

Grundlagen der Geoökologie

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

Oswald Blumenstein Hartmut Schachtzabel
Heiner Barsch Hans-Rudolf Bork Udo Küppers

Grundlagen der Geoökologie

Erscheinungen und Prozesse
in unserer Umwelt

Mit 65 Abbildungen



Springer

VERFASSER

Dr. habil. Oswald Blumenstein
Universität Potsdam
Institut für Geoökologie
Postfach 60 15 53
14415 Potsdam

Dr. habil. Hartmut Schachtzabel
Universität Potsdam
Institut für Mathematik
Postfach 60 15 53
14415 Potsdam

Prof. Dr. Heiner Barsch
Am Kanal 50
14415 Potsdam

Prof. Dr. Hans-Rudolf Bork
Universität Potsdam
Institut für Geoökologie
Postfach 60 15 53
14415 Potsdam

Dr.-Ing. Udo Küppers
Bionik Systeme
Hauptmann-Böse-Weg 9
28213 Bremen

ISBN 978-3-540-65280-9

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Grundlagen der Geoökologie: Erscheinungen und Prozesse in unserer Umwelt / von Oswald Blumenstein ... - Berlin; Heidelberg; New York; Barcelona; Hongkong; London; Mailand; Paris; Singapur; Tokio: Springer 2000

ISBN 978-3-540-65280-9 ISBN 978-3-642-57062-9 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-642-57062-9

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk-sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk be-rechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jeder-mann benutzt werden dürften.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2000

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York in 2000

Umschlaggestaltung:

Satz: Reproduktionsfertige Vorlage der Verfasser

SPIN: 10678253 30/3136xz - 5 4 3 2 1 0 - Gedruckt auf säurefreiem Papier

Vorwort

Die eigentliche Bedeutung der Entdeckungsreise liegt nicht darin, neue Landschaften zu finden, sondern darin, sie mit neuen Augen zu sehen.

M. PROUST

Wir wollen bei Ihnen, lieber Leser, keine Unsicherheit aufkommen lassen: mit diesem Zitat soll nicht auf einen neuen Reiseführer eingestimmt werden. Ebenso wenig entfernen wir uns aber auch in den nachfolgenden Kapiteln von Problemen der Gebiete, die unser Fuß unter freiem Himmel erwandern kann. Uns geht es um einen Blick auf die Erde und ihre Räume mit Augen, die genau genommen so *neu* nun auch nicht mehr sind. Wir wollen nur versuchen, einige dieser Sichten zusammenzustellen.

Mit der Geoökologie hat sich in den letzten Jahren eine interdisziplinäre Naturwissenschaft entwickelt, welche die Aufklärung von Strukturen, Funktionsweisen und Wirkungszusammenhängen in unserer Umwelt zum Ziel hat. Ihre Denkweisen und Arbeitsmethoden entspringen einer Vielzahl von Wurzeln. Keine dieser Disziplinen kann für sich den Anspruch erheben, *die* Geoökologie vertreten zu wollen oder gar mit ihr identisch zu sein. Im Gegenteil, in Inhalten und Methoden setzt sie eine *interdisziplinäre* Zusammenarbeit voraus. Leider existiert bisher für die komplexe Struktur dieses Faches keine in allen mathematisch-naturwissenschaftlichen Zweigen verständliche Fachsprache, die Theorienentwicklung ist ebenfalls unvollständig. Besteht aber nicht ein Grundsatz der Systemtheorie darin, daß aus dem Zusammenwirken von Elementen neue Eigenschaften entstehen, welche die Teile vorher nicht besaßen? Kann man für die Geoökologie qualitativ „neue“ Ansätze bestimmen?

Die breit gefächerte Ausbildung ist einer der Gründe, weshalb dieser Studiengang an den deutschen Hochschulen einer regen Nachfrage unterliegt. Diejenigen, welche sich für ihn entschieden haben, sitzen derzeit in Deutschland an fünf Standorten mit Zwiespalt in den Hörsälen. Einerseits fühlt man sich einem auserwählten Zirkel zugehörig, welcher in der Kombination seiner Studieninhalte Neuland beschreitet. Andererseits entsteht das Gefühl, ein „Universaldilettant“, zu sein, ohne tiefergehende Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten in einem „richtigen“ Fach. Infolge der stofflichen Vielfalt wird häufig das Fehlen einer inhaltlichen Klammer, eines „roten Fadens“ beklagt. Oft können selbst die Lehrenden nicht weiter helfen. In bezug auf ihr Fachgebiet geben sie jederzeit eine klare Antwort, Äußerungen zum Gegenstand der Geoökologie sind jedoch so vielfältig

wie die wissenschaftliche Heimat der Befragten. Das ist nicht verwunderlich, viele Hochschullehrer haben andere Gebiete studiert, da die Geoökologie noch nicht als Studienfach existierte.

Diese Befindlichkeiten der Studierenden ändern sich auch später kaum. Wollen sie in das Berufsleben einsteigen, werden die potentiellen Tätigkeitsfelder geortet: Umweltschutz, Altlastenerkundung, -sanierung und -beratung, Landschaftsplanung und -pflege, Naturschutz, Entsorgungswirtschaft sowie Entwicklungshilfe. Die wenigsten Arbeitgeber aber wissen weder mit der Berufsbezeichnung noch mit dem Ausbildungsprofil etwas anzufangen, denn für Außenstehende ist das Fach weitgehend konturlos. Die Reihe der Widersprüche ließe sich fortsetzen, selbst wenn derzeitig vieles, was nach Umwelt „riecht“, das Etikett „Geoökologie“ verpaßt bekommt, leider nur aus Vermarktungsgründen.

Ist das ein Fluch des interdisziplinären Ansatzes, oder gar der Generationen? Mitnichten, es sind Probleme des Selbstverständnisses, wie sie jeder jungen Wissenschaft zu eigen sind. Diese kann sich nur dann etablieren, wenn sie sich als Lehr- und Forschungsdisziplin begreift. Deshalb müssen für die Geoökologie

- ein Gegenstand und ein inhaltlicher Rahmen,
- eine Forschungsstrategie sowie
- spezifische Methoden

entwickelt und beschrieben werden. Notwendig sind eine in allen Wissenschaftszweigen verständliche Fachsprache und eine Theorieentwicklung. Ansonsten wird sie immer ein Konglomerat unterschiedlicher inhaltlicher und methodischer Strukturen bleiben.

Mit diesem Buch soll ein Beitrag zur Fundierung der *naturwissenschaftlichen Basis* der Geoökologie geleistet werden. Trotz der großen Resonanz in der akademischen Ausbildung existiert bis jetzt kein entsprechendes Werk. Natürlich müssen wir uns auf das Notwendigste beschränken. Die Abstraktionen und Modellbildungen sollten verallgemeinerungsfähig sein, die Fragestellungen und Antworten von grundlegendem Interesse für das Fach. Überdies wird versucht, einige Möglichkeiten und Grenzen aufzuzeigen, welche durch die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen dem Menschen und seiner Umwelt vorgegeben werden. Denn nicht alles, was technisch machbar und ökonomisch vertretbar ist, muß auch ökologisch sinnvoll sein.

Basis der Darstellung ist die inhaltliche Konzeption einer Vorlesung, welche wir vor Geoökologiestudenten an der Universität Potsdam seit einigen Jahren halten. In fast immer gemeinsam durchgeführten Lektionen versuchen wir, theoretische und methodische Probleme der naturwissenschaftlichen Umweltbetrachtung aus verschiedenen Blickwinkeln darstellen. Alle Texte, welche im Inhaltsverzeichnis nicht gesondert gekennzeichnet sind, stammen aus unserer Feder. In den letzten drei Jahren ist H.-R. BORK zu uns gestoßen. Die Autoren H. BARSCH und U. KÜPPERS sind nicht nur auf Ihrem Gebiet in der universitären Forschung und Lehre tätig gewesen, sondern besitzen auch vielfältige Erfahrungen in Anwendungsbereichen der Wirtschaft. Aus diesem Spektrum werden mit GIS und Bionik ein auf Raumordnung bezogener sowie ein ingenieurtechnischer Ansatz näher beleuchtet. Wie man bei einem Vergleich der Abschnitte sehen wird, sind die Resultate verschiedener Sichten nicht ganz widerspruchsfrei, was bewußt so gewollt wurde.

Das Buch ist für Studierenden umweltrelevanter Fächer, interessierte „Einsteiger“ oder auch Praktiker konzipiert worden. Wir hoffen, daß mit seiner Verbreitung ein kleiner Beitrag zum besseren Verständnis der Funktionalität unserer Lebensräume geleistet werden kann. Vielleicht wird es auch holistische Ansätze, Möglichkeiten und Grenzen umweltrelevanten Denkens und Handelns bewußter machen. Ob dies gelingt? Die Frage werden Sie, lieber Leser, beantworten. Auf alle Fälle sind uns Anregungen und Kritik jederzeit willkommen.

Unser Dank gilt Herrn Dr. R. SCHUBERT, der sich der mühevollen Aufgabe einer Gestaltung vieler Abbildungswünsche und redaktionellen Erstbearbeitung dieser Schrift unterzog. Ein herzliches Dankeschön auch Frau C. ROSE für viele Stunden ihrer Arbeit während der Fertigstellung, den Herren A. FREIWALD und J. JACOBS für gezielte Recherchen sowie Frau Dr. D. CEROVSKY und Herrn Dr. habil. W. KRÜGER für die kritische Durchsicht.

Zum Ende noch ein wichtiger Hinweis: In unseren Ausführungen haben wir uns an den grammatikalischen Sexus gehalten und auf einschlägige feminine Wortformen verzichtet, wohl wissend, daß im persönlichen und beruflichen Alltag alle weiblichen LeserInnen bravourös ihre Frau stehen.

Potsdam, im September 1999

OSWALD BLUMENSTEIN
HARTMUT SCHACHTZABEL

Inhaltsverzeichnis

1. Alter Wein in neuen Schläuchen? - Eine Einführung	1
1.1 Zusammenhang zwischen Entwicklungsstrategien und Umweltfragen	1
1.2 Gegenstand der Geoökologie und ihre Einordnung in den Fächerkanon (O. BLUMENSTEIN, H. SCHACHTZABEL, H.-R. BORK)	7
2 Ein Steckbrief für unsere Lebensräume - die Merkmale eines Geosystems	15
2.1 Entwicklung des Geosystemkonzepts	15
2.2 Allgemeine Merkmale	18
2.2.1 Strukturen und ihre stofflich-energetischen Grundlagen ...	18
2.2.2 Hierarchie des Raumes und der Zeit	22
2.3 Typische Systemeigenschaften	29
2.3.1 Nichtlinearität	29
2.3.2 Entropie	43
2.3.3 Reversibilität – Irreversibilität	51
2.3.4 Historizität	64
2.4 System und Systemumgebung	73
2.4.1 Raumcharakteristika von Geosystemgrenzen	73
2.4.2 Zeitcharakteristika von Geosystemgrenzen	76
2.4.3 Kontinuitäten und Diskontinuitäten	77
2.4.4 Horizontal- und Vertikalstruktur	80
2.4.5 Geosystemgrenzen und Prozeßdynamik	83
2.4.6 Die Barrierefunktion von Grenzräumen	86
2.5 Geosysteme als dissipative Systeme – Systemzweck	88
3 Die Henne oder das Ei? - Die Entstehung und Entwicklung von Geosystemen	103
3.1 Stabilität und Instabilität	103
3.1.1 Vielfalt des Ansatzes	103
3.1.2 Fixpunkte, Grenzmengen und Bifurkationen	103

3.1.3 Resilienz, Rückkehrzeit und Reaktivität	113
3.2 Selbstorganisation von Strukturen	120
3.2.1 Bedingungen und Grundlagen	120
3.2.2 Mechanismen	123
3.2.3 Kontrollparameter-Ordnungsparameter-Prinzip	126
3.2.4 Informationstheoretische Aspekte	129
3.2.5 Selbstorganisation komplexer Bodenstrukturen	129
3.3 Evolution von Geosystemen	133
3.3.1 Fachübergreifende Ansätze	133
3.3.2 Hemerobisierung	138
3.3.3 Landschaftsökologische Systemkategorien (H. BARSCH) ...	142
3.3.4 Funktions-, Prozeß- und Aktionsräume (H. BARSCH)	146
3.3.5 Hysterese des Entwicklungsprozesses und ihre Konsequenzen	149
4 Wie sicher ist die Zukunft, wie wa(hr) die Vergangenheit? - Von der Realität zum mathematischen Modell	155
4.1 Modelle, Fachwissen und Hypothesen	155
4.1.1 Modellvorstellungen und modellbasiertes Arbeiten	155
4.1.2 Der Modellbildungsprozeß	156
4.2 Komplexität und Datenerhebung	167
4.3 Sensitivität, Validierung und Prognostizierbarkeit	172
4.4 Modellkonzepte für Geosysteme (H.-R. BORK)	174
4.4.1 Art der Prozeßbeschreibung	174
4.4.2 Räumliche und zeitliche Diskretisierung	176
4.4.3 Modellbildung	179
4.4.4 Modellvalidierung	180
4.4.5 Anwendung validierter Modelle	183
5 Analyse per Mouseclick – Geographische Informationssysteme (H. BARSCH)	185
5.1 Geographische Informationssysteme als Abbilder von Geosystemen	185
5.1.1 Ihre Geschichte und Zukunft	185
5.1.2 Struktur Geographischer Informationssysteme	187
5.2 Großflächige Geographische Informationssysteme	195
5.2.1 Angebot	195
5.2.2 Bodeninformationssysteme	197

5.3	Bewertung von Sachdaten	199
5.4	Verschneidung von Geometrien	202
5.4.1	Prinzip	202
5.4.2	Verschneidung als Instrument der Landschaftsanalyse	203
5.4.3	Verschneidung als Instrument der Umwelt- und Landnut- zungsplanung	206
5.5	Geostatistik	209
6	Cui bono? - Denkansätze und Problemlösungen der Bionik (U. KÜPPERS)	213
6.1	Wirkungsnetz Geowissenschaften - Ökologie – Bionik	213
6.2	Bionik: Von der technischen Biologie zur bionischen Technik ...	214
6.3	Prinzipien der Natur - Ideenreservoir für ein bionisches Manage- ment	219
6.3.1	Biologisch-ökologische Aufbau- und Ablauforganisation ..	219
6.3.2	Biologische Energieumwandlung	220
6.3.3	Biologische Materialverarbeitung	221
6.3.4	Biologische Kommunikation und biologisches Verhalten ..	223
6.4	Leitorientierung durch systemisches Denken und Handeln	227
6.5	Bionik und wirtschaftliche Globalisierung	234
7	Quo vadis? Perspektiven der Geoökologie (O. BLUMENSTEIN, H.-R. BORK, H. SCHACHTZABEL)	237
8	Literatur	245
	Sachverzeichnis	259