

Literatur zu: Ökosystemforschung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts – Stoffkreisläufe und Energieflüsse in ökologischen Modellen

References to:

Ecosystem research in the second half of the 20th century – Matter cycling
and energy flow in ecological models

Broder Breckling und Hartmut Koehler

Natur und Landschaft — 91. Jahrgang (2016) — Heft 9/10: 410–416

Zusammenfassung

Wir umreißen wesentliche Schritte in der Entwicklung der Ökosystemforschung. Nachdem das Konzept der Nahrungsketten und der trophischen Ebenen entwickelt war, ermöglichte dies im Zusammenwirken mit den Möglichkeiten der differentialgleichungsbasierten Modellsimulation quantitative, integrierte Ökosystemstudien. Wir fassen die zentralen Etappen der Ökosystemforschung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zusammen und kommentieren Implikationen für den Naturschutz.

Ökosystemforschung – ökologische Modelle – Energiefluss – Stoffkreislauf

Abstract

We outline major steps in the development of ecosystem research. After the development of the concept of food chains and trophic levels, the idea of energy flow and matter cycling through an ecosystem together with the modelling potential of differential equation based system description yielded the basis for quantitative integrated ecosystem studies. We summarise significant contributions to ecosystem research in the second half of the 20th century and comment on implications for nature conservation.

Ecosystem research – Ecological models – Energy flow – Matter cycling

Manuskripteinreichung: 12.2.2016, Annahme: 24.6.2016

Literatur

ARONOVA, E.; BAKER, K. S. u. ORESKES, N. (2010): Big Science and Big Data in Biology: From the International Geophysical Year through the International Biological Program to the Long Term Ecological Research (LTER) Network, 1957 – Present. *Historical Studies in the Natural Sciences* 40 (2): 183–224.

ASHBY, W. R. (1956): *An introduction to cybernetics*. Chapman & Hall. London. 295 S.

BERTALANFFY, L. von (1949): General System Theory. *Biologia Generalis* 1: 114–129.

BERTALANFFY, L. von (1950): The theory of open systems in physics and biology. *Science* 111 (2872): 23–29.

BERTALANFFY, L. von (1972): The history and status of general systems theory. *Academy of Management Journal* 15 (4): 407–426.

BOFFEY, P. M. (1976): International biological program: Was it worth the cost and effort? *Science* 193 (4256): 866–868.

BORMANN, F. H. u. LIKENS, G. E. (1994): Pattern and process in a forested ecosystem: disturbance, development and the steady state based on the Hubbard Brook ecosystem study. Springer. New York. 253 S.

BRECKLING, B.; MÜLLER, F.; REUTER, H. et al. (2005): Emergent Properties in Individual-Based Ecological Models – Introducing Case Studies in an Ecosystem Research Context. *Ecological Modelling* 186: 376–388.

CANHOS, V. P.; DE SOUZA, S.; DE GIOVANNI, R. u. CANHOS, D. A. L. (2004): Global Biodiversity Informatics: setting the scene for a “new world” of ecological modeling. *Biodiversity Informatics* 1: 1–13.

CARLOWITZ, H. C. von (1713): *Sylvicultura oecconomica, oder haußwirthliche Nachricht und Na-*

turmäßige Anweisung zur Wilden Baum-Zucht. In: HAMBERGER, J. (Hrsg.): Neuaufgabe 2013. Oekom-Verlag. München. 640 S.

DEANGELIS, D. L.; GROSS, L. J.; HUSTON, M. A. et al. (1998): Landscape Modeling for Everglades Ecosystem Restoration. *Ecosystems* 1: 64–75.

DEN BOER, P. J. (1981): On the survival of populations in a heterogeneous and variable environment. *Oecologia* 50 (1): 39–53.

ELLENBERG, H.; MAYER, R. u. SCHAUERMANN, J. (1986): *Ökosystemforschung. Ergebnisse des Sollingprojekts 1966–1986*. Ulmer. Stuttgart. 507 S.

ELTON, C. S. (1927): *Animal Ecology*. Macmillan. New York. 207 S.

ENGELBERG, J. u. BOYARSKY, L. L. (1979): The non-cybernetic nature of ecosystems. *American Naturalist* 114 (3): 317–324.

FLEMING, D. M.; DEANGELIS, D. L.; GROSS, L. J. et al. (1994): ATLS: Across-Trophic-Level Sys-

- tem Simulation for the Freshwater Wetlands of the Everglades and Big Cypress Swamp. National Biological Service Technical Report. <http://atlls.org/atlls.report.final.homestead694.txt>. Aufgerufen am 2.6.2016.
- FORRESTER, J. W. (1958): Industrial dynamics: a major breakthrough for decision makers. *Harvard Business Review* 36 (4): 37–66.
- FORRESTER, J. W. (1968): Principles of Systems. Pegasus Communications. Deutsche Übersetzung 1972: Grundzüge einer Systemtheorie: ein Lehrbuch. Betriebswirtschaftlicher Verlag Th. Gabler. Wiesbaden. 212 S.
- FORRESTER, J. W. (1971 a): World dynamics (Vol. 59). Wright-Allen Press. Cambridge, MA. 142 S.
- FORRESTER, J. W. (1971 b): Der teuflische Regelkreis. Das Globalmodell der Menschheitskrise. Deutsche Verlags-Anstalt. Stuttgart. 115 S.
- FRÄNZLE, O.; KAPPEN, L.; BLUME, H. P. u. DIERSSEN, K./Hrsg. (2008): Ecosystem Organization of a Complex Landscape. Long-Term Research in the Bornhöved Lake District, Germany. Springer. Berlin. 391 S.
- GROSS, L. J. u. DEANGELIS, D. L. (2001): Multimodeling: new approaches for linking ecological models. In: SCOTT, J. M.; HEGLUND, P. J.; MORRISON, M. et al. (Hrsg.): Predicting Species Occurrences: Issues of Scale and Accuracy. Island Press. Covello, CA.: 467–474.
- HALL, C. A. S.; DAY, J. W. u. ODUM, H. T. (1977): A circuit language for energy and matter. In: HALL, C. A. S. u. DAY, J. W. (Hrsg.): Ecosystem Modeling in Theory and Practice. Wiley. New York: 37–46.
- HANSKI, I. u. THOMAS, C. D. (1994): Metapopulation dynamics and conservation: a spatially explicit model applied to butterflies. *Biological Conservation* 68 (2): 167–180.
- HOLZ, F. u. WETZEL, T. H. (1989): Einschätzung und Nutzung eines Populationsmodells für die Getreideläus *Macrosiphum (Sitobion) avenae* (F.). *Journal of Applied Entomology* 108 (1–5): 328–334. doi:10.1111/j.1439-0418.1989.tb00465.x
- JAX, K. (2016): Biozönose, Biotop und Ökosystem. Schlüsselbegriffe der Ökologie und des Naturschutzes. *Natur und Landschaft* 91 (9/10): 417–422.
- JOPP, F.; REUTER, H. u. BRECKLING, B. (2011): Modelling complex ecological dynamics: an introduction into ecological modelling for students, teachers and scientists. Springer Science & Business Media. Heidelberg. 397 S.
- JUDAY, C. (1940): The annual energy budget of an inland lake. *Ecology* 21: 438–450.
- KRÜSS, A.; RIECKEN, U. u. SUKOPP, U. (2016): Die Ökologisierung des Arten- und Biotopschutzes. Erfolge und Grenzen einer wechselseitigen Befruchtung. *Natur und Landschaft* 91 (9/10): 436–444.
- LIEBIG, J. von (1840): Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Verlag Vieweg. Braunschweig. 371 S.
- LIKENS, G. E.; BORMANN, F. H.; JOHNSON, N. M. et al. (1970): Effects of forest cutting and herbicide treatment on nutrient budgets in the Hubbard Brook watershed-ecosystem. *Ecological Monographs* 40 (1): 23–47.
- LINDEMAN, R. L. (1942): The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology* 23: 399–418.
- LOTKA, A. J. (1925): Elements of Physical Biology. Williams & Wilkins. Baltimore. 460 S.
- MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J. u. BEHRENS, W. W. (1972): The Limits to Growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind. Universe Books. New York. 205 S.
- MÜLLER, F.; BRECKLING, B.; JOPP, F. u. REUTER, H. (2011): What are the general conditions under which models can be applied? In: JOPP, F.; REUTER, H. u. BRECKLING, B. (Hrsg.): Modelling complex ecological dynamics. An introduction into ecological modelling. Springer. Heidelberg: 13–28.
- ODUM, E. P. (1953): Fundamentals of ecology. Saunders. Philadelphia. 383 S.
- ODUM, E. P. (1968): Energy flow in ecosystems: A historical review. *Am. Zool.* 8 (1): 11–18.
- ODUM, H. T. (1957): Trophic Structure and Productivity of Silver Springs, Florida. *Ecological Monographs* 27 (1): 55–112.
- ODUM, H. T. (1994): Ecological and General Systems: An Introduction to Systems Ecology. Colorado Univ. Press. Colorado. 644 S.
- PATTEN, B. C. (1959): An introduction to the cybernetics of the ecosystem: the trophic-dynamic aspect. *Ecology* 40 (2): 221–231.
- PATTEN, B. C. u. ODUM, E. P. (1981): The cybernetic nature of ecosystems. *The American Naturalist* 118 (6): 886–895.
- PHILLIPSON, J. (1971): Methods of study in quantitative soil ecology: population, production and energy flow. Internat. Biological Programme Handbook No. 18. London. 297 S.
- REICHE, E. W. (1994): Modelling water and nitrogen dynamics on catchment scale. *Ecological Modelling* 75/76: 371–384.
- REICHE, E. W. (1996): WASMOD – Ein Modellsystem zur gebietsbezogenen Simulation von Wasser- und Stoffflüssen – Darstellung des aktuellen Entwicklungsstandes. *ECOSYS* 4: 143–164.
- REICHLER, D. E.; O'NEILL, R. V. u. HARRIS, W. F. (1975): Principles of energy and material exchange in ecosystems. In: VAN DOBBEN, W. H. u. LOWE-McCONNELL, R. H. (Hrsg.): Unifying Concepts in Ecology. Junk. The Hague: 27–43.
- ROLOFF, G. J. u. KERNOHAN, B. J. (1999): Evaluating reliability of habitat suitability index models. *Wildlife Society Bulletin* 27 (4): 973–985.
- TANSLEY, A. G. (1935): The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology* 16 (3): 284–307.
- THIENEMANN, A. (1926): Der Nahrungskreislauf im Wasser. *Verh. Deut. Zool. Ges.* 31: 29–79.
- TISCHLER, W. (1979): Einführung in die Ökologie. 2. Aufl. Fischer. Stuttgart. 305 S.
- TOEPFFER, G. (2016): Von der Naturgeschichte zur Ökologie (1750–1900). Entstehung und Geschichte der Ökologie bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts. *Natur und Landschaft* 91 (9/10): 398–404.
- TOPPING, C. J.; CRAIG, P. S.; DE JONG, F. et al. (2015): Towards a landscape scale management of pesticides: ERA using changes in modelled occupancy and abundance to assess long-term population impacts of pesticides. *Science of the Total Environment* 537: 159–169.
- TOPPING, C. J.; HØYE, T. T. u. OLESEN, C. R. (2010): Opening the black box – development, testing and documentation of a mechanistically rich agent-based model. *Ecological Modelling* 221 (2): 245–255.
- VAN DOBBEN, W. H. u. LOWE-McCONNELL, R. H./Hrsg. (1975): Unifying Concepts in Ecology. Junk. The Hague. 302 S.
- VOLTERRA, V. (1926 a): Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi. *Mem. della Cl. di Sci. Fis., Mat. e Nat./Rend. Accad. Naz. dei Lincei, Ser. 6, Vol. 2* (3): 31–113.
- VOLTERRA, V. (1926 b): Fluctuations in the Abundance of a Species considered Mathematically. *Nature* 118 (2972): 558–560. doi: 10.1038/118558a0

Prof. Dr. Hartmut Koehler
Korrespondierender Autor
Universität Bremen
Zentrum für Umweltforschung und
Umwelttechnologie – UFT
Leobener Straße 1
28359 Bremen
E-Mail:
hartmut.koehler@uni-bremen.de



Erste intensive Einblicke in die Ökosystemforschung gewann der Autor im Rahmen seiner Diplomarbeit im „Solling-Projekt“ Göttingen. Diese Erfahrungen wurden in Bremen im Projekt „Stabilitätsgrenzen biologischer Systeme“ weiter vertieft. Im Folgenden beschäftigte er sich mit Langzeituntersuchungen, etablierte für einige Jahre einen iLTER-Standort in Bremen und arbeitet nun im internationalen Kontext mit der Universität Ngaoundéré, Kamerun. Seine systematisch-taxonomische Expertise umfasst die Raubmilben des Bodens (Gamasina). Er habilitierte sich 1998 an der Universität Bremen.

PD Dr. Broder Breckling
Universität Bremen
Allgemeine und
Theoretische Ökologie
Bibliothekstraße 1
28359 Bremen

und

Universität Vechta
Landschaftsökologie
Driverstraße 22
49377 Vechta
E-Mail:
bbreckling@iuw.uni-vechta.de