientiertes Management von Lebensräumen verlangt Kenntnis der Sukzessionsabläufe auf den betrachteten Flächen. Daher sind Indikatoren für Sukzessionsstadien von besonderem Interesse. Als einfacher Indikator für eine Schnellansprache wird die Mittlere Individuen Biomasse (MIB) von Laufkäferzönosen vorgestellt und diskutiert. MIB wird berechnet, indem man die Gesamtbiomasse aller in einer Stichprobe vorhandenen Individuen durch die Gesamtindividuenanzahl teilt. Die Methode beruht auf der Beobachtung, dass mit Voranschreiten der Sukzession die MIB der Laufkäferzönose zunimmt.

Die MIB kann ermittelt werden, indem man entweder die Käfer mit Lebendfallen fängt und anschließend wiegt oder eine Formel verwendet, welche den Zusammenhang zwischen der Körperlänge und der Lebendbiomasse eines Laufkäfers beschreibt. Die MIB wurde u. a. zur Beurteilung des Sukzessionszustands von Kiefernstandorten in Polen und Spanien sowie von Industriebrachen in Deutschland eingesetzt.

Die Vorteile dieser Methode bestehen in einer einfachen und kostengünstigen Datenerarbeitung, der Möglichkeit der Einbeziehung historischer Materials, sowie der Tatsache, dass die Carabiden nicht zwangsläufig getötet werden müssen.

Literatur

- ASSMANN, T. (1999): The ground beetle fauna of ancient and recent woodlands in the lowlands of north-west Germany (Coleoptera, Carabidae). – *Biodivers. Conserv.* 8: 1499–1517.
- BARBER, H. S. (1931): Traps for cave inhabiting insects. – *J. Mithel. Soc.* 46: 259–266.
- BEGON, M., HARPER, J. L. & C. R. TOWNSEND (1991): *Ökologie. Individuen, Populationen und Lebensgemeinschaften.* – 1024 S.; Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin.
- LINDENMAYER, D. B., FRANKLIN, J. F. & J. FISCHER (2006): General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation. – *Biol. Conserv.* 131: 433–445.
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (1989): Laufkäfer als pedobiologische Indikatoren. – *Pedobiologia* 33: 145–153.
- PGL LASY PAŃSTWOWE (2004): *Instrukcja Ochrony Lasu* – 276 S.; Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Warszawa.
- PIZZOLOTTI, R., BRANDMAYR, P. & A. MAZZEI (2005): Carabid beetles in a Mediterranean Region: biogeographical and ecological features. – *DIAS Report* 114: 243–254.
- RAINIO, J. & J. NIEMELÄ (2003): Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. – *Biodivers. Conserv.* 12: 487–506.

- SCHWERK, A. (2000): Ecological aspects of carabid beetle coenoses (Coleoptera: Carabidae) on industrial fallow grounds in the Ruhr Valley Area. – In: BRANDMAYR, P., LÖVEL, G., ZETTO BRANDMAYR, T., CASALE, A. & VIGNA TAGLIANTI, A. (Hrsg.): *Natural history and applied ecology of carabid beetles: 277–287*; Pensoft Publishers, Sofia, Moscow.
- SCHWERK, A., SALEK, P., DUSZCZYK, M., ABS, M. & J. SZYSZKO (2006): Variability of Carabidae in time and space in open areas. – *Entomol. Fennica* 17: 258–268.
- SERRANO, J. & D. GALLEGÓ (2004): Evaluación de la regeneración y el estado de salud de las masas forestales de Sierra Espuña (Murcia) mediante el análisis de la biomasa media individual en coleópteros carábidos. – *Anales de Biología*, 26: 191–211.
- SZYSZKO, J. (1983): Methods of macrofauna investigations. – In: SZUJECKI, A., SZYSZKO, J., MAZUR, S. & S. PERLIŃSKI (Hrsg.): *The process of forest soil macrofauna formation after afforestation of farmland: 10–16*; Warsaw Agricultural University Press, Warsaw.
- SZYSZKO, J. (1990): Planning of prophylaxis in threatened pine forest biocoenoses based on an analysis of the fauna of epigeic Carabidae. – 96 S.; Warsaw Agricultural University Press, Warsaw.
- SZYSZKO, J. (2004): Foundations of Poland's cultural landscape protection – conservation policy. – In: DIETERICH M. & J. VAN DER STRAATEN (Hrsg.): *Cultural landscapes and land use: 95–110*; Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- SZYSZKO, J., SCHWERK, A., GRUNTAL, S., PLĄTEK, K., DYJAK, R., MICHAŁSKI, A. & P. SALEK (2004): Badanie zmienności współczynnika SBO w czasie i przestrzeni w drzewostanach sosnowych na siedlisku boru świeżego. – 71 S.; unpublizierter Forschungsbericht, Warschau.
- SZYSZKO, J., VERMEULEN, H. J. W. & P. J. DEN BOER (1996): Survival and reproduction in relation to habitat quality and food availability for *Pterostichus oblongopunctatus* F. (Carabidae, Col.). – *Acta Jutlandica* 71: 25–40.
- SZYSZKO, J., VERMEULEN, H. J. W., KLIMASZEWSKI, K., ABS, M. & A. SCHWERK (2000): Mean individual biomass (MIB) of ground beetles (Carabidae) as an indicator of the state of the environment. – In: BRANDMAYR, P., LÖVEL, G., ZETTO BRANDMAYR, T., CASALE, A. & A. VIGNA TAGLIANTI (Hrsg.): *Natural history and applied ecology of carabid beetles: 289–294*; Pensoft Publishers, Sofia, Moscow.

Anschriften der Verfasser

Axel SCHWERK

Warsaw Agricultural University

Laboratory of Evaluation and Assessment of Natural Resources

Nowoursynowska Street 166

02-787 Warsaw, Poland

Email: aschwerk@yahoo.de

Jan SZYSZKO

Warsaw Agricultural University

Laboratory of Evaluation and Assessment of Natural Resources

Nowoursynowska Street 166

02-787 Warsaw, Poland

Email: jan.szyszko@wp.pl