

Universität Leipzig
Fakultät für Physik und Geowissenschaften
Institut für Geographie



**Analyse von Stadtstrukturen der Stadt Leipzig
mit Hilfe von Raumstrukturmaßen
und der Geoinformation**

Diplomarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades „Diplom-Geographin“

vorgelegt von

Gudrun Chmelik

Betreut durch:



Prof. Dr. Werner Kirstein

Universität Leipzig
Institut für Geographie (IfG)



Dr. Angela Lausch

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH (UFZ)
Sektion Angewandte Landschaftsökologie

Leipzig, im Juli 2003

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all denen danken, ohne deren Unterstützung die Entstehung dieser Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Bei Herrn Prof. Dr. W. Kirstein möchte ich mich für die Betreuung und die Begutachtung meiner Diplom-Arbeit und den damit verbundenen vielen konstruktiven Hinweisen bedanken.

Die Arbeit entstand zum Großteil am Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH (UFZ) in der Sektion Angewandte Landschaftsökologie. Mein Dank gilt daher ihren Mitarbeitern unter der Leitung von Prof. Dr. Krönert für die Bereitstellung der Hard- und Software sowie des Datenmaterials.

Ganz besonderer Dank gebührt Frau Dr. Angela Lausch: für den Anstoß und die Idee zu dieser Diplom-Arbeit, ihre vielfältige Hilfestellung, z.B. bei der Beschaffung des Datenmaterials sowie der Suche und Bereitstellung von Literatur, für ihr Fachwissen und unzählige hilfreiche Gespräche und Ratschläge bezüglich der Datenbearbeitung sowie Inhalt und Aufbau meiner Arbeit, ihr Engagement und ganz besonders für ihre Geduld mit mir.

Meinem Schwiegervater Dietmar Chmelik danke ich für zahlreiche aufbauende, ermutigende und konstruktive Gespräche.

Ein besonderes Dankeschön geht an meinen Mann Christian für sein Verständnis, seine Rücksichtnahme, Unterstützung und seine Liebe und dass er immer für mich da ist, wenn ich ihn brauche. Danke für alles. Bei unserem Sohn Lucas möchte ich mich bedanken für seine Geduld und Nachsicht, dass ich während der Diplomzeit leider oft nur wenig Zeit für ihn hatte.

Meinen Eltern danke ich für die jahrelange, vor allem auch finanzielle, Unterstützung während meines Studiums, was nicht selbstverständlich ist. Ein ganz besonderer Dank gilt meinen Eltern und Schwiegereltern für die liebevolle Betreuung meines Sohnes, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Inhaltsverzeichnis

1.	Problemstellung und Zielsetzung	1
1.1.	Problemstellung.....	1
1.2.	Zielsetzung	2
2.	Aufbau der Arbeit	5
3.	Theoretische Grundlagen	6
3.1.	Landschaftsökologischer Hintergrund	6
3.2.	Hierarchischer Aufbau der Landschaft	8
3.3.	Landschaftsstruktur	10
3.4.	Biotopkartierung	11
3.5.	Geographische Informationssysteme	12
3.6.	Stadtstrukturen und Landschaftsstrukturmaße	13
4.	Datenmaterial sowie Soft- und Hardware	15
4.1.	Datenmaterial	15
4.2.	Hard- und Software	15
5.	Das Untersuchungsgebiet	17
5.1.	Naturräumliche Einordnung und Besonderheiten.....	19
5.2.	Stadtentwicklung Leipzigs	20
5.2.1.	Die Entwicklung der Stadt bis 1870.....	20
5.2.2.	Gründerzeit und Drittes Reich	21
5.2.3.	Die Zeit zwischen 1945 und 1989	24
5.2.4.	Die Stadtentwicklung Leipzigs seit 1989	25
5.2.5.	Künftige Entwicklungschancen.....	26
6.	Aufbereitung der Ausgangsdaten	28
6.1.	Vorbereitende Bearbeitung der Biotopkartierung	28
6.2.	Bearbeitung und Nachdigitalisierung des Straßennetzes.....	28
6.3.	Verschneidung von Biotopkartierung und Straßennetz	29
6.4.	Fehlerkorrektur	29
6.5.	Rasterüberlagerung.....	31
6.6.	Berechnung der Strukturmaße	31
7.	Quantifizierung der Landschaftsstruktur	34
7.1.	Modellparameter	34
7.2.	Ausgewählte Landschaftsstrukturmaße	34
7.2.1.	Flächenmaße	36

Percent of Landscape (%LAND).....	36
Largest Patch Index (LPI)	37
7.2.2. Patch-Dichte, Patch-Größe und Streuung der Patch-Größen (Patch- und Variabilitätsmaße).....	37
Number of Patches (NP).....	38
Patch Density (PD)	38
Mean Patch Size (MPS).....	39
Patch Size Coefficient of Variation (PSCV).....	39
7.2.3. Kantenmaße.....	41
Edge Density (ED)	41
Mean Edge Contrast Index (MECI).....	42
7.2.4. Maße der Nächsten-Nachbarschaft	42
Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN)	43
7.2.5. Diversitätsmaße	44
Patch Richness Density (PRD)	44
7.3. Bezugsräume für die Quantifizierung der Landschaftsstrukturmaße.....	44
8. Ergebnisse, Auswertung und Diskussion der Stadtstrukturanalyse.....	47
8.1. Analyse der Stadtstrukturen auf Rasterbasis	47
8.1.1. Landschaftsebene	47
8.1.2. Klassenebene	56
8.2. Untersuchung der Ortsteile und Stadtbezirke	68
8.2.1. Landschaftsebene	68
8.2.2. Klassenebene	92
8.3. Strukturanalyse der Zonen	106
9. Abschlussbetrachtung	114
10. Literatur.....	116
11. Anhang	125

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Elemente landschaftlicher Wirkungen auf Ökosysteme (Quelle: WIENS 2002)	7
Abbildung 2: Hierarchischer Aufbau einer Landschaft.....	10
Abbildung 3: Lage Leipzigs in Deutschland	17
Abbildung 4: Das Wachstum der Stadt Leipzig.....	23
Abbildung 5: Nachbearbeitung (Fehlerbeseitigung) nach der Verschneidung von Biotopkartierung und Straßennetz (Quelle: eigener Entwurf)	30
Abbildung 6: Aufbereitung der Ausgangsdaten	33
Abbildung 7: Flächenanteile der Klassengruppen	56
Abbildung 8: Flächenanteile der einzelnen Klassen innerhalb der Gruppe der Wohnbauflächen und gemischten Bauflächen	57
Abbildung 9: Flächenanteile von Grünflächen sowie Wald, Forst und Gehölzstrukturen	58
Abbildung 10: Percent of Landscape (%LAND) nach Klassen	59
Abbildung 11: Largest Patch Index (LPI) nach Klassen.....	59
Abbildung 12: Number of Patches (NP) nach Klassen	59
Abbildung 13: Patch Density (PD) nach Klassen.....	60
Abbildung 14: Mean Patch Size (MPS) nach Klassen	60
Abbildung 15: Patch Size Coefficient of Variation (PSCV) nach Klassen	60
Abbildung 16: Mean Vertical Edge Contrast Index (MVECI) nach Klassen	61
Abbildung 17: Edge Density (ED) nach Klassen.....	61
Abbildung 18: Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN) nach Klassen.....	61
Abbildung 19: Percent of Landscape (%LAND) nach ausgewählten Klassen	62
Abbildung 20: Largest Patch Index (LPI) nach ausgewählten Klassen.....	62
Abbildung 21: Number of Patches (NP) nach ausgewählten Klassen	63
Abbildung 22: Patch Density (PD) nach ausgewählten Klassen.....	63
Abbildung 23: Mean Patch Size (MPS) nach ausgewählten Klassen	64
Abbildung 24: Patch Size Coefficient of Variation (PSCV) nach ausgewählten Klassen.....	64
Abbildung 25: Mean Vertical Edge Contrast Index (MVECI) nach ausgewählten Klassen.....	65
Abbildung 26: Edge Density (ED) nach ausgewählten Klassen.....	65

Abbildung 27: Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN) nach ausgewählten Klassen	66
Abbildung 28: Bevölkerungsdichte für die ausgewählten Ortsteile	71
Abbildung 29: verschiedene Landschaftsstrukturmaße (Teil 1), dargestellt für die Ortsteile	74
Abbildung 30: verschiedene Landschaftsstrukturmaße (Teil 2), dargestellt für die Ortsteile	74
Abbildung 31: Largest Patch Index (LPI) dargestellt anhand von Stadtbezirken	88
Abbildung 32: Number of Patches (NP) dargestellt anhand von Stadtbezirken.....	88
Abbildung 33: Patch Density (PD) dargestellt anhand von Stadtbezirken	88
Abbildung 34: Mean Patch Size (MPS) dargestellt anhand von Stadtbezirken.....	88
Abbildung 35: Patch Size Coefficient of Variation (PSCV) dargestellt anhand von Stadtbezirken	88
Abbildung 36: Mean Vertical Edge Contrast Index (MVECI) dargestellt anhand von Stadtbezirken	88
Abbildung 37: Edge Density (ED) dargestellt anhand von Stadtbezirken	89
Abbildung 38: Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN) dargestellt anhand von Stadtbezirken	89
Abbildung 39: Patch Richness Density (PRD) dargestellt anhand von Stadtbezirken	89
Abbildung 40: Percent of Landscape (%LAND) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen	92
Abbildung 41: Largest Patch Index (LPI) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen.....	94
Abbildung 42: Number of Patches (NP) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen.....	95
Abbildung 43: Patch Density (PD) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen	95
Abbildung 44: Mean Patch Size (MPS) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen.....	96
Abbildung 45: Mean Patch Size (MPS) nach ausgewählten Ortsteilen und Klassen	97
Abbildung 46: Patch Size Coefficient of Variation (PSCV) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen	98
Abbildung 47: Mean Vertical Edge Contrast Index (MVECI) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen	99

Abbildung 48: Edge Density (ED) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen	100
Abbildung 49: Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen	101
Abbildung 50: Flächenmaße (%LAND, LPI) nach ausgewählten Ortsteilen und Klassen.....	103
Abbildung 51: Patch-Anzahl (NP), Patch-Dichte (PD) und Streuung der Patchgrößen (PSCV) nach ausgewählten Ortsteilen und Klassen	104
Abbildung 52: Kantenmaße (ED, MVECI) und Nächst-Nachbar-Maß (MNN) nach ausgewählten Ortsteilen und Klassen	105
Abbildung 53: Largest Patch Index (LPI) nach Zonen	110
Abbildung 54: Number of Patches (NP) nach Zonen	110
Abbildung 55: Patch Density (PD) nach Zonen	111
Abbildung 56: Mean Patch Size (MPS) nach Zonen.....	111
Abbildung 57: Patch Size Coefficient of Variation (PSCV) nach Zonen.....	111
Abbildung 58: Mean Vertical Edge Contrast Index (MVECI) nach Zonen.....	111
Abbildung 59: Edge Density (ED) nach Zonen	111
Abbildung 60: Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN) nach Zonen	111
Abbildung 61: Patch Richness Density (PRD) nach Zonen	112

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Eingemeindungen	18
Tabelle 2: Modellparameter	34
Tabelle 3: Symbole der mathematischen Ausdrücke für die Landschaftsstrukturmaße	35
Tabelle 4: Übersicht über die Strukturmaße anhand der ausgesuchten Klassen	67
Tabelle 5: Übersicht über die Landschaftsstrukturmaße in den ausgewählten Ortsteilen	90
Tabelle 6: Übersicht über die Strukturmaße in den Stadtbezirken.....	90
Tabelle 7: Übersicht über die Landschaftsstrukturmaße in den ausgewiesenen Zonen	112
Tabelle 9: die Klassen nach der Verschneidung der überarbeiteten Stadtbiotopkartierung mit dem Straßencover sowie Höhenwerte der Klassen zur Bestimmung der Wichtungsgößen für das Landschaftsstrukturmaß Höhenkontrastindex (MVECI).....	125
Tabelle 10: Bevölkerung, Fläche und Bevölkerungsdichte nach Ortsteilen und Stadtbezirken	128

Kartenverzeichnis

Karte 1: Rasterbasierte Verteilung des Largest Patch Index (LPI)	48
Karte 2: Rasterbasierte Verteilung von Number of Patches (NP)	48
Karte 3: Rasterbasierte Verteilung der Patch Density (PD)	49
Karte 4: Rasterbasierte Verteilung von Mean Patch Size (MPS).....	50
Karte 5: Rasterbasierte Verteilung von Patch Size Coefficient of Variation (PSCV). 51	
Karte 6: Rasterbasierte Verteilung von Mean Vertical Edge Contrast Index (MVECI)	52
Karte 7: Rasterbasierte Verteilung der Edge Density (ED).....	53
Karte 8: Rasterbasierte Verteilung von Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN) ...	53
Karte 9: Rasterbasierte Verteilung der Patch Richness Density (PRD).....	55
Karte 10: Ortsteile und Stadtbezirke von Leipzig	68
Karte 11: Bevölkerungsdichte nach Ortsteilen.....	69
Karte 12: Largest Patch Index (LPI) nach Ortsteilen	73
Karte 13: Largest Patch Index (LPI) nach Stadtbezirken	73
Karte 14: Number of Patches (NP) nach Ortsteilen	75
Karte 15: Number of Patches (NP) nach Stadtbezirken	76
Karte 16: Patch Density (PD) nach Ortsteilen.....	77
Karte 17: Patch Density (PD) nach Stadtbezirken	77
Karte 18: Mean Patch Size (MPS) nach Ortsteilen.....	78
Karte 19: Mean Patch Size (MPS) nach Stadtbezirken	79
Karte 20: Patch Size Coefficient of Variation (PSCV) nach Ortsteilen.....	80
Karte 21: Patch Size Coefficient of Variation (PSCV) nach Stadtbezirken	80
Karte 22: Mean Vertical Edge Contrast Index (MVECI) nach Ortsteilen.....	82
Karte 23: Mean Vertical Edge Contrast Index (MVECI) nach Stadtbezirken	82
Karte 24: Edge Density (ED) nach Ortsteilen	83
Karte 25: Edge Density (ED) nach Stadtbezirken.....	84
Karte 26: Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN) nach Ortsteilen	85
Karte 27: Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN) nach Stadtbezirken.....	85
Karte 28: Patch Richness Density (PRD) nach Ortsteilen	87
Karte 29: Patch Richness Density (PRD) nach Stadtbezirken.....	87
Karte 30: Zonierung des Untersuchungsgebietes.....	106
Karte 31: Stadtbiotopkartierung von Leipzig	130
Karte 32: Stadtbiotopkartierung: Bebauung.....	130

Karte 33: Stadtbiotopkartierung: Grünstrukturen	130
Karte 34: Stadtbiotopkartierung: Gewässer	130
Karte 35: Stadtbiotopkartierung: Ländliche Bereiche und Brachen	130
Karte 36: Stadtbiotopkartierung: Verkehrsnetz	130

Abkürzungsverzeichnis

ERDAS	Earth Resource Data Analysis System
ESRI	Environmental Systems Research Institute Inc.
GIS	Geographisches Informationssystem
Jh.	Jahrhundert
Landsat-TM	Landsat-Thematic Mapper
LSM	Landschaftsstrukturmaß(e)
OT	Ortsteil
SB	Stadtbezirk
SMU	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung
UFZ	Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

Landschaftsstrukturmaße:

%LAND	Percent of Landscape (Flächenanteil an der Landschaft)
LPI	Largest Patch Index (größtes Landschaftselement)
NP	Number of Patches (Anzahl der Patches)
PD	Patch Density (Patch-Dichte)
MPS	Mean Patch Size (mittlere Flächengröße)
PSCV	Patch Size Coefficient of Variation (Variabilitäts-Koeffizient der Patchgrößen)
MECI	Mean Edge Contrast Index (Kantenkontrast)
MVECI	Mean Vertical Edge Contrast Index (Höhenkontrast)
ED	Edge Density (Kantendichte)
MNN	Mean Nearest-Neighbor Distance (mittlere Nächst-Nachbar-Distanz)
PRD	Patch Richness Density (Reichhaltigkeit)

1. Problemstellung und Zielsetzung

1.1. Problemstellung

In Deutschland leben mehr als 80% der Bevölkerung in Städten¹. Ein solch hoher Verstädterungsgrad ist kennzeichnend für viele Industrieländer (BÄHR 1992). Städte bilden die Zentren von politischer, ökonomischer und kultureller Entwicklung, hier konzentrieren sich Warenproduktion, Energie- und Stoffumsätze, intensive Flächennutzung und Verkehr. Allgemeine Trends wie Globalisierung, Tertiärisierung und Technisierung sowie Bevölkerungswachstum, Migrationsbewegung und wachsende ökologische Probleme bestimmen die Entwicklung moderner Städte. Dies macht eine langfristige und nachhaltige Entwicklung der Städte, verbunden mit einer effizienten, ressourcenschonenden und umweltverträglichen Stadt- und Landschaftsplanung erforderlich (BREUSTE 2000c).

Nach BASTIAN U. SCHREIBER (1994, S.170) wird das kulturlandschaftliche Erscheinungsbild sowohl durch die „*natürliche Ausstattung und deren Wirkungskomplex*“ als auch durch „*die gesellschaftliche Inanspruchnahme [...] in der Art und Weise der Flächennutzung bzw. -beanspruchung*“ geprägt. Die menschliche Inanspruchnahme von Ökosystemen wird damit in der Schaffung von Landschaftsstrukturen deutlich, die aus einem Mosaik natürlicher und anthropogen geprägter Landschaftselemente zusammengesetzt sind. Ausgehend von der Art, Intensität und Dauer des anthropogenen Einflusses variieren diese neu entstandenen Strukturen in ihrer Größe, Form und Anordnung. Nutzungs- und Diversitätsstrukturen und die kulturlandschaftliche Vielfalt unterscheiden sich in Abhängigkeit von der Intensität der Nutzung (FORMAN U. GODRON 1986; URBAN ET AL. 1987; O'NEILL ET AL. 1988; BASTIAN U. SCHREIBER 1994). Durch Raumstrukturmaße (Landschaftsstrukturmaße) können sie erfasst und quantifiziert werden.

Orientierte sich die Stadtumweltforschung bisher vor allem auf die Schadstoffproblematik, werden nun auch verstärkt die wissenschaftlichen Grundlagen des komplexen, raumbezogenen und konzeptionellen Umweltmanagements betrachtet, welches sein Augenmerk auf die Umweltqualität legt (BREUSTE 2000c). Diese muss im Zuge einer nachhaltigen Stadtentwicklung

¹ In Deutschland gelten Siedlungen als Städte, wenn sie mindestens 2.000 Einwohner haben (LICHTENBERGER 1991; BÄHR 1992).

Gegenstand der Planung werden. Eine Vielzahl von Handlungsfeldern stehen damit im Zusammenhang, eines davon ist die Struktur der Stadt. Als sich gegenüberstehende Handlungskategorien werden Bebauung und Freiraum unterschieden. Freiräume stellen zumeist öffentliche, aber auch privat genutzte unbebaute Flächen dar. Sie sind wichtig für den Kontakt der Bevölkerung zur Natur und haben eine wesentliche Bedeutung für die kulturlandschaftliche Diversität und die Biodiversität (BREUSTE 2000a; BREUSTE 2000b). Freiräume zeigen sich in unterschiedlichen anthropogenen Gestaltungen und Beeinflussungen und damit in verschiedenen „Naturarten – von der gestalteten Gartennatur über die industrielle, landwirtschaftliche und Wohnnutzungen begleitende Natur bis hin zu naturnaher Restnatur und urban-industrieller Spontannatur“ (BREUSTE 2000b, S.1). Die Nutzungsart und -intensität spielen eine große Rolle für den Zustand und die Entwicklungsmöglichkeiten der Ökosysteme. Die Nutzungsdiversität hat Biodiversität, strukturelle Diversität und landschaftliche Vielfalt zur Folge, wodurch die Attraktivität einer Stadt wesentlich gesteigert wird (BREUSTE 2000b).

Für die Entwicklung langfristig umweltverträglicher Nutzungskonzepte für Städte sind detaillierte Kenntnisse ihrer Struktur notwendig. Durch den sozioökonomischen und landschaftsökologischen Wandel bietet sich die Stadt Leipzig für derartige Studien an, denn von im Umbruch befindlichen Stadtregionen kann ein besonderer Erfahrungsgewinn für den Managementprozess erwartet werden. Beispielhaft kann hier die Entwicklung neuer Strukturen untersucht werden (BREUSTE 2000c).

1.2. Zielsetzung

Als Ziele der vorliegenden Arbeit können benannt werden:

- die Analyse aussagekräftiger Indikatoren (Landschaftsstrukturmaße) zur Charakterisierung des Räumusters der Stadt Leipzig,
- die Erfassung, Quantifizierung und Analyse/Bewertung der Stadtstrukturen sowie
- Erfassung, Quantifizierung, Vergleich und Analyse/Bewertung von Räumustern in unterschiedlichen Nutzungstypen.

Die Stadtstrukturen werden anhand vorliegender digitaler Daten untersucht. Grundlage hierfür sind die Stadtbiotopkartierung Leipzig (2000) sowie das digitale Verkehrsnetz der Stadt Leipzig. Die gewählten digitalen Einheiten der

Biotoptypenkartierung stellen dabei die Basis der Analyse der Raummuster dar. Die Arbeit beinhaltet die Aufarbeitung, Überarbeitung und Korrektur der digitalen Datengrundlagen (Biotopkartierung, Straßenkarte).

Folgende Untersuchungsschwerpunkte können ausgegliedert werden:

1. Erfassung und Quantifizierung der raumstrukturellen Charakteristika der Stadt Leipzig anhand von Raumstrukturmaßen; rasterbezogene Berechnung der Indikatoren
 - Berechnung und Analyse der Raumstrukturmaße auf Landschafts- und Klassenebene
 - Herausarbeitung spezifischer Raumstrukturmerkmale im Hinblick auf Fragen der Stadtstruktur
 - Charakterisierung von Stadtstrukturmerkmalen für unterschiedliche Bezugsräume (Raster, Ortsteile und Stadtbezirke, Zonen)
 - Charakterisierung von Stadtstrukturen mit Hilfe von Raumstrukturmerkmalen
 - Untersuchungen zur Entfernung von Landschaftselementen (z.B. Stadtnatur²), Verinselung, Zerschneidung, Flächenanteile...
 - Analysen von Stadtstrukturdiversität, Biotopdiversität und kulturlandschaftlicher Diversität
 - Untersuchung der Dichte von Kulturlandschaftselementen
 - Untersuchungen zur Bevölkerungsdichte im Hinblick auf die räumliche Verteilung der Bevölkerung im Kontext der Stadtstrukturen
2. Analyse und Bewertung der untersuchten Muster der Stadtlandschaft, insbesondere in bezug auf folgende Fragestellungen:
 - Welche städtischen Grundmuster kommen in den unterschiedlichen Nutzungstypen (Klassen) vor?
 - Welche Strukturmerkmale zeigen sich für die Gesamtlandschaft der Stadt? (Rasterbasis)

² Nach Breuste (2000a, S.1) wird unter dem Begriff Stadtnatur „die gesamte Bandbreite biotischer Ausstattung verstanden, die in unterschiedlichsten natürlichen und anthropogen bedingten Konstellationen in urbanen Landschaften in Erscheinung treten können. Elemente der Stadtnatur sind z.B. [...] stadträumliche Strukturen wie Grünanlagen, Parks sowie naturnahe Landschaftsbestandteile wie Wälder, Feuchtgebiete, Sukzessionsflächen, etc.“.

- Welche Muster lassen sich auf der Ebene der Ortsteile erkennen? Und können die Landschaftsstrukturmaße die räumlich strukturellen Unterschiede verschiedener Ortsteile aufzeigen? (Vergleich mehrerer Ortsteile)
- Welche Aussagen bezüglich struktureller Merkmale lassen sich für das Stadtzentrum, den Osten, Süden, Westen und Norden der Stadt treffen und unterscheiden? (Ebene der Stadtbezirke)
- Welche Raummuster werden in Bereichen hoher Bebauungsdichten sichtbar und welche Merkmale sind kennzeichnend für weniger dichte Bebauung, natürliche Bereiche,...? (Ebene der Zonierung)

2. Aufbau der Arbeit

Diese Arbeit ist in neun Kapitel unterteilt, deren Inhalte im folgenden kurz aufgelistet werden:

Im einleitenden Kapitel wurden die Problemstellung sowie die Ziele der vorliegenden Arbeit aufgezeigt.

Aufbauend darauf beschreibt Kapitel 2 die Gliederung und Struktur der Arbeit.

Das folgende Kapitel 3 behandelt die theoretischen Grundlagen. Es umfasst den landschaftsökologischen Hintergrund mit einer Einführung in die Definitionen und Konzepte der quantitativen Landschaftsökologie, außerdem Erklärungen zur Biotopkartierung, zu Geographischen Informationssystemen und zu Landschaftsstrukturmaßen.

Anschließend werden im Kapitel 4 das verwendete Datenmaterial sowie Hard- und Software aufgeführt.

Das folgende 5. Kapitel gibt einen Überblick über das Untersuchungsgebiet. Dabei wird das Augenmerk auf die Entwicklung der Stadt, die naturräumliche Einordnung sowie die Besonderheiten Leipzigs gelegt.

Kapitel 6 skizziert die Methodik der Arbeit, indem es die Aufbereitung der Ausgangsdaten beschreibt, die Grundlage für die Berechnung der Strukturmaße.

Daraufhin werden im 7. Kapitel die Landschaftsstrukturmaße sowie deren Quantifizierung vorgestellt.

Kapitel 8 zeigt die Ergebnisse dieser Arbeit auf und diskutiert sie.

Im abschließenden 9. Kapitel ist die Schlussbetrachtung enthalten.

Abschnitt 10 listet die verwendete Literatur auf.

3. Theoretische Grundlagen

3.1. Landschaftsökologischer Hintergrund

Ökologische Landschaftsforschung wird etwa seit Beginn des 20. Jhs. betrieben und steht im Zusammenhang mit der Entwicklung der Landschaftslehre. Den Begriff der Landschaftsökologie führte C. Troll jedoch erst 1939 in die Literatur ein. Die mehrere Jahrzehnte dauernde Diskussion um den Landschaftsbegriff hatte großen Einfluss auf die Entwicklung der Landschaftsökologie (FINKE 1996). Heute versteht man nach NEEF (1967, zitiert in FINKE 1996, S.21) unter Landschaft *„einen durch einheitliche Struktur und gleiches Wirkungsgefüge geprägten konkreten Teil der Erdoberfläche“*. Im konkreten Fall bezieht sich der Begriff auf die *„kleingliedrige, reichhaltig strukturierte Kulturlandschaft“* (BLASCHKE 2003). Das zentrale Ziel der Landschaftsökologie bestand zunächst in der beschreibenden Erfassung des räumlichen Verbreitungsmusters der Ökosysteme und wurde später auf das räumlich-funktionale Zusammenwirken, d.h. die stofflichen und energetischen Beziehungen der landschaftlichen Ökosysteme untereinander ausgeweitet. Die Entwicklung ging hin zur naturwissenschaftlich-analytischen Messung und Quantifizierung (FINKE 1996). KREEB (1979, S.71) versteht unter Landschaftsökologie den Forschungsbereich, der versucht, *„die vielfältigen komplizierten und komplexen Wechselbeziehungen von Großeinheiten, ganzen Landschaften, aufzuklären“*. Dieses Augenmerk der Landschaftsökologie auf den Gesamtzusammenhang der landschaftlichen Ökosysteme macht sie zu einer interdisziplinären Wissenschaft (*„interscience“ Landschaftsökologie*) mit Bedeutung für die Praxis (FINKE 1996). Für die Ökosystemforschung unterscheidet ELLENBERG (1973, S.21) vier Teilaufgaben, *„die schrittweise zu einer immer vollständigeren Übersicht über die Ökosysteme der Erde führen: Strukturanalysen, Typisierung, Klassifikation und Kartierung“*.

Ein neuerer Ansatz der Landschaftsökologie, der sich seit Ende der 1980er Jahre herausbildete, ist die quantitative landscape ecology (FORMAN U. GODRON 1986; TURNER 1989; TURNER U. GARDNER 1991; GUSTAFSON 1998; LAUSCH 2000), welche sich auf die Hoffnung stützt, von einem rein deskriptiven zu einem prädiktiven Charakter zu gelangen, der auf objektiven räumlich-quantitativen Verfahren beruht

(LANG, LANGANKE U. KLUG 2003). Die Grundlage dafür bildet die Definition der beiden nordamerikanischen Landschaftsökologen FORMAN U. GODRON (1986):

„Landscape ecology explores how a heterogeneous combination of ecosystems [...] is structured, functions and changes. From wilderness to urban landscapes, our focus is on

- a) *the distribution patterns of landscape elements or ecosystems*
- b) *the flows of animals, plants, energy, mineral nutrients and water among these elements and*
- c) *the ecological changes in the landscape mosaic over time”* (FORMAN U. GODRON 1986, S. vii).

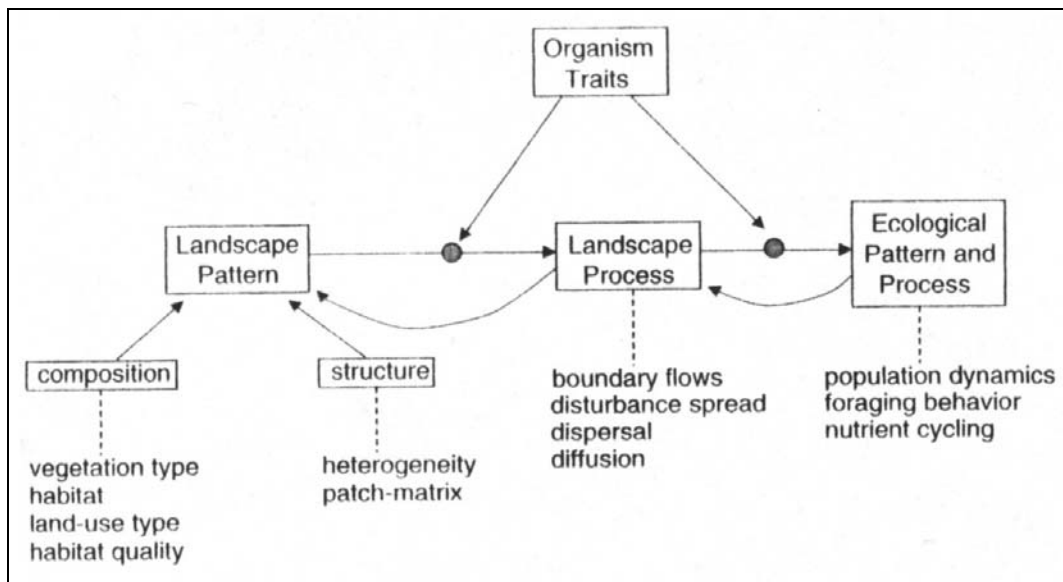


Abbildung 1: Elemente landschaftlicher Wirkungen auf Ökosysteme
(Quelle: WIENS 2002)

Die Landschaftsökologie, deren Basis der Zusammenhang zwischen ökologischen Raummustern und ökologischen Funktionen und Prozessen ist, behandelt die Ursachen und Folgen der räumlichen Komposition und Konfiguration des Landschaftsmosaiks (WIENS 2002; BLASCHKE 2003). Sie beschäftigt sich mit drei Merkmalen der Landschaft: der Struktur, der Funktion sowie der Dynamik. Struktur meint die räumlichen Beziehungen zwischen unterschiedlichen Ökosystemen und deren Elementen. Dabei wird die Verteilung der Energie, der Materialien (Stoffe) und Arten in bezug auf die Größen, Formen, Anzahl, Arten und Konfigurationen der Ökosysteme beschrieben. Unter Funktion werden die Wechselwirkungen zwischen den räumlichen Elementen des Ökosystems verstanden, d.h. die Energie- und

Stoffflüsse sowie der Austausch von Arten. Die Dynamik stellt die zeitliche Veränderung der Struktur und Funktion des Landschaftsmosaiks dar. Die drei Faktoren Struktur, Funktion und Dynamik stehen untereinander in Wechselwirkung. Die Quantifizierung der Landschaftsstruktur ist somit die Voraussetzung für Untersuchungen zur Landschaftsfunktion und -veränderung (FORMAN U. GODRON 1986; MCGARIGAL U. MARKS 1994; WIENS 2002). Abbildung 1 veranschaulicht das Zusammenspiel und die Wechselwirkungen zwischen Landschaftsmuster, Prozess und ökologischen Mustern und Prozessen. Hieraus wird ersichtlich, dass das räumliche Muster einer Landschaft abhängig ist von deren Zusammensetzung (composition) und Struktur, d.h. den enthaltenen Elementen und deren Anordnung (WIENS 2002).

Der Mensch als landschaftsökologischer Faktor und damit verbunden stark anthropogen geprägte Ökosysteme wie z.B. Städte wurden erst spät, etwa seit Anfang der 80er Jahre des 20. Jahrhunderts, verstärkt in die Forschungen mit einbezogen. Gegenstand einer heutigen, angewandten Landschaftsökologie ist die Kulturlandschaft, die das Einwirken des Menschen auf die Landschaft mit einschließt. Der anthropogene Einfluss tritt unter allen mensch-organisierten Ökosystemen am stärksten im Ökosystemtyp der Stadt in Erscheinung (FINKE 1996). MÜLLER (1977) bezeichnet Städte und Ballungsräume als urbane Schlüsselarten-Ökosysteme, da sie durch das Vorherrschen einer einzelnen Art, des Menschen, gekennzeichnet sind. Trotz dessen haben Städte inzwischen für viele Tier- und Pflanzenarten die Funktion eines Rückzugsbiotops eingenommen (FINKE 1996). Die vorliegende Arbeit kann als eine stadtlandschafts-ökologische Arbeit betrachtet werden. Den Arbeitsbereich der Stadtökologie definiert RITTER (1989, S.448) als *„die Lehre von den Wechselbeziehungen der Menschen mit ihrer belebten und unbelebten Umwelt in städtischen Lebensräumen“*.

3.2. Hierarchischer Aufbau der Landschaft

Aufgrund des komplexen heterogenen Aufbaus von Landschaften bedarf es ihrer Untergliederung in kleinere Teilsysteme, wobei das Homogenitätskriterium angewendet wird (LESER 1997). Dabei wird in der „Frage der Hierarchie der naturräumlichen Einheiten“ der „Weg von unten“ gegangen, ausgehend von den

kleinsten räumlichen Einheiten der Landschaft (FINKE 1996, S.97). Der Begriff der Homogenität kann nach NEEF (1964, S.1) folgendermaßen definiert werden: *„Ein geographisches Areal kann dann als homogen betrachtet werden, wenn es die gleiche Struktur und das gleiche Wirkungsgefüge und deswegen einen einheitlichen Stoffhaushalt – mithin gleiche ökologische Verhaltensweisen – zeigt“*. Für die kleinste homogene Raumeinheit existiert eine Vielzahl von Begriffen mit unterschiedlichen inhaltlichen Ausrichtungen, wie Physiotop (NEEF 1968³), Fliese (SCHMITHÜSEN 1953⁴), Ökotoptop (TROLL 1950) oder Landschaftszelle (PAFFEN 1953⁵) u.a. (vgl. FINKE 1996).

In Anlehnung an FORMAN U. GODRON (1986) und MCGARIGAL U. MARKS (1994) werden in der vorliegenden Arbeit die kleinsten als homogen betrachteten Einzelelemente der Landschaft als Patch oder Landschaftselement (landscape element) bezeichnet. Sie sind relativ diskrete Bereiche (räumliche Funktionsbereiche) von relativ homogenen Umweltbedingungen (MCGARIGAL U. MARKS 1994) und werden in Abhängigkeit vom Maßstab qualitativ beschrieben (LAUSCH 2000). LAUSCH (2000, S.14, 17) definiert ein Patch als *„jede Einzelfläche einer thematisch abgegrenzten Klasse“* bzw. eines Biotoptyps oder einer Flächennutzungs-kategorie der Biotopkartierung. Im konkreten Fall stellen sie z.B. einen Bebauungsblock, eine zusammenhängende Park-, Wasser- oder Waldfläche, ein Gewerbegebiet oder einen Acker dar.

Eine Klasse (Patchtyp) setzt sich aus der Gesamtzahl aller Patches eines Typs zusammen, während wiederum die Landschaft aus der Gesamtheit der vorhandenen Klassen aufgebaut ist (MCGARIGAL U. MARKS 1994; LAUSCH 2000) (vgl. hierzu Abbildung 2). Unter Landschaft ist hier demnach ein Bereich des Landes zu verstehen, der ein Mosaik von Landschaftselementen enthält (URBAN ET AL. 1987; MCGARIGAL U. MARKS 1994). FORMAN UND GODRON (1986) beschreiben eine Landschaft als eine heterogene Landfläche, die sich aus einer Anhäufung von sich gegenseitig beeinflussenden Ökosystemen zusammensetzt.

³ NEEF, E. (1968): Der Physiotop als Zentralbegriff der komplexen Physischen Geographie. In: Petermanns Geographische Mitteilungen. H.112. S.15-23.

⁴ SCHMITHÜSEN, J. (1953): Grundsätzliches und Methodisches. In: von Meynen, E. u. J. Schmithüsen (Hrsg.): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Band 1. S.1-44.

⁵ PAFFEN, K.H. (1953): Die natürliche Landschaft und ihre räumliche Gliederung. Eine methodische Untersuchung am Beispiel der Mittel- und Niederrheinlande. In: Forschungen zur Deutschen Landeskunde. Band 68.

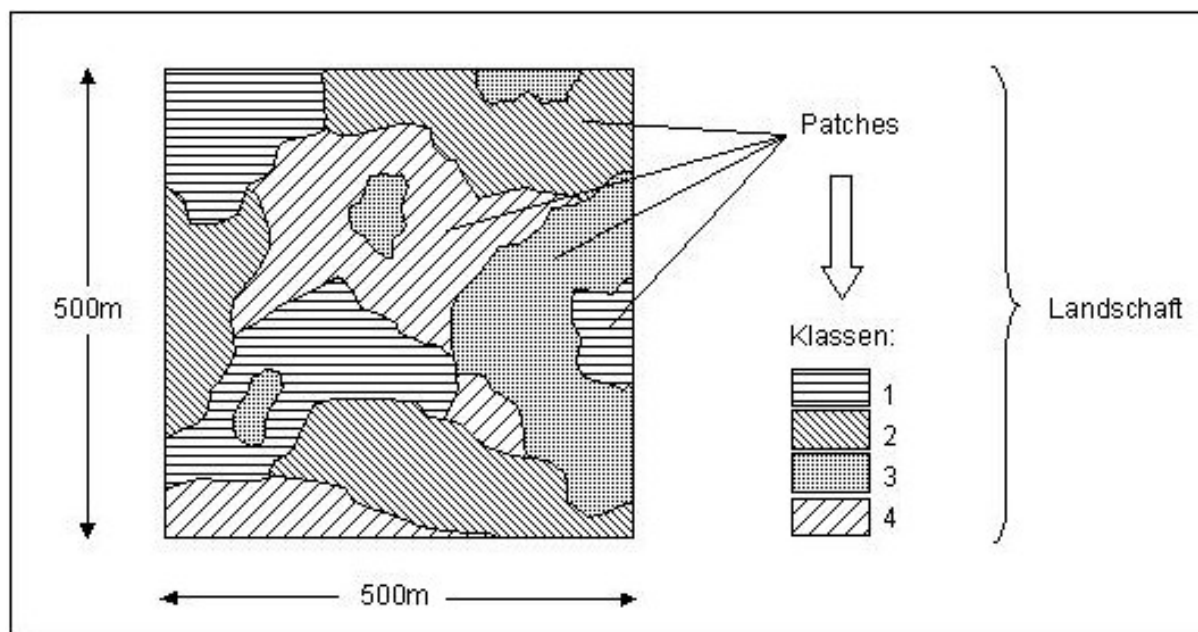


Abbildung 2: Hierarchischer Aufbau einer Landschaft

Quelle: eigener Entwurf

3.3. Landschaftsstruktur

Die Charakteristik einer Landschaft kann durch zwei Strukturkomponenten beschrieben werden: die Zusammensetzung (Komposition) und die Anordnung (Konfiguration) der Landschaftselemente (MCGARIGAL U. MARKS 1994; LAUSCH 2000).

Die Landschaftszusammensetzung beinhaltet das Vorhandensein und damit die Vielfalt der Patchtypen sowie die Anzahl und relative Häufigkeit ihrer Landschaftselemente innerhalb der Landschaft, jedoch ohne räumliche Zuordnung. Sie ist damit ein Ausdruck der Diversität und spielt eine Rolle für viele ökologische Prozesse und Organismen. Die Zusammensetzung einer Landschaft kann durch eine Vielzahl von Metriken quantifiziert werden, beispielsweise durch den relativen Flächenanteil einer Klasse an der Landschaft (Percent of landscape, %LAND), den Flächenanteil des größten Patches an der Landschaft (Largest patch index, LPI) oder der Anzahl der in der Landschaft vorkommenden Patchtypen (Patch richness density, PRD) (MCGARIGAL U. MARKS 1994; LAUSCH 2000).

Dagegen bezieht sich die Landschaftsanordnung auf die räumliche Lage und Verteilung der Landschaftselemente. Die Konfiguration kann beispielsweise durch Maße der Nächsten Nachbarschaft (Mean nearest neighbour, MNN) beschrieben werden, da sie die räumlichen Beziehungen der Patches wiedergeben (MCGARIGAL U. MARKS 1994; LAUSCH 2000).

Nicht alle Metriken können klar einem der beiden Aspekte (Zusammensetzung oder Anordnung) zugeordnet werden, sondern stellen eine Kombination dar. Hierzu gehören u.a. die mittlere Patchgröße (Mean patch size, MPS), die Patchdichte (Patch density, PD), die Kantendichte (Edge density, ED) und der mittlere Kantenkontrast (Mean edge contrast index, MECI). Sie sind aber meist geeigneter in bezug auf die Landschafts-Konfiguration zu betrachten (MCGARIGAL U. MARKS 1994).

3.4. Biotopkartierung

Die Datengrundlage für die vorliegende Arbeit ist die Stadtbiotopkartierung von Leipzig. Sie wurde 1992 in Auftrag gegeben und 1994 fertig gestellt. Leipzig ist damit in den neuen Bundesländern eine der ersten Städte mit einer flächendeckenden Stadtbiotopkartierung (STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1995; WÄCHTER ET AL. 1996; KARTES U. WÄCHTER 2001). Ihre Hauptaufgabe lag in der erstmaligen Bestandserfassung und Bewertung der Biotoptypen im Stadtgebiet unter Aspekten des Biotop- und Artenschutzes (WÄCHTER ET AL. 1996). Im Rahmen des Projektes „Fortschreibung der Stadtbiotopkartierung Leipzig“ wurde 1999 die 1994 erstellte Stadtbiotopkartierung überarbeitet und aktualisiert. Gegenstand dieses Projektes waren die Aktualisierung der Strukturtypen sowie die Ergänzung der in den vorangegangenen Jahren eingemeindeten Gebiete (STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 2000a; KARTES U. WÄCHTER 2001).

In der Bundesrepublik Deutschland werden seit Anfang der 1970er Jahre Biotopkartierungen durchgeführt. Sie dienten zunächst dem Naturschutz, um biologisch-ökologisch wertvolle Flächen im nicht-besiedelten Bereich zu schützen. Seit 1978 werden Biotopkartierungen auch im besiedelten Bereich vorgenommen (STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1994a; STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1995; WÄCHTER ET AL. 1996). Ziel einer Biotopkartierung ist eine *„wissenschaftlich fundierte Bestandsaufnahme von Zustand, Gefährdung, Schutzbedürftigkeit und Entwicklungsmöglichkeiten der Natur eines Gebietes“* (STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1995, S.20). Für eine bundesweit einheitliche Methode der Bestandsaufnahme wurde 1985 von der Arbeitsgruppe „Methodik der Biotopkartierung im besiedelten Bereich“ im Bundesamt für Naturschutz das „Grundprogramm für die Durchführung der Biotopkartierung im besiedelten Bereich“ erarbeitet, die auf die spezielle Situation von Städten ausgerichtet ist. Die

Stadtbiotopkartierung stellt eine wichtige Grundlage für die Stadt- und Landschaftsplanung, aber auch zur Ausweisung von Schutzgebieten dar. Sie liefert planungsrelevante Aussagen, die u.a. in den Landschaftsplan und damit in den Flächennutzungsplan übernommen werden (STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1994a; STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1995; WÄCHTER ET AL. 1996; KARTES U. WÄCHTER 2001).

Landschaften, auch besiedelte Bereiche, sind aus einem Verbund von Biotopen zusammengesetzt. Ein Biotop ist ein „räumlich abgegrenzter Lebensraum einer Artengemeinschaft. Für die Biotopkartierung werden darunter definierte, abgegrenzte Einzelflächen verstanden, die über eine mehr oder weniger einheitliche Artenausstattung verfügen“ (STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1994a, S.7) und einheitliche Lebensbedingungen für Pflanzen und Tiere aufweisen. Damit stellen nicht nur Parkanlagen, Wälder und ähnliches ein Biotop dar, sondern auch die stark versiegelten Innenstadtfächen. Jedes Biotop gehört einem bestimmten Biotoptyp an, die wiederum eine Funktion (Realnutzung in der Stadt) übernehmen, welche im Nutzungstyp dargestellt wird. Hierbei werden sowohl städtebauliche Merkmale als auch Nutzungsformen der Land- und Forstwirtschaft berücksichtigt⁶. Um den Biotoptyp aufzuzeigen, wird der Nutzungstyp durch Angaben aus der Biotopkartierung differenziert und ergänzt⁷ (STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1994a; STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1995).

3.5. Geographische Informationssysteme

Die landschaftsökologische Grundlagenforschung richtet sich immer stärker auf die Quantifizierung aus. Dies kann nur rechnergestützt durchgeführt werden und erfolgt mit Hilfe von Geographischen Informationssystemen (GIS) (FINKE 1996). Ihre Anwendung ist nötig, da große Datenmengen verarbeitet werden müssen. BARTELME (1995, S.12) definiert den Begriff des Geoinformationssystems wie folgt: *„Ein Geoinformationssystem dient der Erfassung, Speicherung, Analyse und Darstellung aller Daten, die einen Teil der Erdoberfläche und die darauf befindlichen technischen und administrativen Einrichtungen sowie geowissenschaftliche, ökonomische und*

⁶ Beispiele: Wohnbauflächen und gemischte Bauflächen; Kleingartenanlagen; ...

⁷ Beispiele: Biotope der verdichteten, geschlossenen Blockbebauung; Biotope der geschlossenen Blockrandbebauung; Biotope der Kleingartenanlagen mit überwiegendem Obst- und Gemüseanbau;

ökologische Gegebenheiten beschreiben“. Die Komponenten eines GIS sind die Hardware, Software und der Anwender mit seinem Fachwissen, die Daten bilden dabei den Kern des GIS. Es wird speziell für raumbezogene Fragestellungen eingesetzt (KASPERIDUS U. LAUSCH 1998). Geoinformationssysteme sind sowohl Erfassungs-, Verwaltungs- und Analyse- als auch Präsentationssystem (BARTELME 1995).

3.6. Stadtstrukturen und Landschaftsstrukturmaße

Landschaften und damit auch Städte stellen räumlich heterogene Gebiete von hoher Komplexität und großer räumlicher Variabilität dar (BLASCHKE 2003). Um ihre Strukturen zu erfassen, haben sich die Landschaftsstrukturmaße als geeignet erwiesen. Sie gelten als Indikatoren, *„mit deren Hilfe die Muster, die Zusammensetzung, Komposition und Konfiguration der Landschaft sowie deren Kompartimente analysiert, beschrieben und quantifiziert werden“* (LAUSCH 2000, S.4). Strukturelle Merkmale und Eigenschaften von Landschaftselementen können durch sie beschrieben werden, indem Größe, Form, Anordnung und Aufbau sowie Nachbarschaftsbeziehungen der Elemente charakterisiert werden. Dadurch können Rückschlüsse auf funktionale Beziehungen gezogen werden (LANG, LANGANKE U. KLUG 2003).

Bereits in den 1970er Jahren wurde mit vergleichenden Kennzahlen und darauf basierenden Indices gearbeitet (vgl. LANG, LANGANKE U. KLUG 2003). Einige davon gingen in die quantitative Landschaftsökologie ein (O'NEILL ET AL. 1988; TURNER 1989). Jetzt kamen zusätzlich zu den nicht-räumlichen auch räumliche Maße zur Anwendung, mit denen die räumliche Verteilung und das Raummuster der Patches in ihrer Anordnung erfasst werden können (LANG, LANGANKE U. KLUG 2003). In den vergangenen Jahren lag laut LANG, LANGANKE U. KLUG (2003, S. 2) der Schwerpunkt der Forschungsarbeiten in den Bereichen:

- *„neutrale Modelle zur Untersuchung des Indexverhaltens;*
- *ökologische Relevanz und Bedeutung der quantitativen Aussagen und deren Eignung bei Bewertungsfragen;*
- *Einsatzmöglichkeiten von Strukturindizes in Fachplanungen, Umwelt- und Landschaftsinformationssystemen und Monitoring“.*

Die Landschaftsstruktur ist gekennzeichnet durch die Mensch-Natur-Beziehung und zeigt das Ausmaß der anthropogenen Einflüsse (KIRSTEIN U. NETZBAND 2002). Nach SCHÖNFELDER (1984) hat die Flächennutzung eine Indikatorfunktion zur Kennzeichnung und Wertung des menschlichen Einflusses, da dieser gravierende Auswirkungen auf räumliche Strukturen und Muster zeigt.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Erfassung und Analyse der Stadtstrukturen mittels Raumstrukturmaßen. Hieraus können Aussagen zum Ist-Zustand von Landschaftselementen, Biotopen und der Landschaft getroffen werden (LAUSCH 2000). Für die Charakterisierung und Beschreibung der Landschafts- bzw. Stadtstrukturen können Flächen-, Form- und Kantenmaße sowie Indizes zur Anzahl der Landschaftselemente, ihrer Verteilung und Anordnung eingesetzt werden (MCGARIGAL U. MARKS 1994; LAUSCH 2000).

Es wird zwischen den Ebenen Patch, Klasse und Landschaft unterschieden. In dieser Arbeit werden Klassen- und Landschaftsindizes für die Quantifizierung und Analyse der Stadtstruktur herangezogen. Während sich die Strukturmaße der Klassenebene z.B. bei Fragestellungen zur Fragmentierung von Landschaften oder dem räumlichen Zusammenhang von Habitaten eignen, können die Landschaftsindizes zur Typisierung unterschiedlicher Landschaftsstrukturen eingesetzt werden (SCHALLENBERG 2001).

4. Datenmaterial sowie Soft- und Hardware

4.1. Datenmaterial

Datengrundlage dieser Arbeit ist die Stadtbiotopkartierung von 2000 der Stadt Leipzig im Maßstab von 1:5000 (STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 2000a).

Zusätzlich wurde das Straßennetz von Leipzig verwendet, welches als CAD-Datensatz⁸ vorlag. Zur weiteren Bearbeitung des Straßennetzes wurden der Stadtplan (FALK-VERLAG 2000) sowie Topographische Karten von 1999 im Maßstab von 1:5000 (Landesvermessungsamt Sachsen (Hrsg.), Dresden) herangezogen.

Die Daten zur Bevölkerungsdichte wurden dem Ortsteilkatalog (STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002b und 2000) entnommen. Die administrative Gliederung (Stand 2000) von Leipzig lag digital vor.

4.2. Hard- und Software

Zur digitalen Bearbeitung der Vektordaten kam neben dem Softwarepaket ERDAS/IMAGINE (Version 8.4) das Programm ARC/INFO (Version 7.2) unter UNIX (Sun-Solaris (Version 2.5), SPARC-ULTRA 20) zur Anwendung.

Die anschließende Verarbeitung der Rasterdaten wurde ebenfalls mit ERDAS/IMAGINE (ERDAS INC. 1999) unter Unix (Sun-Solaris (Version 2.5), SPARC-ULTRA 20) durchgeführt.

Die folgenden Schritte wurden am PC unter Windows realisiert.

Mit FRAGSTATS (Version 2.0) (Raster-Version), einem Programm zur Analyse von Räumustern zur Quantifizierung der Landschaftsstruktur (MCGARIGAL und MARKS 1994), wurden die Landschaftsstrukturmaße für die Ebenen Klasse und Landschaft berechnet.

Die statistische Auswertung und graphische Darstellung der Indizes erfolgten mit dem Programm STATISTICA (Version 5.1) (STATSOFT INC. 1998). Kartendarstellungen sind mit Hilfe von Arc/View (Version 3.2) erarbeitet worden (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE INC. (ESRI) 1996).

Für die weitere Verarbeitung wurde das Programmpaket MICROSOFT OFFICE 2000 genutzt, insbesondere MS Access zum Datenbankmanagement, MS Excel zur

⁸ zur Verfügung gestellt vom Amt für Umweltschutz der Stadt Leipzig

Tabellenkalkulation, MS PowerPoint zur Erstellung und MS Photo Editor zur Nachbearbeitung von Abbildungen sowie MS Word zur Textbearbeitung.

5. Das Untersuchungsgebiet

Die Stadt Leipzig, gelegen im Freistaat Sachsen (Abbildung 3), stellt als Oberzentrum den dominierenden Zentralen Ort des Regierungsbezirkes Westsachsen mit überregionaler Bedeutung insbesondere im Bereich der neuen Bundesländer dar. Zentrale Orte sind innerhalb der Siedlungsstruktur „*Schwerpunkte des wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Lebens und damit gleichzeitig Konzentrationspunkte der überörtlichen Siedlungstätigkeit. Sie übernehmen Versorgungsaufgaben [...] auch für die Bevölkerung ihres Verflechtungsbereiches*“ (REGIONALER PLANUNGSVERBAND WESTSACHSEN 1996, S.27). Die Stadt ist Teil des Sachsen-Dreiecks Chemnitz – Dresden – Leipzig sowie des Verdichtungsraumes und länderübergreifenden Wirtschaftsraumes Leipzig – Halle (REGIONALER PLANUNGSVERBAND WESTSACHSEN 1996; STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002a). Als größte Stadt des Freistaates ist sie durch eine hohe Siedlungs- und Verkehrsdichte gekennzeichnet (STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1995 und 2000b). Prägendes Element ist u.a. „*die konzentrisch und radial auf den Stadtkern bezogene Struktur mit der deutlichen Zäsur durch die Elster-Pleiße-Aue*“ (STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1995, S.12).

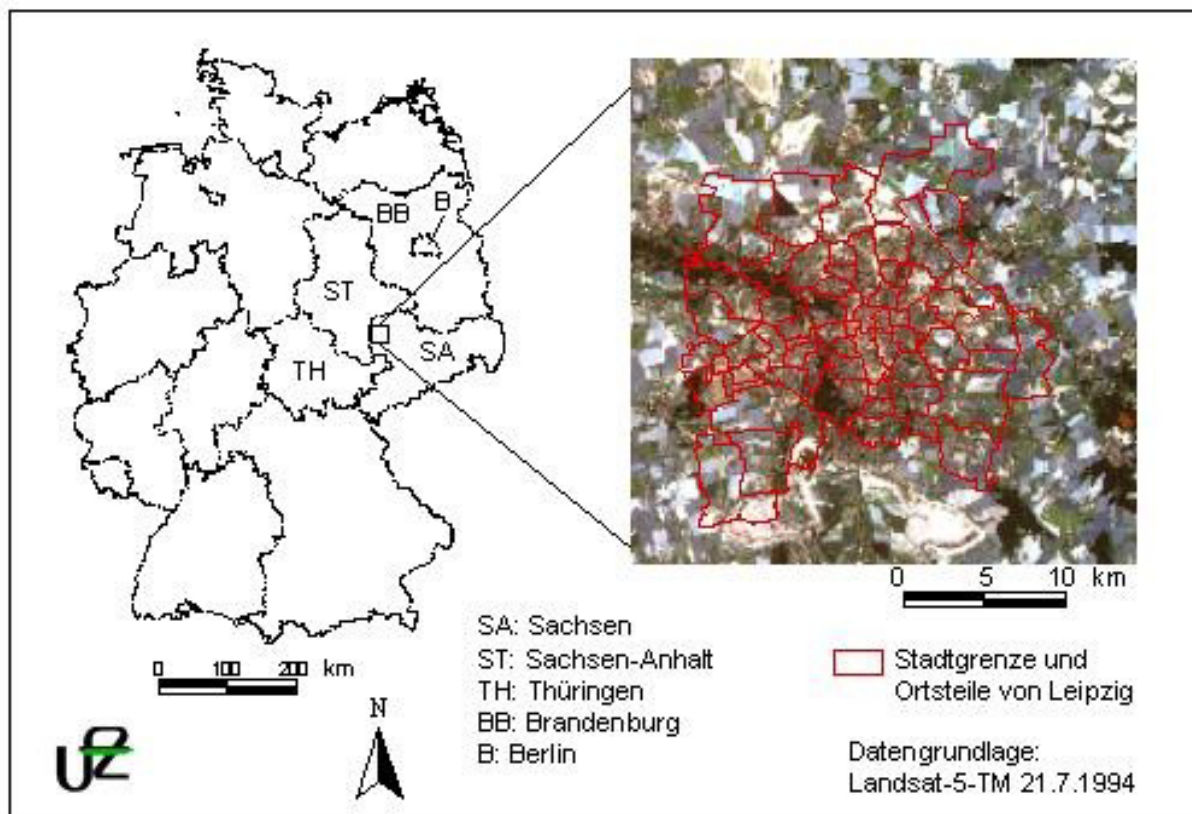


Abbildung 3: Lage Leipzigs in Deutschland

Leipzig hat eine Flächenausdehnung von 297,6 km² und zählt 519.420 wohnberechtigte Einwohner (Einwohner mit Hauptwohnsitz: 492.701), woraus sich eine Bevölkerungsdichte von 1745 (bzw. 1655) Einwohnern je km² ergibt (STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2000b und 2002a). Die geographische Lage Leipzigs (Stadtmittelpunkt) ist 51°20' n.Br. und 12°23' ö.L. Die mittlere Höhenlage beträgt 118m NN, wobei die höchste Erhebung (Kippe Liebertwolkwitz) 184m, der niedrigste Punkt (Gundorf, Luppe-Gebiet) 98m misst (STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002a und 2002c). Die Nord-Süd- sowie die Ost-West-Ausdehnungen der Stadt erstrecken sich über 22km bzw. 21km (STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002c).

Im Rahmen der Kommunalen Gebietsgliederung ist das Stadtgebiet in zehn Stadtbezirke und 63 Ortsteile unterteilt (STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002c) (vgl. Tabelle 9 im Anhang). Das Stadtgebiet wurde in den letzten Jahren durch mehrere Eingemeindungen stark erweitert (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Eingemeindungen

1993 bis 1998	1999	2000
Hartmannsdorf (1993) Plaußig (1995) Lausen (1995) Seehausen (1997) Podelwitz-Süd (1998)	Mölkau Engelsdorf Baalsdorf Althen Kleinpösna Hirschfeld Sommerfeld Holzhausen Liebertwolkwitz Rehbach Knautnaundorf Miltitz Böhlitz-Ehrenberg Lützschena-Stahmeln Lindenthal Wiederitzsch Radefeld-Süd	Burghausen Rückmarsdorf
3.334 ha ¹⁾	11.069 ha ¹⁾	710 ha ¹⁾

¹⁾ zur Stadt Leipzig hinzugekommene Flächen

Quelle: STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002c

5.1. Naturräumliche Einordnung und Besonderheiten

Das Untersuchungsgebiet ist in der Leipziger Tieflandsbucht gelegen, im südlichen Bereich des norddeutschen Flachlandes, es befindet sich in der mitteleuropäischen Naturregion des Sächsischen Lößgefilde (FREISTAAT SACHSEN, STAATLICHES UMWELTFACHAMT LEIPZIG 1995). Der Naturraum Leipziger Land wird im Süden durch das Altenburg-Zeitzer Lößhügelland mit einer mächtigeren Lößdecke, im Westen und Nordwesten vom Halleschen Lößhügelland und der Köthener Ebene mit ihrer Löß-Schwarzerde-Bodendecke begrenzt. Im Osten schließt sich das Nordsächsische Platten- und Hügelland bzw. das Porphyrhügelland an der Mulde an. Der Naturraum Düben-Dahlener Heide, eine Altmoränenlandschaft mit größerem Waldanteil, stellt die Begrenzung nach Nordosten dar. Ohne besonderen Wechsel der Naturraumfaktoren geht das Leipziger Land nach Norden in die Leipziger Tieflandsbucht über (JÜNGER 1996a).

Die Altmoränenlandschaft mit ihren ebenen Flächen (östliches Stadtgebiet) und flachen Hügeln, in ihrer heutigen Erscheinungsform mit dem charakteristischen Flusssystem, entstand im Quartär durch den Wechsel dreier Eis- und zweier Warmzeiten (Elster-, Saale- und Weichseleiszeit sowie Holstein- und Eemwarmzeit). Die letzte Eiszeit erreichte das Leipziger Land nicht mehr direkt, ist aber durch ihre Windauswehungen verantwortlich für die Lößdecke, die mit unterschiedlicher Zusammensetzung und Mächtigkeit auf der Grundmoräne der Saaleeiszeit aufliegt. Hieraus bildeten sich die heutigen fruchtbaren Böden, die den Ackerbau begünstigen (EISSMANN 1994; HAFERKORN 1996; JÜNGER 1996b). Die Flusstäler der Weißen Elster und Pleiße sind von einer Decke aus holozänem Auelehm, ein feinsandiger, toniger Schluff, überzogen, die 2 bis 3m mächtig ist. Im Stadtgebiet ist der gewachsene Boden durch anthropogene Eingriffe vielfach gestört (EISSMANN 1994).

Ein besonderes Landschaftsbild stellt der Südraum Leipzig mit seinen großen offenen Tagebauen infolge des Braunkohlenabbaus dar. Zukünftig und teilweise bereits jetzt werden sie im Zuge der Rekultivierung geflutet, wodurch hier eine Seenlandschaft entstehen wird (JÜNGER 1996b; REGIONALER PLANUNGSVERBAND WESTSACHSEN 1996; LAUSCH 2000). Diese reicht im Süden mit dem Cospudener See bis ins heutige Stadtgebiet hinein.

Die Stadt wird u.a. von der Weißen Elster, Pleiße, Parthe und Luppe durchflossen (STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1995). Entlang dieser Flüsse zieht sich von

Süden nach Nordwesten, inmitten dichtbebaueter Siedlungsflächen, einer der artenreichsten Auwälder Deutschlands. Solch ein geschlossenes naturnahes Biotopverbundsystem, das mit dem Rosental bis dicht an das Stadtzentrum heranreicht, ist in kaum einer anderen deutschen Großstadt zu finden. Selbst innerhalb Mitteleuropas stellt das Leipziger Auengebiet einen herausragenden Naturraum dar. Er ist von hohem ökologisch-landeskulturellem Wert, hat stadtklimatische Bedeutung und ist Erholungsgebiet für die Einwohner Leipzigs. Die Auen gliedern das Stadtgebiet und bilden das Grundgerüst der städtischen Freiraumstruktur (MÜLLER U. ZÄUMER 1992; SMU 1994; STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1994b; STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1995; HAFERKORN 1996; KULTURSTIFTUNG LEIPZIG 1996; REGIONALER PLANUNGSVERBAND WESTSACHSEN 1996). Anthropogene Eingriffe haben diese Auelandschaft jedoch bereits seit Jahrhunderten verändert. Waren es anfänglich vor allem Rodungen, die man seit Beginn des 18. Jahrhunderts durch die Anlegung von Gärten und Parks (z.B. Klarapark) auszugleichen versuchte, so kamen später Hochwasserregulierungsmaßnahmen hinzu (z.B. Bau des Elsterflutbeckens, Kanalisierungen, Flussbegradigungen) (GRUNDMANN ET AL. 1996; HAFERKORN 1996 JÜNGER 1996b).

In Leipzig sind etwa 1,3 % der gesamten Stadtfläche als Naturschutzgebiet und ca. 17,5 % als Landschaftsschutzgebiet ausgewiesen. Die vier Naturschutzgebiete weisen zusammen eine Fläche von rund 400 ha auf und sind in das Landschaftsschutzgebiet „Leipziger Auwald“ integriert. In der Stadt gibt es acht Landschaftsschutzgebiete. Sie umfassen etwa 5.200 ha. Mit dem Nördlichen und Südlichen Auwald, Plaußiger Wäldchen, Wäldern im Naherholungsgebiet Lößnig-Dölitz sowie einigen kleineren Waldstücken verfügt Leipzig über 1.400 ha Waldflächen (STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 2000b).

5.2. Stadtentwicklung Leipzigs

5.2.1. Die Entwicklung der Stadt bis 1870

Etwa um 5000 v.Chr. lassen sich die ersten sesshaften Siedler im Leipziger Gebiet nachweisen. Ende des 6. Jahrhunderts kamen Sorben in das Gebiet, die ihre Siedlung „lipsk“, Lindenort, nannten, woraus sich später die Stadt Leipzig entwickelte.

Die Siedlungsgründung wurde durch die Flüsse Elster und Pleiße sowie deren einmündenden Nebenflüsse mitbestimmt (MÜLLER U. ZÄUMER 1992).

Im Bereich der heutigen Stadt kreuzten sich zwei mittelalterliche Handelsstraßen, die „Via imperii“ in Nord-Süd-Richtung und die Ost-West-Verbindung „Via regia“. Das war für die Entstehung der Stadt von wesentlicher Bedeutung. Hier wurde etwa im 10. Jh. eine Burg („urbs Libzi“ – Burg Leipzig) errichtet, die aufgrund ihrer Lage an der Kreuzung dieser beiden Handelswege sowohl strategische als auch ökonomische Bedeutung erlangte. Im Schutz der Burg entwickelte sich allmählich eine Handwerker- und Kaufmannssiedlung sowie der Markt. Um das Jahr 1165 erhielt Leipzig das Stadtrecht und damit Marktprivilegien. Danach begann die planmäßige Erweiterung der 48ha umfassenden Stadtanlage innerhalb der Befestigungsanlagen. Zu den kleinen slawischen Siedlungen in Leipzigs Umgebung kamen zudem ab dem 12. Jh. zahlreiche, von deutschen Bauern gegründete, Dörfer hinzu, die heute zum Stadtgebiet Leipzigs gehören (CZOK ET AL. 1978; RÖSSING U. SCHÜTTE 1984; MÜLLER U. ZÄUMER 1992; STADT LEIPZIG, STADTPLANUNGSAMT 1993).

Im 15. Jh. begann für Leipzig eine erste große Blütezeit, in der die Stadt zum Zentrum des Handels zwischen West- und Ost-Europa wurde. Ab 1458 fand dreimal im Jahr eine Messe statt. Ein wichtiger Impuls war zudem die Universitätsgründung 1409 und die damit verbundene Entwicklung des Buchdrucks. Leipzig galt zudem als Zentrum des Geldhandels (CZOK ET AL. 1978; STADT LEIPZIG, STADTPLANUNGSAMT 1993; SCHOLZ 1996).

Die Stadt verdichtete sich innerhalb der Stadtmauern immer mehr. 1648, nach Ende des Dreißigjährigen Krieges, begann die zweite Hochphase, in der Leipzig durch den wirtschaftlichen Aufschwung Wohlstand erlangte. Viele neue oder umgebaute Bürgerhäuser, repräsentative Barockbauten, bestimmten das Stadtbild. Die Zahl der Einwohner stieg, vor allem durch eine starke Zuwanderung, von 14.000 (1648) auf 32.000 im Jahr 1753. Der Wandel von der befestigten zur offenen Stadt seit Anfang des 18. Jh. war von großer Bedeutung für die Stadtentwicklung (CZOK ET AL. 1978; STADT LEIPZIG, STADTPLANUNGSAMT 1993).

5.2.2. Gründerzeit und Drittes Reich

Das Siedlungsgebiet wurde infolge der Nationalstaat-Gründung 1871 sowie der wirtschaftlichen Expansion in der Gründerzeit stark erweitert, wodurch der Charakter der heutigen Stadtstruktur und -gestalt entstand. Während Leipzig 1871 noch

106.925 Einwohner hatte, waren es 1914 bereits 625.000 (mit eingemeindeten Vororten). Damit zählte die Stadt zu den größten und höchstverdichteten Städten Deutschlands. Die größten Stadterweiterungen Leipzigs fanden zwischen 1889 und 1892 (Zunahme um 56,9km²) und zwischen 1919 und 1925 (Zunahme um 29,2km²) statt. 1919, nach dem Ersten Weltkrieg, zählte die Stadt rund 604.000 Einwohner, 1925 bereits rund 680.000 und 1933 waren es 713.470. Zwischen 1850 und 1933 wurden in Leipzig etwa 150.000 Wohnungen neu gebaut (CZOK ET AL. 1978; RÖSSING U. SCHÜTTE 1984; STADT LEIPZIG, STADTPLANUNGSAMT 1993; BREUSTE 1996; ROTHER 1997; GORMSEN U. KÜHNE 2002; STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002c).

Leipzig wandelte sich von der Handelsmetropole zur Industriestadt. Besonders in den Vororten (z.B. Leutzsch, Lindenau, Plagwitz, Reudnitz und Volkmarsdorf) entstand eine differenzierte Industriestruktur (CZOK ET AL. 1978; STADT LEIPZIG, STADTPLANUNGSAMT 1993). Ein neues Konzept für die Leipziger Messe in den 90er Jahren des 19.Jh. führte zu wirtschaftlichem Aufschwung, der einen „*umfassenden Innenstadtumbau und eine völlige Überformung u.a. durch eine Vielzahl von Um- und Neubauten von Messehäusern im Rahmen der gegebenen Baufluchten*“ zur Folge hatte (STADT LEIPZIG, STADTPLANUNGSAMT 1993). Im Stadtzentrum siedelten sich nun vorwiegend staatliche und wirtschaftliche Verwaltungen, Banken und Versicherungen sowie Handels- und Warenhäuser an. Trotz unveränderter Stadtgrenze wuchs die Einwohnerzahl Leipzigs auf 702.000 im Jahr 1939 an. In den Vororten wurden daraufhin neue Stadterweiterungsgebiete als Wohngebiete erschlossen, z.B. in Lößnig der Rundling. Gebaut wurde vor allem im Westen der Stadt (u.a. aufgrund billigen Baulandes und der Nähe zur Eisenbahn), im Osten wohnten die Arbeiter, die durch die vorherrschende Westwindrichtung von Luftverschmutzungen betroffen waren, und im Südwesten und Norden (Gohlis) bauten Unternehmer ihre Villen (CZOK ET AL. 1978; RÖSSING U. SCHÜTTE 1984; STADT LEIPZIG, STADTPLANUNGSAMT 1993; SCHOLZ 1996; GORMSEN U. KÜHNE 2002; STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002c).

Die „Reichsmessestadt“, wie Leipzig während der Zeit des Dritten Reichs genannt wurde, war gekennzeichnet von Raumnot und der extremen Dichte des in der Kaiserzeit entstandenen Wohnungsbestandes. Im Zweiten Weltkrieg wurden große Teile der Stadt und ein Großteil der Wohnungen beschädigt oder zerstört, die Innenstadt aber ist im Vergleich zu Städten wie Dresden oder Chemnitz weitgehend

verschont geblieben (STADT LEIPZIG, STADTPLANUNGSAMT 1993; GORMSEN U. KÜHNE 2002).

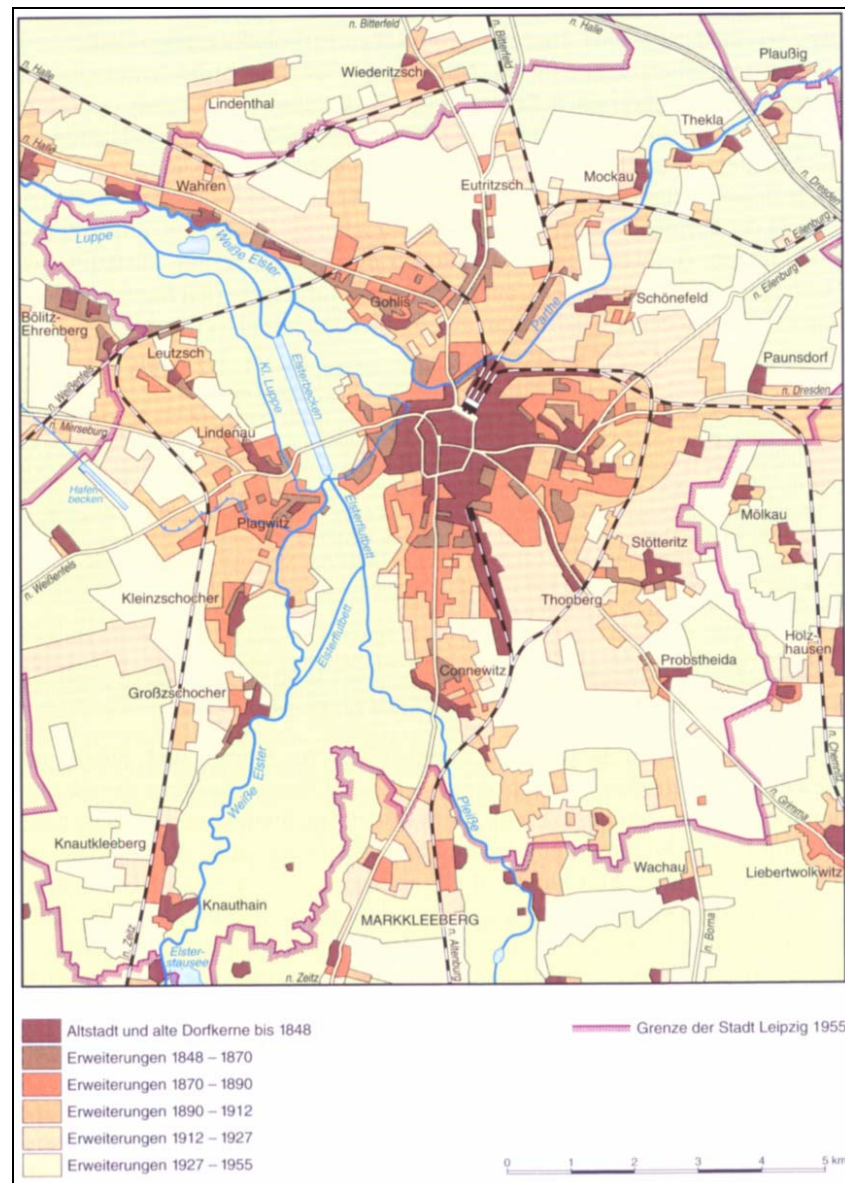


Abbildung 4: Das Wachstum der Stadt Leipzig
(Quelle: ROTHER 1997, S. 135)

Die Abbildung 4 verdeutlicht die Stadtentwicklung Leipzigs zwischen 1848 und 1955. Bis 1870 entstanden in der Nähe des Stadtkerns und um die altstadtnahen Dorfkern Wohnviertel mit gewerblichen Betrieben. Diese wuchsen in den folgenden 20 Jahren durch den Bau einförmiger Mietskasernen zu kompakten Siedlungskörpern zusammen. Zwischen 1890 und 1912 führte der Raumanspruch von Industrieanlagen und neuen Wohnvierteln zum weiteren Wachstum im Stadtkreis. Durch ähnliche Nutzungen schlossen sich bis 1927 die Zwischenräume. In

aufgelockerter Bauweise, mit Eigenheimen sowie Sport- und Grünanlagen entwickelte sich anschließend der äußere Rand des Stadtgebietes. Währenddessen wird die Altstadt zum Verwaltungs- und Geschäftszentrum und die Dörfer zu Stadtteilzentren (Vororte). Durch diese Entwicklungen entstand die für Leipzigs Stadtstruktur und Stadtumriss typische Teilung der Bebauung durch die Elster- und Pleißeau (ROTHER 1997, S.136).

5.2.3. Die Zeit zwischen 1945 und 1989

Die städtebauliche Entwicklung während des Sozialismus zu Zeiten der DDR stellt eine Besonderheit, vor allem im Vergleich zu westlichen Städten dar. Wurde in Leipzig nach Ende des Zweiten Weltkrieges zunächst noch auf einen erhaltungsorientierten Wiederaufbau des Stadtzentrums nach historischem Vorbild Wert gelegt, entstand in den 1950er Jahren ein neues Leitbild: eine großzügig aufgelockerte Innenstadt. Dies führte zu einer nachhaltigen Veränderung ihrer Struktur und Gestalt (LICHTENBERGER 1991; STADT LEIPZIG, STADTPLANUNGSAMT 1993). In die Altstädte wurde in der DDR kaum investiert, stattdessen erfolgte der Ausbau der Städte mittels Großwohnanlagen. In Plattenbauweise entstanden viele neue Wohnungen, während die alten immer mehr verfielen. Zunächst wurde noch in Zentrumsnähe gebaut, bald in Löbnig und Mockau, gefolgt von Neu-Schönefeld, später wurden am Stadtrand ganze Stadtgebiete neu errichtet, sog. Neubaugebiete (Grünau und Neu-Paunsdorf). Dies war kostengünstiger und schneller zu verwirklichen als die aufwendige Sanierung der Innenstädte, wo vielerorts Platzmangel herrscht (LICHTENBERGER 1991; STADT LEIPZIG, STADTPLANUNGSAMT 1993; SCHOLZ 1996; ROTHER 1997; GORMSEN U. KÜHNE 2002). Rother (1997, S.179) beschreibt die sozialistische Bauweise als ein „Übermaß an architektonischer Langeweile der umgestalteten Innenstädte und an landschaftstötender Monotonie der Stadtrandsiedlungen“.

Durch die große Neubau-Produktivität konnte jedoch der Verfall der Altbausubstanz nicht wettgemacht werden. Ein großer Teil der Gründerzeit- und Zwischenkriegsbebauung war in seinem Bestand stark gefährdet. So wirkte Leipzig zum Zeitpunkt des Mauerfalls grau und ungepflegt und es stellte sich die Frage „Ist Leipzig noch zu retten?“ (LICHTENBERGER 1991; STADT LEIPZIG, STADTPLANUNGSAMT 1993; ROTHER 1997; GORMSEN U. KÜHNE 2002).

5.2.4. Die Stadtentwicklung Leipzigs seit 1989

Durch die deutsche Einheit im Oktober 1990 hat sich vieles grundlegend verändert: das politische und das Wirtschaftssystem, das Rechtswesen, das Bau- und Eigentumsrecht usw. Dieser tiefgreifende Strukturwandel hatte natürlich auch Auswirkungen auf das städtebauliche Erscheinungsbild sowie Struktur und Gestalt der Stadt. So wurden viele Gebäude saniert und vor allem die Gründerzeitbebauung erscheint heute in alter Schönheit (STADT LEIPZIG, STADTPLANUNGSAMT 1993; ROTHER 1997; GORMSEN U. KÜHNE 2002).

1990 begann ein Investitionsboom, auf den zu dem Zeitpunkt niemand vorbereitet war. Es bestand teilweise ein fast rechtsfreier Raum. In der Zeit des Umbruchs gab es weder Stadt-, Landes- noch Regionalplanung, die erst mit einer zeitlichen Verzögerung aufgebaut wurden. Dieses Planungsdefizit führte zu einer unkontrollierten Ausweisung von Bauland im Stadtumland. Aufgrund fehlender regionaler Entwicklungskonzepte in der Anfangszeit, gab es keine planerischen Regulierungen, wodurch neue Baugebiete schnell zur Verfügung standen (USBECK 1996; ROTHER 1997; BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG 2000; USBECK 2000; GORMSEN U. KÜHNE 2002). In der Übergangszeit zwischen 1989 und 1991 wurde schnell gehandelt und entschieden, was zu einer rapiden Landzersiedelung und einem hohen Flächenverbrauch führte. Denn Investoren suchten große und schnell verfügbare Grundstücke, die sie im Stadtkreis, auf der sogenannten „Grünen Wiese“, fanden, während innerstädtisch die negativen Standortbedingungen überwogen, wie zu geringe Flächen- und Ladengrößen, komplizierte und vielfach ungeklärte Eigentumsverhältnisse, zu hohe Grundstückspreise und Mieten, hoher Investitionsbedarf infolge der desolaten Bausubstanz, Altlasten, einengende Bauvorschriften und Nutzungskonflikte mit benachbarten Wohngebieten (z.B. Lärm, Emissionen) (REGIONALER PLANUNGSVERBAND WESTSACHSEN 1996; USBECK 1996; ROTHER 1997; GORMSEN U. KÜHNE 2002).

Der Dekonzentrationsprozess bezog sich aber nicht nur auf wirtschaftliche Bereiche, sondern ergriff auch die Bevölkerung. So sank die Einwohnerzahl Leipzigs von 1989 bis 1998 von ca. 530.000 auf ca. 437.000. Dafür verantwortlich waren zunächst insbesondere Übersiedlungen in den Westen Deutschlands sowie später vor allem Umzüge ins Stadtumland, die negative Bevölkerungsentwicklung wurde aber auch bedingt durch stark sinkende Geburtenraten. Ab 1999 stieg die Einwohnerzahl jedoch wieder durch zahlreiche Eingemeindungen (USBECK 1996; ROTHER 1997;

WIEST 2001; GORMSEN U. KÜHNE 2002; STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002c). Dieses Modell der Dekonzentration bezüglich der Bevölkerungsentwicklung in den Stadtregionen vollzog sich in den alten Bundesländern bereits seit etwa den 60er Jahren des 20. Jh., im Gegensatz zum Konzentrationsprinzip auf die Kernstädte in der ehemaligen DDR (LICHTENBERGER 1991). Die Suburbanisierungsprozesse setzten nach der Deutschen Einheit nun auch hier ein, jedoch erfolgten sie innerhalb wesentlich kürzerer Zeitspannen (HOLTKÖTTER 2002). Im Gegensatz zu den Alt-Bundesländern begann sie hier mit Einkaufszentren und Gewerbeparks, ab 1993 kam schließlich auch die Wohnsuburbanisierung zum Tragen (USBECK 1996; ROTHER 1997; PATZ U. KUHPFAHL 2000). Solch gravierende Veränderungen hatten natürlich auch Auswirkungen auf räumliche Strukturen in der Stadt.

Der schnelle Übergang von der Plan- zur Marktwirtschaft führte zu einem Zusammenbruch der Industriestruktur der ehemaligen DDR. Das gleichzeitige Wegbrechen der Ostmärkte, die ungeklärten Eigentumsverhältnisse sowie die veraltete Industriesubstanz spielten zusätzlich eine Rolle beim industriellen Strukturbruch. Dies hatte hohe Arbeitslosenzahlen zur Folge. Die freigewordenen Arbeitskräfte konnten nur teilweise durch den sich entwickelnden tertiären Sektor aufgefangen werden (USBECK 1996; ROTHER 1997; GORMSEN U. KÜHNE 2002).

Die Planungen aus DDR-Zeiten zum Umbau Leipzigs zur „Sozialistischen Großstadt“ wurden 1990 durch einen städtebaulichen Rahmenplan und eine Gestaltungssatzung für die Innenstadt ersetzt, deren neue Ziele die *„Erhaltung und weitgehende Wiederherstellung der historischen Stadtstruktur und Bausubstanz“* sind (GORMSEN U. KÜHNE 2002, S.35). 1993/94 wurde ein Zentrenstrukturkonzept unter dem Konzept „Stadt der kurzen Wege“ entwickelt, um die Stadtteile aufzuwerten, den Einwohnern in ihrer Wohnumgebung vielfältige Einkaufsmöglichkeiten zu bieten und damit dem Überangebot an Handelszentren außerhalb Leipzigs auf der „grünen Wiese“ entgegenzuwirken (STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1995; GORMSEN U. KÜHNE 2002).

5.2.5. Künftige Entwicklungschancen

Nach verbreiteter Auffassung hat unter den ostdeutschen Stadtregionen Leipzig neben Berlin die günstigsten Entwicklungschancen und kann sich zu einer der führenden Wirtschaftsregionen im Osten Deutschlands entwickeln. Durch die Deutsche Einheit und den damit verbundenen Eintritt in den Europäischen

Binnenmarkt ergaben sich zwar wie oben geschrieben Probleme (z.B. industrieller Strukturbruch), aber auch neue Möglichkeiten. Entwicklungsimpulse können auch aus der Öffnung Osteuropas entstehen (USBECK 1996).

Nach USBECK (1996, S.322-323) beruhen die potentiellen Entwicklungschancen für Leipzig auf den folgenden Faktoren:

- Größe, Lage und historische Funktionen Leipzigs:
 - international bekannter Messestandort und damit verbundene überstaatliche Beziehungen und Kontakte
 - Wirtschafts- und Bevölkerungsballung im Großraum Leipzig-Halle
 - In kurzer Zeit bereits durchgeführte und geplante Investitionen und Ansiedlungen mit überregionaler Bedeutung
- Zentrale verkehrsgeographische Lage in Deutschland und Mitteleuropa (Bundesautobahnen 9 und 14 sowie die im Bau befindliche BAB 38; mehrere Bundesstraßen; Flughafen Leipzig-Halle; Eisenbahnnetz)
- Dichtes Infrastrukturnetz (sowie dessen Sanierung und Ausbau, vor allem im überregionalen Verkehrs- und Kommunikationsnetz)
- Hohes Qualifikationsniveau der Bevölkerung
- Sich vollziehender Wirtschaftsstrukturwandel
- Gutes internationales Image sowie große kulturelle und kulturhistorische Potentiale (als weiche Standortfaktoren)

Aufgrund dieser Gegebenheiten hat Leipzig die Aussicht, sich wieder zu einem überregionalen Handels- und Dienstleistungszentrum und zu einem bedeutenden Wirtschaftsstandort zu entwickeln. Dabei sollte vor allem auf die Ansiedlung von Investoren mit überregionaler Bedeutung sowie die Erhaltung des noch bestehenden Industrie potentials Wert gelegt werden (USBECK 1996).

Besonderes Augenmerk wird auf die Etablierung Leipzigs als Messe- und Finanzplatz, Medienstadt und Sportstadt gelegt, wobei die Konkurrenz durch westdeutsche Großstädte oft groß ist (STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1995; USBECK 1996).

6. Aufbereitung der Ausgangsdaten

Die Verarbeitung der Ausgangsdaten ist in Abbildung 6 dargestellt.

6.1. Vorbereitende Bearbeitung der Biotopkartierung

Datengrundlage dieser Arbeit ist die Stadtbiotopkartierung Leipzigs von 2000. Diese lagen bereits digital als Vektordatensatz vor.

Zunächst wurde in ERDAS/Imagine eine Umwandlung der Vektordaten in ein Rasterformat durchgeführt. Hierbei wurde die Biotopkartierung auf 2m gerastert, wodurch auch kleinere Strukturen erkennbar bleiben, was insbesondere für lineare Landschaftselemente wie das Verkehrsnetz von Bedeutung ist. Auf diese Weise bleiben im Datensatz auch kleinere Straßen ab einer Breite von 2m enthalten. Solch eine Datenauflösung spiegelt besonders gut kleinräumige Strukturen wider, ein Vorteil gegenüber Fernerkundungsdaten, die zumeist eine Auflösung von 10m, 20m oder 30m aufweisen.

Anschließend erfolgte die Überarbeitung der Klassifizierung der Biotopkartierung, insbesondere die Bearbeitung, Überprüfung, der Vergleich sowie die Korrigierung der Klasseneinteilung und der damit zusammenhängenden Codierung anhand der analogen Karte Stadtbiotopkartierung Leipzig im Maßstab 1:20.000 von 1999 (STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1999).

6.2. Bearbeitung und Nachdigitalisierung des Straßennetzes

Eine zweite Teilaufgabe lag in der Nachbearbeitung der digitalen Straßenkarte, welche als CAD-Datensatz vorhanden war. Für nachfolgende Verarbeitungsschritte war es notwendig, dass die Straßen als Polygone vorlagen. Daher mussten zuvor offene Polygone (vor allem lose Straßenenden im Stadtrandbereich) durch Nachdigitalisierungen in Arc/Info geschlossen werden. Als Hintergrundbild wurde ein Mosaik aus vier digitalen Karten von Leipzig (Topographische Karten von 1999 im Maßstab von 1:5000) genutzt.

Zusätzlich musste das Straßennetz des neu hinzugekommenen Ortsteiles Rückmarsdorf-Burghausen vollständig neu digitalisiert werden. Dies erfolgte auf der

Grundlage des Stadtplans von Leipzig (FALK-VERLAG 2000), indem der betrachtete Bereich eingescannt und hinter das Straßencover gelegt wurde.

Um die unterschiedlichen Arten, Bedeutungen, Größen und Nutzungsintensitäten der Straßen zu erfassen, wurden verschiedene Straßentypen (Autobahn, Schnellstraßen, Bundesstraßen, Durchgangsstraßen sowie übrige Straßen und Wege) voneinander abgegrenzt und den Straßen-Polygonen anschließend Kategorien (Klassen-Nummern) zugeordnet.

Abschließend wurde auch bei der Straßenkarte die Vektor-zu-Raster-Transformation durchgeführt, ebenfalls mit einer Rastergröße von 2m x 2m, um sie in die Biotopkartierung integrieren zu können.

6.3. Verschneidung von Biotopkartierung und Straßennetz

Straßen beeinflussen die Struktur und insbesondere die Zusammensetzung einer Landschaft auf vielfältige Weise, z.B. durch den Verlust von Habitaten, ihrer Fragmentierung und Veränderungen ihrer Qualität (CARR, FAHRIG U. POPE 2002).

Da in der Biotopkartierung unter Verkehrsanlagen neben Bahnanlagen und Großparkplätzen/Garagen nur Autobahnen/Schnellstraßen und Hauptverkehrsstraßen ausgewiesen sind, die Integration linearer Landschaftselemente (Straßennetz) aber für die Untersuchung der Struktur, der Zerschneidung und Fragmentierung (z.B. von Habitaten) einer Landschaft von großer Bedeutung sind (LAUSCH 2000), was besonders in Städten mit ihrem sehr dichten Verkehrsnetz deutlich wird (Karte 36), mussten die Straßen Leipzigs hinzugefügt werden. Dies erfolgte in ERDAS/Imagine mit der digitalen Verschneidung der Biotopkartierung mit der nachbearbeiteten Straßenkarte.

6.4. Fehlerkorrektur

Durch die Überlagerung der beiden Datensätze entstehen Fehler, insbesondere Kleinstflächen, welche so gut wie möglich entfernt werden müssen, da sie ansonsten die Ergebnisse der Strukturanalyse beeinflussen und verfälschen können. Die Qualität der Endresultate dieser Arbeit hängt von der Qualität der Grunddaten ab. Aus diesen Gründen wurde eine Fehlerkorrektur mit Hilfe der Funktionen Clump, Eliminate und Recode in ERDAS/Imagine durchgeführt (vgl. Abbildung 5).

Clump bedeutet die Identifizierung von zusammenhängenden Gruppen von Pixeln (BLASCHKE U. LANG 2000 unter: www.sbg.ac.at), dafür wird jede einzelne Codenummer zunächst nach den dazugehörigen Patches aufgeschlüsselt. Betrachtet wird hier für die Gruppierung jeweils eine 8er-Umgebung, d.h. die Nachbarschaft eines Pixels besteht aus acht direkt angrenzenden Nachbar-Pixeln, die das Kern-Pixel vollständig umschließen.

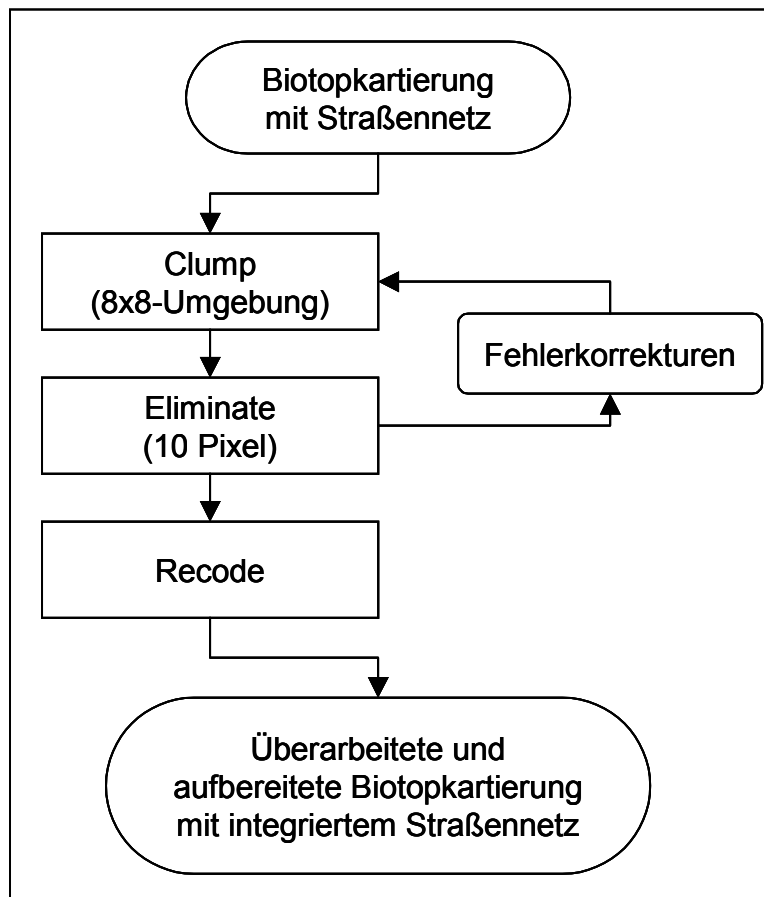


Abbildung 5: Nachbearbeitung (Fehlerbeseitigung) nach der Verschneidung von Biotopkartierung und Straßennetz (Quelle: eigener Entwurf)

Mit Hilfe der Funktion Eliminate werden Kleinstflächen, d.h. Patches bis zu einer bestimmten Größe, eliminiert und ihnen der Wert des Nachbarpatches zugewiesen. Für die vorliegende Untersuchung wurde dabei eine Flächengröße von zehn Pixeln festgelegt. Zusätzlich mussten im Anschluss daran mittels des Attributeditors „per Hand“ einzelne Fehler-Pixel umcodiert werden, indem sie ebenfalls den Nachbarflächen zugeordnet wurden. Zu Vergleichszwecken wurde hierzu der Stadtplan von Leipzig (FALK-VERLAG 2000) herangezogen. Die automatisierten

Prozesse Clump und Eliminate sowie die manuelle Fehlerbeseitigung wurden sooft wiederholt, bis eine so gering wie mögliche Fehlerquote zu verzeichnen war, um eine gute Qualität der Ausgangsdaten für die Analyse zu gewährleisten, denn die Ergebnisse der Berechnung und Auswertung können nur so gut wie die Grunddaten sein, auf denen sie basieren.

Abschließend wurde ein Recode durchgeführt, mit dem eine Aggregation, d.h. Ändern (Umstellen, Zusammenlegen) der Klassen, erfolgt (BLASCHKE U. LANG 2000 unter: www.sbg.ac.at).

6.5. Rasterüberlagerung

Der nächste Aufgabenbereich bestand in der Überlagerung der überarbeiteten Biotopkartierung mit einem 500m x 500m – Raster (ein sog. Zonenfile), das mit dem bereits bestehenden Gitternetz der Brutvogelkartierung (FREISTAAT SACHSEN, STAATLICHES UMWELTFACHAMT LEIPZIG 1995) übereinstimmt. Da das Rasterfile über die Grenzen des Untersuchungsgebietes hinausreicht, mussten die Rasterfelder ausmaskiert und selektiert werden, welche das Stadtgebiet von Leipzig abdecken. Im Stadtrandbereich wurde eine Mindestflächenabdeckung der Rasterfelder mit dem Stadtgebiet von 75% festgesetzt. Es wurden dabei die Raster weggeschnitten, die über dem Hintergrund liegen.

Da die Strukturmaße pro Rasterfeld berechnet werden, mussten die Rasterfelder einzeln ausgeschnitten werden. Dies erfolgte mittels der ERDAS/Imagine – Funktionen Mask und Subset. Ergebnis waren 1145 Einzelraster, die zunächst vom img- in ein lan-Format überführt werden mussten, bevor sie Eingang in die Berechnung der Raumstrukturmaße mit dem Programm FRAGSTATS finden konnten.

6.6. Berechnung der Strukturmaße

Für die Quantifizierung der Indizes wurde das Software-Paket FRAGSTATS herangezogen. Es gilt als das Standard-Programm der quantitativen Landschaftsstrukturanalyse. In den vergangenen Jahren wurde jedoch eine Vielzahl weiterer Software entwickelt, die strukturbeschreibende Landschaftsmaße zur Verfügung stellen. Dazu zählen der Patch Analyst und der Landscape Analyst,

beides Extensions (Erweiterungen) für Arc View 3.x, aber auch RULE, APACK, LEAP II, r.le, IDEFIX (Indicator Database for Scientific Examination), das Interactive Metrics Tool IMT sowie Fragstats für Arc/Info und ArcView 3.x. Sie alle beinhalten eine unterschiedliche Anzahl an Metriken. Das umfangreichste Tool für die quantitative Strukturanalyse ist aber Fragstats. Hiermit können Raster aus verschiedenen Ursprungsformaten (in dieser Arbeit ERDAS) berechnet werden (LANG, KLUG U. LANGANKE 2003).

Zur Beschreibung der Quantifizierung der Landschaftsstruktur sei auf das Kapitel 7 verwiesen.

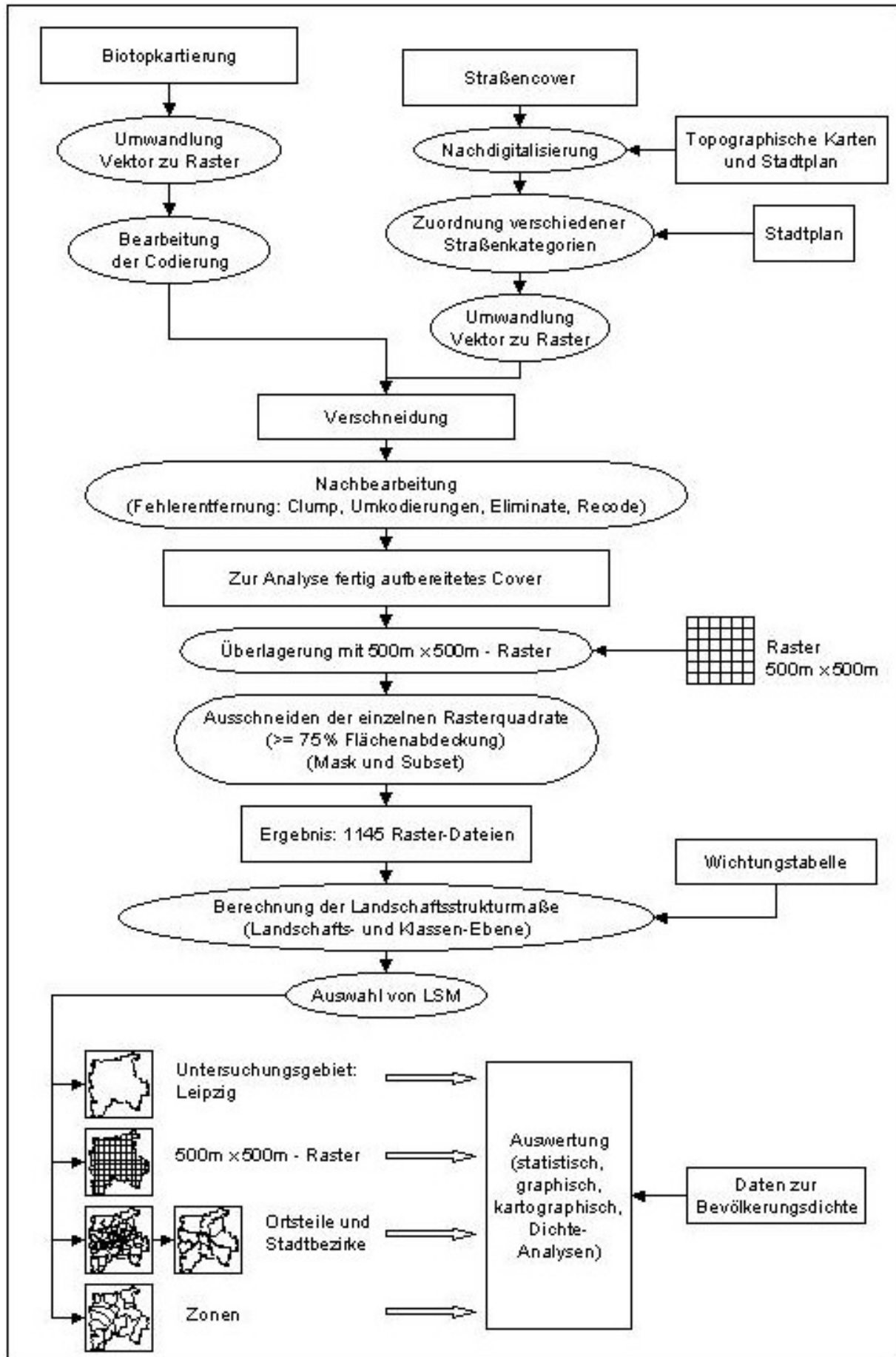


Abbildung 6: Aufbereitung der Ausgangsdaten

7. Quantifizierung der Landschaftsstruktur

7.1. Modellparameter

Gegenstand dieser Arbeit ist die Analyse der Stadtstrukturen von Leipzig. Dazu ist es notwendig, die strukturellen Eigenschaften zu quantifizieren. Die Biotopkartierung von 2000 dient dafür als Grundlage. Diese Daten mussten zunächst aufbereitet werden, dies ist Inhalt des Kapitels 6.

Die Strukturmaße wurden anschließend mit dem Programmpaket FRAGSTATS (Version 2.0) berechnet. FRAGSTATS ist ein Analyse-Programm für räumliche Muster zur Quantifizierung von Landschaftsstrukturen (McGarigal u. Marks 1994). Die Modellparameter der Tabelle 2 wurden den Berechnungen zugrunde gelegt.

Tabelle 2: Modellparameter

Parameter	Leipzig
Datenformat	Rasterformat
Zellgröße	2m x 2m
Definition der kleinsten Einheit Patch	Rasterzellen inkl. diagonale Rasterzellen einer Klasse
Maximale Klassenanzahl	47 Klassen (Biotoptypenkartierung mit Integration des Straßennetzes)
Besonderheit	Landschaftsaußengrenze und Hintergrund werden nicht als Kanten gewertet

7.2. Ausgewählte Landschaftsstrukturmaße

FRAGSTATS berechnet eine Vielzahl von Indices auf drei verschiedenen Ebenen: Patch, Klasse und Landschaft, d.h. für jedes Patch (Landschaftselement) im Landschaftsmosaik, für jeden Patchtyp (Klasse) im Mosaik und für das Landschaftsmosaik als Ganzes.

Betrachtet werden in dieser Arbeit die Klassen- und Landschaftsebene. Hier quantifizieren einige Metriken die Landschaftszusammensetzung, andere die Landschaftsanordnung. Zusammensetzung und Anordnung können ökologische Prozesse unabhängig und interaktiv beeinflussen. Klassenindizes beschreiben die Menge und Verteilung und somit die Fragmentierung von jedem Patchtyp in der Landschaft. Die Struktur und Vielfalt, das räumliche Muster, der Gesamt-Landschaft werden anhand der Landschaftsindizes dargestellt, wobei alle Patchtypen (Klassen) berücksichtigt werden (McGarigal u. Marks 1994).

Die Erfassung der Stadtstruktur sollte mittels einer überschaubaren Anzahl von Strukturmaßen erfolgen. Ein relativ kleines Set an Indices reicht für die Fragestellungen vieler Arbeiten aus (LANG, LANGANKE U. KLUG 2003). Überlegungen zur Relevanz der Metriken für diese Arbeit führten zu einer Auswahl von elf Landschaftsstrukturmaßen. Sie beschreiben wesentliche Merkmale des urbanen Landschaftsmusters und beziehen sich auf die Fläche, Dichte, Größe, die Kanten, die Distanzen zwischen benachbarten Patches sowie die Diversität.

Nachfolgend werden die ausgewählten Indizes zur Quantifizierung der Biotop- und Landschaftsstruktur der Stadt Leipzig beschrieben und anhand ihrer mathematischen Ausdrücke definiert (McGarigal u. Marks 1994).

Tabelle 3: Symbole der mathematischen Ausdrücke für die Landschaftsstrukturmaße

A	Gesamtfläche der Landschaft [m ²]
a _{ij}	Fläche eines Patches ij [m ²]
p _{ij}	Umfang eines Patches [m]
p _{ijk}	Länge der Kante eines Patches ij, angrenzend an einen Patchtyp (Klasse) k [m]
E	Gesamtlänge der Kanten in der Landschaft [m]
e _{ik}	Gesamtlänge der Kanten in der Landschaft zwischen den Patchtypen (Klassen) i und k [m]
d _{ik}	Wichtungsfaktor zwischen den Patchtypen i und k [dimensionslos]
N	Gesamtanzahl der Patches in der Landschaft, ohne Hintergrund-Patches
N'	Gesamtanzahl der Patches in der Landschaft, die ein Nachbar-

	Patch vom gleichen Typ (Klasse) haben
n / n_i	Anzahl der Patches in der Landschaft vom Patchtyp (Klasse) i
n' / n'_i	Anzahl der Patches in der Landschaft vom Patchtyp (Klasse) i , die ein Nachbarpatch vom gleichen Typ (Klasse) haben
M	Anzahl der in der Landschaft vorhandenen Patchtypen (Klassen); ausgeschlossen wird der äußere Grenzsaum der Landschaft, falls vorhanden
m'	Anzahl der in der Landschaft vorhandenen Patchtypen (Klassen); eingeschlossen wird der äußere Grenzsaum der Landschaft, falls vorhanden
h_{ij}	Entfernung [m] vom Patch ij zum nächsten benachbarten Patch vom selben Patchtyp (Klasse), basierend auf Kante-zu-Kante Entfernung
P_i	Anteil eines Patchtyps (Klasse) i an der Landschaft
$i = 1, \dots, m$ oder m'	Patchtypen (Klassen)
$j = 1, \dots, n$	Patches
$k = 1, \dots, m$ oder m'	Patchtypen (Klassen)

7.2.1. Flächenmaße

Flächenmaße beschreiben die Landschaftszusammensetzung. Die Fläche eines Patches ist die Basis zur Berechnung vieler Indizes auf der Patch-, Klassen- und Landschaftsebene. Aber auch bei der Betrachtung von Artenreichtum, Patchbesetzung und Artenverteilungsmuster spielt sie eine Rolle.

Percent of Landscape (%LAND)

Dieses Maß stellt die Fläche der jeweiligen Klasse als Prozentsatz der Gesamtlandschaftsfläche dar und ist damit gut geeignet für Vergleiche unterschiedlicher Landschaften.

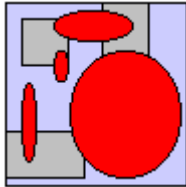
%LAND_class:

$$\%LAND = P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} \cdot 100 \quad [\%]$$

Wertebereich: $0 < \%LAND \leq 100$

Berechnungsebene: Klasse

Largest Patch Index (LPI)



Der Index berechnet den prozentualen Flächenanteil des größten Landschaftselementes an der betreffenden Klasse bzw. der Gesamtlandschaft.

Quelle:
verändert nach
Lausch 2003

LPI_class:

$$LPI = \frac{\max_{j=1}^n(a_{ij})}{A} \cdot 100 \quad [\%]$$

LPI_land:

$$LPI = \frac{\max_{j=1}^n(a_{ij})}{A} \cdot 100 \quad [\%]$$

Wertebereich: $0 < LPI \leq 100$

Berechnungsebene: Klasse, Landschaft

7.2.2. Patch-Dichte, Patch-Größe und Streuung der Patch-Größen (Patch- und Variabilitätsmaße)

Anhand dieser Maße werden die Anzahl oder Dichte von Patches, die durchschnittliche Größe der Patches sowie die Veränderung (Streuung) der Patchgröße sowohl auf Klassen- als auch auf Landschaftsebene beschrieben. Sie

eignen sich zur Darstellung der Landschaftsanordnung. Bei der Betrachtung der räumlichen Heterogenität des Landschaftsmosaiks, der Fragmentierung von Landschaften und der Beeinflussung ökologischer Prozesse haben die Anzahl der Landschaftselemente (NP) sowie deren Dichte (PD) Bedeutung.

Number of Patches (NP)

Der Index gibt die Anzahl der Landschaftselemente (Patches) einer Klasse bzw. der Gesamt-Landschaft an. Er kann zu Fragen der Fragmentierung herangezogen werden.

NP_class:

NP_land:

$$NP = n_i \quad [\#]$$

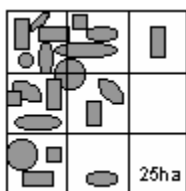
$$NP = N \quad [\#]$$

Wertebereich: $NP \geq 1$, ohne Grenze

Berechnungsebene: Klasse, Landschaft

Patch Density (PD)

Der Wert bezieht die Anzahl der Landschaftselemente einer Klasse bzw. der



Quelle:
verändert nach
Lausch 2003

Gesamt-Landschaft auf eine Einheitsfläche, wodurch die Vergleichbarkeit von Landschaften verschiedener Größen ermöglicht wird. Er dient als Fragmentations- und Heterogenitätsindex. Die Patch-Dichte hat eine grundlegende Bedeutung für die Landschaftsstruktur.

PD_class:

$$PD = \frac{n_i}{A} \cdot 10000 \cdot 100 \quad [\# / 100\text{ha}]$$

PD_land:

$$PD = \frac{N}{A} \cdot 10000 \cdot 100 \quad [\# / 100\text{ha}]$$

Wertebereich: PD > 0, ohne Grenze

Berechnungsebene: Klasse, Landschaft

Mean Patch Size (MPS)

Das Maß gibt die mittlere Größe der Landschaftselemente einer Klasse bzw. der gesamten Landschaft an. Hieraus können Aussagen zur Fragmentierung gemacht werden.

MPS_class:

$$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \cdot \frac{1}{10000} \quad [\text{ha}]$$

MPS_land:

$$MPS = \frac{A}{N} \cdot \frac{1}{10000} \quad [\text{ha}]$$

Wertebereich: MPS > 0, ohne Grenze (bzw. die Landschaftsgröße)

Berechnungsebene: Klasse, Landschaft

Patch Size Coefficient of Variation (PSCV)



Quelle: eigener Entwurf

Der *Patchgrößen-Variations-Koeffizient* stellt eine Beziehung aus der Standardabweichung der Landschaftselement-Größen und der mittleren Landschaftselement-Größe her. Er misst die Variabilität der Flächengröße der Landschaftselemente als ein Prozentsatz des Mittels und ist damit ein relatives Maß. Die *Patchgrößen-*

Standardabweichung (PSSD) ist dagegen ein Maß der absoluten Variation, eine Funktion der mittleren Patchgröße und der Differenz der Patchgrößen, und abhängig von der mittleren Patchgröße (MPS). Um die Variabilität mehrerer Landschaften zu vergleichen, ist die Verwendung des Variations-Koeffizienten der Standardabweichung vorzuziehen.

PSCV_class:

$$PSCV = \frac{PSSD_class}{MPS_class} \cdot 100 \quad [\%]$$

PSCV_land:

$$PSCV = \frac{PSSD_land}{MPS_land} \cdot 100 \quad [\%]$$

Wertebereich: PSCV ≥ 0, ohne Grenze

Berechnungsebene: Klasse, Landschaft

Patch Size Standard Deviation (PSSD)

PSSD_class:

$$PSSD = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \left[a_{ij} - \frac{\left(\sum_{j=1}^n a_{ij} \right)}{n_i} \right]^2}{n_i}} \cdot \frac{1}{10000} \quad [\text{ha}]$$

PSSD_land:

$$PSSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[a_{ij} - \left(\frac{A}{N} \right) \right]^2}{N}} \cdot \frac{1}{10000} \quad [\text{ha}]$$

Wertebereich: PSSD ≥ 0, ohne Grenze

Berechnungsebene: Klasse, Landschaft

7.2.3. Kantenmaße

Kanten (Edge) sind die Grenzen der Landschaftselemente. Die Kantenmetriken stellen die Mengen der Kanten oder den Grad des Kantenkontrastes dar. Hieraus können Aussagen zur Landschaftsanordnung (Konfiguration) abgeleitet werden. Die Kanten spielen eine Rolle bei der Betrachtung der Heterogenität und der Fragmentierung einer Landschaft. Die Menge der Kanten zeigt laut MILLER ET AL. (1997, S.147) eine Abhängigkeit vom Ausmaß des anthropogenen Einflusses, weil dadurch die Fragmentierung und damit die Anzahl der Patches in der Landschaft zunimmt, was ein Ansteigen der Kantenzahl bewirkt. Die Summe der Kanten in einer Landschaft sowie der Kantenkontrast spielen bei vielen ökologischen Prozessen eine wichtige Rolle, denn viele Prozesse laufen an Kanten ab bzw. werden vom Kanteneffekt beeinflusst (positiv oder negativ, d.h. gefördert oder behindert). Diese Wirkungen stehen im Zusammenhang mit dem Grad des Kontrastes zwischen den Patches.

Edge Density (ED)

Die *Kantendichte* standardisiert die Kantenlänge auf eine Einheitsfläche, wodurch Vergleiche zwischen Landschaften unterschiedlicher Größen erleichtert werden. Das Maß ermöglicht Aussagen über den Grad der räumlichen Heterogenität der Landschaft.



Quelle:
verändert nach
Lausch 2003

ED_class:

$$ED = \frac{\sum_{k=1}^{m'} e_{ik}}{A} \cdot 10000 \quad [\text{m/ha}]$$

ED_land:

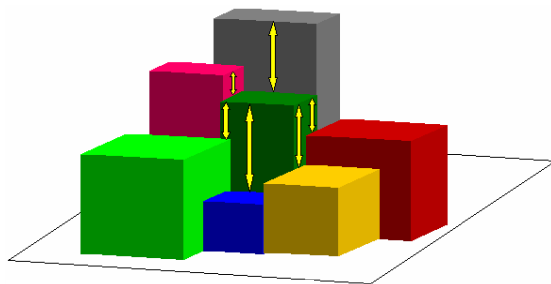
$$ED = \frac{E}{A} \cdot 10000 \quad [\text{m/ha}]$$

Wertebereich: $ED \geq 0$, ohne Grenze

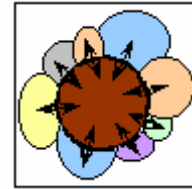
Berechnungsebene: Klasse, Landschaft

Mean Edge Contrast Index (MECI)

Der *mittlere Kantenkontrastindex* quantifiziert den durchschnittlichen Kantenkontrast der Patches für einen bestimmten Patchtyp (Klasse) bzw. für alle Patches in der Landschaft (Landschaftsebene). In der vorliegenden Arbeit wird dieser Kontrast als Höhenkontrast betrachtet.



Quelle: eigener Entwurf



Quelle: verändert nach Lausch 2003

Dabei wird der Höhenkontrast zwischen einem Landschaftselement und den angrenzenden Elementen berechnet und in Beziehung zum größtmöglichen Höhenkontrast der

Landschaft gesetzt, wodurch der Wert vergleichbar wird. Er ist ein relatives Maß.

Für die Berechnung dieses Maßes ist es notwendig, Wichtungsgrößen für den Kontrast (hier: Höhenkontrast) anzugeben. Dazu musste jeder Klasse eine gepeilte realistische Höhe zugewiesen werden. Diese sind der Tabelle 8 im Anhang zu entnehmen.

MVECI_class:

$$MVECI = \frac{\sum_{j=1}^n \left[\frac{\sum_{k=1}^{m'} (p_{ijk} \cdot d_{ik})}{p_{ij}} \right]}{n_i} \cdot 100 \quad [\%]$$

MVECI_land:

$$MVECI = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[\frac{\sum_{k=1}^{m'} (p_{ijk} \cdot d_{ik})}{p_{ij}} \right]}{N} \cdot 100 \quad [\%]$$

Wertebereich: $0 \leq MECI \leq 100$

Berechnungsebene: Klasse, Landschaft

7.2.4. Maße der Nächsten-Nachbarschaft

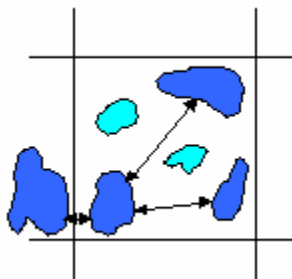
Nearest-Neighbor-Metriken quantifizieren die Landschaftsanordnung. Der Abstand, gemessen von Kante zu Kante, von einem Patch zum nächsten Nachbarpatch des

selben Typs steht im Mittelpunkt dieser Maße. Viele ökologische Prozesse werden von der Nächst-Nachbar-Distanz beeinflusst. Diese Indizes haben Bedeutung bei Fragen nach der Fragmentierung der Landnutzungsklassen sowie der Isolation von Landschaftselementen.

Diese Metriken werden allerdings, wie alle anderen auch, nur für die Patches innerhalb der Landschaftsgrenze berechnet, was zu irreführenden Ergebnissen führen kann, da der nächste Nachbar innerhalb der Landschaftsgrenze weit weg sein kann, in Wirklichkeit aber könnte ein Nachbar-Patch sehr nah sein, jedoch außerhalb der Grenze.

Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN)

Die *mittlere Nächst-Nachbar-Distanz* wird für Patches, die zum selben Patchtyp gehören (Klassenebene), oder für alle Patches einer Landschaft berechnet (Landschaftsebene), wobei zwei Elemente einer Klasse letzten Fall werden ebenfalls Nachbarn haben.



Quelle:
verändert nach
Lausch 2003

in ersterem Fall mindestens vorhanden sein müssen, im nur Patches berücksichtigt, die

MNN_class:

$$MNN = \frac{\sum_{j=1}^{n'} h_{ij}}{n'_i} \quad [\text{m}]$$

MNN_land:

$$MNN = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n'} h_{ij}}{N'} \quad [\text{m}]$$

Wertebereich: MNN > 0, ohne Grenze

Berechnungsebene: Klasse, Landschaft

7.2.5. Diversitätsmaße

Mit Hilfe der Diversitätsmaße lassen sich Aussagen über die Landschaftszusammensetzung treffen. Die Indizes beschreiben die Vielfalt von Landschaften. Sie werden u.a. von der Komponente Reichtum beeinflusst, die sich auf die Anzahl der vorhandenen Klassen bezieht.

Patch Richness Density (PRD)

Der Wert bezieht die Reichhaltigkeit, d.h. die Anzahl der in der Landschaft vorkommenden Patchtypen (Klassen), auf eine Einheitsfläche, was die Gegenüberstellung verschiedener Landschaften möglich macht.

PRD_land:

$$PRD = \frac{m}{A} \cdot 10000 \cdot 100 \quad [\# / 100ha]$$

Wertebereich: PRD > 0, ohne Grenze

Berechnungsebene: Landschaft

7.3. Bezugsräume für die Quantifizierung der Landschaftsstrukturmaße

Bei der Stadt Leipzig handelt es sich um ein Untersuchungsgebiet von einer Größe und damit verbunden einer Vielzahl von Einzelementen (Patches), welches das Programm FRAGSTATS aufgrund arbeitsspeicherintensiver Rechenprozesse an seine Grenzen stoßen lässt. Solch große Landschaftsausschnitte müssen demnach in Teillandschaften unterteilt werden.

Zur Berechnung der Landschaftsstrukturmaße mit FRAGSTATS wurde daher über das Untersuchungsgebiet der Stadt Leipzig ein Gitter aus 500 m x 500 m - Rastern gelegt (Zonenfile). Dieses stimmt mit dem bereits bestehenden Gitternetz der Brutvogelkartierung überein (FREISTAAT SACHSEN, STAATLICHES UMWELTFACHAMT LEIPZIG 1995), welches auf einer Topographischen Karte mit dem Maßstab 1:10000

beruht. Es wurde gewählt, damit nachfolgende Forschungen zum Vorkommen der Brutvögel auch mit den Stadtstrukturen in Zusammenhang gebracht werden können. Zusätzlich wird dadurch ein Vergleich zu bereits vorhandenen Untersuchungen, die auf dieser Gittereinteilung beruhen, ermöglicht. Das ist jedoch nicht Gegenstand der hier vorliegenden Arbeit.

Jedes Raster umfasst eine Fläche von 25 ha. In den Randgebieten der Stadt wurden nur diejenigen Raster berücksichtigt, die mindestens 75% Flächenabdeckung mit dem Untersuchungsgebiet aufweisen, d.h. die zu 75% oder mehr auf dem Stadtgebiet von Leipzig liegen, da bei zu geringer Flächenabdeckung die Ergebnisse der Landschaftsstrukturanalyse bei der Berechnung und dem Vergleich der Indizes verfälscht werden können.

Die Raster weisen alle dieselbe Größe auf, wodurch ein Vergleich absoluter Strukturmaße ermöglicht wird.

Die Bearbeitung der Raster wurde in Kapitel 6 beschrieben. Die Berechnung der Landschaftsstrukturmetriken erfolgte rasterbezogen und ist Grundlage für die Untersuchungen dieser Arbeit.

Die Charakterisierung von Stadtstrukturmerkmalen erfolgte für unterschiedliche Räume:

- Rasterbasis
- Ortsteile und Stadtbezirke
- Zonierung.

Für die Untersuchung der Strukturen anhand von administrativen Grenzen mussten die Raster den Stadtteilen zugeordnet werden. Jedes Raster musste einem bestimmten Ortsteil zugewiesen werden. Einige enthalten aber Flächenanteile von mehr als einem Ortsteil, d.h. sie werden von Stadtteilgrenzen geteilt. In solchen Fällen wurde das Raster dem Ortsteil mit dem größten Flächenanteil im betrachteten Rasterquadrat zugeschrieben, z.B. bei zwei beteiligten Stadtteilen ab mindestens 50% Flächenabdeckung (vgl. dazu auch HOLTKÖTTER 2002, S.51-52).

Ergänzend dazu wurden die Ortsteile zu den Stadtbezirken (STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002) zusammengefasst.

Weitergehend wurde eine Zonierung des Untersuchungsgebietes durchgeführt, wobei Zonen unterschiedlicher Kategorien ausgewiesen wurden. Dafür war es wiederum nötig, jedes einzelne Rasterquadrat „per Hand“ einer Kategorie zuzuordnen.

8. Ergebnisse, Auswertung und Diskussion der Stadtstrukturanalyse

Die Strukturanalyse der Stadt Leipzig erfolgt auf drei Ebenen: Raster, Ortsteile und Zonen. Bei den Ortsteilen wurden zudem die Stadtbezirke mit einbezogen. Alle Ergebnisse basieren auf den FRAGSTATS-Berechnungen der Raster (vgl. Kapitel 6 und 7).

Nach der Untersuchung der Rasterebene werden die Ergebnisse für die Ortsteile und Stadtbezirke aufgezeigt. Anschließend erfolgt die Darstellung der Zonierung. Dabei werden jeweils erst die Ergebnisse auf Landschaftsebene, dann die der Klassenebene vorgestellt. Die Auswertung wird sowohl durch die räumliche Darstellung in Form von Karten als auch mittels statistischer Beschreibung anhand von Graphiken unterstützt.

8.1. Analyse der Stadtstrukturen auf Rasterbasis

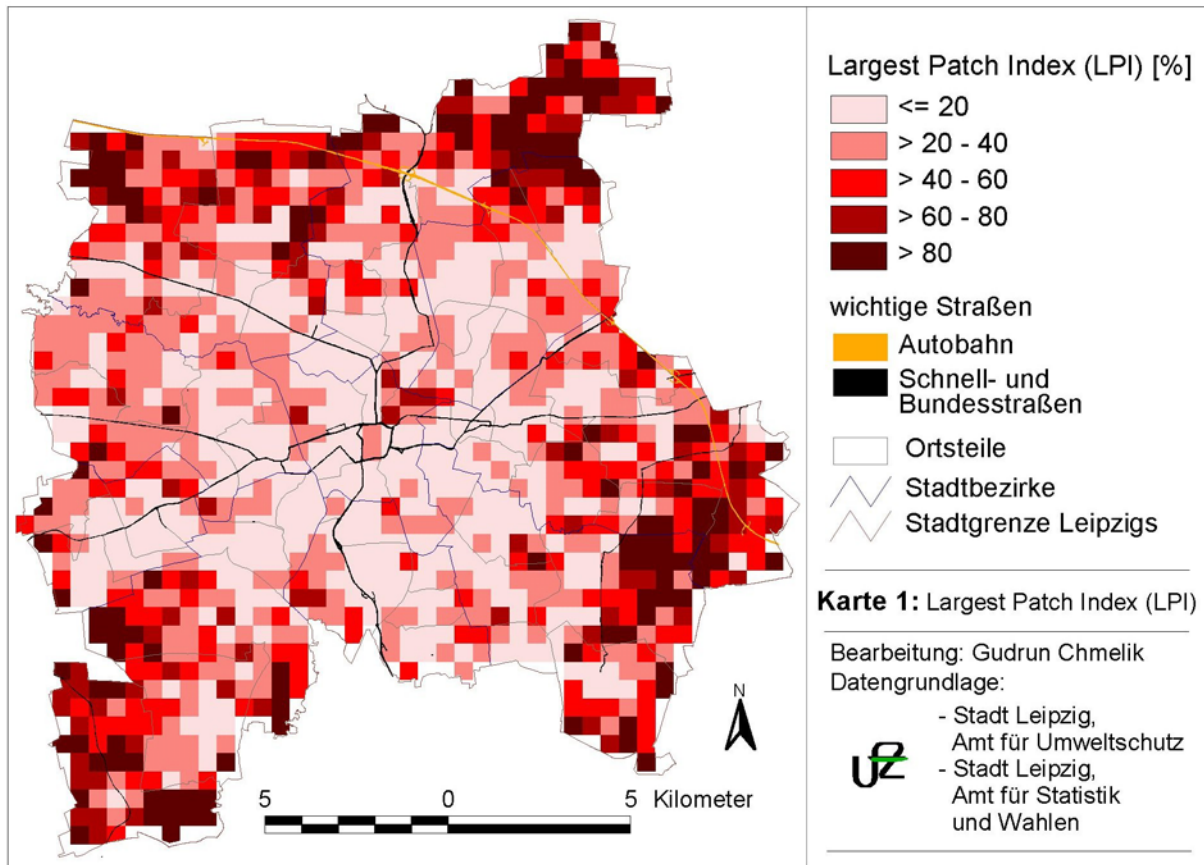
8.1.1. Landschaftsebene

Die Analyse erfolgt zunächst auf der Ebene der 500m x 500m - Raster. Grundlage dafür sowie für alle weiteren Untersuchungen ist die überarbeitete Stadtbiotopkartierung mit dem integrierten Straßennetz (s. Karte 31 und Karte 36).

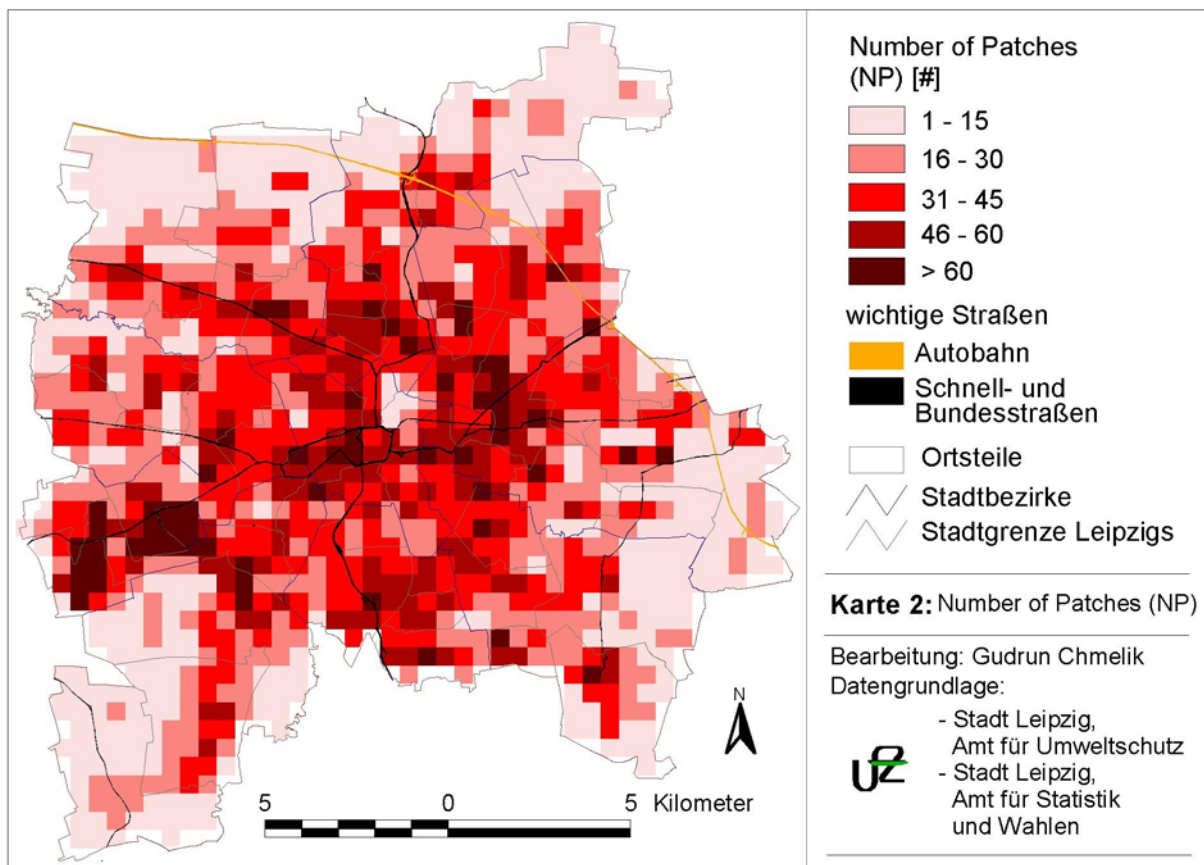
Karte 1 zeigt die rasterbasierte räumliche Verteilung des Largest Patch Index (Index des größten Landschaftselementes) für das Stadtgebiet Leipzig. Vorherrschend sind Werte bis 20 %, knapp gefolgt von denen zwischen 20 und 40 %, zusammen machen sie fast zwei Drittel des Untersuchungsgebietes aus. Die niedrigen Werte bis 20 % sind überwiegend in Bereichen dichter Bebauung zu finden. Der Auwald tritt mit niedrigen bis mittleren LPI nicht übermäßig deutlich hervor.

In den agrargeprägten Stadtrandbereichen werden dagegen Werte über 80 % erreicht. Das gilt ebenso für die Seen (Kulkwitzer See im Westen sowie Cospudener See und Elsterstausee im Südwesten) sowie der Bereich des Tagebaus Zwenkau im Südwesten.

Damit zeigt sich ein Anstieg des LPI von den Innen- zu den Außenbereichen der Stadt.



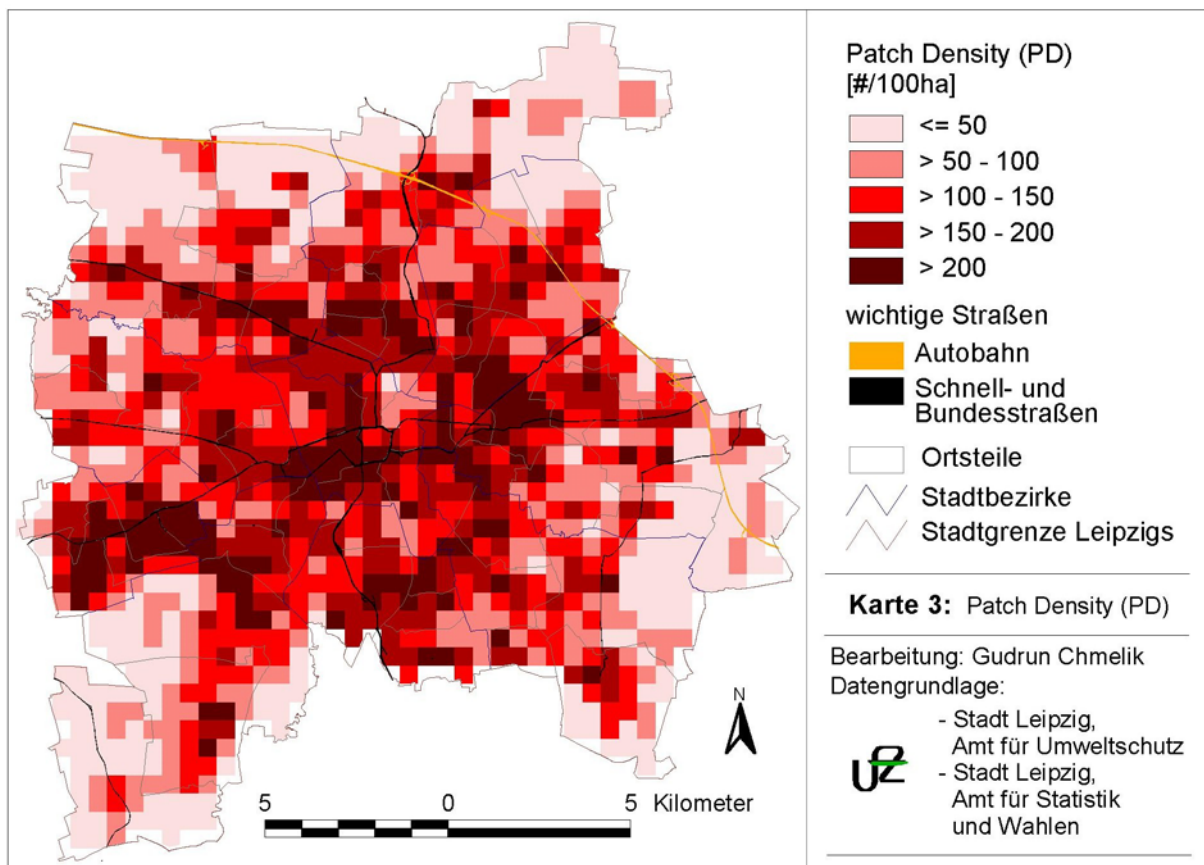
Karte 1: Rasterbasierte Verteilung des Largest Patch Index (LPI)



Karte 2: Rasterbasierte Verteilung von Number of Patches (NP)

Während die Rasterzellen des Stadtrandbereiches aufgrund der vergleichsweise großen landwirtschaftlichen Flächen sowie der dünnen Fragmentierung durch Straßen nur wenige Patches aufweisen, zeigen sich im Innenbereich höhere Werte (Karte 2). Dabei erreicht insbesondere Grünau im Westen die höchsten Zahlen von NP (Anzahl der Landschaftselemente). Grundsätzlich ist zu bemerken, dass die Werte zum Zentrum hin ansteigen.

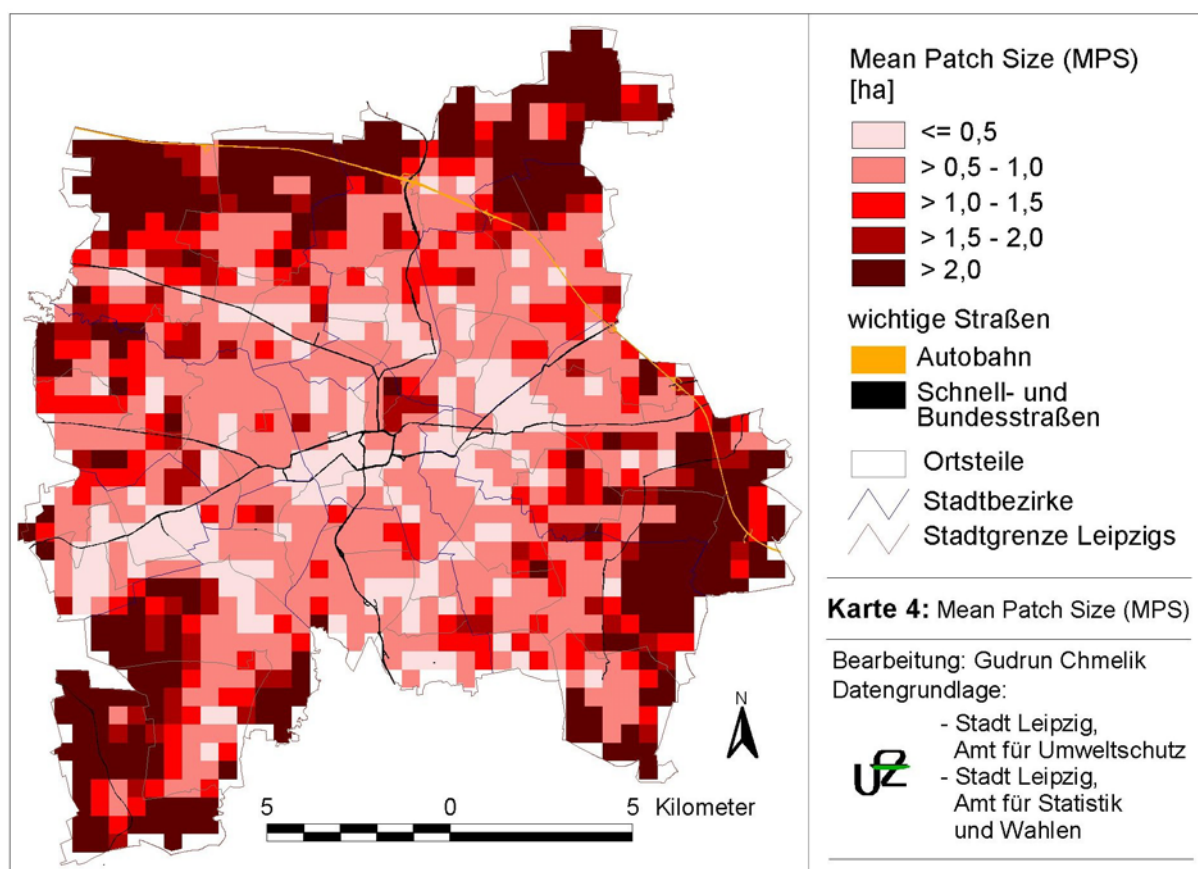
Für die Struktur der Gesamt-Landschaft hat die Patch-Dichte eine grundlegende Bedeutung. Die Verteilung der Patch Density (Karte 3) zeigt sehr hohe Werte im Gebiet von Grünau, aber auch in anderen dicht bebauten und heterogenen Bereichen der Stadt. So ist ein annähernder Ring hoher Patch Dichten um den inneren Stadtbereich herum zu erkennen. Der Auwald erscheint mit niedrigeren PD, weist nahe des Stadtzentrums jedoch Werte über 200 Patches je 100 ha auf, da der Auenbereich hier nur noch sehr schmal und von städtischer Bebauung eingeschnürt ist. Demgegenüber ist eine geringe Einzelementanzahl je 100ha an den Stadträndern zu finden.



Karte 3: Rasterbasierte Verteilung der Patch Density (PD)

Die Mean Patch Size - Verteilung (Karte 4) zeigt ein deutliches Gefälle zwischen Stadtrand und Stadtmitte. Dies steht wiederum mit den Äckern und Wasserflächen in Zusammenhang, wodurch mittlere Flächengrößen von über 2 ha erreicht werden. Einige dieser Rasterzellen haben zudem sehr hohe Werte von bis zu 25 ha, das heißt, sie enthalten nur ein Landschaftselement, welches größer als die Rasterzelle oder zumindest gleich groß wie diese ist.

Im Stadtgebiet herrschen Werte über 0,5 bis 1 ha vor, MPS bis 0,5 ha sind in dichter Bebauung zu finden, was auf eine hohe Fragmentierung hinweist.

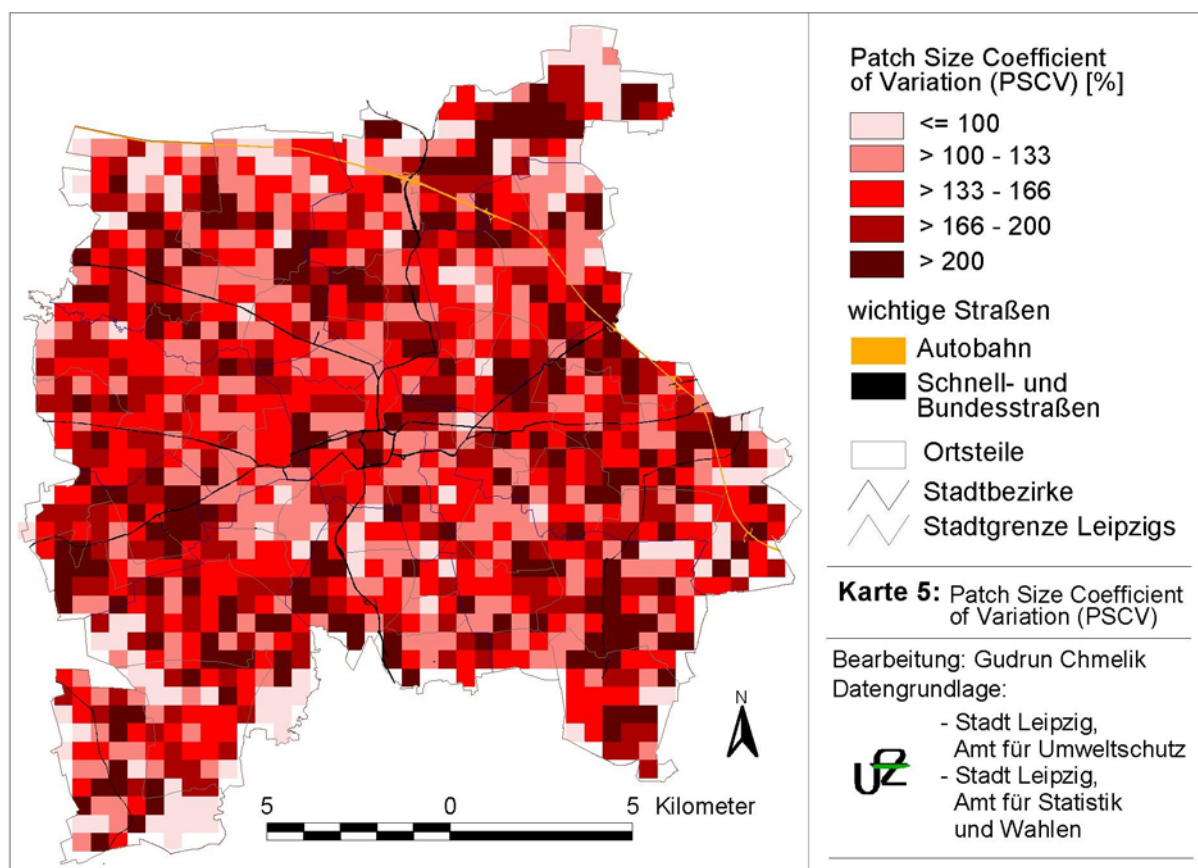


Karte 4: Rasterbasierte Verteilung von Mean Patch Size (MPS)

Karte 5 veranschaulicht das räumliche Verhalten der Variabilität der Flächengrößen der Landschaftselemente (PSCV) für das Untersuchungsgebiet. Hier zeigt sich auf den ersten Blick keine so eindeutige Verteilung zwischen Stadtrand- und -innenbereichen wie bei den zuvor betrachteten Landschaftsmaßen, trotzdem lassen sich auch hier Aussagen treffen.

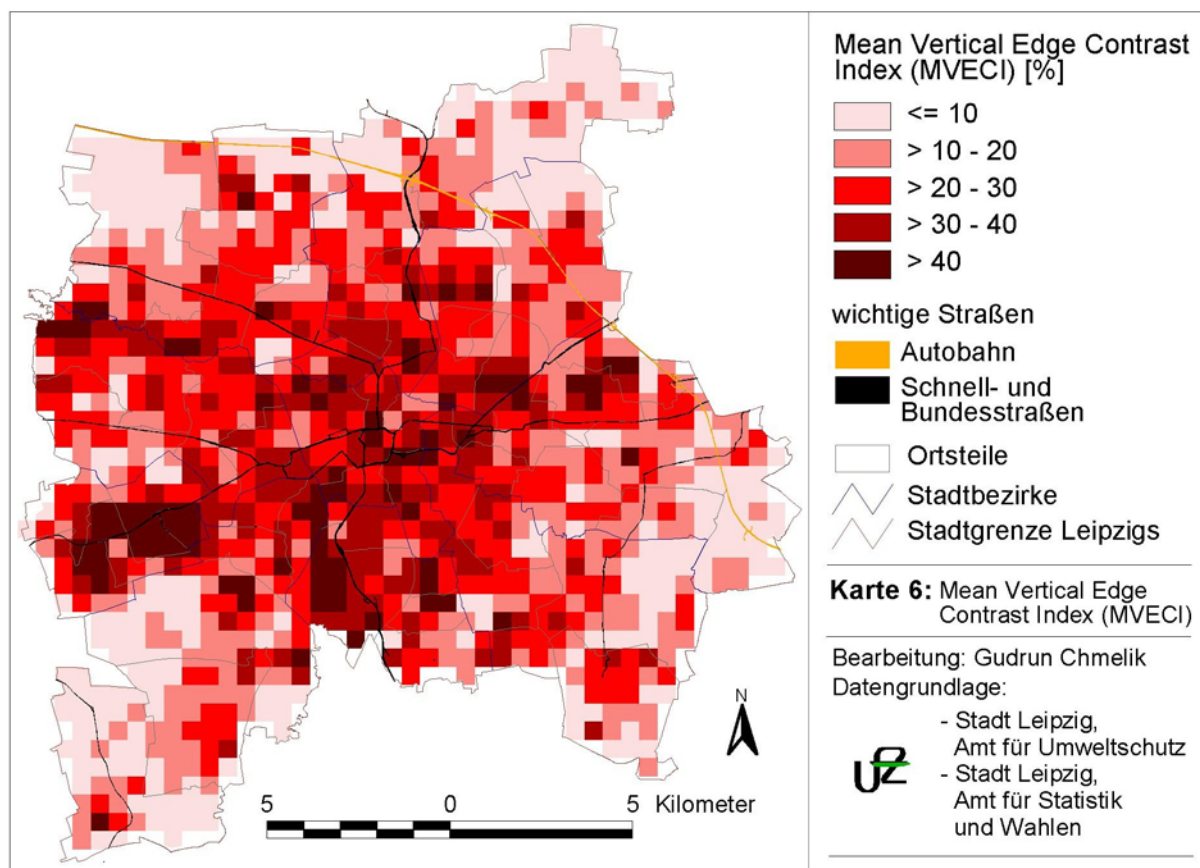
Es zeigen sich nur wenige Rasterzellen mit Werten bis 100 % (z.B. im Cospudener See und im Tagebau Zwenkau). Einige davon haben ein PSCV von 0 %, diese

stimmen mit den Rasterzellen überein, deren MPS-Werte größer als 18 ha sind. Hier gibt es keine Größen-Variation der Patches.



Karte 5: Rasterbasierte Verteilung von Patch Size Coefficient of Variation (PSCV)

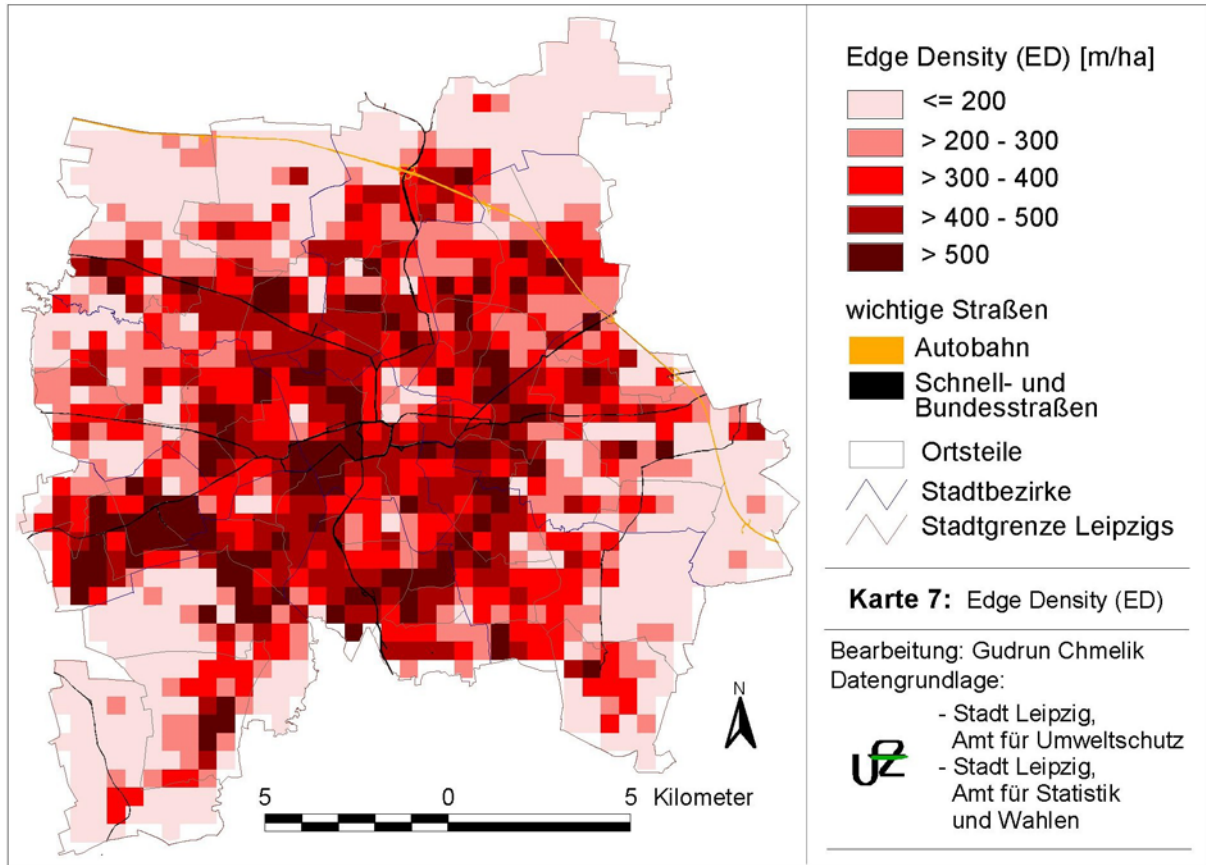
Der Mittlere Höhenkontrast zwischen allen aneinander grenzenden Patches einer Landschaft (Rasterzelle) (MVECI) ist der Karte 6 zu entnehmen. Hier treten besonders die großen Kontraste über 40 % in Grünau und im südlichen Auwald hervor. In Grünau liegt dies begründet in dem Wechsel zwischen Großwohnblocks und dazwischenliegenden Rasenflächen, während sich im Auwald Wald- und Forstflächen sowie Grün- und Parkanlagen mit und ohne Baumbestand, Wiesen, Flüsse, Bäche und Teiche abwechseln. Der nördliche Auwald zeichnet sich durch mittlere bis hohe Werte ab. Geringe Höhenkontraste treten wie erwartet in den agrarbestimmten Randbereichen der Stadt Leipzig auf.



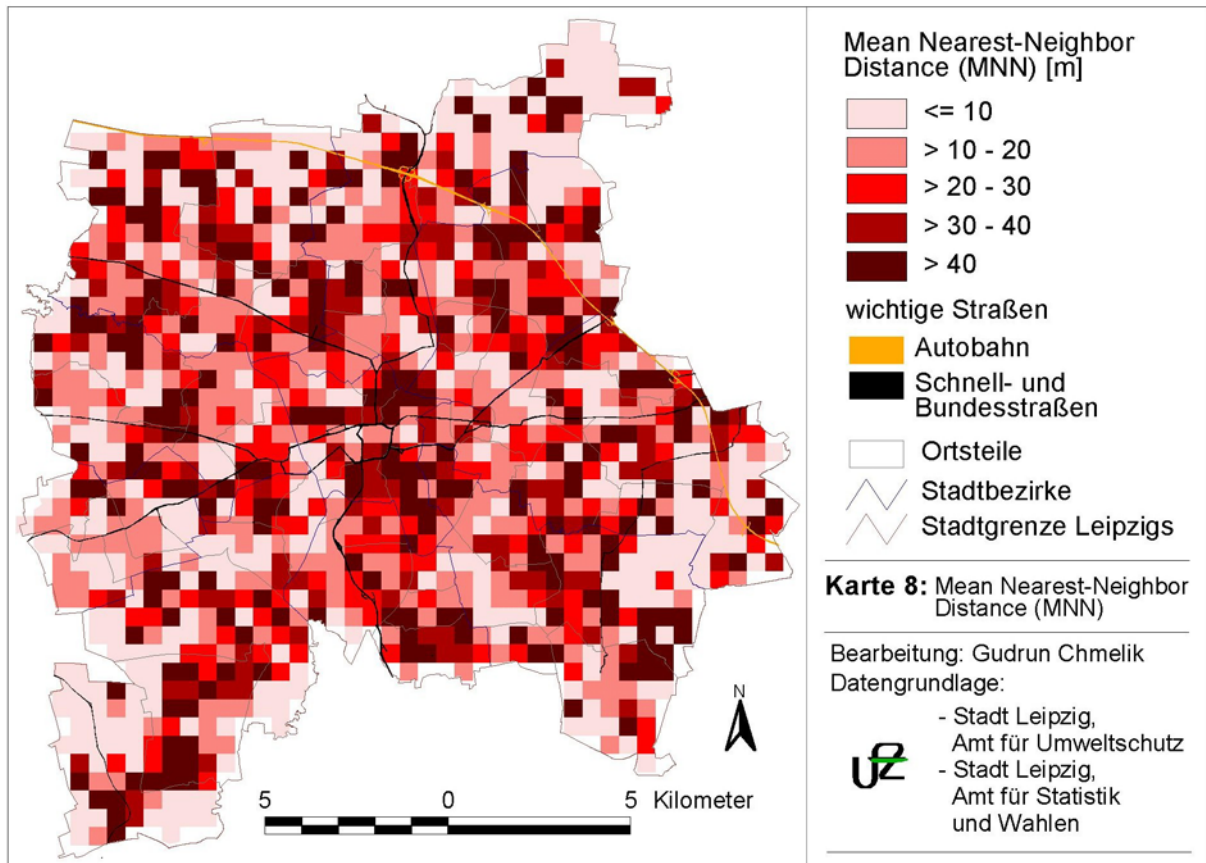
Karte 6: Rasterbasierte Verteilung von Mean Vertical Edge Contrast Index (MVECI)

Karte 7 stellt die rasterbasierte Verteilung der Kantendichte (ED), das heißt die Länge der Patchgrenzen bezogen auf eine Einheitsfläche, dar. Hier ist wiederum eine Abnahme von der Stadtmitte zum Stadtrand zu verzeichnen. Aufgrund größerer Ackerschläge und einer damit verbundenen geringen Patchanzahl (vgl. auch Karte 2 und Karte 3) weisen die Außenbereiche der Stadt nur niedrige Kantendichten auf. Ebenso wenige Kanten gibt es bei Wasserflächen wie dem Cospudener See aber auch am Tagebau Zwenkau.

In Grünau und Großzschocher sowie westlich der City sind dagegen hohe Dichten zu verzeichnen. Hierin zeigt sich eine große Fragmentierung der Landschaft. Ebenfalls große Kantenmengen treten am Waldrand des nördlichen Auwald im Übergangsbereich zwischen Auenlandschaft und städtischer Bebauung auf. Des Weiteren ist auch bei diesem Index ein mittlerer Ring mit großen Kantendichten vom Norden über den Osten bis zum Süden der Stadt deutlich zu erkennen. Die hohen Werte von ED deuten auf eine große räumliche Heterogenität und Kleinstrukturiertheit in den genannten Gebieten hin.



Karte 7: Rasterbasierte Verteilung der Edge Density (ED)



Karte 8: Rasterbasierte Verteilung von Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN)

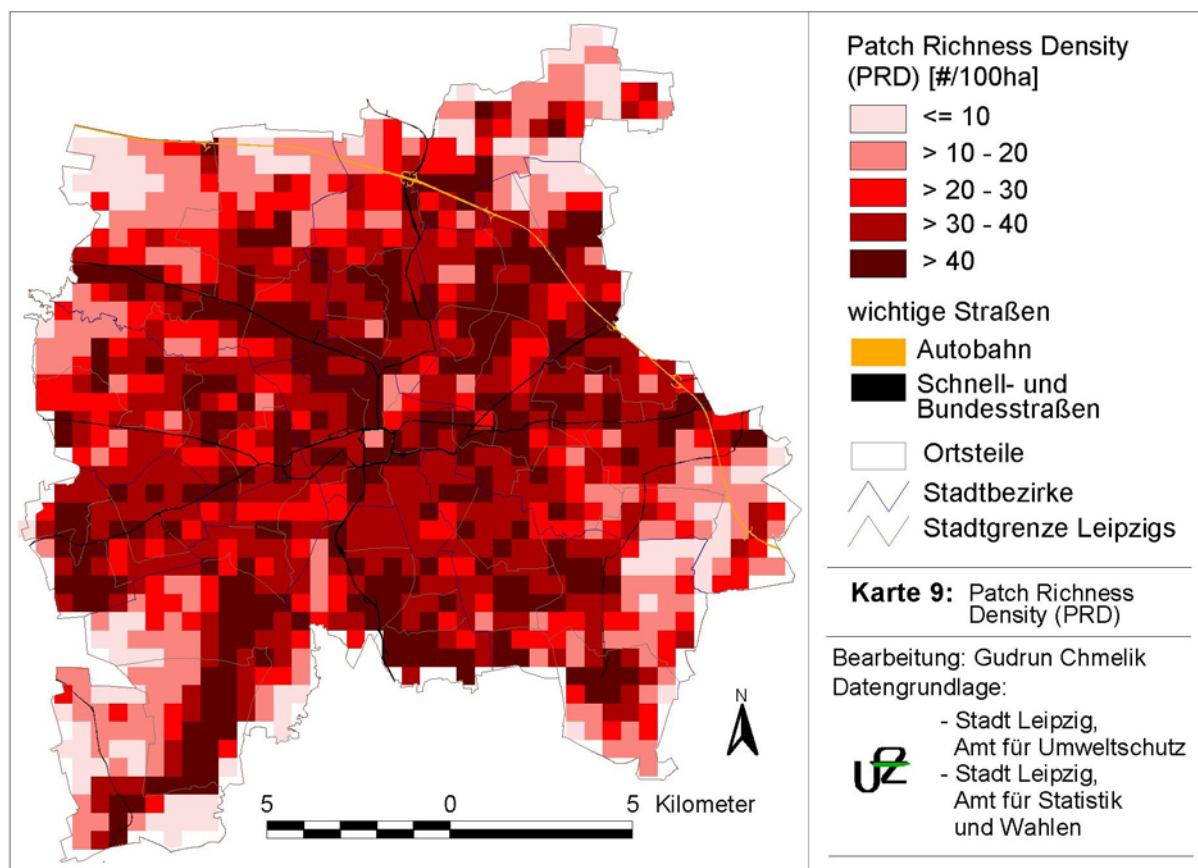
Die Verteilung der Mittleren Nächst-Nachbar-Distanzen (MNN) für die Patch-Typen ist in Karte 8 dargestellt. Auf den ersten Blick erscheint die Verteilung von MNN sehr heterogen. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass geringe Entfernungen (bis 10 m) insbesondere in den landwirtschaftlich genutzten Gebieten der Stadt zu finden sind. Distanzen über 40 m sind beispielsweise im Gelände des Hauptbahnhofs nördlich der Innenstadt anzutreffen. Industrie- und Gewerbeflächen treten teilweise in niedrigen, teils in hohen Werten auf. Das gleiche gilt für dicht bebaute Bereiche. So weist Grünau geringe Nächst-Nachbar-Distanzen auf, während in anderen Gebieten (z.B. Südvorstadt) große mittlere Entfernungen zu den Patches der selben Klasse vorherrschen. Hier wird die Fragmentierung der betrachteten Bereiche deutlich.

Der Index PRD offenbart deutliche Strukturen im Untersuchungsgebiet (Karte 9). So zeigt sich eine hohe Reichhaltigkeit entlang größerer (Ausfall-)Straßen mit Werten von mehr als 40 Klassen je 100ha. Da die je Rasterzelle (25ha) berechneten Daten bei dem hier betrachteten Maß auf 100 ha hoch gerechnet werden, ergeben sich Werte, welche die maximal mögliche Klassenanzahl von 47 überschreiten. So reichen die Werte bis 76 Klassen je ha, in Wirklichkeit enthält die betrachtete Rasterzelle jedoch 19 verschiedene Klassen.

Niedrige Werte und damit eine geringe Vielfalt weisen die städtischen Randbereiche mit homogenen Strukturen auf. Die Auenlandschaft sowie die Gebiete zwischen den Ausfallstraßen mit hohen Werten zeigen mittlere Anzahlen von unterschiedlichen Klassen.

Insgesamt ist festzustellen, dass in sehr dichter Bebauung kleinräumige Strukturen vorherrschen, wodurch sich geringe Werte bei MPS und LPI, dagegen hohe bei NP und PD ergeben. Eine dichtere und kleinteiligere Bebauung zeigt sich vor allem entlang größerer Straßen, insbesondere Ausfallstraßen wie z.B. die Lützner Straße im Westen, Landsberger Straße im Nordwesten, Mockauer / Stralsunder Straße im Nordosten, Eisenbahn / Dresdner / Riesaer Straße im Osten und Dieskau- / Knautnaundorfer Straße im Südwesten. Besonders deutlich tritt dabei jedoch die Georg-Schumann-Straße (Bundesstraße 6) im Nordwesten hervor.

Augenfällig ist zudem der ländliche Charakter im Stadtrandbereich im Gegensatz zur dichten Bebauung im Innenbereich der Stadt. Dies tritt ganz klar bei verschiedenen Maßen, wie LPI, NP, PD, MPS, MVECI, ED und PRD, in Erscheinung.



Karte 9: Rasterbasierte Verteilung der Patch Richness Density (PRD)

Bei den meisten Indizes ist Grünau als Großwohnanlage (sog. Neubaugebiet) aus DDR-Zeiten deutlich zu erkennen. Kleinstrukturierte Bereiche sind besonders westlich der City (vgl. z.B. NP, PD, MPS, ED) zu finden. Zusätzlich zeichnet sich eine Art mittlerer Stadt-Ring vom Osten bis Süden ab. Das Gelände des Hauptbahnhofs nördlich der Innenstadt tritt durch hohe MPS, LPI sowie niedrige NP, PD, ED und PRD hervor.

Der Auwald und die damit verbundene Zweiteilung der städtischen Bebauung erscheinen eher weniger deutlich. Zu erkennen ist der Auenbereich einmal mehr, einmal weniger, z.B. bei LPI, PD und PRD.

8.1.2. Klassenebene

Für die Darstellung der Flächenanteile (Abbildung 7) wurden die 47 Klassen aus der für diese Arbeit nachbearbeiteten Stadtbiotopkartierung zur besseren Übersicht zu entsprechenden Gruppen zusammengefasst. Welche Klassen im einzelnen den Gruppen angehören, ist der Tabelle 8 im Anhang zu entnehmen.

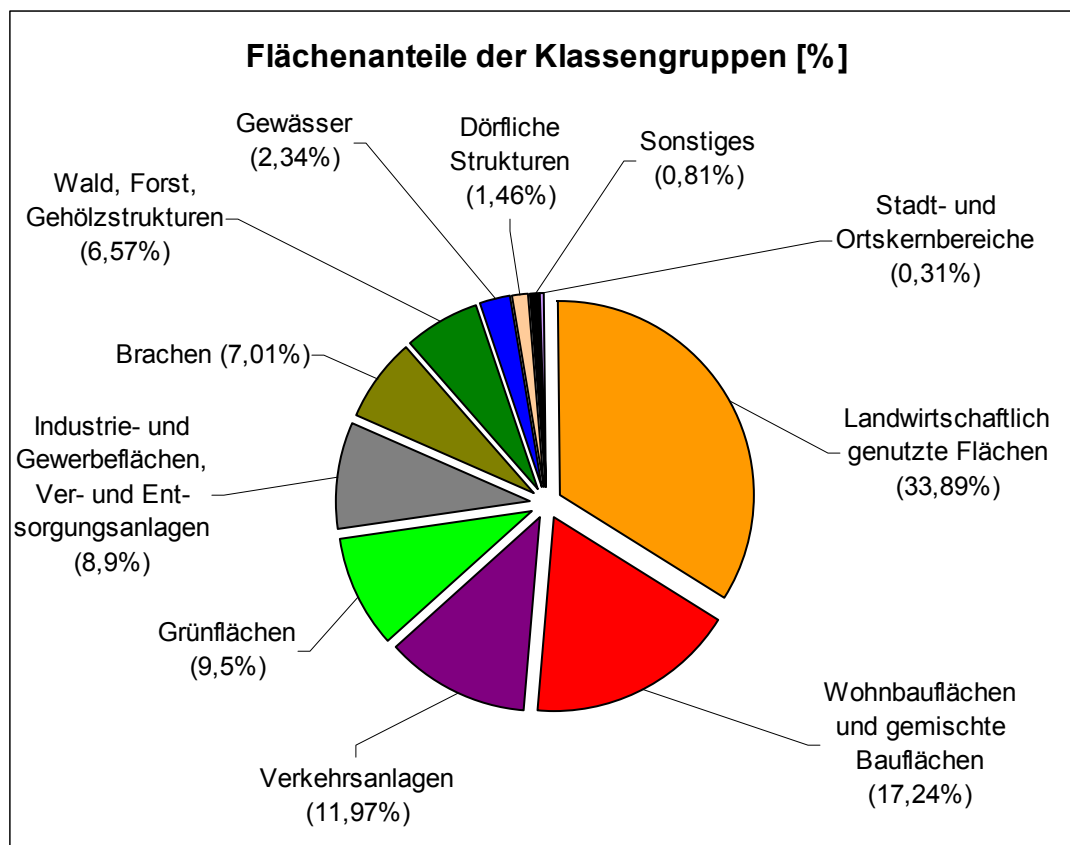


Abbildung 7: Flächenanteile der Klassengruppen

Es zeigt sich, dass die landwirtschaftlich genutzten Flächen die größten Anteile haben, sie machen ein Drittel des Stadtgebietes aus. Die stärkste Klasse sind die Äcker (Klasse 29), sie nehmen 29,9% der Fläche Leipzigs ein. Durch die Eingemeindungen der letzten Jahre sind diese agrargeprägten Gebiete in die Stadt integriert worden, sie befinden sich nun an den Stadträndern Leipzigs (vgl. auch Karte 35). Besonders daher sind auch dörfliche Strukturen in der Großstadt zu finden. Es bleibt abzuwarten, ob die Landwirtschaftsflächen in den kommenden Jahren offen gelassen werden, oder, wie zu vermuten ist, mit der Zeit überbaut werden.

Gefolgt wird diese Klassengruppe von den Wohnbauflächen und gemischten Bauflächen mit 17%. Ihre Unterteilung in die einzelnen enthaltenen Klassen und ihre Anteile an dieser Gruppe sind der Abbildung 8 zu entnehmen. In der Karte 32 sind sie räumlich dargestellt. Da die Stadt Leipzig ein dichtes Straßennetz hat (Karte 36), stehen die Verkehrsanlagen auf Rang drei. Bei der Betrachtung der Biotopkartierung (Karten 31 und 33) fällt ein hoher Anteil an Grünstrukturen auf, insbesondere der Auwald. Wald, Forst und Gehölzstrukturen sowie die Grünflächen zusammen nehmen 16% des Stadtgebietes Leipzigs ein (Abbildung 7). Abbildung 9 verdeutlicht, wie sie unterteilt sind. So haben sowohl die Kleingärten als auch die naturnahen Wälder einen Anteil von je etwa einem Drittel an den Grünstrukturen.

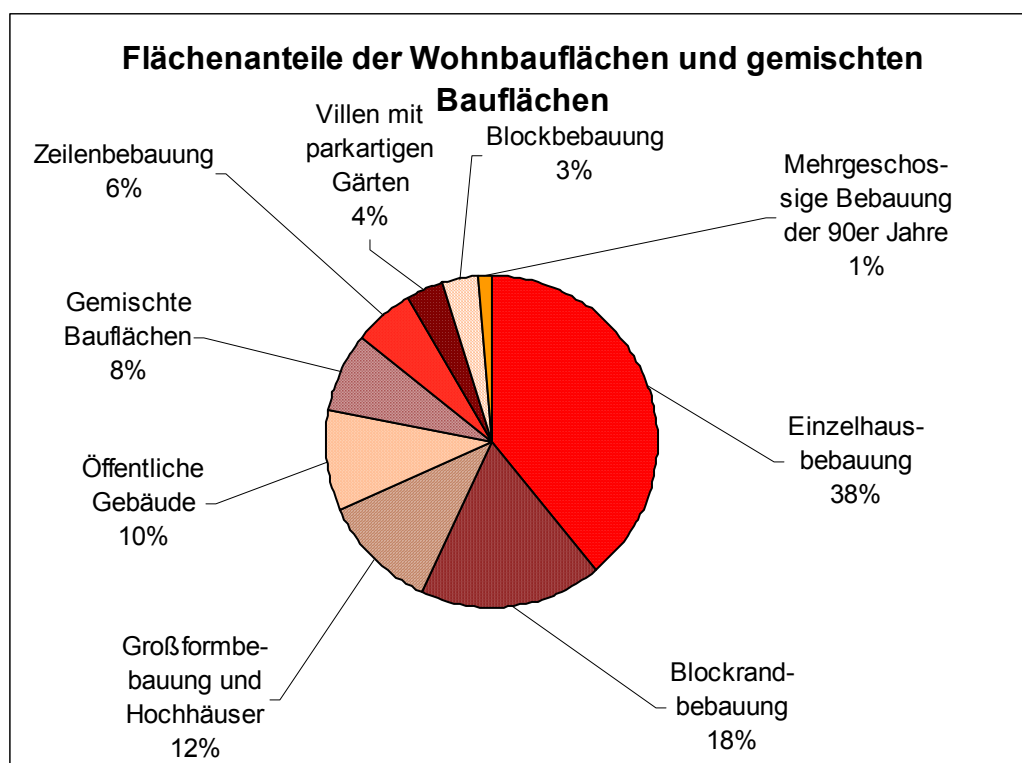


Abbildung 8: Flächenanteile der einzelnen Klassen innerhalb der Gruppe der Wohnbauflächen und gemischten Bauflächen

Im Folgenden werden die Landschaftsstrukturmaße auf Klassenebene diskutiert. Hierbei sei zunächst auf die Abbildung 10 bis Abbildung 18 verwiesen, in denen die Indizes nach Klassen dargestellt sind. Aufgrund der umfangreichen Anzahl der Klassen aus der Biotopkartierung musste eine begrenzte Zahl zur näheren Betrachtung ausgewählt werden. Dabei handelt es sich um die folgenden prägnanten und raumcharakterisierenden Klassen: Blockrandbebauung (Klasse 4), Einzelhausbebauung (Klasse 8), stark versiegelte Industrie- und Gewerbeflächen,

Ver- und Entsorgungsanlagen (Klasse 14), Grün- und Parkanlagen mit Baumbestand, Botanische und Zoologische Gärten (Klasse 18), Kleingärten (Klasse 22), Flüsse mit Uferbereich und Kanäle und kanalisierte Flüsse (Klassen 24 und 25) sowie Naturnahe Wälder (Klasse 33) (vgl. Tabelle 8 im Anhang). Die Klassen 24 und 25 wurden zusammengefasst, da es für Leipzig nicht sinnvoll erscheint, sie einzeln oder getrennt zu betrachten.

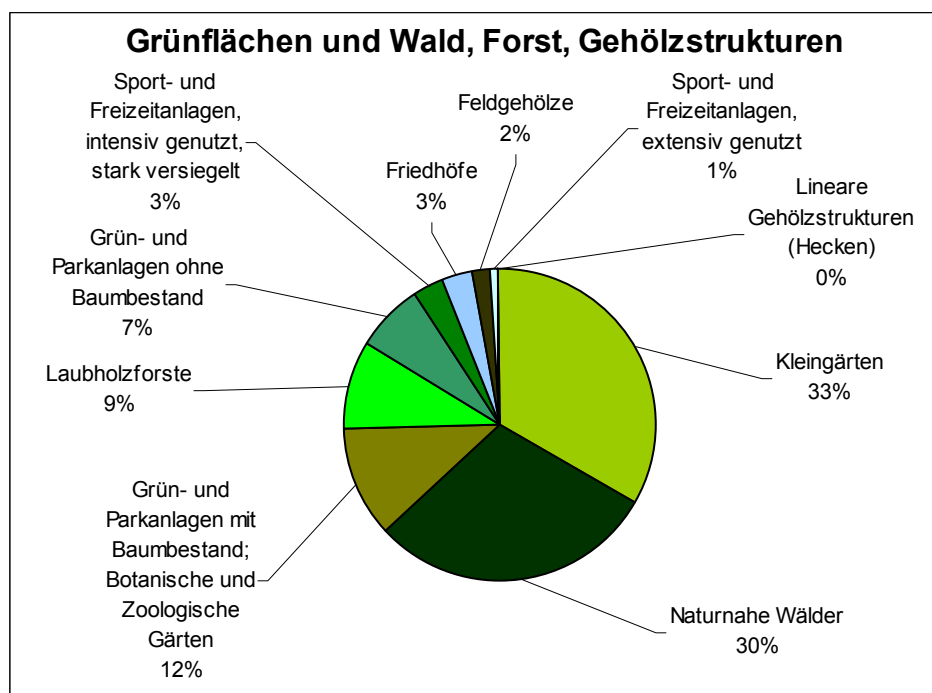


Abbildung 9: Flächenanteile von Grünflächen sowie Wald, Forst und Gehölzstrukturen

Damit wurden aus den unterschiedlichen Klassengruppen für Leipzig typische Biotoptypen ausgesucht. Da Bebauung für eine Stadt das dominierende Element ist, wurden aus der Gruppe der Wohnbauflächen und gemischten Bauflächen zwei gewählt, die für Leipziger Altbauquartiere typische Blockrandbebauung sowie die flächengrößte Klasse der Einzelhausbebauung (vgl. Abbildung 8). Wichtig für eine Großstadt sind aber auch Industrie und Gewerbe, deshalb wurden diese Flächen mit hinzugenommen. Bei Grünflächen wurden ebenfalls zwei Typen ausgesucht, zum einen die Parkanlagen zum anderen die Kleingärten, weil sie von großer Bedeutung für die Grünstrukturen der Stadt (vgl. Abbildung 9) sowie zur Erholung für die Bevölkerung sind. So lockern Kleingärten nach BREUSTE (1986) das bebaute Stadtgebiet in günstigem Maße auf. Charakteristisch für Leipzig mit dem Auwald sind zudem die Fließgewässer sowie Wälder (Karte 34 und Karte 33).

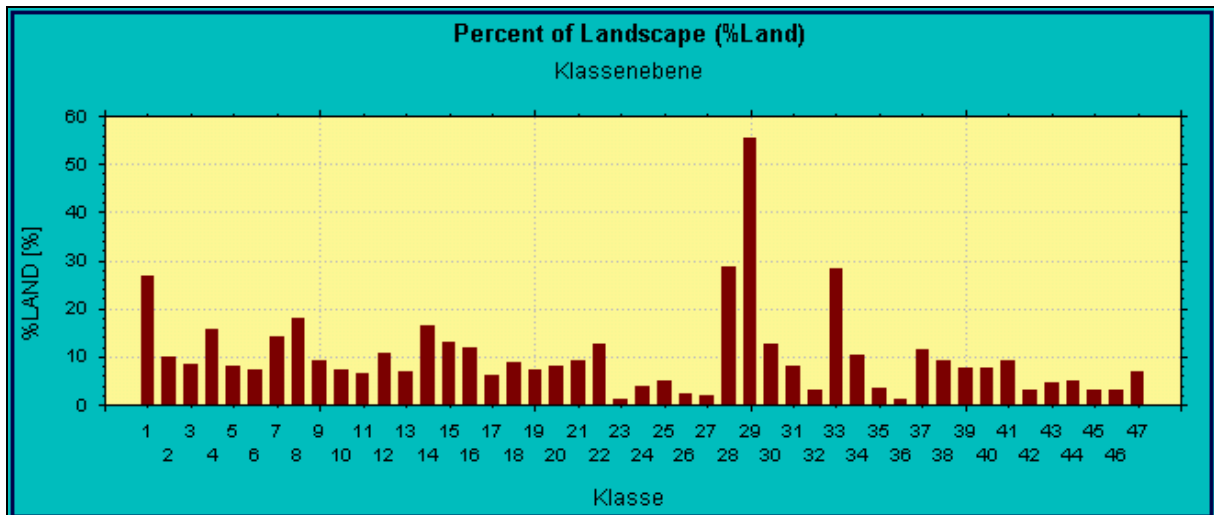


Abbildung 10: Percent of Landscape (%LAND) nach Klassen

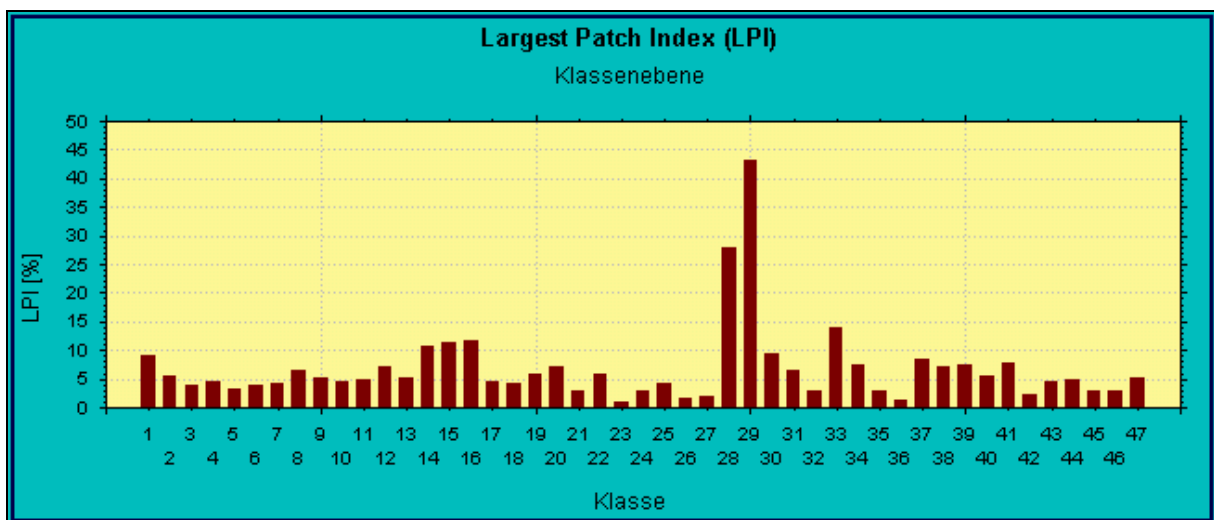


Abbildung 11: Largest Patch Index (LPI) nach Klassen

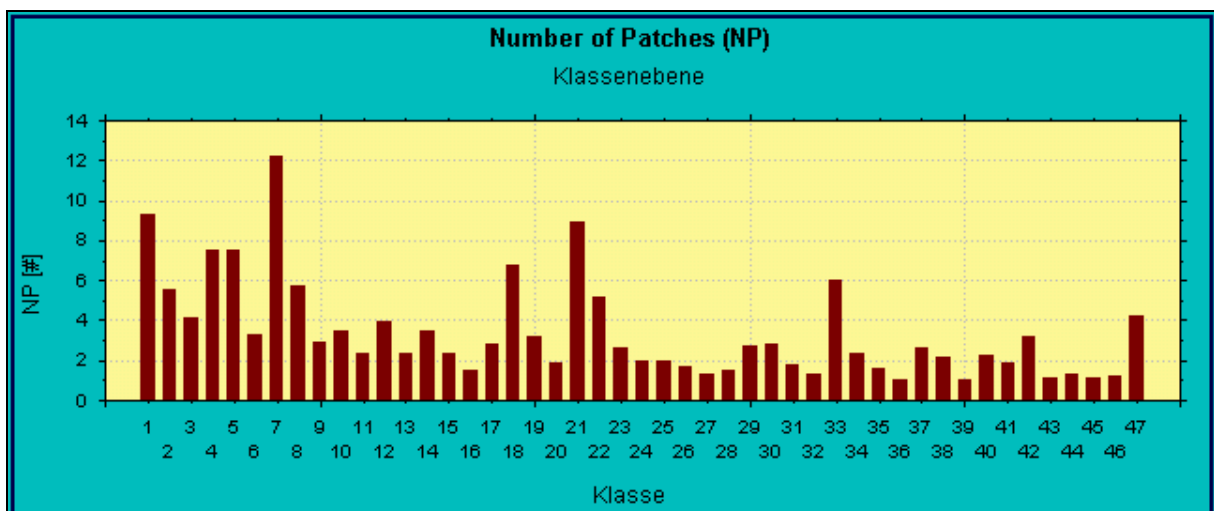


Abbildung 12: Number of Patches (NP) nach Klassen

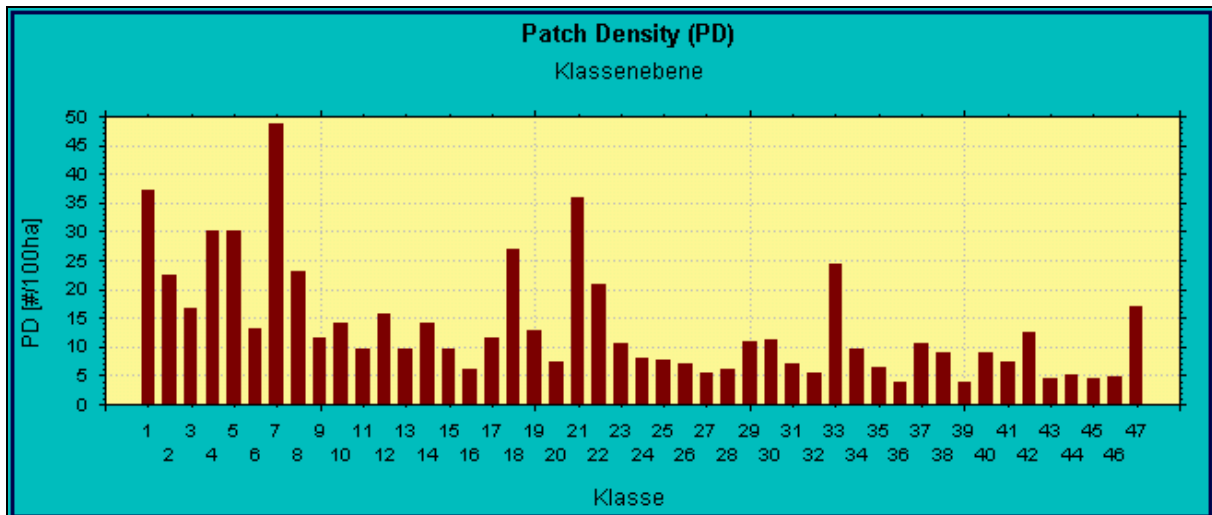


Abbildung 13: Patch Density (PD) nach Klassen

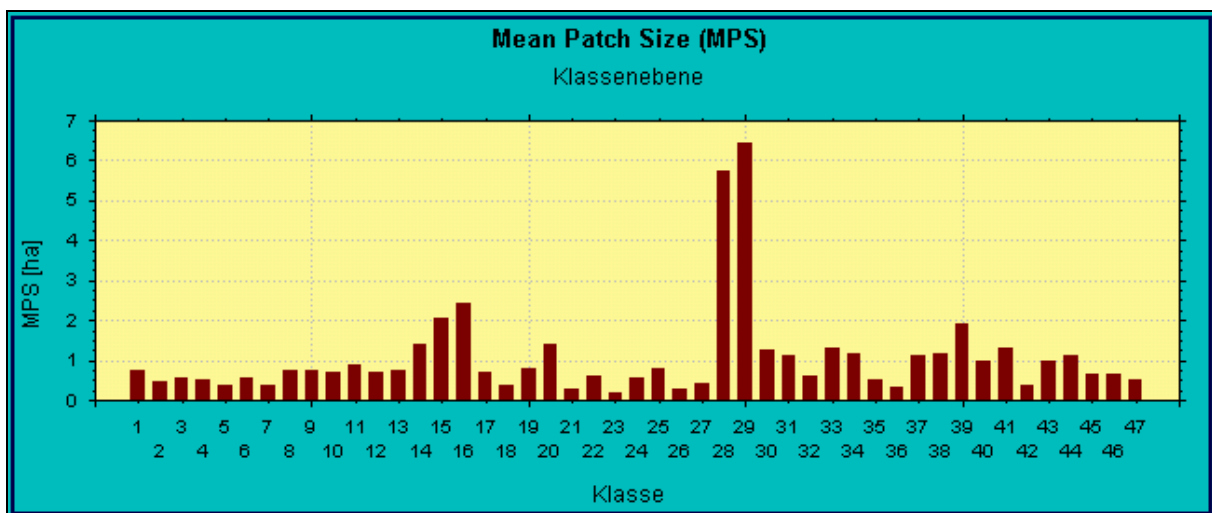


Abbildung 14: Mean Patch Size (MPS) nach Klassen

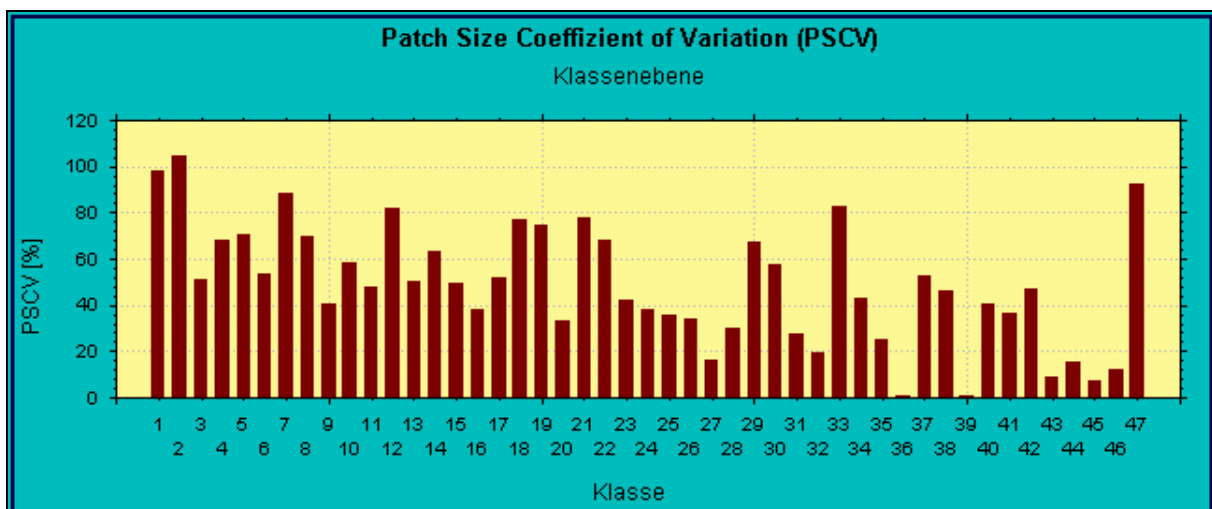


Abbildung 15: Patch Size Coefficient of Variation (PSCV) nach Klassen

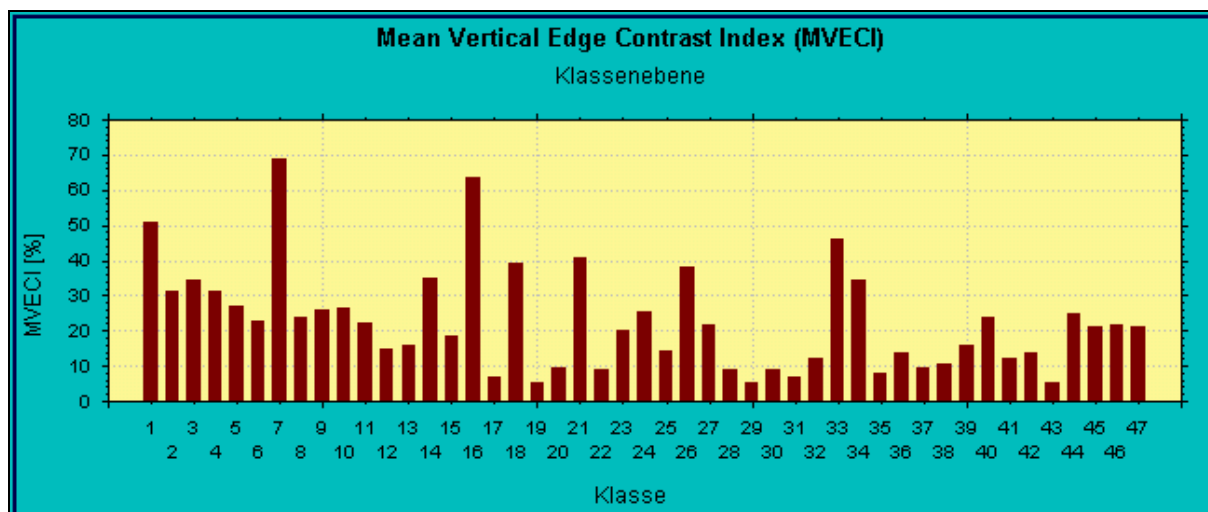


Abbildung 16: Mean Vertical Edge Contrast Index (MVECI) nach Klassen

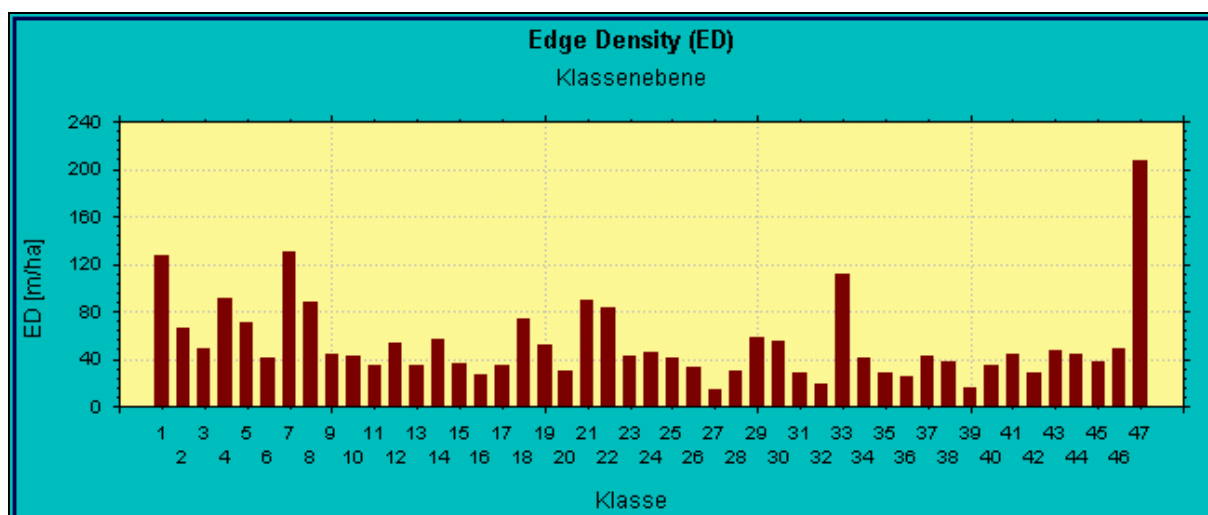


Abbildung 17: Edge Density (ED) nach Klassen

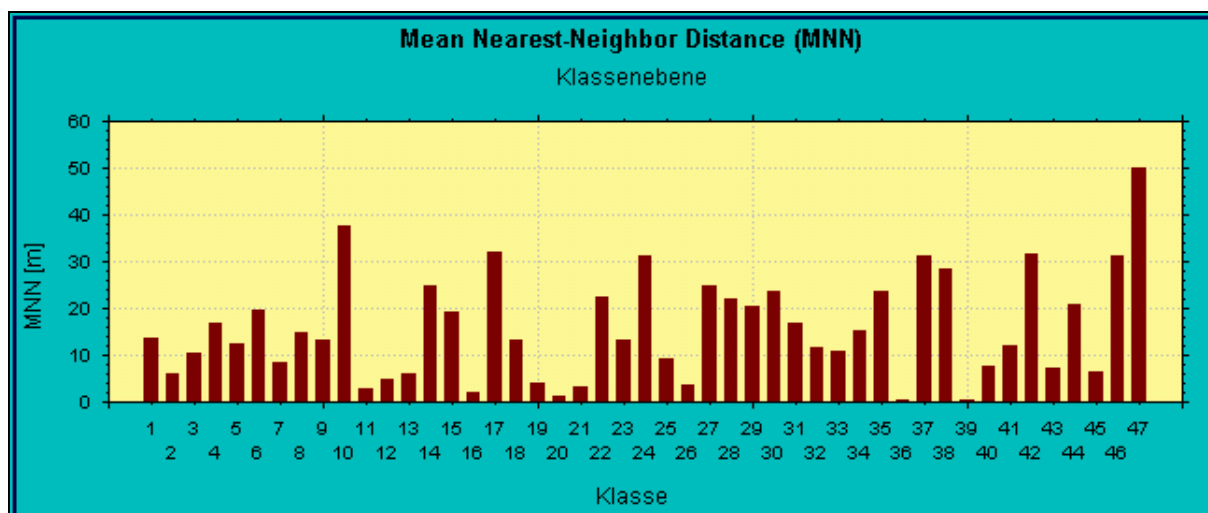


Abbildung 18: Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN) nach Klassen

Das Strukturmaß %LAND, dargestellt für die ausgewählten Klassen, ist der Abbildung 19 zu entnehmen. Hier zeigt sich, dass die naturnahen Wälder unter diesen sieben Klassen den größten Flächenanteil (28,2 %) aufweisen. Grund dafür ist der breite Gürtel des Auwaldes, der die Stadt von Süden nach Nordwesten durchzieht. Den geringsten Wert haben die Flüsse, Kanäle und kanalisierten Flüsse mit ca. 5 %, da sie als lineare Landschaftselemente das Untersuchungsgebiet durchziehen und keine flächenhafte Klasse wie z.B. Wald bilden. Sie sind jedoch zusammen mit den Auen von großer und vielfältiger Bedeutung für die Ökologie, die Stadt und seine Einwohner (vgl. Kapitel 5.1). Die drei Bebauungsklassen (Klassen 4, 8 und 14) sind annähernd gleich und liegen zwischen 15,7 % und 17,8 %. Innerhalb der Grünflächen haben die Kleingärten einen größeren Flächenanteil als die Parkanlagen.

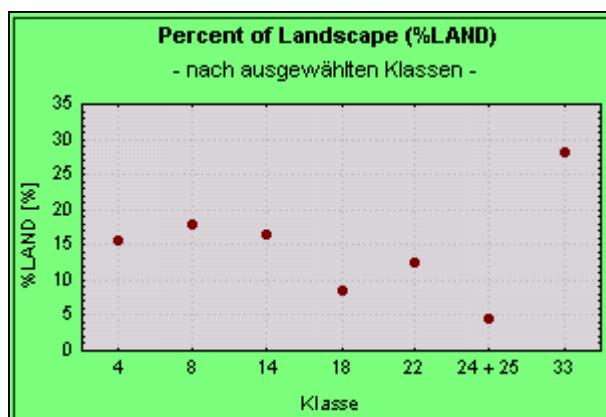


Abbildung 19: Percent of Landscape (%LAND) nach ausgewählten Klassen

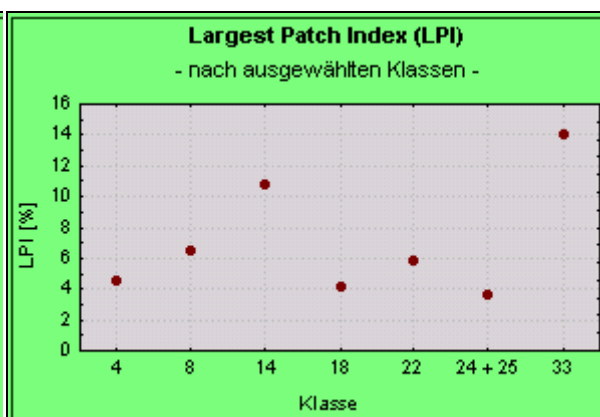


Abbildung 20: Largest Patch Index (LPI) nach ausgewählten Klassen

Die naturnahen Wälder weisen auch beim Largest Patch Index (LPI) den höchsten und die Flüsse und Kanäle den niedrigsten Wert auf (Abbildung 20). Bei den erstgenannten nimmt das größte Landschaftselement dieser Klasse im Schnitt 14 % des Rasterquadrats ein, bei letztgenanntem lediglich 3,7 %. Ebenfalls einen hohen LPI zeigen die stark versiegelten Industrie- und Gewerbeflächen sowie Ver- und Entsorgungsanlagen (Klasse 14) mit 10,8 %. Daraus wird ersichtlich, dass diese sehr flächenintensiv sind, während die Einzelhausbebauung (6,5 %) und insbesondere die Blockrandbebauung (4,5 %) eher kleinstrukturiert sind und damit auf eine höhere Heterogenität hinweisen. Der Index offenbart zudem größere Einzelflächen für die Kleingärten im Vergleich zu Parkanlagen.

In der Abbildung 21 sind die ausgewählten Klassen bezüglich der Anzahl ihrer Einzelelemente (Number of Patches) einander gegenübergestellt. Den größten Wert hat die Blockrandbebauung mit im Mittel 7,5 Patches je Raster, in denen diese Klasse vorhanden ist, zu verzeichnen. Gefolgt wird sie von den Grün- und Parkanlagen mit Baumbestand, Botanischen und Zoologischen Gärten mit 6,8 Patches. Weitere drei Klassen liegen mit 6,0 bis 5,2 dicht beieinander: naturnahe Wälder (Klasse 33), Einzelhausbebauung (Klasse 8) und Kleingärten (Klasse 22). Aufgrund ihrer linear-zusammenhängenden Eigenart stellen die Fließgewässer mit 2,0 Patches den niedrigsten Wert.

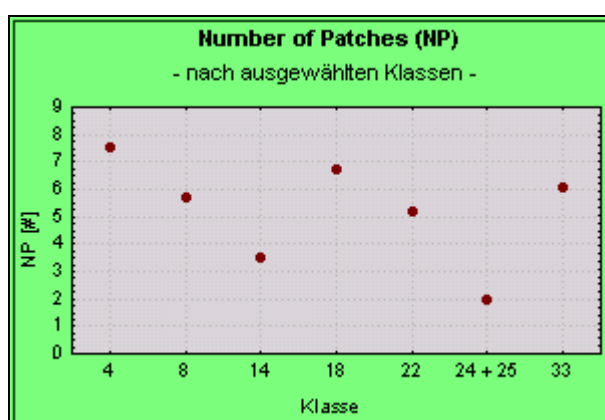


Abbildung 21: Number of Patches (NP) nach ausgewählten Klassen

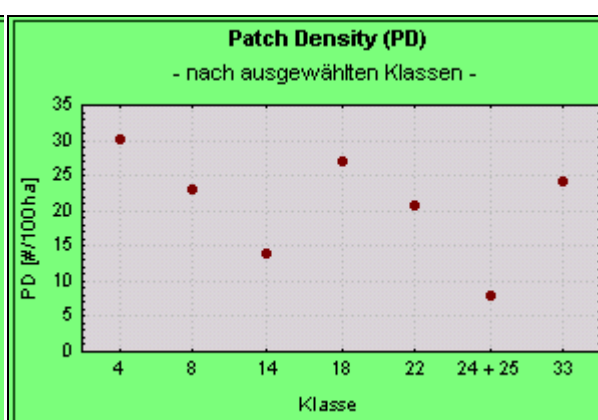


Abbildung 22: Patch Density (PD) nach ausgewählten Klassen

Die Darstellung der Patch-Dichte (PD) (Abbildung 22) ähnelt der von Number of Patches. Die Werte sind jedoch größer, da es sich hierbei um die Dichte, bezogen auf 100ha, handelt. Die größte Dichte ist mit 30 Patches je 100ha bei der Blockrandbebauung zu verzeichnen, gefolgt von den Parkanlagen (27 Elemente je 100 ha). Die geringste Dichte liegt bei den Fließgewässern mit 8 Patches je 100 ha. Die Dichte der Landschaftselemente dient als Fragmentations- und Heterogenitätsindex. Sie hat eine grundlegende Bedeutung für die Landschaftsstruktur.

Die mittleren Flächengrößen (MPS) (Abbildung 23) liegen zwischen 0,4 und 1,4 ha. Sie liegen damit relativ eng beieinander. Der höchste Wert ist den stark versiegelten Industrie- und Gewerbeflächen, Ver- und Entsorgungsanlagen eigen. Ebenfalls vergleichsweise große Einzelflächen im Mittel haben die naturnahen Wälder mit 1,3 ha. Die restlichen Klassen bewegen sich zwischen 0,4 und 0,7 ha, wobei Grün-

und Parkanlagen mit Baumbestand, Botanische und Zoologische Gärten die kleinsten Flächen aufweisen und damit vergleichsweise stärker fragmentiert sind. Die Varianz der Flächengrößen (PSCV) innerhalb einer Klasse ist in der Abbildung 24 dargestellt. Fünf der sieben betrachteten Klassen liegen im Bereich von 63,4 % (Industrie- und Gewerbeflächen) bis 76,8 % (Grün- und Parkanlagen). Die größte Varianz weisen die naturnahen Wälder auf (82,7 %). Dagegen variieren die Patchgrößen mit Abstand am wenigsten bei den Fließgewässern. Sie differieren lediglich um 36,6 %.

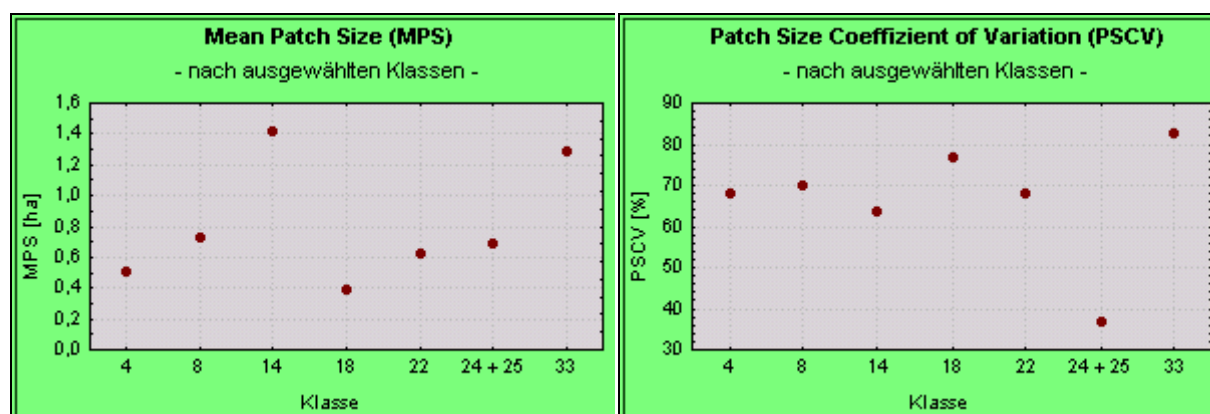


Abbildung 23: Mean Patch Size (MPS) nach ausgewählten Klassen

Abbildung 24: Patch Size Coefficient of Variation (PSCV) nach ausgewählten Klassen

Abbildung 25 bildet den Höhenkontrast (MVECI) ab. Die baumbestandenen Flächen wie Wälder und Parkanlagen zeigen die größten Höhenunterschiede zu ihrer Umgebung. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass die Wälder zumeist an Äcker, Wiesen oder Flüsse grenzen und die Parks oft von Straßen und Wegen umgeben sind, alles Klassen mit niedrigen mittleren Höhen. Aufgrund der Gebäudehöhen, wobei die Einzelhausbebauung im Mittel niedriger ist als die Blockrandbebauung, und der angrenzenden Straßen liegen auch die Höhenkontraste der drei Bauklassen (Klassen 4, 8 und 14) mit 24 % bis 35 % recht hoch. Kleingärten sind wesentlich niedriger und haben damit wesentlich geringere Höhenkontraste (9 %) zu ihren Nachbarn (oft Verkehrswege, Wiesen, ...). Obwohl Flüsse, Kanäle und kanalisierte Flüsse selbst die geringsten Höhen aufweisen, zeigt sich für diese Klasse doch ein größerer Höhenkontrast (19,5 %) als bei den Kleingärten, da die genannten Gewässer teilweise durch den Auwald zum Teil aber auch direkt an Gebäuden entlang fließen (vor allem kanalisierte Flüsse).

Die Analyse der Kantendichte (ED) (Abbildung 26) offenbart ebenfalls die höchsten Zahlen für naturnahe Wälder (110,8 m/ha), was auf eine Kleinstrukturiertheit im Bereich von Wäldern und an deren Rändern hinweist. Hier zeigt sich der anthropogene Einfluss mit einer höheren Fragmentierung, wodurch die Anzahl der Kanten ansteigt (MILLER ET AL. 1997). Im Gegensatz dazu haben die Fließgewässer aufgrund ihrer Linearität nur wenige Kanten pro Hektar (42,5 m/ha). Die stark versiegelten Industrie- und Gewerbeanlagen haben ebenso eine vergleichsweise geringe Kantendichte von 55,7 m/ha. Die Blockrand- sowie die Einzelhausbebauung sind hier etwa gleich zu bewerten. Die großen Werte um 90 m/ha zeigen einen hohen Grad an räumlicher Heterogenität. Diese kleinteiligen Strukturen im Bereich der Wohn- und gemischten Bebauung sind größtenteils zurückzuführen auf die Zerschneidung der städtischen Bebauung durch das dichte Straßennetz (vgl. Karte 36).

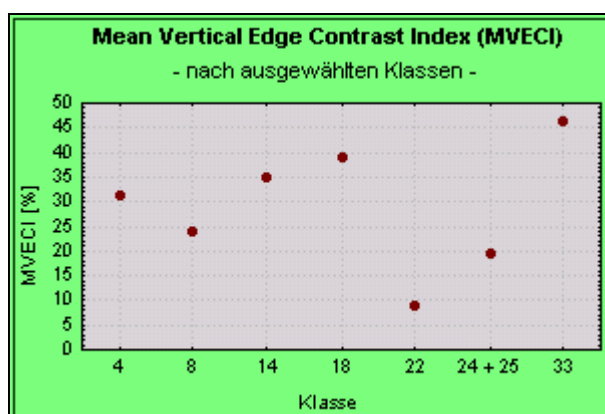


Abbildung 25: Mean Vertical Edge Contrast Index (MVECI) nach ausgewählten Klassen

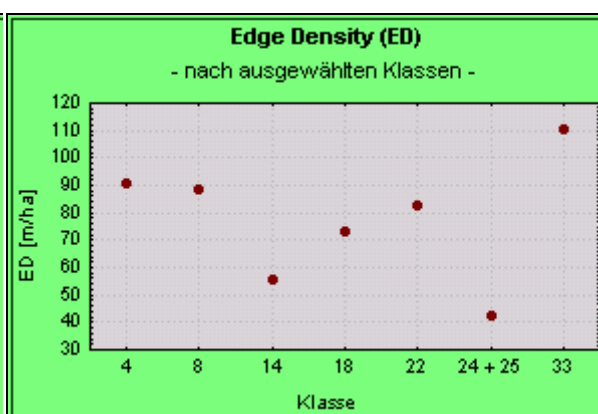


Abbildung 26: Edge Density (ED) nach ausgewählten Klassen

Abbildung 27 verdeutlicht die mittleren Entfernungen der Landschaftselemente zum nächsten Nachbar der selben Klasse (MNN). Die Werte reichen von 10,7 m für naturnahe Wälder bis 24,9 m für stark versiegelte Industrie- und Gewerbeflächen. Die Wälder und Parks weisen zwar die geringsten Entfernungen auf, diese können jedoch bezüglich der Isolation bestimmter Arten der Flora und Fauna teilweise schon zu groß sein, je nachdem welche Patchtypen dazwischen liegen. Im Falle des Leipziger Auwalds sind zwischen den bewaldeten Flächen oft andere Grünbereiche anzutreffen (vgl. Karte 33), teilweise aber auch Verkehrswege und anderes. Ebenfalls relativ geringe Distanzen zum nächsten Nachbarn sind für die Einzelhaus-

(14,9 m) sowie Blockrandbebauung (16,9 m) zu verzeichnen. Oft werden diese Flächen nur von Straßen zerschnitten oder anderen Bebauungsformen unterbrochen. Die Kleingartenanlagen sind dagegen erwartungsgemäß relativ weit voneinander entfernt. Sie liegen annähernd kreisförmig als eine Art mittlerer Grüngürtelring im Randgebiet der bebauten Bereiche Leipzigs.

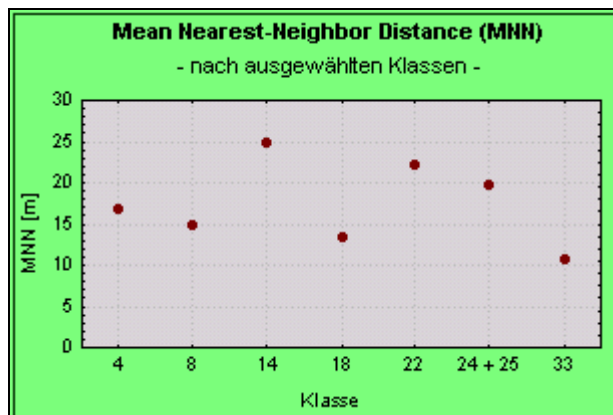


Abbildung 27: Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN) nach ausgewählten Klassen

Zu den Abbildung 19 bis Abbildung 27:
Klassen:

- 4 - Blockrandbebauung
- 8 - Einzelhausbebauung
- 14 - stark versiegelte Industrie- und Gewerbeflächen, Ver- und Entsorgungsanlagen
- 18 - Grün- und Parkanlagen mit Baumbestand, Botanische und Zoologische Gärten
- 22 - Kleingärten
- 24 + 25 - Flüsse mit Uferbereich; Kanäle und kanalisierte Flüsse
- 33 - Naturnahe Wälder

Die ausgewählten Klassen eignen sich zur Charakterisierung der Struktur Leipzigs. Sie stellen bei den Indizes im Gesamtstädtischen Vergleich (s. Abbildung 10 bis Abbildung 18) sowohl die oberen, mittleren als auch die niedrigen Werte dar und geben somit einen guten Überblick zum Verhalten der Patchtypen bezüglich der Strukturmaße.

Die Ergebnisse dieses Teilkapitels sind in der Tabelle 4 zusammengefasst dargestellt. Hieraus wird ersichtlich, dass die Werte für die Einzelhausbebauung immer im mittleren Bereich liegen. Während die Blockrandbebauung eher weniger vorteilhafte Merkmale aufweisen, sind die Indices für die naturnahen Wälder positiv zu bewerten. Die Fließgewässer entsprechen zwar aufgrund ihrer Werte einer ungünstigen Einschätzung, dies ist jedoch hauptsächlich auf ihre Linearität mit geringen Flächengrößen und wenigen Einzelpatches zurückzuführen.

Tabelle 4: Übersicht über die Strukturmaße anhand der ausgesuchten Klassen

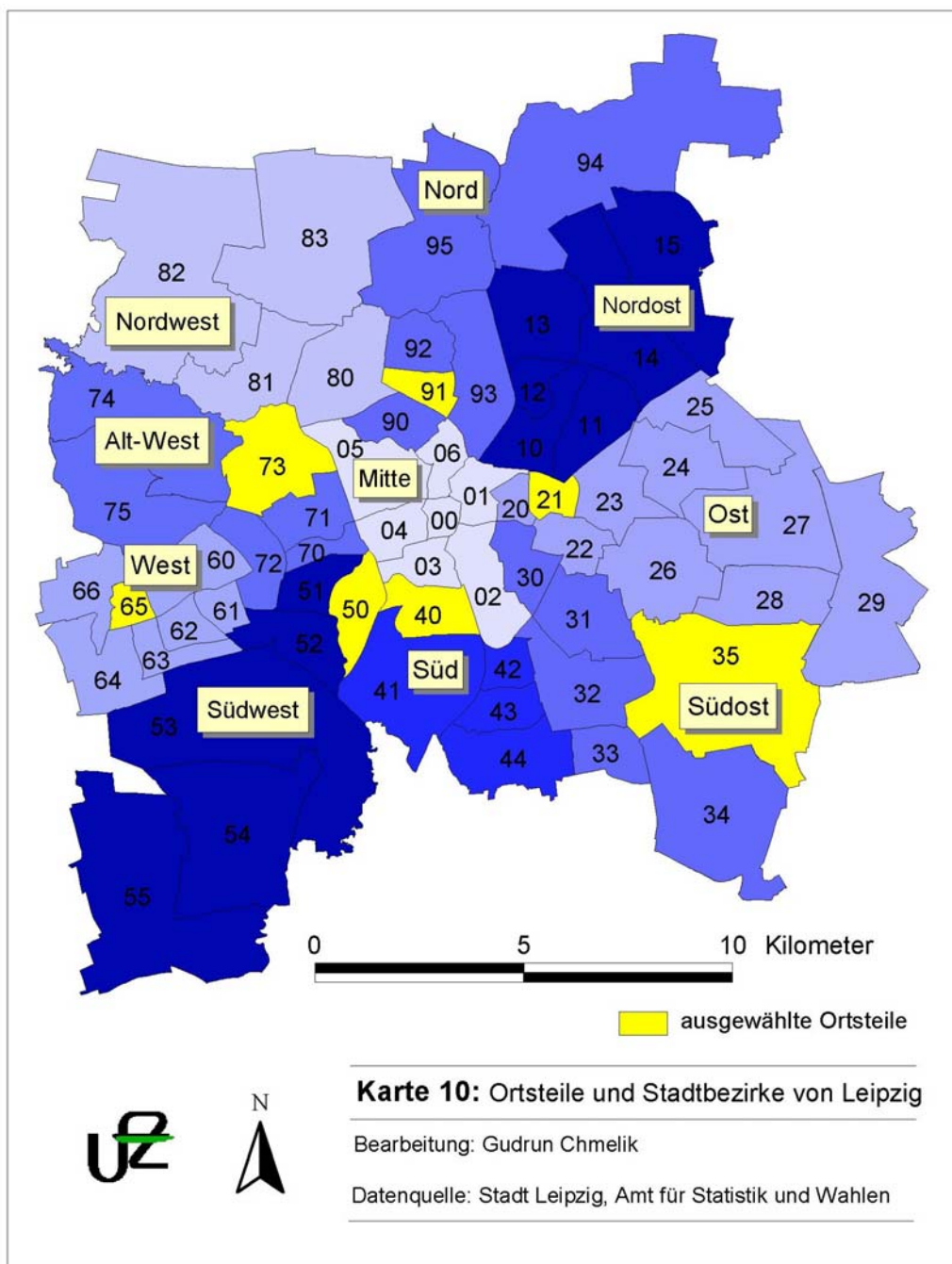
	%LAND	LPI	NP	PD	MPS	PSCV	MVECI	ED	MNN
Blockrand- bebauung	→ ◐	↘ +	↑ -	↑ -	↘ -	→ ◐	→ ◐	→ ◐	→ ◐
Einzelhaus- bebauung	→ ◐	→ ◐	→ ◐	→ ◐	→ ◐	→ ◐	→ ◐	→ ◐	→ ◐
Ind./-Gewer- beflächen	→ ◐	↗ -	↘ +	↘ +	↑ -	→ ◐	→ ◐	↓ -	↑ +
Grün-/ Parkanlagen m. Bäumen	↘ -	↓ -	→ ◐	→ ◐	↓ -	↗ +	→ ◐	→ ◐	→ ◐
Kleingärten	↘ -	→ ◐	→ ◐	→ ◐	→ ◐	→ ◐	↓ *	→ ◐	↑ -
Flüsse und Kanäle	↓ -	↓ *	↓ -	↓ -	→ ◐	↓ -	↓ *	↓ -	↗ -
Naturnahe Wälder	↑ +	↑ +	→ ◐	→ ◐	↑ +	↑ +	↑ *	↑ +	↓ +

Wert	Bewertung
↑ hoch	+ positiv
→ mittel	○ weder/noch
↓ niedrig	- negativ
↗ mittel bis hoch	* keine Aussage möglich
↘ mittel bis niedrig	

8.2. Untersuchung der Ortsteile und Stadtbezirke

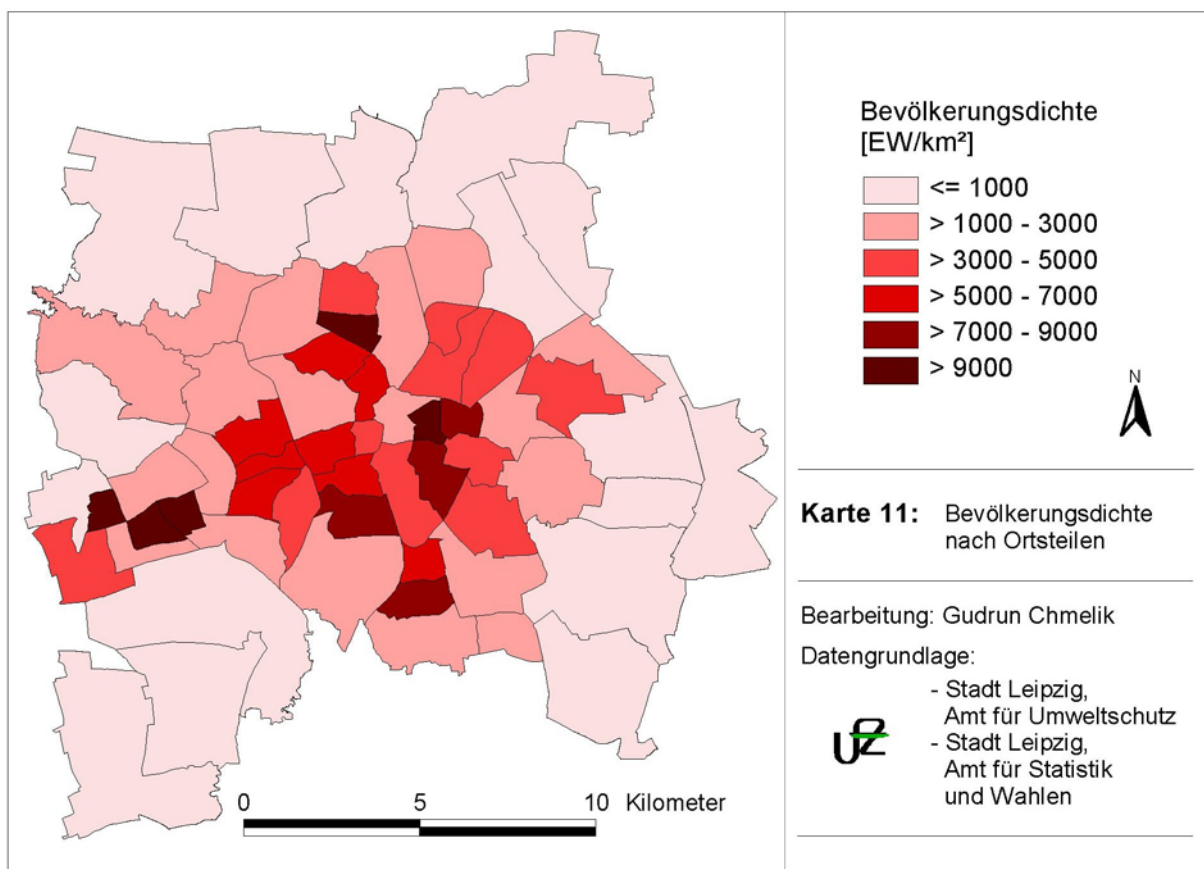
8.2.1. Landschaftsebene

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Auswertung der Strukturmaße auf der Basis administrativer Grenzen, d.h. auf der Ebene der Ortsteile sowie ergänzend dazu der Stadtbezirke. In der Karte 10 ist Leipzig, gegliedert in die Ortsteile sowie deren Zugehörigkeit zu den Stadtbezirken dargestellt (zu den Ortsteilnummern vgl. Tabelle 9 im Anhang).



Karte 10: Ortsteile und Stadtbezirke von Leipzig

Zur Betrachtung der Ortsteile wurden zudem Daten zur Bevölkerungsdichte mit einbezogen. Sie sind dem Ortsteilkatalog 2002 entnommen (STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002b) und in Tabelle 9 im Anhang aufgeführt. Da eine Karte der Ostteile von 2000 vorlag, es später jedoch eine Änderung im Grenzverlauf zwischen den Ortsteilen Knauthain-Hartmannsdorf und Rehbach-Knautnaundorf gab, wurden für die beiden genannten Stadtviertel die Bevölkerungsdaten von 1999 aus dem Ortsteilkatalog 2000 (STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2000) herangezogen. Die Einbeziehung der Bevölkerungsdichte ist wichtig für die anschließende Interpretation der Landschaftsstrukturmaße.



Karte 11: Bevölkerungsdichte nach Ortsteilen

Räumlich dargestellt ist die Bevölkerungsdichte in der Karte 11. Die Stadt hat eine Gesamtdichte von 1.745,36 Einwohnern je km², sie ist jedoch sehr unterschiedlich auf die Ortsteile verteilt. Die größten Werte (über 9.000 EW/km²) sind in Grünau, Gohlis-Mitte sowie Neustadt-Neuschönefeld zu verzeichnen, in Grünau-Nord erreichen sie mit 12.270 EW/km² ihr Maximum. Die sehr hohen Einwohnerdichten in Grünau-Nord, Grünau-Ost und Grünau-Mitte sind Folge des großangelegten

Städteausbaus, insbesondere Wohnungsbaus in den 1970er und 80er Jahren in Form von sog. Neubaugebieten.

Dünn besiedelte Bereiche sind dagegen am Stadtrand zu finden. Die geringste Dichte liegt hier bei 43 EW/km² in Rehbach-Knautnaundorf im äußersten Südwesten Leipzigs. Diese Ortsteile mit den niedrigen Bevölkerungsdichten stimmen im wesentlichen mit den neueingemeindeten Gebieten überein.

Richtung Stadtzentrum schließt sich ein Gürtel mit Werten bis 3.000 EW/km² an. Während die dritte Dichteklasse vor allem im östlichen Stadtgebiet anzutreffen ist, findet sich die Dichteklasse vier (> 5.000 - 7.000 EW/km²) insbesondere westlich, aber auch nördlich ans Stadtzentrum angrenzend. Zur zweitdichtesten Gruppe gehören die Ortsteile Volkmarsdorf, Reudnitz-Thonberg, Südvorstadt sowie Lößnig mit seinen Großwohnanlagen aus Zeiten der DDR.

Aufgrund der Vielzahl der Ortsteile wurde zur Analyse der Strukturmaße eine begrenzte Anzahl charakteristischer Stadtviertel ausgesucht. Kriterien für die Auswahl waren neben der Bevölkerungsdichte die Lage in Leipzig bzw. die Zuordnung zu den Stadtbezirken, unterschiedliche Nutzungsformen und Funktionen, Bebauungsdichte und typische Bebauungsformen, um das Augenmerk auf für Leipzig repräsentative Gebiete zu legen. Die Entscheidung fiel auf die folgenden sieben Ortsteile: Volkmarsdorf (Stadtbezirk Ost), Holzhausen (SB Südost), Südvorstadt (SB Süd), Schleußig (SB Südwest), Grünau-Nord (SB West), Leutzsch (SB Alt-West) sowie Gohlis-Mitte (SB Nord). Sie sind in der Karte 10 gelb hervorgehoben. Die Grafik der Abbildung 28 stellt diese sieben Ortsteile bezüglich ihrer Bevölkerungsdichten einander gegenüber.

Grünau-Nord steht hier als wichtiges Beispiel für eine sehr hohe Bevölkerungsdichte und ist Teil der Plattenbausiedlung Grünau am westlichen Stadtrand, aufgrund des Wohnungsmangels zu DDR-Zeiten als Großwohnanlage in Form einer Satellitenstadt konzipiert. Hier wechseln sich hohe Plattenbauten (sechs- und elfgeschossig) mit niedrigen Rasenflächen ab. Die Wohnkomplexe sind dicht bebaut und in sich relativ geschlossen, da die Hauptverkehrsführungen außerhalb von ihnen entlang führen (STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002b).

Gohlis und insbesondere Gohlis-Mitte ist ein besonderes Viertel Leipzigs (ehem. sog. Französisches Viertel) aus einer Mischung von Villen und Wohnblocks, teilweise im Jugendstil, mit überwiegender Wohnfunktion. Ende des 19. Jhs. wurde das Gebiet

durch Verstädterung und die Ansiedlung von industriellen Großbetrieben geprägt. Durchsetzt mit kleineren Grünflächen und trotzdem dicht bebaut, weist es ebenfalls sehr hohe Einwohnerdichten auf (STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002b).

Volkmarsdorf wurde als Beispiel des Leipziger Ostens gewählt. Es handelt sich hierbei um die ehemaligen Arbeiterquartiere, die in den 1920er und 30er Jahren als Teil des „Roten Ostens“ bekannt wurden. Neben der Arbeiterwohnbebauung beherbergt dieses Mischgebiet auch kleinere Gewerbe- und Dienstleistungsbetriebe. Im Norden herrschen Gründerzeithäuser vor, im Süden sind sie durchsetzt mit Plattenbauten. Das Gebiet ist dicht bebaut, es gibt kaum Wohngrün und hat auch heute noch eine hohe Bevölkerungsdichte (STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002b).

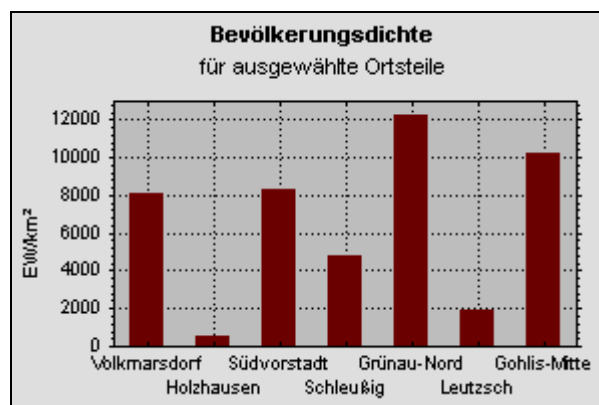


Abbildung 28: Bevölkerungsdichte für die ausgewählten Ortsteile

Die Südvorstadt umfasst sowohl ein Wohngebiet mit vorwiegend gutbürgerlichen Gründerzeithäusern als auch kleine Handels- und Gewerbebetriebe, Gaststätten und Einzelhandel. Im Westen reicht das Viertel bis zum Elsterflutbett und schließt die Rennbahn Scheibholz und den Fockeberg ein (STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002b). Dieser Ortsteil ist ebenfalls dicht besiedelt.

Schleußig liegt mit 4.755 EW/km² im mittleren Dichtebereich. Es ist ein überwiegendes Wohngebiet mit Gründerzeitbebauung, beinhaltet aber auch Industriebebauung im Westen, kleine bis mittelständige Handels- und Dienstleistungsunternehmen, Kleingartenanlagen sowie im Norden Teile des Clara-Zetkin-Parks und des Auwaldes. Das Gebiet grenzt im Westen an die Weiße Elster und im Osten ans Elsterflutbett, der südliche Teil von Schleußig ist Villenviertel (STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002b).

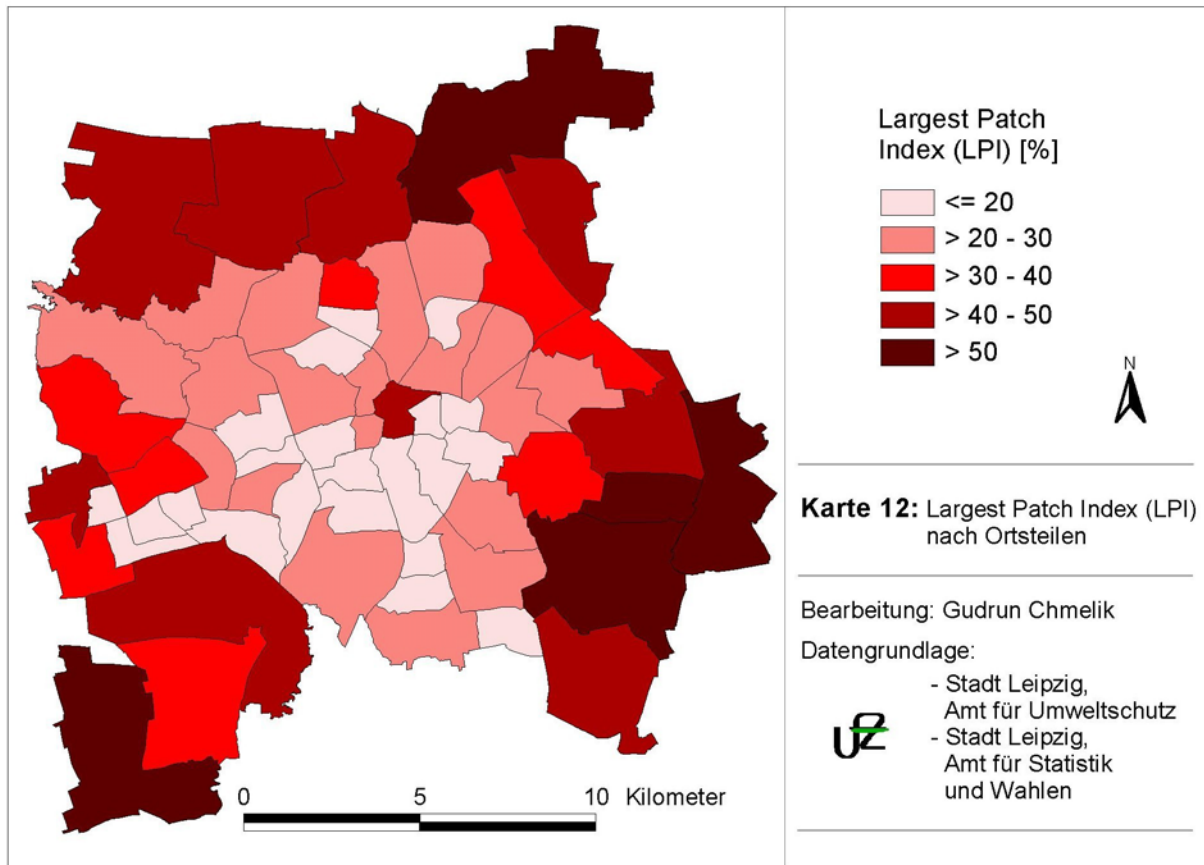
Leutzsch ist ein Villenviertel mit Siedlungscharakter und hat mit 1.917 EW/km² nur eine mittlere bis geringe Bevölkerungsdichte. Hier finden sich zudem Altbauten, Gewerbe, Kleingarten- und Sportanlagen (STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002b). Der Ortsteil wurde aber auch gewählt, weil er einen Teil des nördlichen Auwaldes (Leutzscher Holz mit Kleiner Luppe) umfasst.

Als ein Ortsteil am Stadtrand sowie als Beispiel einer Neueingemeindung wird abschließend Augenmerk auf Holzhausen gelegt. 1934 wurde das Straßenangerdorf Holzhausen mit dem historischen Rundlingsdorf Zuckelhausen zusammengeführt. Die Ortslagen sind gut durchgrünt. Holzhausen beinhaltet zudem viele Kleingärten, Kleingewerbeansiedlungen und im Osten große Ackerflächen und ist nur dünn besiedelt (STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002b).

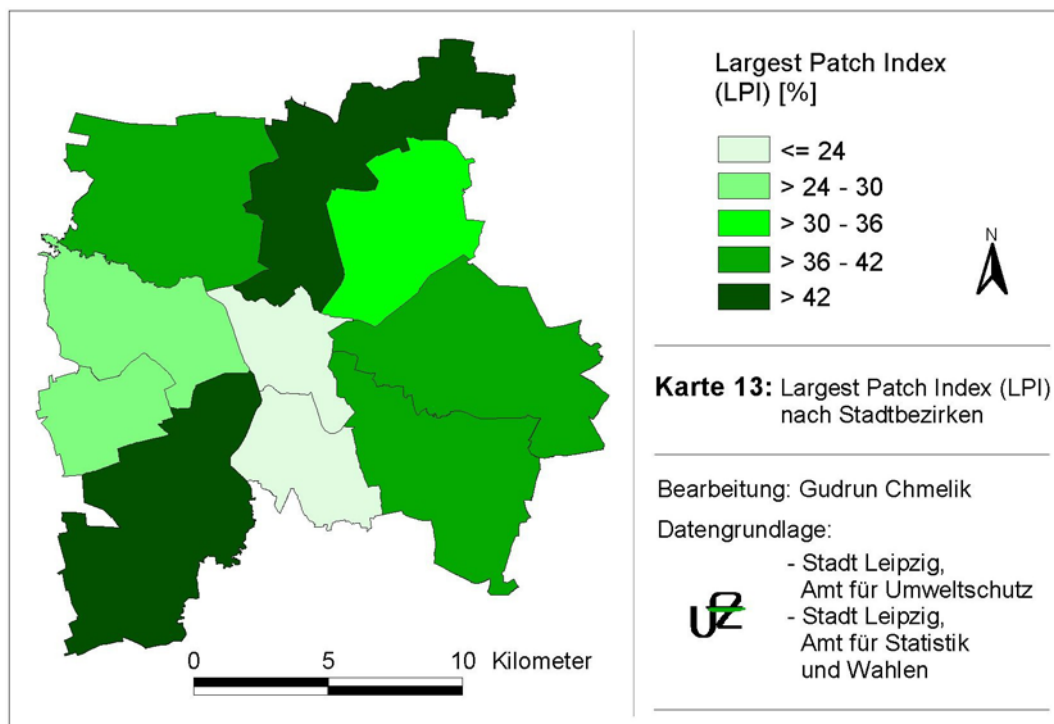
Der Largest Patch Index (Karte 12) zeigt einen Gradienten von den Stadträndern zum Stadtkern auf. Dies war zu erwarten, denn die Randbereiche sind noch ländlich geprägt, da sie erst neu eingemeindet wurden. Daher sind hier mit den Äckern große Flächen (LPI über 40 %) anzutreffen. Im Gegensatz dazu sind die Innenstadtgebiete heterogen und kleinstrukturiert, was sich in niedrigen LPI-Werten niederschlägt. Dicht bebaut sind ebenfalls die Ortsteile von Grünau (LPI bis 20 %).

Auf der Hierarchieebene der Stadtbezirke (Karte 13) zeigt sich, dass das Zentrum und der Süden von kleinen Flächen (im Mittel 23,1 bzw. 23,7 % der Rasterquadrate), der Norden (45,9 %) und Südwesten (46,7 %) dagegen von großen Einzelflächen geprägt sind (Abbildung 31).

Werden die ausgewählten Ortsteile betrachtet, zeigt sich, dass sechs der sieben Stadtviertel ähnliche Zahlen aufweisen und sich zwischen 13,5 % und 21,4 % bewegen (Abbildung 29), fünf davon sind in der niedrigsten LPI-Klasse bis 20 %. Holzhausen dagegen hat mit Abstand die größten Einzelflächen (54,9 %), da der Ortsteil zu den Neueingemeindungen gehört und viele Landwirtschaftsflächen beinhaltet.



Karte 12: Largest Patch Index (LPI) nach Ortsteilen



Karte 13: Largest Patch Index (LPI) nach Stadtbezirken

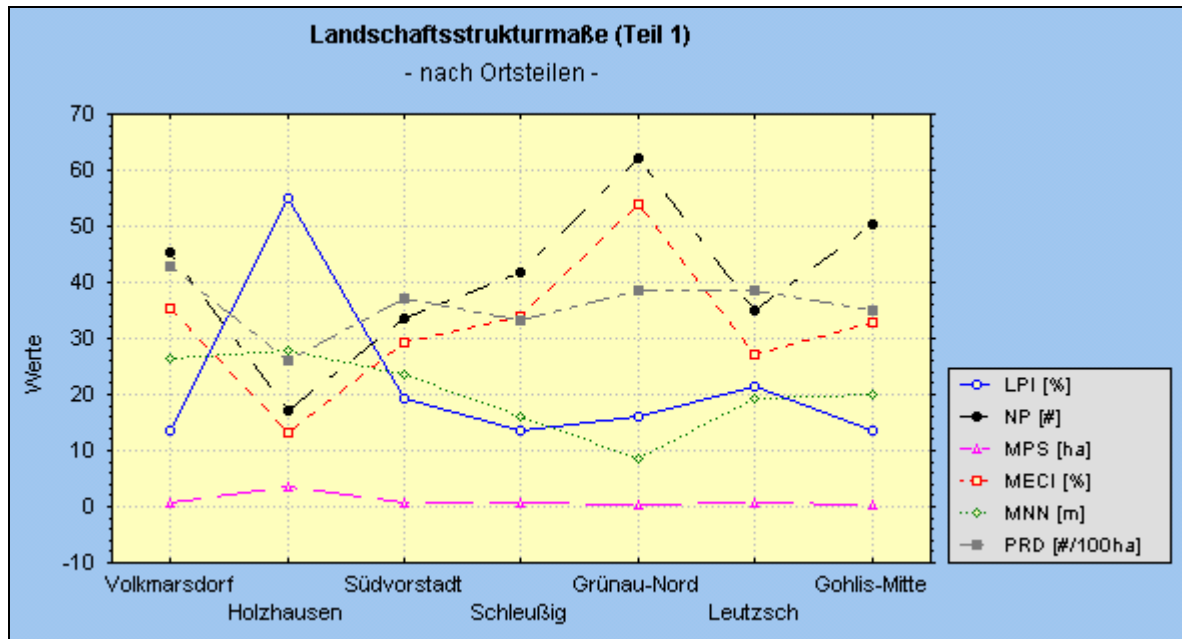


Abbildung 29: verschiedene Landschaftsstrukturmaße (Teil 1), dargestellt für die Ortsteile

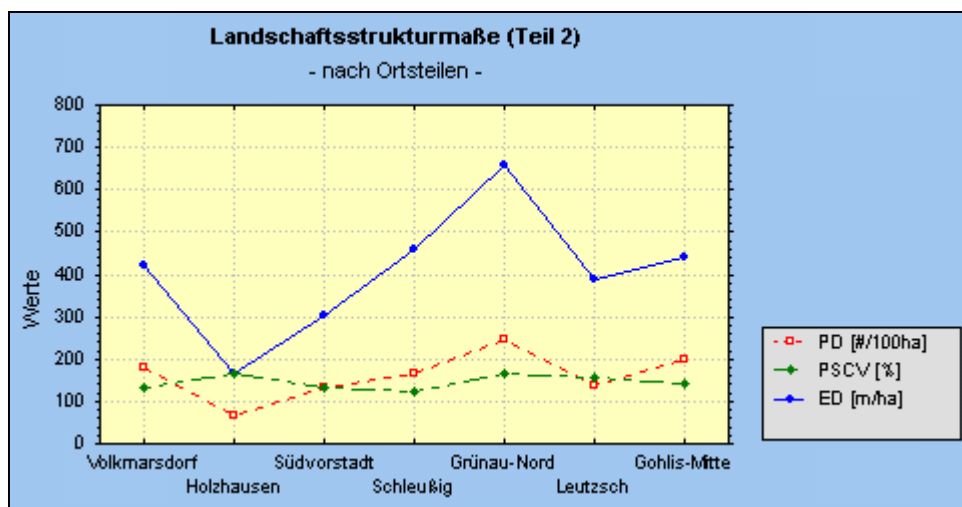
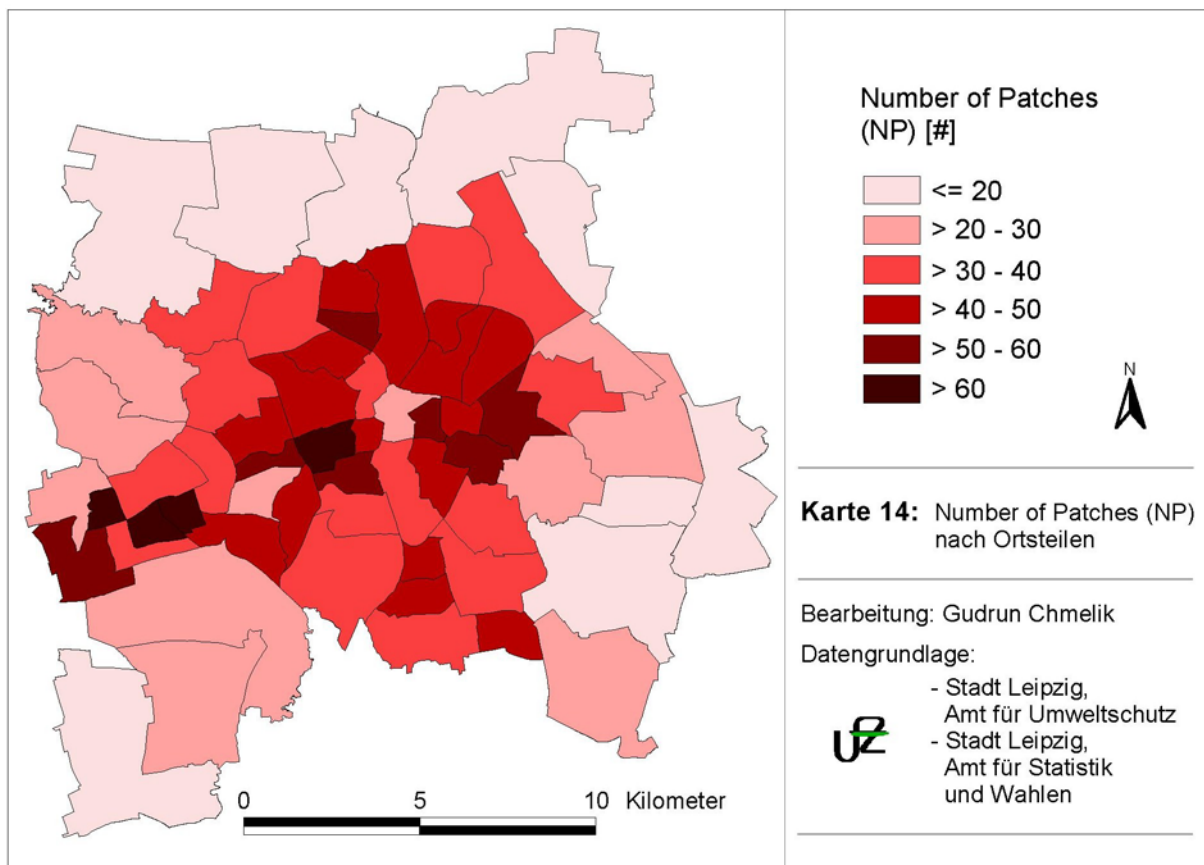


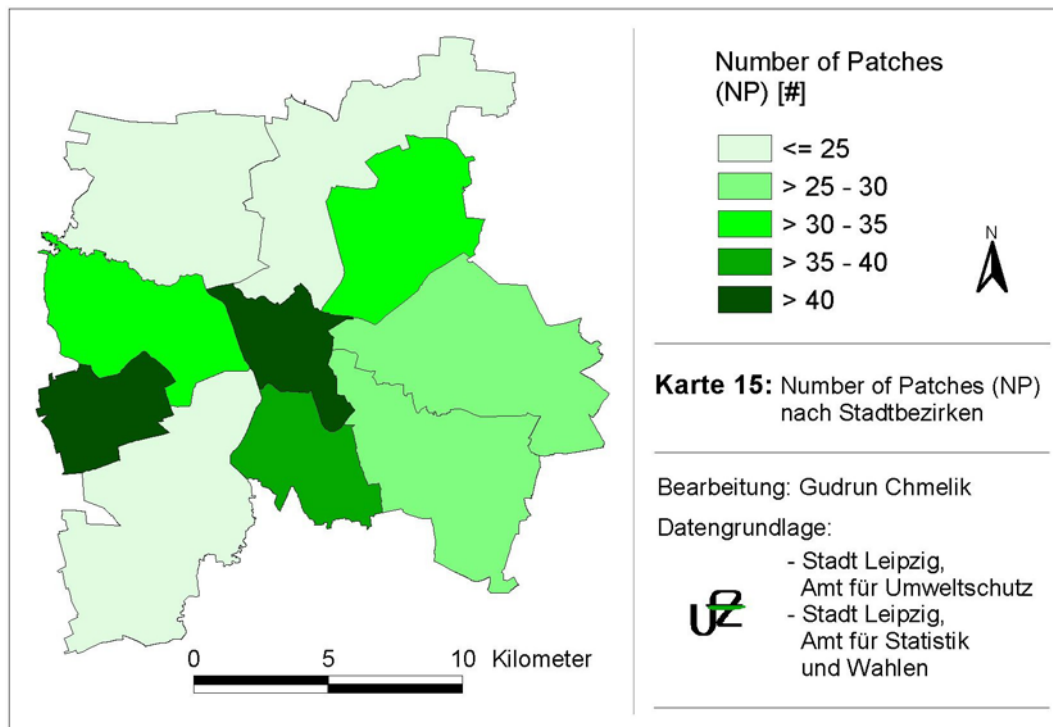
Abbildung 30: verschiedene Landschaftsstrukturmaße (Teil 2), dargestellt für die Ortsteile

Die größte Anzahl der Landschaftselemente mit durchschnittlich über 40 Patches je Rasterquadrat ist im Bezirk Mitte, im Süden und im Westen zu finden (Karte 15 und Abbildung 32). Letzteres konzentriert sich auf die engeren Grünau-Viertel, bei ersterem zeigt der Ortsteil Zentrum-West die größten Werte (Karte 14). Die hohen NP-Zahlen offenbaren eine starke Fragmentierung der entsprechenden Gebiete. Im Gegensatz dazu stehen die randstädtischen Ortsteile im Norden, Südwesten und Südosten. Die Patch-Anzahl nimmt in etwa ringförmig zum Stadtzentrum hin zu.

Auch unter den sieben ausgesuchten Stadtvierteln (Abbildung 29) weist natürlich Grüna-Nord den höchsten Wert auf (62 Patches). Jedoch auch Gohlis-Mitte mit 50,3 ist hoch fragmentiert, gefolgt von Volkmarsdorf mit im Schnitt 45,5 Einzelementen pro Raster. Relativ homogen dagegen zeigt sich Holzhausen (17,1 Patches). Dies deckt sich im wesentlichen auch mit den Daten zur Bevölkerungsdichte.

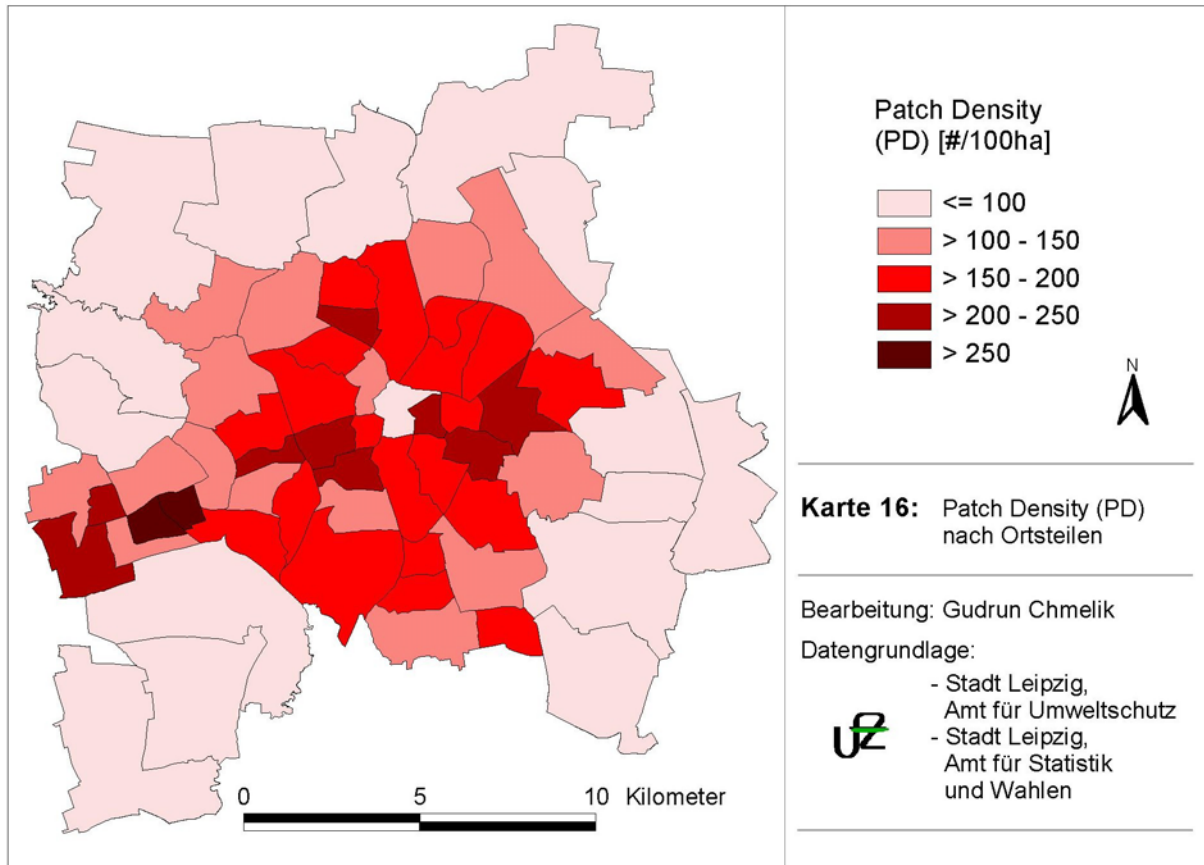


Karte 14: Number of Patches (NP) nach Ortsteilen

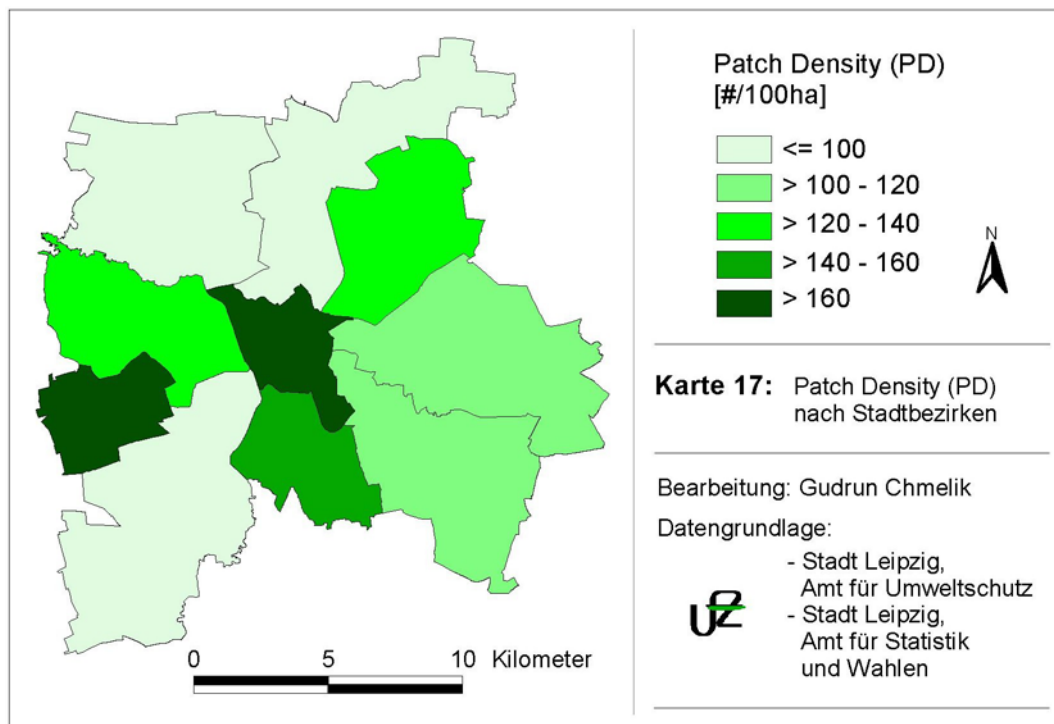


Karte 15: Number of Patches (NP) nach Stadtbezirken

Ähnliches zeigt sich bei der Betrachtung der Patchdichte. Hier stechen Grüna-Ost und Grüna-Mitte mit Dichten bis zu 344 Patches je 100 Hektar hervor (Karte 16). Grüna-Nord erreicht immerhin einen Wert von 248 und steht damit wiederum an der Spitze im Vergleich der sieben ausgewählten Ortsteile (Abbildung 30). Gohlis-Mitte hat ebenfalls eine hohe Dichte (201 Patches je 100 Hektar). Im mittleren Bereich liegen Volkmarisdorf (182) und Schleußig (167), gefolgt von Leutzsch (140) und der Südvorstadt (134). Mit 68,5 Patches auf 100 Hektar hat Holzhausen mit Abstand die niedrigste Dichte. Dies entspricht dem allgemeinen Trend der Dichteabnahme vom Zentrum zum Stadtrand. Deutlich sichtbar ist ein Ring geringer Dichten (bis 100 Elemente je Hektar) im Außenbereich, unterbrochen lediglich vom dicht bebauten und -bevölkerten Westen Leipzigs. Die hohen Patchdichten im Westen, insbesondere in Grüna, sowie im Innenbereich der Stadt spiegeln sich auch auf der Ebene der Stadtbezirke wider (Karte 17 und Abbildung 33).



Karte 16: Patch Density (PD) nach Ortsteilen

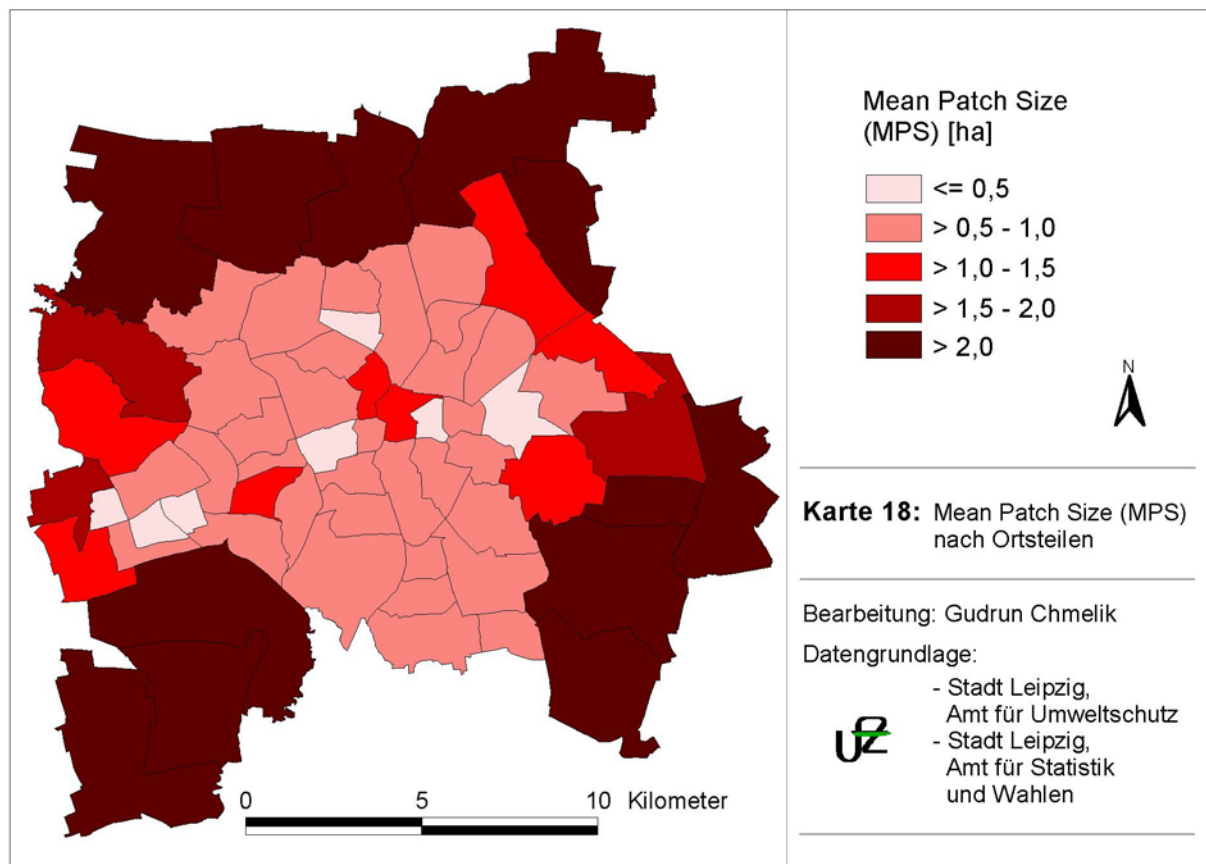


Karte 17: Patch Density (PD) nach Stadtbezirken

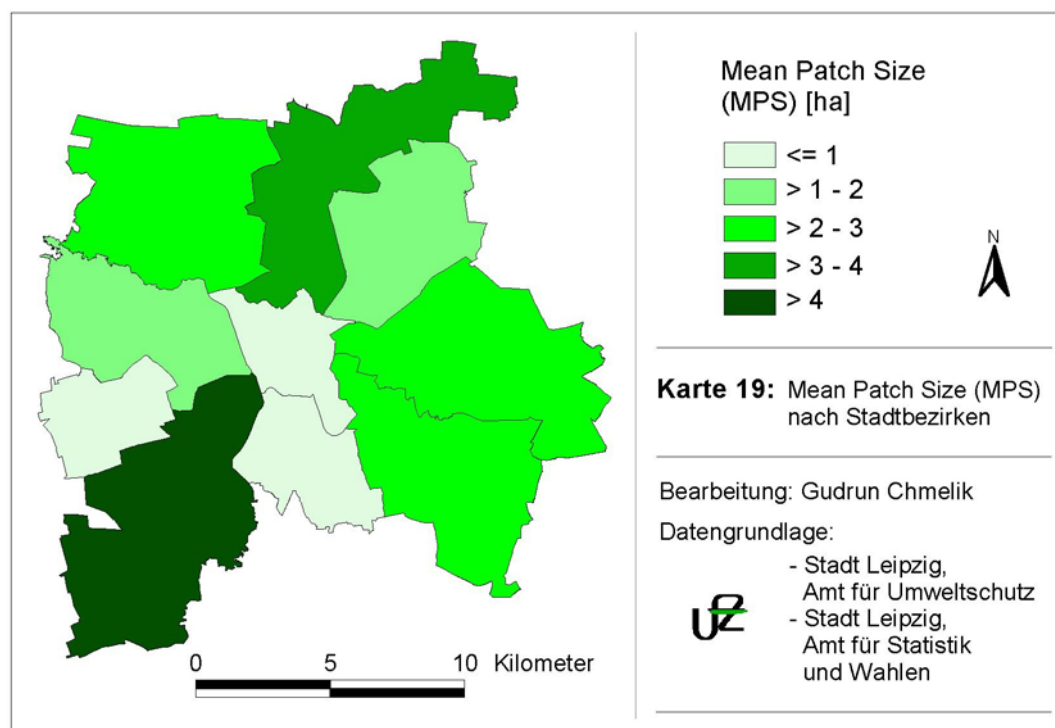
Umgekehrt zu NP und PD zeigt sich der Index MPS (Karte 18), denn die mittleren Flächengrößen der Patches sind im Stadtrandbereich am größten. Dies trifft insbesondere auf die neueingemeindeten agrargeprägten Ortsteile zu. Sie erreichen Werte bis zu 7,8 ha (Rehbach-Knautnaundorf im Südwesten). Mehr als die Hälfte der 63 Stadtviertel Leipzigs weisen mittlere Elementgrößen von über 0,5 ha bis 1 ha auf. In diese Gruppe fallen auch vier der sieben ausgewählten Ortsteile. Im Bereich bis 0,5 ha sind nur sieben Stadtviertel zu finden, darunter Grünau und Gohlis-Mitte.

Entsprechend des großen LPI-Wertes, steht Holzhausen auch bei den mittleren Flächengrößen im Vergleich der näherbetrachteten Ortsteile an erster Stelle (3,7 ha), während die übrigen zwischen 0,4 ha (Grünau-Nord) und 0,8 ha (Südvorstadt) einander ähneln (Abbildung 29) und damit wesentlich stärker fragmentiert sind als Holzhausen.

Insgesamt gesehen sind die geringsten Patchgrößen im Süden mit 0,7 ha und in der Stadtmitte, aber auch im Westen und in Alt-West zu finden, die größten dagegen im Südwesten (4,3 ha), gefolgt vom Nordosten (vgl. Karte 19 und Abbildung 34).



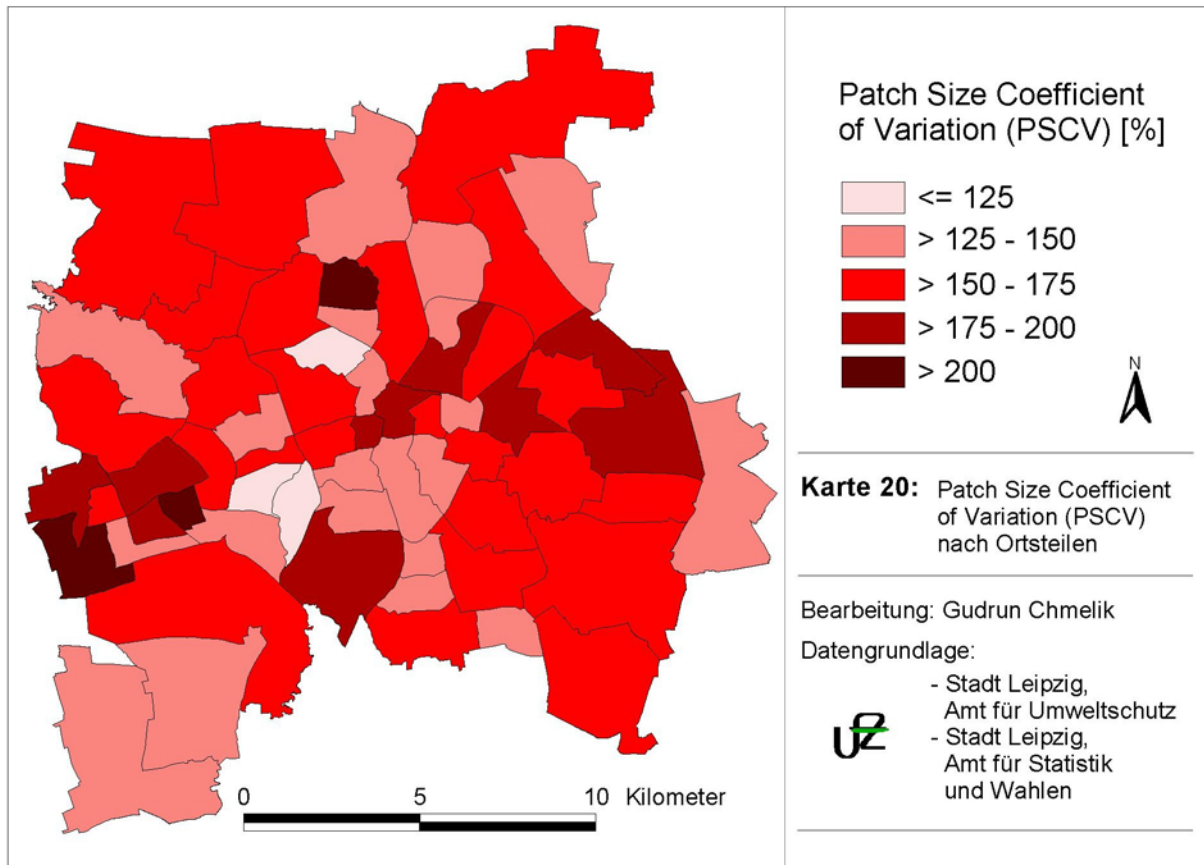
Karte 18: Mean Patch Size (MPS) nach Ortsteilen



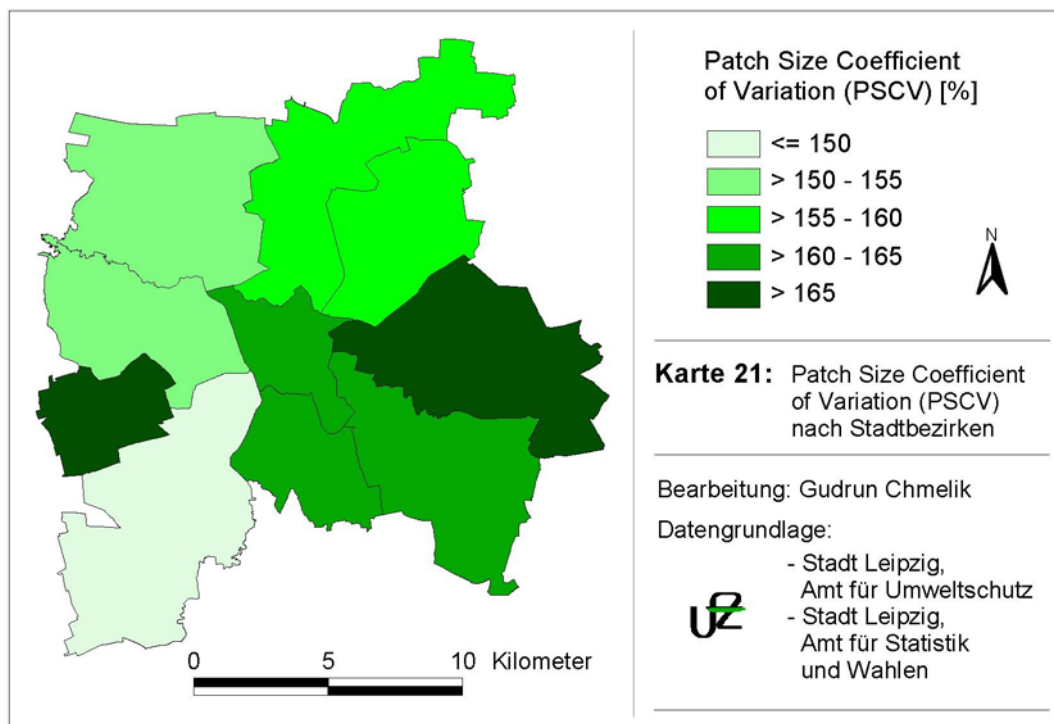
Karte 19: Mean Patch Size (MPS) nach Stadtbezirken

Während bei anderen Strukturmaßen ein deutlicher Gradient zwischen Stadtmitte und Stadtrand zu verzeichnen ist, ist dies bei der Streuung der Patchgrößen nicht der Fall (vgl. Karte 20). Die meisten Ortsteile weisen eine mittlere Varianz auf, in der kleinsten und in der größten PSCV-Klasse sind jeweils nur drei Stadtviertel enthalten. Die Werte bei den ausgewählten Ortsteilen schwanken zwischen 125 % und 167 %. Letzteres betrifft Holzhausen, die relativ hohe Varianz der Flächengrößen hängt mit dem Vorhandensein von sowohl großen Ackerflächen als auch kleinstrukturierter Bebauung in der Ortschaft zusammen. Mit 164 % liegt Grünau-Nord nur knapp darunter. In Schleußig dagegen sind die Flächengrößen weniger heterogen (Abbildung 30).

Auf der Ebene der Stadtbezirke (Karte 21) zeigen sich im Osten und Westen die größten Unterschiede bei den Flächengrößen, wobei der Westen mit knapp 190 % Varianz weit von den anderen Stadtbezirken abweicht. Der Südwesten Leipzigs liegt stattdessen mit 142 % am unteren Ende der Skala. Alle anderen Bezirke zeichnen sich durch mittlere Flächengrößen-Variationen aus (Abbildung 35).



Karte 20: Patch Size Coefficient of Variation (PSCV) nach Ortsteilen

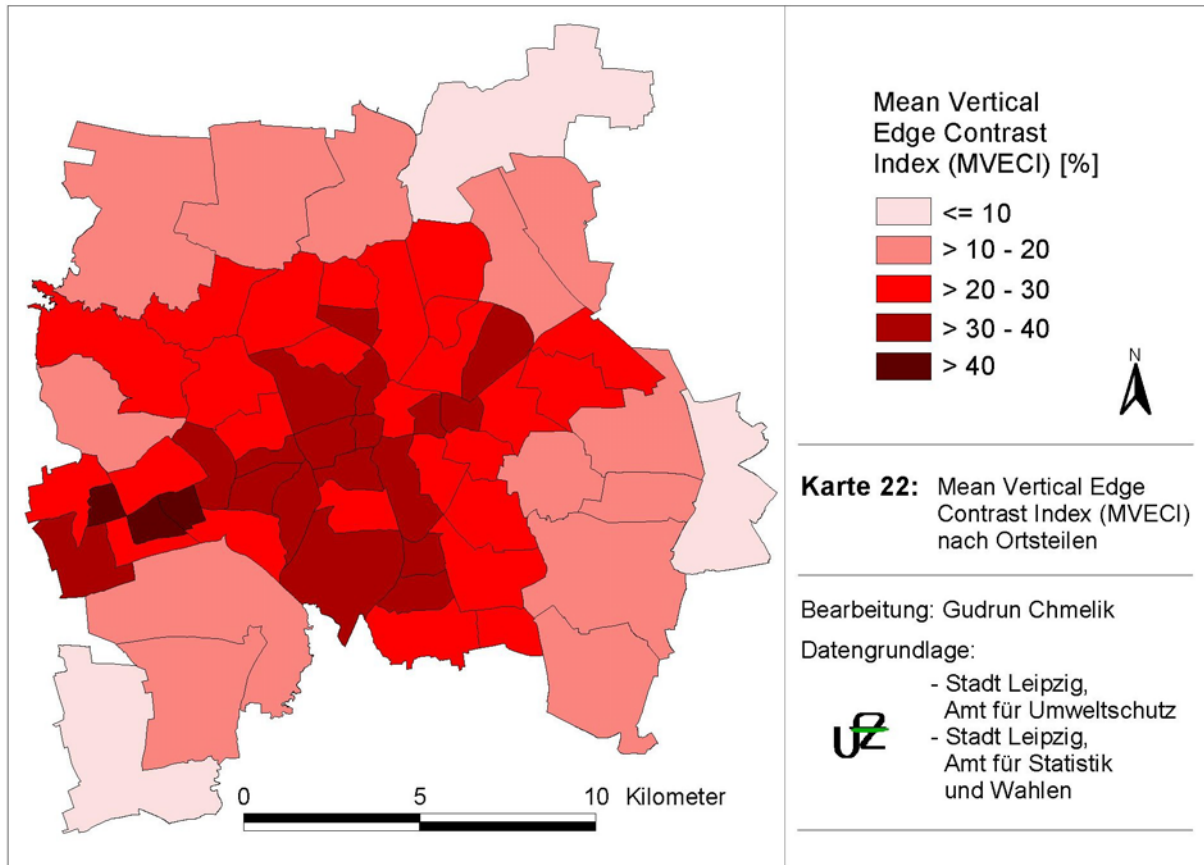


Karte 21: Patch Size Coefficient of Variation (PSCV) nach Stadtbezirken

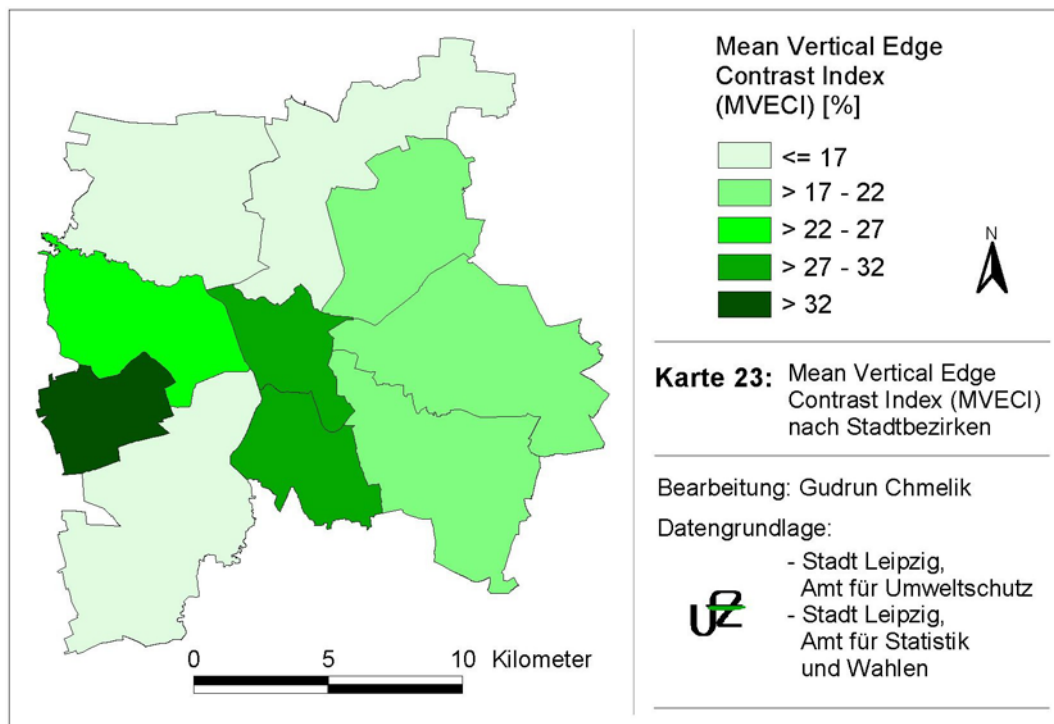
Karte 22 stellt den Höhenkontrast räumlich dar. Besonders deutlich kommt hier die Großwohnsiedlung Grünau heraus. Hier werden Werte bis 61,6 % erreicht. Der engere Stadtbereich, d.h. die Gebiete dichter städtischer Bebauung, ist gekennzeichnet von ausschließlich mittleren bis großen Höhenunterschieden zwischen den Patches, sie liegen zwischen 20 und 40 %. Zu den Stadträndern hin sinken diese Kontraste. Durchschnittlich weniger als 10 % sind lediglich in drei Ortsteilen zu finden.

Die Höhenkontraste der sieben näher betrachteten Stadtviertel schwanken zwischen 13,3 % und 54,1 % (Abbildung 29), wobei Holzhausen am Stadtrand liegend und damit im Übergangsbereich zwischen städtischer und ländlicher Prägung die niedrigsten Werte zeigt, während im Gegensatz dazu die größte Zahl Grünau-Nord zuzuordnen ist. Die übrigen Ortsteile bewegen sich im Bereich von 27,1 % in Leutzsch bis 35,4 % in Volkmarsdorf, dabei unterscheiden sich Volkmarsdorf, Gohlis-Mitte (33 %) und Schleußig (34 %) jedoch kaum.

Karte 23 verdeutlicht noch einmal die großen Höhenkontraste im Westen, dicht gefolgt vom Süden und der Mitte Leipzigs. Abgesehen von Alt-West schwanken die restlichen Stadtbezirke lediglich zwischen 15 % und 20 % (vgl. hierzu auch Abbildung 36).



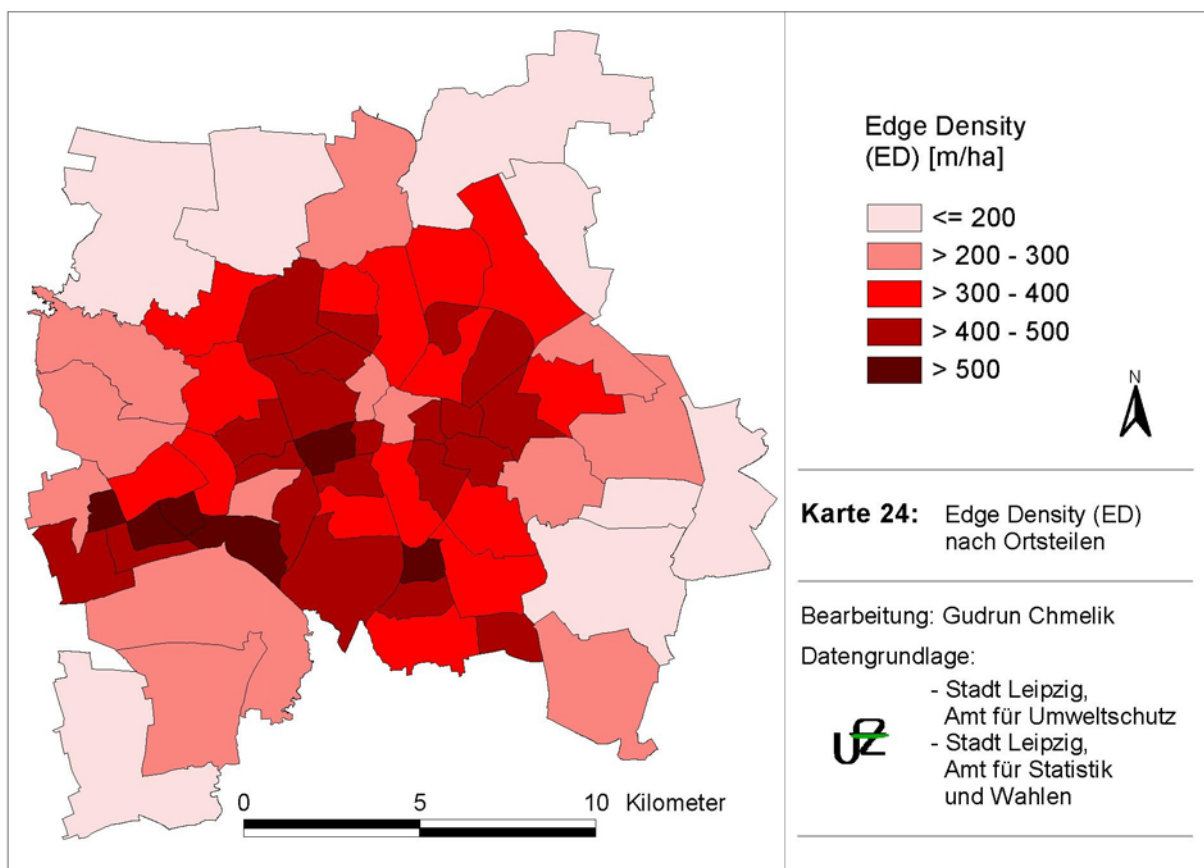
Karte 22: Mean Vertical Edge Contrast Index (MVECI) nach Ortsteilen



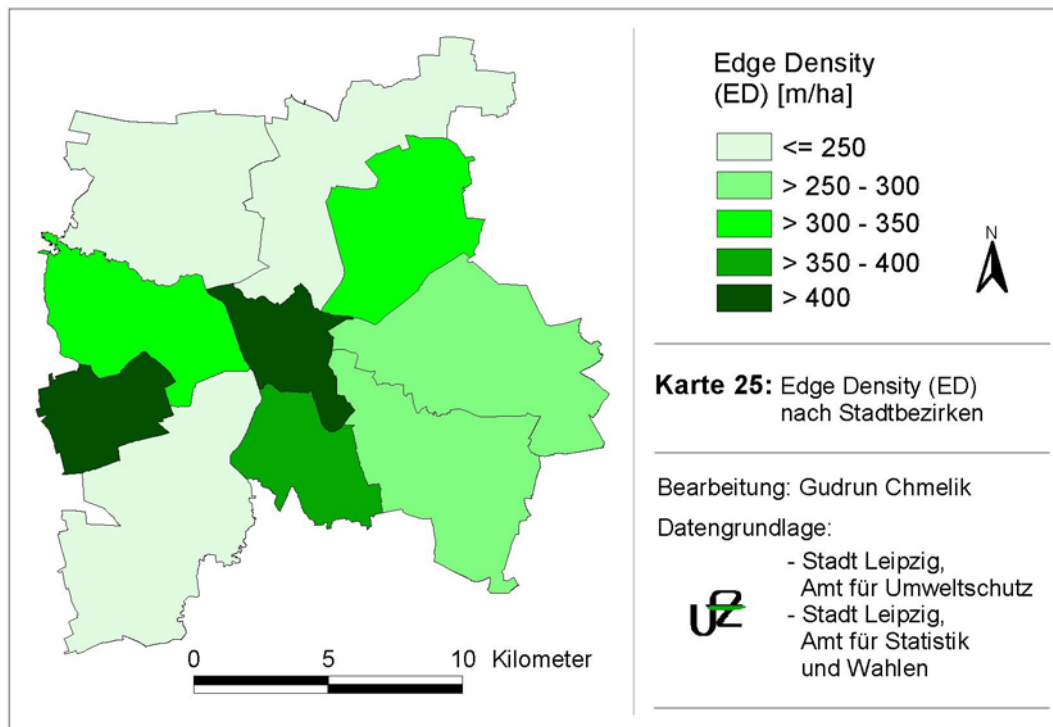
Karte 23: Mean Vertical Edge Contrast Index (MVECI) nach Stadtbezirken

Entsprechend großer Patchzahlen ist die Kantendichte in Grünau und Zentrum-West sehr hoch, dies trifft hier jedoch auch auf zwei weitere Stadtviertel zu (Karte 24). Ansonsten ist wiederum der Unterschied zwischen mittlerem Stadtbereich und Stadtrandbereich deutlich zu sehen, denn wo wenige Einzelelemente sind, können auch nur wenige Grenzen zwischen ihnen sein. Diese Ergebnisse zeigen sich auch auf der Ebene der Stadtbezirke (Karte 25). Im Westen beträgt die Kantendichte durchschnittlich 453 m/ha, in Mitte und Süd ist sie ebenfalls hoch. Im Südwesten, Nordwesten und Norden zeigen sich aufgrund der ländlichen Prägung die niedrigsten Dichten bezüglich der Patchgrenzen (vgl. Abbildung 37).

Bei der Betrachtung der ausgewählten Ortsteile (Abbildung 30) zeigt sich wie gewohnt ein Spitzenwert in Grünau-Nord (657,5 m/ha) und ein Tief bei Holzhausen (165,1 m/ha). Damit weichen beide weit voneinander ab. Die nächst größere Kantendichte ist mit 300,9 m/ha in der Südvorstadt zu finden. Die übrigen vier Ortsteile bewegen sich zwischen 388,5 m/ha (Leutzsch) und 460,6 (Schleußig).

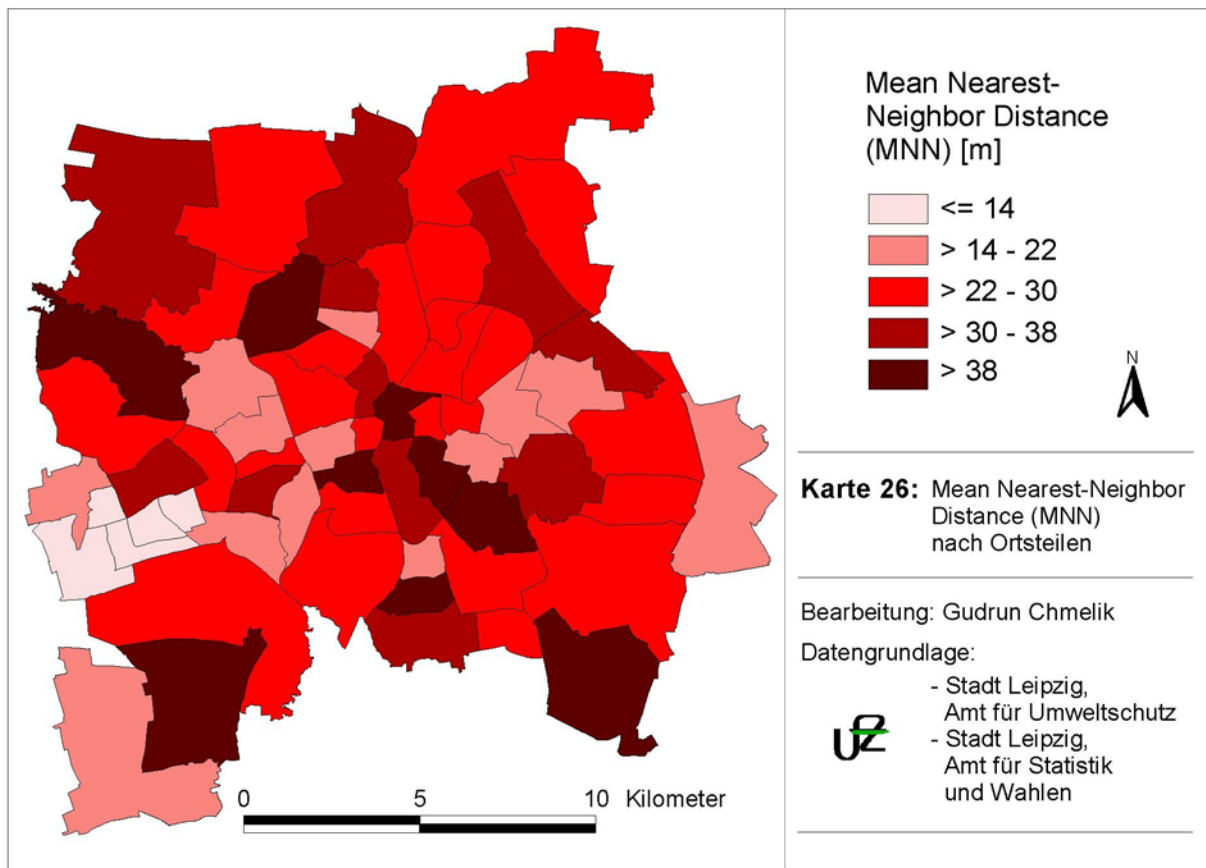


Karte 24: Edge Density (ED) nach Ortsteilen

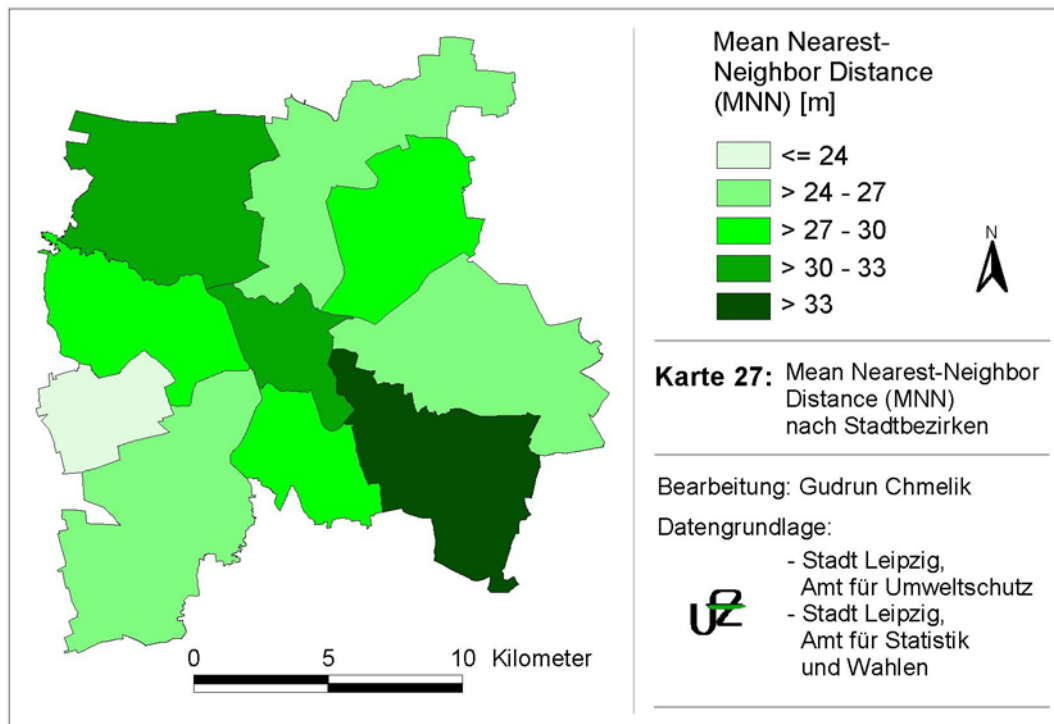


Karte 25: Edge Density (ED) nach Stadtbezirken

Die mittleren Nächst-Nachbar-Distanzen sind relativ inhomogen über das Untersuchungsgebiet verteilt (Karte 26). Werte über 38 m zeigen sich sowohl in zentrumsnahen Ortsteilen als auch am Stadtrand. Insbesondere der gesamte Norden ist gekennzeichnet durch mittlere bis hohe Entfernungen zwischen 22 m und 38 m. Mittlere Distanzen zum nächsten Element desselben Patchtyps unter 14 m sind nur in Grünau zu finden. Aufgrund dessen weist auch der Stadtbezirk West mit durchschnittlich 17,3 m die geringsten Zahlen auf (Karte 27). Die größten Werte sind in Südost, Mitte und Nordwest zu verzeichnen, mit bis zu 33,2 m im ersteren Fall. Die übrigen Stadtbezirke bewegen sich zwischen 25 m und 28,5 m (vgl. Abbildung 38). Wie nicht anders zu erwarten, liegen auch hier wieder unter den ausgesuchten Ortsteilen (Abbildung 29) die Höchst- und Tiefstwerte in Holzhausen (28 m) und in Grünau-Nord (8,5 m), wobei jedoch Holzhausen dicht gefolgt wird von Volkmarsdorf mit 26,4 m sowie der Südvorstadt mit 23,7 m. Der Unterschied von 20 m zwischen den beiden Extremen liegt begründet in der dichten und einförmigen Bebauung mit überwiegend Großwohnblocks in Grünau und einer größer strukturierten Anlage und Verteilung der Patches und Patchtypen am Stadtrand (hier Holzhausen). Die relativ großen Nächst-Nachbar-Entfernungen im dichtbebauten Volkmarsdorf im Leipziger Osten erklären sich aus einer Vielzahl unterschiedlicher Bebauungsformen (vgl. auch Index PRD).



Karte 26: Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN) nach Ortsteilen

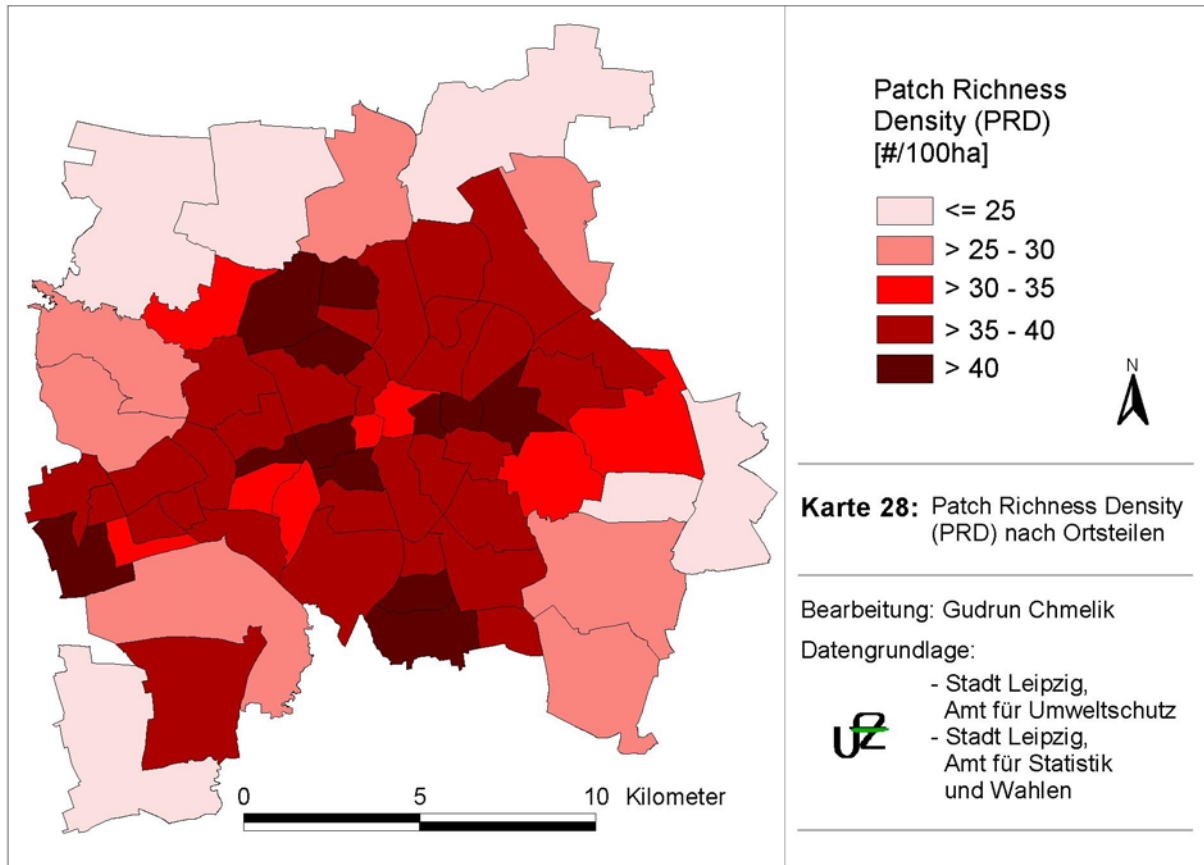


Karte 27: Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN) nach Stadtbezirken

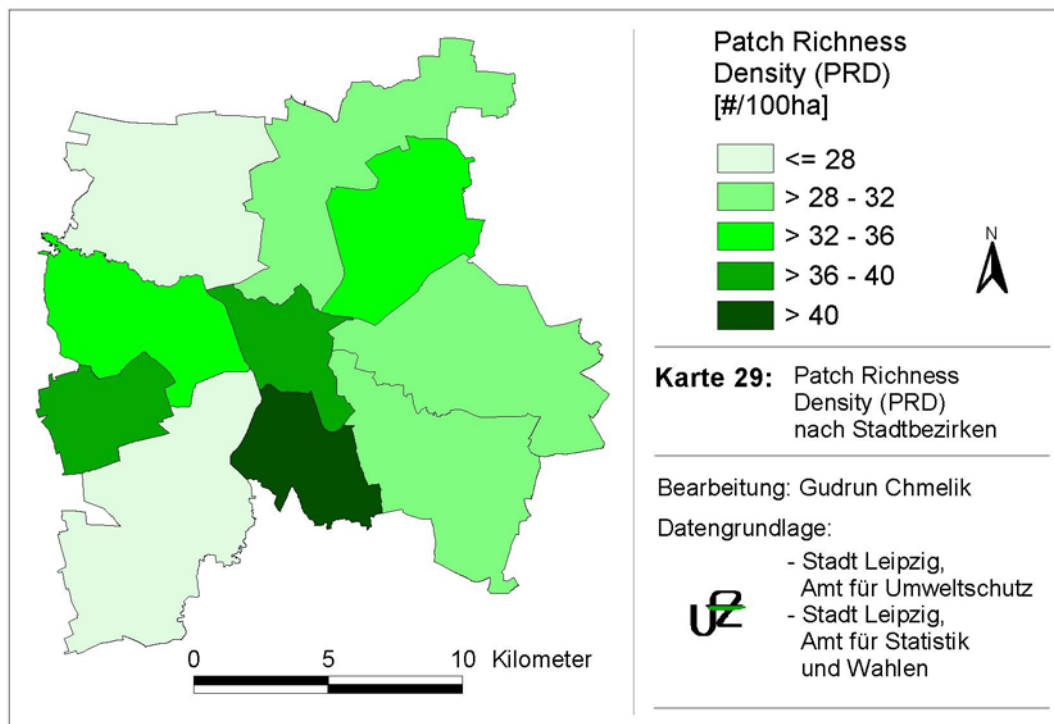
Bezüglich der Reichhaltigkeit an Patchtypen fallen fünf Gebiete mit großen Werten auf (Karte 28): sowohl westlich als auch östlich und nördlich des Stadtzentrums sowie im Süden und Westen der Stadt. Neben vereinzelt Stadtvierteln mittlerer Dichten, konzentrieren sich im engeren Stadtgebiet hohe Werte über 35 bis 40 Klassen je 100 ha. Wenige Klassen und damit eine geringe Vielfalt sind dagegen in den Ortsteilen am Stadtrand zu finden.

Holzhausen zeigt demzufolge zwar erneut die niedrigste Zahl (26 Patchtypen/100ha), die meisten Klassen kommen jedoch in Volksmarsdorf vor (43 je 100 ha). Damit ist dieser Ortsteil sehr heterogen strukturiert. In Grünau-Nord sind mit durchschnittlich 38,7 je 100 ha aber ebenfalls viele Klassen vorhanden, wie auch in Leutzsch (38,4) und in der Südvorstadt (37,2). Gohlis-Mitte (35 Klassen je 100 ha) und Schleußig (33,2) liegen gleichfalls dicht beieinander (Abbildung 29).

Aus der Karte 29 ist ersichtlich, dass der Süden den größten Klassenreichtum besitzt. Die Mitte und der Westen folgen dicht auf. Im Süd- und Nordwesten aber auch im Norden kommen dagegen die wenigsten Patchtypen vor (vgl. auch Abbildung 39).



Karte 28: Patch Richness Density (PRD) nach Ortsteilen



Karte 29: Patch Richness Density (PRD) nach Stadtbezirken

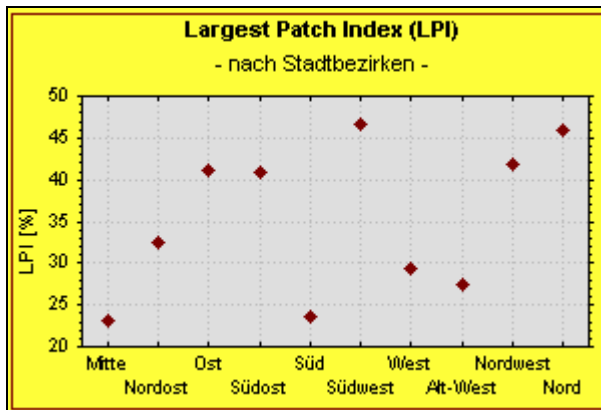


Abbildung 31: Largest Patch Index (LPI) dargestellt anhand von Stadtbezirken

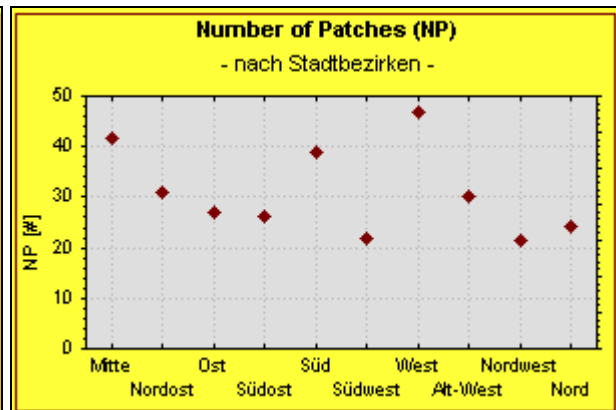


Abbildung 32: Number of Patches (NP) dargestellt anhand von Stadtbezirken

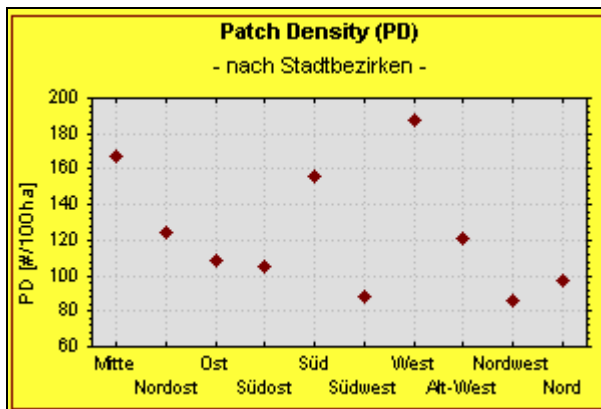


Abbildung 33: Patch Density (PD) dargestellt anhand von Stadtbezirken

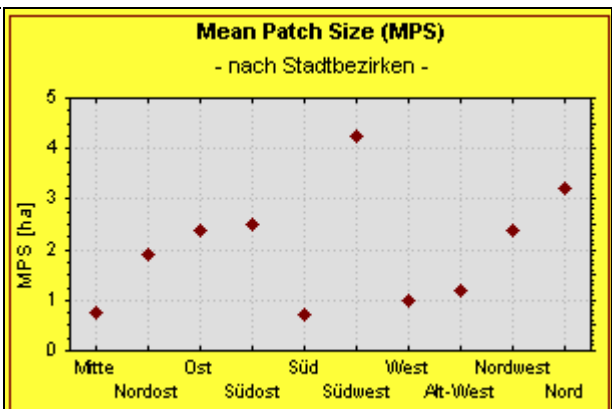


Abbildung 34: Mean Patch Size (MPS) dargestellt anhand von Stadtbezirken

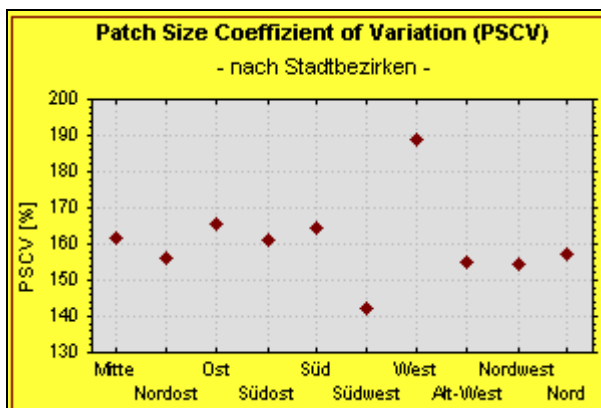


Abbildung 35: Patch Size Coefficient of Variation (PSCV) dargestellt anhand von Stadtbezirken

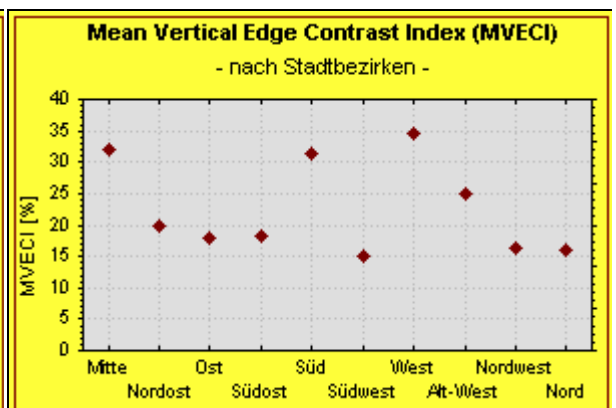


Abbildung 36: Mean Vertical Edge Contrast Index (MVECI) dargestellt anhand von Stadtbezirken

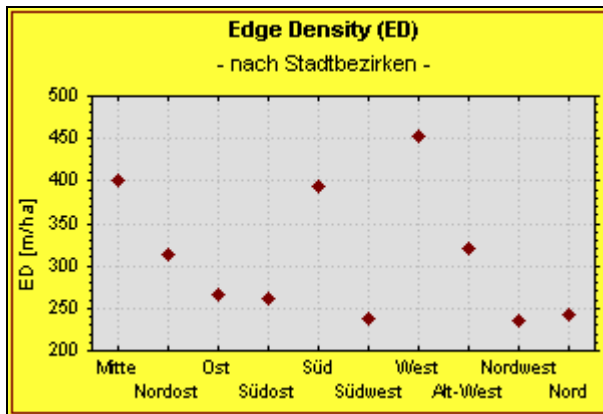


Abbildung 37: Edge Density (ED) dargestellt anhand von Stadtbezirken

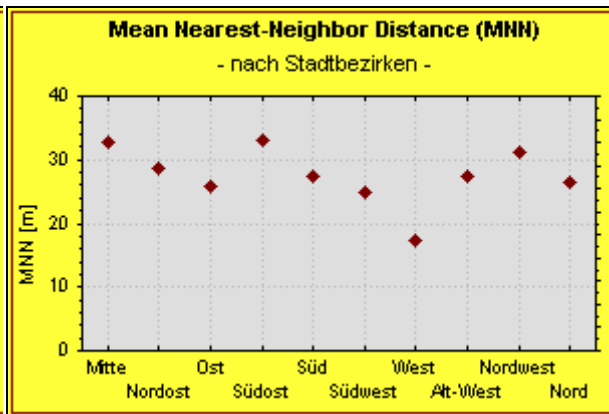


Abbildung 38: Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN) dargestellt anhand von Stadtbezirken

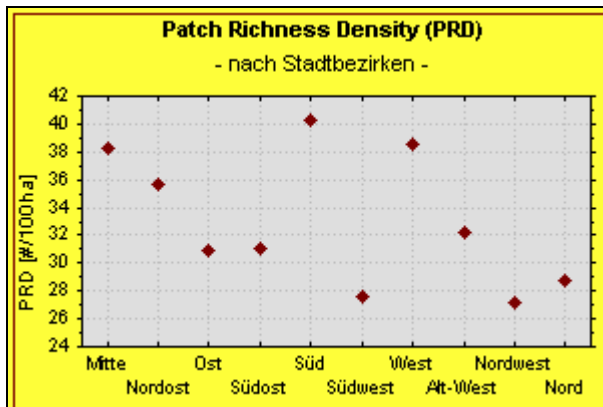


Abbildung 39: Patch Richness Density (PRD) dargestellt anhand von Stadtbezirken

Insgesamt betrachtet kann festgestellt werden, dass das Stadtkerngebiet kleinteilige Strukturen mit einer hohen Patchzahl aufweist und damit sehr heterogen gestaltet ist. Die Großwohnsiedlung Grünau zeigt jedoch die höchste Patchdichte und damit auch eine sehr hohe Kantendichte. Der Höhenkontrast zwischen den Patches ist hier am größten. Dieses Gebiet ist außerdem gekennzeichnet durch geringe Flächengrößen der Landschaftselemente sowie hohe Kantendichten.

Im Gegensatz dazu sind am Stadtrand dörfliche Siedlungsstrukturen mit landwirtschaftlich geprägtem Charakter vorherrschend, was sich anhand der Strukturmaße widerspiegelt. Aufgrund der vielen Äcker sind hier hohe Flächengrößen und geringe Bebauungs- und Bevölkerungsdichten charakteristisch.

Tabelle 5: Übersicht über die Landschaftsstrukturmaße in den ausgewählten Ortsteilen

	LPI	NP	PD	MPS	PSCV	MVECI	ED	MNN	PRD
Volkmarsdorf	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	↑ +	↗ +
Holzhausen	↑ +	↓ +	↓ +	↗ +	→ ☺	↓ *	↓ +	↑ +	↓ -
Südvorstadt	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	↘ +	↗ +	→ ☺
Schleußig	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺
Grünau-Nord	→ ☺	↑ -	↑ -	→ ☺	→ ☺	↑ -	↑ -	↓ -	→ ☺
Leutzsch	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺
Gohlis-Mitte	→ ☺	↗ -	↗ -	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺

Tabelle 6: Übersicht über die Strukturmaße in den Stadtbezirken

	LPI	NP	PD	MPS	PSCV	MVECI	ED	MNN	PRD
Mitte	↓ -	↑ -	↑ -	↓ -	→ ☺	↑ -	↑ -	↑ -	↑ +
Nordost	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	↓ +	→ ☺	→ ☺	↗ +
Ost	↗ +	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	↓ +	↘ +	→ ☺	→ ☺
Südost	↗ +	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	↓ +	↘ +	↑ -	→ ☺
Süd	↓ -	↑ -	↑ -	↓ -	→ ☺	↑ -	↑ -	→ ☺	↑ +
Südwest	↑ +	↓ +	↓ +	↑ +	↓ -	↓ +	↓ +	→ ☺	↓ -
West	↘ -	↑ -	↑ -	↓ -	↑ +	↑ -	↑ -	↓ +	↑ +
Alt-West	↘ -	→ ☺	→ ☺	↓ -	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺
Nordwest	↗ +	↓ +	↓ +	→ ☺	→ ☺	↓ +	↓ +	→ ☺	↓ -
Nord	↑ +	↓ +	↓ +	↗ +	→ ☺	↓ +	↓ +	→ ☺	↓ -

Wert	Bewertung
↑ hoch	+ positiv
→ mittel	○ weder/noch
↓ niedrig	- negativ
↗ mittel bis hoch	* keine Aussage möglich
↘ mittel bis niedrig	

Dieses Teilkapitel hat sich mit den Strukturen in den Ortsteilen und den Stadtbezirken beschäftigt und die Ergebnisse können mittels der Tabelle 5 und

Tabelle 6 zusammengefasst werden. Hier ist festzustellen, dass die Index-Werte für Holzhausen als Beispiel für eine Neueingemeindung am Stadtrand überwiegend positiv zu bewerten sind, während Grünau-Nord hauptsächlich Merkmale mit ungünstigen Wirkungen aufweist. Schleußig und Leutzsch als innerstädtische Stadtviertel mit sowohl dichter bebauten Gebieten als auch Waldanteilen zeigen dagegen ausschließlich mittlere Werte. Bei den Stadtbezirken sind nachteilige Strukturmerkmale insbesondere für Mitte kennzeichnend, da das Gebiet, wie für ein Stadtzentrum einer Großstadt zu erwarten sehr dicht bebaut ist. Im Gegensatz dazu können die Ergebnisse der Strukturmaße für den Südwesten, Norden und Nordwesten überwiegend positiv bewertet werden. Dies hängt u.a. mit den landwirtschaftlichen geprägten Gebieten sowie großteils eher aufgelockerter Bebauung in diesen Bezirken zusammen.

8.2.2. Klassenebene

Im folgenden werden die Ortsteile sowie Stadtbezirke auf Klassenebene, d.h. bezüglich der sieben ausgesuchten Klassen (vgl. Kapitel 8.1.2), untersucht.

Der Index %LAND zeigt für die Stadtbezirke die größte Schwankung bei den naturnahen Wäldern (Klasse 33) (Abbildung 40). Im Süden, Nordwesten und in Alt-West sind große Flächen bewaldet. Hierin wird der Verlauf des Elster-Pleiße-Luppe-Auwaldes durch das Stadtgebiet von Leipzig deutlich. Selbst im Bezirk Mitte ist ein vergleichsweise hoher Waldanteil zu

verzeichnen, da die Aue bis ans Zentrum heranreicht, eine Besonderheit für eine Großstadt (vgl. Kapitel 5.1). Im Osten, Nordosten und Westen ist dagegen kaum Wald zu finden, diese Gebiete weisen stattdessen

mehr Einzelhausbebauung (Klasse 8) auf. Diese Bauform hat im Stadtzentrum nur einen verschwindend geringen Anteil, hier herrschen andere Bauungstypen vor. Die Kleingärten (Klasse 22)

verteilen sich in etwa gleichförmig übers Stadtgebiet, in West ist ihr Anteil geringer, wie zu erwarten, ist diese Klasse in Mitte nicht vorhanden. Außer im Süden und Westen sowie in Mitte haben die Grün- und Parkanlagen mit Baumbestand, Botanischen und Zoologischen Gärten (Klasse 18) geringere Flächenanteile als die Kleingärten. Hier zeigt sich die besondere Ausprägung des Kleingartenwesens in Ostdeutschland (STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN 2002d). Im Osten von Leipzig ist insgesamt das wenigste Grün (Parks und Wälder) vorhanden. Alle Stadtbezirke werden von Gewässern (Klasse 24 und 25) durchflossen, am häufigsten im Südosten, Südwesten, aber auch in Mitte. Die Klasse der stark versiegelten Industrie- und Gewerbeflächen, Ver- und Entsorgungsanlagen (Klasse 14) ist verhältnismäßig stark vertreten, insbesondere in Alt-West, Nord und Mitte. Zum Beispiel umfasst der Bezirk Alt-West die alten Industrie- und Gewerbestandorte von

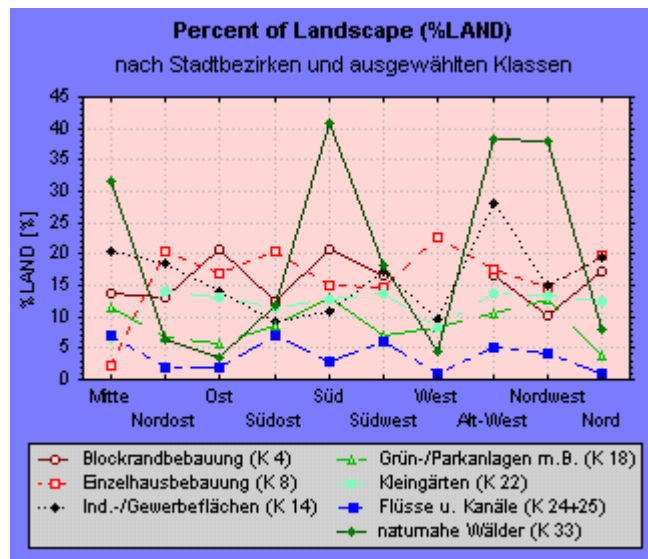


Abbildung 40: Percent of Landscape (%LAND) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen

Plagwitz. Im Südosten sowie im Westen mit der Großwohnanlage Grünau haben sie dagegen nur geringe Anteile.

Entsprechend diesen Ausführungen hat Leutzsch im Vergleich der sieben Ortsteile (Abbildung 50) den größten Waldanteil aufzuweisen, gefolgt von Schleußig, denn diese beiden beinhalten Teile des Auwaldes. Dagegen gibt es in den dicht bebauten Vierteln Volkmarsdorf und Gohlis-Mitte, aber auch in Holzhausen keine naturnahen Wälder. Die Aue verläuft zwar auch durch die Südvorstadt, jedoch nur am Rande, daher ist der Waldanteil wesentlich geringer als in Leutzsch und Schleußig. Hier sind jedoch die Grün- und Parkanlagen mit Baumbestand am stärksten vertreten. Bei diesen Flächen handelt es sich vor allem um in solche umgewandelte ursprüngliche Auengebiete (z.B. Pferderennbahn). In Grünau-Nord finden sich keine Parks. Entgegen der Erwartung, dass in Schleußig und Leutzsch durch die Aue die Fließgewässer unter den Ortsteilen am stärksten vertreten sind, werden sie von Holzhausen weit übertroffen. Bei genauerer Betrachtung der Karte 34 fällt jedoch auf, dass hier keine fließenden Gewässer vorhanden sind, jedoch ist ein stehendes Gewässer (Tongrube) als Klasse 25 (Kanäle und kanalisierte Flüsse) ausgewiesen. Es hat sich damit gezeigt, dass ein Fehler in der Codierung der Stadtbiotopkartierung vorliegt. Hierdurch ergibt sich der große Wert, der jedoch als fehlerhaft zu betrachten ist.

Bei der Bebauung zeigt sich, dass insgesamt gesehen die Blockrandbebauung stärker vertreten ist als die Einzelhäuser (Abbildung 50). Aufgrund der Stadtrandlage ist aber in Holzhausen mehr Einzelhausbebauung zu finden, während in Volkmarsdorf, Gohlis-Mitte und der Südvorstadt geschlossene Bebauung vorherrscht. Da Grünau-Nord fast ausschließlich in Großformbebauung errichtet wurde, sind die betrachteten Bebauungsformen dort nicht vorhanden.

Die große Bedeutung der innerstädtischen Waldflächen in bestimmten Stadtteilen und Ortsteilen spiegelt auch der Index des größten Flächenelementes (LPI) wider (Abbildung 41). Diese Werte bewegen sich in etwa parallel zu den %LAND-Daten. Das trifft im Großen und Ganzen auf alle Klassen zu (Abbildung 50). In Leutzsch nehmen die größten Einzel-Waldflächen im Schnitt 22 % der betreffenden Teillandschaften (Raster) ein, in Schleußig 10 % und in der Südvorstadt nur noch 4 %. Dementsprechend verhalten sich auch die Werte auf der Ebene der Stadtbezirke.

Die Grün- und Parkanlagen mit Baumbestand haben ihre größten Einzelflächen mit 9,3 % in der Südvorstadt (Abbildung 50). Bei den Stadtbezirken liegen hier Süd (7,9 %) und Nordwest (7,2 %) in etwa gleich auf (Abbildung 41). Obwohl Schleußig unter den Ortsteilen den größten Flächenanteil an Kleingärten aufweist, ist das größte Element hier jedoch vergleichsweise nur von mittlerer Größe.

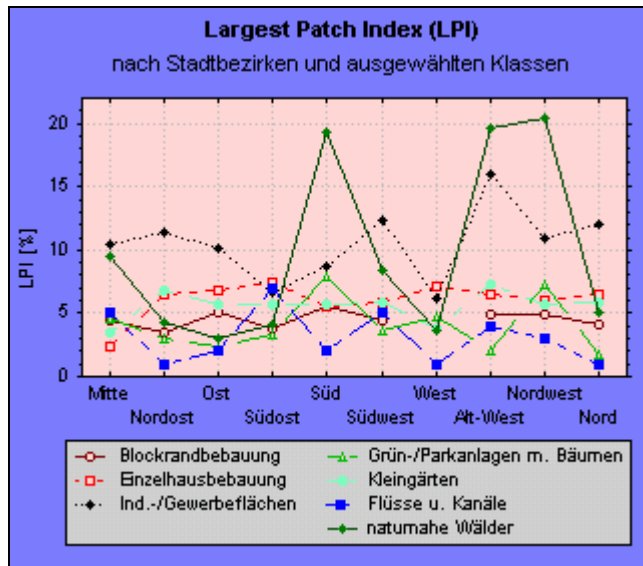


Abbildung 41: Largest Patch Index (LPI) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen

Während die Blockrandbebauung nur im Bezirk Mitte die Werte der Einzelhausbebauung übertrifft (4,4 % zu 2,3 %) und im Süden mit ihr gleich liegt (5,6 %), nehmen die größten Einzelpatches dieser Klasse der Einzelhausbebauung ansonsten stets mehr Fläche ein. Im Westen Leipzigs fällt zudem das völlige Fehlen der Blockrandbebauung auf (Abbildung 41).

Die stark versiegelten Industrie- und Gewerbeflächen, Ver- und Entsorgungsanlagen weisen sehr

große Größtflächen auf, insbesondere im Stadtbezirk Alt-West mit durchschnittlich 15,9 % (Abbildung 41). In Holzhausen und Gohlis-Mitte erreichen die größten Patches fast die Gesamtfläche dieser Klasse in dem jeweiligen Ortsteil (Abbildung 50).

Die Anzahl der Landschaftselemente (NP) sowie die Patch-Dichte (PD) offenbaren die Fragmentierung der Klassen einer Landschaft. Bei der Betrachtung der Stadtbezirke fällt zunächst auf, dass bezüglich der naturnahen Wälder die meisten Einzelflächen in Mitte auftreten (Abbildung 42). Dies mag zunächst verwundern, wird bei genauerer Betrachtung jedoch klarer, denn der Auwald reicht bis ans Stadtzentrum heran (vgl. Karten 31 und 33), ist hier aber aufgrund der Nähe zur City stark fragmentiert. Durch unterschiedliche Nutzungen wurden besonders im Bezirk Mitte Teilgebiete z.B. in Parks, Sportanlagen u.ä. umgewandelt, wodurch eine Vielzahl kleinerer bewaldeter Flächen, auch bedingt durch die Zerschneidung infolge des dichten Straßennetzes, entstanden. Der südliche Auwald ist heterogener

gestaltet sowie stärker durch Straßen und Wege fragmentiert als der nördliche, weshalb im Süden Leipzigs mehr Waldpatches zu finden sind als in Alt-West. Andererseits weist Schleußig (in Südwest) weniger Einzelflächen auf als Leutzsch (in Alt-West)

(Abbildung 51). Dies hängt damit zusammen, dass Leutzsch einen insgesamt größeren Anteil am Auwald umfasst und die ursprünglichen Auengebiete in Schleußig zum größeren Teil in anderweitige Grünflächen verändert wurden. Die Patch-Dichte verdeutlicht die beschriebenen Merkmale auf ähnliche Weise (Abbildung 43).

In Alt-West sind die meisten Einzelpatches der Grün- und Parkanlagen mit Baumbestand zu finden. Relativ viele kleine Grünflächen gibt es auch in Mitte. Unter den Ortsteilen weicht Schleußig von den anderen ab (Abbildung 51). Die Kleingärten sind mit vier

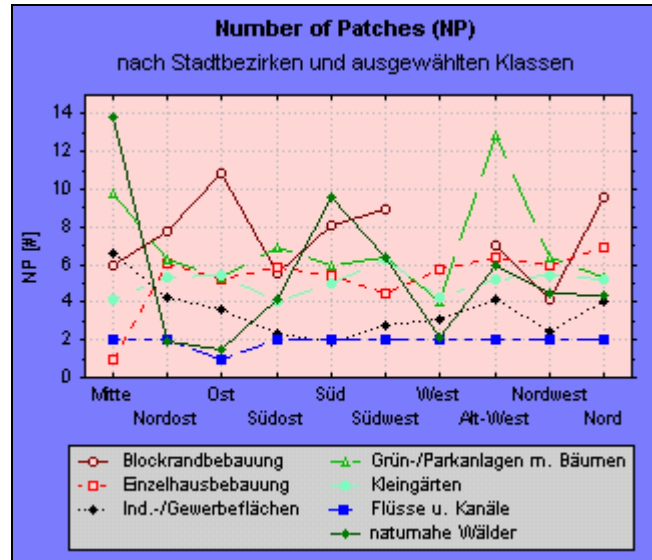


Abbildung 42: Number of Patches (NP) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen

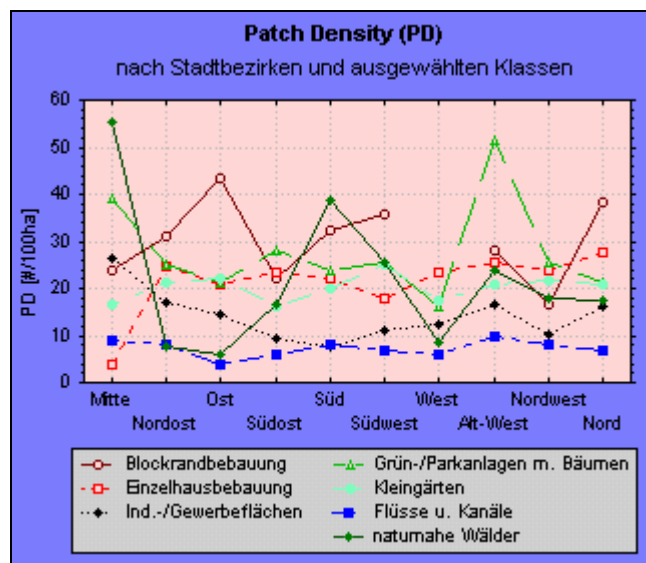


Abbildung 43: Patch Density (PD) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen

bis fünf Patches innerhalb der Bezirke recht gleichförmig verteilt, bei den Ortsteilen schwanken sie leicht, wenige Elemente sind in Grünau-Nord und in Holzhausen zu sehen (Abbildung 42 und Abbildung 51). Leutzsch umfasst mit 6 Patches dreimal so viele Fluß-Elemente wie Schleußig und die Südvorstadt (je 2 Patches). Über die Stadtbezirke zeigen die Fließgewässer eine sehr gleichmäßige Verteilung, überall 2 Patches, nur im Osten ist es eins. Im dicht bebauten Osten ist

erwartungsgemäß eine hohe Anzahl an Einzelflächen mit Blockrandbebauung zu finden, gefolgt vom Norden und Südosten. Während hier diesbezüglich eine hohe Patch-Dichte charakteristisch ist, zeigt sie sich insbesondere im Nordwesten Leipzigs niedrig. Die Patchzahl der Einzelhausbebauung ist im allgemeinen nicht so hoch wie die der Blockrandbebauung. Im Stadtbezirk Mitte ist sie sehr gering, da diese Bauungsform hier kaum vorkommt (Abbildung 42 und Abbildung 43). Beim Vergleich der Ortsteile zeigt sich eine hohe Patch-Dichte in Gohlis-Mitte bezüglich der Blockrandbebauung. Damit zeigt sich, dass dieser Typ und damit eine geschlossene Bebauung für dieses Stadtviertel kennzeichnend ist. Hohe Werte sind zudem in der Südvorstadt, in Schleußig und in Volkmarsdorf zu sehen, bei der Einzelhausbebauung liegt Schleußig vorn (Abbildung 51). Die Industrie- und Gewerbeanlagen weisen mittlere bis niedrige Patchzahlen und -dichten auf, am geringsten sind sie im Süden und damit in der Südvorstadt, in Holzhausen sind sie ebenfalls niedrig, in Volkmarsdorf dagegen vergleichsweise hoch, d.h. stärker vertreten.

Die mittleren Flächengrößen (MPS) unterstreichen und ergänzen die bisherigen Ergebnisse. Große Werte von bis zu über 2 ha sind bei den naturnahen Wäldern, den stark versiegelten Industrie- und Gewerbeflächen sowie den Fließgewässern zu verzeichnen (Abbildung 44). Letztere zeigen bei den Ortsteilen in Holzhausen einen großen Ausreißer, dieser ist auf die oben diskutierte Fehlcodierung einer Wasserfläche zurückzuführen. Hierdurch wird ebenfalls die Stadtbezirksebene beeinflusst, woraus sich die hohe Zahl im Südosten erklärt. Ansonsten sind die größten mittleren Flächen bei den Fließgewässern im Südwesten, Nordwesten und in Alt-West zu erkennen, worin sich der Verlauf der großen Flüsse Weiße Elster, Luppe und Pleiße zeigt.

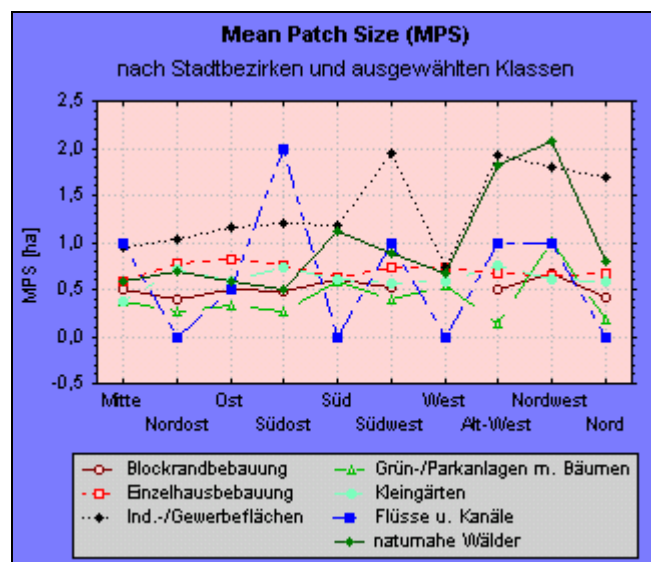


Abbildung 44: Mean Patch Size (MPS) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen

Die größten mittleren Waldflächen sind im Nordwesten und in Alt-West, gefolgt vom Süden zu finden, dies entspricht dem Verlauf des Auwaldes. Demzufolge ist unter den Ortsteilen in Leutzsch der größte Wert zu sehen (Abbildung 45).

Die stark versiegelten Industrie- und Gewerbeflächen sowie Ver- und Entsorgungsanlagen zeigen große mittlere Flächen der Patches im Südwesten, in Alt-West, im Nordwesten und Norden. Im Vergleich der Ortsteile sind die großflächigen Industrie- bzw. Gewerbeanlagen in Holzhausen, aber auch in Leutzsch und Gohlis-Mitte angesiedelt.

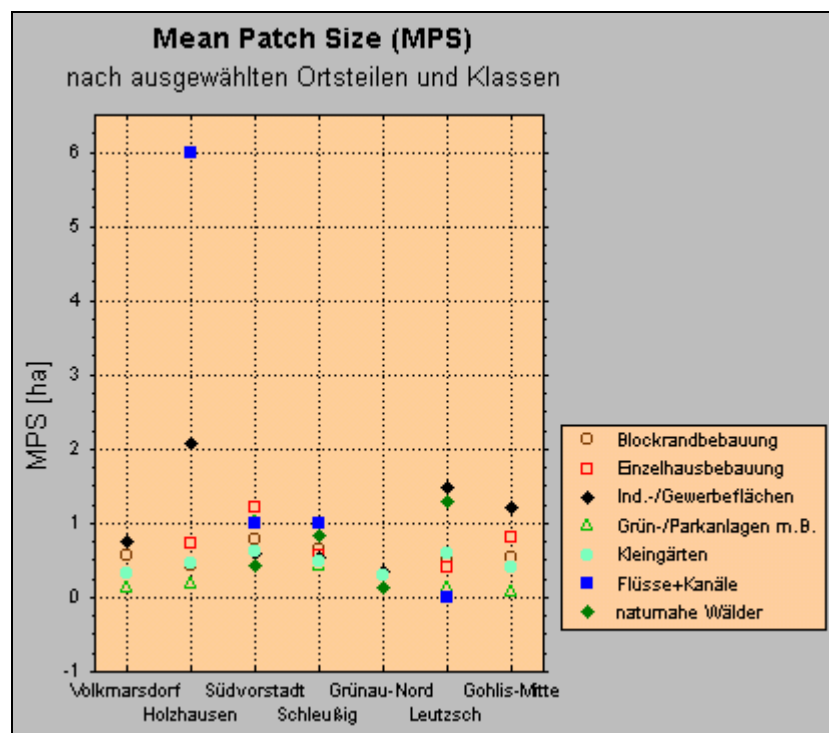


Abbildung 45: Mean Patch Size (MPS) nach ausgewählten Ortsteilen und Klassen

In Bezug auf die Grün- und Parkanlagen mit Baumbestand, Botanischen und Zoologischen Gärten erweisen sich die mittleren Größen der Patches im Nordwesten am größten und in Alt-West und im Norden am kleinsten, wobei die Schwankungsbreite relativ klein ist. Dies gilt insbesondere auch für die Ortsteile. Hier sind die niedrigsten Flächengrößen in Gohlis-Mitte und Volksmarsdorf, aber auch in Holzhausen und Leutzsch, die größten in Schleußig und in der Südvorstadt zu finden.

Die Bebauungen haben Flächengrößen im mittleren Bereich, wobei die Blockrandbebauung niedrigere Werte zeigt als die der Einzelgebäude. Bei

Betrachtung der Stadtviertel zeigt sich eine gemeinsame Schwankung dieser beiden Klassen mit den höchsten Werten in der Südvorstadt und den kleinsten Flächen in Leutzsch.

Abbildung 46 stellt die Streuung der Flächengrößen der Einzelemente für die Stadtbezirke dar, während sich Abbildung 51 auf die Ortsteile bezieht. Hierbei ähnelt der Verlauf der Waldkurve der bei %LAND und NP, das bedeutet, dass in den Gebieten, wo viele naturnahe Waldflächen vorkommen, wie in Mitte, Süd und Alt-West, auch deren Patchgrößen sehr unterschiedlich sind (Abbildung 46). Das gilt demnach ebenso für Leutzsch und Schleußig, während in Grünau-Nord vernachlässigbar kleine Unterschiede auftreten (Abbildung 51), da die sehr wenigen hier vorhandenen Waldflächen alle nur sehr klein sind. Größere Schwankungen bei

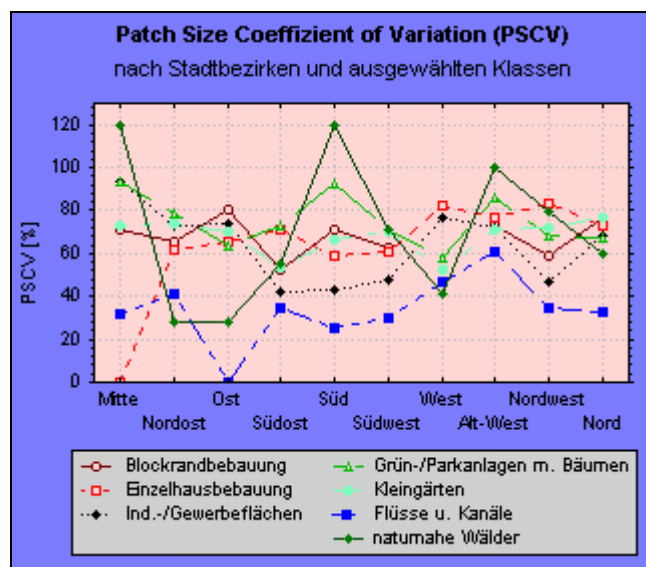


Abbildung 46: Patch Size Coefficient of Variation (PSCV) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen

der Streuung der Flächengrößen sind auch bei den Fließgewässern zu sehen mit den höchsten Werten in Alt-West mit 60 %. Im Osten fallen die Werte bis auf 0 %. Beim Vergleich mit der Patchanzahl von 1 (Abbildung 42) wird jedoch der Grund deutlich: bei nur einem Patch kann es auch keine Varianz der Größen geben. Dies trifft ebenfalls auf die Einzelhausbebauung im Bezirk Mitte zu. Ansonsten weisen die Klassen zumeist mittlere bis hohe Variationen auf, sind aber über die Stadtbezirke relativ homogen

verteilt, abgesehen von den Industrie- und Gewerbeflächen, deren Größenunterschiede in den südlichen Bezirken vergleichsweise gering sind, während die der Grün- und Parkanlagen hier relativ hohe Werte zeigen (Abbildung 46).

Der Vergleich der Ortsteile (Abbildung 51) macht ebenfalls den Zusammenhang zwischen Patchzahl (NP), Patch-Dichte (PD) und der Varianz ihrer Flächengrößen (PSCV) deutlich. Große Streuungen bei den Grün- und Parkanlagen mit Baumbestand zeigen sich in Schleußig, aber auch in Gohlis-Mitte, geringe dagegen

in Holzhausen. Obwohl in diesem Stadtviertel die Patch-Dichte bezüglich der betrachteten Klasse im Vergleich zu den anderen Ortsteilen im mittleren Bereich liegt, treten hier mit Abstand die geringsten Varianzen auf, was auf homogene Größen der Parks bzw. Grünanlagen schließen lässt. Die Kleingärten der Südvorstadt weisen sehr große Flächenunterschiede von 137 % auf. Die Bebauungsformen (Blockrand und Einzelhaus) bewegen sich im mittleren Bereich (abgesehen von der Einzelhausbebauung in der Südvorstadt) und unterscheiden sich zwischen den Ortsteilen kaum. Das lässt auf ähnliche Block- bzw. Parzellengrößen schließen. Größere Unterschiede zwischen den Stadtvierteln bestehen jedoch bei den stark versiegelten Industrie- und Gewerbeanlagen. Recht heterogene Flächengrößen zeigen sich in Volkmarsdorf und in Grünau-Nord.

Die Höhenunterschiede zwischen angrenzenden Patches zeigen eine äußerst homogene Verteilung zwischen den Stadtbezirken, insbesondere bei der Einzelhausbebauung und den Kleingärten (Abbildung 47). Auch auf der Ebene der Ortsteile ist dies festzustellen (Abbildung 52). Lediglich bei den Flüssen und Kanälen

fallen große Schwankungen über die Ortsteile auf. Große Höhenkontraste sind im Süden mit 34 %, und im Südosten und Norden mit 30 % des maximal möglichen Höhenunterschiedes zu

verzeichnen. Im erstgenannten Gebiet ist dies mit dem überwiegenden Verlauf der Fließgewässer durch den Auwald zu begründen, wodurch hier große Unterschiede zwischen den Flüssen und dem angrenzenden Baumbestand bestehen, während im nördlichen Auwald (Alt-West) die

Fließgewässer des öfteren auch entlang offener Bereiche oder durch landwirtschaftliche Flächen ziehen. Dementsprechend verhalten sich die Südvorstadt, Schleußig und Leutzsch. In anderen Gebieten Leipzigs, wie z.B. in

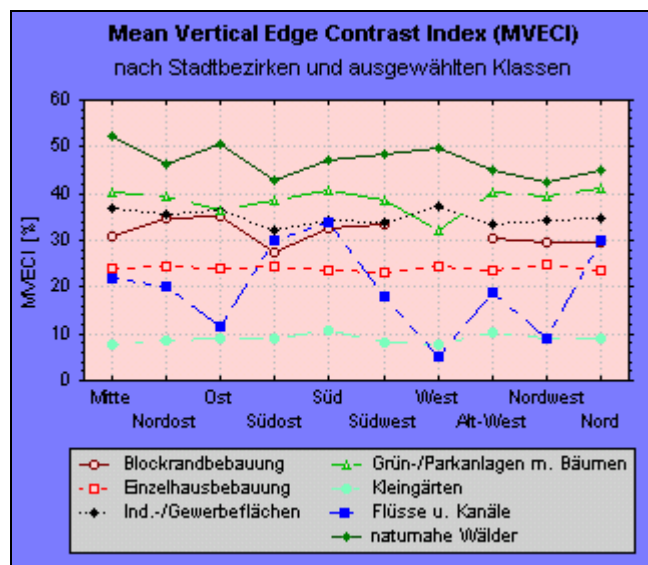


Abbildung 47: Mean Vertical Edge Contrast Index (MVECI) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen

Mitte, führen kanalisierte Flüsse oft auch direkt an Gebäuden entlang, wodurch ebenfalls recht große Höhenkontraste entstehen.

Der Vergleich der übrigen Klassen untereinander macht deutlich (Abbildung 47 und Abbildung 52), dass die Kleingärten die geringsten Höhenunterschiede zu ihren Nachbarn aufweisen, die Wälder, gefolgt von den Grün- und Parkanlagen mit Baumbestand die höchsten. Auch die Gebäude (Wohn- und gemischte Bauflächen sowie stark versiegelte Industrie- und Gewerbeanlagen) weisen relativ große Höhenunterschiede zu ihren Nachbarn auf, wobei die Einzelhausbebauung deutlich unter der Blockrandbebauung liegt. Das alles liegt insbesondere in der Eigenhöhe der jeweiligen Klasse begründet, da in der Stadt die meisten Flächen an Verkehrswege wie Straßen u.ä. grenzen, die mit Höhen von 0 m ausgewiesen wurden.

Die Kantendichte (Abbildung 48) zeigt nur teilweise eine Abhängigkeit von der Patch-Anzahl (vgl. Abbildung 42). Die größten Kantendichten weisen die naturnahen

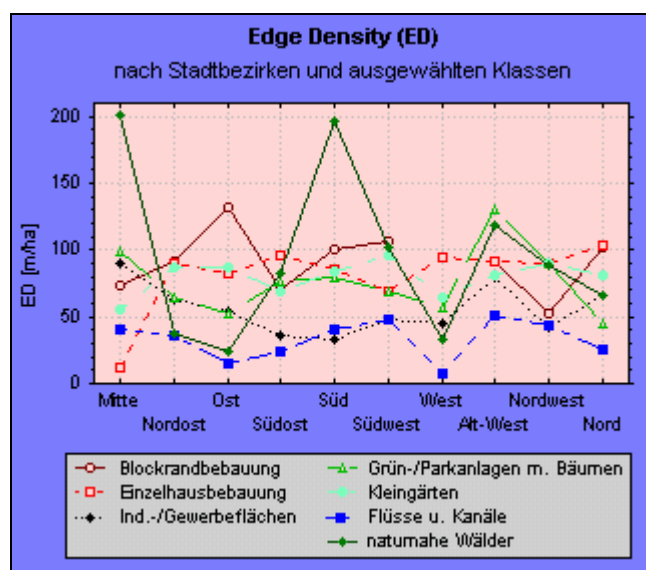


Abbildung 48: Edge Density (ED) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen

Wälder in Mitte und im Süden mit ca. 200 m/ha auf. Diese Gebiete beinhalten den Elster-Pleißer-Auwald. Im Bezirk Alt-West sind jedoch nur 119 m Grenzlinie je Hektar vorhanden. Hierin zeigt sich, dass die Waldflächen in der südlichen Leipziger Aue und insbesondere in Zentrumsnähe stärker fragmentiert sind als im nördlichen Auengebiet. In Bereichen mit geringen Waldanteilen, wie z.B. im Osten, ist dementsprechend auch die Dichte der Kanten klein. Unter

den ausgewählten Ortsteilen sind die größten Kantendichten in Schleußig (192 m/ha) und Leutzsch (168 m/ha) zu finden.

Der Vergleich der Stadtbezirke in Bezug auf die Fließgewässer zeigt eine ähnliche Verteilung wie die naturnahen Wälder, d.h. in Auenbereichen mit ihren Flusssystemen kommen auch mehr Kanten vor, jedoch aufgrund ihrer Linearität

weniger als beim Wald mit seinen komplexeren Flächenformen (Abbildung 48). In Leutzsch, Schleußig und der Südvorstadt, aber auch in Gohlis-Mitte zeigen sich diesbezüglich die größten Kantendichten (Abbildung 52).

Bei der Bebauung sind im Schnitt mittlere Werte kennzeichnend. Ansonsten tritt eine sehr niedrige Zahl der Einzelhausbebauung für Mitte auf, da diese Form hier kaum vorkommt. Im Osten Leipzigs ist zudem eine hohe Kantenzahl im Bereich der Blockrandbebauung zu verzeichnen, da sie dort anteilig stark vertreten ist, d.h. viele Patches hat (Abbildung 48). Für das Beispiel-Stadtviertel Volkmarsdorf aus dem Osten zeigt sich zwar ein hoher Wert, jedoch trifft dies ebenso für die Südvorstadt und Schleußig mit ihrer typischen Gründerzeitbebauung in Blockrandbauweise zu. Sie werden aber noch weit übertroffen vom dicht bebauten Gohlis-Mitte (Abbildung 52).

Zur Betrachtung der Nächst-Nachbar-Distanzen (MNN) sei auf die Abbildung 49 und Abbildung 52 verwiesen. Der Index charakterisiert die Fragmentierung der Klassen sowie die Isolation der Landschaftselementen. Auf der Ebene der Stadtbezirke sind die größten Entfernungen bei den Kleingärten im Süden (52,5 m) zu finden, während sie im Westen sehr klein sind (2,6 m). Unter den Ortsteilen werden in Volkmarsdorf 94 m erreicht.

Ebenfalls große Zahlen sind für die stark versiegelten Industrie- und Gewerbeanlagen, Ver- und Entsorgungsanlagen im Bezirk Mitte zu sehen (Abbildung 49). Daraus wird deutlich, dass hier zwar viele dieser Patches vorhanden sind (vgl. Abbildung 40 und Abbildung 43), sie jedoch sehr verstreut sind, im Gegensatz zum Westen, wo diese Flächen kompakter beieinander liegen. Da in der Südvorstadt nur ein entsprechendes Patch zu verzeichnen ist und es daher keine Nachbarn gibt, ist demzufolge ein MNN-Wert von 0 m zu verzeichnen.

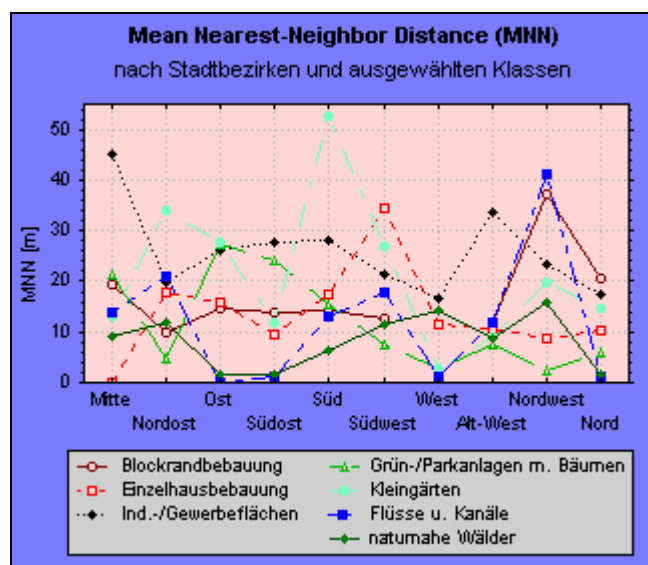


Abbildung 49: Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN) für die Stadtbezirke nach ausgewählten Klassen

Die Distanzen unter den Einzelflächen der Blockrandbebauung sind im mittleren Bereich angesiedelt und verteilen sich in etwa gleichmäßig über die Stadtbezirke, wobei diese Klasse im Westen nicht vorhanden ist. Im Nordwesten zeigt sich aufgrund des verringerten Auftretens dieser Klasse ein hoher Wert (37 m). Die Einzelhausbebauung weist dagegen im Südwesten mit 34,5 m ihren Spitzenwert auf, obwohl diese Bauform fast den gleichen Flächenanteil aufweist wie die Blockrandbebauung (vgl. %LAND, Abbildung 40), jedoch hat sie eine geringere Patchdichte (vgl. PD, Abbildung 43).

Bei den Grün- und Parkanlagen zeigen sich die größten Nächst-Nachbar-Distanzen im Osten und Südosten, gefolgt vom Stadtbezirk Mitte. Das Stadtzentrum und der Osten Leipzigs sind sehr dicht bebaut und besonders der Osten mit wenig Grün durchsetzt, weshalb die Entfernungen zwischen den Grünflächen relativ groß sind. Andererseits zeigen sich in Holzhausen und Volkmarsdorf, ebenso wie in Leutzsch und Gohlis-Mitte geringe Distanzen. In diesen Ortsteilen weisen die Grün- und Parkanlagen mit Baumbestand zwar auch geringe Flächenanteile auf (vgl. %Land, Abbildung 50), aber wenn diese wenigen Patches dicht beieinander liegen, z.B. nur durch Straßen oder Wege voneinander getrennt sind, ergeben sich solch niedrige mittleren Nächst-Nachbar-Entfernungen.

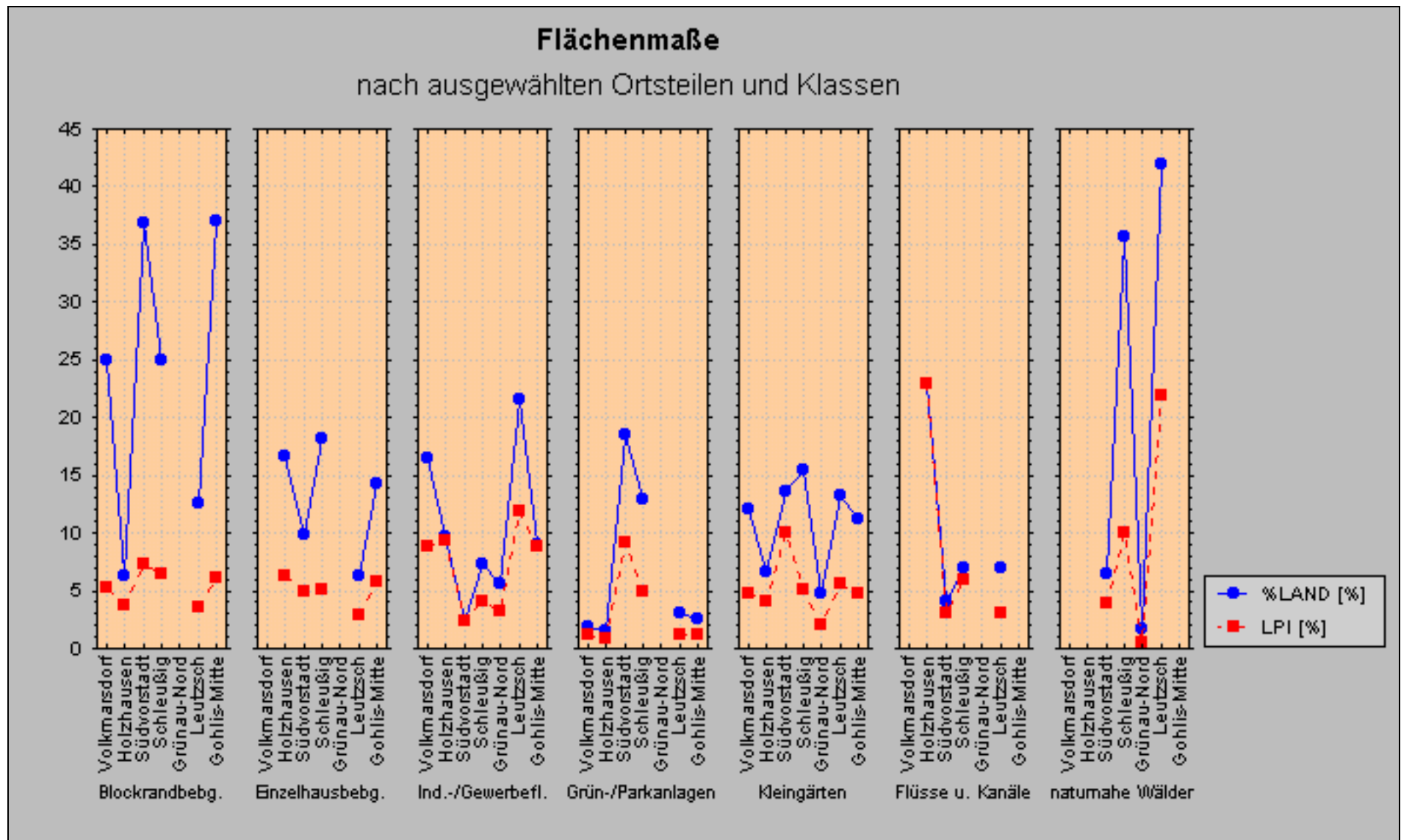


Abbildung 50: Flächenmaße (%LAND, LPI) nach ausgewählten Ortsteilen und Klassen

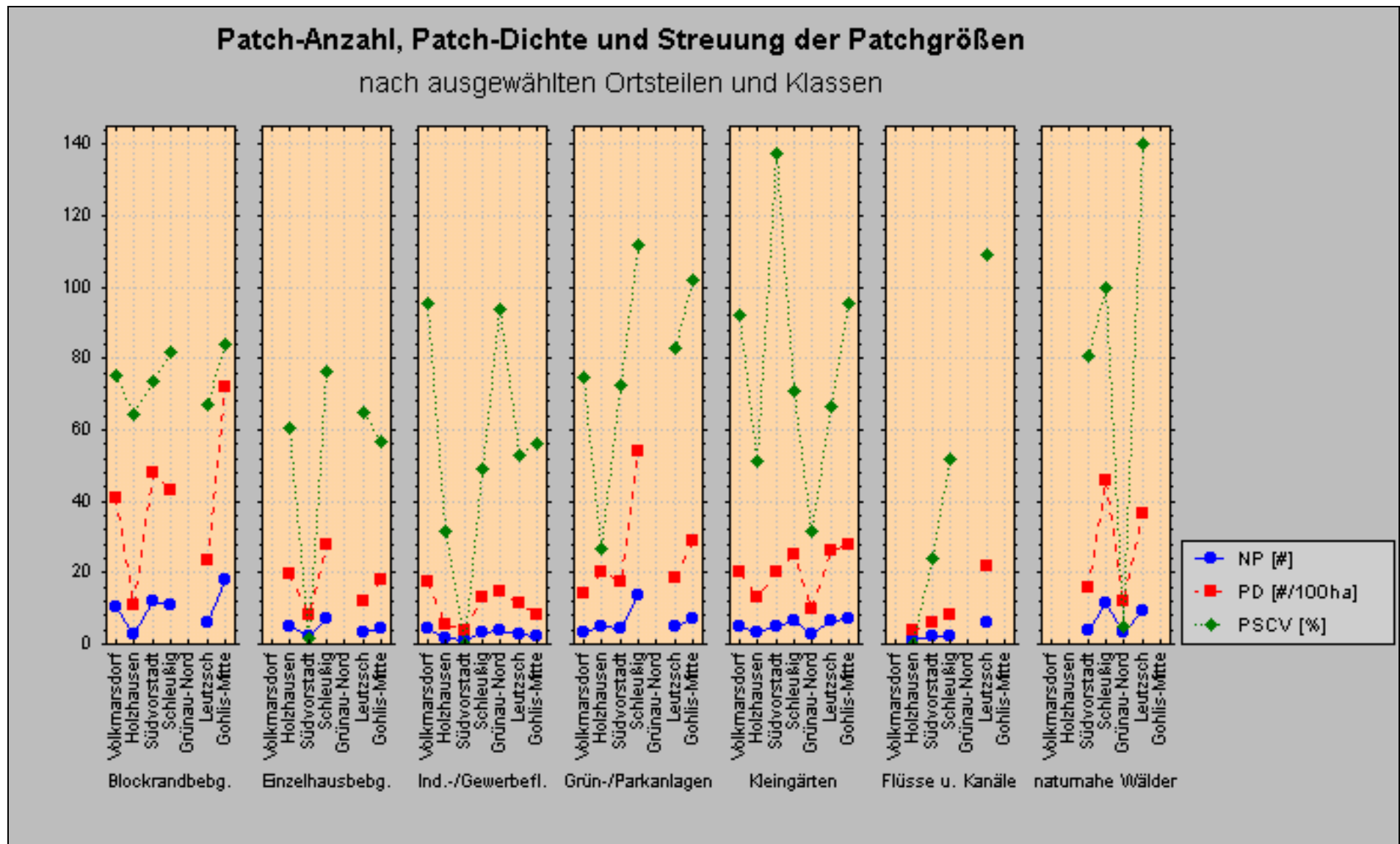


Abbildung 51: Patch-Anzahl (NP), Patch-Dichte (PD) und Streuung der Patchgrößen (PSCV) nach ausgewählten Ortsteilen und Klassen

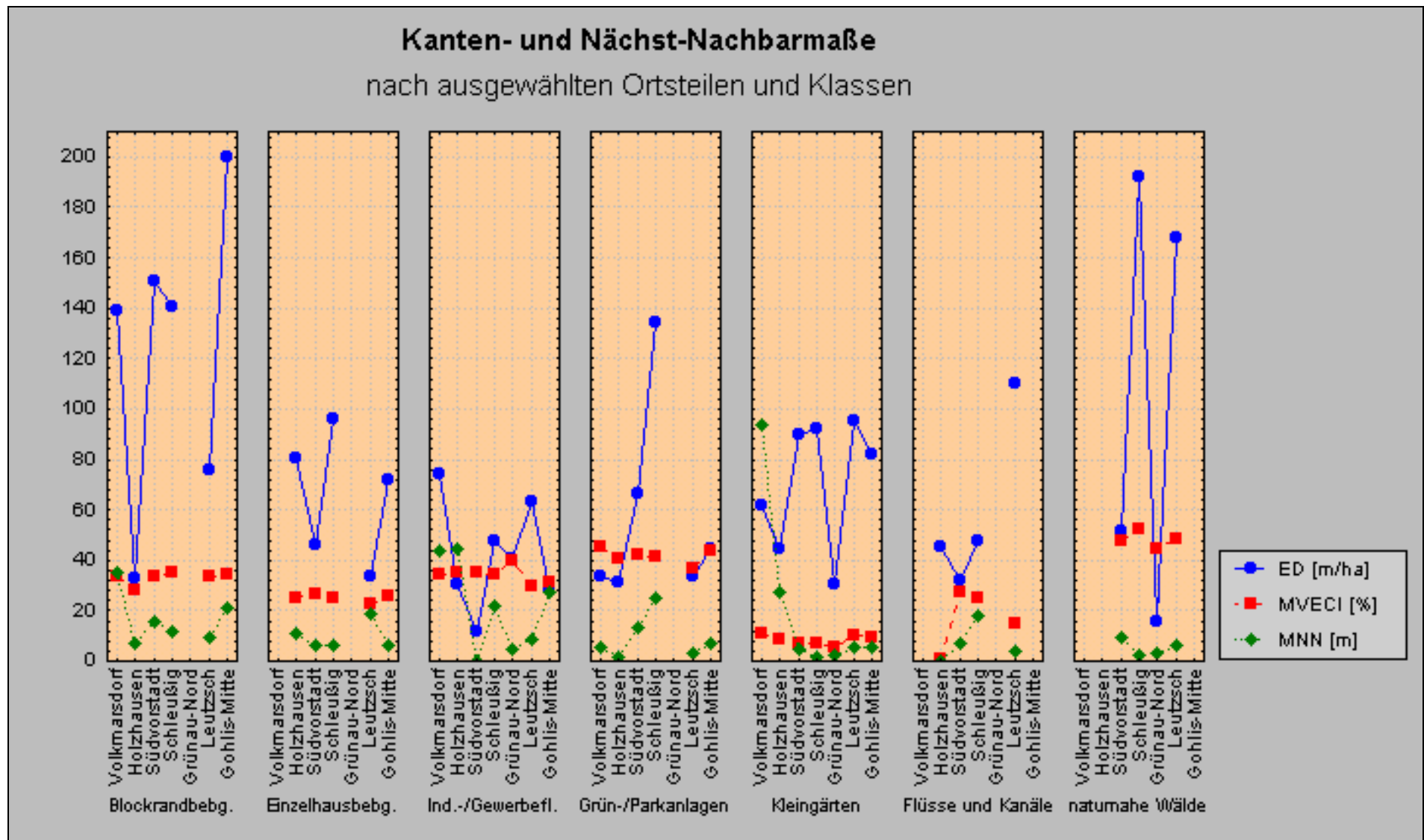
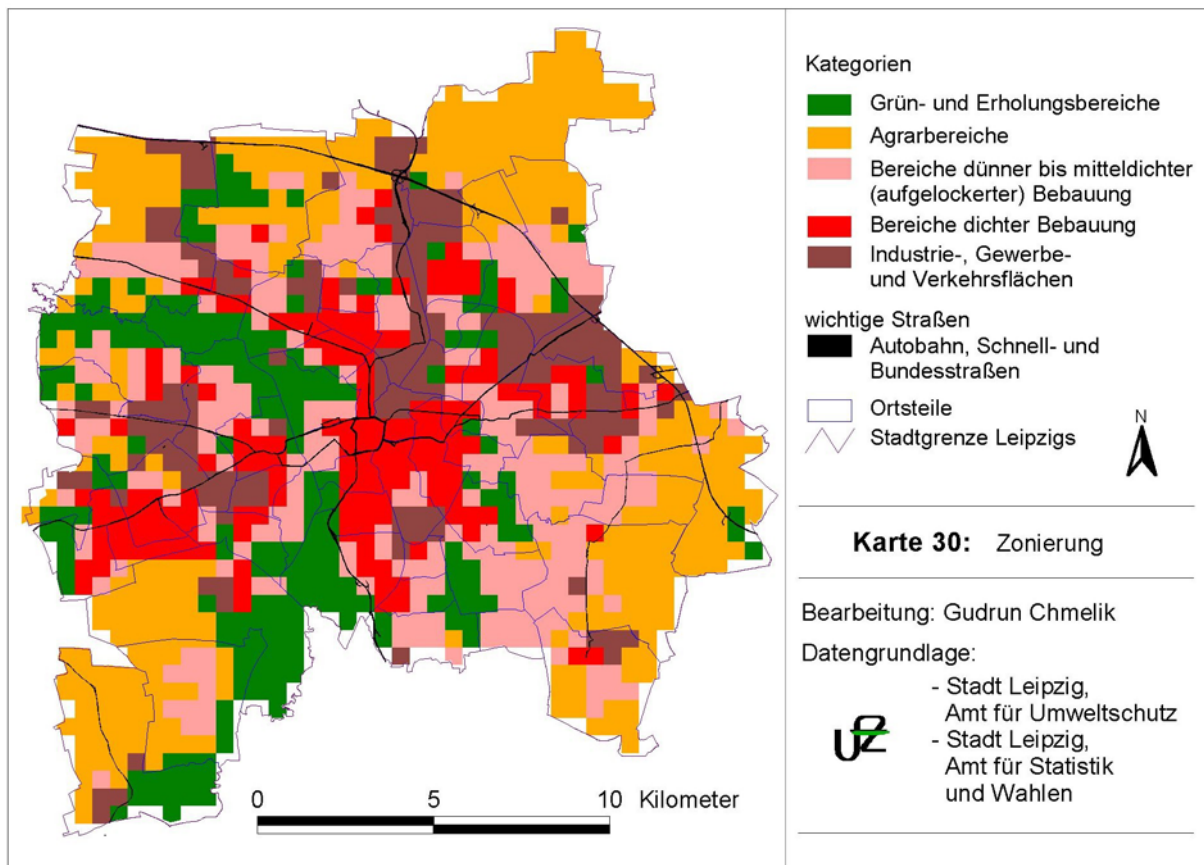


Abbildung 52: Kantenmaße (ED, MVECI) und Nächst-Nachbar-Maß (MNN) nach ausgewählten Ortsteilen und Klassen

8.3. Strukturanalyse der Zonen

Als dritte Basis der Auswertung wurde eine Zonierung des Untersuchungsgebietes durchgeführt (vgl. auch Kapitel 7.3). Dabei wurde Leipzig anhand der Stadtbiotopkartierung in verschiedene Zonen eingeteilt: Grün- und Erholungsbereiche (Kategorie 1), Agrarbereiche (Kategorie 2), Bereiche dünner bis mitteldichter Bebauung (aufgelockerter Bebauung) (Kategorie 3), Bereiche dichter Bebauung (Kategorie 4) sowie Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen (Kategorie 5) (s. Karte 30).



Karte 30: Zonierung des Untersuchungsgebietes

Die Grün- und Erholungsbereiche werden insbesondere vom Auwald geprägt, der sich wie ein breites Band von Süden bis Nordwesten durchs Stadtgebiet zieht. Zusätzlich sind noch einige kleinere Grünbereiche über die Stadt verteilt. In diese Zonenkategorie gehören neben den Grün- und Waldflächen auch die Gewässer, so z.B. der Kulkwitzer See im Westen.

Kategorie 2 bezieht sich auf die ländlichen und agrargeprägten Gebiete vor allem am Stadtrand mit ihrem landwirtschaftlichen Charakter und dörflichen Strukturen. Vorherrschend sind hier große Ackerflächen. Diese Bereiche sind zumeist erst in den letzten Jahren zum Stadtgebiet Leipzigs hinzugekommen.

Die Bereiche der dichten Bebauung, die durch einen hohen Grad der Freiflächenversiegelung gekennzeichnet sind (BREUSTE 1986), konzentrieren sich vor allem auf das engere Stadtgebiet, d.h. im Stadtkernbereich und in Zentrumsnähe sowie auf die Großwohnsiedlung Grünau im Westen. Zu erkennen ist die Zweiteilung durch den Auwaldgürtel.

In der Kategorie dünn bis mitteldicht bebauter Bereiche ist die Bebauung stärker durchsetzt mit Grün- und Freiflächen, sie ist vor allem in den Bebauungsrandbereichen der Stadt angesiedelt sowie im Übergangsbereich zu Grün- und Erholungsgebieten, wie z.B. dem Auwald, bzw. zu Agrarbereichen. Hierzu zählen zumeist auch die neueingemeindeten Siedlungsflächen.

Die Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen bündeln sich insbesondere an etwa fünf Orten im Untersuchungsgebiet. Dabei handelt es sich beispielsweise zum einen nördlich des Stadtkerns um das Gelände des Hauptbahnhofs mit den Gleisanlagen sowie der wichtigen Bundesstraße 2 mit angrenzenden Gewerbegebieten (z.B. Quelle-Versand-Zentrum) und der Neuen Messe, zum anderen im Osten um größere Gewerbe- und Industrieflächen wie dem Gewerbe- und Industriepark Nordost, einem Forschungsgelände (hier angesiedelt ist u.a. das Umweltforschungszentrum), dem Paunsdorf-Center, Industriegelände Ost usw..

Durch die Zoneneinteilung wird besonders deutlich, dass in *dichter Bebauung* kleine Flächen vorherrschen, was sich in niedrigen LPI-Zahlen (16,1 %) (Abbildung 53) ausdrückt, d.h. die jeweils größten Einzelelemente sind mit durchschnittlich 16 % Flächenabdeckung der entsprechenden Rasterquadrate sehr klein. Unterstrichen wird dies durch eine sehr geringe mittlere Flächengröße (MPS) von 0,6 ha (Abbildung 56), wobei die Größen der Patches vergleichsweise nur wenig variieren (PSCV, Abbildung 57). Die hohe Anzahl der Landschaftselemente von im Mittel 49 je 500m x 500m - Raster (NP, Abbildung 54) sowie die große Patchdichte (PD) von 196 Patches je 100 ha (Abbildung 55) zeigen eine starke Kleinstrukturierung in den Bereichen dichter Bebauung auf. Die beschriebene Zonenkategorie ist zudem durch ein dichtes Nebeneinander unterschiedlicher Patchtypen (Klassen) gekennzeichnet

(PRD: 40,2 Klassen je 100 ha, Abbildung 61). Dies sind insbesondere unterschiedliche Bebauungsformen. Die mittlere Entfernung zum nächsten Nachbarn der selben Klasse (MNN) beträgt 22,3 m (Abbildung 60). Bezüglich der Kantendichte (ED, Abbildung 59) stehen die dicht bebauten Gebiete Leipzigs wie zu erwarten ebenfalls an der Spitze, hier sind im Durchschnitt 451 m Patchgrenze je Hektar zu finden. Der Höhenkontrast an diesen Grenzen ist mit 34,5 % des maximal möglichen Höhenunterschieds hoch (vgl. Abbildung 58). Es hat sich damit gezeigt, dass die Kategorie der dichten Bebauung bei allen Strukturmaßen im Vergleich zu den anderen Zonen immer entweder die niedrigsten (LPI, MPS, PSCV und MNN) oder aber die höchsten Werte (NP, PD, MVECI, ED, PRD) aufweist.

Gebiete *dünn bis mitteldichter Bebauung* lassen tendenziell ähnliche Eigenschaften erkennen. Hier ist jedoch die Anzahl der Landschaftselemente mit 39 je Raster und damit die Patchdichte (156 Patches je 100 ha) geringer (Abbildung 54 und Abbildung 55), dafür aber die mittleren Flächengrößen (MPS: 0,8 ha) (Abbildung 56) sowie das größte Landschaftselement eines Rasterquadrats (LPI: 21,2 %) (Abbildung 53) etwas höher. Als größer erweist sich auch die Streuung der Flächengrößen (Abbildung 57). Insbesondere aufgrund weniger Patches ist eine geringere Kantendichte (ED: 391,5 m/ha) zu verzeichnen (Abbildung 59). Der Höhenkontrast (24 %) an diesen Kanten fällt ebenfalls niedriger aus und liegt etwa gleich auf mit Grün- und Erholungsbereichen sowie Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen (vgl. Abbildung 58). Die Nächst-Nachbar-Distanzen (Abbildung 60) sind mit 23,7 m nur unwesentlich höher als bei dichter Bebauung. Die Reichhaltigkeit an unterschiedlichen Patchtypen (40,1 Klassen je 100 ha) entspricht der bei der dichten Bebauung. Allerdings sagt dies nichts darüber aus, welche Klassen vorhanden sind. Während es sich bei dichter Bebauung vor allem um unterschiedliche Bebauungsarten handelt, sind in dünn bis mitteldicht bebauten Bereichen neben verschiedenen Bauungsklassen auch viele Grünflächen, Waldanteile, am Rande aber auch Äcker und Wiesen u.ä. zu finden.

Die *Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen* weisen relativ kleine mittlere Einzelflächengrößen (MPS) von 1,2 ha auf (Abbildung 56), sind damit aber immerhin doppelt so groß wie die Patches der dichten Bebauung. Die größten Einzelflächen nehmen im Schnitt 33,7 % der Rasterflächen ein (Abbildung 53). Zu bemerken ist hier jedoch, dass die Größen der Landschaftselemente stark variieren (Abbildung 57), durchschnittlich um 174 %, und damit von allen Zonenkategorien bei diesem

Index den höchsten Wert aufweisen. Die Patch-Anzahl liegt mit 26 pro Raster ebenso wie die Patchdichte (105,3 Elemente je 100 ha) im mittleren Bereich (Abbildung 54 und Abbildung 55). Bezüglich der Kantendichte liegen die für Industrie, Gewerbe und Verkehr genutzten Gebiete mit 273 m/ha auf Rang vier (ED, Abbildung 59). Der Höhenkontrast an diesen Kanten beläuft sich auf 22% und liegt damit nur knapp unter dem der Grün- und Erholungsflächen sowie der dünn bebauten Bereiche (vgl. Abbildung 58). Während sich die Kategorien 1 bis 4 bezüglich der Nächst-Nachbar-Entfernungen zwischen 22,3 m und 28,5 m bewegen (Abbildung 60), erreichen die Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen Werte von 38,9 m. Hier sind demnach mit Abstand größere Distanzen zum nächsten Patch des selben Typs zu verzeichnen. Mit 34,7 verschiedenen Klassen je 100 ha (Abbildung 61) weisen diese Bereiche eine relativ hohe Reichhaltigkeit auf.

Die *Agrarbereiche* haben erwartungsgemäß die größten Einzelflächen, sowohl bezüglich der größten Landschaftselemente (LPI: 64 ha, Abbildung 53) als auch der mittleren Patchgrößen (MPS: 4,9 ha, Abbildung 56), da die landwirtschaftlich genutzten Flächen, insbesondere Äcker, aber auch Wiesen und Weiden, zumeist sehr großflächig sind und kaum von Straßen und Wegen frequentiert und damit zerschnitten sind. Dies drückt sich auch in der geringen Zahl von Patches (11,1 je Rasterquadrat) (Abbildung 54) und folgend daraus einer niedrigen Patchdichte (44,9 Elemente je 100 ha) (Abbildung 55) aus. Die Agrarregionen haben hier von allen Kategorien die niedrigsten Werte. Allerdings differieren die Flächengrößen auch, die PSCV-Werte liegen mit 164 % im Vergleich zu den anderen Kategorien im mittleren Bereich (vgl. Abbildung 57). In Folge der geringen Patch-Anzahl sind auch wenige Grenzen vorhanden, weshalb die Agrarbereiche die niedrigsten Kantendichten (ED: 120,4 m/ha) zeigen (Abbildung 59). Der Kantenkонтраст ist mit 7,8 % ebenfalls der niedrigste von allen (Abbildung 58), das hängt mit den niedrigen Höhen fast aller vorhandenen Klassen sowie den daraus resultierenden geringen Unterschieden zwischen ihnen zusammen. Bezüglich der Nächst-Nachbar-Distanzen (im Schnitt 28,5 m) sind die agrargeprägten Bereiche im oberen Mittelfeld anzusiedeln (Abbildung 60). Jedoch sind sie eher homogen gestaltet und beinhalten durchschnittlich nur 19,6 Klassen auf 100 ha (Abbildung 61), da ein Großteil der Fläche als Acker genutzt wird, wodurch hier die niedrigste Reichhaltigkeit zu verzeichnen ist.

Die *Grün- und Erholungsbereiche* liegen bei allen Indices im mittleren Feld. Die größten Einzelflächen (LPI) nehmen im Mittel 37,2 % der Raster ein (Abbildung 53), bei durchschnittlich 27,4 Patches je Rasterquadrat (Abbildung 54) und einer Patchdichte von 109,9 Elementen je 100 ha (Abbildung 55). Diese Patch-Anzahl führt zu einer Kantenmenge, die ebenfalls im Mittelbereich angesiedelt ist (ED: 309,8 m/ha) (Abbildung 59). Die mittleren Flächengrößen der Patches sind mit 2,6 ha zwar nur halb so groß wie die der Agrarbereiche, sind jedoch doppelt bis viermal so hoch im Vergleich zu den übrigen Zonenkategorien (vgl. Abbildung 56). Auch bei der Varianz der Flächengrößen (164 %) zeigt sich der zweithöchste Wert, nach den Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen (Abbildung 57). Abgesehen von dieser letztgenannten Zone sind die mittleren Entfernungen zum nächsten Nachbar der selben Klasse mit 27,2 m ähnlich denen der anderen Kategorien (vgl. Abbildung 60). Der Höhenkontrast zwischen benachbarten Patches (23,6 %) liegt ebenfalls mit zwei weiteren Zonen gleich auf (Abbildung 58). Mit durchschnittlich 31,2 Patchtypen je 100ha liegen die Grün- und Erholungsbereiche zwar nur auf Rang vier (Abbildung 61), die Reichhaltigkeit an Klassen ist jedoch trotzdem noch relativ hoch.

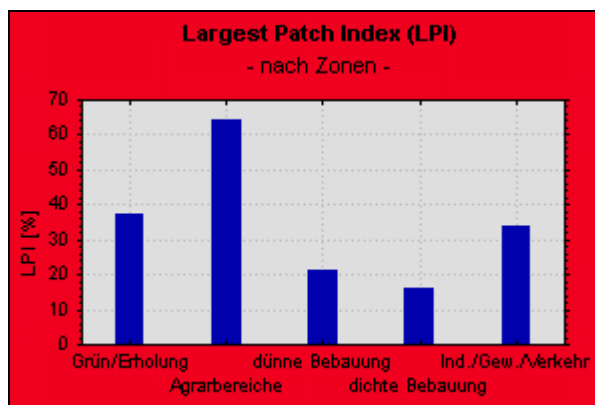


Abbildung 53: Largest Patch Index (LPI) nach Zonen

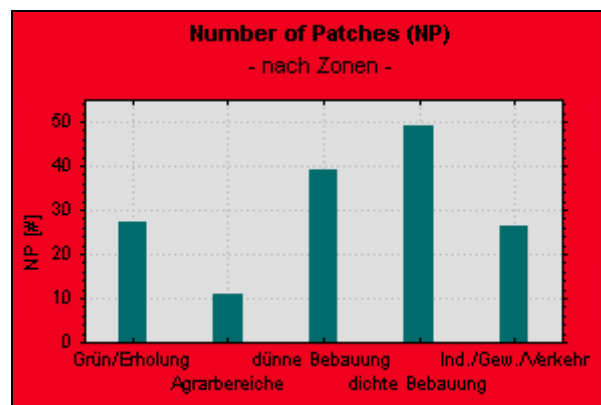


Abbildung 54: Number of Patches (NP) nach Zonen

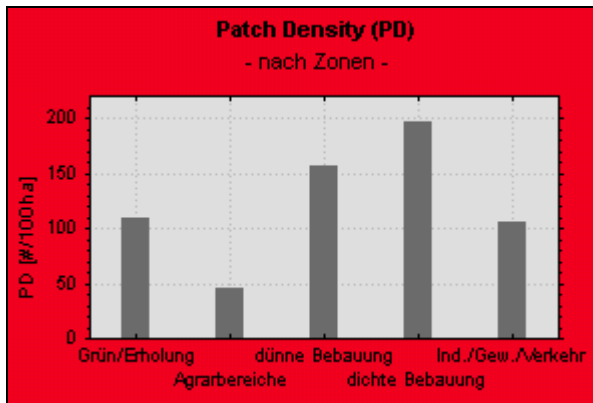


Abbildung 55: Patch Density (PD) nach Zonen

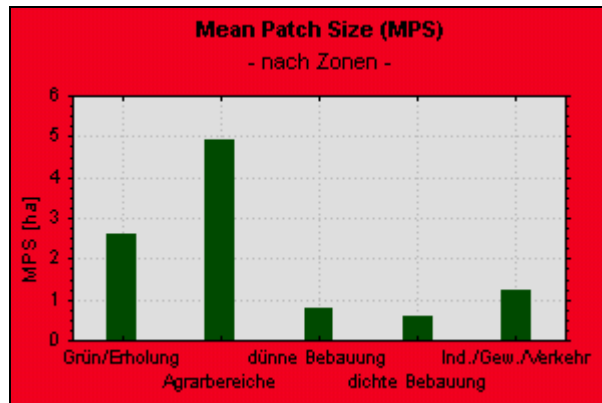


Abbildung 56: Mean Patch Size (MPS) nach Zonen

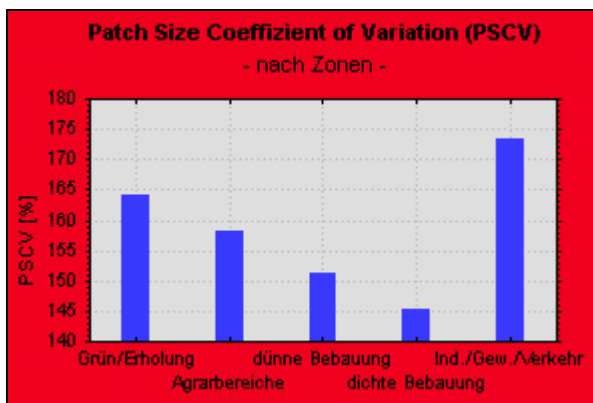


Abbildung 57: Patch Size Coefficient of Variation (PSCV) nach Zonen

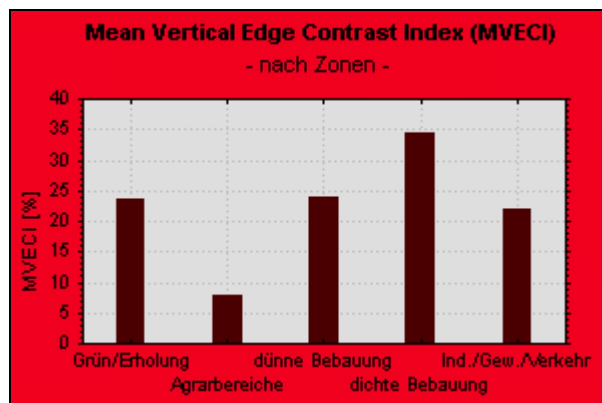


Abbildung 58: Mean Vertical Edge Contrast Index (MVECI) nach Zonen

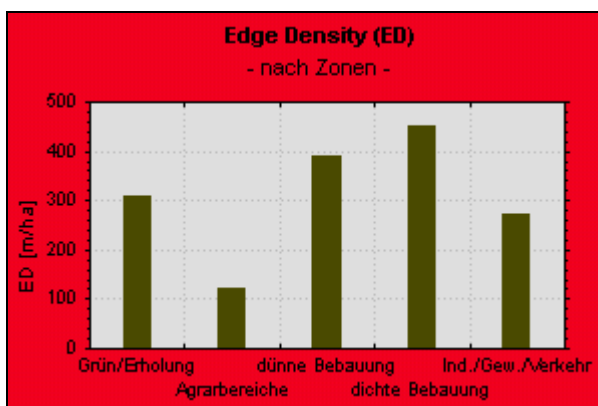


Abbildung 59: Edge Density (ED) nach Zonen

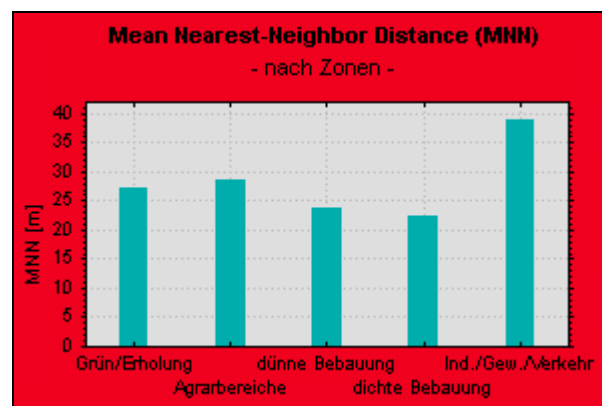


Abbildung 60: Mean Nearest-Neighbor Distance (MNN) nach Zonen

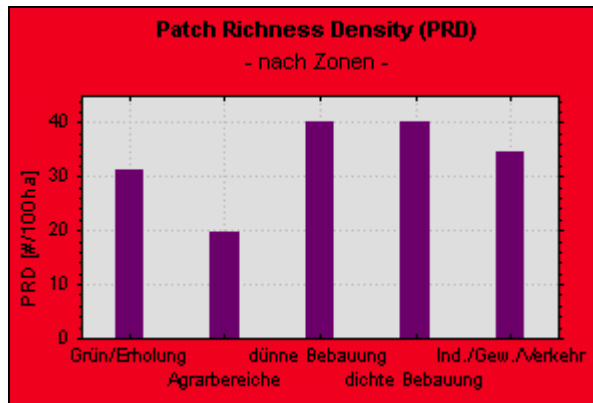


Abbildung 61: Patch Richness Density (PRD) nach Zonen

Auf die Darstellung der Klassenebene innerhalb der Zonierung wurde verzichtet, da die Kategorien bereits anhand des Vorhandenseins dominanter Patchtypen ausgewiesen wurden. Das bedeutet, dass beispielsweise die Grün- und Erholungsbereiche überwiegend aus Klassen der Gruppen Grünflächen, Wald, Forst und Gehölzstrukturen sowie Gewässer (zum Inhalt der Klassengruppen vgl. Tabelle 8 im Anhang) zusammengesetzt sind, während bei dichter Bebauung Wohnbauflächen und gemischte Bauflächen sowie Stadt- und Ortskernbereiche vorherrschen. Die Auswertung bezüglich ausgewählter Klassen würde demnach ähnliche Ergebnisse aufzeigen wie hier auf Landschaftsebene.

Tabelle 7: Übersicht über die Landschaftsstrukturmaße in den ausgewiesenen Zonen

	LPI	NP	PD	MPS	PSCV	MVECI	ED	MNN	PRD
naturnahe Bereiche	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺	→ ☺
Agrarbereiche	↑ -	↓ +	↓ +	↑ -	→ ☺	↓ *	↓ -	→ ☺	↓ -
dünne/mitte-dichte Bebauung	↓ -	↗ -	↗ -	↓ -	↓ -	→ ☺	↑ -	→ ☺	↑ +
dichte Bebauung	↓ +	↑ -	↑ -	↓ -	↓ -	↑ *	↑ -	→ ☺	↑ +
Ind./Gew./Verkehr	→ ☺	→ ☺	→ ☺	↓ +	↑ +	→ ☺	→ ☺	↑ +	→ ☺

Wert	Bewertung
↑ hoch	+ positiv
→ mittel	○ weder/noch
↓ niedrig	- negativ
↗ mittel bis hoch	* keine Aussage möglich

Mit der Tabelle 7 wird abschließend eine Übersicht über die untersuchten Strukturmaße in Bezug auf die ausgewiesenen Zonen gegeben. Die naturnahen Bereiche zeigen durchgängig mittlere Werte, während sowohl bei der dichten als auch bei der aufgelockerten Bebauung ungünstigere Merkmale vorherrschen.

9. Abschlussbetrachtung

Hauptziel dieser Arbeit war die Erfassung, Quantifizierung und Analyse der Stadtstrukturen Leipzigs anhand aussagekräftiger Indikatoren (Landschaftsstrukturmaße) sowie deren Vergleich in unterschiedlichen Bezugsräumen.

Während Grundlage vieler ähnlicher Arbeiten zum Thema Landschaftsstrukturen und anderer Landschaftsökologiearbeiten Fernerkundungsdaten sind (z.B. METZGER U. MULLER 1996; JORGE U. GARCIA 1997; MACK ET AL. 1997; BANZHAF U. NETZBAND 2000; Lausch 2000; HEROLD 2001; HEROLD U. MENZ 2001; HEROLD, MENZ U. CLARKE 2001; SCHALLENBERG 2001; HOLTKÖTTER 2002; KIRSTEIN U. NETZBAND 2002; BLASCHKE 2003 u.a.), beruht die vorliegende Arbeit auf der Stadtbiotopkartierung von Leipzig. Hierbei liegt der Vorteil darin, dass die realen Flächennutzungen bereits erfasst sind, andererseits weisen Fernerkundungsdaten eine größere Aktualität auf. Es bleibt jedoch anzumerken, dass die darauf basierenden Ergebnisse, immer abhängig sind von der Qualität der Ausgangsdaten. So ist der Anwender der Biotopkartierungsdaten auf eine möglichst geringe Fehlerquote angewiesen, trotzdem sind geringfügige Fehlcodierungen nicht auszuschließen und lassen sich auch nicht vollständig entfernen. Soweit es diese Arbeit zuließ, wurde die Biotopkartierung zu Beginn auf Fehler überprüft und überarbeitet. Es zeigte sich aber, dass die verbliebenen zumeist nicht augenfällig ins Gewicht fielen und daher im Rahmen dieser Arbeit im Großen und Ganzen vernachlässigbar waren.

Überlegen ist die Biotopkartierung den Satellitenbildern gegenüber in der detaillierten Klassifizierung und einer daraus folgenden großen Klassenanzahl, wobei nicht nur Hauptklassen (z.B. Wohn- und gemischte Bebauung, Grünflächen, Gewässer), sondern auch Unterklassen (z.B. Blockrandbebauung, Grün- und Parkanlagen mit Baumbestand, Kleingärten, Kanäle und kanalisierte Flüsse) ausgewiesen werden, die mittels Fernerkundung je nach räumlichem Auflösungsvermögen nicht in dieser Form erfassbar sind (vgl. LAUSCH 2000; SCHALLENBERG 2001; HOLTKÖTTER 2002 u.a.). Aufgrund dessen war es möglich, im Zuge der vorliegenden Arbeit detaillierte Analysen, auch auf Klassenebene durchzuführen.

Die Stadtstrukturen des Untersuchungsgebietes konnten deutlich und umfassend herausgearbeitet werden. Dabei haben sich die ausgewählten

Landschaftsstrukturmaße als geeignet erwiesen, Aussagen zur Landschaftszusammensetzung (%LAND, LPI, PRD) und Landschaftsanordnung (NP, PD, MPS, MECI, ED, PSCV, MNN) des Untersuchungsgebietes zu treffen. Damit ist festzustellen, dass eine kleine Anzahl verschiedener Indices dazu geeignet ist, die Strukturen einer Stadt quantitativ zu erfassen, darzustellen und zu analysieren.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden verschiedene Ebenen von Bezugsräumen untersucht. Zunächst lieferte die Analyse auf Basis der 500m x 500m - Raster einen sehr guten Gesamtüberblick für das Stadtgebiet.

Des Weiteren konnten sowohl die Unterschiede und Gemeinsamkeiten verschiedener Ortsteile aufgezeigt, als auch ein Vergleich auf der Ebene der Stadtbezirke durchgeführt werden.

Für die Untersuchung der Raster sowie der Stadtviertel und -bezirke wurden zudem sieben unterschiedliche raumcharakteristische Klassen ausgewählt, um eine effektive Untersuchung auf Klassenebene zu erzielen.

Zusätzlich hat sich gezeigt, dass sich die Zoneneinteilung dazu eignet, die Strukturmaße anhand bestimmter Kategorien wie dichte Bebauung, Agrarbereich, u.ä. zu verdeutlichen. Auf diese Art konnte gezielt untersucht werden, welche Raummuster in Bereichen hoher Bebauungsdichten sichtbar werden und welche Merkmale kennzeichnend sind für weniger dichte Bebauung, natürliche Bereiche usw..

Damit hat sich erwiesen, dass das Raummuster des Untersuchungsgebietes mit Hilfe der gewählten Methodik umfassend charakterisiert und spezifische Raumstrukturmerkmale im Hinblick auf Fragen der Stadtstruktur herausgearbeitet werden konnten.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit können zur Entwicklung langfristiger umweltverträglicher Nutzungskonzepte für urbane Landschaften beitragen, da hierfür detaillierte Kenntnisse der Struktur urbaner Kulturlandschaften notwendig sind (BREUSTE 2000c).

10. Literatur

- BÄHR, J. (1992): Bevölkerungsgeographie. Verteilung und Dynamik der Bevölkerung in globaler, nationaler und regionaler Sicht. In: Uni-Taschenbücher, UTB für Wissenschaft. Bd. 1249. 2. Auflage. Stuttgart.
- BANZHAF, E. U. M. NETZBAND (2000): Analysis and evaluation of nature space potential in peri-urban spaces using remote sensing data and GIS. In: ISPRS. H. 33. Amsterdam.
- BARTELME, N. (1995): Geoinformatik. Modelle, Strukturen, Funktionen. Heidelberg.
- BASTIAN, O. U. K.-F. SCHREIBER (1994): Analyse und ökologische Bewertung der Landschaft. Jena.
- BLASCHKE, T. (2003): Landschaftsstruktur: Analysieren – verstehen – modellieren. In: IALE Landschaftsstrukturworkshop 16./17. April 2003 in Salzburg. Salzburg. (unveröffentlichter Vortrag)
- BREUSTE, J. (1986): Methodische Ansätze und Problemlösungen bei der Erfassung der urbanen Landschaftsstruktur und ihrer ökologischen und landeskulturellen Bewertung unter Berücksichtigung von Untersuchungen in Halle/Saale. Halle. (Dissertation B).
- BREUSTE, J. (1996): Grundzüge des Wandels von Stadtstrukturen und Umweltsituation der Stadt Leipzig. Ein Überblick. In: Breuste, J. (Hrsg.): Stadtökologie und Stadtentwicklung. Das Beispiel Leipzig. S. 13-31. Leipzig.
- BREUSTE, J. (2000a): Stadtnatur – Anforderungsprofile, Strategien und Maßnahmen zum Management von Natur in urbanen Landschaften. Projektbeschreibung. Leipzig. (unveröffentlicht).
- BREUSTE, J. (2000b): Stadtnatur – Entwicklung und Management von Natur in urbanen Landnutzungsmustern. Projektbeschreibung. Leipzig. (unveröffentlicht).

- BREUSTE, J. (2000c): Stadtökologie und Stadtentwicklung. Projektbeschreibung. Leipzig. (unveröffentlicht).
- BREUSTE, J.; WÄCHTER, M. U. B. BAUER (HRSG.) (2001): Beiträge zur umwelt- und sozialverträglichen Entwicklung von Stadtregionen. Leipzig. (CD-ROM).
- BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG (HRSG.) (2000): Aktuelle Daten zur Entwicklung der Städte, Kreise und Gemeinden. Berichte-Band 8. Bonn.
- CARR, L.W.; FAHRIG, L. U. S.E. POPE (2002): Impacts of Landscape Transformation by Roads. In: Gutzwiller, K.J. (Hrsg.): Applying Landscape Ecology in Biological Conservation. S. 225-243. New York.
- CZOK, K.; THIEME, H.; ARNDT, H. U.A. (1978): Leipzig. Geschichte der Stadt in Wort und Bild. Berlin.
- EISSMANN, L. (1994): Naturraum Leipzig. In: Landesverband Sachsen; Kreisverband Leipzig u. NABU Naturschutzbund Deutschland (Hrsg.): Natur und Naturschutz im Raum Leipzig. Teil 1. S. 9-19. Leipzig.
- ELLENBERG, H. (1973): Ziele und Stand der Ökosystemforschung. In: Ellenberg, H. (Hrsg.): Ökosystemforschung. S. 1-31. Berlin.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE INC. (ESRI) (HRSG.) (1996): ArcView GIS. The Geographic Information System for Everyone. Mit ArcView GIS arbeiten. Redlands, CA.
- ERDAS INC. (HRSG.) (1999): ERDAS Imagine Field Guide. 5. Auflage. Atlanta.
- FALK-VERLAG (Hrsg.) (2000): Falkplan Extra Leipzig – Stadtplan Leipzig mit Umgebungskarte. 9. Auflage. Laufzeit bis 2001. Leipzig, Stuttgart.

- FINKE, L. (1996): Landschaftsökologie. In: Glawion, R.; Leser, H.; Popp, H. u. K. Rother (Hrsg.): Das Geographische Seminar. 3. Auflage. Braunschweig.
- FORMAN, R.T.T. u. M. GODRON (1986): Landscape Ecology. New York.
- FREISTAAT SACHSEN, STAATLICHES UMWELTFACHAMT LEIPZIG (HRSG.) (1995): Brutvogelatlas der Stadt und des Landkreises Leipzig. Leipzig.
- GORMSEN, N. u. A. KÜHNE (2002): Leipzig. Den Wandel zeigen. Zur Entwicklung des Stadtbildes von 1990 bis 2000. 5. Auflage. Leipzig.
- GRUNDMANN, L.; TZSCHASCHEL, S. u. M. WOLLKOPF (HRSG.) (1996): Leipzig. Ein geographischer Führer durch Stadt und Umland. Leipzig.
- GUSTAFSON, E.J. (1998): Quantifying Landscape Spatial Pattern: What Is the State of the Art? In: Ecosystems. H. 1. S. 143-156.
- HAFERKORN, J. (1996): Naturschutzprobleme der Leipziger Auenlandschaft. In: Breuste (Hrsg.): Stadtökologie und Stadtentwicklung: Das Beispiel Leipzig. Ökologischer Zustand und Strukturwandel einer Großstadt in den neuen Bundesländern. In: Erbguth, W.; Haber, W.; Klemmer, P. u. H.W. Thoenes (Hrsg.): Angewandte Umweltforschung. Bd. 4. Berlin.
- HEROLD, M. (2001): Remote Sensing and Spatial Metrics – A New Approach for the Description of Structures and Changes in Urban Areas. In: Proceeding of International Remote Sensing and Geoscience Symposium (IGARSS). Sydney. (on CD-ROM)
- HEROLD, M. u. G. MENZ (2001): Landscape Metric Signatures (LMS) to improve Urban Land Use Information derived from Remotely Sensed Data. In: Buchroithner, M.F. (2001): A Decade of Trans European Remote Sensing Cooperation, Proceeding of the 20th EARSeLI Symposium Remote Sensing in the 21st century. A Decade of Trans European Remote Sensing Cooperation. S. 251-256. Dresden.

- HEROLD, M.; MENZ, G. U. K.C. CLARKE (2001): Remote Sensing und Urban Growth Models – Demands and Perspectives. In: Juergens, C. (2001): Proceeding in the Symposium on Remote Sensing of Urban Areas. In: Regensburger Geographische Schriften, H. 35. (auf CD-ROM)
- HOLTKÖTTER, J. (2002): Monitoring of urban structures using remotely sensed data and GIS – The example of Leipzig-Halle. Bochum, Leipzig. (unveröffentlichte Diplomarbeit).
- JORGE, L.A.B. U. G.J. GARCIA (1997): A study of habitat fragmentation in Southeastern Brazil using remote sensing and geographic information systems (GIS). In: Forest Ecology and Management. H. 98. S. 35-47.
- JÜNGER, E. (1996a): Das Leipziger Land: Was ist gemeint? In: Haferstroh, P.; Jünger, E.; Pfeifer, R.; Seidel, M.; Walz, D. u. K. Winterfeld: Im Leipziger Land. Kulturgeschichtliche Streifzüge. S. 9-11. Leipzig.
- JÜNGER, E. (1996b): Die natürlichen Grundlagen kulturhistorischer Entwicklung. In: Haferstroh, P.; Jünger, E.; Pfeifer, R.; Seidel, M.; Walz, D. u. K. Winterfeld: Im Leipziger Land. Kulturgeschichtliche Streifzüge. S. 12-40. Leipzig.
- KARTES, B. U. M. WÄCHTER (2001): Stadtbiotopkartierung Leipzig. IN: BREUSTE, J.; WÄCHTER, M. U. B. BAUER (HRSG.): Beiträge zur umwelt- und sozialverträglichen Entwicklung von Stadtregionen. Leipzig. (CD-ROM).
- KASPERIDUS, H.D. U. A. LAUSCH (1998): Geographische Informationssysteme. In: BANZHAF, E. U. H.D. KASPERIDUS: Erfassung und Auswertung der Landnutzung und ihrer Veränderungen mit Methoden der Fernerkundung und geographischen Informationssystemen im Raum Leipzig-Halle-Bitterfeld. UFZ-Bericht. Nr.2/1998. S. 53-61. Leipzig.
- KIRSTEIN, W. U. M. NETZBAND (2002): Analyse und Bewertung des Naturraumpotenzials in der suburbanen Kulturlandschaft mit Methoden der Fernerkundung und GIS. Abschlussbericht. Leipzig.

KREEB, K.H. (1979): Ökologie und menschliche Umwelt. Stuttgart.

KULTURSTIFTUNG LEIPZIG (HRSG.) (1996): Leipzigs Grüne Seiten: Der Auwald. In: Leipziger Blätter. H. 29.

LANG, S.; KLUG, H. U. T. LANGANKE (2003): Software-Überblick. Landscape Metrics. In: Zentrum für Geographische Informationsverarbeitung Salzburg (Hrsg.): LARG White Paper. Salzburg.

LANG, S.; LANGANKE, T. U. H. KLUG (2003): Landscape Metrics – der nordamerikanische Ansatz der quantitativen landscape ecology. In: Zentrum für Geographische Informationsverarbeitung Salzburg (Hrsg.): LARG White Paper. Salzburg.

LAUSCH, A. (2000): Raum-zeitliches Monitoring von Landschaftsstrukturen in der Tagebauregion Südraum Leipzig mit Methoden der Fernerkundung und Geoinformation. Dissertation. In: UFZ-Bericht, 12/2000. Leipzig.

LAUSCH, A. (2003): Analysis of spatio-temporal changes in landscape structure. In: NATO-Report. Leipzig. (in Druck)

LESER, H. (1997): Landschaftsökologie. In: Uni Taschenbücher. Bd. 521. Stuttgart.

LICHTENBERGER, E. (1991): Stadtgeographie. Begriffe, Konzepte, Modelle, Prozesse. Band 1. 2. Auflage. In: Borchert, C.; Hagedorn, H.; Rathjens, C. u. E. Wirth (Hrsg.): Teubner Studienbücher der Geographie. Stuttgart.

MACK, E.L.; FIRBANK, L.G.; BELLAMY, P.E.; HINSLEY, S.A. U. N. VEITCH (1997): The comparison of remotely sensed and ground-based habitat area data using species-area models. In: Journal of Applied Ecology. H. 34(5). S. 1222-1228.

MCGARIGAL, K. U. B.J. MARKS (1994): FRAGSTATS - Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Version 2.0. Corvallis, Oregon.

- METZGER, J.P. U. E. MULLER (1996): Characterizing the complexity of landscape boundaries by remote sensing. In: Landscape Ecology. H. 11(2). S. 65-77.
- MILLER, J.N.; BROOKS, R.P. U. M.J. CROONQUIST (1997): Effects of landscape patterns on biotic communities. In: Landscape Ecology. H. 12. S. 137-153.
- MÜLLER, G.K. U. U. ZÄUMER (HRSG.) (1992): Der Leipziger Auwald. Ein verkanntes Juwel der Natur. Leipzig.
- MÜLLER, P. (1977): Biogeographie und Raumbewertung. Darmstadt.
- NEEF, E. (1964): Zur großmaßstäbigen landschaftsökologischen Forschung. In: Petermanns Geographische Mitteilungen. H. 108. S. 1-7.
- NEEF, E. (1967): Die theoretischen Grundlagen der Landschaftslehre. Gotha.
- O'NEILL, R.V.; KRUMMEL, J.R.; GARDNER, R.H.; SUGIHARA, G.; JACKSON, B. U.A. (1988): Indices of landscape pattern. In: Landscape Ecology. H. 1(3). S. 153-162.
- PATZ, R. U. I. KUHPFAHL (2000): Neue räumliche Nähe. Zur Qualität der Suburbanisierung im Entwicklungskorridor Leipzig-Halle. In: UFZ-Bericht. Nr. 18/2000. Leipzig.
- REGIONALER PLANUNGSVERBAND WESTSACHSEN (HRSG.) (1996): Regionalplanung in Westsachsen. Grimma.
- RITTER, E.-H. (1989): Städteökologie. In: Hesse, J. (Hrsg.): Kommunalwissenschaften in der BRD. In: Schriftenreihe zur kommunalen Wissenschaft und Praxis. Bd. 2. S. 447-481.
- RÖSSING, R; RÖSSING, R. U. W.U. SCHÜTTE (1984): Leipzig in Farbe. Leipzig.

ROTHER, K. (1997): Deutschland – Die östliche Mitte. In: Glawion, R.; Leser, H.; Popp, H. u. K. Rother (Hrsg.): Das Geographische Seminar. Braunschweig.

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (SMU) UND LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (HRSG.) (1994): 1. Leipziger Symposium „Stadtökologie in Sachsen“. Tagungsband der Veranstaltung am 31.8. und 1.9.1994 am UFZ Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH. Leipzig.

SCHALLENBERG, K. (2001): Monitoring von Stadtstrukturen unter Verwendung der Fernerkundung und Landschaftsstrukturmaßen. Dargestellt am Beispiel Halle-Leipzig. Bonn. (unveröffentlichte Diplomarbeit).

SCHÖNFELDER, G. (1984): Grundlagen für die Vorhersage (Prognose) von Landschaftsveränderungen als geographischer Beitrag für die Landschaftsplanung. Dissertation B. Halle.

SCHOLZ, D. (1996): Wirtschafts- und Großstadtentwicklung Leipzigs. In: Breuste, J. (Hrsg.): Stadtökologie und Stadtentwicklung. Das Beispiel Leipzig. Ökologischer Zustand und Strukturwandel einer Großstadt in den neuen Bundesländern. In: Erbguth, W.; Haber, W., Klemmer, P. u. H.W. Thoenes (Hrsg.): Angewandte Umweltforschung. Bd. 4. S. 35-49. Berlin.

STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN (HRSG.) (2000): Ortsteilkatalog 2000. Daten zu den Ortsteilen und Stadtbezirken der Stadt Leipzig. Leipzig.

STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN (HRSG.) (2002a): Daten und Informationen 2002. Leipzig. (Faltblatt).

STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN (HRSG.) (2002b): Ortsteilkatalog 2002. Daten zu den Ortsteilen und Stadtbezirken der Stadt Leipzig. Leipzig.

STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN (HRSG.) (2002c): Statistisches Jahrbuch 2002. Leipzig.

- STADT LEIPZIG, AMT FÜR STATISTIK UND WAHLEN (HRSG.) (2002d): Statistischer Quartalsbericht 4/2002. Leipzig.
- STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ (HRSG.) (1994a): Biotopkartierung der Stadt Leipzig 1. Leipzig.
- STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ (HRSG.) (1994b): 2. Auensymposium Leipzig 1994. Leipziger Auen zwischen Konflikten und Chancen. Leipzig.
- STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ (HRSG.) (1995): Umweltbericht 1995. Leipzig.
- STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ (HRSG.) (1999): Stadtbiotopkartierung Leipzig. Maßstab 1:20.000. Biotoptypenkarte. Leipzig.
- STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ (HRSG.) (2000a): Stadtbiotopkartierung Leipzig 2000. Maßstab 1:5.000. Biotoptypenkarte und Auswertung. Leipzig.
- STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ (HRSG.) (2000b): Umweltbericht 2000. Leipzig.
- STADT LEIPZIG, STADTPLANUNGSAMT (HRSG.) (1993): Flächennutzungsplan Stadt Leipzig. Leipzig.
- STATSOFT INC. (1998): Statistica für Windows (Computer-Programm-Handbuch). Tulsa.
- TURNER, M.G. (1989): Landscape ecology: The effect of pattern and process. In: Annual Review of Ecology and Systematics 20. S. 171 - 197.
- TURNER, M.G. U. R.H. GARDNER (1991): Quantitative Methods in Landscape Ecology. New York.

URBAN, D.L. ; O'NEILL, R.V. u. H.H. SHUGART, JR. (1987): Landscape ecology : A hierarchical perspective can help scientist understand spatial patterns. In: BioScience. H. 37. S. 119-127.

USBECK, H. (1996): Entwicklungen und Probleme der Agglomerationsräume in Deutschland – Fallstudie Leipzig. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) (Hrsg.): Agglomerationsräume in Deutschland. Ansichten, Einsichten, Aussichten. S. 304-324. Hannover.

USBECK, H. (2000): Aspekte der Suburbanisierung von Gewerbe in ostdeutschen Stadt-Umland-Regionen. In: Moser, P. u. J. Breuste (Hrsg.): Ostdeutsche Stadt-Umland-Regionen unter Suburbanisierungsdruck. UFZ-Bericht. Nr. 14/2000. S. 21-24. Leipzig.

WÄCHTER, M.; KONOPKA, T. u. T. BLACHNIK-GÖLLER (1996): Stadtbiotopkartierung Leipzig als Grundlage für die Naturschutzfachplanung in Leipzig. In: Breuste, J. (Hrsg.): Stadtökologie und Stadtentwicklung. Das Beispiel Leipzig. Ökologischer Zustand und Strukturwandel einer Großstadt in den neuen Bundesländern. In: Erbguth, W.; Haber, W., Klemmer, P. u. H.W. Thoenes (Hrsg.): Angewandte Umweltforschung. Bd. 4. S. 239-249. Berlin.

WIENS, J.A. (2002): Central Concepts and Issues of Landscape Ecology. In: Gutzwiller, K.J. (Hrsg.): Applying Landscape Ecology in Biological Conservation. S. 3-21. New York.

WIEST, K. (2001): Leipzig zwischen Segregation und Integration. In: Geographische Rundschau. H. 53(3). S. 10-16.

Internetlinks:

<http://www.sbg.ac.at/geo/student/fernerkundung/index.htm>

BLASCHKE, T. u. S. LANG (2000): Einführung in Fernerkundung und digitale Bildverarbeitung.

11. Anhang

Tabelle 8: die Klassen nach der Verschneidung der überarbeiteten Stadtbiotopkartierung mit dem Straßencover sowie Höhenwerte der Klassen zur Bestimmung der Wichtungsgößen für das Landschaftsstrukturmaß Höhenkontrastindex (MVECI)

<u>Klasse</u>	<u>Bezeichnung</u> (Klassengruppe und Klasse)	<u>Höhe [m]</u>
	1. Stadt- und Ortskernbereiche	
1	Innenstadt	25
2	Ortskernbereiche	17
	2. Wohnbauflächen und gemischte Bauflächen	
3	Blockbebauung	20
4	Blockrandbebauung	17
5	Zeilenbebauung	15
6	Gemischte Bauflächen	13
7	Großformbebauung und Hochhäuser	35
8	Einzelhausbebauung	13
9	Villen mit parkartigen Gärten	15
10	Öffentliche Gebäude	15
11	Mehrgeschossige Bebauung der 90er Jahre	15
	3. Dörfliche Strukturen	
12	Dörfliche Siedlungsflächen	8
13	Bauern- und Gutshöfe und landwirtschaftliche Großbetriebe	8
	4. Industrie- und Gewerbeflächen, Ver- und Entsorgungsanlagen	
14	Stark versiegelte ~	20
15	Gering versiegelte ~	10
16	Deponien und Kippen	40

5. Grünflächen		
17	Grün- und Parkanlagen ohne Baumbestand	0,10
18	Grün- und Parkanlagen mit Baumbestand; Botanische und Zoologische Gärten	20
19	Sport- und Freizeitanlagen, extensiv genutzt	0,0
20	Sport- und Freizeitanlagen, intensiv genutzt, stark versiegelt	2,0
21	Friedhöfe	20
22	Kleingärten	3,0
6. Gewässer		
23	Gräben und Bäche	0,0
24	Flüsse mit Uferbereich	0,0
25	Kanäle und kanalisierte Flüsse	0,0
26	Altwasser	0,0
27	Teiche und Weiher	0,0
28	Nassabgrabungen, Kiesabbau, geflutete Tagebaue	0,0
7. Landwirtschaftlich genutzte Flächen		
29	Äcker	0,5
30	Wiesen und Weiden	0,5
31	Erwerbsgartenbau	0,5
32	(Streu-)Obstwiesen	3,0
8. Wald, Forst, Gehölzstrukturen		
33	Naturnahe Wälder	25
34	Laubholzforste	20
35	Feldgehölze	3,0
36	Lineare Gehölzstrukturen (Hecken)	2,0
9. Brachen		
37	Ruderale Kraut- und Staudenfluren	0,7
38	Gehölzbestimmte Brachen (komplexe Brachflächen)	3,0

	inkl. Strauchgesellschaften und Vorwälder)	
	10. Sonstiges	
39	Militärische Anlagen	15
40	Baustellen	15
	11. Verkehrsanlagen	
41	Bahnanlagen	0,0
42	Großparkplätze, Garagen	0,0
43	Autobahn	0,0
44	Schnellstraßen	0,0
45	Bundesstraßen	0,0
46	Durchgangsstraßen	0,0
47	Übrige Straßen und Wege	0,0

Quelle:

Stadtbiotopkartierung: überarbeitet nach STADT LEIPZIG, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ
2000a

CAD-Datensatz (Straßennetz): überarbeitet nach Stadt Leipzig, Amt für
Umweltschutz

Höhen: eigene Bearbeitung

Tabelle 9: Bevölkerung, Fläche und Bevölkerungsdichte nach Ortsteilen und Stadtbezirken

OT- / SB- Nr.	Ortsteil / Stadtbezirk	Einwohner- zahl ¹⁾	Fläche [km ²]	Bev.-Dichte ²⁾ [EW/km ²]
00	Zentrum	2371	0,7	3387,14
01	Zentrum-Ost	3167	1,6	1979,38
02	Zentrum-Südost	13112	3,1	4229,68
03	Zentrum-Süd	9698	1,6	6061,25
04	Zentrum-West	8597	1,6	5373,13
05	Zentrum-Nordwest	7835	4,0	1958,75
06	Zentrum-Nord	7470	1,3	5746,15
0	Mitte	52250	14,0	3732,14
10	Schönefeld-Abtnaundorf	9702	2,9	3345,52
11	Schönefeld-Ost	10622	3,2	3319,38
12	Mockau-Süd	4306	1,3	3312,31
13	Mockau-Nord	11787	4,5	2619,33
14	Thekla	6133	7,2	851,81
15	Plaußig-Portitz	2720	7,3	372,60
1	Nordost	45270	26,3	1721,29
20	Neustadt-Neuschönefeld	9272	0,9	10302,22
21	Volkmarsdorf	8069	1,0	8069,00
22	Anger-Crottendorf	9324	1,9	4907,37
23	Sellerhausen-Stünz	7890	3,0	2630,00
24	Paunsdorf	15559	3,9	3989,49
25	Heiterblick	4301	3,8	1131,84
26	Mölkau	6327	5,2	1216,73
27	Engelsdorf	8157	8,3	982,77
28	Baalsdorf	1461	3,9	374,62
29	Althen-Kleinpösna	2107	8,8	239,43
2	Ost	72467	40,7	1780,52
30	Reudnitz-Thonberg	17520	2,0	8760,00
31	Stötteritz	13574	3,7	3668,65
32	Probstheida	5256	4,9	1072,65
33	Meusdorf	3802	2,0	1901,00

34	Liebertwolkwitz	5269	9,2	572,72
35	Holzhausen	6397	13,0	492,08
3	Südost	51818	34,6	1497,63
40	Südvorstadt	19867	2,4	8277,92
41	Connewitz	15601	7,3	2137,12
42	Marienbrunn	6417	1,2	5347,50
43	Lößnig	12850	1,8	7138,89
44	Dölitz-Dösen	4640	4,2	1104,76
4	Süd	59375	16,9	3513,31
50	Schleußig	9986	2,1	4755,24
51	Plagwitz	9533	1,7	5607,65
52	Kleinzschocher	8170	3,1	2635,48
53	Großzschocher	9114	15,8	576,84
54	Knauthain-Hartmannsdorf			532,00 ³⁾
55	Rehbach-Knautnaundorf			43,00 ³⁾
5	Südwest	43359	46,6	930,45
60	Schönau	4985	3,1	1608,06
61	Grünau-Ost	10084	1,1	9167,27
62	Grünau-Mitte	14689	1,2	12240,83
63	Grünau-Siedlung	4274	1,6	2671,25
64	Lausen-Grünau	15962	3,8	4200,53
65	Grünau-Nord	11043	0,9	12270,00
66	Miltitz	2054	3,0	684,67
6	West	63091	14,7	4291,90
70	Lindenau	5377	1,0	5377,00
71	Altlingenau	12150	2,4	5062,50
72	Neulindenau	5478	2,5	2191,20
73	Leutzsch	8627	4,5	1917,11
74	Böhlitz-Ehrenberg	9491	8,7	1090,92
75	Burghausen-Rückmarsdorf	4642	7,1	653,80
7	Alt-West	45765	26,1	1753,45
80	Möckern	12902	4,9	2633,06

81	Wahren	6042	4,6	1313,48
82	Lützschena-Stahmeln	4129	18,3	225,63
83	Lindenthal	6001	12,8	468,83
8	Nordwest	29074	40,6	716,11
90	Gohlis-Süd	13740	2,0	6870,00
91	Gohlis-Mitte	13293	1,3	10225,38
92	Gohlis-Nord	8566	2,0	4283,00
93	Eutritzsch	11245	4,6	2444,57
94	Seehausen	2227	18,0	123,72
95	Wiederitzsch	7439	9,4	791,38
9	Nord	56510	37,4	1510,96
	Stadt Leipzig insgesamt	519420	297,6	1745,36

¹⁾ Wohnberechtigte Bevölkerung (Haupt- und Nebenwohnsitz)

²⁾ eigene Berechnung, nach den in der Tabelle aufgeführten Daten zu Einwohnerzahl und Fläche

³⁾ 1999 (Quelle Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen 2000: Ortsteilkatalog 2000)

Quelle: Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen (2002b): Ortsteilkatalog 2002

Folgende Seiten:

Karte 31: Stadtbiotopkartierung von Leipzig

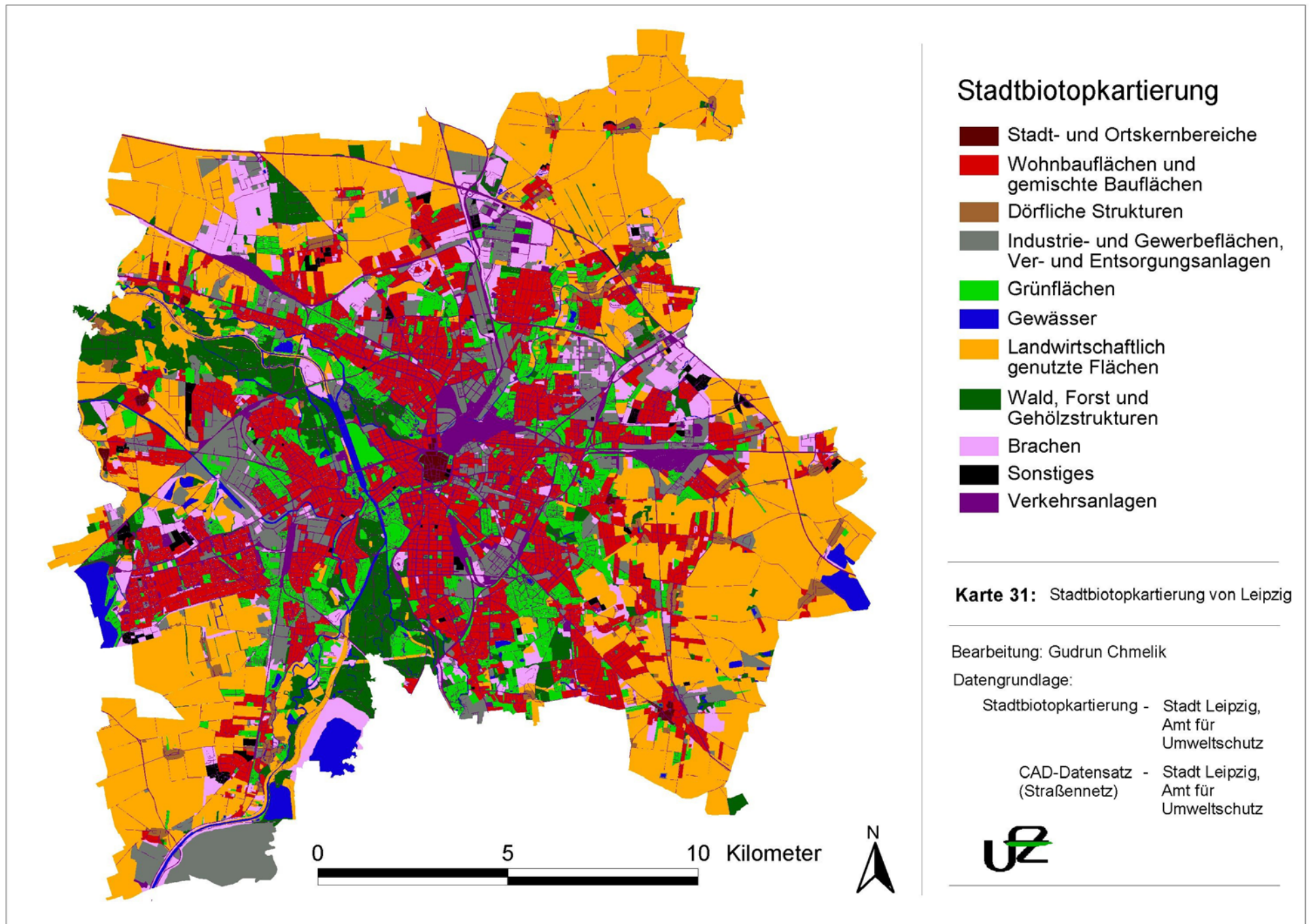
Karte 32: Stadtbiotopkartierung: Bebauung

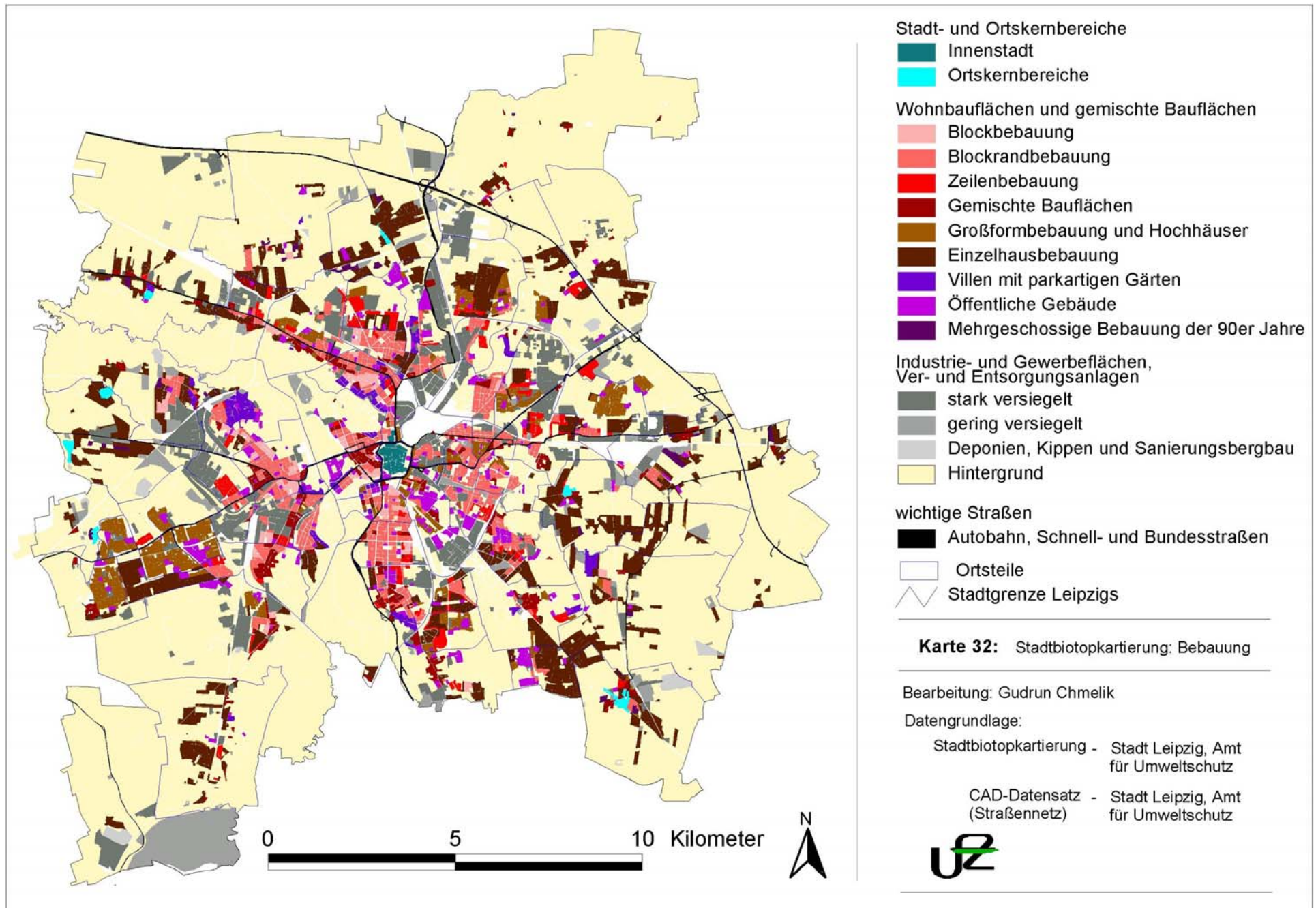
Karte 33: Stadtbiotopkartierung: Grünstrukturen

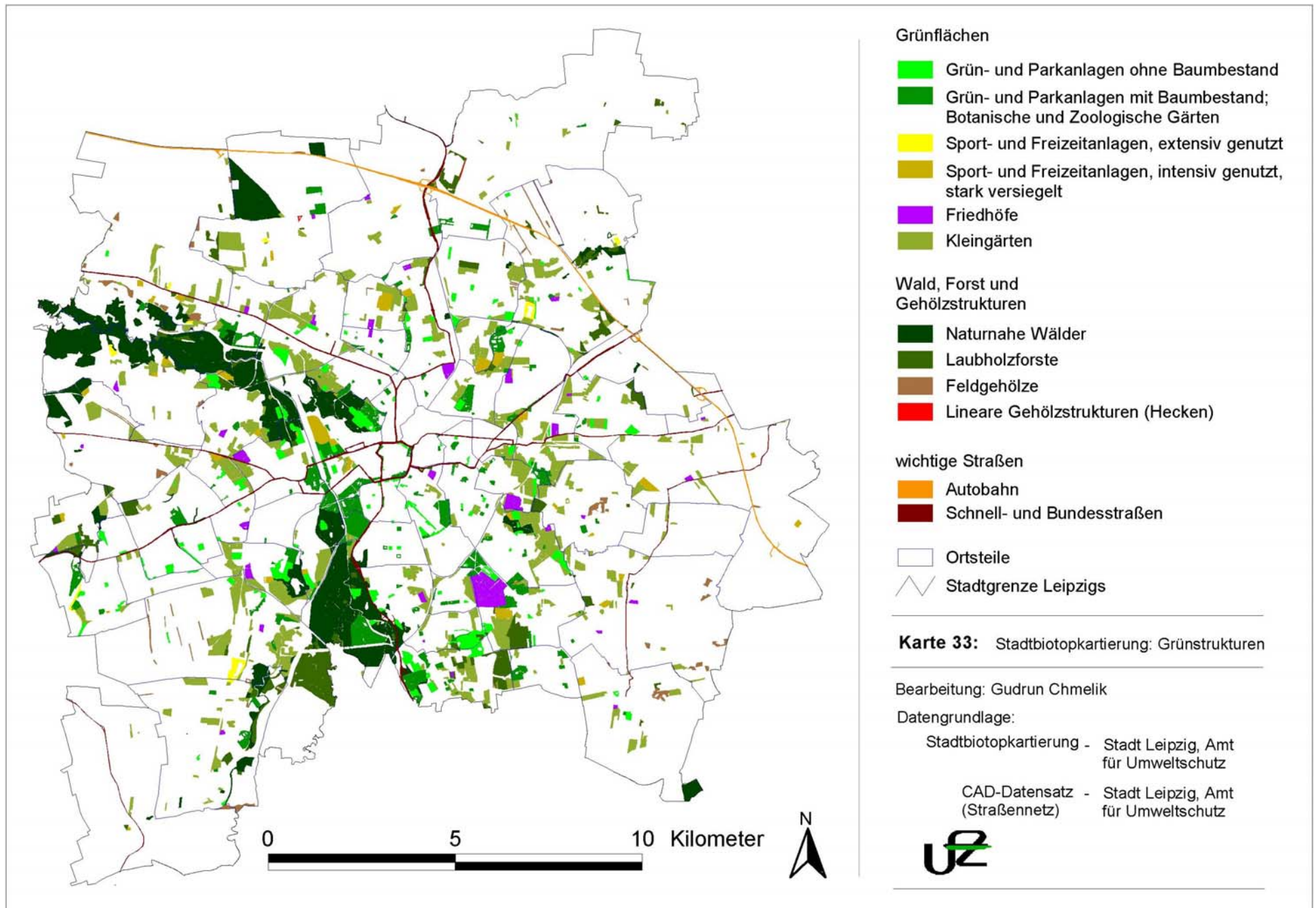
Karte 34: Stadtbiotopkartierung: Gewässer

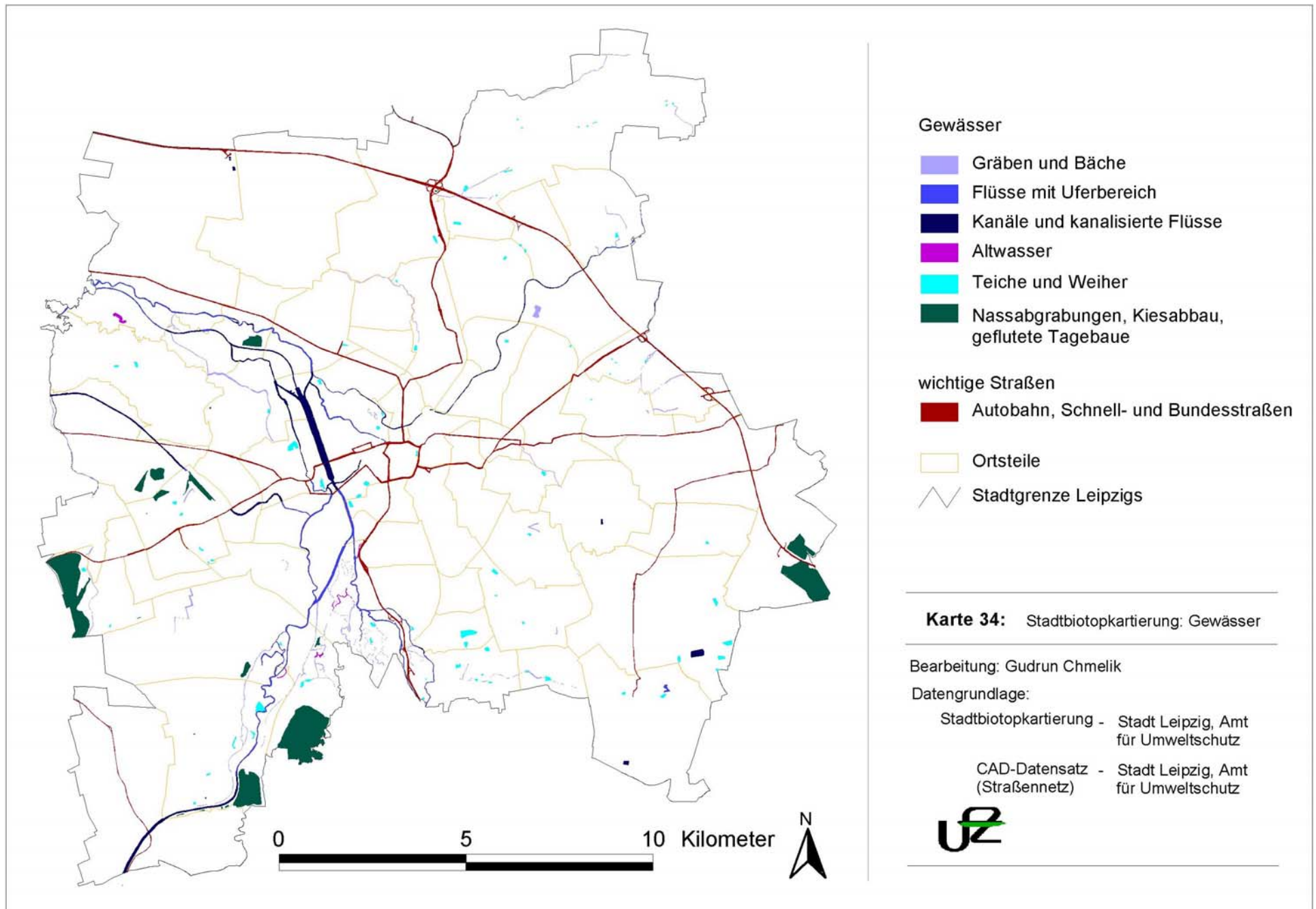
Karte 35: Stadtbiotopkartierung: Ländliche Bereiche und Brachen

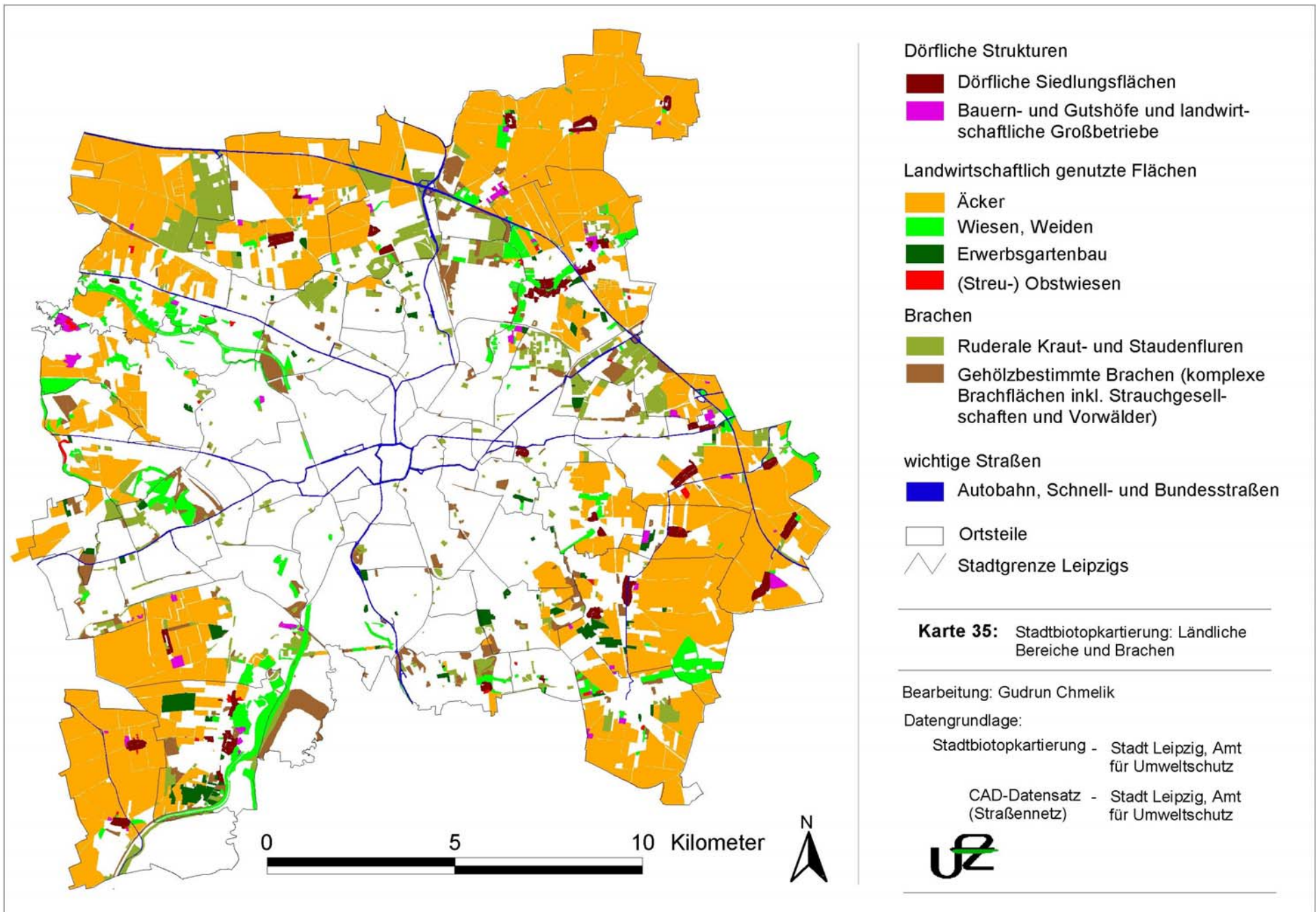
Karte 36: Stadtbiotopkartierung: Verkehrsnetz

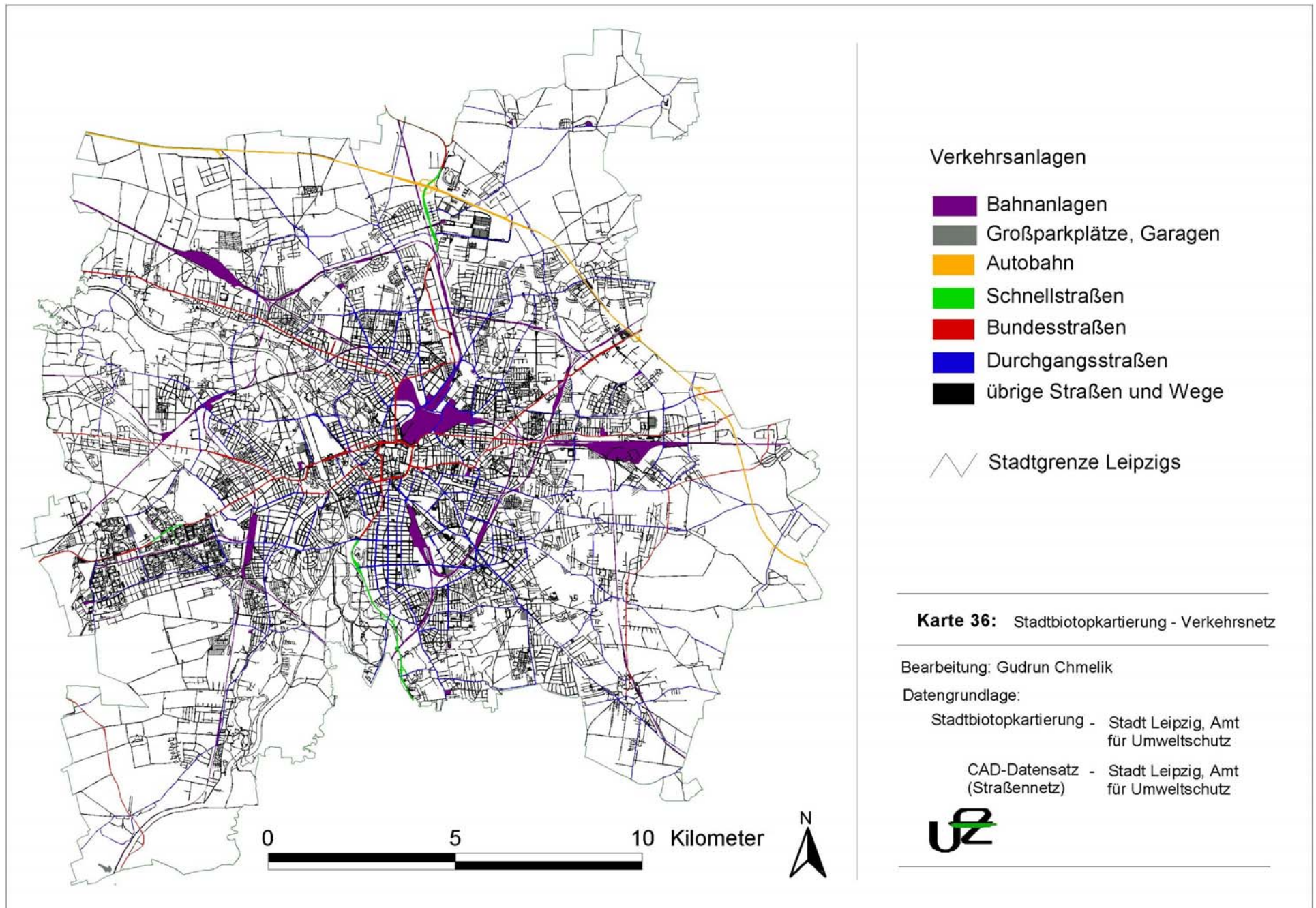












Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Leipzig, im Juli 2003

Gudrun Chmelik