

Thomas MOSIMANN, Hannover  
Ilka KÖHLER, Hannover  
Isabelle POPPE, Hannover

## **Entwicklung prozessual begründeter landschaftsökologischer Leitbilder für funktional vielfältige Landschaften**

### **Summary**

Functionally diverse (multiplex) landscapes meet various functions concerning land use, protection, regulation and buffering due to an almost optimal arrangement of areas of different land use intensity and protected areas (conservation areas). Process orientated landscape-ecological exemplary models illustrate how such a functionally optimised state should be shaped in the different types of landscapes. This paper presents the various steps for achieving these models based on an inductive derivation and on a solid knowledge of the landscapes involved. The most important instrument, however, is the connection model (fig. 2) which is based on several modules: on an hierarchic model for the determination of priority functions, on a matrix of the rules concerning the coincidence of functions and on a matrix for the determination of the need for ecological buffer zones. The principle procedure of these steps is explained. The result is a triple one: a map illustrating the aimed state of land use (the exemplary model in its literal sense), the parameters for the optimal and the tolerable shares of the different areas of land use and protection and an evaluation of the actual state of the ecological adaptation in land use achieved by comparing the real state and the aimed one (the landscape-ecological balance). The investigation analyses the minimum size of the areas which is relevant for the development of an exemplary model. Dependent on the natural structure of the landscape and its land use pattern the minimal size is 15–30 km<sup>2</sup>.

Functionally based landscape-ecological exemplary models have various practical applications. They are suitable for a more reasonable derivation of priority regions and of regions where certain land use patterns must be excluded, for the planning-orientated differentiation of agricultural land in areas with intensive or extensive land use, for the revelation of conflicts and

synergies between land use and protection, for the spatially optimal amelioration of ecological compensation areas and for the control of the effects of landscape development.

## 1 Einleitung

Viele Landschaften werden sich in den nächsten Jahrzehnten weiterhin erheblich verändern. Die Gründe für diese mit unveränderter Dynamik ablaufende Landschaftsentwicklung sind bekannt: unveränderter Siedlungsdruck und Verkehrsflächenausbau, fundamentale strukturelle Veränderungen in der Landwirtschaft, Entstehung immer neuer Erholungsformen und Ausbau der touristischen Infrastruktur usw. Auf der andern Seite wird die Bedeutung der Ressource ‚Landschaft‘ im ökologischen und ästhetischen Sinne unbestritten anerkannt. Der Umgang mit dieser Ressource verlangt aber Konzepte und Planung. Dabei geht es weniger um ‚Planung von oben‘, sondern um akteursorientierte iterative Planungsprozesse im Sinne der Vorstellungen der Agenda 21. Prozessorientierung bezieht sich dabei nebst der Orientierung an ökologischen Funktionen auf den Planungsablauf selber und die Partizipalien der Betroffenen (JESSEL 1995). Klammern bilden dabei in der Regel der Nachhaltigkeitsbegriff oder Konzepte der integrierten ländlichen Entwicklung (VON MEYER 1997). Wenn aber bei der Verwirklichung von ‚Nachhaltigkeit‘ der ökologische Aspekt nicht zum Nebenschauplatz verkommen soll, braucht es fachlich begründete Vorstellungen für eine ökologische Optimierung von Landschaftsstruktur und Landschaftsentwicklung unter Berücksichtigung vielfältiger ökologischer Belange. Als Mittel der inhaltlichen Aggregation und Verdichtung dieser landschaftsökologischen Anforderungen eignen sich Leitbilder.

Über Ziele, Inhalte, Aufgaben und Entwicklungen landschaftsbezogener Leitbilder und damit verbundenen Qualitätszielen wurde in den letzten Jahren eine breite Diskussion geführt (zusammenfassende Darstellung bei WIEGLEB 1997). Landschaftsleitbilder stellen immer einen wünschbaren, notwendigen und/oder anzustrebenden Landschaftszustand dar. Sie können aber unterschiedliche Sichtweisen und Perspektiven haben (Übersicht siehe Abb. 1<sup>1</sup>). Zudem ist grundsätzlich zu differenzieren zwischen

- Leitbildern, die in diskursiven Planungsprozessen entstehen und
- Expertenleitbildern, die von Fachleuten auf entsprechenden inhaltlichen und methodischen Grundlagen abgeleitet werden.

Beide Vorgehensweisen sind natürlich methodisch sehr unterschiedlich. Trotzdem lassen sie sich nicht völlig trennen. Da Expertenleitbilder immer

---

<sup>1</sup> Die Abbildungen und Tabellen befinden sich am Ende dieses Beitrags.

auch ein Szenario darstellen, ist es nicht sinnvoll, fachliche Leitbilder losgelöst von gesellschaftlichen Vorstellungen und Ansprüchen für die Nutzung eines Raumes zu entwickeln (siehe Kap. 3.1, Punkt 3). Auf der andern Seite können auch im Diskurs der Akteure entwickelte Leitbilder nicht ohne fachliche ‚Leitplanken‘ entstehen. Expertenleitbilder müssen Diskussionsfixpunkte liefern. Die ökologisch begründeten Landschaftsleitbilder stellen die sich aus den wissenschaftlichen Kenntnissen ergebenden Soll-Zustände dar, in deren Richtung sich eine an Nachhaltigkeitsprinzipien orientierte Raumnutzung und Raumentwicklung bewegen muss. Ohne Expertenleitbilder gibt es also keinen in seinem inhaltlichen Erfolg überprüfbareren Akteursdiskurs.

Der Schwerpunkt der ökologischen Diskussion um Landschaftsleitbilder liegt traditionell im Naturschutz (aktuelle Arbeiten: WIEGLEB et al. 1999, FINK et al. 1997). Lange Zeit stand der bewahrende Ansatz im Sinne der Erhaltung oder Wiederherstellung früherer Kulturlandschaftszustände im Vordergrund. Erst in den letzten Jahren setzte sich nebst einem breiteren Biodiversitätsansatz der Prozessschutzgedanke („Raum schaffen für die Eigenentwicklung der Natur“) durch (JEDICKE 1998). Die nach wie vor stark auf Flora und Fauna, also Biodiversität, orientierte Diskussion und Leitbildermethodik braucht aber dringend eine Ausweitung in Richtung landschaftshaushaltlich-funktionaler Aspekte (siehe Abb. 1). Die Landschaftsfunktionen müssen bei der Ableitung von Leitbildern und Landnutzungskonzepten umfassender und stärker vernetzt zum Tragen kommen, wie schon von BASTIAN u. RÖDER (1996) angestrebt. Zudem stellt sich die Frage der Landschaftsentwicklung für alle Räume, und nicht nur für periphere Räume (siehe DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE 1997), wo durch den Teilrückzug der Landwirtschaft und geringen Siedlungsdruck eine Revitalisierung besonders gute Chancen hat.

Die Geographie allgemein und die Landschaftsökologie im Besonderen sind also gefragt. Benötigt wird ein möglichst breit anwendbares landschaftshaushaltlich begründetes Konzept zur Ableitung von Soll-Zuständen der Landnutzung. Dabei müssen nebst einer Betrachtung der biotischen Ausstattung viel stärker Prozesse und Regulationsfunktionen Berücksichtigung finden. Dies erfordert eine Weiterentwicklung und Verknüpfung der vielen bestehenden Einzelansätze in Richtung wissenschaftlicher Modelle hoher Integrationsebene. Die Kernaufgabe besteht in einer Formalisierung der Verknüpfung der vielfältigen Funktionen, Potenziale und Risiken (Liste siehe Kap. 2.3). Der folgende Beitrag stellt ein Modellkonzept für die systematische Ableitung prozessorientierter landschaftsökologischer Leitbilder für funktional vielfältige Landschaften dar.

## 2 Theoretische Basis

### 2.1 Was ist eine funktional vielfältige Landschaft (Multifunktionslandschaft)?

Funktional vielfältige Landschaften sind vielseitig und angepasst genutzte Kulturlandschaften. Sie schaffen Wirtschafts-, Lebens- und Erholungsraum für alle Bevölkerungsgruppen und enthalten genügend Lebensräume für eine reiche Pflanzen- und Tierwelt. Sie erfüllen durch eine möglichst optimale Verteilung von Flächen unterschiedlicher Nutzungsintensität und Schutzgebiete vielfältige Nutzungs-, Schutz- und Regulationsfunktionen. Diese universelle Vorstellung konkretisiert sich im landschaftshaushaltlich-prozessualen Sinne in folgenden Aspekten:

- Die Nutzungen orientieren sich am natürlichen Potenzial und an den Risiken für die verschiedenen Schutzgüter.
- Es findet flächendeckend ein Ausgleich zwischen Nutzungs- und Schutzinteressen statt.
- Das Verhältnis zwischen intensiv genutzten Flächen und ökologischen Ausgleichsflächen ist ausgewogen.
- Belastungen durch die Nutzung werden durch optimale Standortwahl und standortgerechte Bewirtschaftung minimiert.
- Die ökologischen Regulationsfunktionen der Landschaft bleiben langfristig erhalten.
- Das wasserhaushaltliche Retentionsvermögen wird ausgenutzt.
- Stoffkreisläufe sind, soweit möglich, geschlossen (Retentionsprinzip).
- Nutzungskonflikte werden durch Trenngürtel minimiert.
- Fließgewässer haben genügend Raum für eine natürliche Entwicklung.

Diese bekannten, landschaftsökologisch zentralen Zielsetzungen lassen sich nicht durch Einzelmaßnahmen, Nutzungsaufgaben oder selektive Entwicklung bestimmter Biotoptypen alleine erreichen. Entscheidend ist immer der Verzicht auf unverträgliche Nutzungen auf bestimmten Flächen, die optimale Verteilung der Nutzungs- und Schutzflächen und die Anbindung der Regulationsleistungen an die Nutzung. Dies geschieht über einen ökologischen Optimierungsprozess, der durch gesetzliche Rahmenvorschriften, wirtschaftliche Anreize und Raumplanung gesteuert werden muss. Das hierfür formulierbare fachliche Leitbild stellt keinen von den Nutzungsvorstellungen losgelösten theoretischen Idealzustand dar. Es geht vielmehr von den tatsächlich vorhandenen Nutzungsansprüchen aus und setzt diese in ein prozessual begründetes optimales Verteilungsmuster um. Auch fachliche Leitbilder sind dabei kein ‚definitives Bild‘, sondern müssen mit den sich verändernden Nutzungsansprüchen immer wieder angepasst werden.

## 2.2 Grundlegende Theorien, Vorstellungen und Annahmen

Die heutige theoretische Vorstellung einer haushaltlich-funktional optimierten Landnutzung basiert auf einer rund 30-jährigen Entwicklung ökologisch orientierter raumbezogener Theorien und Konzepte. Für die Entwicklung prozessorientierter landschaftsökologischer Leitbilder sind dabei folgende Ansätze von besonderer Bedeutung:

- Die Theorie der differenzierten Bodennutzung (HABER 1971 und spätere Arbeiten), inklusive dem Prinzip der standortgerechten Nutzung.
- Das Konzept der Naturraumpotenziale bzw. des landschaftshaushaltlichen Leistungsvermögens (z.B. MANNSFELD 1983, MARKS et al. 1989).
- Das Prinzip der ökologischen Flächenbilanz (praktisch vorgeführt z.B. von HABER et al. 1991).
- Das Prinzip der Vorrangnutzung bzw. Vorrangfunktionen (konkretisiert z.B. mit dem Konzept zur Optimierung von Landschaftsfunktionen von BASTIAN u RÖDER 1996).
- Die prozessorientierte Typisierung landschaftlicher Ökosysteme (MOSIMANN 1990, ZEPP 1999).
- Das Prozessschutzkonzept im modernen Naturschutz (z.B. JEDICKE 1998).

Die Aufzählung dieser Theorien, Konzepte und Prinzipien zeigt, dass statische Ansätze erst allmählich durch mehr prozessorientierte Ansätze ergänzt werden. Die heutige prozessorientierte Sicht ordnet die landschaftsökologischen Funktionen nicht mehr isoliert nebeneinander stehenden Flächen zu, die weitgehend durch Struktureigenschaften bestimmt sind. Die ein landschaftliches Mosaik aufbauenden Areale sind als haushaltlich-funktionale Einheiten („Prozesseinheiten“) zu verstehen. Was heißt das konkret?

- An Stelle der Zuordnung von Einzelfunktionen an isoliert betrachtete Areale mit entsprechenden Struktureigenschaften tritt die Funktionsüberlagerung. Die Möglichkeiten und Grenzen der Funktionsüberlagerung werden zum wichtigen Kriterium für die Optimierung der Nutzungsmuster.
- Die meisten Areale sind in ein laterales Prozessgefüge eingebunden. Jede Funktionszuordnung muss deshalb auch von Nachbarschaftswirkungen abhängig gemacht werden. Räume zwischen emittierenden Arealen und benachbarten, durch diese Emissionen gefährdeten oder in ihrer Funktion beeinträchtigten Ökosystemen übernehmen Pufferfunktion.
- Die Prozesse in landschaftlichen Ökosystemen lassen sich zur Regulation nutzen (z.B. Nährstoffretention), wenn sich die Nutzungsverteilung am Prozessgefüge orientiert.
- Aus der Funktionsüberlagerung und der räumlichen Stellung eines Areals

im Prozessgefüge resultiert nicht nur eine bestgeeignete Nutzung (Vorrangnutzung), sondern auch eine Nutzungsintensität. Die Trennung intensiv und extensiv genutzter Areale wird mehr haushaltlich begründet (Ableitung bisher v.a. aus Ertragspotenzial oder Biotopwert).

- Gebiete ohne oder mit geringer Nutzung sind Areale, wo sich natürliche Prozesse am besten entfalten können (Eigenentwicklung der Natur durch Prozessschutz und Sicherung der entsprechenden Räume, z.B. Raumbedarf für Fließgewässer).

Aufbauend auf dem heutigen haushaltlichen Verständnis einer Landschaft geschieht die Funktionsverknüpfung und -überlagerung für die Ableitung eines prozessorientierten Leitbildes in vier Funktionskategorien (Zuordnung der Einzelfunktionen zu den Funktionskategorien siehe Abb. 4).

### *Nutzungsfunktionen*

Die Nutzungen im nicht bebauten Raum, die einem Areal auf Grund seiner natürlichen Eignung zugewiesen werden können.

### *Schutzfunktionen*

Fähigkeiten und Aufgaben von Arealen zur Entwicklung und Beherbergung einer natürlichen Lebensgemeinschaft, zur Entwicklung eines naturbestimmten Standort- bzw. Ökotoptmusters mit der entsprechenden Prozessdynamik zur Erhaltung von Böden sowie zur Bewahrung von Formen und Erscheinungen der unbelebten Natur oder der früheren Kulturlandschaft.

### *Regulationsfunktionen*

Fähigkeiten und Aufgaben von Arealen zur ausgleichenden Steuerung natürlicher Prozesse, zur Rückhaltung und Transformation schädlicher Stoffe, zum Abbau ökologischer Belastungen und zur Verbesserung der Funktionsfähigkeit aller Teilsysteme der Landschaft.

### *Pufferfunktionen*

Aufgaben von Arealen zur Verhinderung bzw. Verminderung schädlicher Einwirkungen auf Schutzflächen und empfindliche Nutzungen und zur Abschottung von Arealen mit hohen Emissionen.

Die meisten Areale einer ökologisch optimierten Landschaft können Funktionen aus mehreren Kategorien übernehmen. Die Regulations- und Pufferfunktionen stehen dabei nie eigenständig, sondern sind immer an Nutzungs- und /oder Schutzfunktionen angebunden. Das Arealmuster eines Leitbildes besteht deshalb ausschließlich aus Nutzungs- und Schutzgebieten, hinter denen die anderen beiden Funktionen stehen und auf den Karten

z.T. auch zusätzlich abgebildet werden (siehe Kartenverweise in Kap. 5.1).

Alle einem Areal zuordbaren Funktionen leiten sich aus seinen ökosystemaren Eigenschaften (Struktur und Funktion), seiner Nutzung bzw. natürlichen Lebensgemeinschaft und seiner Lage im Raumgefüge ab. Ein Regelwerk zur Ableitung eines prozessorientierten Leitbildes muss deshalb prinzipiell vier Bereiche umfassen:

1. Regeln, welche für bestimmte Flächen, Nutzungen und Schutzfunktionen zulassen oder ausschließen.
2. Regeln, welche eine Regulationsfunktion als relevant/nicht relevant einstufen.
3. Regeln, welche die Regulationsfunktionen miteinander und mit den Nutzungs- und Schutzfunktionen verknüpfen.
4. Regeln, welche die Notwendigkeit von Pufferfunktionen im Muster der Nutzungen und Schutzflächen festlegen.

### *2.3 Die berücksichtigten Funktionen, Potenziale und Risiken*

Prozessual begründete landschaftsökologische Leitbilder stehen inhaltlich auf einer sehr hohen Aggregationsebene. Entsprechend den breiten inhaltlichen Anforderungen, den ausgereiften methodischen Möglichkeiten zur Abschätzung von Einzelfunktionen und der notwendigen Verzahnung mit zukünftigen Nutzungsansprüchen sowie dem Kulturlandschaftsschutz müssen vielfältige Funktionen, Potenziale und Risiken miteinander verknüpft werden. Das Leitbildmodell berücksichtigt grundsätzlich die folgenden Einzelaspekte, wobei im Wirkungsgefüge der einzelnen Landstypen natürlich nicht immer alle bedeutsam sind:

1. Schutz und Entwicklung von Lebensräumen und Landschaftskompartimenten:
  - aktueller Natürlichkeitsgrad,
  - Biotopentwicklungspotenzial,
  - Raumbedarf der Fließgewässer,
  - Grundwasserschutzbedarf,
  - Erosionsgefährdung,
  - Verdichtungsgefährdung,
  - Kulturlandschaftselemente und
  - Geotope.
2. Schutz und Entwicklung von Funktionen:
  - Hochwasserretention,
  - Nährstoff- und Schadstoffretention,
  - Immissionsschutz,
  - Filterfunktion des Bodenkörpers,

- Grundwasserneubildung,
- klimaökologischer Ausgleich/Lufterneuerung und
- Pufferung von Schadstoffeinträgen.

### 3. Nutzungspotenziale und Nutzungsbedarf:

- landwirtschaftliches Ertragspotenzial,
- besondere Nutzungsansprüche außerhalb des bebauten Bereiches (Flächen für ausschließliche Erholungsnutzung, Rohstoffgewinnung usw.)
- evtl. forstliches Ertragspotenzial.

Zur Erfassung der genannten Funktionen, Potenziale und Risiken stehen heute eine Fülle von Modellen verschiedener Typen zur Verfügung. Diese sind zum Teil von allgemeiner Gültigkeit, zum Teil regionsspezifisch. Es ist nicht Aufgabe dieses Beitrages, die einzelnen Modellansätze und Modelle näher darzustellen. Tab. 1 liefert aber eine komplette Übersicht zu den Verfahren, die für die Einschätzung der Einzelfunktionen bei der Ableitung der in Kap. 5 erwähnten Leitbilder verwendet wurden. Tab. 1 macht damit die Art der Verfahren, die Art der Schätzskalen und v.a. die gewählten Standards deutlich.

Das Modell zur Ableitung eines landschaftsökologischen Leitbildes ist bezüglich der Einzelverfahren zur Bestimmung der Funktionen, Potenziale und Risiken völlig offen. Die Einzelverfahren sind also austauschbar. Dies ermöglicht es, Modelle zu verwenden, die regionsspezifische Besonderheiten adäquat abbilden. Zudem können einfachere Verfahren entsprechend dem Stand des Wissens, der Technik und der Datenverfügbarkeit schrittweise durch komplexere Modelle ersetzt werden.

## 3 Modellkonzept

### 3.1 Gesamtaufbau des Modells zur Ableitung landschaftsökologisch optimierter Nutzungsmuster

Die wissensbasierte Ableitung eines funktional begründeten landschaftsökologischen Leitbildes ist ein induktiver Prozess. Dieser Prozess läuft über viele Schritte (siehe unten). Im Zentrum steht das Verknüpfungsmodell, das aus mehreren Modulen aufgebaut ist (Abb. 2, Kap. 3.2–3.4). Dieses Verknüpfungsmodell lässt sich überwiegend, aber nicht völlig algorithmisieren (siehe einzelne Bemerkungen unten). Das größtenteils automatische Durchlaufen des Verknüpfungsmodells ergibt einen Konzeptentwurf. Diese auf den Standardregeln beruhende Konzeptkarte wird nachbearbeitet, um die örtlichen Gegebenheiten angemessen zu berücksichtigen. So entsteht die endgültige Karte des Leitbildes. Diese bildet die Grundlage für die Flächen-

bilanzierung und Gesamtbewertung. Das Ergebnis ist also mehrschichtig. Es besteht im Wesentlichen aus drei Teilen:

- Einer Karte des Sollzustandes der Landnutzung (dem Leitbild im engeren Sinne).
- Den Kennzahlen für die optimalen bzw. vertretbaren Anteile der verschiedenen Nutzungs- und Schutzflächen (siehe Tab. 2). Diese spezifischen Flächenanteile stellen eine Bilanz des Sollzustandes dar. Im Rahmen noch weiter zu prüfender Grenzen besitzen diese Kennzahlen Gültigkeit für den untersuchten Landschaftstyp, sofern das untersuchte Gebiet genügend groß gewählt wurde (siehe Kap. 5.2).
- Der Bewertung des aktuellen Grades der ökologischen Anpassung der Nutzung. Dies geschieht durch den Vergleich Ist-Zustand /Soll-Zustand der Landnutzung. Mit einer solchen landschaftsökologischen Bilanz lässt sich auch jede neue Planung messen, z.B. mit der Frage wie weit sich die geplante Entwicklung in Richtung Soll-Zustand bewegt.

Im Einzelnen läuft die Ableitung eines landschaftsökologischen Leitbildes über folgende Arbeitsschritte:

1. Erhebung der aktuellen Landnutzung (als Grundlage für die oben genannte Ist-/Soll-Bilanz).
2. Abschätzung aller für den jeweiligen Landschaftstyp relevanten Potenziale, Funktionen und Risiken (Einzelabschätzung und -bewertung im herkömmlichen Sinne).
3. Inventar der zukünftigen Nutzungsansprüche. Hierbei handelt es sich um die Vorrangnutzungen im Sinne des Raumordnungsprogramms und Regionalplanes (also die Langfristfunktion des Gebietes) und die im Bearbeitungsgebiet planerisch beschlossenen oder in konkreter Planung befindlichen Nutzungen.
4. Landschaftsspezifische Anpassung der Schwellenwerte für die Einzelpotenziale, -funktionen und -risiken (Beispiel siehe Tab. 1). Dies geschieht nur so weit keine gesetzlichen Vorgaben oder allgemein anerkannte Richtwerte existieren (Richt- und Schwellenwerttabelle gemäß Abb. 2).
5. Ermittlung der Schutzgebiete bzw. der Flächen, die der Natur überlassen werden sollen (mit hierarchischem Modell und Matrix der Funktionsüberlagerungen).
6. Ermittlung der optimalen bzw. verträglichen Nutzungen für alle übrigen Flächen (mit hierarchischem Modell (Abb. 3) und Matrix der Funktionsüberlagerungen (Abb. 4)).
7. Ermittlung der Pufferraumfunktionen und der erforderlichen Pufferräume (Matrix zum Pufferraumbedarf (Abb. 5)).

8. Kontrolle der Flächenmindestgrößen für Schutzgebiete und Nutzungsparzellen (Basis: Richtwerte aus Literatur und Praxis).
9. Ergänzung strukturierender und regulierender Elemente in der Flurgliederung (Hecken und Wiesenstreifen).
10. Flächenbilanzierung des Leitbildes (siehe Tab. 2).

Die folgenden Kapitel geben nähere Erläuterungen zu den wichtigen Modellkomponenten und verdeutlichen damit das Vorgehen.

### *3.2 Das hierarchische Modell zur Bestimmung der Vorrangfunktionen (Abb. 3)*

Hierarchische Abfragesysteme in Form von Entscheidungsleitern sind ein klassischer Typ wissensbasierter Modelle. Allgemein gesagt handelt es sich um algorithmisierte Ableitungsvorschriften, die auf der Basis von Schwellenwerten für eine bestimmte Anzahl von Merkmalen den zu prüfenden Objekten Eigenschaften zuweisen. In der Geographie und Landschaftsökologie sind diese Objekte meist Flächen. Solche Abfragesysteme stellen eine wichtige Methode der Synthese dar, weil sie eine größere Anzahl von Merkmalen zu einer höher aggregierten Zielaussage, in diesem Falle einer ökologisch begründeten Nutzung bzw. Funktion verknüpfen. Hierarchisch strukturierte Abfragesysteme sind dabei für die Landschaftsökologie besonders geeignet, weil sie die Integration sehr unterschiedlicher Arten von Merkmalen erlauben und nach ökologischer Bedeutung gewichten können. Als klassischer Anwendungsbereich gilt die ökologische Risikoanalyse (BACHFISCHER 1978). Ihre Eignung für die Anwendung in GIS-Systemen hat ihre Verbreitung gefördert. Der heutige Forschungs-, Methoden- und Datenstand erlaubt es, wesentlich komplexere Systeme als früher aufzubauen.

Vereinfacht gesagt ermittelt das hierarchische Verknüpfungsmodell auf der Grundlage seiner Vielzahl hinter den einzelnen Entscheidungen stehender Standards die Vorrangflächen für den Schutz und die bestgeeigneten bzw. ökologisch vertretbaren Nutzungen für die übrigen Flächen. Das hierarchische Verknüpfungsmodell steht dabei nicht isoliert, sondern in direkter Verbindung mit der Matrix zur Funktionsüberlagerung (Abb. 4). Der Entscheidungsweg beinhaltet Schleifen in die Matrix der Funktionsüberlagerungen. Im Weiteren stehen die mit dem hierarchischen Modell ermittelten Nutzungen unter dem Vorbehalt der Ausscheidung zusätzlicher Pufferräume oder dem Ersatz durch andere Nutzungen, sofern Konflikte mit den Nachbarnutzungen bestehen. Dies wird nach Durchlaufen des hierarchischen Abfragesystems mit Hilfe der Pufferraummatrix (Abb. 5) geprüft.

Abb. 3 stellt das Hauptabfragesystem dar und macht damit die Struktur des Modells deutlich. Um Lesbarkeit herzustellen, fasst das Übersichtsmodell einige Abfragen zusammen, die im vollständigen Modell weiter ausdifferenziert sind. Dies betrifft die Bereiche geschützte Biotope, Natürlichkeitsgrad, Retention, Differenzierung der Wälder, Grundwasserneubildung und Kulturlandschaftselemente. Das Rahmenmodell muss zudem durch Elemente ergänzt werden, die im beurteilten Landschaftstyp zusätzlich Bedeutung besitzen. Dies können z.B. sein: Moore, Retentionsbecken für Nährstoffe, bedeutsame Ruheräume für Tiere, Flächen für besondere Erholungstätigkeiten, Flächen für morphodynamischen Prozessschutz, künstliche Substrate mit besonderen Standortseigenschaften, extreme Mikroklimata, usw. Das Basismodell gemäß Abb. 3 ist somit landschaftsspezifisch zu ergänzen.

Das hierarchische Verknüpfungsmodell gliedert sich im Wesentlichen in drei Teile:

1. Der Teil Schutzgebiete bzw. Schutzfunktionen. Hier werden alle für den Totalschutz, den Arten-, Biotop- und Geotopschutz und den Prozessschutz notwendigen Flächen herausgefiltert. Gleichzeitig ermittelt dieser Teil die auf den einzelnen Schutzflächen zulässigen Nutzungen.
2. Der Teil Regulationsfunktionen. Hier werden für die Flächen mit Regulationsfunktionen über Schlaufen in die Matrix ‚Funktionsüberlagerung‘ ebenfalls die zulässigen Nutzungen ermittelt (siehe Kap. 3.3).
3. Der Teil Nutzungsoptimierung. Hier erfolgt die Zuordnung von Acker- und Grünlandnutzung und die Nutzungsintensität auf der Grundlage der Standortseignung und der Risiken für Boden und Gewässer.

### *3.3 Die Matrix mit den Regeln zur Funktionsüberlagerung (Abb. 4)*

Die Matrix ‚Funktionsüberlagerung‘ und das zugehörige Regelwerk legen fest, welche Nutzungs-, Schutz- und Regulationsfunktionen sich überlagern dürfen bzw. sollen. Sie ist damit ein Kernstück des Gesamtmodells. Die Matrix steht in zweierlei Hinsicht in direkter Beziehung zum hierarchischen Verknüpfungsmodell. Ein genereller gegenseitiger Ausschluss zweier Funktionen ist bereits in den Abfragen des hierarchischen Modells berücksichtigt (eindeutiger Entscheid möglich). Im Falle der Funktionsüberlagerung gibt es jedoch meist mehrere Möglichkeiten. In diesen Fällen führt der Ableitungsweg vom Verknüpfungsmodell in die Matrix und das zugehörige Regelwerk für die Einschränkungen. Die Ermittlung der möglichen Nutzungen oder wünschbaren Schutzfunktionen erfolgt dann in der Matrix selbst.

Auch die Matrix ‚Funktionsüberlagerung‘ enthält einen allgemein gültigen und einen für den jeweiligen Landschaftstyp spezifischen Teil. Überregionale Gültigkeit beanspruchen die Liste der Funktionen, die Kategorien ‚Überlagerung generell möglich‘ und ‚Funktionsausschluss‘ sowie ein Teil der einschränkenden Kriterien. Landschaftsspezifisch ergänzt werden müssen allenfalls landwirtschaftliche (oder forstliche) Sonderkulturen, Sondernutzungen und weitere einschränkende Kriterien. Innerhalb des Grundprinzips des Modells lassen sich verschiedenartige Sondernutzungen z.B. aus den Bereichen Entsorgung, Erholung und alternative Energiegewinnung berücksichtigen.

Die Klassifikation in die drei Kategorien ‚Überlagerung generell möglich‘, ‚Überlagerung mit Einschränkungen möglich‘ und ‚Funktionen schließen sich aus‘ ermöglicht auf der Ebene der Grundregeln und der landschaftsspezifischen Ebene eine differenzierte Herangehensweise. Die Einschränkungen für Funktionsüberlagerungen sind vielfältig. Sie ergeben sich z.B. aus Art, Gestalt und Aufbau der schützenswerten Fläche, Vegetationstyp, Art des Risikos, vorhandenen oder zu erwartenden Stoffeinträgen, Filter- und Transformationsvermögen des Bodens, Wasserhaushalt (Ausmaß der vertikalen und horizontalen Wasserflüsse), den angestrebten Parzellengrößen usw. Theoretisch ließen sich die einschränkenden Kriterien ebenfalls als Wenn/Dann-Ableitungsregeln formulieren. Wegen der Vielfalt der Einschränkungen und Abhängigkeiten ist aber vorläufig im Unterschied zur Kategorie ‚Funktionsausschluss‘ eine algorithmisierte Ableitung unrealistisch.

Viele Schutz- und Regulationsfunktionen werden durch mehrere Nutzungen sichergestellt (siehe Abb. 4). Sofern die Matrix mehrere Nutzungen als Überlagerungsmöglichkeit zulässt oder im hierarchischen Ableitungsmodell kein eindeutiger Entscheid möglich ist, ergibt sich die optimale bzw. ökologisch vertretbare Nutzung über folgende Abfragen:

1. Überprüfung welche Nutzungen durch andere Funktionen ausgeschlossen oder eingeschränkt werden.
2. Zuweisung in die Nutzungskategorie, für die im betreffenden Raum der größte Flächenbedarf besteht oder
3. Zuweisung in die intensivste Nutzungskategorie (im Sinne der Förderung intensiver Nutzung auf den dafür geeigneten Flächen zu Gunsten einer Extensivierung anderswo).

Hierbei sind natürlich Ermessensentscheide zu fällen. Deshalb können auch die Optimalnutzungen nur zum Teil algorithmisiert, d.h. GIS-gestützt abgeleitet werden. Das Entscheidungssystem liefert die zulässigen Nutzungsvarianten. Bei mehreren Varianten erfolgt die manuelle Nachbearbeitung.

### 3.4 Die Matrix zur Bestimmung des Pufferraumbedarfs (Abb. 5)

Das Durchlaufen des hierarchischen Verknüpfungsmodells und der Matrix ‚Funktionsüberlagerung‘ ermittelt einen ersten Entwurf der Optimalverteilung der Schutz- und Nutzungsflächen. Ökologische Risiken und Konflikte innerhalb der einzelnen Flächen sind damit minimiert. Dies gilt aber nicht für die aus der Nachbarschaft zweier Flächennutzungen resultierenden Auswirkungen, die von den horizontalen Prozessbeziehungen abhängen. Die negativen Effekte solcher Emissions-Immissions-Beziehungen müssen in einer funktional optimierten Landschaft ebenfalls minimiert werden. Dies geschieht durch Pufferräume und Trenngürtel.

Der Pufferraumbedarf wird auf der Grundlage der Matrix in Abb. 5 ermittelt. Es erfolgt eine systematische Abfrage aller Flächengrenzen, deren Länge über einer Relevanzschwelle von z.B. 200 m liegt. Diese Abfrage ergibt eine Klassifizierung in *Pufferraum erforderlich*, *zum Teil erforderlich* oder *nicht erforderlich*. Bis zu diesem Punkt kann die Abfrage algorithmisiert werden und GIS-gestützt erfolgen.

Entsprechend den vielfältigen Funktionen und Lagebeziehungen hängt der Pufferraumbedarf natürlich in vielen Fällen von den örtlichen Bedingungen ab. Hier können die Abfragen nur noch begrenzt systematisiert werden. Abb. 5 listet auch eine Reihe von Bedingungen auf, die in der Klasse *Pufferraum zum Teil erforderlich* den Ja/Nein-Entscheid mitbestimmen. Diese Liste stellt eine erste Grundlage dar. Sie muss noch weiter ausgebaut und zudem ebenfalls landschaftsspezifisch ergänzt und kalibriert werden. So oder so erfolgt aber eine manuelle Nachbearbeitung des Pufferraumbedarfs.

Im Maßstab der Leitbilderstellung (ca. 1:20.000 bis 1:30.000) müssen die Pufferräume und Trenngürtel in der Breite nicht dimensioniert werden. Für die örtliche Umsetzung eines prozess-orientierten Leitbildes steht für die Festlegung der Pufferraumbreiten eine unterdessen vielfältige Literatur zur Verfügung (Beispiele siehe Tab. 1).

## 4 Mindestgrößen der bearbeiteten Räume

Das vorgestellte Verfahren zielt auf eine Optimierung des landschaftlichen Musters von Nutzungs- und Schutzflächen unter Berücksichtigung von Nachbarschaftswirkungen durch laterale Prozessbeziehungen. Dies verlangt eine Mindestgröße der bearbeiteten Räume. Die Frage nach der Mindestgröße stellt sich für eine wissenschaftliche Untersuchung und die planerische Bearbeitung aber unterschiedlich. Die wissenschaftliche Bearbeitung strebt für den jeweiligen Landschaftstyp übertragbare Aussagen an. In der planerischen Bearbeitung genügt eine raumindividuelle Aussage, die be-

züglich der Flächenanteile der Nutzungs- und Schutzflächen für andere Gebiete nicht gültig sein muss.

In der planerischen Bearbeitung ist ein Einsatz des Verfahrens bis auf die kommunale Ebene denkbar. Auch hier verlangt die Berücksichtigung räumlicher Abhängigkeiten der elementaren Fläche aber eine Mindestgröße des Raumes für die Erstellung eines funktional begründeten Leitbildes. Da die Größe der ermittelten elementaren Flächen im Landwirtschaftsgebiet bis ca. 50 ha betragen kann (im Wald gelten höhere Werte) liegt die Untergrenze eines mit dem Verfahren planerisch sinnvoll bearbeitbaren Raumes bei ca. 5 km<sup>2</sup>.

In der wissenschaftlichen Untersuchung liegen die Dinge anders. Die Aussagen zu den Flächenanteilen der verschiedenen Nutz- und Schutzflächen sollen als wichtige bilanzierende Größen des Leitbildes innerhalb gegebener Fehlergrenzen für den betreffenden Landschaftstyp allgemeinere Gültigkeit besitzen. Die bearbeiteten Räume müssen deshalb so groß sein, dass alle Standortsbedingungen und Nutzungen in repräsentativen Anteilen vertreten sind. Wo liegt diese Schwelle für verschiedene Landschaftstypen?

Für die Ermittlung des Minimalraumes zur Erzielung übertragbarer Leitbildaussagen lässt sich folgende Hypothese formulieren: Die Gesamtflächenanteile der einzelnen Kategorien von Nutz- und Schutzflächen unterscheiden sich in verschiedenen kleinen Gebieten stark. Mit dem Größerwerden der Bezugsfläche verringern sich die Unterschiede. Ab einer bestimmten Gebietsgröße erreichen die Flächenanteile ein stabiles Wertenniveau, um das sie bei weiterer Vergrößerung des betrachteten Raumes nur noch gering schwanken. Die Gebietsgröße, bei der die Prozentanteilswerte stabil werden, ist von der Größe der naturräumlich-elementaren Flächen und von der nutzungsbedingten Landschaftsstruktur abhängig, jedoch nicht von der Festlegung einzelner Standards für die Ermittlung der Nutz- und Schutzflächen.

Zur Verifizierung der oben formulierten Annahme wurde wie folgt vorgegangen: ausgehend von einer 1 km<sup>2</sup> großen Fläche im Zentrum des Gebietes wurde die betrachtete Fläche schrittweise um jeweils 1 km<sup>2</sup> vergrößert und bei jedem Schritt die prozentualen Flächenanteile aller vorkommenden Kategorien von Nutz- und Schutzflächen bestimmt. Die Berechnungen endeten mit Erreichen der Gesamtfläche des untersuchten Gebietes. Aus dem Ergebnis lassen sich die in Abb. 6 dargestellten Verlaufskurven konstruieren.

Die aus Abb. 6 ablesbaren Befunde sind aussagekräftig und aufschlussreich zugleich. Sie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. In beiden untersuchten Landschaften schwanken die Flächenanteile der Nutz- und Schutzflächen erwartungsgemäß zunächst sehr stark und

- nähern sich dann in fast allen Fällen regelmäßig und allmählich einem stabilen Niveau an. Bereits bei etwa 5 km<sup>2</sup> Flächengröße wird der Bereich erreicht, wo die Flächenanteile nicht mehr stark springen.
2. Im Gebiet *Bad Gandersheim* erreichen bei etwa 12 km<sup>2</sup> Flächengröße und im Gebiet *Sempacher See* bei etwa 15 km<sup>2</sup> Größe alle Flächenkategorien ein annähernd stabiles Niveau der Flächenprozentanteile. Die Veränderungen oberhalb dieser Schwellen betragen mit einer Ausnahme höchstens noch etwa 3% Flächenanteil. In diesen Landschaftstypen können also für Gebiete ab mindestens 12 km<sup>2</sup> bzw. 15 km<sup>2</sup> Größe repräsentative Werte für die Gesamtanteil der verschiedenen Nutz- und Schutzflächentypen bestimmt werden. Eine weitere Vergrößerung des Gebietes bringt keine prinzipiell besseren Aussagen. Sie gestattet es nur, ein breiteres Spektrum an Besonderheiten zu erfassen.
  3. Die Schwankungen der Flächenanteile der einzelnen Nutzungs- und Schutzkategorien oberhalb der genannten Schwellen erlauben eine Abschätzung des vom Gebietsausschnitt abhängigen Fehlers bei der Festlegung landschaftstypischer Werte. Dieser Fehler beträgt max. ca.  $\pm 20\%$ . Mindestgebietsgrößen zur Erzielung übertragbarer Leitbildkennwerte hängen vom Relieftypus, von der Größe naturnaher Ökotope (wie z.B. Moore), der landwirtschaftlichen Nutzungsstruktur und der Wald-Freiland-Verteilung ab. Die neu vorliegenden Untersuchungen haben z.B. für die Moorgeest ca. 22 km<sup>2</sup> und für die Mecklenburger Seenplatte ca. 30 km<sup>2</sup> Mindestgröße der Untersuchungsräume ermittelt.

## 5 Hinweise auf die Ergebnisse

### 5.1 Untersuchte Landschaftstypen und verfügbare Ergebnisse

Sieben Landschaftstypen wurden bisher mit der dargestellten Methodik bearbeitet: Weser-Leine Bergland (bei Bad Gandersheim), Luzerner Mittelland (bei Sempach), Elbtalau (bei Lauenburg), Frankenalb (bei Kirchensittenbach); Moorgeest (bei Otternhagen), Mecklenburger Seenplatte (Feldberger Seenlandschaft) und Pongau im Salzburger Land. Die Größe der untersuchten Repräsentativgebiete beträgt je nach Landschaftstyp 25–50 km<sup>2</sup>. Die Ergebnisse liegen für alle Landschaftstypen in standisierter Form vor mit Dokumentation der aktuellen Nutzungs- und Schutzsituation, Ableitung der verschiedenen Funktionen, Leitbildkarte, Analyse aus funktionaler Sicht, anzustrebenden Flächenanteilen der verschiedenen Nutzungs- und Schutzflächen und landschaftsökologischer Ist/Soll-Bilanz (Dokumentation der Ergebnisse in den Diplomarbeiten von KÖHLER 1999, POPPE 1999, DÜKER 1999, KLUG 2000, KUTTIG 2000 und OHNESORGE 2000).

Die Darstellung von Ergebnissen aus einzelnen Landschaftstypen würde den Rahmen dieses Beitrages sprengen. Zudem verlangen die Karten mit den landschaftsökologischen Leitbildern wegen ihrer Komplexität eine farbige Präsentation. Um einen Einblick in die Ergebnisse zu vermitteln sind die Leitbilder der Beispiellandschaften „Weser-Leine-Bergland bei Bad Gandersheim“ und „Luzerner Mittelland bei Sempach“ mit zusammenfassenden Erläuterung im Internet publiziert ([www.geog.uni-hannover.de/phygeo/angewlök/](http://www.geog.uni-hannover.de/phygeo/angewlök/)).

### *5.2 Eine entscheidende Kenngröße: die landschaftsökologisch erwünschten bzw. tolerierbaren Flächenanteile der verschiedenen Nutzungs- und Schutzflächen (Tab. 2)*

Karte und Bilanz der Flächenanteile gemäß Tab. 2 sind komplementäre Ergebnisse des abgeleiteten prozessorientierten landschaftsökologischen Leitbildes. Die Karte macht die aus ökologischer Sicht gewünschte Nutzungsanordnung und Landschaftsstruktur deutlich. Eine Analyse des Flächenmosaiks und der dargestellten Regulationsfunktionen lässt innere Zusammenhänge und Abhängigkeiten erkennen. Die Karte vermittelt damit die räumliche Vorstellung einer landschaftsökologisch begründeten Landschaftsentwicklung. Die Bilanz der Flächenanteile nimmt dagegen eine andere Stellung ein. Sie ist die stark verallgemeinerte und vom untersuchten Gebietsausschnitt abstrahierte Aussage zur flächenmäßigen Bedeutung der einzelnen Nutzungs- und Schutzflächenkategorien im untersuchten Landschaftstyp. Sofern, wie in Kap. 4 dargestellt, der bearbeitete Testraum genügend groß ist, ermöglicht die Bilanz der Flächenanteile innerhalb noch näher auszutestender Grenzen wahrscheinlich übertragbare Aussagen. Sie charakterisiert damit das Leitbild auf hoher Aggregationsebene in verallgemeinerter Form. Die Bilanzwerte können dabei vielseitige Verwendung finden:

1. Sie können einen Standard bilden, an dem der Grad der landschaftsökologischen Verträglichkeit der heutigen Nutzung gemessen wird. Je größer die Differenz zwischen Ist-Zustand und dem mit den Bilanzzahlen charakterisierten Soll-Zustand desto größer der Handlungsbedarf.
2. Sie sind eine Zielgröße und zeigen, in welche Richtung sich die Landnutzung im Rahmen einer nachhaltigen Landschaftsentwicklung aus landschaftsökologischer Sicht bewegen sollte.
3. Sie könnten eine Grundlage bilden für die Klassifikation verschiedener Landschaftstypen im Hinblick auf verträgliche Anteile intensiver und extensiver Landnutzung.
4. Sie können grundsätzliche Aussagen zum Raumbedarf für Schutzfunkti-

nen liefern, besonders wenn für mehrere Landschaftstypen ähnliche Befunde resultieren (siehe z.B. Raumbedarf für Fließgewässer).

## **6 Bedeutung funktional begründeter landschaftsökologischer Leitbilder in der Praxis**

In diskursiven Planungsprozessen entstehende Leitbilder und Expertenleitbilder stehen in einem komplementären Verhältnis zueinander. Sie können sich in wichtiger Weise ergänzen. Ohne sein Einbringen in einen diskursiven Planungsprozess oder kooperativen Vollzugsprozess bleibt ein fachliches Leitbild reine Theorie und kann keine Wirkung entfalten. Auf der andern Seite kann ein diskursiver Prozess der Leitbildentwicklung nicht auf fachliche Leitplanken verzichten. Ohne fachlich begründete Basis und die laufende Überprüfung des Diskussionsergebnisses droht einer Leitbilddiskussion die Beliebigkeit. Ökologische Ziele, Erfordernisse und Maßnahmen lassen sich nicht einfach mit Mehrheitsentscheidungen klären. Eine z.B. in einem Agenda 21-Prozess angestrebte nachhaltige Entwicklung, die diesen Begriff verdienen soll, kann sich die Kriterien für die Nachhaltigkeit nicht beliebig selbst setzen. Hier greifen fachlich begründete Leitbilder ein. Landschaftsökologische Leitbilder (einschließlich der naturschutzfachlichen Leitbilder) setzen Eckwerte der aus ökologischer Sicht erforderlichen Landschaftsentwicklung. Sie geben dem ‚Ökosystem Landschaft‘ in einem diskursiven Leitbildprozess seine ‚Stimme‘. Funktional begründete landschaftsökologischer Leitbilder haben dabei eine besondere Stellung:

- Sie sollen die ökologisch-funktionalen Aspekte (Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes) vermehrt in die Landschaftsentwicklungsdiskussion einbringen. Funktionale Aspekte sind abstrakt und werden deshalb bisher zu wenig beachtet. Das oft feststellbare Übergewicht ästhetischer Aspekte resultiert aus deren Anschaulichkeit und emotionalem Potenzial.
- Sie sollen von separativen ökologischen Forderungen weg mehr zu einer Gesamtschau einer landschaftsökologisch wünschbaren Landschaftsstruktur hinführen. Damit machen sie klar, dass eine nachhaltige Landschaftsentwicklung nicht mit ergänzenden landschaftsbereichernden Maßnahmen erreichbar ist, sondern eine insgesamt angepasste Struktur und Nutzungsverteilung erfordert.
- Sie sehen intensive und extensive Nutzung nicht als Gegensatz, sondern zeigen auf, wo und in welchem Anordnungsmuster intensive Nutzung mit minimiertem ökologischem Risiko betrieben werden kann.
- Sie aggregieren die vielfältigen landschaftsökologischen Inhalte zu einer Flächenaussage, an der sich Entwicklungskonzepte und die tatsächlich ablaufende Entwicklung messen lassen.

Wie schon in der Einleitung erwähnt, formulieren prozessual begründete landschaftsökologische Leitbilder einen Optimalzustand, also eine fachlich begründete Zielvorstellung zu Landnutzung und Landschaftstruktur. Ein solcher Optimalzustand wird nie erreichbar sein. Er liefert der Praxis aber eine Messlatte, in welche Richtung eine nachhaltige Landschaftsentwicklung unter den Rahmenbedingungen der jeweils vorhandenen Nutzungsansprüche gehen sollte. Daraus ergeben sich verschiedene Anwendungsmöglichkeiten funktional begründeter landschaftsökologischer Leitbilder, vorausgesetzt, eine ökologische Optimierung der Nutzung wird als langfristiger Weg akzeptiert. Landschaftsökologische Leitbilder:

- können eine Basis bilden für eine funktional besser begründete Ableitung von Ausschluss- und Vorranggebieten für Nutzungen und Schutz in der Landschaftsplanung;
- liefern Grundlagen für eine planerische Differenzierung von Landwirtschaftsgebieten in Intensiv- und Extensivnutzungsgebiete;
- helfen Konflikte und Synergien zwischen Nutzungen und Schutz umfassender zu erkennen;
- können ein Instrument bilden für die gezieltere Platzierung landschaftsstrukturierender Biotope und ökologischer Ausgleichsflächen im Hinblick auf ihre breitere ökologische Wirkung (Steigerung des ökologischen ‚Nutzens‘ entsprechender Fördergelder);
- sind eine ökologische Messlatte für die laufende Prüfung von Konzept- und Planentwürfen in diskursiven Planungsprozessen;
- liefern Kriterien für Erfolgskontrollen in der Landschaftsentwicklung.

## **7 Zusammenfassung**

Funktional vielfältige Landschaften erfüllen durch eine möglichst optimale Verteilung von Flächen unterschiedlicher Nutzungsintensität und Schutzgebieten eine große Zahl von Nutzungs-, Schutz-, Regulations- und Pufferfunktionen. Prozessorientierte landschaftsökologische Leitbilder zeigen, wie ein solcher funktional optimierter Zustand in verschiedenen Landschaftstypen aussehen sollte. Der Beitrag stellt eine Methodik für die induktive wissensbasierte Ableitung solcher Leitbilder vor. Im Zentrum steht ein aus mehreren Modulen aufgebautes Verknüpfungsmodell (Abb. 2). Dieses besteht aus einem hierarchischen Modell zur Bestimmung der Vorrangfunktionen, einer Matrix mit den Regeln zur Funktionsüberlagerung und einer Matrix zur Bestimmung des Pufferraumbedarfs. Das prinzipielle Vorgehen beim Durchlaufen dieser Arbeitsschritte wird erläutert. Das Ergebnis dieser Ableitung besteht aus einer Karte des Sollzustandes der Landnutzung (das Leitbild im engeren Sinne), den Kennzahlen für die

optimalen bzw. vertretbaren Anteile der verschiedenen Nutzungs- und Schutzflächen und einer Bewertung des aktuellen Grades der ökologischen Anpassung der Nutzung durch einen Vergleich Ist-Zustand/Soll-Zustand (landschaftsökologische Bilanz). Die Untersuchung ermittelt auch die Minimalgröße der für eine Leitbildentwicklung zu bearbeitenden Räume. Diese beträgt je nach naturräumlicher Ausstattung und Nutzungsmuster 15–30 km<sup>2</sup>.

Funktional begründete landschaftsökologische Leitbilder können in der Praxis vielfältig eingesetzt werden. Sie eignen sich für eine besser begründete Ableitung von Ausschluss- und Vorranggebieten, für die planerische Differenzierung von Landwirtschaftsgebieten in Intensiv- und Extensivnutzungsgebiete, für die Ermittlung von Konflikten und Synergien zwischen Nutzungen und Schutz, für die räumliche Optimierung ökologischer Ausgleichsflächen und für Erfolgskontrollen in der Landschaftsentwicklung.

## Literatur

- BACHFISCHER, R. 1978: Die ökologische Risikoanalyse. (= Diss. Univ. München).
- BASTIAN, O. und K.-H. SCHREIBER 1999: Analyse und ökologische Bewertung der Landschaft. Heidelberg-Berlin.
- BASTIAN, O. und M. RÖDER 1996: Beurteilung von Landschaftsveränderungen anhand von Landschaftsfunktionen. Untersuchungen am Beispiel zweier Testgebiete im sächsischen Hügelland. In: Naturschutz und Landschaftsplanung, Bd. 28, H. 10, S. 302–312.
- BROGGI, M.F. und H. SCHLEGEL 1989: Mindestbedarf an naturnahen Flächen in der Kulturlandschaft. Liebfeld-Bern (= Bericht 31 des Nationalen Forschungsprogrammes ‚Böden‘)
- DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE (Hrsg.) 1997: Leitbilder für Landschaften in ‚peripheren Räumen‘. Meckenheim (= Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflge, H. 67).
- DÜKER, H. 1999: Landschaftsökologisch begründetes Leitbild für eine funktional vielfältige Landschaft. Das Beispiel Elbtal bei Lauenburg. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Hannover (unveröffentlicht).
- DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU (DVWK) 1988: Filtereigenschaften des Bodens gegenüber Schadstoffen. Teil I: Beurteilung der Fähigkeit von Böden zugeführte Schwermetalle zu immobilisieren. Hamburg. (= DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft, H. 212).
- FINK, P., U. HAUKE, E. SCHRÖDER, R. FORST und G. WITHE 1997: Naturschutzfachliche Leitbilder. Bonn-Bad Godesberg (= Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, hrsg. v. Bundesamt für Naturschutz).
- HAAREN, CH. VON 1993: Anforderungen des Naturschutzes an andere Landnutzungssysteme. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 25, H. 5, S. 170–176.
- HABER, W. 1971: Landschaftspflege durch differenzierte Bodennutzung. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 48, Sonderheft 1, S. 19–35.
- HABER, W., B. RIEDEL und R. THEURER 1991: Ökologische Bilanzierung in der Ländlichen Neuordnung. München (= Materialien zur Ländlichen Neuordnung, Bd. 23).
- HEEB, J., A. SCHÖNBORN, Th. MOSIMANN und F. HUBER 1996: Raumbedarf von Fließgewässern. Naturwissenschaftliche Grundlagen. Schlussbericht. Projekt im Auftrag der Bundes-

- ämter für Wasserwirtschaft, für Umwelt, Wald und Landschaft, für Raumplanung und für Landwirtschaft. Wolhusen. (Manuskript vervielfältigt).
- JACSMAN, J. und R. SCHILTER 1995: Landschaftsplanung. Hrsg. vom Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung. Zürich.
- JESSEL, B. 1995: Ist künftige Landschaft planbar? Möglichkeiten und Grenzen ökologisch orientierter Planung. In: Laufener Seminarbeiträge H. 4, S. 91–100, Laufen/Salzach.
- JEDICKE, E. 1998: Raum-Zeit-Dynamik in Ökosystemen und Landschaften. Kenntnisstand der Landschaftsökologie und Formulierung einer Prozessschutz-Definition. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 30, H. 8/9, 229–236.
- KAULE, G. 1986: Arten- und Biotopschutz. Stuttgart. (= UTB für Wissenschaft: Grosse Reihe).
- KLUG, H. 2000: Landschaftsökologisch begründetes Leitbild für eine funktional vielfältige Landschaft – das Beispiel Pongau im Salzburger Land. Hannover: Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Hannover (unveröffentlicht).
- KNAUER, N. 1993: Ökologie und Landwirtschaft. Situation-Konflikte-Lösungen. Stuttgart.
- KONOLD, W. (Hrsg.) 1996: Naturlandschaft Kulturlandschaft. Die Veränderung der Landschaften nach der Nutzbarmachung durch den Menschen. Landsberg.
- KÖHLER, I. 1999: Ermittlung von landschaftsökologisch begründeten Nutzungsmustern in zukünftigen funktional vielfältigen Landschaften. Beispiel Niedersächsisches Bergland. Diplomarbeit am Geographischen Instituts der Universität Hannover (unveröffentlicht).
- KUNZE, S. 1998: Reduktion des Nährstoffaustrages aus Landwirtschaftsgebieten durch Retentionsteiche. Pilotprojekt Kleine Aa im Einzugsgebiet des Sempacher Sees, Kanton Luzern, Schweiz. Diplomarbeit am Geographischen Instituts der Universität Hannover (unveröffentlicht).
- KUTTIG, H. 2000: Landschaftsökologisch begründetes Leitbild für eine funktional vielfältige Landschaft – das Beispiel Moorgeest bei Otternhagen. Hannover: Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Hannover (unveröffentlicht).
- MANNFELD, K. 1983: Landschaftsanalyse und Ableitung von Naturraumpotenzialen. Leipzig (= Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften Leipzig, Math.-naturwiss. Klasse 55, H. 3).
- MARKS, R., M.J. MÜLLER; H. LESER und H.-J. KLINK (Hrsg.) 1989: Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes. Trier. (= Forschungen zur deutschen Landeskunde, Bd. 229).
- MEYER, H. VON 1997: Integrierte Ländliche Entwicklung – Dimensionen eines neuen Ansatzes. In: Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung, Bd. 38, H. 5, S. 193–197.
- MOSIMANN, Th. 1990: Ökotope als elementare Prozesseinheiten der Landschaft. Konzept zur prozessorientierten Klassifikation von Geoökosystemen. Hannover. (= Geosynthesis, Bd. 1).
- MOSIMANN, Th. 1999: Integration des Bodenschutzes in die Raumplanung. Hrsg. vom Amt für Umweltschutz und Energie des Kantons Basel-Landschaft. Liestal.
- MOSIMANN, Th., Th. FREY und P. TRUTE 1999: Schutzgut Klima/Luft in der Landschaftsplanung. Bearbeitung der klima- und immissionsökologischen Inhalte im Landschaftsrahmenplan und Landschaftsplan. In: Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, 19. Jg, H. 4, S. 201–276.
- OHNESORGE, S. 2000: Landschaftsökologisch begründetes Leitbild für eine funktional vielfältige Landschaft – das Beispiel Feldberger Seenlandschaft auf der Mecklenburger Seenplatte. Hannover: Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Hannover (unveröffentlicht).
- POPPE, I. 1999: Ermittlung von landschaftsökologisch begründeten Nutzungsmustern in

- zukünftigen funktional vielfältigen Landschaften. Beispiel Schweizerisches Alpenvorland. Hannover: Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Hannover (unveröffentlicht).
- PRESLER, J. und R. MEULE 1998: Empfindlichkeit der Baselbieter Böden gegenüber mechanischen Belastungen. Hrsg. vom Amt für Umweltschutz und Energie des Kantons Basel-Landschaft. Liestal.
- SCHULZ, H.-J. 1978: Naherholungsgebiete. Grundlagen der Planung und Entwicklung. Wiesbaden.
- SCHWERTMANN, U., W. VOGL und M. KAINZ 1987: Bodenerosion durch Wasser. Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. Stuttgart.
- WIEGLEB, G. 1997: Leitbildmethode und naturschutzfachliche Bewertung. In: Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz, Bd. 6, S. 43–62.
- WIEGLEB, G., F. SCHULZ und U. BÖRNING (Hrsg.) 1999: Naturschutzfachliche Bewertung im Rahmen der Leitbildmethode. Heidelberg.
- ZEPP, H. 1999: Integrative Kennzeichnung von Ökosystemen und Ausweisung landschaftsökologischer Raumeinheiten. In: H. ZEPP und M.J. MÜLLER (Hrsg.): Landschaftsökologische Erfassungsstandard. Ein Methodenbuch. Flensburg, S. 439–461. (= Forschungen zur deutschen Landeskunde, Bd. 244).

## Abbildungen und Tabellen

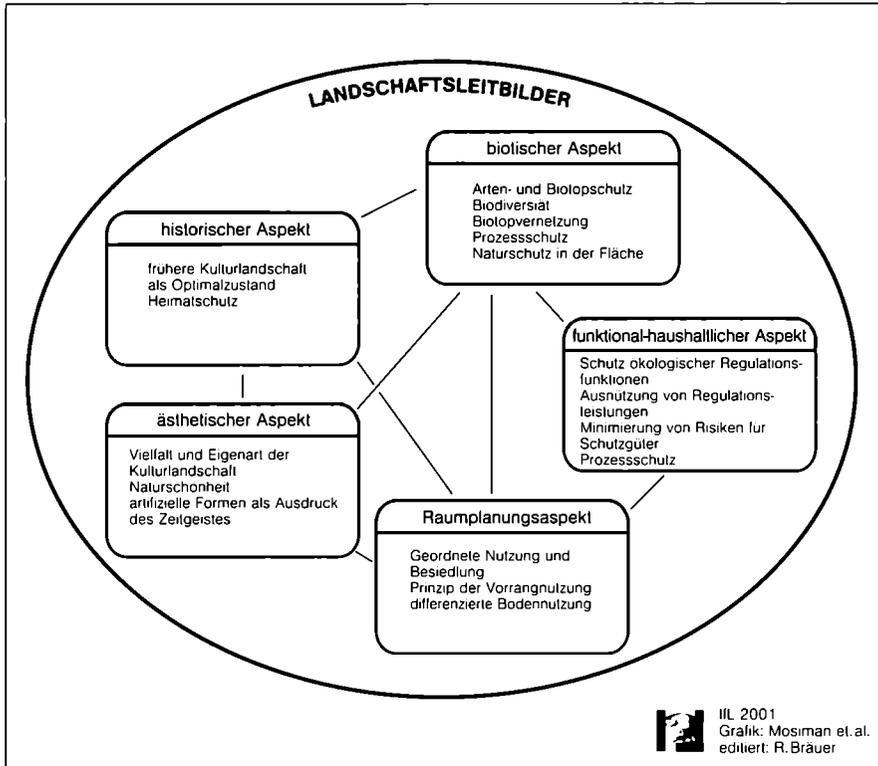


Abb. 1: Die vielfältigen Aspekte von Landschaftsleitbildern

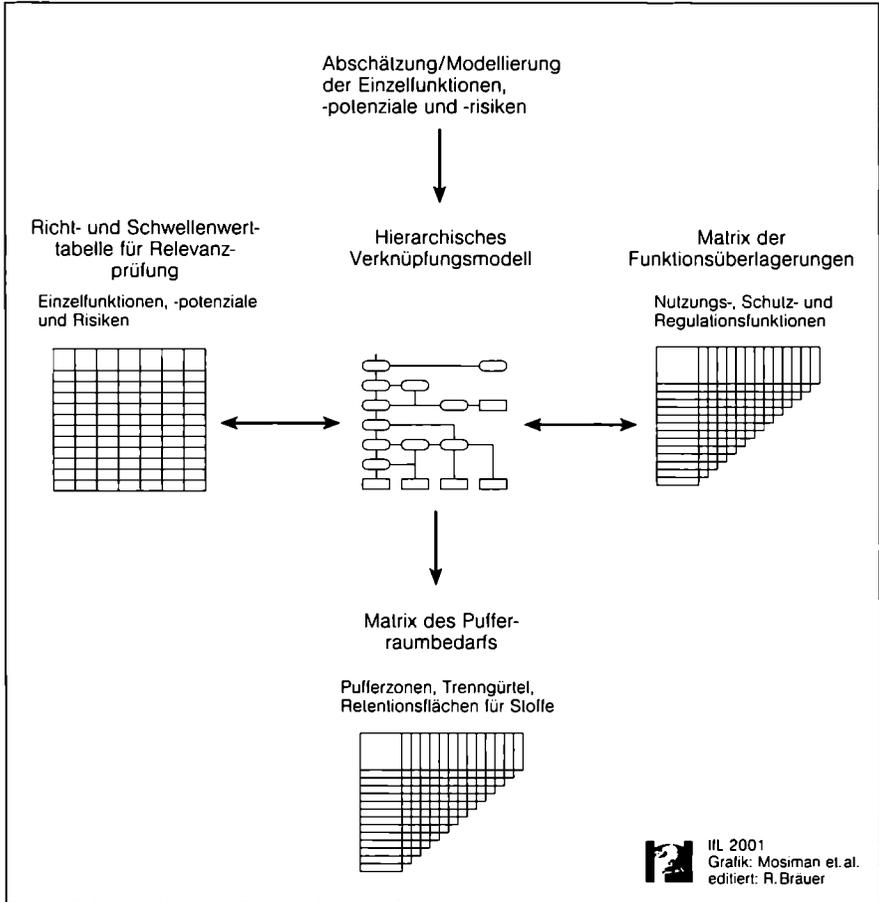


Abb. 2: Modellkonzeption zur Ableitung prozessorientierter landschaftsökologischer Leitbilder

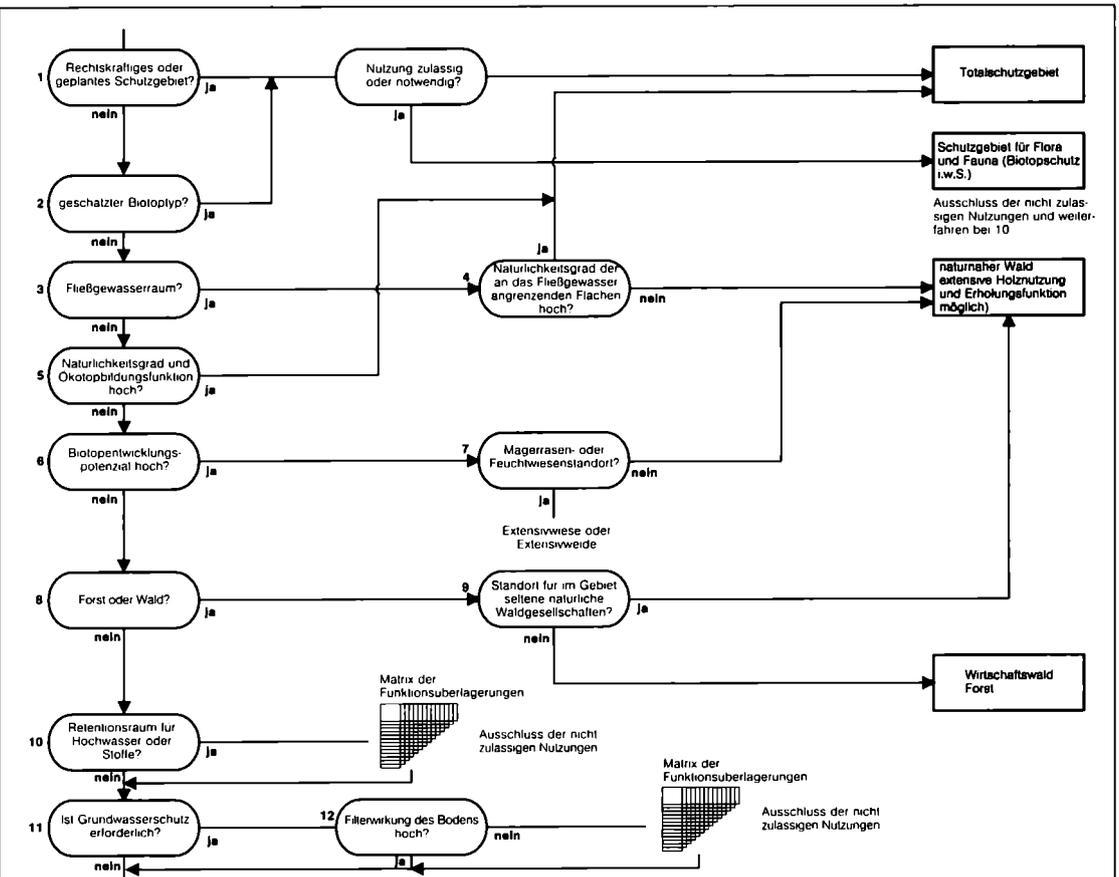
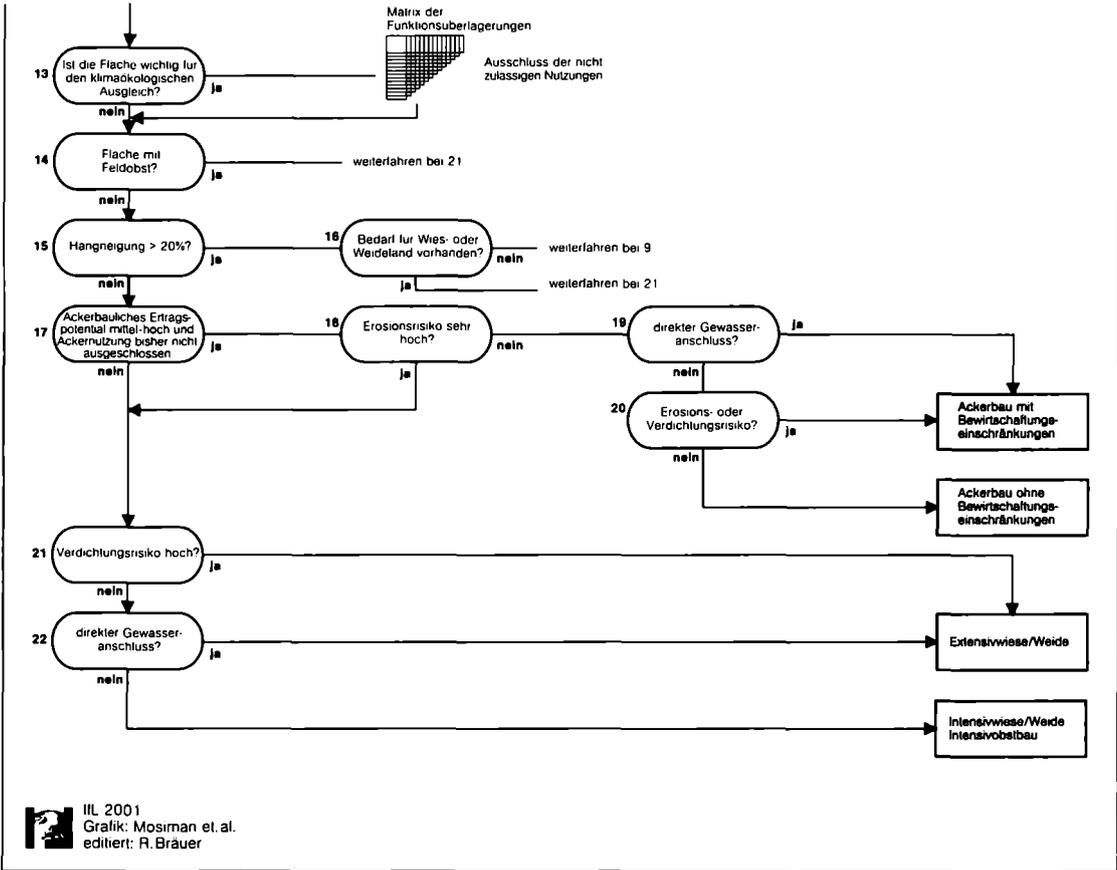


Abb. 3: Hierarchisches Verknüpfungsmo­dell zur Ermittlung von Vor­rangnutzungen, Nutzungsintensitäten und Schutzflächen



Funktion Fläche		Nutzung									
		Ackerbau ohne Bewirtschaftungsauflagen	Ackerbau mit Bewirtschaftungsauflagen	Intensivdauerwiese	Extensivwiese	Intensivweide	Extensivweide	Intensivobstbau	Extensivobstbau	Forst/ Wirtschaftswald	Naturnaher Wald (extensive Holznutzung)
Regulation und Pufferung	Grundwasserschutzzflächen	○ <sub>1</sub>	+	○ <sub>1</sub>	+	○ <sub>1</sub>	+	○ <sub>1</sub>	+	+	+
	Klimaökologische Ausgleichsflächen	+	+	+	+	+	+	○ <sub>3</sub>	+	○ <sub>3</sub>	○ <sub>3</sub>
	Immissions-schutzzflächen (*)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Pufferräume von Schutzgebieten	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+
	Retentionsräume	-	-	+	+	+	+	-	+	○ <sub>7</sub>	○ <sub>7</sub>
Schutz	Kulturland-schaftszeugen (+)	○ <sub>8</sub>	○ <sub>8</sub>	○ <sub>8</sub>	+	+	+	-	+	-	-
	Geotope	○ <sub>10</sub>	○ <sub>10</sub>	○ <sub>10</sub>	+	+	+	○ <sub>10</sub>	+	+	+
	Fließgewässerräume i.e.S.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Bodenschutzzflächen	-	+	○ <sub>5</sub>	+	○ <sub>5</sub>	+	○ <sub>5</sub>	+	○ <sub>5</sub>	+
	Schutzgebiete für Flora und Fauna	-	○	-	+	-	+	-	+	-	+
	Totalschutzgebiete (Naturschutzgebiete i.e.S.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nutzung	Naturnaher Wald (extensive Holznutzung)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Forst/Wirtschaftswald	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Extensivobstbau	-	○ <sub>11</sub>	+	+	+	+	-			
	Intensivobstbau	-	-	-	-	-	-				
	Extensivweide	-	-	-	+	-					
	Intensivweide	-	-	○ <sub>12</sub>	-						
	Extensivwiese	-	-	-							
	Intensivdauerwiese	-	-								
	Ackerbau mit Bewirtschaftungsauflagen	-									
	Ackerbau ohne Bewirtschaftungsauflagen										

Abb. 4: Matrix zur Überlagerung von Nutzungs-, Schutz- und Regulationsfunktionen

Schutz						Regulation und Pufferung				
Totalschutzgebiete (Naturschutzgebiete i.e.S.)	Schutzgebiete für Flora und Fauna (Biolopschutz i.w.S.)	Bodenschutzzflächen	Fließgewässerräume i.e.S	Geotope	Kulturlandschaftszeugen (*)	Retentionsräume	Pufferräume von Schutzgebieten)	Immissionsschutzflächen (*)	Klimaökologische Ausgleichsflächen	Grundwasserschutzzflächen
+	+	+	+	+	+	O <sub>2</sub>	+	+	+	
-	+	+	+	+	+	+	+	-		
-	O	-	-	+	+ <sub>4</sub>	+	+ <sub>4</sub>			
-	+	+	-	+	+	+				
O <sub>7</sub>	+	+	+	+	+					
-	+	+	-	+						
+	+	+	+							
+	+	+								
+	+									
-										

+ Flächenfunktionen können sich generell überlagern (keine Nutzungskonflikte)

O Flächenfunktionen können sich mit Einschränkungen überlagern

- Flächenfunktionen schließen sich aus

1-12 Einschränkungen und Auflagen gemäß besonderer Liste für die jeweiligen Landschaftstypen

(\*) flurgliedernde Elemente (keine Einzelobjekte) ; (+) nur Schadstoffeinträge über die Luft

**Sonderkulturen** und **Sondernutzungen** sind landschaftsspezifisch zu ergänzen.



IL 2001  
 Grafik: Mosiman et. al.  
 editiert: R. Bräuer

Nutz- und Schutzflächen	Siedlungsfläche	Verkehrsfläche	Fläche mit Freizeinutzung	Ackerbau ohne Bewirtschaftungsauflagen	Ackerbau mit Bewirtschaftungsauflagen	Intensivwiese/-weide	Extensivwiese/-weide	Intensivobstbau/Weinbau	Forst	Wald mit standortgerechten Baumarten	naturnaher Wald	Totalschutzgebiete (Naturschutzgebiete i.e.S.)	Fließgewässerraum
Fließgewässerraum Stillegewässer	●	●	●	●	●	●	-	●	○ <sub>10</sub>	-	-	-	
Totalschutzgebiete (Naturschutzgebiete i.e.S.)	●	●	●	●	○	●	-	○	○ <sub>5</sub>	-	-		
naturnaher Wald	○ <sub>1</sub>	○ <sub>2</sub>	○ <sub>3</sub>	●	-	○ <sub>4</sub>	-	○ <sub>9</sub>	-	-			
Wald mit standortgerechten Baumarten	-	-	-	○ <sub>5</sub>	○ <sub>5</sub>	○ <sub>5</sub>	-	-	-				
Forst	-	-	-	-	-	-	●	-					
Intensivobstbau/ Weinbau	-	-	-	-	-	-	○ <sub>9</sub>						
Extensivwiese/-weide	-	○ <sub>2</sub>	○ <sub>6</sub>	○ <sub>7</sub>	-	-							
Intensivwiese/-weide	●	○ <sub>2</sub>	-	-	-								
Ackerbau mit Bewirtschaftungsauflagen	●	○ <sub>2</sub>	-	-									
Ackerbau ohne Bewirtschaftungsauflagen	●	○ <sub>2</sub>	-										
Fläche mit Freizeinutzung	-	●											
Verkehrsfläche	○ <sub>11</sub>												
Siedlungsfläche													

● Pufferraum immer erforderlich  
 ○ Pufferraum zum Teil erforderlich  
 - Pufferraum nicht erforderlich



IL 2001  
 Grafik: Mosiman et. al.  
 editiert: R. Bräuer

Abb. 5: Matrix zur Bestimmung der Notwendigkeit von Pufferräumen und Trenngürteln

*Beispiele für besondere Bedingungen:*

- 1 bei hohen Emissionen am Siedlungsrand durch Verkehr oder Industrie/Gewerbe
- 2 bei Verkehrsaufkommen von > 10000 Fahrzeugen pro Tag
- 3 bei offenen Freizeitanlagen wie Spielwiesen, Picknickplätzen usw.
- 4 bei Waldflächen, die im Abflussbereich der Wiese/Weide liegen
- 5 Waldsaumvegetation reicht aus
- 6 sofern geschützte Arten verdrängt/vernichtet werden
- 7 bei Wiesen, die im Abflussbereich der Ackerparzelle liegen
- 8 bei besonderer Empfindlichkeit für Stoffeinträge
- 9 bei der Gefahr von Stoffeinträgen
- 10 hängt ab von Bestandaufbau und Bewirtschaftung
- 11 bei Verkehrsaufkommen von > 2000 Fahrzeugen pro Tag

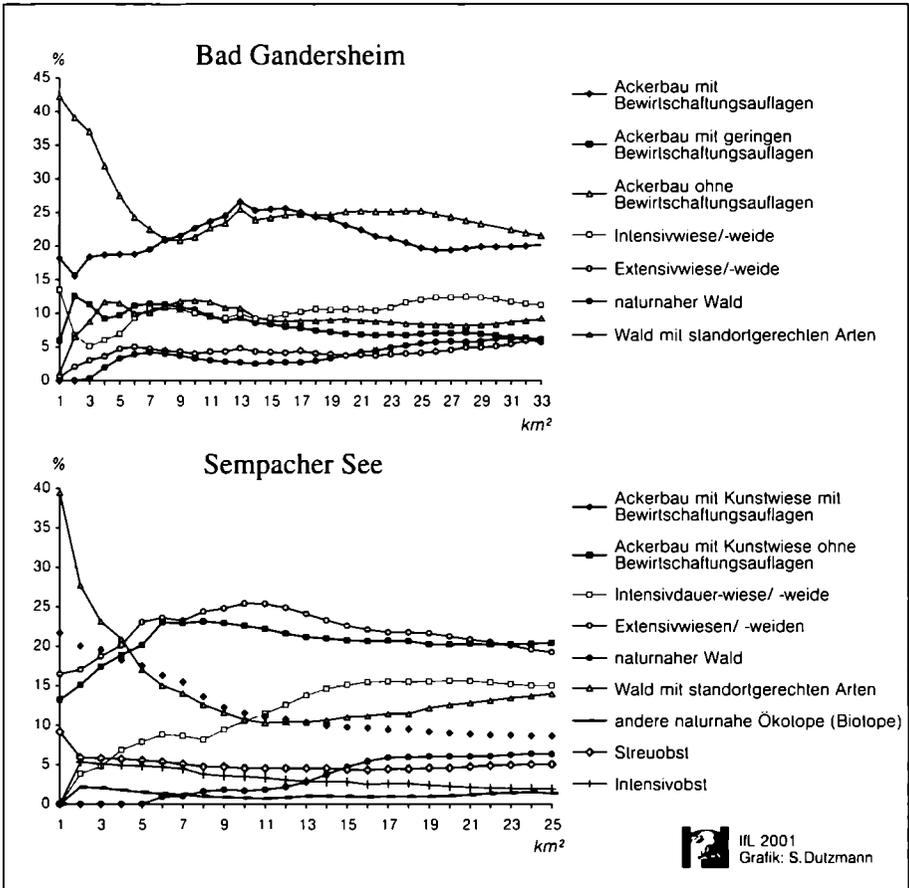


Abb. 6: Flächenbilanzen

Funktion	Verfahren	Berücksichtigte Größen
<b>Nutzungsfunktionen</b>		
<b>Landwirtschaftliches Ertragspotential</b>	<p>1) <b>Deutschland:</b> Anhand der Ackerzahlen der Reichsbodenschätzung. Eckwerte in Anlehnung an KNAUER (1993)</p> <p>2) <b>Schweiz:</b> Eckwerte auf Grundlage der Fruchtbarkeitsstufen</p> <p>3) <b>Andere:</b> Falls keine Untersuchungen für das Arbeitsgebiet vorliegen, Bestimmung des biot. Ertragspotentials nach GLAWION, KLINK u. MARKS (in MARKS et al. 1989)</p>	<p>1) Bodenart, geol. Alter des Ausgangsgesteins, Zustandsstufe, Klima- und Geländeverhältnisse, betriebswirtschaftl. Bedingungen</p> <p>2) Wasserhaushalt, Gründigkeit, Hangneigung, Skelettgehalt, Bodenart bis in 20cm Tiefe</p> <p>3) Hangneigung, Skelettgehalt, Gründigkeit, Bodenart des Oberbodens, Nährstoffangebot, Grundwasserflurabstand, Staunässe, nutzbare Feldkapazität, Jahresmitteltemperatur, Jahresniederschlag, Frostgefährdung, Überschwemmungsgefahr, Erosionsgefährdung</p>
<b>Zusätzliche Waldflächen</b>	<p>Eigenes Verfahren in Anlehnung an Eckwerte zum anzustrebenden Bewaldungsgrad nach SCHULZ (1976)</p> <p>sowie Kartierung bestehender und Aufnahme geplanter Erholungseinrichtungen</p>	<p>a) biotisches Ertragspotential</p> <p>b) Hangneigung (%)</p> <p>c) bestehender Waldanteil (%)</p>
<b>Schutzfunktion Flora und Fauna</b>		
<b>Natürlichkeitsgrad</b>	<p>Tabelle zur Abstufung des Natürlichkeitsgrades der Vegetation nach SCHLÜTER (1976), ergänzt durch SUKOPP u. BLUM (1976)</p> <p>Kartierung im Gelände anhand dieser Abstufung</p>	<p>a) Vegetationsbestand,</p> <p>b) Nutzung</p>
<b>Biotopentwicklungspotential</b>	<p>Entscheidungsleiter für die Ermittlung von Bodenflächen mit besonderen Standorteigenschaften für die Biotopentwicklung nach MOSIMANN (1999)</p>	<p>a) Grund-/Stauwassereinfluß,</p> <p>b) Gründigkeit,</p> <p>c) Skelettgehalt,</p> <p>d) Bodenart,</p> <p>e) Relieflage,</p> <p>f) Exposition</p>
<b>Raumbedarf der Fließgewässer</b>	<p>Eckwerte in Anlehnung an das Verfahren zur Bestimmung der minimalen Pendelbandbreite von HEEB et al. (1996)</p>	<p>a) Niederschlagsmenge (mm)</p> <p>b) Einzugsgebietsgröße (km<sup>2</sup>)</p>
<b>Zusätzliche Feldgehölze und Hecken</b>	<p>Eckwerte für eine ökologisch angestrebte Struktur verschiedener Agrarlandschaften nach KNAUER (1993)</p>	<p>a) Heckendichte (%)</p> <p>b) Feldgehölze (Verteilungsdichte/100ha)</p>
<b>Schutz- und Regulationsfunktionen des Landschaftshaushalts</b>		
<b>Grundwasserschutz</b>	<p>1) Abfragetabelle in Anlehnung an ALTMANN, SCHREIBER &amp; THÖLE (in MARKS et al. 1989)</p> <p>2) DVWK-Verfahren zur Bestimmung der Fähigkeit des Bodens zugeführte Schadstoffe zu immobilisieren</p>	<p>1) Bodenart, Grundwasserflurabstand</p> <p>2) Rel. Bindungsstärke für Metallionen, Humusgehalt, Bodenazidität, Bodenart, klimatische Wasserbilanz, Schwermetall-Bindungsstärke im grundwasserfreien Bodenraum</p>
<b>Grundwasserneubildung</b>	<p>Bestimmung der Grundwasserneubildungsrate nach ZEPP (in MARKS et al. 1989)</p>	<p>a) klimatische Wasserbilanz,</p> <p>b) nutzbare Feldkapazität im Wurzelraum,</p> <p>c) Nutzung</p>

Tab. 1 (insgesamt 4 Seiten)

# Entwicklung prozessual begründeter landschaftsökologischer Leitbilder

Art der Schätzskala	Standards/Schwellenwerte	Ausgewählte Literatur
	<b>für besondere Nutzungseignung oder besonderen Flächenbedarf</b>	
ordinal	1) >50 (hochwertig) 2) I-III* (hochwertig) 3) 3-5 (mittel-hochwertig)	1) KNAUER (1993) 2) FAL (1997) 3) GLAWION, KLINK und MARKS (in MARKS et al. 1989)
keine Gesamteinstufung	keine allgemeingültige Standards	SCHULZ (1978)
	<b>für Schutzwürdigkeit und Schutzflächenbedarf</b>	
ordinal	Wald- und landwirtschaftliche Nutzflächen: Stufe 7-9 (hoch) Sonstige Nutzungen/Ödland: Stufe 6-9 (hoch)	SCHLÜTER (in BASTIAN et al. 1994) SUKOPP u. BLUM (in BASTIAN et al. 1994) KONOLD (1996)
ordinal in zwei Stufen	Schwellenwerte für die einzelnen Parameter	MOSIMANN (1999) BRAHMS et al. (1989)
kardinal	Pendelbandbreiten	HEEB et al. (1996)
kardinal	a) 5-10 bzw. 40->50 (abhängig von den Standorteigenschaften) b) 0,5-1 (s.o.)	KNAUER (1993)
	<b>für Risiko bzw. Schutz- oder Regulationsbedarf</b>	
ordinal	1) Mechanische und/oder physiko-chemische Füllereigenschaften des Bodens 1-2 (hohes Grundwassergefährdungsrisiko) 2) 3-5 (hohes Grundwassergefährdungsrisiko)	1) ALTMANN, SCHREIBER & THÖLE (in MARKS et al. 1989) 2) DVWK (1988)
kardinal	≥240 mm (hoch - sehr hoch)	ZEPP (in MARKS et al. 1989)

Funktion	Verfahren	Berücksichtigte Größen
<b>Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens</b>	Bewertung der Verdichtungsempfindlichkeit von Bodenflächen (leicht verändert nach PRESSLER & MEULI 1998)	a) organisches Material b) Skelettiegehalt c) Grundwassereffluxabstand (GW), Stau- bzw. Hangwassereinfluss (SW, HW) d) Tongehalt und Schluffanteil
<b>Erosionsempfindlichkeit des Bodens</b>	1) Verfahren zur Bewertung der Empfindlichkeit von Bodenflächen gegenüber Erosion durch Wasser  2) ABAG (vereinfachte ABAG zur Bestimmung der potentiellen Erosionsgefährdung)  3) Abfragetabelle zur Empfindlichkeit des Bodens gegenüber Winderosion I) für Mineralböden  II) für Moore	Hangneigung, Relief, Bodenart, Skelettiegehalt  Niederschlag, Bodenart, Organische Substanz, Skelettiegehalt, Hangneigung, Hanglänge, Gründigkeit  a) Bodenart b) Humusgehalt c) ökologischer Feuchtegrad  a) Torfart b) Zersetzungsgrad
<b>Risiko von Erosion und Stoffverlagerung in Tiefenlinien</b>	Kartierung	a) Länge der Tiefenlinie b) Einzugsgebiet der Tiefenlinie c) Parzellengröße der intensiv genutzten Ackerfläche d) Neigung der Tiefenlinie
<b>Stoffretention</b>	1) Entscheidungsleiter zur Bestimmung der Notwendigkeit der Ausweisung von Retentionsflächen /-becken  2) Kartierung von potentiellen Retentionsflächen	a) Nutzungsart b) Hangneigung c) Düngegrossvieheinheit d) Oberflächenwasser-bindende Strukturen e) Durchlässigkeit des Bodens
<b>Hochwasserretention</b>	Kartierung potentieller Retentionsräume im Gelände entlang von Fließgewässern	Hangneigung, Parzellengröße, Gewässeranbindung, Relief
<b>Frischluffproduktion (Klima- und Immissionsökologischer Ausgleich)</b>	Entscheidungsleiter zur Bestimmung von Wirkungs- und Ausgleichsräumen	Siedlungsgröße, Anteil von Industrie- und Gewerbeflächen, zur Überwärmung neigende Flächenanteile, Ktz pro Tag, Relieflage, verbindende Elemente, Flächengröße, Vegetationsbestand von Freilächentypen, Geländeneigung, Größe der Ausgleichsdistanz, Hanglänge
<b>Pufferraumfunktionen</b>		
1) <b>Fließgewässer</b>  2) <b>Stoffhaushaltliche Pufferung von Schutzgebieten und anderen naturnahen Flächen</b>	Abfragetabelle in Anlehnung an Verfahren von HEEB et al 1996  Abfrage in Anlehnung an Verfahren von BUWAL 1994	a) Hangneigung b) Nutzung der an das Gewässer angrenzenden Fläche a) Hangneigung der naturschutzrelevanten Flächen b) Hangneigung der angrenzenden Fläche, Intensität der Nutzung der angrenzenden Flächen c) Empfindlichkeit der Vegetation gegenüber Nährstoffzufuhr
<b>Immissionsschutz</b>	1) Verkehrsmengenbedingung  2) Richtwerte für die Breite eines Immissionsschutzstreifens	Verkehrsmenge
<b>Waldrandsäume</b>	Eckwerte nach v. HAAREN 1993	Nutzung der angrenzenden Flächen

Tab. 1 (Forts.)

# Entwicklung prozessual begründeter landschaftsökologischer Leitbilder

Art der Schätzskala	Standard/ Schwellenwert	Ausgewählte Literatur
ordinal	Schwellenwerte für die einzelnen Parameter	PRESLER & MEULI 1998
ordinal	1) Schwellenwerte für die einzelnen Parameter  2) 5l/ ha/ Jahr  3) V und VI = hohe- sehr hohe Erosionsempfindlichkeit	MOSIMANN 1999  SCHWERTMANN et al 1987  NEEMANN 1991; SCHMIDT in MARKS et al 1989
ordinal in zwei Stufen	a) 150m b) 5 ha c) 4 ha d) 3%	
ordinal	Schwellenwerte für die einzelnen Parameter	KUNZE 1998 (unveröffentl.)
-	Hochwasserretentionsraum: mind. 3ha	
ordinal	Schwellenwerte für die einzelnen Parameter	MOSIMANN et al 1999
	<b>für Notwendigkeit und Breite von Pufferräumen</b>	
kardinal	20 - 50m in Abhängigkeit von Hangneigung und Nutzung	HEEB et al 1996
kardinal		HEEB et al. 1996 BUWAL 1994
kardinal	10 000 Kfz/ d  10m und 30m	FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN UND VERKEHRSWESSEN 1992  OLSCHOWY 1971
kardinal	10m, bei naturnahen Waldflächen mit angrenzender intensiver landwirtschaftlicher Nutzung; 20-30m	v. HAAREN 1993

	Landschaftstypen	Lüneburger Elbmarsch	Feldberger Seenlandschaft	Niedersächsisches Berg- und Hügelland (Ackerbaugbiet)	Molassehügelland im Alpenvorland (Futterbaugbiet)	Nördliche Frankenalb (Mischgebiet)
Nutzungen und Schutzflächen (Flächenanteile in Prozent bzw. ha/km <sup>2</sup> )	Ackerbau ohne Bewirtschaftungsauflagen	19	22	10	20	5
	Ackerbau mit Bewirtschaftungsauflagen	25	24	31	9	9
	Intensivdauerwiese/weide (teilweise mit Feldobst)	14	7	12	23	18
	Extensivwiese/weide (teilweise mit Feldobst)	27	16	10	20	9
	Intensivobstbau	0	0	0,5	1,5	1
	Forst/Wald mit standortgerechten Baumarten	3	14	25	15	44,5
	Naturnaher Wald	2	14	6	5	7
	andere naturnahe und naturbelassene Flächen	9	3	3,5	2,5	6
	Fließgewässerraum i.e.S.	0,5	0	0,5	1	0,5
	Flächen mit Erholungseinrichtungen, besondere Nutzungen	0,5	0	1,5	3	0
	Intensivlandwirtschaft gesamt	33	29	22	43	24
	Extensivlandwirtschaft inkl. bodenschonender Ackerbau gesamt	52	40	41	29	18
	Wald gesamt	5	28	31	20	51,5
	naturnahe Flächen gesamt	11,5	17	10	8,5	13,5
	Siedlungs- und Verkehrsflächen aktuell	5,7	2,7	15,6	7,5	5,4

Tab. 2: Flächenprozentanteile der Nutzungs- und Schutzflächen in Abhängigkeit von der analytischen Gebietsgröße