

## 16 Auswirkungen der Landschaftsbewertung und -optimierung auf die Landschaftsstruktur im Untersuchungsraum der Querfurter Platte

A. Lausch & B. Meyer

UFZ Leipzig-Halle GmbH, Sekt. Angewandte Landschaftsökologie, Leipzig

### Abstract

*Effects of landscape assessment and optimization on the landscape structures in the study period at Querfurter Platte*

*The study area Querfurter Platte, naturally subdivided into only a few areas, has been fundamentally changed in its area-structural peculiarity and characteristics by landscape assessment and optimization scenarios. These new landscape structures are an essential basis for landscape functions and for incidence of different species. Assessing the changed landscape structures of the scenarios entails a quantitative analysis of the landscape structures by landscape metrics. Using a set of landscape metrics in quantitative analysis guaranteed a consistent assessment of effects of landscape assessment and optimization scenarios on landscape structures.*

### Zusammenfassung

Der raumstrukturell nur wenig gegliederte Untersuchungsraum der Querfurter Platte wurde anhand der Landschaftsbewertung und Optimierungsszenarien in seiner raumstrukturellen Eigenheit und Charakteristik grundlegend verändert. Diese neuen Landschaftsstrukturen stellen eine wichtige Grundlage für Landschaftsfunktionen als auch dem Vorkommen unterschiedlicher Arten dar. Um eine Bewertung der veränderten Landschaftsstrukturen der Szenarien zur Landschaftsbewertung durchführen zu können, wurde eine quantitative Analyse der Landschaftsstrukturen durch Landschaftsstrukturmaße durchgeführt. Hierbei erwies sich der Einsatz eines Sets von Landschaftsstrukturmaßen in der quantitativen Analyse als notwendig, eine sachlich konkrete raumbezogene Einschätzung der Auswirkungen der Landschaftsbewertung und -optimierung auf die Landschaftsstruktur im Untersuchungsraum durchzuführen.

## 16.1 Zielsetzung der Untersuchungen

In Kapitel 2 wurde gezeigt, mit welcher Zielrichtung und unter welchen Annahmen die Landschaftsbewertung und die Herleitung der Landschaftsoptimierungsszenarien erfolgte. Ein wesentliches Ergebnis ist, dass sich in den Szenarien sowohl die Flächennutzung, die Biotop- und Schlaggrößen und die Anordnung der Biotope im Untersuchungsraum Barnstädt deutlich verändert haben. Die im landschaftsplanerischen Entwurf dargestellten neuen Biotope Acker, Grünland, Sukzessionsflächen, Hecken, Raine und Alleen bzw. Baumreihen ergeben eine neue Landschaftsstruktur, deren Auswirkungen als Habitat für Arten in diesem Projekt bisher nicht oder nur ansatzweise abgeschätzt werden kann. Bis heute fehlen allgemein anerkannte Methoden zur Erfassung, Messung und Bewertung der Landschaftsstruktur.

Landschaftsstrukturelle Indikatoren beschreiben die „aus dem Erscheinungsbild des Raummusters und aus der haushaltlichen Funktion der Raumeinheiten zusammengesetzte“ Landschaftsstruktur (LESER 1991). Während Teilkompartimente der haushaltlichen Funktion der Landschaftsstruktur Gegenstand der Landschaftsbewertungs- und -optimierungsszenarien sind, wurde in diesem Kapitel vorgestellten Teilprojekt nach Wegen gesucht, Landschaftsstrukturen mit Landschaftsstrukturmaßen statistisch zu beschreiben (zu messen). Landschaftsstrukturmaße sollen das Muster der Biotopstrukturen bezogen auf einen definierten bzw. normierten Bezugsraum beschreiben. Hierfür wurde das Programmpaket FRAGSTATS (MCGARIGAL & MARKS 1994) genutzt. Es ist hier deutlich darauf hinzuweisen, daß die Landschaftsstatistik noch im Experimentierstadium ist. Es wird von den Autoren aber erwartet, daß in Zukunft mit vergleichenden Strukturmaßen und ihrer Bewertung in Bezug auf Habitatansprüche unterschiedlicher Ziel- und Leitarten ein wesentlicher Beitrag zur Quantifizierung und Lösung von raummusterabhängigen Problemen wie Flächenzerschneidung, Verinselung, Isolierung, Landschaftsverbrauch und zur Begründung von Habitatverbundsystemen geleistet werden kann.

Folgende Fragen sollten im Rahmen des Projektes behandelt bzw. getestet werden:

1. Welche Veränderungen der Landschaftsstruktur durch die Landschaftsbewertungs- und -optimierungsszenarien sind mit Landschaftsstrukturmaßen erfaßbar?
2. Können diese Maße bereits als typisch für Landschaften beschreiben werden?
3. Kann bereits eine Beziehung zwischen Landschaftsstrukturmaßen und Habitatqualitäten benannt werden?
4. Welche inhaltlichen und datentechnischen Voraussetzungen müssen gegeben sein, um Landschaftsstrukturmaße nicht nur als beschreibende Indikatoren im Rahmen der Landschaftsanalysen zu nutzen, sondern auch für die Bewertung einsetzen zu können?

5. Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein, um Landschaftsstrukturmaße nicht nur als beschreibende Indikatoren zu nutzen, sondern auch für die Bewertung einsetzen zu können?

## 16.2 Methodische Vorgehensweise

Für die Analyse von Zusammenhängen zwischen der Struktur und Funktion von Ökosystemen sowie für Untersuchungen von Habitaten und Populationen ist die Erfassung und Bewertung des Attributes Raum und der räumlichen Beziehungen ein grundlegender Untersuchungsschwerpunkt. Seit fast 20 Jahren wird diesem Schwerpunkt, insbesondere in den Arbeiten der nordamerikanischen Landschaftsökologen (FORMAN & GODRON 1986, TURNER 1989, TURNER & GARDNER 1991a, TURNER & GARDNER 1991b, MCGARIGAL & MARKS 1994, FORMAN 1995), starke Beachtung geschenkt. Die genannten Autoren versuchen, das Mosaik bzw. die Struktur einer Landschaft durch Landschaftsstrukturmaße (LSM) zu beschreiben. Landschaftsstrukturmaße (vgl. Abb. 16.3) umfassen die Analyse der Form und Gestalt, des Musters, der Komplexität, der Konfiguration (Anordnung) sowie der Komposition (Zusammensetzung) von Landschaftselementen, der Biotop- und Flächennutzungsklassen sowie der Landschaft (vgl. Abb. 16.2). Mit Hilfe von Landschaftsstrukturmaßen soll es gelingen, Aussagen hinsichtlich der raumstrukturellen Eigenschaften der Landschaft machen zu können.

Für das Untersuchungsgebiet auf der Querfurter Platte (Flächen des Agrarunternehmens – AUB - Barnstädt), welches in der Einleitung beschrieben wurde, wurden die vektorieLL vorliegenden Datensätze der Landschaftsbewertung und der Optimierungsszenarien (Ist-Zustand, landschaftsplanerischer Entwurf, Naturschutzszenario 7,5 %, Naturschutzszenario 15 % und Naturschutzszenario 30 %) mit der Biotop- und Flächennutzungsklasse (Acker, Wald, Grünland, Siedlung, Verkehr, Gewässer, vegetationsfreie Fläche, Stauden- und Ruderalflur, Hecken und Gebüsch, Baumreihe und Allee) abgegrenzt (Kap. 2; vgl. Abb. 2.1). Die flächenhaft vorliegenden Informationen wurden auf eine Zellgröße von 5 Meter/Pixel gerastert. Aufgrund der Bedeutung linearer Landschaftselemente für die Quantifizierung der Landschaftsstruktur und der nachfolgenden Berechnung von Landschaftsstrukturmaßen (LAUSCH 2000) wurden die linear vorliegenden Landschaftselemente Verkehrsnetz, Hecken und Gebüsch sowie Baumreihen und Allees ebenfalls auf eine Rasterzellgröße von 5 Meter/Pixel transformiert und mit dem Rasterdatensatz der Biotop- und Flächennutzung verschnitten. Die Berechnung der Landschaftsstrukturmaße aus den Biotop- und Flächennutzungsdaten für die fünf unterschiedlichen Szenarien des Untersuchungsraumes Barnstädt erfolgte auf Rasterbasis mit Hilfe des Strukturanalyseprogrammes FRAGSTATS 2.0, MCGARIGAL & MARKS (1994): „Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure“.

Folgende Modellparameter wurden den Berechnungen der Landschaftsstruktur für den Untersuchungsraum zugrunde gelegt (Tab. 16.1).

Tab. 16.1)

Parameter zur Quantifizierung der Biotop- und Landschaftsstrukturen der Szenarien des Untersuchungsraumes

Parameter	Eigenschaften
Datenformat	Raster
Zellgröße	5 x 5 Meter
Definition der kleinsten Einheit <i>Patch</i>	Rasterzellen incl. diagonale Rasterzellen einer Klasse
Maximale Klassenanzahl	10 Biotop- und Flächennutzungsklassen
Suchradius	1000 Meter
Eliminierung von Kleinstflächen	keine
Besonderheiten	Rasterung (5x5 Meter) und Integration linearer Landschaftselemente (Verkehrsnetz, Hecken und Gebüsch, Baumreihen und Alleen)
	Rasterung der linearen Landschaftselemente

In Tab. 16.2 wird dargestellt, dass bei der Ableitung der Strukturmaße zwischen den Ebenen Landschaftselement (engl.: *patch*), Klasse (engl.: *class*) und Landschaft (engl.: *landscape*) unterschieden wird.

Tab. 16.2) Ebenen für die Ableitung von Strukturmaßen

Begriffe		Bezugs- und Erfassungsebenen
Landschaftselement	<i>Patch</i>	Jede Einzelfläche einer thematisch abgegrenzten Klasse ( <i>Land-Cover-Klasse</i> ). (z.B. Patches des Untersuchungsraumes Barnstädt)
Klasse	<i>Class</i>	Gesamtheit aller Einzelflächen ( <i>Patches</i> ) einer thematisch abgegrenzten Klasse (z.B. Wald, Ackerland, Grünland, Siedlung, Verkehr)
Landschaft	<i>Landscape</i>	Gesamtheit aller thematisch abgegrenzten Klassen eines Raumes. In der vorliegenden Arbeit: Landschaft des Untersuchungsraumes Barnstädt

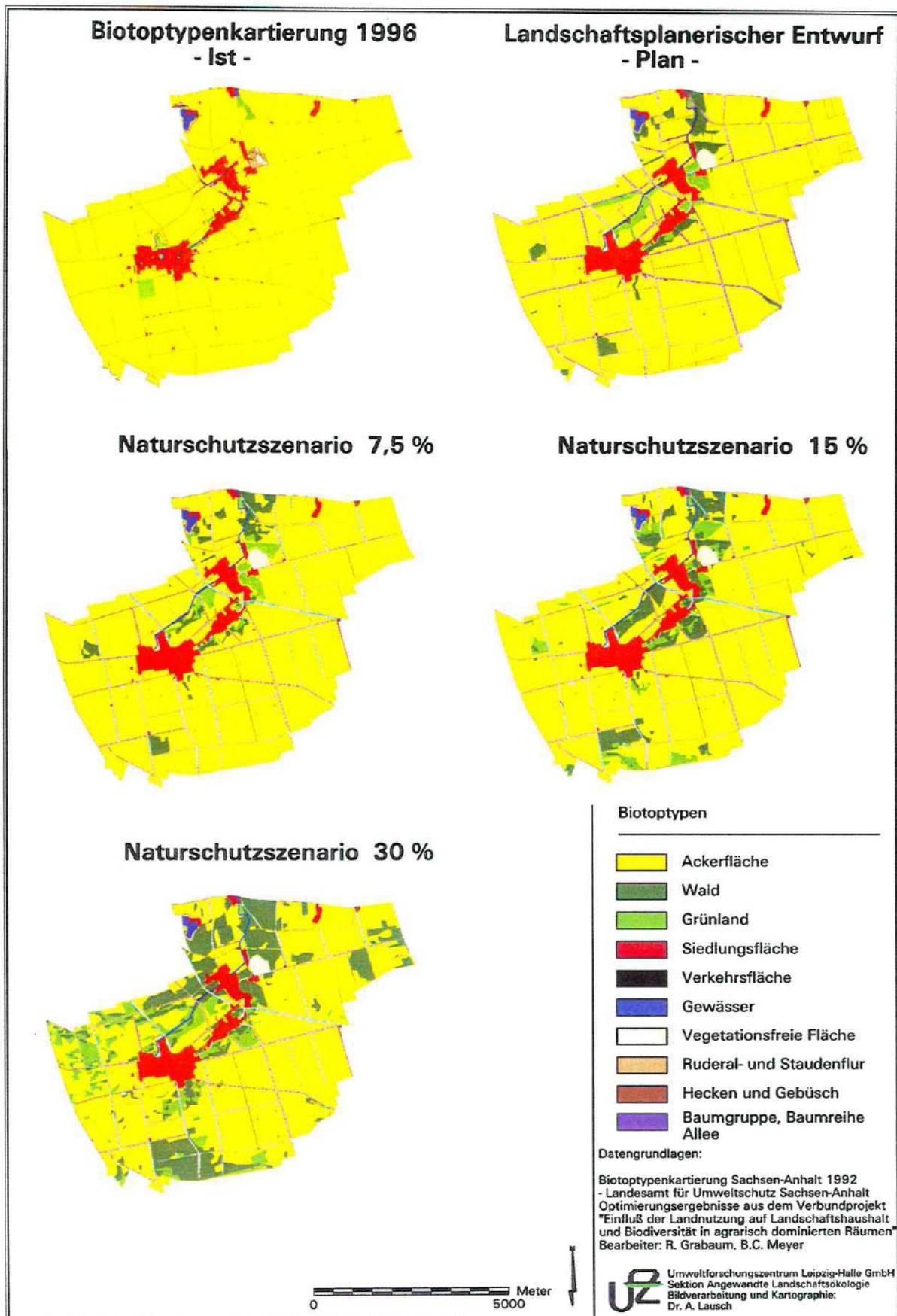


Abb. 16.1: Untersuchungsgebiet auf der Querfurter Platte (AUB Barnstädt) - Landschaftsbewertung und -optimierungsszenarien (Ist-Zustand, Landschaftsplanerischer Entwurf, Naturschutzszenario 7,5 %, Naturschutzszenario 15 % und Naturschutzszenario 30 %) mit den Biotop- und Flächennutzungsklassen

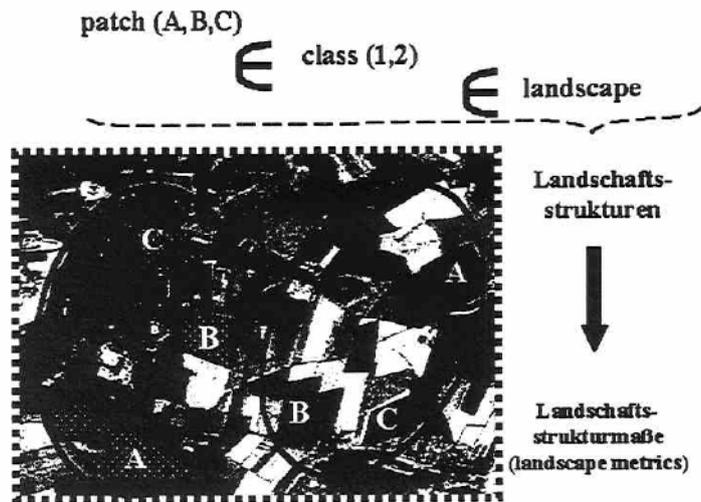


Abb. 16.2) Raumeinheiten der quantitativen Untersuchung von Landschaftsstrukturen - patch, class und landscape

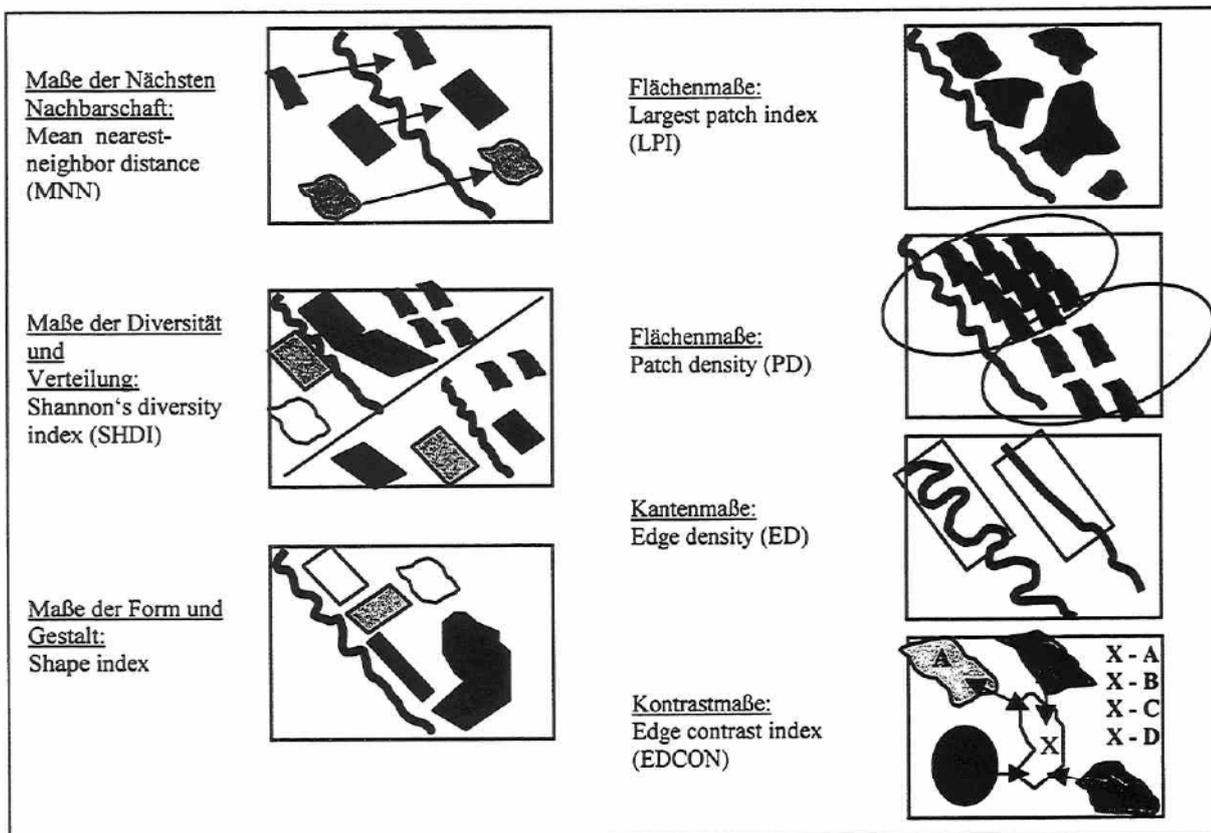


Abb. 16.3) Vereinfachte Darstellung wichtiger Kategorien von Landschaftsstrukturmaßen

In Tab. 16.3 sind die Maße zur Quantifizierung der Biotop- und Landschaftsstruktur der Untersuchungsräume beschrieben. Die diesen zugrundeliegenden mathematischen Ausdrücke sind in MCGARIGAL & MARKS (1994) bzw. LAUSCH (2000) zu finden. Die Auswahl der Landschaftsstrukturmaße für die vorliegende Arbeit erfolgt insbesondere im Hinblick auf die vorliegende Zielsetzung des Vergleiches der Maße als Anzeiger landschaftlicher Veränderungen im

Rahmen der Szenarien sowie unter Berücksichtigung der Interpretierbarkeit der Landschaftsstrukturmaße und im Hinblick auf die Übertragbarkeit auf andere Regionen in ausgeräumten Intensivagrarlandschaften.

Tab. 16.3a-d)

Beschreibung der mit FRAGSTATS (Vers. 2.0, MCGARIGAL & MARKS 1994) berechneten Landschaftsstrukturmaße für den Untersuchungsraum

- a) Flächenmaße
- b) Kanten- und Kontrastmaße
- c) Maße der Nächsten/Nachbarschaft
- d) Maße der Diversität und Verteilung

### Flächenmaße

Akronym / Name des Maßes Einheit / Größe Berechnungsebene	Beschreibung
<b>LPI</b> <i>Largest patch index</i> (%) Klasse / Landschaft	Gibt den Flächenanteil des größten Landschaftselementes an der betreffenden Klasse bzw. der gesamten Landschaft wieder. Hieraus können Aussagen zur Fragmentierung bzw. Heterogenität der betrachteten Landschaft gemacht werden.
<b>PD</b> <i>Patch density</i> (n/100 ha) Klasse / Landschaft	Der Wert beschreibt die Anzahl der Landschaftselemente pro Einheitsfläche. Die Dichte ermöglicht die Einschätzung der Fragmentierung und Heterogenität der untersuchten Klasse.
<b>MPS</b> <i>Mean patch size</i> (ha) Klasse / Landschaft	Der Index gibt Auskunft über die mittlere absolute Größe der Landschaftselemente einer Klasse.
<b>PCV</b> <i>Patch size coefficient of variation</i> (%) Klasse / Landschaft	Der Index bezieht die Standardabweichung der Landschaftselement-Größen auf die mittlere Landschaftselement-Größe und gibt somit Aussagen bezüglich der Variabilität der Flächengröße der Landschaftselemente einer Klasse. <u>Aussagewert:</u> - hoher Wert: starke Variation der Größen von LE in dem Landschaftsmuster - geringer Wert: geringe Variation der Größen von LE in dem Landschaftsmuster

Die Flächenmaße quantifizieren die Zusammensetzung der Landschaft. Es lassen sich hieraus jedoch keine Aussagen über die Anordnung der Landschaftselemente (LE) ableiten.

Eine Bedeutung haben die Flächenmaße für die Beurteilung von Artenreichtum, Flächenbesetzung- und Artverteilungsmuster insbesondere für Untersuchungen der Landschaftsveränderung.

Patch-Dichte, Patch-Größe und Streuung der Patch-Größen :

Mit Hilfe dieser Landschaftsmaße werden die Anzahl oder Dichte von Patches, die durchschnittliche Größe der Patches und die Veränderung der Patchgröße quantifiziert. Hieraus können Aussagen zur Landschaftsanordnung abgeleitet werden. Die Anzahl der Flächen bzw. die Flächendichte sind nutzbar für Untersuchungen der räumlichen Heterogenität des Landschaftsmosaiks und der Fragmentierung von Landschaftsräumen. Mittels der Patchanzahl und der durchschnittlichen Patchgröße erhält man eine direkte Information über das Landschaftsmuster. Nach GARDNER et al. (1993) stellen sie ein wichtiges Kriterium dar, den Verlust an Biodiversität in einem Gebiet mit der Abnahme der Fläche eines Habitats in Beziehung zu setzen.

**Kanten- und Kontrastmaße**

<b>Name des Maßes</b> Einheit / Größe Berechnungsebene	<b>Beschreibung</b>
<b>EDCON</b> <i>Edge contrast index</i> (%) Landschaftselemente <b>MECI</b> <i>Mean edge contrast index</i> (%) Klasse / Landschaft	Der Index mißt den Kontrast zwischen einem Landschaftselement und den LE seiner unmittelbaren Nachbarschaft. Der prozentual angegebene Zahlenwert wird im Vergleich zum höchstmöglichen Gesamtkontrast der Landschaft wiedergegeben, wodurch ein regionaler Vergleich des Indexes möglich ist. Der Indikator unterscheidet sich gegenüber anderen Indikatoren durch die Benennung spezifischer Wichtungsrößen für den Kontrast.  Der Höhenkontrast einer Land-Cover-Klasse (Patchebene) zu seiner unmittelbaren Umgebung wird in % bezogen auf den maximalen Höhenkontrast der Landschaft dargestellt.
<b>ED</b> <i>Edge density</i> (m/ha) Klasse / Landschaft	Der Index berechnet die Kantenlänge eines Patches, dividiert durch dessen Fläche und bezieht diese auf eine Einheitsfläche.

Kanten (*Edge, Grenzen*) bilden die Grenzen der *Patches*. Sie besitzen bezüglich der Beschreibung der Konfiguration (Landschaftsanordnung) der Landschaftsstruktur eine hohe Aussagekraft. So steigt nach Miller et al. (1997) mit der Zunahme des menschlichen Einflusses und einer Fragmentierung der Landbedeckungstypen die Menge der Kanten an. Die absolute Länge von Kanten sowie die Kantendichte sind für ökologische Prozesse von Bedeutung. Diese laufen an bzw. über Grenzen ab und zeigen somit eine direkte Abhängigkeit. Die Einschätzung der Fragmentierung und Heterogenität einer Landschaft (z.B. Agrarlandschaft) erfolgt unter Einbeziehung von Kantenmaßen (Forman & Godron 1996; Reese & Ratti 1988).

## Maße der Nächsten/Nachbarschaft

Name des Maßes Einheit / Größe Berechnungsebene	Beschreibung
<b>MNN</b> <i>Mean nearest-neighbor distance</i> (m) Klasse / Landschaft	Mit Hilfe des Index wird die mittlere Entfernung zwischen <i>Patches</i> (Kante zu Kante) einer Klasse berechnet. Auf der Landschaftsebene werden nur <i>Patches</i> berücksichtigt, die angrenzende (benachbarte) <i>Patches</i> haben.
<b>NNCV</b> <i>Nearest-neighborcoefficient of variation</i> (%) Klasse / Landschaft	Der Index bezieht die Standardabweichung der Landschaftselement-Entfernungen auf die mittlere Landschaftselement-Entfernung und gibt somit Aussagen bezüglich der Variabilität der Entfernungen der Landschaftselemente einer Klasse.  <u>Aussagewert:</u> - hoher Wert: starke Variation der Entfernungen von LE in bezug zur mittleren Entfernung - geringer Wert: geringe Variation der Entfernungen von LE in bezug zur mittleren Entfernung
<b>MPI</b> <i>Mean proximity index</i> (dimensionslos) Klasse / Landschaft	Der Index berücksichtigt Größe und Distanz von allen LE einer Klasse, die innerhalb des angegebenen Suchradius (variabel) um das betrachtete Element liegen. Der Parameter ergibt sich aus der Summe der Flächengrößen aller Landschaftselemente gleicher Klasse innerhalb dieses Suchradius, dividiert durch das Quadrat des jeweiligen Abstandes. Mit Hilfe des Index ist die Quantifizierung des räumlichen Kontext eines LE in Beziehung zu seinen Nachbarn möglich. Somit sind Aussagen zur Isolation eines Landschaftselementes sowie der Fragmentierung der korrespondierenden Landschaftselemente innerhalb der spezifischen Nachbarschaft zum betrachteten Element möglich.  <u>Aussagewert:</u> - hoher Wert, wenn ein <i>Patch</i> von großen und/oder nahegelegenen <i>Patches</i> umgeben wird, (komplexe Anhäufung von großen <i>Patches</i> ) - geringer Wert, wenn ein <i>Patch</i> von kleinen und/oder entfernten <i>Patches</i> umgeben wird, (spärliche Verteilung von kleinen <i>Patches</i> )

Diese Landschaftsmaße geben den Abstand von einem *Patch* zum nächsten *Patch* der gleichen Klasse an, wobei die Entfernung von Kante zu Kante gemessen wird. Damit quantifizieren diese Maße die Landschaftsanordnung (Landschaftskonfiguration). Die Kenntnisse darüber sind für Untersuchungen von Migrationsprozessen und der Populationsdynamik insbesondere zur Erfassung der Isolation und der Fragmentierung von Landschaftselementen von hohem Interesse. Die Bestimmung der Landschaftskonfiguration nimmt auch einen hohen Stellenwert beim Monitoring von Landschaften ein.

## Maße der Diversität und Verteilung

Akronym / Name des Maßes Einheit / Größe Berechnungsebene	Beschreibung
<b>IJI</b> <i>Interspersion and</i>	Mit Hilfe des Index wird der Grad der Verteilung von LE einer Klasse innerhalb der Landschaft quantifiziert.

<i>Juxtaposition index</i> (%) Klasse / Landschaft	<u>Aussagewert:</u> - hohe Werte resultieren von Landschaften, in der die <i>Patches</i> einer Klasse gleichmäßig verteilt sind (proportionale Verteilung) - geringe Werte charakterisieren Landschaften, in der die <i>Patches</i> einer Klasse ungleichmäßig verteilt sind (disproportionale Verteilung)
<b>SHDI</b> <i>Shannon's diversity Index</i> (dimensionslos) Landschaft	Stellt den wohl populärsten Diversitätsindex dar und basiert auf der Informationstheorie. Der Wert präsentiert den Gehalt an Information pro Individuum bzw. Landschaftselement. Der Index ist in bezug auf Reichtum empfindlicher als auf Gleichmäßigkeit. Der absolute Wert dieses Parameters ist nicht unbedingt von Bedeutung, vielmehr eignet er sich zum Vergleich zwischen verschiedenen Landschaften bzw. von Landschaften in ihrer Dynamik.
<b>SHEI</b> <i>Shannon's evenness index</i> (dimensionslos) Landschaft	Der Index quantifiziert den Aspekt der Gleichmäßigkeit ( <i>evenness</i> ) – Verteilung der verschiedenen Klassen innerhalb der Landschaft - und ist somit ein wichtiges Maß zur Analyse der Landschaftszusammensetzung. Die Gleichmäßigkeit ergibt sich aus der Höhe der Vielfalt geteilt durch die maximal mögliche Vielfalt der jeweiligen Landschaft. Erreicht der Index den Wert eins, so nähert sich die beobachtete Vielfalt der maximalen Gleichmäßigkeit an.

Die Diversitäts-Indizes quantifizieren die Komposition der untersuchten Landschaft. Sie werden von den beiden Komponenten Reichhaltigkeit (*richness*) und Gleichmäßigkeit (*evenness*) beeinflusst. Die Reichhaltigkeit bezieht sich auf die Anzahl der in einer Landschaft vorkommenden Klassen, während die Gleichmäßigkeit die Verteilung der verschiedenen Klassen beschreibt. Die Reichhaltigkeit an vorliegenden Klassen ist vom jeweils gewählten Maßstab abhängig. So sind größere Flächen häufig reichhaltiger, da sie ein höheres Maß an Heterogenität des Inventars als vergleichbare kleine Flächen besitzen. Für die Untersuchung der Diversität stehen eine Vielzahl von Indikatoren zur Verfügung, dessen Anwendbarkeit, Interpretierbarkeit sowie Aussagewert unterschiedlich diskutiert werden.

### 16.3 Analyse der Landschaftsstruktur für die Landschaftsbewertung und die Optimierungsszenarien im Testgebiet

Die digitalen Daten der Szenarien zur Landschaftsbewertung und -optimierung wurden hinsichtlich ihrer landschaftsstrukturellen Eigenschaften mit den in Tab. 16.4 beschriebenen Landschaftsstrukturmaßen analysiert. Der Einsatz eines Sets von Landschaftsstrukturmaßen in der quantitativen Analyse garantiert die Einbeziehung eines breiten Spektrums landschaftsbezogener Merkmale, die eine sachlich konkrete raumbezogene Einschätzung der Auswirkungen der Landschaftsbewertung und -optimierung auf die Landschaftsstruktur im Untersuchungsraum ermöglicht.

Zur Beurteilung der quantifizierten Landschaftsstrukturen wurden, ausgehend von der

Wertabnahme bzw. Wertzunahme für die Landschaftsstrukturmaße des Ist-Zustandes bis zum Szenario 30 %, Ränge (Rangvergabe für verbundene Ränge) von 1 bis 5 zugewiesen (Tab. 16.5).

Tab. 16.4) *Werteinstufung der Landschaftsstrukturmaße (LSM)*

Landschaftsstrukturmaß	Als „positiv“ eingestufte Wertentwicklung	Begründung im Hinblick der Erhöhung „Vielfältigkeit“ und „Diversität“ der Landschaftsstruktur
LPI (Largest patch index)	Abnahme des Indexwertes	Die Abnahme von dominierenden „Großflächen“ zugunsten kleinerer Flächen wirkt sich für die Erhöhung der Landschaftsvielfalt günstig aus.
MPS (Mean patch size)	Abnahme des Indexwertes	Mit der Abnahme der dominierenden „Großflächen“ ist eine Abnahme der mittleren Flächengrößen der Landschaftselemente des Raumes verbunden, die sich auf die Erhöhung der Landschaftsvielfalt günstig auswirkt
PSCV (Patch size coefficient of variation)	Zunahme des Indexwertes	Die Zunahme der Variabilität der Flächengrößen von Landschaftselementen hinsichtlich der mittleren Flächengröße wirkt der „Homogenität“ der Landschaftsstruktur entgegen.
PD (Patch density)	Zunahme des Indexwertes	Die Zunahme der Patch density zeigt eine verringerte Fragmentierung von Landschaften an, wodurch eine höhere Erreichbarkeit und Connectivity der Landschaftstruktur gegeben ist.
MNN (Mean nearest neighbor distance)	Abnahme des Indexwertes	Die Abnahme der mittleren Entfernung von Landschaftselementen bedeutet eine Erhöhung von Connectivity und eine geringere Fragmentierung und Verinselung.
NNCV (Nearest-neighbor coefficient of variation)	Zunahme des Indexwertes	Die Zunahme von Variabilitäten der Entfernungen von Landschaftselementen zur mittleren Entfernung zeigt eine Erhöhung Landschaftsstrukturvielfalt an.
MPI (Mean proximity index)	Zunahme des Indexwertes	Die stärkere komplexe Anhäufung von Landschaftselementen bedeutet eine Abnahme der Isolation und Fragmentierung der korrespondierenden Landschaftselemente.
ED (Edge density)	Zunahme des Indexwertes	Die Zunahme der Grenzlinienlänge bedeutet die Verlängerung der Kantenlängen bzw. eine differenziertere Ökotonstruktur
MVECI (Mean vertical edge contrast index)	Zunahme des Indexwertes	Eine Zunahme der Höhenschichtung der Landschaftselemente entspricht der Erhöhung der horizontalen Diversität der Landschaftsstruktur.
SHDI (Shannon's diversity index)	Zunahme des Indexwertes	Die Zunahme bedeutet die Erhöhung der Vielfältigkeit von Landschaftsstrukturen.
SHEI (Shannon's evenness index)	Zunahme des Indexwertes	Die Zunahme verweist auf die Näherung der beobachteten Vielfalt zur maximalen Gleichmäßigkeit von Landschaftsstrukturen des Raumes.
IJI (Interspersion and juxtaposition index)	Zunahme des Indexwertes	Die Zunahme der proportionalen Verteilung von Landschaftselementen innerhalb der Landschaftsstruktur bedeutet die Annäherung an eine gleichmäßige Verteilung.



Ist-Zustand bis zum Szenario 30% dar. Hierzu macht sich eine Einschätzung der Wertentwicklung der Landschaftsstrukturmaße im Hinblick auf die vorliegende Zielrichtung der Bewertungs- und Optimierungsszenarien, der Erhöhung der „Vielfalt“ und „Diversität“ der Landschaft in der agrarisch dominierten Region der Querfurter Platte erforderlich. Bei der Vergabe von Rängen für die quantifizierten Landschaftsstrukturen wird von folgenden Annahmen als Bewertungshintergrund ausgegangen (Tab. 16.5)

Die Ergebnisse der Rangvergabe (Abb. 16.4a) zeigen die Einschätzung der Veränderung jedes Landschaftsstrukturmaßes der untersuchten Bewertungs- und Optimierungsszenarien (Ist- Zustand bis Szenario 30 %). Durch Aufsummierung der Ränge aller untersuchten LSM (Abb. 16.4b) werden die Rangvergabe und somit die Bewertungen der Veränderung der Landschaftsstrukturen für die Bewertungs- und Optimierungsszenarien zusammengefaßt.

Die aufsummierten Ränge der Landschaftsstrukturmaße weisen in Abhängigkeit von der vorgenommenen Rangskalierung (Wertabnahme bzw. Wertzunahme) auf positive (günstige) Veränderungen der Landschaftsstrukturen in den Szenarien für den Untersuchungsraum Barnstädt hin. So werden für das Szenario 7,5 % die aufsummierten prozentualen Rangwerte von 700 % ermittelt, die für das Szenario 30 % auf 900 % (Min=0 , Max=1000 %, vgl. Abb. 16.4a) ansteigen. Die Ursache dieser (entsprechend den Annahmen aus Tab.) positiven raumstrukturellen Entwicklung, insbesondere der Szenarien 7,5 % bis 30 %, kann mit den raumstrukturell als günstig einzuschätzenden Veränderungen der Indikatoren MPS, PSCV, PD, ED, MVECI, SHDI, SHEI sowie IJI (vgl. Abb. 16.4b) gemessen werden. Die Landschaftsstrukturmaße zur Charakterisierung von Entfernungen und der Nächsten Nachbarschaft (MNN, NNCV, MPI) zeigen für den untersuchten Ist-Zustand sehr hohe Ränge, wobei in den Szenarien 7,5 % bis 30 % eine Zunahme der mittleren Entfernungen (MNN) der Landschaftselemente bzw. eine Abnahme der Variabilität der Entfernung der Landschaftselemente zur mittleren Entfernung gemessen wird. Dies kann raumstrukturell als negativ für die Szenarien 7,5 bis 30 % eingeschätzt werden. Die Ursache läßt sich in der im IST-Zustand eng um die Ortschaft Barnstädt konzentrierten differenzierteren Flächennutzungsstrukturen finden, wohingegen für die Szenarien 7,5 bis 30 % eine „weiträumigere“ Verteilung der Landschaftsstrukturen (Wald, Alleen, Gehölze, Grünland) zugrunde gelegt wird. Diese „Neuverteilung“ der Landschaftsstruktur ist mit einer Zunahme der Entfernung der Landschaftsstrukturelemente verbunden.

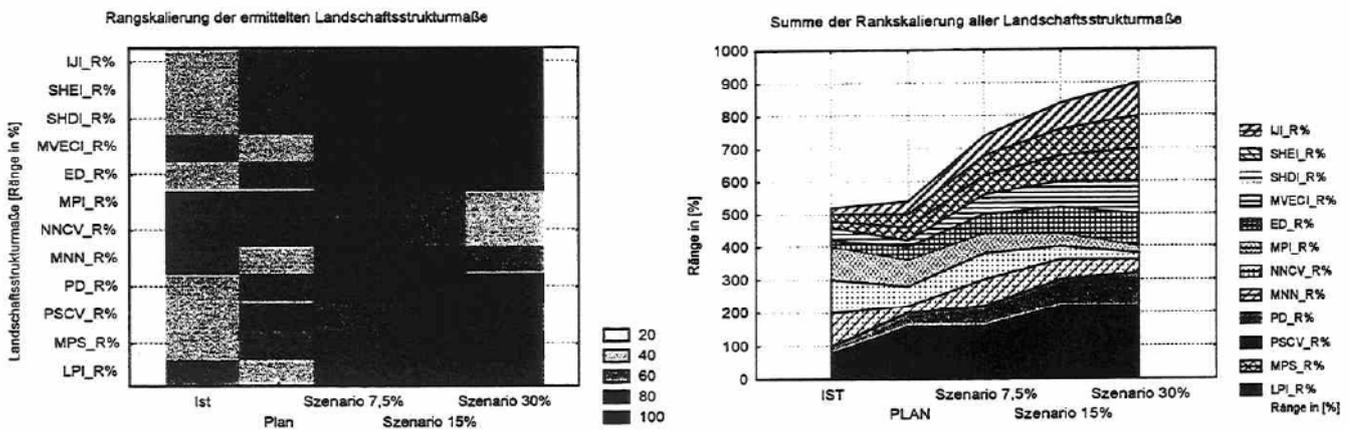


Abb. 16.4)

- a) Rangskalierung der einzelnen Landschaftsstrukturmaße,
- b) Summe der Rangskalierung aller Landschaftsstrukturmaße für den Untersuchungsraum Barnstädt

### 16.3.1 Analyse der Szenarien mit Flächenmaßen

Flächenmaße quantifizieren die flächenhafte Zusammensetzung der Landschaft. Für den Untersuchungsraum Barnstädt wurden die Indikatoren der Flächenmaße *LPI*, *MPS*, *PD* sowie *PSCV* auf der Landschafts- und Klassenebene berechnet (vgl. Tab. 16.5).

Die Untersuchung der Landschaftselemente der Szenarien zur Landschaftsbewertung und -optimierung mit dem *Largest patch index (LPI)* zeigen einen nur geringfügigen Anstieg von  $LPI_{Ist} = 5,54\%$  auf  $LPI_{Plan} = 5,72\%$  für den landschaftsplanerischen Entwurf. Die Erhöhung ist mit der Verringerung des Ackerflächenanteils erklären. Es zeigt sich, daß die entwickelten Szenarien nicht zu einer Vergrößerung von Einzelflächen geführt haben. Neben dem *LPI* liefern die Indikatoren Mean patch size (*MPS*) sowie Patch density (*PD*) Aussagen zur mittleren Flächengröße sowie Dichte der Landschaftselemente des Untersuchungsraumes. Für den Ist-Zustand des Untersuchungsraumes wurden im Vergleich der Szenarien hohe Werte der mittleren Flächengröße ( $MPS_{Ist} = 2,41\ ha$ ) ermittelt. Die mittlere Flächengröße der Landschaftselemente reduziert sich auf eine nur noch mittlere Flächengröße von  $MPS_{Szenario\ 30\%} = 1,83\ ha$  (vgl. Tab. 16.5). Die Berechnung des *MPS* für die einzelnen Biotop- und Flächennutzungsklassen macht deutlich, daß die mittlere Flächengröße von Ackerland von ( $MPS_{Ist\_Ackerland}$ ) von 7 ha auf ( $MPS_{Szenario\ 30\%\_Ackerland}$ ) auf 4 ha reduziert wurde (vgl. Abb. 16.5). Somit kann eine Verringerung der mittleren Flächengrößen der großen Agrarflächen der Querfurter Platte quantitativ nachgewiesen werden. Für die Klassen Wald und Grünland wurde eine Zunahme der mittleren Flächengröße vom Ist-Zustand auf Szenario 30% ermittelt.

Die Abnahme der mittleren Flächengröße der Landschaftselemente wird von einer Zunahme der Einzelflächen pro Bezugseinheit von 100 Hektar von  $PD_{Ist} = 41,42 \text{ patches}/100 \text{ ha}$  auf  $PD_{Szenario30\%} = 54,65 \text{ patches}/100 \text{ ha}$  begleitet (vgl. Tab. 16.5).

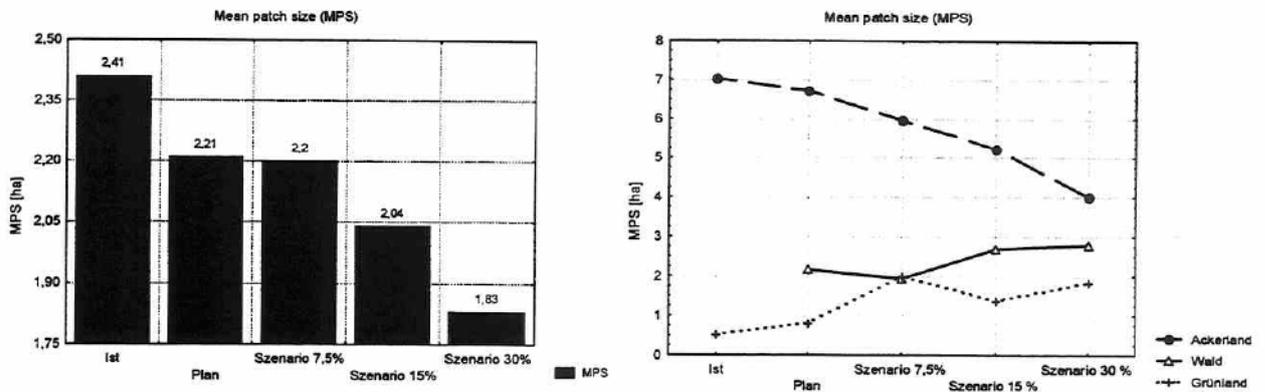


Abb. 16.5)

Berechnung des Mean Patch Size (MPS) für die Szenarien der Landschaftsbewertung und -optimierung des Untersuchungsraumes Barnstädt auf der Ebene Landschaft und Klassen

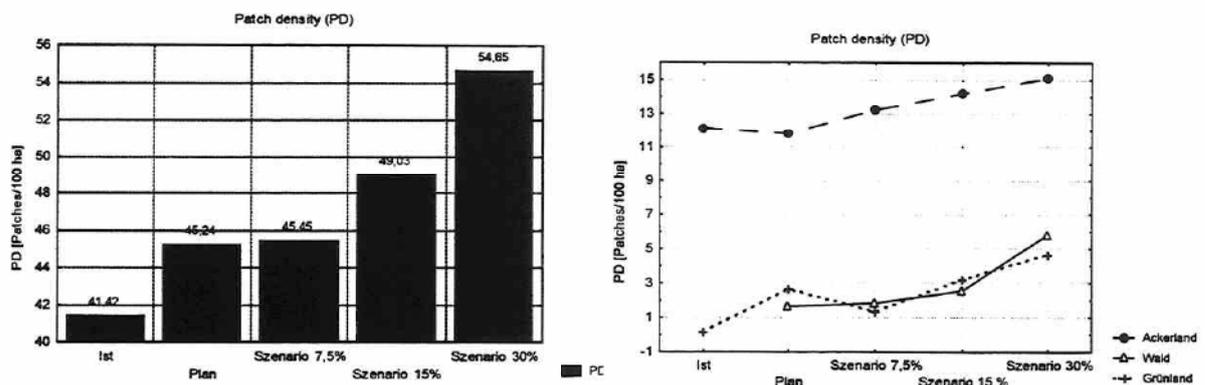


Abb. 16.6)

Berechnungen des Patch density (PD) für die Szenarien der Landschaftsbewertung und -optimierung des Untersuchungsraumes Barnstädt auf der Ebene Landschaft und Klassen

Die Ursache dieser Dichtezunahme ist die Erhöhung der Flächenanzahl pro Flächeneinheit der Klassen Ackerland, Wald sowie Grünland ab dem Ist-Zustand bis Szenario 30 % (vgl. Abb. 16.).

Die Abnahme der mittleren Flächengröße (MPS) sowie die Zunahme der Flächendichte ist mit einer Zunahme der Variabilität der Flächengröße, bezogen auf die mittlere Flächengröße (Patch size coefficient of variation – PSCV) der Landschaftselemente vom Ist-Zustand bis zu Szenario 30 % verbunden (vgl. Tab. 16.5). Somit steigt die Variabilität der Flächengrößen. Dies bedeutet eine Zunahme der „Diversität der Flächengrößen“ im Untersuchungsraum. Für das Szenario „Plan“ wurde ein hoher PSCV ermittelt. Klassenbezogen wurden für das Ackerland und den Wald eine Zunahme der Variabilität der Flächengrößen, bezogen auf die mittlere Flächengröße, ermittelt, wohingegen die Grünlandflächen einen vergleichsweise hohen Wert für  $PSCV_{Plan}$  aufweisen, der auch den Gesamtanstieg des Index PSCV für die Elemente der Landschaftsebene hervorruft.

### 16.3.2 Analysen der Szenarien mit Maßen der Nächsten/Nachbarschaft (Nearest Neighbour)

Zur Quantifizierung der Anordnung von Elementen in der Landschaft werden Maße zur Erfassung von Abständen (Maße der Nächsten-Nachbarschaft) genutzt. Für die Szenarien Barnstädt wurden auf der Landschafts- und Klassenebene die Indikatoren Mean-nearest-neighbour distance (MNN), Nearest-neighbour coefficient of variation (NNCV) sowie Mean proximity index (MPI) berechnet.

Die Anordnungen der Landschaftselemente im Raum zeigen eine Trendentwicklung vom Ist-Zustand bis Szenario 30 % für den Index  $MNN_{Land}$  (Tab. 16.5). So erhöht sich die mittlere Entfernung der Landschaftselemente gleicher Klassen von 31,4 m ( $MNN_{Ist}$ ) auf ca. 34,3 m ( $MNN_{Szenario30\%}$ ). Dieser Trend der Zunahme von  $MNN$  resultiert aus der im Untersuchungsraum dominanten Klasse Ackerland, deren mittlere Entfernung ihrer Flächen von 5,8 m auf 19,3 m ansteigt. Die Abnahme der mittleren Entfernung der Flächen von Wald mit  $MNN_{Plan} = 175,98$  m auf  $MNN_{Szenario30\%} = 37,27$  m beeinflusst den Index (MNN) auf Landschaftsebene aufgrund der geringen Flächenanzahl pro Hektar  $PD_{Wald}$  gegenüber  $PD_{Ackerland}$  nicht. Der  $NNCV$  (*Nearest-neighbour coefficient of variation*) beschreibt die Höhe der Variabilität der Entfernung der Landschaftselemente von der mittleren Entfernung. Die für den Ist-Zustand errechneten hohen Werte des  $NNCV_{Ist}$  weisen darauf hin, daß die Entfernungen der Landschaftselemente einer Klasse stark voneinander variieren, wohingegen die Abnahme des  $NNCV$  für die weiteren Szenarien ein Hinweis für die Angleichung der Variabilitäten der Entfernungen der Landschaftselemente einer Klasse, bezogen auf die mittlere Entfernung ist (vgl. Tab. 16.5). Die klassenbezogene Analyse zeigt z.T. gegenläufige Entwicklungen des Index  $NNCV$ . So steigt die Variabilität der Entfernungen zur mittleren Entfernung der Klassen Ackerland, Wald sowie Grünland von Ist-Zustand auf Szenario 30 % an. Ausnahme hierzu ist jeweils das Szenario 7,5 %, wo für die untersuchten Klassen eine hohe Variabilität der Entfernung von der mittleren Entfernung ermittelt wurde.

Die Untersuchung des  $MPI$  für den Ist-Zustand zeigt eine kompakte Anordnung relativ großer Landschaftselemente für den Untersuchungsraum der Querfurter Platte an (vgl. Tab. 16.5). Diese Anordnung der Landschaftselemente wird vorrangig durch die Landschaftselemente der Klasse Ackerland, die für  $MPI_{Ist}$  einen hohen  $MPI$  gegenüber den Klassen Wald und Grünland hat, hervorgerufen (vgl. Abb. 16.7). In den Szenarien Plan, Szenario 7,5 %, Szenario 15 % und auch in Szenario 30 % kommt es zu einer Abnahme des  $MPI$  der Gesamtlandschaft. Die Reduzierung des  $MPI_{Ist\_Ackerland}$  bedeutet eine Verringerung der kompakten Anordnung. Der Grad der flächigen Verteilung unterschiedlicher Landschaftselemente nimmt somit von Szenario Ist-Zustand bis zum Szenario 30 % zu.

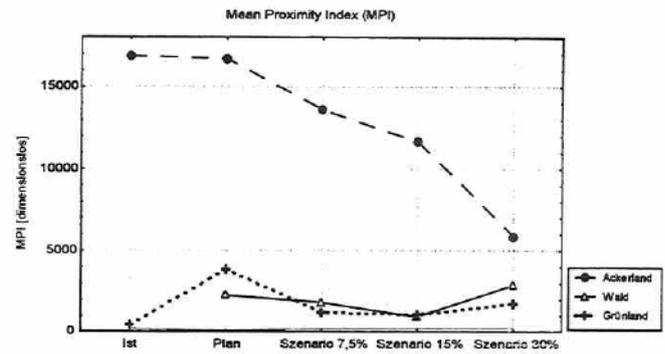
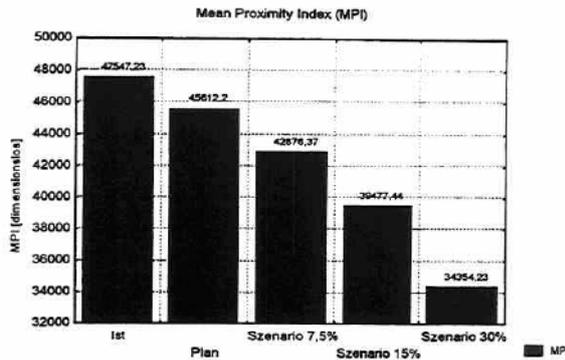


Abb. 16.7)

Berechnungen des Mean Proximity Index (MPI) für die Szenarien der Landschaftsbewertung und -optimierung des Untersuchungsraumes Barnstädt auf der Ebene Landschaft und Klassen

### 16.3.3 Analysen der Szenarien mit Kanten- und Kontrastmaßen

Die Kanten (*engl.: edges*) sind die Grenzen der Landschaftselemente. Mit ihrer Hilfe ist das Ausmaß sowie die Dynamik des menschlichen Einflusses auf die Landbedeckung quantitativ erfassbar. Es wurden die Indikatoren *Edge density (ED)* sowie *Mean vertical edge contrast index (MVECI)* nach LAUSCH (2000) auf der Landschafts- und Klassenebene berechnet (vgl. Tab. 16.5).

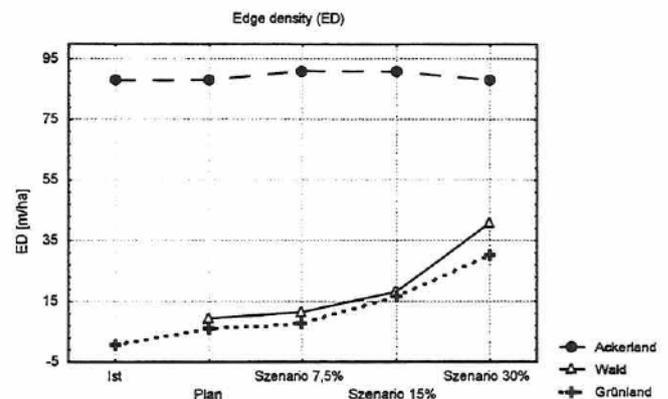
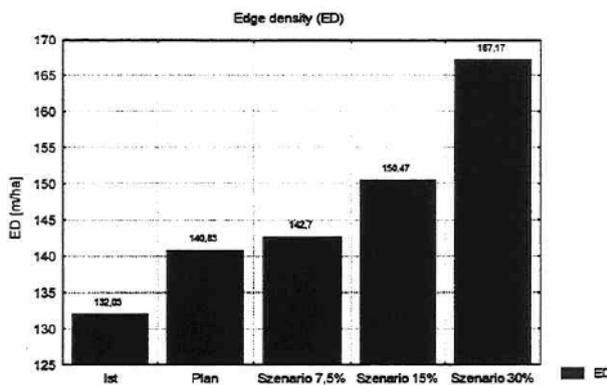


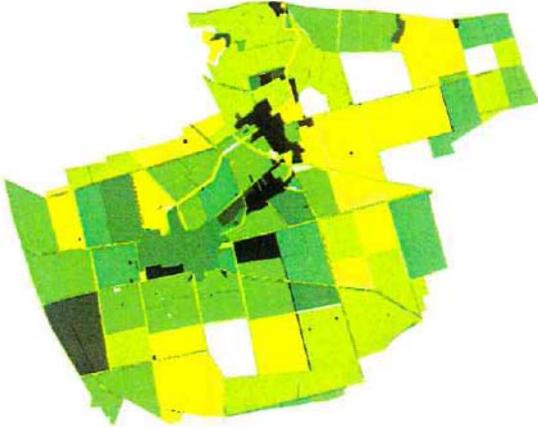
Abb. 16.8)

Berechnungen des Edge density (ED) für die Szenarien der Landschaftsbewertung und -optimierung des Untersuchungsraumes Barnstädt auf der Ebene Landschaft und Klassen

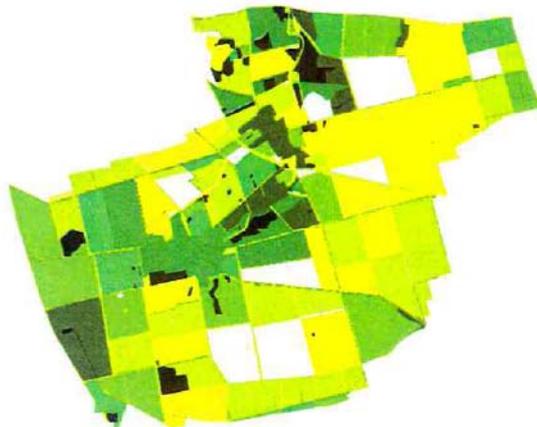
Für die Landschaftselemente des Ist-Zustandes wurde ein nur geringer  $ED_{Ist}$  von 132,03 m/ha ermittelt. Dieser steigt für die weiterhin untersuchten Szenarien  $ED_{Szenario 30\%}$  auf 167,17 m/ha an. Die Berechnung der ED zeigen, daß es für die Klassen Wald und Grünland zu einer Zunahme des ED kommt (vgl. Abb. 16.). Die Ursachen der Erhöhung der Kantendichten dieser Klassen sind unterschiedlich. Sie können erst im Zusammenhang mit den Indikatoren PD und MPS über den Index ED interpretiert werden. Die Zunahme der ED der Wald- und Grünlandflächen ist mit einer Erhöhung der Anzahl von Wald- und Grünlandflächen pro Flächeneinheit (PD) sowie mit der Zunahme der mittleren Flächengröße (MPS) dieser Klassen verbunden. Für die Klasse Ackerland

# Vertical edge contrast index (VEDCON)

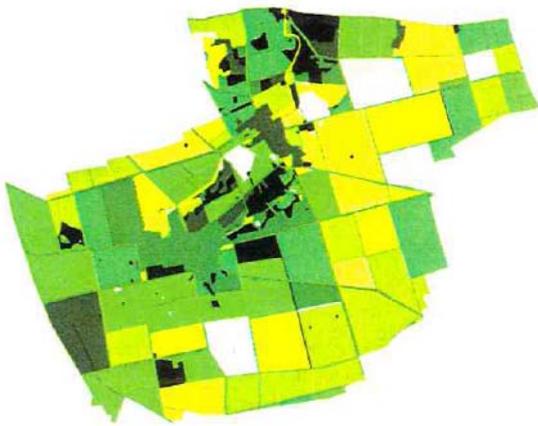
Biotoptypenkartierung 1996 - Ist



Landschaftsplanerischer Entwurf - Plan



Naturschutzszenario 7,5 %



Naturschutzszenario 15 %



Naturschutzszenario 30 %



Vertical edge contrast index (VEDCON)

	0 bis 10 %
	> 10 bis 20 %
	> 20 bis 30 %
	> 30 bis 40 %
	> 40 bis 50 %
	> 50 bis 60 %
	> 60 bis 70 %
	> 70 bis 80 %
	> 80 bis 90 %
	> 90 bis 100 %

Datengrundlagen:

Biotoptypenkartierung Sachsen-Anhalt 1992  
 - Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt  
 Optimierungsergebnisse aus dem Verbundprojekt  
 "Einfluß der Landnutzung auf Landschaftshaushalt  
 und Biodiversität in agrarisch dominierten Räumen"  
 Bearbeiter: R. Grabaum, B.C. Meyer

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH  
 Sektion Angewandte Landschaftsökologie  
 Bildverarbeitung und Kartographie:  
 Dr. A. Lausch

0 5 Kilometer

Abb. 16.9: Berechnung des Landschaftsstrukturmaßes Vertical edge contrast index (VEDCON) - Untersuchungsgebiet Barnstädt - Ist, Plan, Naturschutzszenario 7,5%, 15 % und 30 %

wurde eine relativ gleichbleibende Kantendichte ermittelt, obwohl eine Abnahme der mittleren Flächengröße (*MPS*) und auch eine Zunahme der Einzelflächen pro Bezugsraum (*PD*) gegeben ist.

Für die Szenarien wurde als Maß zur Quantifizierung der vertikalen Schichtung der Biotop- und Flächennutzungsstrukturen der Höhenkontrast von Biotop- und Flächennutzungsstrukturen berechnet (LAUSCH 2000). Für den Höhenkontrastindex wurde eine Zuordnung von Höhendifferenzen für Biotop- und Flächennutzungsstrukturen vorgenommen. Die Berechnung erfolgte auf den Ebenen der *Landschaftselemente* mit *VEDCON* - *Vertical edge contrast index*, auf Ebene von *Klasse* und *Landschaft* mit *MVECI* - *Mean vertical edge contrast index*, wobei der Kontrast (hier Höhenkontrast) zwischen Landschaftselementen und den Landschaftselementen der unmittelbaren Nachbarschaft ermittelt wird (vgl. Abb. 16.9). Der prozentual angegebene Zahlenwert wird im Vergleich zum höchstmöglichen Gesamthöhenkontrast (in dieser Untersuchung = 25 m) der Landschaft wiedergegeben. Hiermit ist ein regionaler Vergleich des Indexes möglich. Die Analyse des *MVECI* zeigt einen starken Anstieg von dem Szenario Ist-Zustand bis zum Szenario 30 % (vgl. Tab. 16,5) von 49,1 % (*MVECI\_Ist*) auf 53,45 % (*MVECI\_Szenario30%*). Der Höhenkontrastindex erfasst den strukturellen Wandel der Landschaftselemente von einer derzeit offenen Agrarlandschaft hin zu einer stark vertikal strukturierten Landschaft in Naturschutzszenario 30 %. Dieser wird durch einen erhöhten Anteil von Hecken, Baumreihen und Wäldern als hochwüchsige Vegetation, die den Höhenkontrast bedingt, charakterisiert.. Die Interpretation der Klassen zeigt, dass es besonders in der Umgebung von Ackerland und Grünland zu einer Zunahme des Höhenkontrastes kommt. Dies wird durch die Integration von kleinen Landschaftselementen wie Hecken und Gebüsch sowie durch die Zunahme des Anteils von Baumreihen und Alleen im Untersuchungsraum hervorgerufen. Die Veränderungen des Höhenkontrastes in der Landschaft lassen auch eine Veränderung der Fauna im Untersuchungsraum der Querfurter Platte erwarten.

#### **16.3.4 Analysen der Szenarien mit Maßen der Diversität und Verteilung**

Die Maße der Diversität quantifizieren die Vielfalt der Landschaftszusammensetzung und beinhalten die Komponenten Gleichmäßigkeit (*engl.: evenness*) und Reichhaltigkeit (*engl.: richness*). Die Reichhaltigkeit bezieht sich auf die Anzahl der in einer Landschaft vorkommenden Klassen, während die Gleichmäßigkeit die Verteilung der verschiedenen Klassen beschreibt. Die Reichhaltigkeit an vorliegenden Klassen ist vom gewählten Maßstab abhängig. Der absolute Wert des Parameters ist nicht unbedingt von Bedeutung, vielmehr eignet er sich zum Vergleich zwischen verschiedenen Landschaften bzw. von Landschaften in ihrer Dynamik.

Für den Untersuchungsraum der Querfurter Platte wurde ein Anstieg des *SHDI* von 0,64 (*SHDI\_Ist*) auf 1,30 (*SHDI\_Szenario30%*) ermittelt. Die Gleichmäßigkeit ergibt sich aus der Höhe der Vielfalt

geteilt durch die maximal mögliche Vielfalt der jeweiligen Landschaft. Wie auch der *SHDI* wurde für den *SHEI* ein Anstieg von 0,29 auf 0,57 (vgl. Tab. 16.5) errechnet.

Die Berechnung des *IJI* für die Szenarien ergibt eine disproportionale Verteilung der Landschaftselemente für den Ist-Zustand, wohingegen für die weiteren Szenarien bis hin zum Szenario 30 % ein hoher Index ( $IJI_{Szenario30\%}=72,15\%$ ,  $IJI_{Maximum}=100\%$ ) ermittelt wurde. Dies ist ein Hinweis auf eine gleichmäßige und proportionale Verteilung der Landschaftselemente.

#### 16.4 Diskussion

In der Einleitung wurden 5 Probleme benannt, die mit der Berechnung von Landschaftsstrukturmaßen und ihrer Monitoringfähigkeit zusammenhängen.

Die Beantwortung der ersten Frage aus der Einleitung ergab, daß die Veränderungen der Landschaftsstruktur für die Landschaftsbewertungs- und Optimierungsszenarien mit den im Beitrag beschriebenen Landschaftsstrukturmaßen (vgl. Tab. 16.5) gut erfassbar sind. Hierbei zeigte sich, daß für die Quantifizierung und Analyse der Veränderungen der Struktur eines Raumes Maße unterschiedlicher Aussagerichtung - also Flächenmaße, Maße der Nächsten Nachbarschaft, Kanten- und Kontrastmaße sowie Diversitätsmaße – verwendet werden können, die in ihrer Gesamtheit die Landschaftsstruktur beschreiben (LAUSCH 2000, LAUSCH & BIEDERMANN 2000, HERZOG et al. 2001, HERZOG & LAUSCH 2000).

Die vorliegende Analyse zeigt quantitativ folgende Entwicklungsrichtung für die Landschaftsstrukturen des Ist-Zustandes bis zum Optimierungsszenario 30 %, berechnet für die Landschaftsebene:

- ⇒ Keine Veränderungen dominanter Einzelflächen (*LPI*)
- ⇒ Abnahme der mittleren Flächengröße (*MPS*)
- ⇒ Zunahme der Variabilität der Flächengröße bezogen auf die mittlere Flächengröße (*PSCV*)
- ⇒ Zunahme der Dichte der Flächen (*PD*)
- ⇒ Zunahme der Kantendichte der Flächen (*ED*)
- ⇒ Zunahme des Höhenkontrastes zwischen den Flächen (*MVECON*)
- ⇒ Zunahme der mittleren Entfernung der Flächen (*MNN*)
- ⇒ Abnahme der Variabilität der Entfernung der Flächen bezogen auf die mittlere Entfernung der Flächen (*NNCV*)
- ⇒ Zunahme der proportionalen Verteilung der Flächen (*IJI*)
- ⇒ Zunahme der Diversität der Landschaft (*SHDI*, *SHEI*)

Das zweite Problem der Beschreibung der Landschaftsstrukturmaße als landschaftstypisch und die damit zusammenhängende Übertragbarkeit konnte noch nicht gelöst werden, da noch keine ausreichenden vergleichbaren Untersuchungen zu Landschaftsstrukturen in Kultur- und Naturlandschaften vorliegen. Es ist dringend notwendig, weitergehende Untersuchungen zu Landschaftsstrukturmaßen in weiteren Räumen gleichen Maßstabes durchzuführen. Die Vergleichbarkeit sollte auch zu anderen die Landschaftsstruktur bewertenden Verfahren hergestellt werden, für die bereits eine bessere Übertragbarkeit besteht. Zu nennen sind z.B. Bewertungen der Landschaftsdiversität, der Rainlängen in Agrarlandschaften, der Zerschneidung bzw. Straßendichten und des primären Landschaftsstrukturpotentials (MEYER 1997). Diese Indikatoren haben den Vorteil, daß sie bereits eindeutig als Umweltqualitätsziele beschrieben sind.

Der dritte Problemkreis der Beziehung zwischen Landschaftsstrukturmaßen und Habitatqualitäten konnte im Rahmen des Projektes noch nicht gelöst werden. Dies kann durch die unzureichende Datenlage für das Finden von Zusammenhängen zwischen dem Vorkommen strukturabhängiger Arten und der Habitatstruktur in der realen Landschaft begründet werden. Die vorliegenden Informationen für 4 Meßtischquadranten für die Beziehung zwischen Brutvögeln und Habitaten/Landschaftselementen (FACHGRUPPE ORNITHOLOGIE UND VOGELSCHUTZ MERSEBURG E.V. 1997/98) reichten für eine statistische Auswertung und Bewertung der Szenarien nicht aus. Auch für diesen Problemkreis gilt, dass Zusammenhänge zwischen Habitatstrukturen und Artvorkommen im Raum der Querfurter Platte noch nachgewiesen werden muß. Dafür werden folgende Vorschläge gemacht:

- ⇒ Eine mögliche Herangehensweise zur Beschreibung wird in Detailuntersuchungen von Testflächen zur Lösung des Problems der statistischen Signifikanz und der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Flächen gesehen. Nur eine statistisch ausreichende Anzahl an Testflächen gewährleistet, daß die Höhe eines Maßes nicht zufällig ist.
- ⇒ Alternativ ist ein flächenbezogener Ansatz zu wählen. Dadurch kann der Zusammenhang zwischen Landschaftsstrukturen – Musterkombinationen – Maßen – Leitarten (z.B. Brutvögel oder Säugetiere) flächendeckend regional auf Basis von Meßtischquadranten oder auch flächenkonkret ausgewertet werden. Damit wäre ein Monitoringinstrument für Landschaftsprogramme, Landesentwicklungspläne, Regionalpläne gegeben, welches die Kontrolle der Wirksamkeit einzelner Planinhalte auf lokalem Niveau auf die Einstufungen der Muster ermöglichen würde.

Eine Kombination von flächenkonkreten Detailuntersuchungen und dem flächenhaften Ansatz der Bewertung großer Räume wird von den Autoren als zielführend angesehen.

Der vierte Problemkreis nach den inhaltlichen und datentechnischen Voraussetzungen für die Nutzung von Landschaftsstrukturmaßen muß in Zukunft noch sehr differenziert weiterentwickelt werden. Die Autoren unterscheiden zwischen datentechnischen und inhaltlichen Voraussetzungen für die Anwendung von Strukturmaßen.

Datentechnische Voraussetzungen: Es müssen Normierungen für die zur Quantifizierung verwendeten Datengrundlagen erarbeitet werden, um für Berechnungen mit Landschaftsstrukturmaßen eine Vergleichbarkeit erreichen zu können. Die Normierungen sollten Festlegungen zu mindestens folgenden Kriterien enthalten:

- ⇒ Datenmodell der Datenerfassung – Raster oder Vektor
- ⇒ Rasterzellgrößen
- ⇒ Eliminierung von Kleinstflächen bzw. Einzelpixeln durch die Definition von maßstabsabhängigen Mindestgrößen
- ⇒ Eine einheitliche Definition und Abgrenzung der kleinsten definierten Flächen (Patches, Landschaftselemente)
- ⇒ Maßstabsebene der Erfassung

Inhaltliche Voraussetzungen:

- ⇒ Definition von Biotop- oder/und Flächennutzungstypen, d.h. die Anzahl der Klassen und ihr Aggregationsniveau
- ⇒ Die Einordnung des Musters der untersuchten Landschaft in Mustertypen
- ⇒ Die Entwicklung von Vergleichsgrößenordnungen (z.B. Untersuchungen von Landschaftsstrukturmaßen in unterschiedlichen Landschaften), um Aussagen zur Wertskalierung nicht nur innerhalb eines untersuchten Landschaftsausschnittes durchführen zu können.
- ⇒ Durchführung von Untersuchungen aussagekräftiger Habitatstrukturen („ausgedrückt in der Sprache von landscape metrics“) für ausgewählte Leitarten

Die fünfte Frage wurde teilweise bereits in den vorhergehenden Abschnitten beantwortet. Außerdem sind folgende Probleme zu lösen:

- ⇒ Die statistische Signifikanz der Maße muß geklärt werden
- ⇒ Definierte Bezugsräume (Klassen (Biototypen), Patches (Biotope), Landschaften (Landschaftseinheiten, Naturräume, Planungsregionen) müssen klar festgelegt sein
- ⇒ Mustertypen sollten bestimmt werden.

- ⇒ Es ist zu klären, wie die Auflösung der Vektor-Raster-Konvertierung die Höhe des Indikators beeinflusst. Die Maßstabsabhängigkeit muß dabei beachtet werden. Ebenso muß untersucht werden, welche Grenzen (z.B. Straßen) in der Landschaft in die Berechnung einbezogen werden.
- ⇒ Zur Nutzung der Landschaftsstrukturmaße für die Landschaftsbewertung: Die Beziehung zwischen Raummustern und dem Bewertungsgegenstand muß klar sein. D.h. Wirkungsfunktionen müssen definiert werden. Die Höhe des Indexes muß Aussagen über das Raummuster zulassen. Genauso kann ein Set von Landschaftsstrukturmaßen zu einem Indikator sinnvoll aggregiert werden.
- ⇒ Für die Bewertung muß auch ein gesellschaftlich-relevanter Kontext der Wertzuweisung bewiesen werden. Es muß klar sein, in welche Richtung eine Landschaft sich langfristig entwickeln soll (Tab. 3 beinhaltet hier einen Vorschlag in Hinblick auf die Erhöhung der Vielfältigkeit und Diversität der Landschaftsstruktur). Der Zusammenhang Abiotik, Biotik und Landschaftsstrukturmaße sollte verstärkte Beachtung finden.
- ⇒ Analysen zu Beziehungen zwischen Landschaftsfunktionen und strukturellen Charakteristika der Landschaft sind durchzuführen. Diese raumstrukturelle Diagnose der Landschaft sind eine wichtige Voraussetzung für die Inwertsetzung bzw. Bewertung der Quantität der Landschaftsstruktur.

## **16.5 Schlussfolgerungen und Ausblick**

Zu diesem Zeitpunkt des Projektes wirft die Anwendung von Landschaftsstrukturmaßen noch eine Vielzahl offener Fragen auf. Landschaftsstrukturmaße sind für die Autoren aber ein bedeutender Ansatz für die Entwicklung quantitativer und vergleichbarer Charakterisierungen sowie für die indikative Erfassung komplexer Raummuster. Diese vorgestellten Strukturmaße sind zwischen unterschiedlichen Räumen vergleichbar, wenn sie nach einheitlichen Konventionen oder Normen auf Basis identischer Daten errechnet werden. Welche Daten und Maßstäbe am besten geeignet sind, muß in Zukunft durch vergleichende methodische Tests ermittelt werden. Die rasante Entwicklung der Bereitstellung digitaler Daten der Flächennutzung und ihre Weiterverarbeitung mit GIS eröffnet Anwendungsmöglichkeiten für eine vergleichende Landschaftsstatistik. Diese kann in Zukunft als Maß für Bewertungsfragen des Landschaftsverbrauchs, der Verinselung und der Entwicklung von Habitatverbundsystemen genutzt werden. Zur Ermittlung der typischer Landschaftsstrukturmaße in Bezug auf die Habitatqualität von Leitarten sollten neben Detailuntersuchungen in Testgebieten primär landesweite Untersuchungen durchgeführt werden. Erst auf dieser Basis ist ein Monitoring der Landschaftsstruktur mit Strukturmaßen (was die

Einstufung von Plänen und Planungen einschließt) möglich. Die dargestellten Entwicklungen zwischen den Szenarien zeigen, daß sich die Landschaftsstrukturmaße gut für die Raumcharakterisierung eignen. Eine wichtige Voraussetzung ist die Verwendung einer einheitlichen Datenbasis.

UFZ-Bericht

**Einfluß der Landnutzung auf Landschaftshaushalt  
und Biodiversität in agrarisch dominierten Räumen**

Heidrun Mühle (Hrsg.)

UFZ - Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH