AKADEMIE FÜR
RAUMFORSCHUNG UND
LANDESPLANUNG

Olaf Bastian

Methoden der Raumanalyse, naturwissenschaftliche

S. 1457 bis 1474

URN: urn:nbn:de: 0156-55991351

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)
URN: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0156-55993

Die ARL ist Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Olaf Bastian

Methoden der Raumanalyse, naturwissenschaftliche

Gliederung

1 Einleitung und Begriffsbestimmung
2 Raum- und Zeitaspekte
3 Analyse der Geofaktoren
4 Bewertung der Leistungsfähigkeit
5 Datengewinnung und -verarbeitung
Literatur

Naturwissenschaftlich geprägte Raumanalysen beschäftigen sich mit Geofaktoren (Geologischer Bau, Relief, Boden, Gewässer, Klima, Bios) in unterschiedlichen Maßstabsbereichen, erfassen ihre Anordnung im Raum, ihre Wechselbeziehungen und zeitlichen Veränderungen, wofür sie sich eines Methodenspektrums aus zahlreichen Wissenschaftsdisziplinen (u. a. Landschaftsökologie, Bodenkunde, Hydrologie, Vegetationskunde) bedienen.

1 Einleitung und Begriffsbestimmung

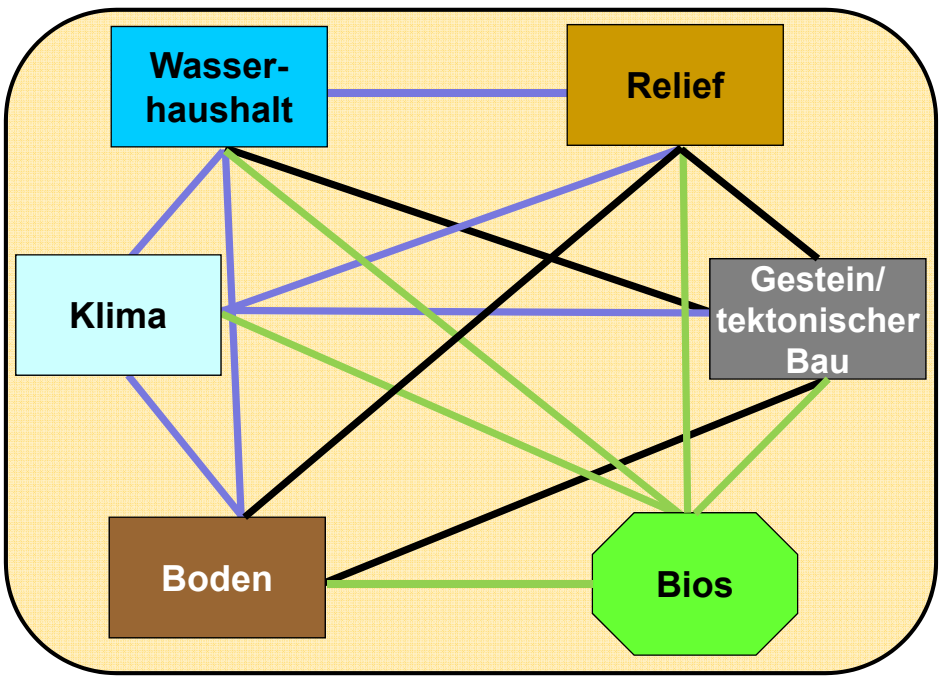
Naturwissenschaftliche Methoden der Raumanalyse umfassen ein Teilspektrum der insgesamt bei Raumanalysen anwendbaren Arbeitsweisen. Sie beziehen sich auf die Geofaktoren (Geologischer Bau, Relief, Boden, Gewässer, Klima und Bios – auch als Geoöko-, Öko-, Landschaftsfaktoren oder Partialkomplexe bezeichnet; vgl. Leser 1997: 192; s. Abb. 1) und setzen ein naturwissenschaftliches Raumkonzept voraus, nämlich als (Blotevogel 2005):

a) objektiv beschreibbarer und subjektiv wahrnehmbarer physischer Raum,

b) natürliche Umwelt des Menschen.

Untersucht wird der physische Raum in seiner natürlichen Ausstattung sowie in seiner Prägung durch den Menschen, und zwar in unterschiedlichen Maßstabsebenen von lokal über regional bis global.

Abbildung 1: Geofaktoren und Wirkungsbeziehungen im Geokomplex/ Naturraum



Quelle: Haase 1979: 8; bearbeitet

Die Schritte der Raumanalyse bestehen nach Papadakis (2009) in der

- Bestimmung des Zweckes bzw. der Fragestellung,
- Festlegung der Maßstabsebene und des Untersuchungsraumes,

- Operationalisierung der Fragestellung bzw. Hypothesenbildung und Bestimmung von Messgrößen (Daten, Indikatoren) und Methoden der Analyse und Bewertung,
- Durchführung der eigentlichen Analyse (zunächst einzelner Faktoren separat, dann Herausarbeitung der Wechselwirkungen),
- Auswahl und Anwendung statistischer Messverfahren,
- Synthese des vielschichtigen Beziehungsgefüges der Geofaktoren,
- Prüfung der Hypothesen mit abschließender Interpretation.

2 Raum- und Zeitaspekte

2.1 Maßstab und Dimension

Entsprechend den Größenordnungen der betreffenden Erdräume erfolgen Raumanalysen in unterschiedlichen Maßstäben bzw. Dimensionsstufen, was Konsequenzen für die inhaltlichen Kategorien und adäquaten Methoden hat. Während es bei der topischen Dimension auf konkrete Rauminhalte mit mehr oder weniger homogenen Eigenschaften ankommt, gilt es in der chorischen Dimension, die Art, Intensität und Richtung der Verkettung und Vernetzung der topischen Grundeinheiten im Raum sichtbar zu machen (vgl. Neef 1963). So muss man große Maßstäbe (1:5.000 bis 1:25.000) wählen, um Details abzubilden, wobei der darstellbare Ausschnitt der Erdoberfläche verhältnismäßig klein bleibt und der Überblick über großräumige Zusammenhänge verloren geht.

2.2 Räumliche Bezugseinheiten

Für Raumanalysen sind räumliche Bezugseinheiten hilfreich, wobei zwischen zwei Varianten unterschieden werden kann (vgl. Spektrum Akademischer Verlag 2001):

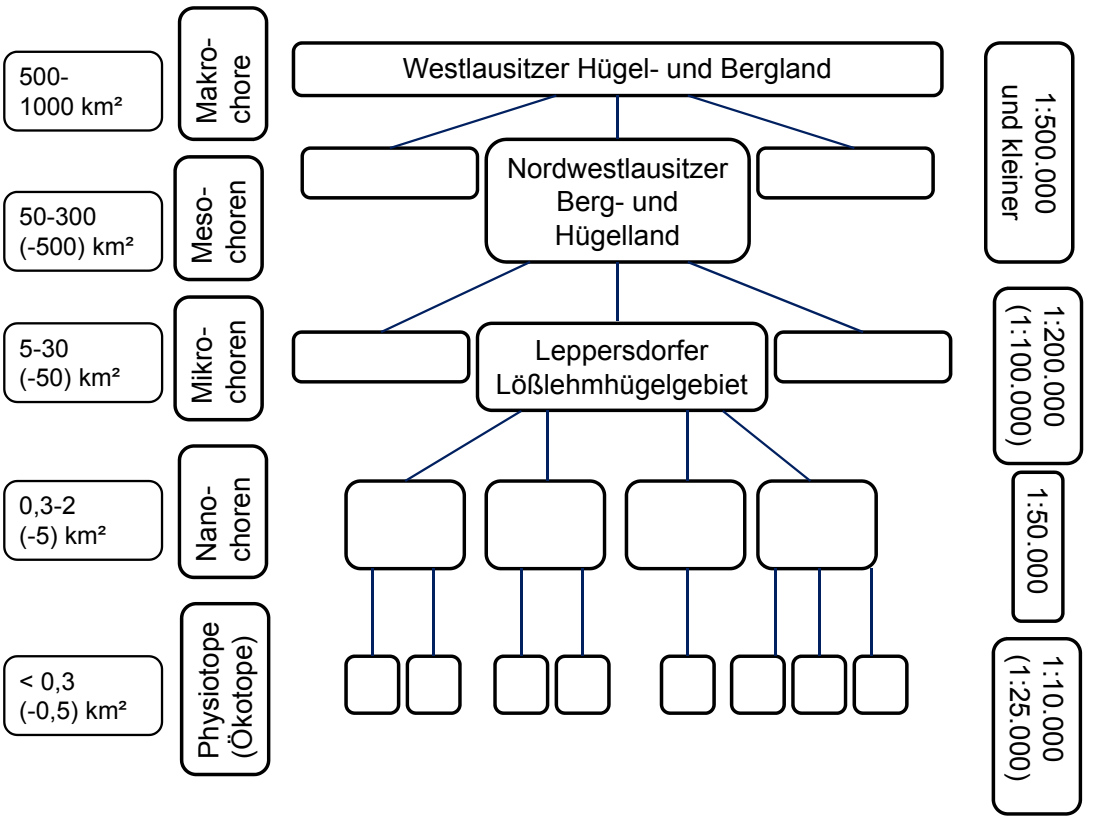
- Die Bezugseinheit (z. B. Verwaltungseinheit, Planungsraum) ist vorgegeben, sie wird umfassend oder im Hinblick auf eine bestimmte Fragestellung analysiert.
- Es werden Gebiete mit einer bestimmten Merkmalsausprägung ermittelt; die Raumabgrenzung ist Ergebnis der Untersuchung. Hierbei gibt es zwei Möglichkeiten, die jeweils spezifische Methoden erfordern: Der datenorientierte Ansatz untersucht die räumliche Anordnung ausgewählter Merkmale und nimmt dann aufgrund der Verteilungsmuster die Raumabgrenzung vor. Bei der problemorientierten Raumanalyse hingegen wird zunächst ein Problem formuliert, um anschließend entsprechend strukturierte Räume abzugrenzen.

Als räumliche Bezugseinheiten kommen sowohl geometrische Einheiten (Raster) als auch unregelmäßige Areale (Polygone, z. B. ökologische Raumgliederungen) in Betracht. Die Wahl der Bezugskategorien hängt weitgehend von Verwendungszweck, Datenlage und technischen Möglichkeiten ab.

Unter den ökologischen Raumgliederungen hat die naturräumliche Gliederung Deutschlands (Meynen/Schmithüsen 1962) einen hohen Bekanntheitsgrad erreicht. Unter dem Begriff *Naturraum* versteht man einen beliebig großen räumlichen Ausschnitt der Erdhülle, der durch naturgesetzlich determinierte einheitliche Struktur und gleiches Wirkungsgefüge seiner natürlichen (naturwissenschaftlich fassbaren) Komponenten gekennzeichnet ist, während der Begriff *Landschaft* weitere Komponenten wie die aktuelle Landnutzung einschließt (vgl. Bastian/Schreiber 1999).

In der Naturraumkartierung wird zwischen deduktiven und induktiven Ansätzen unterschieden. Der deduktive Ansatz, die naturräumliche Gliederung, unterteilt einen Raum anhand verschiedener Einzelmerkmale, während auf induktivem Wege durch analytische Detailanalysen gewonnene Kleinflächen (Tope) durch naturräumliche Ordnung schrittweise zu höherrangigen Einheiten (Choren) aggregiert und ihre Merkmale generalisiert werden (s. Abb. 2 und Abb. 3).

Abbildung 2: Hierarchie der naturräumlichen Ordnung/Gliederung, Größenverhältnisse und vorteilhafte Abbildungsmaßstäbe an einem Beispiel aus Sachsen



Quelle: Mannsfeld 1982: 27; bearbeitet

Abbildung 3: Im Südwesten der höherrangigen Naturraumeinheit Böhmisches Mittelgebirge (České středohoří, Tschechische Republik) unterscheiden sich die isolierten, von Trockenrasen oder wärmeliebenden Gebüschen und Wäldern bewachsenen Bergkuppen vulkanischen Ursprungs (im Bild der Berg Raná hora) gravierend von ihrem heute intensiv ackerbaulich genutzten Umland.

Quelle: Eigene Fotografie

Einsatzmöglichkeiten für komplexe Raumgliederungen bestehen in Untersuchungen, Beschreibungen und Planungen, die – ohne formale geometrische Verschneidungen vorzunehmen – sich für das Verständnis des Zusammenwirkens der Geofaktoren interessieren. Dafür ist allerdings Abstraktion bzw. Idealisierung vonnöten, die nicht vollends mit den realen Strukturen begründet werden kann, nicht jeder Detailaussage genügt und dem analytischen Zeitgeist nicht immer entspricht (vgl. Bastian/Schreiber 1999).

2.3 Zeitaspekte

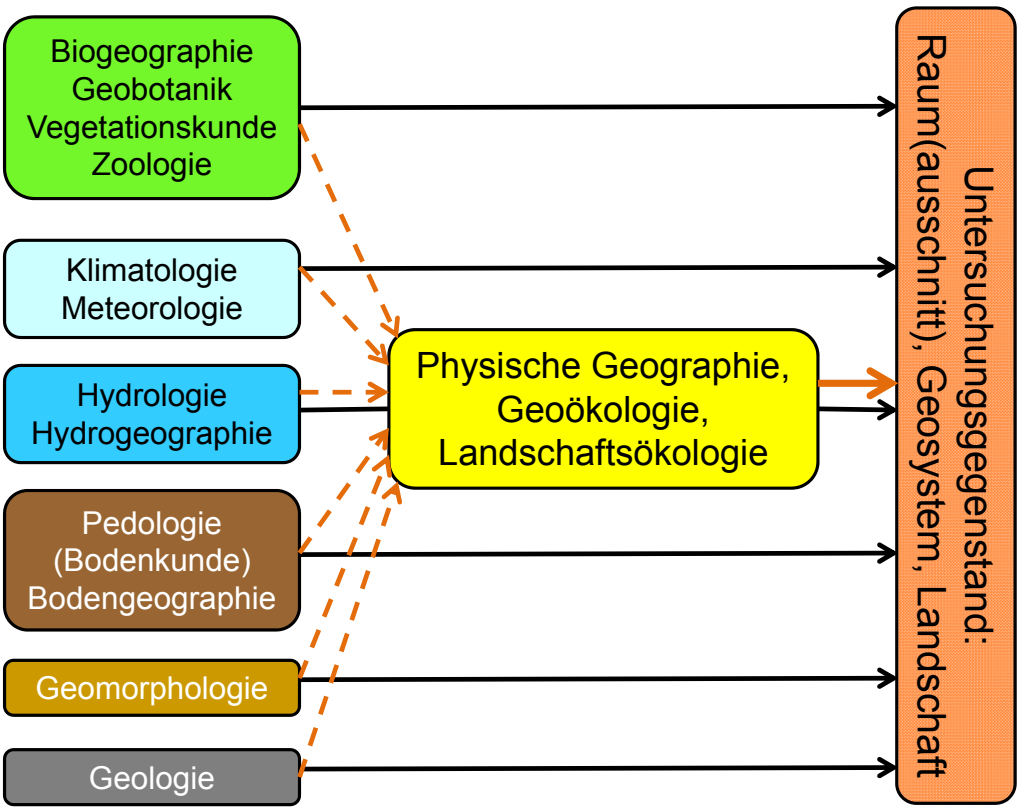
Unsere Umwelt wird durch ihre natürliche Ausstattung, mehr und mehr aber durch die gesellschaftliche Inanspruchnahme (z. B. Landnutzung) geprägt. Kennzeichnend sind ständige Veränderungen, wofür neben natürlichen auch anthropogene Ursachen verantwortlich sind, deren Ausmaß, Intensität, Reichweite und Geschwindigkeit im Laufe der Zeit ständig zunahmen, mit tiefgreifenden Folgen für Natur und Gesellschaft.

Vielfach werden Veränderungen nur anhand von Symptomen wie ▹ *Landnutzungswandel*, Flurausräumung, Biotopvernichtung, Artenschwund usw. dokumentiert. Sie können auf vorteilhafte Weise aber auch über Landschaftsfunktionen/Naturraumpotenziale und ▹ *Ökosystemdienstleistungen* verdeutlicht werden, wodurch es gelingt, funktionale Aspekte stärker ins Blickfeld zu rücken und die Leistungs-/Funktionsfähigkeit bzw. Nutzbarkeit eines Gebietes zu verschiedenen Zeitpunkten zu interpretieren.

3 Analyse der Geofaktoren

Im Fokus einer naturwissenschaftlich geprägten Raumanalyse stehen die natürlichen Komponenten bzw. Geofaktoren. In den Umweltgesetzen bzw. in der ▹ *Landschaftsplanung* werden sie auch als Schutzgüter bezeichnet. Zur Analyse wird ein breites Methodenspektrum aus zahlreichen Wissenschaftsdisziplinen wie Bodenkunde, Hydrologie, Klimatologie, Vegetationskunde, Landschaftsökologie usw. eingesetzt (s. Abb. 4).

Abbildung 4: In der Raumanalyse einsetzbare naturwissenschaftliche Teildisziplinen (Auswahl): bezogen auf Geofaktoren (links) sowie komplexere Disziplinen (Mitte)



Quelle: Eigene Darstellung

3.1 Geologischer Bau

Der geologische Bau stellt das Grundgerüst eines Erdraumes dar und beeinflusst weitere Geofaktoren wie den Boden, den Wasserhaushalt und die Vegetation maßgeblich. Überaus wichtige Gesteinseigenschaften sind mineralische Zusammensetzung (Stoffbestand) und Gefüge. Letzteres umfasst Struktur (Lagerungsformen sowie Gestalt, Größe und Kornbindung von Mineralen) und Textur (Anordnung und Verteilung im Raum).

Klassische Datenquellen sind in erster Linie komplexe geologische Karten der an der Oberfläche anstehenden oder im Untergrund verbreiteten Bildungen, außerdem thematische geologische Karten (z. B. hydro- und ingenieurgeologische, tektonische und Lithofazieskarten).

Die Kenntnis der geologischen Verhältnisse ist in vielerlei Hinsicht unabdingbar, so mit Blick auf

- die Erkundung und Gewinnung von Lagerstätten,
- Baugrunduntersuchungen (Bebaubarkeit, Standsicherheit),
- die Abfallentsorgung (Anlage von Deponien, Sanierung von Altlasten),
- die natürliche Nährstoffversorgung von Böden,
- den Grundwasserhaushalt.

3.2 Oberflächengestalt (Relief)

Reliefeigenschaften stellen für das Gros der Raumnutzungen (Siedlungswesen, Straßenbau, ▷ *Landwirtschaft*, ▷ *Forstwirtschaft*, Erholungswesen u. a.) entscheidende Rahmenbedingungen dar. Die Reliefanalyse vermittelt eine erste, physiognomisch gut fassbare räumliche Gliederung eines Raumes und lässt diverse ökologische Interpretationen zu.

Häufig ist eine komplexe Erfassung der Oberflächenverhältnisse weder möglich noch erforderlich. Oft genügt (bei kleinräumigen Analysen) eine Erfassung der Böschungs- bzw. Hangneigung, zumal diese eine Steuerungsfunktion gegenüber anderen Geofaktoren ausübt, so der Bodenentwicklung (Erosion, Akkumulation), des Geländeklimas (Besonnung, lokale Windverhältnisse, Kaltluftbahnen), und in enger Beziehung zu Leistungen der Natur steht, wie der Erholungsfunktion (physische und psychische Reizwirkungen abwechslungsreicher Reliefstrukturen) oder der land- und forstwirtschaftlichen Produktivität (reliefbedingte Differenzierung durch Frostgefährdung, Bodenabtrag, Sonn- und Schatthänge).

Die Hangneigung lässt sich in topografischen Karten messen, vorteilhaft mit Schablonen, sogenannten Neigungsstufenmessern. Seit den 1980er Jahren kommen bei der Reliefanalyse in wachsendem Maße digitale Höhen- bzw. Geländemodelle zum Einsatz.

3.3 Böden

Aufgrund ihrer Schlüsselstellung und herausragenden Rolle im Naturhaushalt verdienen Böden in Raumanalysen besondere Aufmerksamkeit. Böden sind komplizierte Systeme, in denen sich Litho-, Hydro-, Atmo- und Biosphäre durchdringen. Sie bestehen aus mineralischer und organischer Substanz, aus Bodenwasser, Bodenluft und Bodenorganismen, die strukturell und funktional

zu einem Komplex vereinigt sind. Sie gehen aus Gesteinen unter dem Einfluss von Klima (▷ *Klima, Klimawandel*), Wasser, Relief, Bodenorganismen, Vegetation und menschlicher Tätigkeit durch bodenbildende Prozesse (Verwitterung und Mineralbildung, Zersetzung und Humifizierung, Gefügebildung und Verlagerung) hervor.

Tabelle 1: Wichtige Kenngrößen der Böden

Kenngröße	Definition bzw. Erklärung
Substrat	Geologisches Ausgangsmaterial der Bodenbildung
Bodenart	Korngrößen der Bodenpartikel (Feinboden bis 2 mm, Grobboden > 2 mm)
Bodenskelett	Grobbestandteile bei mineralischen Böden
Humus	Gesamte organische Substanz im Boden
Bodenreaktion (Säurestufe)	Wird meist durch den pH-Wert ausgedrückt
Gründigkeit	Mächtigkeit des von Pflanzen durchwurzelbaren Lockermaterials
Nährstoffangebot	Vorrat an Stoffen im Boden, welche den Pflanzen zum Aufbau körpereigener Substanz und zur Aufrechterhaltung ihrer Lebensfunktionen zur Verfügung stehen
Bodenwasser	Im Boden befindlicher Teil des unterirdischen Wassers
Feldkapazität	Wassermenge, die ein Boden maximal gegen die Schwerkraft zurückhalten und somit speichern kann
Nutzbare Feldkapazität	Pflanzenverfügbarer Anteil an der Feldkapazität
Wasserdurchlässigkeit	Hängt von der Porengrößenverteilung und dem aktuellen Wassergehalt des Bodens ab
Grundwasserstufe	Gibt an, wie stark ein Boden unter Grundwassereinfluss steht
Vernässungsgrad und Staunässestufe	Durchschnittliches Ausmaß der Bodenvernässung durch Stau- und Haftwasser in Abhängigkeit von der Tiefenlage der wasserleitenden und wasserstauenden Bodenhorizonte
Standortkundliche Feuchtestufe	Integral aus verschiedenen Bodenkennwerten (Bodenart, Grundwasserflurabstand, Staunässestufe) unter Beachtung der Klimaverhältnisse
Ökologischer Feuchtegrad	Durch Pflanzengesellschaften oder Zeigerpflanzen indizierter langjähriger mittlerer Feuchtezustand eines Bodens

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von AG Boden 1994; Bastian/ Schreiber 1999 (dort auch Beschreibung von Analysemethoden)

Böden dienen den Bodenorganismen als Lebensraum und den Pflanzen als Standort und Versorgungsquelle für Wasser und Nährstoffe. Sie sind Träger von Stoffen und wandeln diese um oder bauen sie ab; sie wirken als Filter und Puffer und nehmen Einfluss auf Wasserversickerung und Grundwasserneubildung. In Raumanalysen spielen u. a. folgende Kenngrößen bzw. Aspekte der Böden eine wichtige Rolle (s. Tab. 1):

- Bodenarten,
- Flächen mit besonderen Bodenfunktionen (z. B. natürliche Ertragsfähigkeit, Retentions-/ Rückhalte- und Puffervermögen, Archivfunktion),
- erosionsgefährdete Bereiche,
- Bodenbelastungen.

Die Bodenart stellt einen multifunktionalen Parameter dar, von dem eine ganze Reihe wichtiger Struktur- und Regelgrößen abhängt. Dazu gehören solche Strukturgrößen wie Porenvolumen und Porengrößenverteilung, Sorptionskapazität und Bodengefüge sowie damit zusammenhängende Eigenschaften und Prozesse des Wasserhaushaltes (wie Feldkapazität, Durchlässigkeit und Infiltrationskapazität), des Stoffhaushaltes (Sorptionskapazität und Nährstoffaustausch) und des Wärmehaushaltes. Darüber hinaus bestimmt die Bodenart maßgeblich das Bodengefüge und den Widerstand gegen die Bodenerosion durch Wasser.

Der Humusgehalt des Bodens wird auf den Feinboden bezogen und in Masseprozenten ausgedrückt. Im Gelände beurteilt man ihn gewöhnlich nach dem Augenschein: Je höher der Humusgehalt, desto dunkler erscheint der Boden. Dabei wirken vor allem Feuchtigkeit und Substrat modifizierend.

Den Wassergehalt eines Bodens kann man u. a. gravimetrisch bestimmen. Vor Ort lässt sich die Bodenfeuchte anhand der Konsistenz (Fingerprobe: Formbarkeit, Ausrollgrenze, Wasseraustritt) und der Bodenfarbe abschätzen.

Die nutzbare Feldkapazität wird meist im Labor bestimmt, kann jedoch auch anhand der Bodenart abgeschätzt werden.

Die Wasserdurchlässigkeit in wassergesättigten Böden lässt sich näherungsweise anhand der Bodenart einstufen. Den ökologischen Feuchtegrad kann man nicht unmittelbar messen, wohl aber mittels Bioindikation anhand von Vegetationsaufnahmen (Vegetationseinheiten, Zeigerarten/-gruppen oder den Pflanzenarten zugeordnete mittlere Feuchtezahlen, z. B. nach den bekannten Ellenberg'schen Zeigerwerten). Mittels ökologischer Zeiger- bzw. Weiserpflanzen lassen sich auch zahlreiche weitere Boden- bzw. Standortmerkmale mit Methoden der Bioindikation feststellen, für die Bodeneigenschaften vor allem Stickstoffgehalt, Salzgehalt und pH-Wert (Bodenreaktion) sowie als klimatische Faktoren Licht, Temperatur und Kontinentalität.

Böden können auf verschiedene Weise typisiert bzw. klassifiziert werden. Eine wichtige Rolle spielt in Mitteleuropa, darunter in Deutschland, eine genetische Bodenklassifikation, in der die Horizontfolge im Mittelpunkt steht. Höchste Kategorie sind die das Wasserregime widerspiegelnden Bodenabteilungen: terrestrische, semiterrestrische, subhydrische Böden, Moore, außerdem anthropogene Böden (Kultosole). Nächstniedere Kategorien sind Bodentypen, deren Subtypen, Varietäten und Subvarietäten. Örtliche Bodenverhältnisse lassen sich durch Bodenformen kennzeichnen, deren Areale nennt man Pedotope. Mosaike aus Bodenformen bilden

eine Bodenformengesellschaft (Synonyme: Bodenformengefüge, Pedotopgefüge oder Nano-Pedochore), die wiederum zur Bodenlandschaft verknüpft werden können, diese zur Bodengroßlandschaft und auf noch höherer Ebene (in der regionischen Dimension) zur Bodenregion (z. B. Lößlandschaften).

Die in den USA entwickelte, stark an Merkmalen (z. B. Horizonte, Farbe) orientierte USDA-Bodenklassifikation fand ab den 1970er Jahren vor allem im englischen Sprachraum Anwendung. Die Anfang der 1960er Jahre eingeführte internationale FAO-Bodenklassifikation geht von messbaren physikalischen, chemischen und morphologischen Eigenschaften der Böden aus, bezieht aber auch Gesichtspunkte russischer und mitteleuropäischer Klassifikationen ein.

3.4 Gewässer, Wasserhaushalt

Gewässer werden unterschieden in Grundwasser und Oberflächengewässer, letztere differenziert in Fließgewässer und Stand- oder Stillgewässer. In der Raumanalyse erfasst werden z. B.

- vorhandene Wasserflächen,
- morphologischer Zustand und Gewässergüte der Still- und Fließgewässer ,
- Bereiche mit hohem natürlichen Grundwasserstand,
- Wasserschutzgebiete (▷ *Schutzgebiete nach Wasserrecht*),
- Überschwemmungsgebiete,
- Retentionsräume (▷ *Hochwasserschutz*).

Zu den Fließgewässern zählen Quellen, Bäche, Flüsse, Ströme und die anthropogenen Kanäle. Stand- oder Stillgewässer sind natürlich entstandene Seen und Weiher, Sölle, Gewässer in Sümpfen und Mooren, temporäre Gewässer sowie die künstlichen Talsperren, Teiche und Abgrabungsseen (z. B. Tagebaurestseen).

Die Funktion der Oberflächengewässer im Naturhaushalt ist mannigfaltig: Wasserretention und -abfluss, Stofftransport und -festlegung, Klimaausgleich, Lebensraum, Erholung, ästhetische und ethische, soziale und erzieherische Aspekte (s. Abb. 5).

Für die ökologische Analyse und Bewertung eines Gewässers ist es notwendig, die seine Struktur und Funktion bestimmenden abiotischen (z. B. Morphometrie, Hydrologie, Gewässerbelastung) und biotischen Parameter (Gewässerorganismen, Arten-/Mannigfaltigkeitsindices, Artenfehlbetrag, Halobienindex (Versalzungsindex), Hemerobie, Saprobienindex usw.) einzuschätzen. Aufmerksamkeit ist auch dem Einzugsgebiet zu zollen, insbesondere der aktuellen Landnutzung.

Grundwasser ist das die Hohlräume der Erdkruste zusammenhängend ausfüllende und nur der Schwerkraft unterliegende, durch Infiltration gebildete, unterirdische Wasser. Der Grundwasservorrat kann unter Kenntnis von Mächtigkeit, Erstreckung und Speicherkapazität aller Grundwasserleiter sowie der Lage der Grundwasseroberfläche ermittelt werden. Die Beschaffenheit des Grundwassers (Grundwasserqualität) hängt von geogenen und anthropogenen Faktoren ab. Sie wird durch Laboruntersuchungen von Wasserproben ermittelt, wobei als Inhaltsstoffe Calciumionen, Nitrat, Schwermetalle und ausgewählte organische Verbindungen im Vordergrund stehen.

Abbildung 5: Die Elbe bei Radebeul in der Naturraumeinheit (Makrochore) Elbtal zwischen Pirna und Meißen (Sachsen). Neben dem Wasserabfluss hat der Fluss viele weitere Aufgaben: Wasserreinigung, Lebensraum für Tiere und Pflanzen (im Bild ein Auenwald-Fragment), Landschaftsbild und Erholung.

Quelle: Eigene Fotografie

Viele Grund- und Oberflächengewässer werden seit mehreren Jahren im regelmäßigen Turnus entsprechend den Anforderungen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik) überwacht (▷ *Monitoring*), wodurch inzwischen umfangreiche Informationen zum ökologischen Zustand vorliegen.

Im Mittelpunkt der Überwachung von Fließgewässern und Seen stehen die ökologische Funktionsfähigkeit und die Rolle als Lebensraum. Untersucht werden vier in der Wasserrahmenrichtlinie als biologische Qualitätskomponenten bezeichnete Organismengruppen:

- Makrozoobenthos (wirbellose Kleintiere)
- Makrophyten und Phytobenthos (fest sitzende Pflanzen und Algen)
- Phytoplankton (frei schwebende Algen)
- Fische

Chemisch-physikalische Grundparameter, wie pH-Wert und Temperatur, sowie die Gewässerstruktur gehen als ergänzende Qualitätskomponenten in die Bewertung ein. Hinzu kommen ausgewählte Schadstoffe (Industrie- und Agrarchemikalien). Im Hinblick auf den chemischen Zustand eines Gewässers wird eine EU-weit einheitliche Liste von derzeit 33 prioritären Stoffen abgearbeitet.

Die Überwachung des Grundwassers nach Wasserrahmenrichtlinie bedient sich über das Land verteilter repräsentativer Messstellen (Brunnen und Quellen der Wasserversorgung sowie staatliche Grund- und Quellwassermessstellen).

3.5 Klima

Während das Wetter die konkreten Einzelvorgänge atmosphärischer Phänomene beschreibt, wird Klima definiert als „die Zusammenfassung der Wettererscheinungen, die den mittleren Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort oder in einem mehr oder weniger großen Gebiet charakterisieren“ (Deutscher Wetterdienst 2015).

Zur Kennzeichnung des Klimas dienen langjährige statistische Mittelwerte der Elemente Lufttemperatur, Sonnenschein, Niederschlag, Nebel, Wind u. a. Für die Raumanalyse relevante Parameter sind z. B.

- mittlere Temperatur- und Niederschlagswerte,
- Luftqualität,
- Gebiete mit Frisch- und Kaltluftentstehung,
- Luftaustauschbahnen,
- bioklimatisch oder lufthygienisch besonders belastete Bereiche.

Aufgrund der Weitmaschigkeit des Beobachtungsnetzes der Wetterstationen werden die meisten Klimaelemente durch Interpolation nur kleinmaßstäbig als mittlere Monats- oder Jahresmittelwerte dargestellt. Für Detailangaben sind sie kaum geeignet, dafür müssen andere Quellen hinzugezogen werden, etwa eigene Messungen oder phänologische Kartierungen. Letztere fußen auf Beobachtungen der jährlichen Entwicklung von heimischen Wildpflanzen sowie von Kulturpflanzenarten. Erfasst werden der Eintritt und/oder die Länge sogenannter Phänophasen, wie z. B. das Knospenschieben, der Beginn der Blüte oder Blattentfaltung, die Voll- und Abblüte, das Erreichen der endgültigen Blattgröße oder auch die Fruchtreife und schließlich der Laubfall.

Über Luftqualität bzw. Luftbelastung geben Immissionskataster Auskunft. Auch Bioindikations-Schnellmethoden sind aussagekräftig, wie die Flechtenkartierung, die allerdings die Kenntnis zumindest der wichtigsten epiphytischen, auf Baumborken wachsenden und für langfristig wirkende Luftschadstoffimmissionen empfindlichen Flechtenarten voraussetzt.

3.6 Flora, Vegetation, Fauna, Biotope

Für die Raumanalyse hat die belebte Natur (Bios; ▷ *Biodiversität*) einen hohen Stellenwert, allen voran die aktuelle Vegetation, die den größten Teil der terrestrischen Erdoberfläche bedeckt und deren Antlitz maßgeblich prägt. Wichtige biotische Komponenten sind:

- Arten und Lebensräume allgemein,
- schutzwürdige Arten und Lebensräume von lokaler bis internationaler Bedeutung,
- gesetzlich geschützte Biotope bzw. Schutzgebiete,
- Verbreitung biogeographischer und ökologischer Zeigerarten.

Bereits anhand der Verbreitung von Einzelarten lassen sich Räume charakterisieren und differenzieren. Eine komplette floristische Analyse beinhaltet die Erfassung aller im Gebiet heimischen (indigenen) Pflanzenarten. Die daraus resultierende Florenliste lässt sich in verschiedenste Richtungen auswerten, so im Hinblick auf ökologische Zeigerwerte (bezüglich Licht, Temperatur, Kontinentalität, Feuchte, Reaktion (pH) und Stickstoff), ökologisch-soziologische Artengruppen, Gefährdungsgrad entsprechend der Roten Liste eines Landes oder einer Region.

Nach Herkunfts- oder Hauptverbreitungsgebieten können Arten bestimmten Arealtypen zugeordnet und Arealtypenspektren berechnet und ausgewertet werden. Im Temperaturgefälle von Nord nach Süd stehen arktische den mediterranen sowie im Feuchtegefälle von West nach Ost atlantische (ozeanische) den kontinentalen Arealtypen gegenüber. Die Abfolge der Höhenstufen von planar über collin, montan bis subalpin, alpin und nival ergibt sich vor allem aus abnehmenden Temperaturen, der Verkürzung der Vegetationszeit und aus steigenden Niederschlägen.

Im Vergleich zur Flora als Summe von Einzelfundorten der Pflanzenarten innerhalb eines Gebietes erweist sich die Vegetation in viel stärkerem Maße als flächenhaft-räumliche Erscheinung. Für die Kartierung der realen, aktuellen Vegetation mit all ihren Elementarflächen (Pflanzengesellschaften) ist ein großer Maßstab von zumindest 1:10.000 zu bevorzugen. In kleineren Maßstäben lassen sich Vegetationsmosaike darstellen.

Vegetationsaufnahmen erfolgen auf ökologisch und floristisch homogenen Aufnahmeflächen, d. h. auf Probeflächen, die keine physiognomischen oder sichtbaren standörtlichen Differenzen aufweisen. Die Mindestgröße der Fläche hängt von der Art der zu erfassenden Pflanzengesellschaft ab. Alle hier wachsenden Samen- und Farnpflanzen werden unter Schätzung ihrer Artmächtigkeit, meist nach einer zuerst von Braun-Blanquet (1964) entwickelten Skala (r, +, 1 bis 5) aufgelistet. Die Ausscheidung von Vegetationstypen geschieht bei der Tabellenarbeit nach der maximalen Ähnlichkeit der Artenkombination.

Ein interessantes theoretisches, für verschiedene praktische Zwecke (z. B. Bestimmung des heutigen natürlichen Wuchspotenzials der ▷ *Landschaft*, von Natürlichkeitsgrad und Hemorobie, für Naturraumgliederungen, ▷ *Naturschutz* und ökologischen Waldbau, Landschaftsplanung, Umweltmonitoring) anwendbares Konstrukt ist die auf Tüxen (1956) zurückgehende potenziell-natürliche Vegetation (pnV). Sie würde die vom Menschen kultivierte Erdoberfläche bedecken, wenn man den aktuellen menschlichen Einfluss außer Acht ließe und die pnV anstelle der heutigen nutzungsbedingten Sekundärvegetation ohne eine langwierige Entwicklung (Sukzession) schlagartig einsetzte. Somit entspricht die heutige potenziell-natürliche Vegetation (hpnV) den aktuellen Standortbedingungen, einschließlich aller tiefgreifenden, irreversiblen Veränderungen durch Nutzungseingriffe. Die Kartierung der pnV setzt große vegetations- und landschaftskundliche Erfahrung voraus und erfordert einen beachtlichen Aufwand. Allerdings liegen für ganz Deutschland (und darüber hinaus), die Bundesländer und für Teilflächen (darunter z. B. Schutzgebiete) bereits pnV-Karten vor.

Ähnlich wie die Flora kann auch die Tierwelt im Rahmen einer Raumanalyse relevant sein, in Gestalt ausgewählter Einzelarten oder Artengruppen bis hin zur gesamten Fauna eines Gebietes. Tiere sind u. a. als Indikator von Umweltzuständen, aber auch als Zielobjekt des Naturschutzes von Interesse.

Faunistische Informationen stehen in Form von Kartierungen, Datenbanken und Fachliteratur zur Verfügung, insbesondere für Schutzgebiete. Die für die Erfassung im Gelände angewendeten Methoden variieren in Abhängigkeit von der untersuchten Tiergruppe beträchtlich. Für manche Zwecke genügen reine Artenlisten, aussagekräftiger sind aber quantitative Angaben. Letztere lassen sich z. B. bei Vögeln in Form der Siedlungsdichte vorteilhaft zur Brutzeit erheben, wobei zwischen erfolgreicher Brut und Brutverdacht (Nestbau, Gelegefund, singende Männchen, Aufenthalt zur Brutzeit im geeigneten Habitat) differenziert werden sollte.

Es gibt im Wesentlichen drei Typen der gezielten Erfassung von Tieren:

- gezielte Nachsuche: visuell, akustisch, Aufsammeln per Hand oder mit einfachen Hilfsmitteln;
- quantitative Schätzung über normierte Erfassungsmethoden (z. B. Linientaxation);
- Fang mithilfe von Fallen unterschiedlichster Bauart.

Zu Methoden der Erhebung von Tierarten(gruppen) existiert eine Vielzahl an Fachveröffentlichungen, sowohl Überblickswerke als auch für jede Artengruppe spezifische Standardwerke (für Vögel z. B. Südbeck/Andretzke/Fischer et al. 2005).

Ein bewährtes Instrument zur Charakterisierung eines Gebietes ist die Biotopkartierung. Als ▷ *Biotop* wird landläufig der abgrenzbare Lebensraum einer spezifischen Lebensgemeinschaft (Biozönose) von Pflanzen und Tieren verstanden, die durch einheitliche Lebensbedingungen gekennzeichnet ist. Gleichartige oder ähnliche Biotope können einem bestimmten Biotoptyp zugeordnet werden. Je nach Fokus auf räumliche Schwerpunkte gibt es Biotopkartierungen in der freien (Agrar-)Landschaft, im urbanen Raum (Stadtbiotopkartierung) oder im Wald. Ferner werden selektive (der für den Naturschutz wichtigen Biotope), flächendeckende und repräsentative Biotopkartierung unterschieden.

Für die Biotopkartierung empfiehlt sich methodisch eine dreistufige Herangehensweise: An die Auswertung vorhandener Unterlagen schließen sich Luftbildinterpretation und Erfassungen im Gelände an. Als Kartierungszeitraum kommt die gesamte Vegetationsperiode (Mai bis Oktober) infrage; zur genaueren Ansprache von Vegetationstypen, Pflanzen- und Tierarten muss die betreffende Fläche mehrmals zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufgesucht werden. Biotopkarten bzw. -datenbanken werden von den Umweltbehörden der Bundesländer und der Landkreise bzw. kreisfreien Städte verwaltet.

Die Nomenklatur kann infolge der Verwendung länderspezifischer Biotopschlüssel zwischen den Bundesländern variieren. Für die EU standardisiert sind die Lebensraumtypen gemeinschaftlicher Bedeutung nach der FFH-Richtlinie (Fauna-Flora-Habitat). Dabei handelt es sich um Biotoptypen oder Biotopkomplexe, die nach Anhang I der FFH-Richtlinie im Schutzgebietssystem Natura 2000 geschützt werden müssen. Der Begriff *Habitat* bezeichnet den charakteristischen Wohn- oder Standort einer Art (oder Gruppe von Arten). Vielfach, vor allem im englischen Sprachraum, werden allerdings die Begriffe *Habitat* und *Biotop* synonym verwendet.

Im Hinblick auf Standardmethoden zu floristischen/vegetationskundlichen, faunistischen/tierökologischen und biotopbezogenen Untersuchungen und Bewertungen sei insbesondere für raumrelevante bzw. naturschutzfachliche Analysen und Planungen auf die umfangreiche Darstellung von Plachter, Bernotat, Müssner und Riecken (BfN 2002) verwiesen.

4 Bewertung der Leistungsfähigkeit

Zusätzlich zur Erfassung wertfreier, der Sachebene zuzuordnender Fakten können auch solche Sachverhalte in die Raumanalyse einbezogen werden, die bereits eine Bewertung durch den Menschen durchliefen. Anliegen einer ökologischen Bewertung ist es, räumliche Strukturen, Nutzungen, Funktionen und Potenziale im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes zu beurteilen.

Die Leistungsfähigkeit kann mit dem Potenzialkonzept beschrieben werden, das Naturdargebot wird mit dem Blick des potenziellen Nutzers mittels primär naturwissenschaftlicher Arbeitsweise taxiert. Es geht darum, das Leistungsvermögen eines Raumes als den für die Gesellschaft verfügbaren Spielraum in der Nutzung sichtbar zu machen und auch Kategorien wie Risiken, Belastbarkeit und Tragfähigkeit (bzw. ▷ *Resilienz/Robustheit*) zu berücksichtigen, die bestimmte Nutzungsabsichten begrenzen oder gar ausschließen können (vgl. Mannsfeld 1983; Grunewald/Bastian 2010, 2013).

Während Potenziale die Möglichkeit der Naturnutzung beschreiben, drückt sich deren Wirklichkeit im Funktionsbegriff aus. In Raumordnung und Landesplanung werden Funktionen definiert als „Aufgaben, die ein Raum für die Lebensmöglichkeiten der Menschen erfüllen soll“ (Brösse 1995: 353). Für die Bewertung von Potenzialen bzw. Landschaftsfunktionen existiert eine Vielzahl an Verfahren bzw. Algorithmen, die aus der einschlägigen Fachliteratur ersichtlich sind.

Ab den 1990er Jahren etablierte sich auf internationaler Ebene das Konzept der ▷ *Ökosystemdienstleistungen* (Ecosystem services), das zusätzlich zur Leistungsfähigkeit (Potenzial bzw. Angebot) die tatsächliche Nachfrage nach bestimmten Leistungen thematisiert (vgl. Grunewald/Bastian 2013).

5 Datengewinnung und -verarbeitung

5.1 Indikatoransatz

Für die Raumanalyse nützlich sind Indikatoren, die bei hohem Erklärungsgehalt den Erfassungsaufwand begrenzen, da es nahezu ausgeschlossen ist, mit vertretbarem Aufwand sämtliche Komponenten und ihre vielfältigen Wechselwirkungen innerhalb eines Raumes komplett zu erfassen.

Der Indikatoransatz verkörpert einen Kompromiss zwischen der erwünschten Breite und Tiefe der Aussagen sowie der notwendigen Praktikabilität der Herangehensweise. In der Raumanalyse sollten aussagekräftige, auf Größe und Charakter des Gebietes sowie die konkrete Zielstellung zugeschnittene Indikatoren Verwendung finden. An Indikatoren werden zahlreiche Anforderungen

gestellt, so hinsichtlich ihrer Quantifizierbarkeit, Validität, Sensitivität, Transparenz, eindeutigen Wirkungszuordnung, räumlichen und zeitlichen Vergleichbarkeit usw. (vgl. Bastian/Schreiber 1999).

5.2 Datenquellen und Informationssysteme

Grundlegende Voraussetzung für Raumanalysen sind aussagekräftige Daten. In der Praxis müssen die meisten Informationen aus verfügbaren Unterlagen (Karten, Luft- und Satellitenbildern, Geographischen Informationssystemen, Datensammlungen, Publikationen usw.) entnommen werden.

Seit Langem bewährt sind topografische Karten, die als einer der wenigen Datenträger in vielen Ländern flächendeckend zur Verfügung stehen. Neben topografischen Grundkarten gibt es thematische Sonderkarten (Verkehrskarten, Stadtpläne, Verwaltungs-, Wander-, Schutzgebiets-, geologische, vegetationskundliche Karten usw.), in unterschiedlichen Maßstäben und mit Sonderblattschnitten, außerdem Reproduktionen historischer Karten, jedoch nicht in jedem Fall flächendeckend.

Heute kommen zunehmend die Vorteile digitaler topografischer Daten und Karten zum Zuge, die vor allem in der Unabhängigkeit von Maßstab, Blattschnitt und Zeichenschlüssel sowie in der selektiven Bearbeitung sich überlagernder Karteninformationen und in der Verknüpfung grafischer Elemente mit nicht grafischen Daten liegen.

Als wichtiges Hilfsmittel gilt die Geofernerkundung (Luft- und Satellitenbilder; ▷ *Fernerkundung*). Ein Beispiel ist die satellitengestützte Aufnahme und einheitliche Klassifikation der Landnutzung (Landbedeckung bzw. grobe Vegetations- und Nutzungstypen) mit dem Projekt „CORINE Land Cover“ der EU.

Die Gewinnung und Aufbereitung räumlicher Daten, deren Bewertung, Verknüpfung und Anwendung sind ohne EDV kaum noch vorstellbar. Hierzu zählen Geographische Informationssysteme (GIS). Sie bieten nicht nur den Vorteil, Datenbankanalyse und raumbezogene Visualisierung (digitale Kartografie) zu verknüpfen, sondern auch Flächenverschneidungen bei unterschiedlichen räumlichen Bezugssystemen oder heterogenen Datenformaten (Vektordaten versus Rasterdaten) in die Raumanalyse einzubeziehen.

Spezialanwendungen stellen die Fachinformationssysteme (etwa zu Biotopen, Wald, Wasser, Boden) dar, übergreifende Landschaftsinformationssysteme und Umweltinformationssysteme. Unter dem Begriff der Räumlichen Informationssysteme (RIS) lassen sie sich zusammenfassen. Ein Beispiel für Topografische Informationssysteme ist ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem) (vgl. Bastian/Schreiber 1999).

Als hochaktuelles Fachinformationssystem zu Fragen der Bodenbedeckung und Flächennutzung stellt der „Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor)“ des Leibniz-Instituts für ökologische Raumentwicklung (IÖR) Informationen zur Flächenstruktur und deren Entwicklung sowie zur Landschaftsqualität flächendeckend für die Bundesrepublik Deutschland bereit (vgl. IÖR o. J.).

Literatur

AG Boden – Ad-hoc Arbeitsgruppe Boden der Geologischen Landesämter und des Bundesamtes für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.) (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. Hannover.

Bastian, O.; Schreiber, K.-F. (Hrsg.) (1999): Analyse und ökologische Bewertung der Landschaft. Heidelberg/Berlin.

BfN – Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2002): Entwicklung und Festlegung von Methodenstandards im Naturschutz. Bonn / Bad Godesberg. = Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 70.

Blotevogel, H. H. (2005): Raum. In: ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumordnung. Hannover, 831-841.

Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie – Grundzüge der Vegetationskunde. Wien.

Brösse, U. (1995): Funktionen in Raumordnung und Landesplanung. In: ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumordnung. Hannover, 353-356.

Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) (2015): Klima. Definition des Begriffes. http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_result_page&portletMasterPortlet_i1gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FSpezielle__Nutzer%2FSchulen%2FKlima%2FBegriffe%2FKlima__node.html%3F__nnn%3Dtrue (01.10.2015).

Grunewald, K.; Bastian, O. (2010): Ökosystemdienstleistungen analysieren – Begrifflicher und konzeptioneller Rahmen aus landschaftsökologischer Sicht. In: GeoÖko 31, 50-82.

Grunewald, K.; Bastian, O. (Hrsg.) (2013): Ökosystemdienstleistungen. Konzept, Methoden und Fallbeispiele. Berlin/Heidelberg.

Haase, G. (1979): Entwicklungstendenzen in der geotopologischen und geochorologischen Naturraumerkundung. In: Petermanns Geographische Mitteilungen 123 (1), 7-18.

IÖR – Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (Hrsg.) (o. J.): Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor). http://www.ioer-monitor.de/ (10.07.2015).

Leser, H. (1997): Landschaftsökologie. Stuttgart.

Mannsfeld, K. (1982): Naturräumliche Erkundung und Ordnung am Beispiel von Westlausitzer Platte und Hügelland. In: Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften 7, 19-34.

Mannsfeld, K. (1983): Landschaftsanalyse und Ableitung von Naturraumpotentialen. Berlin. = Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse 55,3.

Meynen, E.; Schmithüsen, J. (1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Band 1: 1953-1962. Remagen.

Neef, E. (1963): Dimensionen geographischer Betrachtungen. In: Forschungen und Fortschritte 37, 361-363.

Papadakis, A. (Hrsg.) (2009): Die große Enzyklopädie der Wirtschaft: Raumanalyse. http://www.economia48.com/deu/d/raumanalyse/raumanalyse.htm (10.03.2015).

Spektrum Akademischer Verlag (Hrsg.) (2001): Lexikon der Geographie: Raumanalyse. http://www.spektrum.de/lexikon/geographie/raumanalyse/6433 (01.10.2015).

Südbeck, P.; Andretzke, H.; Fischer, S.; Gedeon, K.; Schikore, T.; Schröder, K.; Sudfeldt, C. (Hrsg.) (2005): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Radolfzell.

Tüxen, R. (1956): Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. In: Angewandte Pflanzensoziologie 13, 5-42.

Weiterführende Literatur

Bastian, O.; Steinhardt, U. (eds.) (2002): Development and perspectives of landscape ecology. Dordrecht.

Glawion, R.; Glaser, R.; Saurer, H.; Gaede, M.; Weiler, M. (2012): Physische Geographie. Braunschweig.

Krönert, R.; Steinhardt, U.; Volk, M. (eds.) (2001): Landscape balance and landscape assessment. Berlin / New York.

Pott, R. (2014): Allgemeine Geobotanik. Berlin.

Scheffer, F.; Schachtschabel, P. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. Heidelberg/Berlin.

Steinhardt, U.; Blumenstein, O.; Barsch, H. (2011): Lehrbuch der Landschaftsökologie. Heidelberg.

Bearbeitungsstand: 11/2016