

Haber, Wolfgang

Book Part

Ökologie

Provided in Cooperation with:

ARL – Akademie für Raumentwicklung in der Leibniz-Gemeinschaft

Suggested Citation: Haber, Wolfgang (2018) : Ökologie, In: ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Ed.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung, ISBN 978-3-88838-559-9, ARL - Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover, pp. 1665-1676, <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0156-55991531>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/225814>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/de/>

Wolfgang Haber

Ökologie

S. 1665 bis 1676

URN: urn:nbn:de:0156-55991531



CC-Lizenz: BY-ND 3.0 Deutschland

In:

ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.):
Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung

Hannover 2018

ISBN 978-3-88838-559-9 (PDF-Version)

Ökologie

Gliederung

- 1 Bedeutung des Begriffs
- 2 Zur Geschichte der Ökologie
- 3 Wissenschaftliche Aufgabenstellung
- 4 Teilgebiete der Ökologie
- 5 Ökologie als Systemforschung
- 6 Ökologie der menschlichen Landnutzung
- 7 Das Gesellschaft-Umwelt-System – Erhaltung und Entwicklung
- 8 Die Ökologie-Bewegung

Literatur

Ökologie untersucht die dynamische Organisation des Lebens auf der Erde. Vom biologischen Kern ausgehend bezieht sie die unbelebte Natur über Physik und Chemie ebenso darin ein wie die vom Menschen gewollt oder ungewollt bewirkten Veränderungen. Alle ökologischen Teilgebiete werden im Modell des Ökosystems integriert und streben ein räumlich-ganzheitliches Verständnis allen Geschehens an.

1 Bedeutung des Begriffs

Der Begriff Ökologie hat mehrere Definitionen. Eine bezeichnet die Ökologie als die Lehre von den Beziehungen zwischen Lebewesen und deren – jeweils spezifischer – Umwelt. In der Umwelt werden (sinnlich erfassbare) Strukturen und (durch Forschung erschließbare) Funktionen unterschieden, die ihrerseits die Ökologie definieren. Sie wird ferner auch als die Lehre von der Organisation des Lebens auf dem Planeten Erde, mit Einbeziehung der Evolution, bezeichnet (Haber 1993, 2011a).

Das Wort Ökologie leitet sich vom griechischen oikos ab, das Haus und Haushalt bedeutet. In erweiterter Bedeutung bezieht es sich auf den Lebensort jeglicher Lebewesen einschließlich seiner Umweltbedingungen (Klima, Boden, Wasser, andere Lebewesen). Aus dem gleichen griechischen Wort entstand durch Anfügung von nomos (Gesetz, Ordnung) der Begriff Ökonomie, dessen Grundbedeutung auf Sparsamkeit und Wirtschaftlichkeit als Basis einer geregelten Ordnung von Haus und Haushalt zielt. Ökologie und Ökonomie, häufig als Gegensätze angesehen, stehen sich demnach sehr nahe; sie unterscheiden sich nur durch die Ausgangspunkte ihrer Überlegungen und die zu untersuchenden Merkmale des oikos.

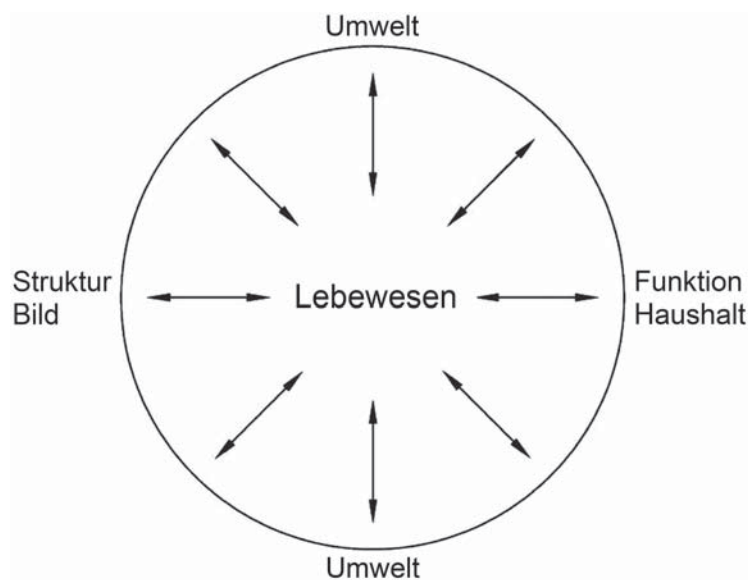
2 Zur Geschichte der Ökologie

Bereits die ersten Menschen dürften eine auf Erfahrung basierende Ökologie entwickelt und überliefert haben, als sie lernten, sich in ihrer – oft als bedrohlich empfundenen – Umwelt zu behaupten und sich mit anderen Lebewesen, nützlichen wie schädlichen, vertraut zu machen. Eine Bezeichnung für diesen Erfahrungsschatz stammt nicht etwa von den griechischen Naturphilosophen, die bereits wesentliche, als ökologisch zu kennzeichnende Erkenntnisse und Theorien entwickelten, sondern der aus ihrer Sprache gebildete Begriff Ökologie wurde erst 1866 durch den Naturforscher Ernst Haeckel (1834–1919) geprägt, den die Beschäftigung mit der neuen Abstammungslehre von Darwin dazu inspirierte. Auf Haeckel geht die zuvor erwähnte erste Definition der Ökologie zurück, die er später, in intuitiver Erkenntnis der Merkmale von oikos, durch eine Ökonomie der Natur ergänzte (vgl. Vermeij 2004). Sie etablierte sich seit Ende des 19. Jahrhunderts langsam als wissenschaftliche Disziplin im Grenzbereich von Biologie und Geographie, fand jedoch lange keine besondere öffentliche oder wissenschaftliche Aufmerksamkeit. Kaum herangereift, wurde sie in den 1960er Jahren mit dem Erwachen des Umweltbewusstseins in den Industrieländern plötzlich zu einer überaus gefragten, ja zentralen Wissenschaftsdisziplin, aber auch – zu ihrem Nachteil – zu einer Modefachrichtung, ja einer Glaubens- oder Heilslehre (Haber 2011a). Dies zeigt sich u. a. in den zahllosen Begriffen, die mit dem Attribut ökologisch, oft abgekürzt als öko, mitunter äußerst unkritisch gebildet wurden.

3 Wissenschaftliche Aufgabenstellung

Ökologie als Wissenschaft hat zum Ziel, die Entwicklung, Strukturen und Funktionen und damit die Organisation der Lebewesen-Umwelt-Beziehungen zu erforschen, zu deuten und einen grundlegenden Beitrag für das Verständnis des Phänomens Leben und des Wesens der Natur zu liefern. Die Abbildung 1 stellt in vereinfachter Weise den Inhalt der Ökologie als Umweltkreis dar und offenbart zugleich schon ihre grundsätzliche Problematik, die mit ihrer Popularität wenig vereinbar ist.

Abbildung 1: Inhalt der Ökologie als Lebewesen-Umwelt-Beziehungsgefüge bzw. -System



Quelle: Haber 1993: 2

Der eigentliche Gegenstand der Ökologie sind nämlich keine konkreten Objekte, wie sie z. B. die Pflanze für die Botanik oder die Maschine für die Technologie darstellen, sondern abstrakte Beziehungen oder Prozesse, die sich zwischen Lebewesen und ihrer Umwelt wechselseitig ergeben und abspielen – in der Abbildung 1 durch den Kranz von Doppelpfeilen symbolisiert. Diese Vorgänge sind in der Regel sehr kompliziert, veränderlich und daher oft nicht anschaulich, nur schwer berechenbar und wenig voraussagbar. Ökologische Hypothesen und Theorien müssen sich häufig auf Abschätzungen, Modelle und Szenarien (> *Szenario*) stützen, deren Aussagesicherheit begrenzt und die als solche schwer vermittelbar sind.

Da es in der ökologischen Forschung letztlich immer um die Lebensansprüche und -bedingungen von Organismen (besonders der Menschen) geht, ist Ökologie im Kern eine biologische Disziplin. Zur Umwelt der Lebewesen gehört aber auch die unbelebte Natur, sodass die Ökologie über die biologischen Aspekte hinaus auch Physik und Chemie, Meteorologie, Hydrologie, Geologie und Geographie einbeziehen muss und es sich insofern um eine interdisziplinäre, hochkomplexe Wissenschaft handelt.

4 Teilgebiete der Ökologie

Ökologische Forschung geht gemäß Abbildung 1 entweder von den Lebewesen (von innen) aus, um deren Umweltbezüge zu untersuchen, oder von einer bestimmten Umweltkonstellation (von außen, z. B. vom Klima oder von menschlich verursachten Belastungen), um deren Wirkung auf Lebewesen zu ermitteln. Auch ein ganzheitlicher, raumbezogener Ansatz, etwa durch Betrachtung und Beschreibung der Ökologie eines Ausschnitts der Erdoberfläche, erfordert beide Wege der Analyse.

Aus diesen Ansätzen ergeben sich unterschiedliche Teilgebiete der Ökologie. Autökologie widmet sich der Umwelt von einzelnen Organismen und ist wegen deren experimenteller Zugänglichkeit ein überaus erfolgreiches und wissenschaftlich angesehenes Teilgebiet; ihre Ergebnisse entsprechen aber nicht immer der Wirklichkeit der Außenwelt und sind nur begrenzt verallgemeinerbar. Die Synökologie untersucht die Umweltbeziehungen von Gruppierungen von Lebewesen (siehe Abschnitt 5.1), die ihrerseits miteinander in Wechselbeziehungen stehen und somit füreinander Umwelt darstellen; oft bedürfen diese Beziehungen selbst noch der Erforschung.

Autökologie und Synökologie werden in biologische Teildisziplinen aufgeteilt. Die Pflanzenökologie befasst sich gemäß den pflanzlichen Umweltansprüchen vorwiegend mit den nichtlebenden, die Tierökologie vornehmlich mit den lebenden Umweltbestandteilen. Umwelt wird vielfach, oft unbewusst, auf den oder die Menschen bezogen, die entsprechend wie in Abbildung 1 abgebildet als Mittelpunkt gelten; somit wird Human- und Sozialökologie betrieben, die unmerklich in Medizin, Psychologie, Soziologie und Kulturwissenschaft übergehen. Wie auch in der Tierökologie spielt dabei die Ethologie (Verhaltensforschung) eine wichtige, auch erklärende Rolle.

Raumbezogenen Problemen mit ganzheitlichem Ansatz widmen sich die Landschaftsökologie und die damit eng zusammenhängenden Arbeitsgebiete der Geo-, Vegetations-, Agrar-, Forst- und Stadtökologie. \triangleright *Landschaft* ist eigentlich ein Bildbegriff und enthält ein Werturteil – wann und warum bezeichnet man ein Stück Land als Landschaft? Daher sind Bezeichnungen wie Landschaftsökologie oder \triangleright *Landschaftsplanung*, obwohl üblich, nicht unproblematisch, zudem eng verbunden mit der Human- und Kulturökologie.

5 Ökologie als Systemforschung

Zur Bewältigung der hohen Komplexität der Lebewesen-Umwelt-Beziehungen hat sich in der ökologischen Forschung und der Anwendung ihrer Ergebnisse die Allgemeine Systemtheorie als nützlich und zweckmäßig erwiesen. Mit ihrer Hilfe gelang es, die Integration vieler Einzelbefunde zu einem Gesamtbild und ein ganzheitliches Verständnis der Beziehungen von zumindest heuristischem Wert zu erreichen. Allerdings sind diese als Modelle dargestellten Systeme mehr geistige Konstrukte, als dass sie der Wirklichkeit entsprechen. Die Abbildung 1 stellt ein Lebewesen-Umwelt-System in der wohl einfachsten Form dar. In ausgeprägterer Detaillierung wird daraus ein Ökosystem (in der gängigen Abkürzung für ein ökologisches System), das in der Ökologie trotz theoretischer Anfechtungen eine maßgebende Stellung als Ökosystem-Ökologie erlangt hat.

5.1 Das Ökosystem im Verbund der Organisationsebenen der Natur

Das Konzept des Ökosystems geht von der von Tansley 1935 (vgl. Haber 2011b) formulierten Auffassung aus, dass jedes Lebewesen mit seiner spezifischen Umwelt jeweils ein physisches System bildet. Derartige Systeme stellen damit die Grundeinheiten der Natur im belebten Bereich der Erde (Biosphäre) dar und kommen in den unterschiedlichsten Formen und Größen vor. Sie bilden eine Kategorie der zahlreichen physischen Systeme der Welt, die vom Universum bis zum Atom reichen.

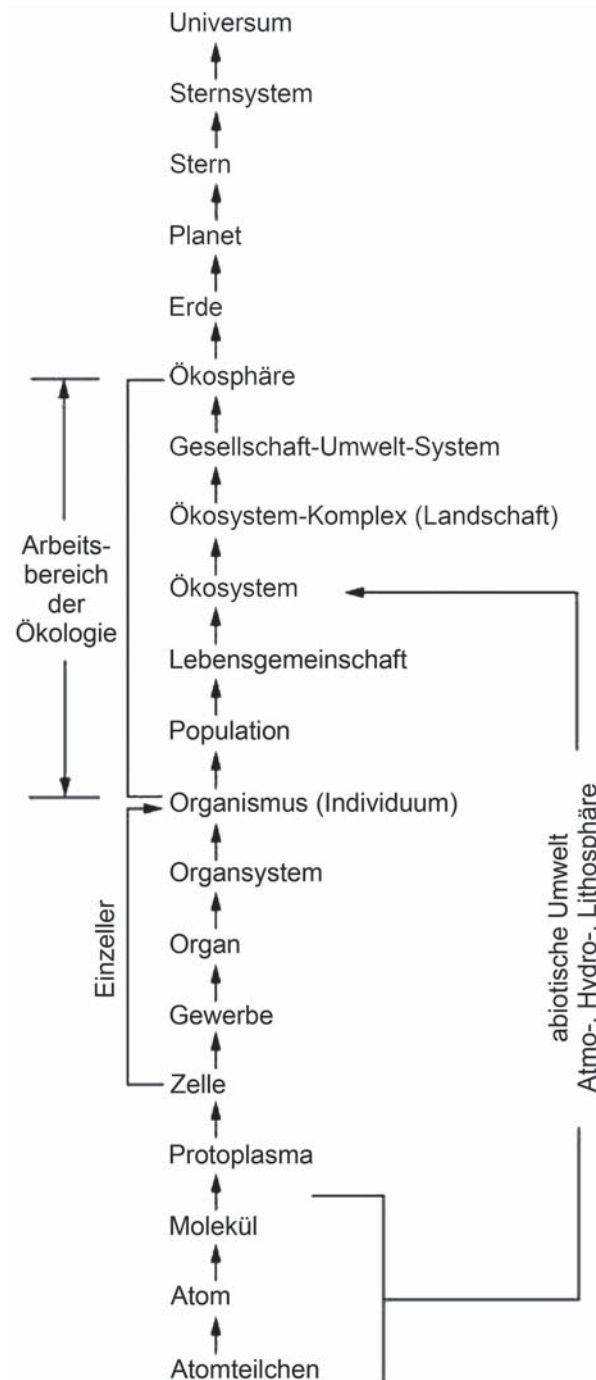
All diese Systeme werden als Organisationsebenen (oder -stufen) der Materie in einer Rangfolge angeordnet, einem weiteren geistigen Konstrukt (s. Abb. 2), das zugleich die Arbeitsbereiche vieler Wissenschaftsdisziplinen kennzeichnet und auf den Ebenen der Population, der *Land-schaft* und des Gesellschaft-Umwelt-Systems auch die Verbindung zu den Sozial- und Kulturwissenschaften herstellt.

Jede Ebene ist jeweils durch neue Eigenschaften charakterisiert, die nur teilweise aus denjenigen der unter ihr liegenden – und sie bedingenden – Ebenen abgeleitet werden können. Zugleich werden von den jeweils höheren Ebenen, von denen eine koordinierende oder steuernde Wirkung ausgeht, den Aktivitäten der unter ihnen liegenden Ebenen bestimmte Schranken gesetzt.

Die integrative Rolle der Ökologie erfordert, dass sie oberhalb der Ebene des – ein- oder vielzelligen – Organismus mehrere Ebenen bearbeitet und verknüpft, wie in der Abbildung 2 angedeutet, schließt aber Spezialisierungen auf einzelne von ihnen nicht aus. Die Verknüpfung erfolgt auf der Ebene des Ökosystems. Allerdings wird dieser Begriff nicht in eindeutiger und einheitlicher Definition verwendet; denn er gilt sowohl für die einzelne Ebene in der Abbildung 2 als auch für die Gesamtheit aller Ebenen von der Biozönose bis zur gesamten Erde – je nach der räumlichen Dimension der Betrachtung.

Ökologie

Abbildung 2: Die Organisationsebenen der Materie und des Lebens in ihrer Stufenfolge mit dem umfassenden Arbeitsbereich der Ökologie

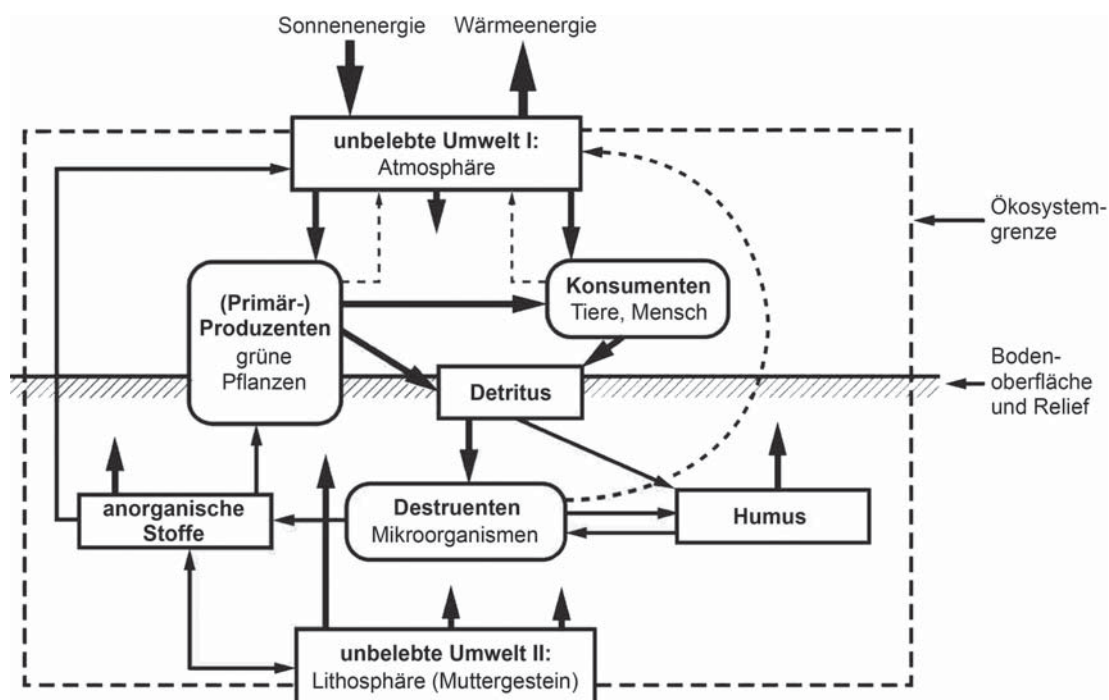


Quelle: Haber 1993: 30

5.2 Aufbau und Wirkungsweise des Ökosystems

Das Ökosystem ist ein Funktionsbegriff, dessen Erfolg und Bedeutung ausdrücken, dass die Ökologie über die Wahrnehmung und Beschreibung der Strukturen der Umwelt hinaus letztlich das Funktionieren der Natur zu verstehen sucht (Haber 2011b). Ein einfaches Funktionsschema eines natürlichen Ökosystems des festen Landes zeigt die Abbildung 3.

Abbildung 3: Funktionsschema eines natürlichen terrestrischen Ökosystems, stark vereinfacht



Quelle: Haber 1993: 16

Es entwickelt sich an der Grenzfläche zwischen Atmosphäre und Lithosphäre (Erdkruste) und reicht in beide Sphären mit Lebensprozessen hinein, die von den physikalischen und chemischen Bedingungen beider Sphären bestimmt werden. Aus dem Weltraum tritt die Sonnenstrahlung als Antriebsenergie in das System hinein, um es nach ihrer Ausnutzung als Wärme wieder zu verlassen. Diese Wärme ist zusammen mit Licht, Wasser, Wind und chemischen Verbindungen – als Faktoren und Bedingungen der unbelebten Natur bzw. Umwelt – bestimmend für die Entfaltung und Erhaltung des lebenden Ökosystem-Bereichs, der auch Biozönose (Lebensgemeinschaft) genannt wird.

Die Biozönose eines jeden natürlichen Ökosystems besteht, unabhängig von ihrer Artenzahl, immer aus den drei Haupt-Funktionsgruppen der – in ökologischer Begrifflichkeit – Produzenten, Konsumenten und Destruenten bzw. Reduzenten, die fest, aber variabel einander zugeordnet sind. Die Produzenten verkörpern die grünen Pflanzen, die als einzige Lebewesen Sonnenenergie

Ökologie

– durch den Prozess der Photosynthese – auf spezifisch gebildete chemische Substanzen übertragen können. Aus diesen bilden sie dann eine große Vielfalt organischer Stoffe als pflanzliche Biomasse. Deren Energiegehalt dient als Betriebsstoff des Pflanzenlebens, und ihre stofflichen Eigenschaften sind das Baumaterial der pflanzlichen Strukturen (Zellulose, Holz). Von dieser pflanzlichen Biomasse in jeder Form hängt die Existenz aller übrigen Lebewesen ab.

Die Konsumenten, zu denen ein Großteil aller Tiere und die Menschen gehören, nutzen nicht nur pflanzliche, sondern auch tierische Biomasse in lebender oder lebensfrischer Form als Nahrung, wobei sie sich oft spezialisieren: Pflanzenverzehrer nehmen nur Pflanzen(-teile) zu sich, Tierverzehrer (Fleischesser) ernähren sich von erbeuteten Tieren. Eine kleine Zahl von Konsumenten, darunter der Mensch, sind Allesverzehrter, d. h. nicht auf bestimmte Kost spezialisiert und daher in der Evolution erfolgreicher als viele Nahrungsspezialisten. Das Leben der Konsumenten ist untrennbar mit Tötung oder zumindest schwerer Schädigung von Lebewesen verbunden und stellt daher die Menschen, die sich dessen als Einzige bewusst sind, vor unlösbare ethische Probleme. Konsumenten haben aber auch unentbehrliche regulierende Funktionen im Ökosystem.

Da alles Leben von Produzenten und Konsumenten in Detritus (z. B. Ausscheidungen, Laubfall, Kadaver) endet, der aber noch reich an Energie und Nährstoffen ist, hat sich im Ökosystem (außer in Torf bildenden Mooren) eine Abfallverwertung entwickelt. Diese wird von der dritten Funktionsgruppe, den Destruenten bzw. Reduzenten, zumeist wenig beachtete Kleintiere und vor allem Mikroorganismen, übernommen, die eine doppelte Aufgabe erfüllen. Einerseits bauen sie die toten organischen Stoffe – für ihren eigenen Lebensunterhalt – zu den anorganischen Grundbausteinen wie Wasser, Kohlendioxid, Ammonium usw. ab, die von den Produzenten (grünen Pflanzen) erneut zum Stoffaufbau in und nach der Photosynthese verwendet werden können (Prinzip der *Abfallwirtschaft, Kreislaufwirtschaft*). Andererseits wirkt diese Funktionsgruppe am Aufbau einer ganz neuen, aus dem Detritus hervorgehenden Stoffgruppe mit, die unter dem Sammelbegriff Humus bekannt und wesentlicher Träger der Bodenfruchtbarkeit, der CO₂-Festlegung sowie des Speicher- und Regulierungsvermögens der Böden ist. Aus nicht abgebauten, durch Verschüttung oder Überflutung dem Kreislauf entzogenen und fossilisierten Detritus- und Humus-Ansammlungen sind in früheren Zeiten der Erdgeschichte die Kohle- und Erdöllager entstanden, von deren Energiegehalt die westliche Industriegesellschaft seit Ende des 18. Jahrhunderts lebt und deren Erschöpfung als nicht erneuerbare Ressourcen, die einer nachhaltigen Nutzung entzogen sind, sie im 21. Jahrhundert entgegensieht.

5.3 Der Ökotopt als räumliche Umsetzung des Ökosystems

Als reines Funktionsmodell kann das Ökosystem die enorme Verschiedenartigkeit der natürlichen Ökosysteme – als Teil der *Biodiversität* – nicht darstellen, und es wird ihm auch keine eindeutige räumliche Dimension zugeordnet. Der Begriff Ökosystem umfasst somit das Spektrum von der gesamten belebten Erde (Biosphäre) bis zur einzelnen Hecke in der Feldflur.

Zur Anwendung des Ökosystem-Modells aus Abbildung 3 in der Praxis der *Raumplanung* muss es mit einer Raumeinheit mittlerer bis kleiner Dimension, z. B. einem Wald, einem Feld oder auch einer Siedlung, verbunden werden. Dafür wurde in der Landschaftsökologie der Begriff Ökotopt eingeführt – parallel zu *Biotop*, dem Lebensort einer Biozönose. Ein Ökotopt ist die kleinräumigste physisch homogene Einheit der festen Erdoberfläche, abgrenzbar nach Art des Substrates oder Bodenmerkmalen, die gemäß dieser Beschaffenheit von daran angepassten Lebewesen

besiedelt oder menschlich genutzt werden kann. Damit wird der Ökotope zur räumlichen, praktisch anwendbaren Verkörperung des Ökosystem-Modells, das als Abstraktum sozusagen auf die räumliche Wirklichkeit projiziert und verortet wird (Haber 1993: 21). Dennoch ist der Ökotope nicht in das Konzept der \triangleright *Ökosystemdienstleistungen* einbezogen worden.

Das räumliche Gefüge oder Muster (engl. pattern) der individuellen Ökotope bzw. Ökosysteme bildet durch ihre Anzahl, Formen, Größen und Anordnung die höhere Raumeinheit einer \triangleright *Landschaft* (auch als Ebene gemäß Abbildung 2), die in ihrer Eigenart auch ästhetischen (Natur-) Genuss vermitteln und touristischen Wert erlangen kann. Dies verbindet die Landschaftsökologie mit der Human-, Sozial- und Kulturökologie sowie der Landschafts- und Raumplanung.

6 Ökologie der menschlichen Landnutzung

Im Zuge der menschlichen Nutzungen im Rahmen der zivilisatorischen Entwicklung, insbesondere nach dem Übergang zur städtisch-industriellen Wirtschaftsweise, sind die natürlichen Ökosysteme weithin durch von Menschen geschaffene und gesteuerte Agrar-, Forst- und Siedlungs-Ökosysteme (Techno-Ökosysteme) ersetzt und daher auf Restbestände beschränkt worden. Diese bemüht man sich zu erhalten, ohne aber menschliche Eingriffe und Nutzungseinflüsse völlig von ihnen fernhalten zu können. Im technisch-zivilisatorischen Landnutzungssystem sind die drei Haupt-Funktionsgruppen der natürlichen Ökosysteme (siehe Abschnitt 5.2) räumlich voneinander getrennt und wirken nicht mehr örtlich zusammen. So sind Getreidefelder (Agrar-Ökosysteme) reine Produzenten-Systeme, und große Nutztierbestände stellen reine Konsumenten-Systeme dar. Beide liefern Nahrung für die Menschen, die ihrerseits in den Städten als nahezu reine Konsumenten-Systeme zusammenleben. Eine Abwasser-Kläranlage oder Biomüll-Kompostierung ist wiederum ein reines Destruenten-System mit der Funktion, Detritus zu verarbeiten, seine nutzbaren Bestandteile wiederzugewinnen und zur Wiederverwendung zu bringen (\triangleright *Abfallwirtschaft, Kreislaufwirtschaft*). Die räumliche Trennung der drei Funktionsgruppen hebt aber die Notwendigkeit ihres Zusammenwirkens nicht auf. Daher müssen riesige Mengen von Biomasse in Form von pflanzlichen oder tierischen Nahrungs- bzw. Futtermitteln oder von Abwässern und Abfällen jeweils – zum Teil in globalen Dimensionen – an den Ort ihrer Umsetzung transportiert werden, was umfangreiche Transportsysteme erfordert und ökologisch problematische Stoffverlagerungen und -anhäufungen bewirkt.

Besondere Aufmerksamkeit ökologischer Forschung erfordert der Betrieb der anthropogenen Ökosysteme, besonders der Techno-Ökosysteme, die im Zuge der industriellen Entwicklung immer höhere und schnellere Produktionsleistungen erbringen. Mit ihnen nehmen nicht nur sowohl Ge- und Verbrauch von Gütern und Ressourcen als auch der Verkehr zu, sondern ebenfalls schwere, anfangs wenig beachtete Umweltbelastungen, da diese Systeme und Prozesse Quellen zahlreicher schädlicher Emissionen sind. Zudem enden alle Produkte irgendwann als der Umwelt überlassener Abfall. Dadurch wird die natürliche Umwelt in ihrer Funktion als Senke (Aufnahme, Neutralisierung oder Verarbeitung von Immissionen) überfordert und verändert sich durch Klimaänderung (\triangleright *Klima, Klimawandel*), Bodendegradierung (\triangleright *Bodenschutz*), Verschmutzung und Nährstoffüberlastung von Luft und Wasser oder Verlust von Tier- und Pflanzenbiotopen zum Nachteil der Menschen und vieler anderer (aber nicht aller) Lebewesen (Fritsche 2008). Grundlegende Ursachen sind nach ökologischer Erkenntnis die weltweite Bevölkerungsentwicklung, die

Ökologie

Zunahme der Menge der Wirtschaftsgüter pro Einwohner und der Schadstoffmenge pro Einheit Wirtschaftsgut. Erst seit dem letzten Viertel des 20. Jahrhunderts wird versucht, diesen Entwicklungen schrittweise entgegenzuwirken.

Die zunehmenden Diskrepanzen und Konflikte, die im Laufe des 20. Jahrhunderts zwischen dem natürlichen und dem menschlich bestimmten Umwelt-System entstanden, beruhen auf Nichtbeachtung der Gesetzmäßigkeiten der alles Leben tragenden natürlichen Ökosysteme und ihrer Prozesse, meist unter dem Begriff Naturhaushalt zusammengefasst. Denn auch in den menschlich geschaffenen Ökosystemen müssen biologische bzw. ökologische Bestandteile und Vorgänge direkt oder indirekt wirksam bleiben, z. B. die Photosynthese der grünen Pflanzen als Basis jeglicher Nahrungsversorgung, die Selbstreinigungskraft der Gewässer, Böden und Luftmassen oder die Regeneration erneuerbarer Ressourcen. Insofern erbringen sowohl die verbliebenen natürlichen Ökosysteme als auch die natürlichen Bestandteile und Prozesse der von Menschen veränderten oder geschaffenen Ökosysteme für die menschliche Gesellschaft und Wirtschaft unentbehrliche, oft sogar kostenlose Leistungen (▷ *Ökosystemdienstleistungen*). Neben den Produktionsleistungen sind dies die erwähnten Träger- oder Senken-Leistungen, Regulierungsleistungen und auch Erlebnisqualitäten, die in abwechslungsreichen, mit Naturschönheiten oder dem Reiz einer traditionellen ▷ *Kulturlandschaft* ausgestatteten Gebieten Grundlage für Erholung und ▷ *Tourismus* darstellen. Die Aufrechterhaltung dieser Leistungen, in die das – auch ethisch motivierte – Gebot der Erhaltung der biologischen Vielfalt (▷ *Biodiversität*) einbezogen wird (▷ *Ethik in der Raumplanung*), ist die Aufgabe moderner ▷ *Umweltpolitik* nach den aus ökologischen Erkenntnissen abgeleiteten Grundsätzen nachhaltiger Nutzung und Entwicklung – und ihrer Umsetzung in die räumliche Planung (▷ *Nachhaltigkeit*).

7 Das Gesellschaft-Umwelt-System – Erhaltung und Entwicklung

In ökologischen und auf Nachhaltigkeit bezogenen Diskussionen und Planungen ist oft vom ökologischen Gleichgewicht die Rede, neuerdings oft mit Begriffen wie Resilienz (▷ *Resilienz/Robustheit*) umschrieben, das der Mensch stört oder aufhebt, zugleich aber auch, zumindest funktional, zu erhalten versucht. Aus dem Modell des Ökosystems (s. Abb. 3) scheint sich eine Resilienz-Vorstellung aus der ständigen Zufuhr von Sonnenenergie und ihrem Abfluss als Wärmeenergie sowie aus den davon angetriebenen vielfältigen Stoffumsetzungen zu ergeben. Diese stehen aber sämtlich unter der kaum voraussagbaren Dynamik des Wettergeschehens und dem jahreszeitlichen Wechsel, längerfristig auch dem Klimawandel. Ebenso wenig verkörpern die Lebewesen im Ökosystem Beständigkeit, da infolge von Geburt und Tod, Zu- und Abwanderung ein ständiger Wechsel herrscht; im Laufe der Erdgeschichte sind über 98 % wieder ausgestorben.

Bei solcher Naturdynamik kann sich nur eine Art von Fließgleichgewicht einstellen. Es wird durch komplizierte Regulierungen aufrechterhalten oder an Veränderungen funktional angepasst, um zumindest für einen bestimmten Zeitraum eine gewisse Beständigkeit (engl. *steady state*) zu gewährleisten. Viele Regulierungen erfolgen als sogenannte Rückkopplungen von Prozessen, die für deren Verursacher oder aus Sicht des betroffenen Einzelvorgangs (zunächst) nachteilig sind und daher als negativ bezeichnet werden – obwohl sie für das System positiv sind. Auch die

Gesetze der Thermodynamik lassen sich auf die Regulierung anwenden. Evolution und Sukzession zeigen, dass auf Dauer kein Zustand stabil ist. Begriffe wie Gleichgewicht, Resilienz oder Stabilität entsprechen eher einem Wunschbild als der Wirklichkeit und sind auch kaum klar definierbar.

Illusionär werden solche Begriffe, wenn sie mit Vorstellungen von Harmonie, Frieden oder Gerechtigkeit verbunden werden. Die ein Ökosystem aufrechterhaltenden Regulierungen beruhen überwiegend auf einem Sich-gegenseitig-in-Schach-Halten der beteiligten Populationen, die, auch als einzelne Individuen, jeweils bestrebt sind, von den verfügbaren Energie-, Stoff- und Raumressourcen den Anteil zu erlangen, mit dem sie sich gegen Konkurrenten behaupten und durchsetzen können. Zu diesem Zweck werden aber durchaus auch Symbiosen zwischen oft sehr unterschiedlichen Lebewesen-Populationen gebildet, z. B. zwischen höheren Pflanzen und Luftstickstoff assimilierenden Bakterien- oder Pilz-Organismen im Boden. Solches Verhalten von grundsätzlich in Wettbewerb stehenden Lebewesen ist auch in der menschlichen Gesellschaft verbreitet.

Menschliche Eingriffe in dieses natürliche Regulierungsgeschehen können unerwartete, disproportionale Folgen haben; manchmal genügt dazu die Förderung oder auch Bekämpfung einer einzigen Population. Wenn z. B. die *Landwirtschaft* ausgedehnte Weizenfelder oder Maisfelder zur Erzeugung von erneuerbarer Energie (*Erneuerbare Energien*) oder die *Forstwirtschaft* großräumige Fichtenforste anlegt, handelt es sich aus ökologischer Sicht um eine einseitige Förderung von Weizen-, Mais- oder Fichten-Populationen. Als Ausdruck natürlicher Regulierung erscheinen dann, manchmal massenhaft, die biologischen Gegenspieler von Weizen, Mais oder Fichten, um dieses großzügige Nahrungsangebot für sich zu nutzen. Dies widerspricht den Zielen der land- und forstwirtschaftlichen Erzeugung und veranlasst die Fernhaltung dieser Gegenspieler in Form von (meist chemischer) Unkraut- und Schädlingsbekämpfung, die allerdings einen weiteren Eingriff in das – bereits gestörte – Regulierungssystem darstellt, denn somit werden auch nützliche oder harmlose Tiere und Pflanzen geschädigt und getötet und ein Sich-in-Schach-Halten vollends unmöglich gemacht. Dies kann freilich im einzelnen Feld- oder Forst-Ökosystem auch gar nicht aufrechterhalten werden. Ein gewisses ökologisches Gleichgewicht kann höchstens auf der Ebene der Agrar- oder Waldlandschaft durch eine differenzierte Landnutzung (Anwendung des Prinzips der *Biodiversität*) erzielt werden (Haber/Bückmann 2013; Haber 2014).

8 Die Ökologie-Bewegung

Die der Ökologie um 1970 entsprossene Ökologie-Bewegung, aus der neben Bürgerinitiativen sogar politische Parteien (Die Grünen) hervorgegangen sind, hat weitaus mehr als die wissenschaftliche Ökologie dazu beigetragen, das Ökologie- und Umweltbewusstsein der menschlichen Gesellschaft zu entwickeln und zu verstärken und alle politischen Kräfte, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß, auch auf umweltpolitische Ziele (*Umweltpolitik*) auszurichten (Radkau 2011). Dies kam in den großen Umwelt-Konferenzen der Vereinten Nationen in Rio de Janeiro 1992, Johannesburg 2002 und (erneut) Rio 2012 zum Ausdruck, auch wenn dabei noch keine umfassenden Umsteuerungen („große Transformation“) menschlichen Handelns gelangen. Die Ökologie-Bewegung neigt allerdings dazu, ökologische Erkenntnisse zu missachten oder unerwähnt zu lassen, wenn sie nicht zu ihren jeweiligen politischen Zielen passen, und berücksichtigt auch zu wenig das gewöhnliche menschliche Verhalten (Haber 2011a). Andererseits erfordern die

Ökologie

Umsetzung der Idee der nachhaltigen Entwicklung wie auch der Vollzug der zahlreichen gesetzlichen Bestimmungen, die seit 1970 für den Umweltschutz erlassen wurden, gute, ausgewogene ökologische Kenntnisse und eine kontinuierliche Beobachtung (▷ *Monitoring*) des ökologischen Geschehens.

Literatur

- Fritsche, W. (2008): Überlastetes Ökosystem Erde. Wie der Mensch über seine Verhältnisse lebt. In: *Biologie in unserer Zeit* 38 (6), 390-399.
- Haber, W. (1993): *Ökologische Grundlagen des Umweltschutzes*. Bonn. = *Umweltschutz – Grundlagen und Praxis* Band 1.
- Haber, W. (2011a): *Die unbequemen Wahrheiten der Ökologie. Eine Nachhaltigkeitsperspektive für das 21. Jahrhundert*. München.
- Haber, W. (2011b): An ecosystem view into the 21st century. In: Schwarz, A.; Jax, K. (eds.): *Ecology revisited. Reflecting on concepts, advancing science*. Dordrecht/Heidelberg, 215-227.
- Haber, W. (2014): *Landwirtschaft und Naturschutz*. Weinheim.
- Haber, W.; Bückmann, W. (2013): *Nachhaltiges Landmanagement, differenzierte Landnutzung und Klimaschutz*. Berlin. = *FAGUS-Schriften* Band 16.
- Radkau, J. (2011): *Die Ära der Ökologie. Eine Weltgeschichte*. München.
- Vermeij, G. J. (2004): *Nature. An economic history*. Princeton, NJ.

Weiterführende Literatur

- Küster, H. (2005): *Das ist Ökologie. Die biologischen Grundlagen unserer Existenz*. München.
- Nentwig, W.; Bacher, S.; Brandl, R. (2011): *Ökologie kompakt*. Heidelberg.
- Schultz, J. (2008): *Die Ökozonen der Erde*. Stuttgart.
- Steinhardt, U.; Blumenstein, O.; Barsch, H. (2012): *Lehrbuch der Landschaftsökologie*. Heidelberg.
- Townsend, C. R.; Begon, M.; Harper, J. L. (2009): *Ökologie*. Berlin/Heidelberg.
- Valsangiacomo, A. (1998): *Die Natur der Ökologie. Anspruch und Grenzen ökologischer Wissenschaften*. Zürich.

Bearbeitungsstand: 11/2016