



UFZ-Bericht

UFZ-Bericht • UFZ-Bericht • UFZ-Bericht • UFZ-Bericht

Nr. 24/1997

Dissertation

**Landschaftsstrukturen und
Regulationsfunktionen in Intensiv-
agrarlandschaften im Raum
Leipzig-Halle.**

**Regionalisierte Umweltqualitäts-
ziele - Funktionsbewertungen -
multikriterielle Landschafts-
optimierung unter Verwendung
von GIS**

Burghard Meyer

ISSN 0948-9452

**Landschaftsstrukturen und Regulationsfunktionen in
Intensivagrarlandschaften im Raum Halle-Leipzig.
Regionalisierte Umweltqualitätsziele - Funktionsbewertungen - multikriterielle
Landschaftsoptimierung unter Verwendung von GIS**

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Universität zu Köln

vorgelegt von

Burghard Meyer

aus BONN

Leipzig

1997

Danksagung

Die vorliegende Dissertation entstand im Zeitraum August 1993 bis Juli 1996 am Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle in der Sektion Angewandte Landschaftsökologie. Die Arbeit war in das vom BMBF geförderte REGNAL-Projekt (Regeneration hochbelasteter Ökosysteme (Landschaften) - der Raum Leipzig-Halle-Bitterfeld als Modellregion) eingebettet. Fachlich begleitet wurde die Arbeit vom Geographischen Institut der Universität Köln. Die Dissertation wurde am 19.9.1997 von der Mathematischen-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Köln (Referenten Prof. Wiese; Prof. Brunotte) angenommen.

Ich möchte mich hiermit bei allen Personen und Institutionen, die zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben, bedanken.

Mein Dank gilt zunächst dem Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle, das mir während drei Jahren ausgezeichnete Arbeitsbedingungen zur Umsetzung meines Dissertationsthemas bot. Modernste technische Infrastruktur wurden zur Verfügung gestellt. Hier soll namentlich Herrn Dr. Grossmann als ehemaligem Leiter der Sektion Angewandte Landschaftsökologie gedankt werden.

Besonders bedanken möchte ich mich bei Herrn Prof. Krönert (UFZ) für die vielen fachlichen Anregungen, die Vermittlung wertvoller Kontakte und die intensive Betreuung am Umweltforschungszentrum, bei Herrn Prof. Wiese (Universität Köln) für seine hervorragende Unterstützung und die mir entgegengebrachte offene, konstruktive Kritik, und bei Frau Prof. Mühle (UFZ) für anregende fachbezogene Gespräche und die Einbeziehung in die agrarlandschaftsbezogenen Forschungen des Umweltforschungszentrums und der Universität Halle. Außerdem bin ich Herrn Prof. Brunotte (Universität Köln) für seine fachliche Beurteilung zu Dank verpflichtet.

Für die fruchtbare, anwendungsbezogene Zusammenarbeit mit der Universität Halle, Professur für Wirtschaftslehre des Landbaus (Herrn Prof. Rost) und Professur für Agrarpolitik und Agrarumweltpolitik (Herrn Prof. Ahrens), und deren Mitarbeitern, Herrn Schleitz und Herrn Rittershofer, möchte ich mich ebenfalls herzlich bedanken. Dank schulde ich auch Herrn Prof. Frühauf (Institut für Geographie der Universität Halle) für fachliche Begleitung und Kritik.

Für die fachliche Unterstützung in Fragen der mathematischen Aufbereitung und technischen Umsetzung der Themenstellung mit Hilfe von GIS und für die gute inhaltliche Zusammenarbeit bedanke ich mich besonders bei Herrn Dr. Ralf Grabaum (UFZ). Bei Herrn Dr. Müller (UFZ) bedanke ich mich für seine bodenkundliche Beratung. Die technische Umsetzung im GIS wäre ohne die zeitaufwendigen Arbeiten von Frau Schulz (UFZ) und die Unterstützung von Herr Dr. Koch (UFZ) und Frau Dr. Kindler (UFZ) nicht möglich gewesen. Dem Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie in Freiberg und dem Geologischen Landesamt Sachsen-Anhalt in Halle, die mir in unkomplizierter Weise Daten zur Verfügung stellten, bin ich zu Dank verpflichtet.

Schließlich danke ich herzlich für vielfältige Unterstützung, insbesondere während der Endphase der Arbeit, Lucia Adrian, Vera Heinz, Dr. Guido Nischwitz und Dr. Martin Volk.

I. Inhaltsverzeichnis

I.	Inhaltsverzeichnis	I
II.	Kartenverzeichnis	V
III.	Abbildungsverzeichnis	VII
IV.	Tabellenverzeichnis	VIII

1. Einleitung

1.1.	Problem- und Zielstellung	1
1.2.	Aufbau der Arbeit	4
1.3.	Datengrundlagen und Verwendung von GIS	6

2. Landschaftsanalysen in Intensivagrarlandschaften als Grundlage zur Ableitung von Entwicklungszielen

2.1.	Einleitung	13
2.2.	Natur- und Landschaftsräume	15
2.3.	Die Funktionalität der Landschaft/multifunktionale Landnutzung	17
2.4.	Funktionale Betrachtungsweise nach GROOT	20
2.5.	Integrierter Naturschutz und Biotopverbund	23
2.6.	Ökotope	28
2.7.	Diversität	29
2.7.1.	Landschaftsdiversität	29
2.7.2.	Bodendiversität	30
2.7.3.	Heterogenität	31
2.8.	Leistungsvermögen der Landschaft und multikriterielle Landschaftsoptimierung	34
2.9.	Ableitung von Umweltqualitätszielen und Leitbildern nach dem Bottom-Up-Ansatz	37

3. Die Untersuchungsräume in Intensivagrarlandschaften im Raum Halle - Leipzig

3.1.	Einleitung	41
3.2.	Die Landnutzung im Raum Halle-Leipzig	42
3.3.	Relief und Decksedimente	44
3.4.	Boden	46
3.4.1.	Bodenartenverteilung Jesewitz	51
3.4.2.	Bodenartenverteilung Nerchau	52
3.4.3.	Bodenartenverteilung Gimritz	54
3.4.4.	Bodenartenverteilung Barnstädt	54
3.5.	Klima	55
3.6.	Natürliche Vegetation	56
3.7.	Die Biotoptypenausstattung der Untersuchungsgebiete	57

3.7.1.1. Biotoptypen im Untersuchungsraum Jesewitz	58
3.7.1.2. Landschaftsstrukturelle Probleme und Ansatzpunkte einer ökologischen Entwicklung der Agrarlandschaft Jesewitz	60
3.7.2.1. Biotoptypen im Untersuchungsraum Nerchau	61
3.7.2.2. Landschaftsstrukturelle Probleme und Ansatzpunkte einer ökologischen Entwicklung der Agrarlandschaft Nerchau	63
3.7.3.1. Biotoptypen im Untersuchungsraum Gimritz	63
3.7.3.2. Landschaftsstrukturelle Probleme und Ansatzpunkte einer ökologischen Entwicklung der Agrarlandschaft Gimritz	65
3.7.4.1. Biotoptypen im Untersuchungsraum Barnstädt	66
3.7.4.2. Landschaftsstrukturelle Probleme und Ansatzpunkte einer ökologischen Entwicklung der Agrarlandschaft Barnstädt	68
3.8. Zusammenfassung und Diskussion	69
 4. Analyse und Vergleich der Landschaftsstrukturen zur Ableitung von Umweltqualitätszielen unter Verwendung von GIS	
4.1. Einleitung	71
4.2. Landschaftsstruktur und Landschaftselemente in Intensivagrarlandschaften: Ein Vergleich von vier Untersuchungsräumen	72
4.2.1. Flächennutzung - Verteilung der Nutzungstypen, Defizite an naturschutzrelevanten Flächen	72
4.3. Schlaggrößen in der Intensivagrarlandschaft und der historischen Kulturlandschaft	75
4.3.1. Hanglängen und Bodenerosion	77
4.3.2. Standortvereinheitlichung	77
4.3.3. Abflußregulation	79
4.3.4. Biodiversität von Agrarlandschaften	80
4.3.5. Landschaftsbild und natürliche Erholungseignung	81
4.3.6. Schlagaufteilung in der historischen Kulturlandschaft - ein Vergleich	81
4.4. Die Ausstattung der Agrarlandschaften mit linearen Landschaftselementen	85
4.4.1. Lineare Vegetationselemente	85
4.4.2. Gewässernetz	86
4.4.3. Straßennetz	87
4.4.4. Feldraine	90
4.5. Landschaftsdiversität	91
4.5.1. Berechnung der Dispersionsgrade für Flächennutzung und Bodenarten	92
4.5.2. Das primäre Landschaftsstrukturpotential	95
4.5.3. Diskussion Landschaftsdiversität	97
4.6. Ausblick	98

5.	Bewertung von Indikatorfunktionen unter Verwendung von GIS. Das Beispiel Jesewitz	
5.1.	Einleitung	102
5.2.	Bodenerosionswiderstand	103
5.2.1.	Bewertungsablauf und Daten	105
5.2.2.	R-FAKTOR	105
5.2.3.	K-FAKTOR	106
5.2.4.	LS-FAKTOR	107
5.2.5.	C- UND P-FAKTOR	108
5.2.6.	Bewertung der aktuellen Bodenerosionsgefährdung	110
5.2.7.	Entwicklung von Szenarien für Regulationsfunktionen am Beispiel der Bodenerosionsgefährdung	111
5.3.	Abflußregulationsfunktion	115
5.3.1.	Bewertung der Abflußregulation und Daten	117
5.3.2.	Teilergebnisse der Abflußregulationsbewertung	119
5.3.3.	Einschätzung der Abflußregulationsfunktion	121
5.3.4.	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	123
5.4.	Grundwasserneubildung	124
5.4.1.	Bewertung der Grundwasserneubildung und Daten	126
5.4.2.	Einschätzung der Grundwasserneubildung	128
5.4.3.	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	129
5.5.	Landwirtschaftliche Produktionsfunktion	130
5.5.1.	Ableitung und Bewertung der landwirtschaftlichen Produktionsfunktion	131
5.6.	Überlagerung der einzelnen Funktionsbewertungen in einer Konfliktkarte	133
5.7.	Nutzung der Funktionsbewertungen	137
5.8.	Zusammenfassung	139
6.	Multikriterielle Landschaftsoptimierung unter Berücksichtigung ausgewählter Funktionen. Der Beipielraum Jesewitz	
6.1.	Einleitung	142
6.2.	Anwendung der multikriteriellen Landschaftsoptimierung im Untersuchungsraum Jesewitz	144
6.3.	Allgemeine Vorgaben, Optimierungsziele und Optimierungs- restriktionen	145
6.4.	Ergebnisse	147
6.4.1.	Maximierung	147
6.4.2.	Kompromisse/multikriterielle Optimierung	150
6.5.	Optimierungsergebnis für den Untersuchungsraum Jesewitz	153
6.6.	Zusammenfassung und Ausblick für die methodische Nutzung der Ergebnisse	155

7.	Regionalisierte Umwelt- und Ressourcenschutzanforderungen und ihre betrieblichen Auswirkungen: Szenarien	
7.1.	Einleitung	159
7.2.	Regionalität und regionale Handlungsempfehlungen	161
7.3.	Die Grundlagen der Szenarien	165
7.3.1.	Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung	165
7.3.2.	Regionalität und Landschaftsstrukturen	166
7.4.	Szenarien	169
7.4.1.	Opportunitätskosten der Szenarien für Einzelbetriebe	170
7.5.	Zusammenfassung	172
8.	Zusammenfassung und Ausblick	174
9.	Literatur	182
10.	Liste der Anhangtabellen	196
11.	Anhang	197

II. Kartenverzeichnis

- Karte 1: Naturräume und Testgebiete im REGNAL-Untersuchungsraum
Karte 2: Vergleich der Flächeninhalte von Bodenschätzung (1:10.000) und MMK (Autorenoriginal 1:25.000)
Karte 3: Karte der Biotoptypen im Untersuchungsraum Jesewitz
Karte 4: Karte der Biotoptypen im Untersuchungsraum Nerchau-Ragewitz
Karte 5: Karte der Biotoptypen im Untersuchungsraum Barnstädt
Karte 6: Karte der Biotoptypen im Untersuchungsraum Gimritz
Karte 7: Lineare Vegetationselemente Untersuchungsraum Jesewitz
Karte 8: Lineare Vegetationselemente Untersuchungsraum Nerchau-Ragewitz
Karte 9: Lineare Vegetationselemente Untersuchungsraum Barnstädt
Karte 10: Lineare Vegetationselemente Untersuchungsraum Gimritz
Karte 11: Karte der Bodenarten im Untersuchungsraum Jesewitz
Karte 12: Karte der Bodenarten im Untersuchungsraum Nerchau-Ragewitz
Karte 13: Karte der Bodenarten im Untersuchungsraum Barnstädt
Karte 14: Karte der Bodenarten im Untersuchungsraum Gimritz
Karte 15: Historische Landnutzung im Untersuchungsraum Jesewitz 1935
Karte 16.1: Veränderung des Gewässernetzes Jesewitz 1935
Karte 16.2: Veränderung des Gewässernetzes Jesewitz 1994
Karte 17.1: Veränderung des Gewässernetzes Nerchau-Ragewitz 1936
Karte 17.2: Veränderung des Gewässernetzes Nerchau-Ragewitz 1994
Karte 18.1: Veränderung des Gewässernetzes Barnstädt 1936
Karte 18.2: Veränderung des Gewässernetzes Barnstädt 1994
Karte 19.1: Veränderung des Gewässernetzes Gimritz 1936
Karte 19.2: Veränderung des Gewässernetzes Gimritz 1994
Karte 20.1: Veränderung des Straßen- und Wegenetzes Jesewitz 1935
Karte 20.2: Veränderung des Straßen- und Wegenetzes Jesewitz 1994
Karte 21.1: Veränderung des Straßen- und Wegenetzes Nerchau-Ragewitz 1936
Karte 21.2: Veränderung des Straßen- und Wegenetzes Nerchau-Ragewitz 1994
Karte 22.1: Veränderung des Straßen- und Wegenetzes Barnstädt 1936
Karte 22.2: Veränderung des Straßen- und Wegenetzes Barnstädt 1994
Karte 23.1: Veränderung des Straßen- und Wegenetzes Gimritz 1936
Karte 23.2: Veränderung des Straßen- und Wegenetzes Gimritz 1994
Karte 24: Digitales Geländemodell im Untersuchungsraum Jesewitz
Karte 25: Karte der K-Faktoren im Untersuchungsraum Jesewitz
Karte 26: Karte der LS-Faktoren im Untersuchungsraum Jesewitz
Karte 27: Karte der Klassen der Erosionsgefährdung (aktuelle Fruchtfolge 1994) im Untersuchungsraum Jesewitz
Karte 28: Karte der Klassen der Erosionsgefährdung (Schwarzbrache) im Untersuchungsraum Jesewitz
Karte 29: Karte der Klassen der Erosionsgefährdung (einheitliche Hanglänge 50 m) im Untersuchungsraum Jesewitz
Karte 30: Karte der Klassen der Abflußregulationsfunktion im Untersuchungsraum Jesewitz
Karte 31: Karte der Klassen der Grundwasserneubildung im Untersuchungsraum Jesewitz
Karte 32: Karte der Klassen der Produktionsfunktion im Untersuchungsraum Jesewitz
Karte 33: Wichtige Funktionsflächen und funktionsbezogene Konflikte auf Ackerflächen im Untersuchungsraum Jesewitz

- Karte 34: Optimierung der Flächennutzung im Untersuchungsraum Jesewitz -
Maximierung des Erosionsschutzes
- Karte 35: Optimierung der Flächennutzung im Untersuchungsraum Jesewitz -
Maximierung der Grundwasserneubildung
- Karte 36: Optimierung der Flächennutzung im Untersuchungsraum Jesewitz -
Maximierung der Abflußregulationsfunktion
- Karte 37: Optimierung der Flächennutzung im Untersuchungsraum Jesewitz -
Maximierung der Produktionsfunktion
- Karte 38: Optimierung der Flächennutzung im Untersuchungsraum Jesewitz -
Kompromiß1: Gleichgewichtung der Funktionen
- Karte 39: Optimierung der Flächennutzung im Untersuchungsraum Jesewitz -
Kompromiß 2: Höhergewichtung von Erosionsschutz und
Produktionsfunktion

III. Abbildungsverzeichnis:

Abb. 1:	Arbeitsablauf mit GIS	9
Abb. 2:	Regionales sozioökonomisch-ökologisches System	18
Abb. 3:	Grundsätze des Biotopverbundkonzeptes	26
Abb. 4:	Dokumentationsblatt A: im Anhang	
Abb. 5:	Schema zur Entwicklung eines regionalen Leitbildes für die Kulturlandschaft	38
Abb. 6:	Umweltqualitätszielableitung nach dem Bottom-Up-Ansatz mit GIS	39
Abb. 7:	Luftbild 1957 Untersuchungsraum Jesewitz	82
Abb. 8:	Schema der Idealstruktur eines ländlichen Raumes (MANDER et al. 1988)	99
Abb. 9:	Bodenabtragsgleichung und Szenarien zur Bodenerosions- gefährdung	104
Abb. 10:	Ablauf der Bodenerosionsbewertung und der Szenarien	109
Abb. 11:	Ablauf der Bewertung der Abflußregulationsfunktion	116
Abb. 12:	Ablauf der Bewertung der Grundwasserneubildung	125
Abb. 13:	Ablauf der Bewertung der Landwirtschaftlichen Produktions- funktion mit GIS	132
Abb. 14:	Nutzung der multikriteriellen Landschaftsoptimierung für die Erstellung von Landnutzungsoptionen	143
Abb. 15:	Prozentualer Vergleich der Optimallösungen mit dem aktuellen Zustand	151

IV. Tabellenverzeichnis:

Tab. 1:	Datenebenen im GIS	7
Tab. 2:	Quellen und Maßstäbe der im GIS verwendeten Datenebenen	8
Tab. 3:	Einordnung der Untersuchungsräume in Naturräume und Landschaftseinheiten	16
Tab. 4:	Regulationsfunktionen	22
Tab. 5:	Vergleich MMK - Bodenschätzung und Hangneigungsstufen	33
Tab. 6:	Bodennutzung im Untersuchungsgebiet nach Kreisen (1994)	42
Tab. 7:	Landwirtschaftliche Bodennutzung im Untersuchungsraum in Kreisen (1994)	43
Tab. 8:	Reliefgenese im Quartär, Reliefform und Ausgangssubstrate der Bodenbildung in den Untersuchungsräumen	46
Tab. 9:	Einordnung der Böden der Untersuchungsgebiete in verschiedenen Maßstabsebenen nach Daten der BÜK1000, MMK 100 und Bodenschätzungskarten (Substrate)	48
Tab. 10:	Standortgruppen, Kartierungseinheiten, Leitbodenformen, Wasserverhältnisse und ihre Verbreitung in den Testgebieten	50
Tab. 11:	Flächengröße und Flächenumfang der Bodenarten im Untersuchungsraum Jesewitz	52
Tab. 12:	Flächengröße und Flächenumfang der Bodenarten im Untersuchungsraum Nerchau	53
Tab. 13:	Flächengröße und Flächenumfang der Bodenarten im Untersuchungsraum Gimritz	54
Tab. 14:	Flächengröße und Flächenumfang der Bodenarten im Untersuchungsraum Barnstädt	55
Tab. 15:	Durchschnittliche jährliche Minima und Maxima der Niederschlagshöhe (mm, 1951-1980) in den Untersuchungsräumen	56
Tab. 16:	Nutzungstypen im Untersuchungsraum Jesewitz	58
Tab. 17:	Nutzungstypen im Untersuchungsraum Nerchau	61
Tab. 18:	Nutzungstypen im Untersuchungsraum Gimritz	64
Tab. 19:	Nutzungstypen im Untersuchungsraum Barnstädt	66
Tab. 20:	Flächengröße der Nutzungstypen der Untersuchungsräume (in %)	72
Tab. 21:	Defizit des Flächenanteiles der „naturschutzrelevanten Flächen“ (in %)	74
Tab. 22:	Größe der Ackerflächen der vier Untersuchungsräume nach Größenklassen	76
Tab. 23:	Größen der Ackerflächen nach Größenklassen	76
Tab. 24:	Bodenarten-Ackerflächen-Verhältnis (BAV)	78
Tab. 25:	Veränderung der Nutzungstypen im Untersuchungsraum Jesewitz zwischen 1935 und 1994	84
Tab. 26:	Lineare Vegetationselemente	85
Tab. 27:	Vergleich des Gewässernetzes 1935/1936 und 1994	86
Tab. 28:	Straßen- und Wegenetze in den Untersuchungsräumen	87
Tab. 29:	Dichte des Straßennetzes in den Untersuchungsräumen	89
Tab. 30:	Umweltqualitätsziel Rainlänge in Agrarlandschaften	91
Tab. 31:	Grenzlinienlängen (km) und Flächengrößen (ha) der Nutzungstypen in den vier Untersuchungsräumen	92
Tab. 32:	Dispersionsgrad (D) der Nutzungstypen und der Landschaft in den vier Untersuchungsräumen (in 100 m/ha)	93

Tab. 33:	Dispersionsgrad des Bodens (Db) in den vier Untersuchungs- räumen (in 100 m/ha)	94
Tab. 34:	Bilanz des Dispersionsgrades der Nutzungstypen und des Bodens in den vier Untersuchungsräumen (in 100 m/ha)	95
Tab. 35:	Sommer- und Jahresniederschläge und R-Faktoren für 4 nordsächsische Stationen	106
Tab. 36:	K-Faktoren im Untersuchungsraum Jesewitz	106
Tab. 37:	Hangneigungsstufen und Flächenanteile der Hangneigungs- stufen im Untersuchungsraum Jesewitz	107
Tab. 38:	LS-Faktoren im Untersuchungsraum Jesewitz	108
Tab. 39:	Toleranzgrenzen des Bodenabtrages für das Testgebiet Jesewitz	110
Tab. 40:	Szenarien und zu erwartender Gebietsbodenabtrag	112
Tab. 41:	Parallelisierung der Bodenarten der Bodenschätzungs- karten 1:10.000 (Abflußregulation)	118
Tab. 42:	Versiegelungsgrad und Bodenbedeckung	120
Tab. 43:	Hangneigungsstufen für die Abflußregulationsbestimmung	120
Tab. 44:	Infiltrationskapazität	121
Tab. 45:	Einstufung der korrigierten nutzbaren Feldkapazität	121
Tab. 46:	Gesamteinschätzung der Klassen der Abflußregulationsfunktion	122
Tab. 47:	Parallelisierung der Bodenarten der Bodenschätzungs- karten 1:10.000 (Grundwasserneubildung)	127
Tab. 48:	Klassifizierung der Grundwasserneubildung	128
Tab. 49:	Klassen der Grundwasserneubildungsfunktion und ihre Flächenverteilung im Testgebiet Jesewitz	129
Tab. 50:	Klassen der Bodenzahlen im Untersuchungsraum Jesewitz	133
Tab. 51:	Überlagerung der bewerteten Funktionen auf Ackerflächen im Untersuchungsgebiet Jesewitz	134
Tab. 52:	Prozentualer Flächenanteil der Funktionsklassen im Unter- suchungsraum Jesewitz	138
Tab. 53:	Verteilung der Landschaftselemente „Acker“ (A) und „Abgra- bungen“ (ABG) innerhalb der 4 Quadranten sowie Optimierungsgrenzen (OG)	146
Tab. 54:	Zielerfüllungsgrade der Maximierungslösungen in Bezug auf die aktuelle Ackernutzung für Quadrant 2 im Untersuchungsraum Jesewitz	148
Tab. 55:	Verteilung von Wald, Grünland und Acker (in qm und in Prozent) bei Funktionsmaximierung im Vergleich zur aktuellen Nutzung	149
Tab. 56:	Verteilung der Maximierungslösungen auf die Klassen unter- schiedlicher Bodenzahlen im Untersuchungsraum Jesewitz	149
Tab. 57:	Kompromißlösungen der multikriteriellen Optimierung für Quadrant 2 im Untersuchungsgebiet Jesewitz	150
Tab. 58:	Veränderungen der Flächennutzung bei Maximierungen und Kompromißlösungen	154
Tab. 59:	Regionaler Handlungsbedarf zur ökologischen Entwicklung von Intensivagrarlandschaften	163
Tab. 60:	Notwendige Umwandlung von Acker in Grünland in % der heu- tigen Ackerfläche nach Bodenregionen im Raum Halle-Leipzig	168
Tab. 61:	Zusätzlich notwendige Hecken und Raine nach Bodenregionen im Raum Halle-Leipzig (in m/ha)	168
Tab. 62:	Notwendige Umwandlung von Acker in naturschutzrelevante Flächen nach Bodenregionen im Raum Halle-Leipzig	168

Tab. 63:	Szenarien unterschiedlicher Umwelt- und Ressourcenschutzanforderungen für das Untersuchungsgebiet Jesewitz (Sandlößregion)	169
Tab. 64:	Einzelbetriebliche Auswirkungen von Bewirtschaftungsauflagen auf landwirtschaftliche Unternehmen (nach SCHLEITZ & MEYER 1996)	170
Tab. 65:	Opportunitätskosten der Szenarien gegenüber der Ausgangsvariante (nach SCHLEITZ & MEYER 1996)	171

1. Einleitung

1.1. Problem- und Zielstellung

Seit vielen Jahren herrscht über die Verursachung von Umweltbelastungen durch die Landwirtschaft aus geowissenschaftlich-naturschutzorientierter Sicht Konsens (SRU 1987; SRU 1994; PLACHTER 1994; HABER & SALZWEDEL 1992; KNAUER 1993). Entwicklungskonzepte zum Abbau bestehender Belastungen der Landwirtschaft sind dagegen noch in den Anfängen und nicht regional differenziert. (SRU 1994; SRU 1996a; SRU 1996b). Lösungen werden durch Segregation der Flächennutzungen oder durch Integration des Umwelt- und Naturschutzes in die landwirtschaftliche Flächennutzung angestrebt. Segregationskonzepte, die die Bereitstellung eines geringen Flächenanteiles für den Naturschutz bei gleichzeitiger intensiver Nutzung der meisten Flächen vorsehen, werden vorwiegend von Seiten der Landwirtschaft verfolgt (HOFFMANN et al. 1995; ECKERT & BREITSCHUH 1995). Dem entgegen wird von Seiten der Ökologie der Umwelt-, Natur- und Ressourcenschutz auf 100 % der Fläche propagiert (JEDICKE 1994; JEDICKE 1995; RIEDL 1994; PLACHTER 1994).

Agrarlandschaften in den gemäßigten Breiten sind durch eine monofunktional industrialisierte Landwirtschaft geprägt, die sich bevorzugt auf Regionen mit fruchtbaren Böden konzentriert. In den Agrarlandschaften Mitteldeutschlands werden die Schutzgüter der Natur (Boden, Wasser, Pflanzen und Tiere und deren Lebensräume, Klima sowie das Landschaftsbild) und die mit diesen zusammenhängenden Regulationsfunktionen durch die landwirtschaftliche Flächennutzung belastet. Die natürliche Regulation des Bodens wird von der Landwirtschaft wenig beachtet. Deren Produktionsweisen orientieren sich kaum an den regionalen und lokalen Standortfaktoren und Landschaftsstrukturen und zwingen der Landschaft eine vereinheitlichende und maschinengerechte Gestaltung auf.

Die Entwicklung von Zielen und Maßnahmenkonzepten in Form eines hierarchischen Leitbildkonzeptes (Leitbild - Umweltqualitätsziele - Umweltqualitätsstandards) zum Abbau der landwirtschaftsbedingten Umweltbelastungen und zum Aufbau neuer biotischer, standortgerechter und naturräumlich angepaßter Landschaftsstrukturen und Landnutzungen muß die Landwirtschaft mehrfachnutzungsorientiert einbeziehen. Hierdurch kann der Gegensatz zwischen Naturschutz und Landwirtschaft gemindert werden (FINCK et al. 1994; SRU 1994). Umweltqualitätsziele sollen regional differenziert werden, um regionsspezifische Einschätzungen zu ermöglichen (SRU 1996b). Dem für die Leitbildableitung normalerweise verfolgten Top-Down-Ansatz, mit dem nach Ansicht des Verfassers mit relativ geringem Erfolg versucht wird, allgemeingültige übergeordnete Ziele für eine umweltgerechte und nachhaltige Landschaftsentwicklung auf eine Region zu übertragen, steht der in dieser Arbeit verfolgte Bottom-Up-Ansatz entgegen, mit dem aufgrund detaillierter Landschaftsanalysen erst regional unterschiedliche Umweltqualitäten benannt werden können. Diese müssen quantifizierbar, damit vergleichbar und für die Praxis handhabbar sein (FÜRST 1992; BECHMANN et al. 1993). Hierfür bedarf es flächenkonkreter räumlicher Analysen der Geoökofaktoren, deren Bewertung anhand detaillierter Umweltqualitätsziele und die Zusammenfassung und Darstellung der Datenebenen mit aggregierenden und verknüpfenden Verfahren. Für die Landschafts- und Umweltplanung ist das Entwicklungsgebot gegenüber dem Schutzgebot¹ in Zu-

¹ entsprechend Bundesnaturschutzgesetz

kunft stärker zu verfolgen. Dies kann nur durch quantitative Begründungen von Entwicklungsmaßnahmen aufbauend auf der Bewertung bestehender Regulationsfunktionen und Landschaftsstrukturen und den daraus ableitbaren Entwicklungspotentialen erfolgen (SRU 1996b).

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des interdisziplinären Forschungsverbundprojektes REGNAL („Regeneration hochbelasteter Ökosysteme (Landschaften) für eine nachhaltige Landnutzung - der Ballungsraum Leipzig-Halle-Bitterfeld als Modellregion“)². Im Teilprojekt „Ökologische Folgen der Landnutzung in Agrarlandschaften des Ballungsgebietes Leipzig-Halle-Bitterfeld“ (Leiter Prof. Dr. R. Krönert) wurden vom Verfasser Kriterien für eine dauerhaft-umweltgerechte Landschaftsentwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Regulationsfunktionen und der Landschaftsstrukturen mit der Zielrichtung ihrer Verwendung bei der Entwicklung regionaler landschaftseinheitenbezogener Leitbilder (durch KRÖNERT 1996) begründet. In diesem Zusammenhang behandelt die vorliegende Arbeit regional unterschiedliche Landschaftsstrukturen und -bewertungen, die die Grundlage für die Weiterentwicklung von GIS-Anwendungen und GIS-Methoden bilden.

In dieser Arbeit werden auf der Grundlage einer detaillierten anwendungsbezogenen Analyse von Landschaftsstrukturen innerhalb von Intensivagrarlandschaften (am Beispiel von vier naturräumlich unterschiedlichen Testgebieten innerhalb des Großraumes Leipzig-Halle) Entwicklungsziele einer ausgewogenen Mehrfachnutzung, im Rahmen landschaftsfunktionaler und landschaftsstruktureller Theorieansätze, historischer Landschaftsentwicklungen sowie aktueller Defizite und Konfliktschwerpunkte aufgezeigt. Daraus werden regionale Differenzen zwischen den Testgebieten abgeleitet. Die Ergebnisse werden für die Entwicklung regionsspezifischer Umweltqualitätsziele genutzt, die quantifiziert werden. Die die Ableitung von entwicklungsorientierten Umweltqualitätszielen für Agrarlandschaften begründenden Theorieansätze werden beispielhaft durch die Bewertung der Leistungsfähigkeiten des Landschaftshaushaltes, durch die Übertragung der Prinzipien des integrierten Naturschutzes und der Biotopverbundstrategie und durch die Erhöhung der Landschaftsdiversität bzw. durch die Berücksichtigung der Heterogenität des Bodens quantifizierbar und für die anwendungsbezogene Praxis verfügbar gemacht. Umwelt- und Ressourcenschutzanforderungen werden für den Raum Leipzig-Halle aufbauend auf den durchgeführten Landschaftsanalysen und weiterführenden überregionalen Theorieansätzen formuliert und in Hinblick auf ihre einzelbetrieblichen finanziellen Auswirkungen auf landwirtschaftliche Betriebe konkretisiert.

Anhand eines Testgebietes werden beispielhaft wichtige Regulationsfunktionen zunächst einzeln bewertet und aufbauend in ihren Verflechtungen analysiert. Die Zusammenhänge werden mittels einer GIS-gestützten Überlagerungskarte aufgezeigt und diskutiert. Am Beispiel einer in Intensivagrarlandschaften wesentlichen Regulationsfunktion werden die durch die Verwendung des GIS gegebenen Darstellungsmöglichkeiten von Szenarien vorgestellt und deren Anwendungs- und Einsatzmöglichkeiten besprochen. Aufbauend auf Analysen und Bewertungen werden weitergehende und begrenzende Vorgaben für den Untersuchungsraum zur Anwendung eines neuentwickelten Landschaftsoptimierungsverfahrens (GRABAUM 1996) abgeleitet. Dieses errechnet optimale Kompromisse zwischen unterschiedlichen Zielvorgaben. Ergebnisse und Umsetzungsmöglichkeiten in die Praxis werden diskutiert.

² BMFT-Förderkennzeichen: 0339419K

Entsprechend den genannten Einzelaufgaben verfolgt diese Arbeit mit dem durchgängigen Einsatz von GIS das Gesamtziel der Entwicklung übertragbarer Methoden zur regionalisierenden und lokalisierenden Quantifizierung von Umweltqualitätszielen sowohl für die Landschaftsstruktur als auch für Landschaftsfunktionen. Die auf Grundlage detaillierter Landschaftsanalysen in Intensivagrarlandschaften bewerteten Umweltqualitäten müssen in ihrer regionalen Bedeutung differenziert eingestuft werden. Zur Lösung der Problematik konkurrierender Landnutzungen wird durch den Einsatz der multikriteriellen Landschaftsoptimierung das Ziel verfolgt, optimale und nachvollziehbare Landnutzungsoptionen zu erzeugen, die einen Kompromiß zwischen den unterschiedlichen Umweltqualitätszielen innerhalb einer Landschaft darstellen und damit allgemeingültig übertragbar und anpaßbar auf andere Regionen sind.

Mit der Verarbeitung der Datengrundlagen und den damit zusammenhängenden Bewertungsergebnissen in einem GIS kann eine sonst nicht mehr zu verarbeitende Informationsfülle ausgewertet und in Form computergestützter Karten dargestellt und analysiert werden. Methodisch werden im Rahmen der Arbeit quantifizierende, bewertende und kompromißunterstützende Verfahren der Landschaftsökologie auf Geographische Informationssysteme angepaßt und für eine moderne Landschafts- und Umweltplanung beispielhaft für die Untersuchungsräume weiterentwickelt. Die durchgängige Anwendung von GIS stellt hohe Anforderungen an die zu Beginn der Arbeit noch nicht in digitaler Form vorliegenden bzw. teilweise erst vom Verfasser kartierten Ausgangsdaten. Diese werden im GIS mit validierten bzw. bei deren Fehlen mit selbst entwickelten Verfahren bewertet und für die Umsetzung der Forschungsergebnisse in Prognoseinstrumente in Form von GIS-Szenarien bei variierenden Umwelt- und Nutzungsfaktoren verwendet. Schließlich wird mit Hilfe der GIS-gestützten Ergebnisse ein neu entwickeltes Verfahren der multikriteriellen Landschaftsoptimierung erstmals auf Agrarlandschaften angewandt.

Als wesentliche Teilziele der Arbeit können genannt werden:

- der Aufbau Geographischer Informationssysteme als Basis für die durchgängige computergestützte Informationsverarbeitung innerhalb dieser Arbeit, zur Quantifizierung und Visualisierung der Ergebnisse und zur Gewinnung räumlich quantitativer Daten,
- die Einordnung der Untersuchungen in ein landschaftsökologisches und umsetzungsorientiertes Zielsystem auf Grundlage eines entwicklungsbezogenen Theoriekonzeptes,
- die Benennung landschaftsstruktureller Probleme, verursacht durch die Ausräumung der Kulturlandschaft, die großflächige Schlagaufteilung und die Entwicklung von Lösungsansätzen,
- der Vergleich heutiger Landschaftsstrukturen mit historischen Landnutzungszuständen und deren Quantifizierung und Bewertung sowie deren Nutzungsmöglichkeiten für die Erarbeitung von landschaftsstrukturellen Entwicklungszielen,
- die Quantifizierung regionaler Landschaftsstrukturen und Nutzungstypen, der regionalen Bodenheterogenität und Landschaftsdiversität und deren landschaftlicher Vergleich innerhalb von Intensivagrarlandschaften,
- die Ableitung und der Vergleich regionaler landschaftsplanerischer Umweltqualitätsziele anhand der genannten quantifizierten Parameter,
- die Formulierung regionaler landschaftsstruktureller Anforderungen des Umwelt- und Ressourcenschutzes für landwirtschaftliche Betriebe,

- die Bewertung ausgewählter Regulationsfunktionen mit GIS am Beispiel von Bodenerosionswiderstand, Grundwasserneubildung und Abflußregulationsfunktion und zusätzlich der landwirtschaftlichen Produktionsfunktion und die Quantifizierung der zwischen diesen Funktionen bestehenden flächen- und funktionsbezogenen Konflikte,
- die Anwendung von GIS-gestützten Szenarien am Beispiel der Maßnahmen zur Minderung der Bodenerosion unter Verwendung variierender Eingangsfaktoren und zur Lokalisierung und Quantifizierung der jeweils potentiell gefährdeten Standorte,
- die Findung optimaler Kompromisse zwischen unterschiedlichen Bewertungsergebnissen mit Hilfe des Verfahrens der multikriteriellen Landschaftsoptimierung nach GRABAUM (1996) auf Grundlage unterschiedlicher Regulationsfunktionen und einer Produktionsfunktion für potentielle Landnutzungsoptionen.

Die Wahl der vier untersuchten Teilräume (Karte 1) bezieht sich auf das REGNAL-Untersuchungsgebiet (HENLE et al. 1996). Darüber hinaus war die Wahl der Räume Gimritz und Barnstädt von der Lage anderer interdisziplinärer Forschungsprojekte am Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH beeinflusst (KÖRSCHENS & MAHN 1995). Es wurden vorrangig ackerbaulich genutzte, naturräumlich unterschiedliche Untersuchungsräume mit einer Flächengröße von ca. 31-48 km² gewählt, die als repräsentativ für den Gesamttraum angesehen werden. Sie wurden im Maßstab 1:10.000 bearbeitet. Es handelt sich um folgende Gebiete:

- Nerchau im Mittelsächsischen Lößhügelland (erosionsgefährdete Lößstandorte),
- Jesewitz im Leipziger Land (Sandlößstandorte),
- Gimritz im Halleschen Lößhügelland (Übergangsbereich Saaleaue - Erosionsstandorte - Schwarzerde),
- Barnstädt im Weißenfelser Lößhügelland (Schwarzerde).

1.2. Aufbau der Arbeit

Nach der Erläuterung des Gesamtkonzeptes der Arbeit, der Problemstellung und Zielsetzung in Kapitel 1 werden in Kapitel 2 wichtige Fachbegriffe und Grundlagen für die Untersuchung, Bewertung und Ableitung von Umweltqualitätszielen in Intensivagrarlandschaften besprochen. Theorieansätze der landschaftsökologischen und ökosystemorientierten Forschung und neuere anwendungsbezogene Konzepte aus der planerischen Praxis werden aufgegriffen und diskutiert. Dazu zählen die funktionale Betrachtungsweise und der Ansatz der Mehrfachnutzung, die Konzepte des integrierten Naturschutzes und des Biotopverbundes, die Bedeutung der Ökotope für Diversität, Heterogenität und primäre und sekundäre Landschaftsstrukturen, die Bewertungsmethoden zur Einschätzung der Leistungsfähigkeit von Regulationsfunktionen in Agrarlandschaften und die multikriterielle Landschaftsoptimierung als Entwicklungsansätze zum Aufbau einer neuen Kulturlandschaft. Auf Probleme der maßstabsgerecht interpretierbaren Datenwahl wird mit dem Vergleich der Bodenschätzungskarten (1:10.000) und der Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK 1:100.000) hingewiesen. Für die Zusammenführung und Quantifizierung dieser Ansätze nach dem Bottom-Up-Ansatz haben Geographische Informationssysteme herausragende Bedeutung.

In Kapitel 3 werden die vier Untersuchungsräume in der Region Leipzig-Halle beschrieben. Die Landnutzung in diesem Raum und die wesentlichen Geoökofaktoren werden in einem großen Maßstab dargestellt und interpretiert. Die Bodenverhältnisse werden auf Basis der Bodenschätzungskarten (1:10.000) analysiert, die für diese Bearbeitung digitalisiert wurden. Ein digitales Geländemodell wird erstellt. Die in den Jahren 1994 und 1995 kartierten und mit GIS bearbeiteten Biotoptypen als ökologisch weitgehend interpretierbare Flächennutzungskategorien werden in digitalen Biotoptypenkarten (getrennt für linienhafte und flächenhafte Biotoptypen) dargestellt. Aus der gewonnenen Kenntnis des Raumes u.a. durch umfangreiche Geländebegehungen und Kartierungen können bereits wichtige landschaftsstrukturelle Probleme und Ansatzpunkte einer ökologischen Entwicklung der Agrarlandschaften benannt werden.

In Kapitel 4 folgen die Analyse und der Vergleich der Landschaftsstrukturen der vier Untersuchungsräume mit GIS und die Ableitung strukturbezogener Umweltqualitätsziele. Zum einen werden die Flächennutzungen verglichen und als Umweltqualitätsziel der regionale Bedarf „naturschutzrelevanter Flächen“ diskutiert. Weiter behandelt werden Analysen zur Schlaggrößenproblematik und damit zusammenhängende Problembereiche sowie ein Vergleich der heutigen Schlagaufteilung mit derjenigen der historischen Kulturlandschaft (1935/1958). Aus dem Vergleich der primären mit den sekundären Landschaftsstrukturen wird das „Bodenarten-Ackerflächen-Verhältnis“ als Umweltqualitätsziel formuliert und interpretiert.

Die linearen Vegetationsstrukturen, das Gewässernetz und das Straßennetz (in den Zeitschnitten 1936 und 1994 vergleichend betrachtet) sowie die Feldraine werden als Beispiele für lineare Landschaftselemente regional quantitativ verglichen und das Umweltqualitätsziel „potentielle Rainlänge“ in Intensivagrarlandschaften differenziert. Ein weiterer Analyseschritt beinhaltet die Quantifizierung von Landschaftsgrenzen (Ökotonen) mit GIS. Ökotope werden für die Ableitung des Umweltqualitätsziels der „potentiellen Landschaftsdiversität“ auf der Grundlage des primären Landschaftsstrukturpotentials (MANDER et al. 1988) verwendet und regional interpretiert. Abschließend werden Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten von Landschaftsstrukturbewertungen diskutiert, die für jede Region unterschiedliche Muster der standörtlichen Kleinteiligkeit ergeben und deren historischer Wandel sehr differenziert zu betrachten ist.

Ein wichtiger Ansatzpunkt für die ökologische Entwicklung in Intensivagrarlandschaften ist die Wiederherstellung der durch die industrielle Landnutzung belasteten Regulationsfunktionen. Dazu werden in Kapitel 5 vertiefend für das Untersuchungsgebiet Jesewitz drei ausgewählte Regulationsfunktionen (Bodenerosionswiderstand, Grundwasserneubildung und Abflußregulationsfunktion) und die landwirtschaftliche Produktionsfunktion bewertet. Die Verbreitung lokal differenzierter Regulationsfunktionen wird in Form getrennter Datenebenen im GIS quantifiziert und mit Hilfe der Bewertungsverfahren verknüpft und bewertet. Diese GIS-gestützte Bewertung der Regulationsfunktionen im Maßstab 1:10.000 erfolgt erstmalig für den Raum Halle-Leipzig. Durch die Digitalisierung der Datenebenen und deren Bereitstellung im GIS wird die Voraussetzung für die am Beispiel der Bodenerosionsgefährdung dargestellten Szenarien geschaffen, mit denen bei variierenden Umwelt- oder Nutzungsparametern die zu erwartende Bodenerosion errechnet wird, wodurch eine praktische Umsetzung potentiell notwendiger erosionsmindernder Maßnahmen begründet werden kann. Diese neuartigen Szenarien visualisieren potentielle Entwicklungen in der Landschaft und ermöglichen frühzeitige Gegenmaßnahmen.

Abschließend werden die Ergebnisse der Funktionsbewertungen in einer Karte der wichtigen Funktionsflächen und funktionsbezogenen Konflikte überlagert. Die Konflikte werden quantifiziert und diskutiert. Anwendungsmöglichkeiten von Funktionsbewertungen in der Praxis werden aufgezeigt.

In Kapitel 6 wird experimentell auf der Grundlage der aus Funktionsbewertungen abgeleiteten und räumlich quantitativen landschaftsstrukturellen Umweltqualitätsziele (Kapitel 4) und der in Kapitel 5 dargestellten Funktionsbewertungen das multikriterielle Landschaftsoptimierungsverfahren nach GRABAUM (1996) erstmalig mit valider Datengrundlage auf eine ausgeräumte Intensivagrarlandschaft (im Raum Jesewitz) angewandt und interpretiert. Mit dem Verfahren können nach vorzugebenden Entwicklungszielen und Funktionsbewertungen im GIS optimale Kompromisse der Funktionserfüllungen (Funktionsleistungsgrade) errechnet werden, die sich in Landnutzungsoptionen niederschlagen. Das Verfahren wird für eine möglichst optimale Verteilung einer potentiellen Landnutzung (im Beispiel vereinfacht in Acker, Wiese, Wald) genutzt. Es ermöglicht die Verarbeitung flächenhafter funktionaler Informationen. Weitere Anwendungsmöglichkeiten des Landschaftsoptimierungsverfahrens werden ebenso diskutiert wie die Bedeutung der digitalen Datengrundlagen und der Bewertungskriterien.

In Kapitel 7 wird stark vereinfachend die Ableitung von Umweltqualitätszielen für Bodenregionen durch Formulierung landschaftlicher Leitbilder konkretisiert. Vom Verfasser quantifizierte Umweltqualitätsziele werden als Szenarioeingangsgrößen zur Berechnung ökonomischer Auswirkungen von Entwicklungsmaßnahmen zur Schaffung neuer Landschaftsstrukturen und zur Verbesserung des Umwelt- und Ressourcenschutzes auf landwirtschaftliche Betriebe diskutiert. Im Mittelpunkt steht die regionale Begründung dieser Szenarien und deren Auswirkungen auf Marktfuchtbetriebe im Raum Jesewitz. Die Szenarien orientieren sich an unterschiedlich gesetzten stofflichen Intensitäten und an bestehenden und in Zukunft notwendigen regionalisierten Landschaftsstrukturen. Diese Szenarien wurden vom Verfasser für die Zusammenarbeit mit dem Institut für Agrarökonomie (Herrn T. Schleitz) und dem Institut für Agrarumweltpolitik (Herrn M. Rittershofer) der Universität Halle entwickelt, die auf dieser Basis betriebswirtschaftliche Berechnungen durchführten.

1.3. Datengrundlagen und Verwendung von GIS

Voraussetzung für die Bearbeitung von großen Untersuchungsräumen im Maßstab 1:10.000 mit Geographischen Informationssystemen (GIS) ist die Verwendung öffentlich zugänglicher Datenquellen. Selber kartiert wurde die aktuelle Flächennutzung mit einer Biotoptypenkartierung im Maßstab 1:10.000. Diese wurde mit einem in der landschaftsökologischen Praxis weitgehend neuen Verfahren auf Grundlage von Farb-Infrarot-Luftbildern (CIR) durchgeführt.

Die vorliegende Arbeit folgt den datentechnischen Arbeitsschritten:

- Auswahl der Untersuchungsräume, Kartierung und Datensammlung,
- Datenauswahl und -aufnahme in das GIS (Digitalisieren und Scannen),
- Datenanalyse mit GIS und regionaler Vergleich,
- Bewertung von Funktionen und Ableitung von Szenarien mit GIS,
- Anwendung der Kompromißoptimierung mit GIS.

Dafür war der Aufbau eines Geographischen Informationssystems für jeden Untersuchungsraum auf Basis des Programmpaketes ARC/INFO³ notwendig. Digitale Daten standen mit Ausnahme der digitalen Konturen der Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung MMK⁴ (Autorenoriginale) für die Arbeit nicht zur Verfügung. Deshalb waren umfangreiche Vorarbeiten erforderlich. Diese beinhalteten die Kartenbestellung⁵ und die Kartierung der Biotoptypen auf Grundlage von CIR-Luftbildern (Farb-Infrarot-Luftbildern). Deren Ergebnisse mußten zur Digitalisierung der Konturen hochgezeichnet werden. Erst darauf folgte das Digitalisieren (bzw. versuchsweise das Scannen) zur Datenaufnahme in das GIS⁶ und die anschließende Fehlerkorrektur. Folgende Datenebenen wurden in das GIS übernommen (Tab. 1):

Tab. 1: Datenebenen im GIS

Jesewitz	Nerchau	Gimritz	Barnstädt
Biotoptypen -linienhafter Art -flächenhafter Art	Biotoptypen -linienhafter Art -flächenhafter Art	Biotoptypen -linienhafter Art -flächenhafter Art	Biotoptypen -linienhafter Art -flächenhafter Art
Bodenarten -Zustandsstufen -Geol. Entstehung Bodenformen- gesellschaften	Bodenarten -Zustandsstufen -Geol. Entstehung Bodenformen- gesellschaften	Bodenarten -Zustandsstufen -Geol. Entstehung	Bodenarten -Zustandsstufen -Geol. Entstehung
Gewässernetz 1936 Gewässernetz 1990	Gewässernetz 1936 Gewässernetz 1990	Gewässernetz 1936 Gewässernetz 1990	Gewässernetz 1936 Gewässernetz 1990
Straßen und Wege 1936 Straßen und Wege 1990	Straßen und Wege 1936 Straßen und Wege 1990	Straßen und Wege 1936 Straßen und Wege 1990	Straßen und Wege 1936 Straßen und Wege 1990
historische Land- nutzung 1936 Geländemodell Hanglängen			

Datenverknüpfungen, d.h. Verschneidungen und Überlagerungen der Datenebenen konnten erst nach der Aufnahme der Daten ins GIS bearbeitet werden. Der gleiche Arbeitsablauf gilt für die Ausgabe von Karten sowie den Datenexport für die statistische Auswertung landschaftsstruktureller und landschaftsfunktionaler Datensätze. Quellen und Maßstäbe der verwendeten Daten sind in Tabelle 2 verzeichnet:

³ ARC/INFO wird am Umweltforschungszentrum Leipzig als Software-Standard verwendet.

⁴ Diese Daten wurden freundlicherweise vom Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen in Freiberg zur Verfügung gestellt.

⁵ Die meisten Karten unterlagen im Jahre 1993 noch Geheimhaltungsauflagen oder waren nur durch den Abschluß spezieller Verträge von den zuständigen Ämtern erhältlich.

⁶ Für die Hilfe bei der Digitalisierung und Bearbeitung des GIS danke ich der Abteilung Geoinformation des Umweltforschungszentrum Leipzig, besonders Frau Gundel Schulz.

Tab. 2: Quellen und Maßstäbe der im GIS verwendeten Datenebenen

Datengrundlage	Quelle
Biotoptypen -Linien -Flächen	eigene Kartierung (1:10.000) nach Biotoptypen- schlüssel für CIR-Befliegungen Sachsen-Anhalt und CIR-Luftbildern (1992) verschiedener Maß- stäbe
Bodenarten -Zustandsstufen -Geol. Entstehung Bodenformengesellschaften	Bodenschätzungskarten (1:10.000) verschiede- ner Jahre MMK (1:100.000; digitale Autorenonorig. 1:25.000)
Gewässer 1936 Gewässer 1994	Meßtischblatt (1:25.000) Topographische Karten (1:25.000)
Straßen 1936 Straßen 1994	Meßtischblatt (1:25.000) Topographische Karten (1:25.000)
historische Landnutzung Geländemodell (50*50m Raster) Hanglängen	Meßtischblatt (1:25.000) Ableitung aus CIR-Luftbildern (1992) verschiede- ner Maßstäbe

Topographischen Karten der Untersuchungsräume weisen sehr unterschiedliche Fortführungsstände auf. Die Aufstellung der genutzten Originalkarten⁷ findet sich in den Legenden der Ergebniskarten der Biotoptypenkartierungen der Untersuchungs-
räume.

Es wurden aktuelle Farb- bzw. CIR-Luftbilder und historische Schwarzweiß-
Luftbilder verschiedener Zeitschnitte zur Ergänzung der topographischen Karten
herangezogen. Für die Analyse der historischen Landnutzung des Jahres 1957/1958
wurden Luftbilder dieser Aufnahmejahre in verschiedenen Maßstäben verwendet.

Der Ablauf der Datenverarbeitung ist in Abb.1 dargestellt. Auf die für die Land-
schaftsbewertung und Optimierung notwendigen Regeln der Datenverknüpfung wird
in den Kapitel 5 und 6 eingegangen. Auf die Darstellung der programmtechnischen
Bearbeitung mit ARC/INFO und seiner Programmeile wird verzichtet. Es wird auf die
ARC/INFO-Nutzerhandbücher verwiesen (ESRI 1992). Zur Optimierung wurde das
Programm LNOPT von GRABAUM (1996)⁸ genutzt.

Flächen- und Längenanalysen mit GIS unterliegen der Einschränkung, daß die er-
rechneten Werte mit der Anzahl der digitalisierten Punkte variieren können. Die
Punktzahl hängt auch von unterschiedlichen Digitalisierungstechniken und vom Be-
arbeiter ab. Um diesen Einfluß zu mindern, wurden alle Datenebenen vom Verfasser
mit den angegebenen Hilfen erarbeitet. Bei der Bearbeitung des digitalen Höhenmo-
dells (in Kapitel 5) wurden die Werte für ein 50*50 m großes Raster jeweils auf die
Mitte der Rasterzelle bezogen.

⁷ Einige Bodenschätzungskarten der Testgebiete Gimritz und Barnstädt wurden freundlicherweise vom Geolo-
gischen Landesamt in Halle zur Verfügung gestellt.

⁸ Herrn Dr. Ralf Grabaum danke ich für die umfangreiche Zusammenarbeit und Beratung in Fragen des GIS
und der Optimierung von Landschaften.

DATENVERARBEITUNG MIT GIS

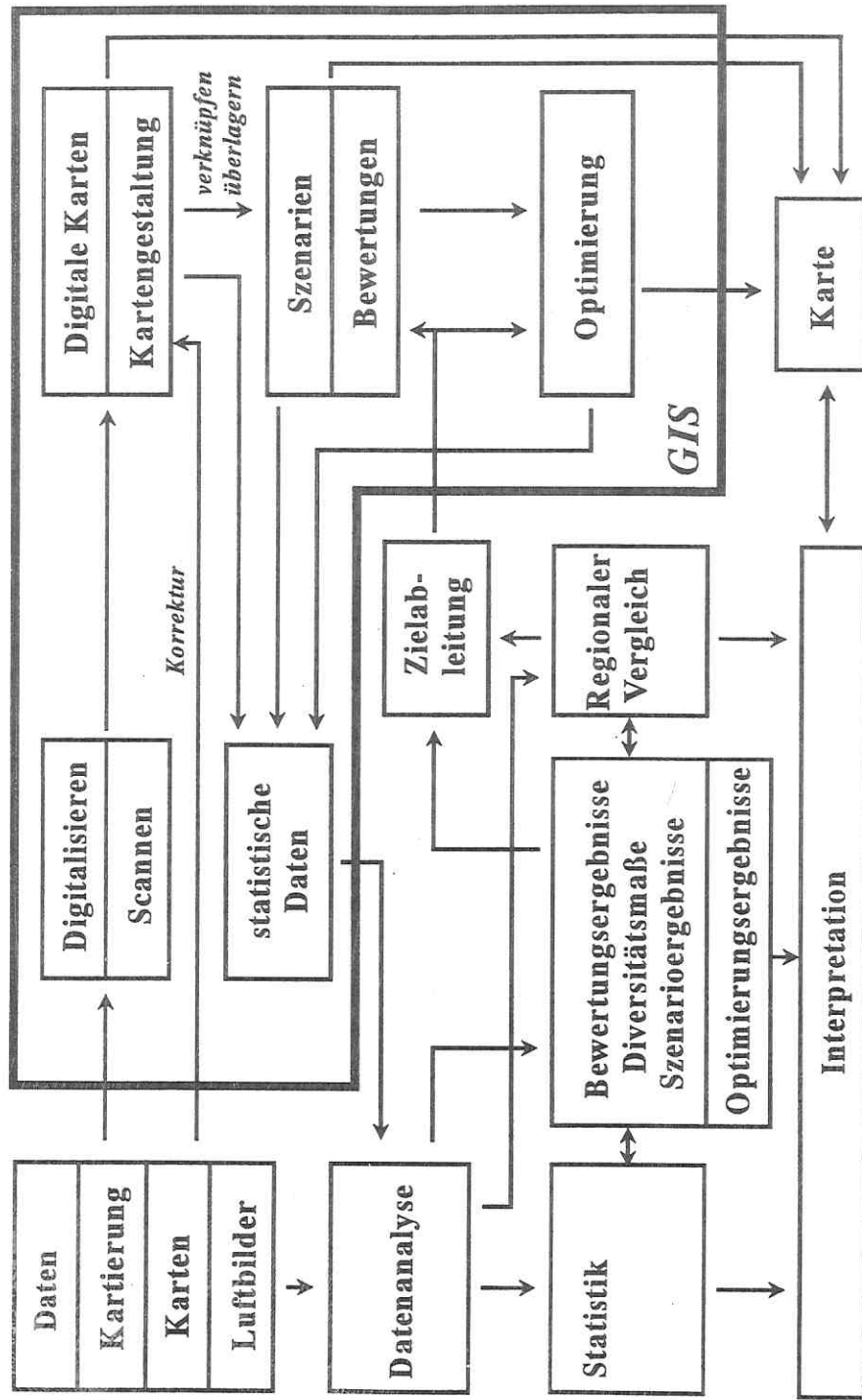


Abb. 1: Arbeitsablauf und Verknüpfung der Datenverarbeitung (eigener Entwurf)

Auf Rasterbasis erfaßte oder weiterverarbeitete Karten verlieren einen Teil ihrer Lageinformation und Inhalte durch Mittelwertbildung. Dies wird bei der Erstellung des digitalen Höhenmodells im 50 m-Raster ausgenutzt (Karte 24)⁹. Zu Problemen bei der Ableitung digitaler Höhenmodelle siehe MEYER & GRABAUM (1996b).

Für die weitere Arbeit soll auf die Trennung der Informationsebenen im GIS hingewiesen werden. Generell wird bei der Verarbeitung vektorieller Informationen zwischen Flächen (Polygone), Linien (Arcs) und Punkten (Points) unterschieden. Diese müssen in unterschiedlichen Datenebenen (Coverages) abgespeichert werden. Der Vorteil vektorieller Information ist die Lagetreue. Aus diesem Grund basieren digitale topographische Karten auf Vektorinformation.

Biotoptypen sind im Betrachtungsmaßstab die kleinsten homogenen Einheiten der Flächennutzung, die in die Bewertungen und Optimierungen in den Kapiteln 3 bis 7 einbezogen werden. Begrifflich ist ein Biotop (in der Geobotanik ein Standort) der Lebensraum einer Biozönose, der nach BICK (1989) durch eine spezielle Kombination von abiotischen Umweltfaktoren geprägt ist. Der Habitatbegriff wird zur Kennzeichnung des Ortes benutzt, an dem eine Lebensgemeinschaft vorkommt. Im englischen Sprachraum ist der Biotopbegriff nicht gebräuchlich und wird durch das Wort „habitat“ ausgefüllt. Dies erklärt auch nach SUKOPP & WITTIG (1993) die zwar wissenschaftlich nicht völlig eindeutige, aber synonyme Verwendung der Begriffe Biotoptypen und Nutzungstypen, die sich in der Praxis in den letzten Jahren zweifellos durchgesetzt hat, und die sich in den Biotoptypenkartierungen der Bundesländer niederschlägt. Dies läßt sich nach SUKOPP & WITTIG (1993) dadurch erklären, daß die in der Biotoptypenkartierung aufgenommenen Nutzungstypen für viele Organismen und Organismengesellschaften charakteristische Lebensräume darstellen, die genau genommen jedoch z.T. schon Biotopkomplexe sind. So bilden nach der Biotoptypenkartierung alle Äcker, Trockenrasen, künstlichen Felsstandorte etc. jeweils einen Biotoptyp. Diese werden in der eigenen Biotoptypenkartierung des Verfassers in Anlehnung an den Kartierungsschlüssel der CIR-Luftbildkartierung des Landes Sachsen-Anhalt soweit differenziert, wie dies für die Aufgabenstellung dieser Arbeit erforderlich ist. Weitergehende Differenzierungen des Biotoptypenschlüssels sind sowohl im maßstäblichen als auch im inhaltlichen Anwendungsbereich auf Basis des Kartierungsschlüssels denkbar.

Aus topographischen Karten und CIR-Luftbildern wurde zunächst eine Kartierungsgrundlage für die Geländekartierung der Biotoptypen digitalisiert. An Hand der Identifikationsnummern des GIS-Coverage wurden die Biotoptypen durch eine Geländekartierung von Mai bis Juli 1994 (mit einer Nachkartierung im Juni 1995) validiert. Diese Daten wurden über Datenbanksysteme (DBASE und EXCEL) in das GIS übernommen. Der Datenumfang beträgt über 2150 Datensätze. Die Geländekartierung war notwendig, da eine Differenzierung der Biotoptypen mit den CIR-Luftbildern nur teilweise möglich war. So sind die Anbauprodukte auf den Schlägen und unterschiedliche Wald- und Wiesentypen aus CIR-Luftbildern nur ansatzweise und mit sehr guter vorheriger Geländekenntnis bestimmbar.

Für die Geländeaufnahme wurde der einheitliche Biotoptypenschlüssel für die flächendeckende Kartierung für CIR-Befliegungen von SACHSEN-ANHALT (1992) gewählt, der am Kartierungsschlüssel für Biotoptypen des Landes Niedersachsen ori-

⁹ Für das Ablesen der Information aus der topographischen Karte danke ich Herrn M. Panian, Halle und für die fachliche Beratung bei der Erstellung des digitalen Höhenmodells Herrn Dr. W. Koch, Leipzig.

entiert ist. Für die Geländekartierung wurde der Biotoptypenschlüssel erweitert und leicht auf die landschaftlichen Verhältnisse der Untersuchungsräume modifiziert (siehe Tabellen der Biotoptypenkartierung im Anhang). Dieser Biotoptypenschlüssel ermöglicht landschaftsökologisch weitergehende Auswertungen und ist einheitlicher aufgebaut als die Legende der „komplexen Flächennutzungskartierung unter ökologischen Aspekten im Maßstab 1:50.000“ nach KRAUSE (1988).

Im Gegensatz zur selektiven Biotoptypenkartierung (ökologisch) hochwertiger Biotoptypen (z.B. FREISTAAT SACHSEN 1993b) können mit der flächendeckenden Biotoptypenkartierung Aussagen zur landwirtschaftlichen Nutzung, zur Versiegelung, zum Bestand an Gehölzen und Landschaftsstrukturelementen in der Landschaft und damit zur Bewertung von Landschaftsfunktionen geleistet werden. Flächenhafte Aussagen sind für Agrarlandschaften bedeutsamer als die spezielle Kenntnis hochwertiger und schutz(gebiets)würdiger Biotopflächen (Naturschutzgebiete (NSG) und Landschaftsschutzgebiete (LSG)). Nur die flächendeckende Biotoptypenkartierung ermöglicht eine Verbindung der flächenhaften Informationen mit stoffhaushaltlichen und flächennutzungsbezogenen Fragestellungen und Modellierungen.

Der verwendete **Biotoptypenschlüssel** unterscheidet 7 übergeordnete Kartierungseinheiten (Nutzungstypen als 1. Stufe des Schlüssels):

- Wald
- Gehölze (linienhaft, flächenhaft)
- krautige Vegetation
- Gewässer
- vegetationsfreie Flächen
- Acker-, Garten- und Weinbau
- Bebauter Bereich

Diese Nutzungstypen werden in der zweiten Hierarchiestufe des Schlüssels in **Struktureinheiten** differenziert (der Nutzungstyp krautige Vegetation beinhaltet die Struktureinheiten Grünland, Staudenflur, Magerrasen, Calamagrostisflur, Heide, Wachholdertrift, Hoch- und Übergangsmoor, Flachmoor/Sumpf und Binnensalzstelle/Salzsumpf). Zusätzlich werden bis zu 4 Merkmale der Biotoptypen/Nutzungstypen an der 3.-6. Stelle des Kartierungsschlüssels erfaßt. So wird z.B. eine Baumreihe nach der Anzahl der Reihen und nach ihrer Lückigkeit (**3. Stufe des Schlüssels**), nach der Baumartenzusammensetzung (**4. Stufe des Schlüssels**), der Hauptbaumart (**5. Stufe des Schlüssels**) und dem Totholzanteil (**6. Stufe des Schlüssels**) differenziert. Zusätzlich können noch Informationen zur Ausprägung/Morphologie aufgenommen werden (z.B. der Zusatz zu einer Baumreihe „Allee“ als **7. Stufe des Schlüssels**) und eine **Sekundärnutzung** ausgewiesen werden (z.B. der Hinweis auf eine nicht geordnete Deponie und Altlastenverdacht in der **8. Stufe des Biotoptypenschlüssels**).

Für die Übernahme der Biotoptypeninformation in das GIS mußte eine Schlüsselnummer entwickelt werden, die die auf Buchstaben basierende Codierung numerisch darstellt, da nur numerische Information problemlos mit GIS (ARC/INFO) verarbeitet werden kann. Nach Verarbeitung und Korrektur der Biotoptypeninformation im GIS wurden die Daten über eine Datenbankschnittstelle zurück in das Programm EXCEL übertragen und statistisch ausgewertet. Diese statistische Bearbeitung mit dem PC ist weniger zeitaufwendig als die Arbeit mit (vorhandenen) statistischen Modulen von ARC/INFO im GIS.

Die Gewässer- und Straßennetze der Jahre 1936 und 1994 wurden gesondert digitalisiert und verglichen. Diese Auswertungen sollen Aussagen zur Entwicklung und Veränderung des Straßen- und Wegenetzes der Landschaften und des Gewässernetzes erbringen (Kapitel 4).

Für die Verarbeitung der Bodeninformationen wurden die Karten der Bodenschätzung (1:10.000) der vier Untersuchungsräume digitalisiert. Entsprechend der Verschlüsselung der Biotopinformationen mußte auch für die Übernahme der Daten der Bodenschätzung (Bodenart, Zustandsstufe, Geologische Entstehung und Zusatzinformationen) eine numerische Codierung erstellt werden. Die statistische Analyse der Bodenschätzungskarten erlaubt darüber hinaus Aussagen über die Landnutzung zum Aufnahmezeitpunkt der Bodenschätzung (ca. 1936). Die räumliche Verteilung von Grünlandflächen gibt Aufschluß über potentielle Grünlandstandorte auf frischen bis nassen Standorten.

Für alle Flächen mit eindeutiger bodenartlicher Information wurde zunächst zwischen Acker und Grünland unterschieden und für Ackerflächen vertiefend neben der Bodenart auch die Zustandsstufe und die „geologische Entstehung“ als Indikator der Bodenprofilentwicklung zum Aufnahmezeitpunkt berücksichtigt. Für Ackerflächen wurde die Flächenanzahl (Elementanzahl), die durchschnittliche Flächengröße der Bodenarten (in ha), der durchschnittliche Flächenumfang (in m) und der Dispersionsgrad (siehe Aussagen zur Diversitätsbestimmung in Kap. 2.7) berechnet. Die Bodenkarten im Maßstab 1:10.000 bilden die Bewertungsgrundlage für funktionale Bewertungen.

2. Landschaftsanalysen in Intensivagrarlandschaften als Grundlage zur Ableitung von Entwicklungszielen

2.1. Einleitung

Das Spannungsfeld zwischen natürlichem Regulationsvermögen des Bodens und der monofunktional (ökonomisch) ausgerichteten Bodennutzung spiegelt sich im Konflikt zwischen Naturschutz und Landwirtschaft wider. Während die Regulationsfunktionen von (natürlich bedingten) Geoökofaktoren abhängen, sind die Landschaftsstrukturen in den Agrarlandschaften vollständig durch den Menschen gestaltet. Durch dauerhafte Beeinflussung der Naturlandschaften sind Kulturlandschaften entstanden (HABER 1993). Die natürliche Regulation der Ökosysteme ist in Agrarlandschaften durch die Steuerung der Landwirte ersetzt oder überlagert.

Die in Landesentwicklungsplänen und Landschaftsprogrammen und anderen integrativen Planungen verwendeten regionalen Leitbilder und Umweltqualitätsziele folgen einem Top-Down-Ansatz, in dem allgemeine ökologische Theorien und Konzepte auf die betrachteten Räume angewandt werden, die aber nicht landschaftsbezogen differenziert sind. Im Gegensatz zu dieser inkonkreten und nicht den regionalen Besonderheiten angepaßten Herangehensweise verfolgt die vorliegende Arbeit einen Bottom-Up-Ansatz, mit dem neue, durch die Anwendung von Geographischen Informationssystemen ermöglichte, Landschaftsstrukturanalysen und Funktionsbewertungen flächenkonkret zur Ableitung von Umweltqualitätszielen verwendet werden. Dieser Bottom-Up-Ansatz beruht unter Einbeziehung von ökologischen Theorien auf detaillierten Landschaftsanalysen. Letztere werden regional quantifiziert.

In diesen Kontext wird die Diskussion über Naturraum- und Landnutzungseinheiten als Kategorien der Raumtypisierung gestellt, wie sie z.B. von RICHTER (1995) und KRÖNERT (1996) geführt wird. Regionale Landschaften werden nach unterschiedlichen Kriterien begrenzt (Kap. 2.2.). Deshalb wird in Kapitel 2.3. die vorliegende Arbeit in das allgemeine Mensch-Umwelt-Modell eingeordnet, welches die Landnutzung an den Schnittpunkt zwischen natürlichen und sozioökonomischen Systemen stellt (MESSERLI & MESSERLI 1978).

Die Landnutzung wird definiert als „Prozeß und Art der Inanspruchnahme (des Gebrauchs) von Land (Fläche, Grund und Boden) durch die Gesellschaft“ (KRÖNERT 1996). Die Landnutzung kann durch die Landbedeckung und die Intensität der Nutzung beschrieben werden. Allerdings unterliegen praktisch alle Flächen mehreren Nutzungsansprüchen. Diese Mehrfachnutzung des Landes oder multifunktionale Landnutzung wird in Kap. 2.3. in Hinblick auf die Landschaftsstruktur diskutiert.

Für die Analyse und Bewertung der multifunktionalen Landnutzung ist die Auseinandersetzung mit den Funktionen der Natur (GROOT 1992; HAASE et al. 1991) und den Landschaftsstrukturen notwendig, die in Kapitel 2.4. diskutiert werden.

Regulationsfunktionen innerhalb der Landnutzungssysteme - wie Grundwasserneubildung, Widerstand des Bodens gegen Wassererosion oder Abflußregulation - müssen als quasinatürlich in den von den Landschaftsstrukturen und der Landnutzung gesetzten (veränderbaren) Grenzen angesehen werden (MORTENSEN 1954/55). Regulationsfunktionen werden in den Untersuchungsräumen aufgrund des

absoluten **Primates der landwirtschaftlichen Produktionsfunktion** bis heute vernachlässigt (Kap. 2.4.).

Zur planungsrelevanten Abwägung zwischen den einzelnen Landschaftsfunktionen wie Regulations- und Produktionsfunktionen sind Ziel- und Bewertungsmaßstäbe notwendig. Einerseits wird durch die Einbeziehung der **Konzepte des Integrierten Naturschutzes** und des **Biotopverbundes** in Kapitel 2.5. die Betrachtungsweise auf flächendeckende Zielkonzepte gelenkt, die ein ausgewogenes Verhältnis der Naturfunktionen innerhalb der Mehrfachnutzung begründen. Andererseits beinhalten diese Konzepte durch die Betonung der verbindenden und trennenden Funktionen von Landschaftsstrukturen bei Einbeziehung der **Ökotontheorie** in Kap. 2.6. Begründungsgewicht für die Anlage neuer Landschaftsstrukturen.

Gerade in Intensivagrarlandschaften werden für die Analyse und Meßbarkeit von **Landschaftsstrukturen** die Indikatoren **Diversität und Heterogenität** von Landnutzung und Geoökofaktoren benötigt. In Kapitel 2.7. werden deshalb Inhalte und Methoden der Diversitäts- und Heterogenitätsmessung und -bewertung dargestellt. Mit dem Vergleich der Bodenarten der Bodenschätzungskarten und der Standortregionaltypen der Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK) wird die Maßstabsabhängigkeit der Diversitäts- und Heterogenitätsanalyse vom Autor thematisiert. Vergleichend und vereinfachend können hierfür die Indikatoren Bodenarten (als **primäre Landschaftsstruktur**) und Biotoptypen (als **sekundäre Landschaftsstruktur**) in Agrarlandschaften genutzt werden (MANDER et al. 1988). Bewertungen einzelner Regulationsfunktionen sind notwendig, um Ziele für eine nachhaltige Landnutzung zu gewährleisten. Sie werden mit den Verfahren der Bewertung der **Leistungsfähigkeiten der Landschaft** (MARKS et al. 1989, SCHWERTMANN et al. 1990) eingeschätzt, die für den mitteldeutschen Raum erstmals auf GIS-Basis angewendet werden und darüber hinaus neuartige Möglichkeiten der Quantifizierung von Landschaftsfunktionen und Landschaftsstrukturen eröffnen (Kap. 2.8.).

Die Nutzung Geographischer Informationssysteme (GIS) ermöglicht in dieser Arbeit die Verarbeitung umfangreicher landschaftsbezogener räumlicher Datenmengen und die Aggregation und Selektion von Landschaftsbewertungen. Dabei wird vom Autor erstmals die vergleichende Bearbeitung unterschiedlicher, große Flächen umfassender Untersuchungsräume im Maßstab 1:10.000 und die Verknüpfung von quantifizierten Landschaftsstruktur- und Landschaftsfunktionsbewertungen für die Ableitung von Szenarien und Umweltqualitätszielen durchgeführt.

Mit der konsequenten Nutzung von GIS als technisch-methodisches Hilfsmittel stehen dem Verfasser neue Möglichkeiten für die Erarbeitung selbstentwickelter regionaler **Umweltqualitätsziele** und deren Zusammenfassung zu **Leitbildern** der Agrarlandschaftsentwicklung (Kapitel 2.9.) zur Verfügung. Mit GIS werden in dieser Arbeit erstmals unterschiedliche Bewertungsebenen für die **multikriterielle Landschaftsoptimierung** flächenkonkret bearbeitet. Diese Landschaftsoptimierung (nach GRABAUM 1996) ist ein neuartiges Instrument zur Datenaggregation unterschiedlicher Umweltqualitätsziele und zur Findung optimaler Kompromisse bei der Abwägung funktionaler Nutzungskonflikte in Agrarlandschaften.

Durch die Anwendung von Geographischen Informationssystemen ist die direkte Verbindung der Landschaftsanalyse und der darauf aufbauenden Bewertung von Umweltqualitätszielen gegeben. Diese Umweltqualitätsziele beruhen einerseits auf

übergeordneten ökologischen Theorien und andererseits auf regionalen Differenzierungen unterschiedlicher Landschafts- und Naturräume.

2.2. Natur- und Landschaftsräume

Die räumlichen Bezugsgrundlagen der neueren landschaftsökologischen Literatur im Raum Halle-Leipzig sind Naturräume unterschiedlicher Ordnung. Die Wahl der Untersuchungsräume dieser Arbeit stützt sich auf die naturräumliche Ordnung in Form der Naturraumtypen von RICHTER (o.J., ca. 1985), die in einem Ausschnitt in Karte 1 dargestellt sind.

Unter **Naturräumen** werden Erdräume verstanden, die mit biotischen und abiotischen Geoökofaktoren ausgestattet sind. Sie unterliegen einer mehr oder weniger intensiven menschlichen Nutzung (LESER 1984). Die Naturräumliche Gliederung geht von einem physiognomischen Ansatz aus, der das Relief als zentrale Größe verwendet. Innerhalb der Reliefräume ist eine landschaftshaushaltliche Sichtweise begründet (LESER 1991). HERZ (1973) verweist auf die bis heute ungelösten Probleme der Heterogenität und der Homogenität landschaftsökologischer Raumeinheiten chorischer Dimension, die ihre Anwendung in der Planungspraxis verhindert. Von HAASE (1967), BILLWITZ (1968), HERZ (1973), KRAMER (1973) und anderen Autoren wurden Versuche unternommen topische Betrachtungsweisen auf die chorische Dimension (durch Bildung von Gefügen unterschiedlicher Dimension) zu aggregieren und daraus eine Relevanz für die Planung abzuleiten.

In diesem Zusammenhang (der Datenaggregation in Raumeinheiten) sind heute die in Bearbeitung befindlichen Naturraumtypenkarten von Sachsen im Maßstab 1:50.000 der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu sehen (HAASE et al. 1991; MANNSFELD & RICHTER 1995). Derartige Versuche werden von LESER (1983) nach FINKE (1995) in den Zusammenhang der „absoluten“ Quantifizierung eines Geoökosystems gestellt und als unsinnig bezeichnet, da eine Anwendungsdimension nicht erkennbar sei. Erst diese macht aber nach Ansicht von FINKE (1994) Raumtypisierungen und Raumgliederungen begründbar. Natur- oder Landschaftsräume sind in dieser Arbeit für die Ableitung von regionalen Leitbildern und die Erarbeitung von regionalisierten Anforderungen des Umwelt- und Ressourcenschutzes notwendig.

Im Gegensatz zur Naturräumlichen Gliederung stellt die **Landschaftsräumliche Gliederung** als natürlich-technische Raumkategorie die Landnutzung in den Mittelpunkt ihrer Überlegungen. Nach KRÖNERT (1996) sind Landschaften die natürliche und gebaute Umwelt des Menschen. „In diese sind natürliche und technische Elemente und Merkmale integriert. Sie werden geprägt durch die Muster der Landnutzung und Landbedeckung in Abhängigkeit vom Naturdargebot, der Intensität der Naturressourcennutzung, der städtebaulichen Tätigkeit sowie der sonstigen Wirtschafts- und Lebenstätigkeit des Menschen“.

Obwohl diese Landschaftseinheiten eine technisch-naturräumliche Kategorie darstellen, ist ihre Namensgebung in der Karte der Landschaftseinheiten des Ballungsgebietes Leipzig-Halle und angrenzender Räume (1:400.000, KRÖNERT 1996) stark naturräumlich geprägt (Lützener Platte, Grimma-Brandiser Porphyryhügelland, Querfurter Platte). Nur wenige Benennungen geben einen Hinweis auf die technisch-anthropogene Nutzung (z.B. Langendorfer Ackerland, Zwenkau-Espenhainer Bergbaugbiet, Altenburger Waldgürtel). Landschaftseinheiten werden ähnlich der Natur-

räumlichen Gliederung in Mikroregionen zusammengefaßt. Die drei Untersuchungs-räume Jesewitz, Barnstädt und Gimritz gehören nach der Tabelle der Landschafts-einheiten des Ballungsraumes Leipzig-Halle zur Mikroregion der „Nordwestlichen Lößgefilde“; der Untersuchungsraum Jesewitz zur Mikroregion „Südöstliche Löß-gefilde“ (KRÖNERT 1996; Tab. 100 im Anhang).

Für die Landschaftsräumliche Gliederung ist (ebenso wie für die Naturräumliche Gliederung) eine geostatistische Überprüfung der Repräsentativität der Unter-suchungsräume mit den heute verfügbaren Methoden nicht möglich. Eine Plausibili-tätskontrolle ist dadurch gegeben, daß alle vier Untersuchungsräume nach der Karte der Landschaftstypen im Ballungsgebiet Leipzig-Halle (KRÖNERT 1996) in „rei-nen“) Agrarlandschaften liegen. Diese Untersuchungsräume befinden sich innerhalb der folgenden Natur- und Landschaftsräume (Tab. 3):

Tab. 3: Einordnung der Untersuchungsräume in Naturräume und Landschafts-einheiten

Testgebiet	Naturräumliche Einheit nach BERNHARDT et al. (1986)	Landschaftseinheit nach KRÖNERT (1996)
Jesewitz	Mittelsächsisches Lößhügelland	Grimma-Döbelner Lößhügelland
Nerchau	Leipziger Land	Taucha-Eilenburger Endmoränengebiet
Barnstädt	Weißenfeler Lößhügelland	Querfurter Platte
Gimritz	Hallesches Lößhügelland	Hallenser Porphyrhügelland

Der Untersuchungsraum Nerchau umfaßt zusätzlich einen kleinen Flächenanteil an der Naturräumlichen Einheit des Nordsächsischen Platten- und Hügellandes und der Landschaftseinheit „Strellner Platte und Wurzen Porphyrhügelland“. Der Unter-suchungsraum Gimritz reicht in die Landschaftseinheit „Halle-Rothener Saale-tal“ hinein. Diese Grenzbereiche (Landschaftsökotone) wurden in die Betrachtungen einbezogen, da hier ein interessanter Wechsel der Standortfaktoren erwartet wurde.

Von FINKE (1994, S. 143) wird die Hoffnung geäußert, daß „wenn eines Tages Landschaftsdatenbanken mit einer hohen räumlichen Dichte der Informationen existieren, die jederzeit Karten beliebigen Inhaltes (als Kombination von Einzel-informationen) ausdrucken können, sich das Problem der planungsrelevanten ökologischen Raumgliederung von selber erledigen“ wird.

Einen Schritt in diese Richtung wird durch den konsequenten Einsatz von GIS in dieser Arbeit geleistet. Durch GIS kann eine systemare Betrachtungsweise der Landnutzung und deren Einfluß auf die Funktionen der Natur verbessert werden. In dieser Arbeit wird mit Hilfe der Überlagerung von Einzeldatenebenen im GIS und deren Verknüpfung am Beispiel von Testräumen die beispielhafte Quantifizierung von Landschaftsstrukturen und -funktionen vorgenommen. Diese sind jeweils Grund-lage für variabel einsetzbare raumtypisierende Umweltqualitätsziele, die sich, solan-ge noch keine digitalen Datenebenen flächendeckend zur Verfügung stehen, noch auf Natur- oder Landschaftsräume beziehen müssen.

2.3. Die Funktionalität der Landschaft/multifunktionale Landnutzung

Das Schema eines regionalen sozioökonomisch-ökologischen Systems (nach MESSERLI & MESSERLI 1978 aus NAVEH & LIEBERMAN 1994) in Abb. 2 stellt die Landnutzung in Form von Landnutzungstyp und Nutzungsintensität in den Mittelpunkt der Betrachtungen. Die regionale Landnutzung wird als Schnittstelle zwischen den Natursystemen und den sozioökonomischen Systemen betrachtet. Diese beeinflussen sich gegenseitig über die Landnutzung.

Biotische Sphäre (Fauna und Flora) und abiotische Sphäre (Geologie, Relief, Boden, Klima, Wasser und die von diesen ausgehenden Wechselwirkungen über Prozesse und Stoffflüsse) bilden die Grundlage für die Landnutzung. Auf der anderen Seite bestimmt das sozioökonomische System die Landnutzung. Diese wird demnach von ökonomischen, politischen, sozialen und kulturellen Faktoren, die wiederum miteinander in Beziehung stehen, verändert oder erhalten, wie Abb. 2 zeigt.

Für Betriebe in den Intensivagrarlandschaften im Raum Leipzig - Halle mit vorwiegender Marktf Fruchtproduktion bedeutender als für lokal orientierte Betriebe mit hofeigener Vermarktung sind externe Faktoren, welche von außerhalb der Region die Landnutzung beeinflussen oder diese sogar vollständig mit ihren Produktionsnormen bestimmen. Dies trifft in Deutschland erstrangig auf den agrar-ökonomischen Bereich (EU-Agrarmarkt) und nachrangig auch auf den politischen Bereich (z.B. in Form von Landschaftsplanungen verschiedener Maßstabsebenen) zu. Ebenso sind überregionale bis globale Einflüsse der natürlichen Systeme denkbar, die deutlichen Einfluß auf die Landnutzung haben (z.B. Klimaänderungen). Ursachen und Wirkungen sind miteinander verknüpft und meist nicht eindeutig zuzuordnen.

Wichtig dabei ist, daß die Landnutzung für jede betrachtete Fläche aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet werden kann. Dieses Problem kann mit den Begriffen der „multifunktionalen Landnutzung“ oder „Mehrfachnutzung“ der Landschaft beschrieben werden.

KRÖNERT (1996, S. 24) gliedert die Mehrfachnutzung der Landschaft wie folgt:

- als Nutzungs mosaik von Hauptnutzungen, wobei das Areal jeder Nutzungsart unterschiedliche Landschaftsfunktionen erfüllt und spezifische Potentiale beansprucht
- als Nutzungsüberlagerung von Hauptnutzungen und durch Gesetze und Verordnungen festgelegte Nebennutzungen (Trinkwasserschutzgebiete, Natur- und Landschaftsschutzgebiete, etc.)
- als Nutzungsüberlagerungen von Haupt-, Neben- und Spontanutzungen, die nicht oder nur unzureichend gesetzlich geschützt sind (z.B. Erholungsnutzung in der freien Landschaft, Habitate wildlebender Pflanzen und Tiere, Festlegung aus der Luft eingetragener Stoffe, Abführung von Hochwasser oder Bildung von Grundwasser).

Diese Mehrfachnutzung der Landschaft ist in den Agrarlandschaften im Raum Halle-Leipzig von der intensiven Agrarwirtschaft beeinträchtigt. Dies betrifft insbesondere die in dieser Arbeit behandelten Landschaftsstrukturen und Regulationsfunktionen (vgl. Kap. 4/5). Nutzungsüberlagerungen führen bei den Neben- und Spontanutzungen zu Konflikten. Unter multifunktionaler Landnutzung wird in dieser Arbeit die Fähigkeit einer Landnutzung verstanden, unterschiedliche Funktionen gleichzeitig

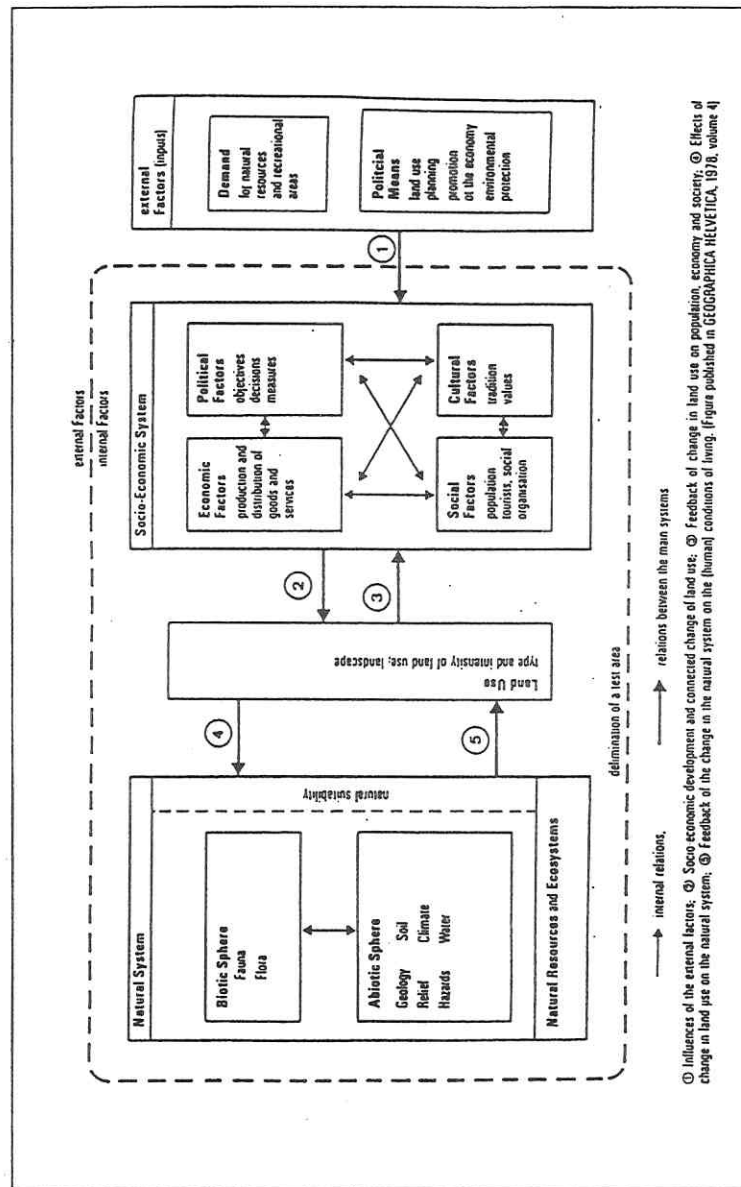


Abb. 2: Schematische Darstellung eines regionalen sozioökonomisch-ökologischen Systems (nach MESSERLI & MESSERLI 1978 aus NAVEH & LIEBERMAN 1994)

zu erfüllen. Dabei soll keine wichtige Funktion und Nutzung vollständig ausgeschlossen oder über ein bestimmtes Maß hinaus belastet werden. Diese Mehrfachnutzung kann (wie in der Landschaftsplanung üblich) nach Klima, Boden, Wasser, Tiere, Pflanzen und deren Lebensräume, Landschaftsbild und Erholung differenziert werden.

Das Problem der Mehrfachnutzung hängt im Raum Leipzig-Halle stark mit der geringen Differenzierung und Vielfalt der Landschaftsstrukturen (Diversität) und mit der Größe der Schläge zusammen, die in Kapitel 4 analysiert werden. Mit dieser monofunktionalen Nutzung der Landschaft ist ein Mangel an landschaftlicher Vielfalt verbunden, der für alle Betrachtungsebenen der Diversität gilt.

Unter **Landschaftsstruktur** werden in Anlehnung an MANDER et al. (1988) in dieser Arbeit alle qualifizierbaren und quantifizierbaren Landschaftselemente eines Raumes (Landschaft) verstanden:

- Die **sekundäre Landschaftsstruktur** ist die vom Menschen geschaffene Flächennutzung in Form von Landschaftselementen (Hauptnutzungen). Sie wird in dieser Arbeit durch den Indikator der Ökologischen Diversität gemessen und über die Ausgliederung von Biotoptypen als sekundäre Landschaftselemente im Maßstab 1:10.000 quantifiziert (Kap. 2.7).
- Im Vergleich dazu ist die **primäre Landschaftsstruktur** durch die Verteilung von Geoökofaktoren, hier durch die Heterogenität der Bodendecke gekennzeichnet, die die naturräumlich bedingten lokalen Standortbedingungen wiedergibt. Diese primäre Landschaftsstruktur wird in dieser Arbeit aus einer großmaßstäbigen Bodenkarte des Maßstabes 1:10.000 abgeleitet. Sie kann durch die Bodendiversität gemessen werden (Kap. 2.7).
- Das **primäre Landschaftsstrukturpotential** beinhaltet in Intensivagrarlandschaften das Ziel der Angleichung der sekundären an die primäre Landschaftsstruktur. Die Differenz zwischen beiden ist das unausgeschöpfte Landschaftsstrukturpotential (Kap. 4.). Dieses bezieht sich auf die Ökotontheorie (Kap. 2.6).

Landschaftsstrukturen, die die räumliche Grundlage für die Einschätzung und Bewertung der Multifunktionalität sind, können durch visuell unterscheidbare, flächenhafte, lineare und punktuelle Landschaftselemente sowie durch Geoökofaktoren beschrieben werden.

Landschaftselemente sind die kleinsten nach der Nutzung und ihren strukturellen und funktionalen Eigenschaften abgrenzbaren Bereiche der Landschaft (NIEMANN 1982, verändert). Sie werden für die Flächennutzung (sekundäre Landschaftsstruktur) durch Biotop- bzw. Nutzungstypen repräsentiert. Für die Einschätzung der primären Landschaftsstruktur können Geoökofaktoren wie Boden, Wasser und Klima, soweit sie maßstäblich lokalisierbar und abgrenzbar sind, als Landschaftselemente aufgefaßt werden. Diese Lokalisierung ist in Intensivagrarlandschaften der Untersuchungsräume im Maßstab 1:10.000 nur für die Bodenarten nach den Bodenschätzungskarten möglich.

Geoökofaktoren können zur inneren Differenzierung der Nutzungs- und Biotoptypen verwendet werden, wobei in dieser Arbeit die Beschreibung der Heterogenität der Bodendecke innerhalb der einheitlich bewirtschafteten Ackerschläge hervorzuheben ist (Kap. 2.7). Die Untersuchungsergebnisse dieser Arbeit widerlegen NEUMEISTER (1989), der als kleinste Raumeinheit in Agrarlandschaften den landwirtschaftlichen Schlag (ein Geländeschlag entspricht einem Landschaftselement) oder einen Teil von diesem als homogene Bewirtschaftungseinheit ansieht, in der die Schwan-

kungsbreite naturwissenschaftlicher Parameter begrenzt sei. Die angenommene Homogenität dieser Parameter ist bei einer Schlaggröße bis 100 ha Fläche im Untersuchungsraum im betrachteten Maßstab 1:10.000 nicht gegeben (Kap. 4/5). Auf diese Schläge beziehen sich die Bewirtschaftungsmaßnahmen. Zudem ist die Möglichkeit der Auswertung von Schlagkarteien der landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften (LPG), auf deren Bedeutung für die geoökologische Forschung NEUMEISTER (1989) hinweist, mangels einheitlicher Betriebsstrukturen nicht mehr gegeben. Größräumige und flächendeckende Auswertungen von Schlagkarteien, wie z.B. von KÜHN (1983) vorgestellt, sind heute nicht mehr möglich. In dieser Arbeit wird daher anstelle der nachgewiesenermaßen häufig standörtlich heterogenen Ackerschläge die standörtliche Einheit nach Bodenarten (ermittelt aus der Bodenschätzungskarte 1:10.000) als primäres Landschaftselement zugrunde gelegt.

Für die Analyse von flächenhaft wirksamen Haupt-, Neben- und Spontanutzungen bietet sich als methodische Grundlage die funktionale Betrachtungsweise der Naturfunktionen nach GROOT (1992) an. Eine ähnliche Einteilung in Funktionsgruppen von gesellschaftlichen Funktionen von Landschaftselementen bzw. Landschaftseinheiten wurde von NIEMANN (1977) vorgestellt (HAASE et al. 1991).

2.4. Funktionale Betrachtungsweise nach GROOT

Der funktionalen Betrachtungsweise der Naturfunktionen nach GROOT (1992) liegt das vereinfachte Mensch-Umwelt-Modell im Sinne von MESSERLI & MESSERLI (1978) zu Grunde. Demnach bestehen zwischen natürlichen Prozessen und Landschaftselementen funktionale Wechselbeziehungen zu menschlichen Aktivitäten und Bedürfnissen (Kap. 2.3).

Funktionen der Natur werden nach GROOT (1992) als „die Kapazität natürlicher Prozesse und Landschaftsbestandteile zur Bereitstellung von Produkten (Gütern) und Leistungen zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse (indirekt und direkt)“ definiert. Menschliche Bedürfnisse lassen sich in zwei Hauptkategorien einteilen. Es wird unterschieden

- in physiologische Bedürfnisse (wie Sauerstoff, Wasser, Nahrung, Gesundheit, „saubere Umwelt“) und
- in psychologische Bedürfnisse (wie intellektuelle Kreativität, Erholung, Möglichkeiten zur Umweltwahrnehmung).

Landschaftsfunktionale Betrachtungsweisen müssen nach der obigen Definition nutzungsorientiert und gewissermaßen anthropozentrisch sein. Wird der Mensch als Teil des Ökosystems verstanden, so können nach dem Modell des regionalen sozioökonomisch-ökologischen Systems die Beziehungen zwischen dem Menschen als Flächennutzer und der Umwelt als Lebensgrundlage analysiert werden. Mit den Analysemethoden des Konzeptes der Leistungsfähigkeiten des Landschaftshaushaltes und anderer moderner Bewertungsverfahren lassen sich Funktionen zumindest teilweise qualitativ beschreiben und quantifizieren.

GROOT (1992) unterscheidet in Anlehnung an VAN DER MAAREL & DAUVELLIER (1978) folgende Funktionen der Natur:

1. Regulationsfunktionen
2. Trägerfunktionen
3. Produktionsfunktionen
4. Informationsfunktionen

1. **Regulationsfunktionen** sind eine Gruppe von Funktionen, die in natürlichen und naturnahen Ökosystemen ökologische und für den Menschen lebensnotwendige Prozesse regulieren (wie Stoff- und Energiehaushalt und -flüsse, Wasserhaushalt). In Intensivagrarlandschaften ist ihre regulierende Funktion zum Teil durch Systemsteuerung der Landbewirtschafter ersetzt.
2. **Trägerfunktionen** sind die Standorte (Boden, Fläche) in natürlichen und naturnahen Ökosystemen. Sie bilden die Grundlage für alle naturangepaßten Raumnutzungen. Durch menschliche Eingriffe wie Melioration, Düngung etc. werden sie in Intensivagrarlandschaften immer stärker den Produktionserfordernissen angepaßt.
3. **Produktionsfunktionen.** Unter Produktionsfunktionen werden solche Funktionen gefaßt, die Produkte der Naturproduktion, wie Nahrung, Baumaterial, fossile und nachwachsende Energie und genetische Ressourcen bereitstellen. Produktionsfunktionen werden in Intensivagrarlandschaften heute maximierend auf die Produktion eines Erzeugnisses verwendet. So geht z.B. die Maximierung der Produktionsfunktion für die Bereitstellung weniger Getreidesorten für die Nahrungsmittelproduktion zu Lasten der Produktionsfunktion der Bereitstellung breit gefächerter genetischer Ressourcen.
4. **Informationsfunktionen.** Informationsfunktionen fassen jene schwer beschreibbare Gruppe von Naturfunktionen zusammen, welche sich mit den Begriffen des Landschaftsbildes, der Umweltwahrnehmung und des Umwelterlebens und ästhetischen Erfahrungen in der Natur befassen. In Intensivagrargebieten sind die Informationsfunktionen stark eingeschränkt.

In den Agrarlandschaften der Untersuchungsräume standen lange die Trägerfunktion (der Schlag als Standort mit bestimmter Flächengröße) und die Erzeugung einer möglichst großen Produktmenge (quantitative Produktionsfunktion) im Mittelpunkt des Interesses. Die Betrachtungsweise war einseitig auf ökonomische Zusammenhänge beschränkt. Die natürlichen Regulationsfunktionen und insbesondere Aspekte des Bodenschutzes wurden fast vollständig vernachlässigt.

Dementgegen rücken mit dem Wissen über die Endlichkeit der Naturressourcen und der ökologischen Kreisläufe und Funktionszusammenhänge in den letzten Jahren Regulationsfunktionen stärker in das Interesse der Wissenschaft. Diese erforscht Regulationsfunktionen besonders im Hinblick auf das Verständnis der Vernetzung einzelner Funktionen miteinander. Dabei wird die Landnutzung meist aus der Betrachtung ausgeklammert. Die regenerierende und regulierende Leistung der Regulationsfunktionen wird als Gratisleistung der Natur in Anspruch genommen (KRÖNERT 1994). Dieser Umstand wird erst wahrgenommen, wenn Überbeanspruchungen und in Folgewirkung schleichende Zerstörungen nicht mehr zu übersehen sind.

In Tab. 4 ist eine Auswahl von Regulationsfunktionen in Anlehnung an GROOT (1992) benannt, die auf unterschiedliche Maßstabsebenen bezogen ist:

Tab. 4: Regulationsfunktionen

• Schutz gegen schädliche kosmische Strahlen
• Regulation des lokalen und globalen Energiegleichgewichtes
• Regulation der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre
• Regulation der chemischen Zusammensetzung der Ozeane
• Regulation des lokalen und globalen Klimas (inklusive Wasserkreislauf)
• Regulation des Oberflächenabflusses und der Überschwemmungsgefahr (Schutz der Einzugsgebiete)
• Regulation der Wasserspeicherung und der Grundwasserneubildung
• Regulation und Schutz vor Bodenerosion und Erosion
• Regulation der Bodenbildung und Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit
• Fixierung von Sonnenenergie und Biomasseproduktion
• Speicherung und Recycling organischen Materials
• Speicherung und Recycling von Nährstoffen
• Speicherung und Recycling anthropogener Abprodukte
• Regulation der biologischen Kontrollmechanismen
• Erhaltung von Vogelzug und Bruthabitaten
• Erhaltung der biologischen und genetischen Diversität

(in Anlehnung an GROOT 1992)

Um die Wechselwirkungen zwischen der Landnutzung, Landschaftsstrukturen und Regulationsfunktionen qualitativ aufzeigen und quantitativ beispielhaft ermitteln zu können, werden vom Verfasser flächenkonkrete Analysen im Maßstab 1:10.000 in Intensivagrarlandschaften mit dominierendem Ackerbau durchgeführt. Durch Änderungen von Landnutzung und Landschaftsstrukturen können positive Auswirkungen auf Regulationsfunktionen erreicht werden. Deshalb werden in dieser Arbeit vertiefend für das Beispielgebiet Jesewitz die landwirtschaftliche Produktionsfunktion und folgende Regulationsfunktionen unter Verwendung von GIS bewertet (Kapitel 5):

- der Bodenerosionswiderstand
- die Grundwasserneubildung
- die Abflußregulation

Die Bewertung von Regulationsfunktionen ermöglicht die Konkretisierung von Belastbarkeitsgrenzen oder Tragfähigkeiten. Diese Konkretisierung wird vom SRU (1994) als wichtiges Anliegen für die Forschung und die Umsetzung in die Planung gefordert (siehe auch BICK 1988; REMMERT 1989; WEIDEMANN 1994; KÖRSCHENS & MAHN 1995). Belastungsgrenzen und Tragfähigkeiten können mit dem Konzept der Bewertung der Leistungsfähigkeiten des Landschaftshaushaltes (MARKS et al. 1989) operationalisiert werden.

Aus Analysen und Bewertungen lassen sich in Verbindung mit ökologischen Theorien unmittelbar regionale Umweltqualitätsziele ableiten (siehe Kap. 2.5. bis 2.9.). Für die Bewertung und die Formulierung von Umweltqualitätszielen ist ein allgemeines übergeordnetes Leitbild erforderlich. Dieses kann mit Hilfe der Konzepte des Integrierten Naturschutzes und des Biotopverbundes begründet werden.

2.5. Integrierter Naturschutz und Biotopverbund

Überlegungen zum Leitbild der „nachhaltigen Naturnutzung“ und zur „dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung“ von Agrarlandschaften beruhen auf einem extrem komplexen Ansatz der Einbeziehung einer Vielzahl von Faktoren (BÄTZING & WANNER 1994). Regionale Leitbilder sind als hohe Ebene der Integration von regionalen Umweltqualitätszielen anzusehen (SRU 1994; FINCK et al. 1993). Hierfür bedarf es qualitativ und quantitativ abgeleiteter Bewertungen des heutigen Zustandes (Ist-Analyse) auf der Grundlage bestehender Leitbilder.

In dieser Arbeit werden als Ausgangsbasis für die eigenen Landschaftsanalysen und den daraus selbst abgeleiteten quantifizierbaren Umweltqualitätszielen zwei erst in jüngster Zeit entwickelte Konzepte herangezogen:

1. Konzept des Integrierten Naturschutzes (RIEDL 1991)
2. Konzept des Biotopverbundes (JEDICKE 1991/1994)

Diese Konzepte beruhen auf Grundlagen und Prinzipien, die in den letzten Jahren aus der Ökologie und Geographie erwachsen sind und einen anwendungsorientierten Handlungsbezug aufweisen. Diese Prinzipien werden vom Autor auf die bearbeiteten Intensivagrarlandschaften angewandt.

Integrierter Naturschutz nach RIEDL (1991) hat das langfristige Ziel, daß die Gewährleistung und Verbesserung der Biotopfunktionen und der Mehrfachnutzung eine selbstverständliche Leistung der Flächennutzungen ist. Das Konzept unterscheidet sich damit durch das Ziel des in die Nutzung integrierten Naturschutzes auf 100 % der Fläche von Segregationskonzepten.

Tier- und Pflanzenarten werden im Integrierten Naturschutz als wichtigster ökologischer Indikator für die Umweltsituation angesehen (BICK 1988; PLACHTER 1994; SUKOPP 1995). Die Lebensgrundlage der Tier- und Pflanzenarten ist die Gesamtheit der medialen Faktoren ihres Lebensraumes und der Standorte. Deshalb muß nach RIEDL (1991, S. 225ff) auf den in den letzten Jahrzehnten zu beobachtenden Artenrückgang mit den unten aufgeführten vier Prinzipien (Geboten) reagiert werden, die alle Bereiche der Landnutzung einer Region betreffen:

1. Verschlechterungsverbot
2. Extensitätsgebot
3. Sanierungs- und Entwicklungsgebot
4. Konstanzgebot

1. Das **Verschlechterungsverbot** beinhaltet das Nahziel, den momentanen Flächenzustand zu erhalten, um den Artenschwund zumindest zu verlangsamen. Dies bedeutet eine Änderung von Produkten, Produktionsweisen und Nutzungsarten. Es sollen stoffanreichernde flächendeckende „Einbahnstraßeneffekte“, - die naturschutzentscheidend sind - wie Versauerung, Eutrophierung, Pestizidanreicherung in der Nahrungskette und klimaverändernde Industrie- und Verkehrsemissionen verhindert (gestoppt) werden. Handlungsprinzip in Bezug auf den Artenschwund ist die Vermeidung weiterer Verluste an Lebensräumen für Tier- und Pflanzenarten, mindestens solange, wie die Monotonisierung und Nivellierung der Milieubedingungen der Biotopsysteme anhält. Dies gilt auch in Bezug auf Boden-, Wasser- und Klimaschutz. Gesichert werden soll das Verschlechterungsverbot nicht durch Freiwillig-

keit, sondern durch allgemeinverbindliche (gesetzliche) Produktionsrahmenbedingungen sowie ökonomische Anreize (Honorierungskonzepte).

Für die Landwirtschaft bedeutet dies in den Untersuchungsräumen:

- daß keine weiteren Meliorationen, Schlagvergrößerungen und Zerstörungen von „Restbiotopen“ in der Feldflur vorgenommen werden dürfen.
- da die Zerstörung der Kulturlandschaften im Raum Halle-Leipzig schon so weit fortgeschritten ist, muß auch der Verzicht auf Instandhaltung bestehender Drainagen und Gräben zur Wiedervernässung potentieller Feuchtflächen in die Überlegungen einbezogen werden (vgl. Punkt 4).

2. Das **Extensivitätsgebot** ist ein generelles Nutzungsprinzip, das in alle Produktions-, Nutzungs- und Konsumprozesse zu integrieren ist, um durch quantitative Reduktion und qualitative Modifikation deren negative Outputs so nahe wie möglich an das unschädliche Maß, bzw. an die „Nullemission“ zu bringen.

Dies bedeutet für die Landwirtschaft in den Untersuchungsräumen:

- eine generelle schrittweise Nutzungsextensivierung auf der Gesamtfläche, bis ein überproduktionsfreies, natur- bzw. ressourcenschonendes, deutlich emissionsärmeres Maß erreicht ist,
- eine gezielte sofortige und drastische Nutzungsextensivierung auf arten- und biotopschutzrelevanten Großflächen (siehe auch JEDICKE 1994; HAMPICKE 1991; HAMPICKE 1994; FREISTAAT SACHSEN 1994).

3. Neben den erstgenannten allgemeingültigen und flächenhaft notwendigen Geboten ist das **Sanierungs- und Entwicklungsgebot** auf Belastungen und auf Nachbarschaftseffekte im lokalen Rahmen zu beziehen. Dies sind erstens bereits eingetretene Beeinträchtigungen, die zu beseitigen bzw. zu minimieren sind (Ausmagerung hypertrophierter Böden, Wiedervernässung entwässerter Feuchtgebiete etc.). Zweitens sind dies Entwicklungsmaßnahmen, mit denen eine Verbesserung der Landschaftsstruktur vorzunehmen und eine Biotopdifferenzierung zu initiieren ist. Dies betrifft besonders überbeanspruchte Intensivagrargebiete. Das Sanierungs- und Entwicklungsgebot ist durch konsequente Anwendung der bestehenden Instrumente der Naturschutzgesetze (der Schutz-, Entwicklungs- und Pflegemaßnahmen) und der Landschaftsplanung umsetzbar.

Für die Landwirtschaft in den Untersuchungsräumen bedeutet dies:

- Flächenentzug und niedrigere Erträge bei heutigen Anbautechniken
- Schlagverkleinerungen
- zusätzliche Arbeits- und Aufgabenfelder neben der Landwirtschaft im landschaftspflegerischen Bereich, da zur Wiederherstellung landschaftsfunktional wichtiger Biotope (Gewässerläufe, Schutzstreifen etc.) landschaftsabhängig bis zu 10 % der heutigen Ackerfläche für Biotopstrukturen benötigt werden (Kap. 4-7).

In diesem Zusammenhang werden häufig Ansätze zur Rekonstruktion historischer Kulturlandschaften und historisch begründeter Landschaftselemente verfolgt (Kapitel 4). Diese Ansätze sollten jedoch nicht überbewertet werden. Wichtig ist, daß für jede Landschaft und Region aufgrund unterschiedlicher geoökologischer Ausstattung differenzierte Entwicklungsziele notwendig sind (z.B. sukzessive Entwicklung von Wasserläufen, Aushagerung von Magerrasen, Heiden etc.).

4. Das **Konstanzgebot** besagt, daß nachdem die flächendeckende Tendenz der Milieunivellierung und Standortvereinheitlichung zum Stillstand gekommen ist, durch wieder einsetzende Prozesse die natürliche Standortdifferenzierung und damit auch die Regulationsfunktion des Bodens, die Voraussetzung für das Überleben möglichst vieler Arten ist, zum Tragen kommt. Dieses Gebot erklärt nach RIEDL (1991, S. 231) „die Vielfalt der vorindustriellen bäuerlichen Kulturlandschaft als Ergebnis einer bestimmten, langfristig gleichbleibenden Eingriffsintensität“, die im Gegensatz zu heute den natürlichen Standortbedingungen zumindestens näherungsweise entsprach. Änderungen der Nutzungsart durch technische Innovation erfolgten in vorindustrieller Zeit mit geringer Geschwindigkeit. Damit waren Anpassungszeiten der Arten auf geänderte Standortverhältnisse eher gegeben als heute. „Dies bedeutet jedoch nicht die Reproduktion eines bestimmten historischen Landschaftszustandes, sondern vielmehr die Absicht, eine neue ökologische Eigendynamik zu initiieren, in der sich wieder eine Vielfalt der Arten, der Lebensgemeinschaften und Lebensräume von selbst organisieren und differenzieren kann“ (LANGER & RIEDL 1989).

Für die Landwirtschaft in den Untersuchungsräumen bedeutet dies:

- langfristig gleichbleibende Eingriffshäufigkeiten und Eingriffsintensitäten auf niedrigem Niveau (unter Einschluß der Gebote 1-3)
- die weitgehende Schließung der betrieblichen stofflichen Kreisläufe

Den vier obigen strukturell orientierten Geboten entsprechen die vier allgemeinen ökologischen Prinzipien, an denen sich der Ressourcenschutz landwirtschaftlicher Betriebe orientieren sollte, und zwar die **Stoffstromminimierung**, die **Stoffauszugsminimierung**, das **Kreislaufprinzip** und der **Schutz ökologischer Prozesse** (RIEDL 1991). Diese sind in ihrer Gesamtheit als Schutz der Regulationsfunktionen aufzufassen.

Vergleichend zum Konzept des Integrierten Naturschutzes ist die Biotopverbundstrategie stärker auf Regionen und funktionale Verflechtungen bezogen. Die Biotopverbundstrategie nach JEDICKE (1994) ist ebenfalls ein integrierter Naturschutzansatz, mit dem besondere Anforderungen an die Landschaftsstruktur gestellt werden.

Die **Biotopverbundstrategie** nach JEDICKE (1994) formuliert Grenzwerte und Zielwerte der Intensität der Landnutzung und der regionalen Ausstattung mit Biotopen und Landschaftsstrukturen und deren Anordnung im Raum.

Die Biotopverbundstrategie beruht auf folgenden Grundsätzen (siehe Abb. 3):

- der Entwicklung großflächiger Lebensräume (über 100 ha Größe) als Schutzgebiete für Spitzenarten des Naturschutzes
- der Entwicklung von Trittsteinen zwischen den Schutzgebieten
- dem Verbund von Lebensräumen durch Korridorbiotope
- der flächendeckenden standortangepaßten De-Intensivierung (Extensivierung), die eine Milderung der Isolationswirkung der intensiv mit Pestiziden und Düngern behandelten Agrarflächen für die Fauna durch die Umstellung auf bodenschonendere Wirtschaftspraktiken bewirken soll.

Die Biotopverbundstrategie wird zur Quantifizierung eines notwendigen Grundgerüsts naturnaher Landschaftselemente in den ausgeräumten Intensivagrarlandschaften des Ballungsraumes genutzt.

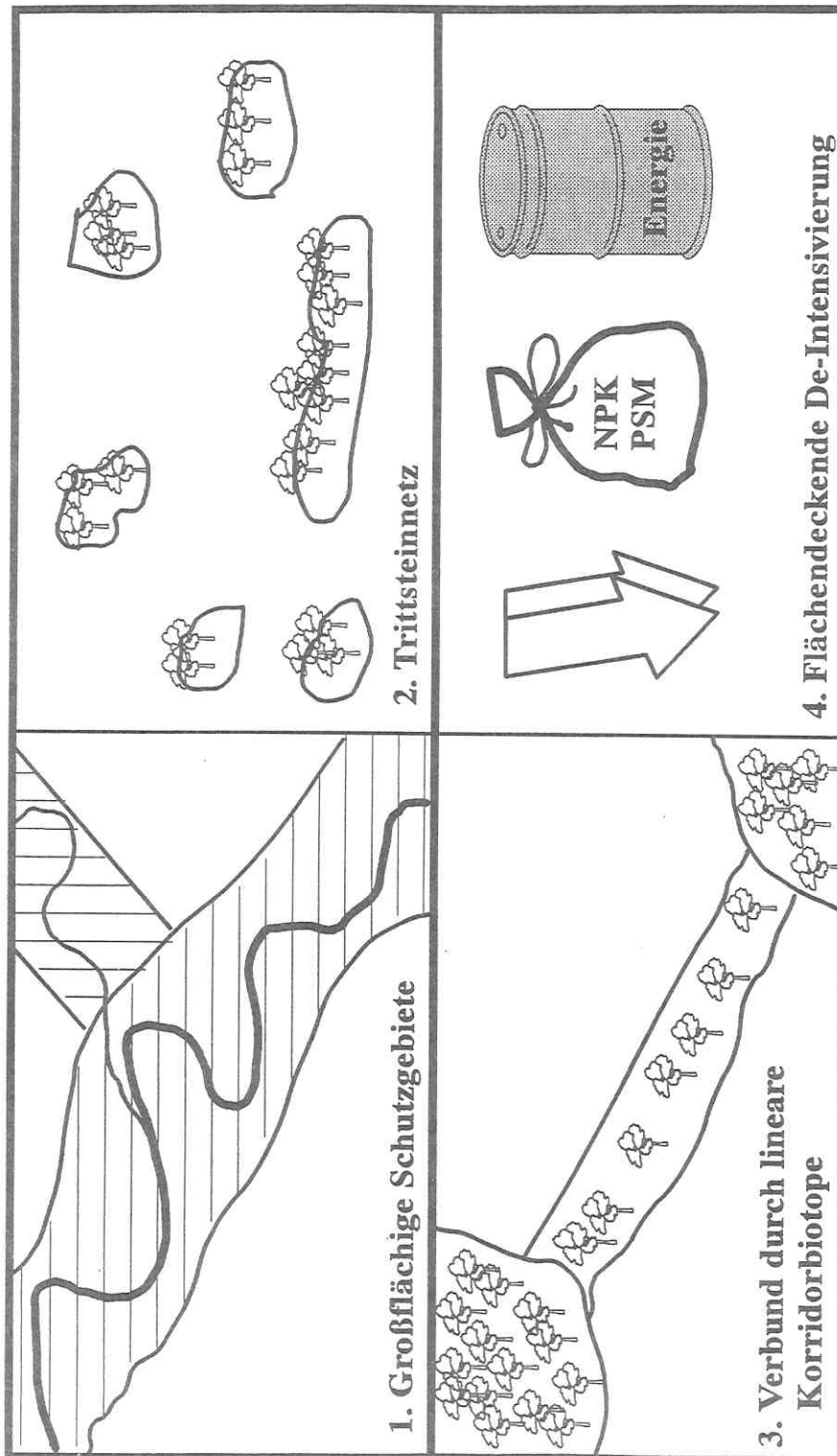


Abb. 3: Grundsätze des Biotopverbundkonzeptes (eigene Darstellung)

Von zoologischer Seite unterliegt nach heutigem Forschungsstand die Biotopverbundstrategie deutlicher Kritik in Bezug auf ihrer Plan- und Analysierbarkeit (HENLE 1994). Dies wird durch gravierende Forschungsdefizite von Auswirkungen einer Biotopverbindung auf Metapopulationen begründet. Für ausgeräumte Intensivagrarlandschaften wird sich aber durch den Aufbau neuer Landschaftsstrukturen eine für die Regulation des Stoffhaushaltes und für den Naturschutz relevante positive Entwicklung auch aus zoologischer und botanischer Sicht einstellen.

Erst eine Agrarlandschaft mit einer ausreichenden Dichte an Landschaftsstrukturen gewährleistet die vier von HABER (1972) für landwirtschaftliche Regionen genannten zu schützenden und zu entwickelnden Ökosystemeigenschaften:

- Produktivität
- Stabilität
- Regelungsfähigkeit und
- Diversität

Diese beeinflussen und bedingen sich gegenseitig. Für die vorliegende Arbeit bedeuten diese Ökosystemeigenschaften, daß einerseits durch die Beachtung von Stabilität und Diversität eine langjährig stabile und kleinräumig differenzierte Landschaftsstruktur in Agrarlandschaften begründbar ist (zeitliche Skala). Andererseits muß ein ausreichender Teil der Fläche für die Erzeugung einer möglichst großen Anzahl unterschiedlicher landwirtschaftlicher Produkte (Fruchtartendiversität und Produktivität) zur Verfügung stehen.

Die anthropogene Regelungsintensität darf ein bestimmtes Maß, dessen Höhe heute umstritten ist, nicht überschreiten. Die natürlichen Regulationsfunktionen (Regelungsfähigkeiten) müssen gewährleistet sein. Ein quantitativer Beweis der Bedeutung der vier Ökosystemeigenschaften für die Agrarlandschaft wurde bis heute nicht erbracht, da das Problem der Ermittlung des benötigten landschaftlichen Maßes an Diversität, Stabilität, Produktivität und Regelungsfähigkeit nicht gelöst ist.

In dieser Arbeit werden für die regionale Differenzierung und Messung von Diversität und Regelungsfähigkeit Landschaftsstrukturen in 2 Ebenen (primär/sekundär) sowie ausgewählte Regulationsfunktionen analysiert und bewertet. Das methodische Hilfsmittel der Geographischen Informationssysteme (GIS) ist zur Quantifizierung dieser großer Datenmengen unverzichtbar. Zur Ermittlung des konkreten landschaftlichen Defizites an neuen bzw. historisch vorhandenen, heute aber verlorengegangenen Landschaftsstrukturen, wird in dieser Arbeit auf die Anwendung der aus der Ökotontheorie abgeleiteten primären Landschaftsstruktur zurückgegriffen (Kapitel 2.7.2). Die für die Untersuchungsräume beispielhaft ermittelten Landschaftsstrukturen werden in den Kontext des Konzeptes der ökologischen Ausgleichsräume für Agrarlandschaften von MANDER et al. (1988) gestellt (Kapitel 4). Dieses Konzept begründet die Neuschaffung und Diversifizierung von Landschaftsstrukturen mit Bodenheterogenität, Bodendiversität (Kapitel 2.7) und Ökotontheorie (Kapitel 2.6). Letztere liegt auch dem Konzept des Biotopverbundes zugrunde. Deshalb soll auf die Bedeutung der Ökotope und der Ökotontheorie für die Ableitung von Umweltqualitätszielen und der Landschaftsstrukturbewertung in Intensivagrarlandschaften eingegangen werden.

2.6. Ökotone

Ökotone (Grenzen, Grenzräume) lassen sich in verschiedenen Maßstabsebenen und Blickweisen analysieren. Nach WALTER & BRECKLE (1983) werden Zono-Ökotone als Übergangszonen (Spannungsräume) betrachtet, welche sich vorrangig durch ihren Klimatypus unterscheiden. ODUM (1991) bezieht den Ökotonbegriff auf Übergangszonen zwischen verschiedenen Organismen-Gemeinschaften, die durch Gradienten oder Zonierungen der physikalischen Faktoren Luftfeuchtigkeitsgradient, Temperaturgradient etc. charakterisiert sind. Diese Ökotone können nach ODUM (1991) in verschiedenen Größenordnungen (z.B. Gezeitenzone des Meeres, Waldrand) betrachtet werden. Nach LESER (1993) sind Ökotone Übergangsbereiche hoher Diversität zwischen verschieden ausgestatteten, aber weniger diversen ökologischen Raumeinheiten, in denen das Angebot an Lebenserfordernissen größer ist als in benachbarten Landschaftsökosystemen. Der Ökotonbegriff ist nach LESER (1993) unabhängig von der Dimension landschaftlicher Ökosysteme. Nach BORN-KAMM (1995) werden in der Ökologie seit CLEMENTS (1936) die Begriffe Ökokline und Ökotone parallel verwendet, wobei der Ökotonbegriff im Sinne einer deutlichen Grenze und die Ökokline für einen allmählichen Übergang gebraucht werden. Ein Ökoton beinhaltet somit neben der linearen (Grenze) eine flächige Inhaltskomponente (Saum, Übergangsbereich) in Beziehung auf aneinander angrenzende Raumeinheiten.

Die Ökotontheorie wird in der Landschaftsökologie in direktem Zusammenhang mit dem Biotopverbund (Connectivity) benannt (SCHREIBER 1988). Es werden nicht nur die Wechselbeziehungen zwischen Organismengemeinschaften (z.B. Metapopulationen) in die Betrachtung einbezogen, sondern vielmehr die Vernetzungen zwischen biotischen und abiotischen Kompartimenten der Ökosysteme in den Mittelpunkt der Betrachtungen gestellt.

Ökotone können in verschiedenen Betrachtungsebenen aus biotischer Sicht für Arten analysiert werden. So kann auf topischem Niveau zwischen Arten unterschieden werden, die entweder unbeeinflusst von Ökotonen sind (over ecotone biota), die beeinflusst von Ökotonen sind (ecotone level biota), und solchen Arten, die sich auf Grenzen spezialisiert haben (under ecotone biota) (MANDER et al. 1988).

Das Interesse der Landschaftsökologie besteht in der Herausarbeitung von Gradienten an Landschaftsökotonen. Diese können sowohl Regulationsfunktionen betreffen, als auch Einfluß auf den Landschaftsstoffhaushalt haben. So haben zwei durch ein Ökoton abgegrenzte Pedotope z.B. verschiedene Bodenerosionsdispositionen und Grundwasserneubildungsraten. Für die landwirtschaftliche Nutzung spielt dies eine erhebliche, heute aber kaum mehr Beachtung findende Rolle: Da diese Pedotope unterschiedliche landwirtschaftliche Produktionsfunktionen aufweisen, ist potentiell auch von einer unterschiedlichen an den Standort angepaßten Bewirtschaftung auszugehen. Je natürlicher oder naturnaher eine Landschaft ist, desto eher kann von Ökotonen als Übergangszonen gesprochen werden. In Intensivagrarlandschaften sind Ökotone dagegen meist nutzungsabhängige scharfe Grenzen in der Landschaft.

Grenzeffekte der Ökotone, die z.B. von Hecken in Intensivagrarlandschaften ausgehen, dienen der Reduktion unerwünschter morphologischer Prozesse, zur Verlangsamung der Windgeschwindigkeit oder als Habitate für Nützlinge/Arten etc.. Ökotone sind deshalb für den Schutz und zur Aufrechterhaltung der Regulationsfunktionen

wichtig. Diese Grenzeffekte begründen das primäre Landschaftsstrukturpotential nach MANDER et al. (1988, vgl. hierzu Kap. 2.3).

Die Ökotonndichte bzw. die „Grenzlängen“ der scharfen Grenzen, Übergänge und Saumstrukturen einer Landschaft werden in Kapitel 3 und 4 am Beispiel der vier Testgebiete quantifiziert und in ihrer Ausprägung beschrieben und bewertet. Diese Ökotonndichte dient wiederum als Indikator für die Messung der Landschaftsdiversität. Auf diese wird im folgenden Kapitel eingegangen.

2.7. Diversität

Unter Diversität wird in dieser Arbeit die stoffliche und funktionale Mannigfaltigkeit der Strukturen und Relationen von Landschaftsökosystemen verstanden (LESER 1991 nach HAASE 1979). Die Diversität wird gemessen an der vertikalen und horizontalen Gliederung der Bodendecke, der Artenvielfalt in Phyto- und Zoozönosen und an weiteren Geoökofaktoren.

GRABHERR (1994) unterscheidet entsprechend der hierarchischen Struktur der Betrachtungsebenen zwischen genetischer Diversität (der vererbaren Variabilität in und zwischen Populationen und Organismen), ökosystemarer Diversität oder Biotopdiversität (der Zahl verschiedener Habitate, Biotope, Ökosysteme einer Landschaft etc.) und der landschaftlichen Diversität (der Vielfalt an Natur-, Kultur- und Stadtlandschaften). Nach GRABHERR (1994) wird die Landschaftsdiversität auf Regionen bezogen. Auf das hohe zukünftige Potential landschaftsökologischer Quantifizierungen der Diversität mit GIS wird hingewiesen. MANDER et al. (1988) verwenden zur Messung der landschaftlichen Diversität die ökologische Diversität. Ebenso gut ist die Berechnung über den Dispersionsgrad nach RINGLER (1981) möglich. Zusätzlich können das allgemeine Informationsmaß nach SHANNON & WEAVER (1949) und andere Maße verwendet werden.

Die vorliegende Arbeit analysiert die landschaftliche Diversität an Biotopen und an Pedotopen (Kapitel 4), um Unterschiede in der Strukturausstattung der Landschaft für unterschiedliche Teilregionen der intensivagrarlandschaften im Raum Halle-Leipzig aufzuzeigen, zu quantifizieren, für die Ableitung von Umweltqualitätszielen zu verwenden und diese Teilregionen zu vergleichen. Die Grundlagen der Diversitätsmaße werden als Methode im Folgenden dargestellt.

2.7.1. Landschaftsdiversität

Der Index (I) der ökologischen Diversität der Landschaft beschreibt die Dichte des Ökotonnetzes in Kulturlandschaften (sekundäre Landschaftsstruktur, MANDER et al. 1988), d.h. die Summe der Grenz- und Saumlängen der sekundären Landschaftselemente auf der Basis der in den Testgebieten durchgeführten eigenen Biotoptypenkartierungen im Maßstab 1:10.000 bezogen auf die Größe des jeweils betrachteten Raumes. Zur Berechnung wird die Summe der Längen der Ökotope (L_j) aller Biotoptypen, die Flächengröße des Untersuchungsraumes (S) und die Fläche der natürlichen und halbnatürlichen Biotoptypen im Untersuchungsraum (S') benötigt. Der Index I wird nach folgender Formel berechnet:

- $I = \text{Summe } L_j / S \cdot S'$

Das Ergebnis wird in Meter pro Hektar angegeben. Die Summe muß mit dem Faktor 0,5 multipliziert werden, da durch die Kalkulation der Flächengrößen und Flächenumfänge im GIS außer den Randpolygonen jede Grenze doppelt berechnet und jeder Biotoptyp einzeln gemessen und aufsummiert wird.

Zum Vergleich mit der ökologischen Diversität der Landschaft wurde der Dispersionsgrad nach RINGLER (1981) berechnet. Der **Dispersionsgrad (D)** beschreibt die Beziehung zwischen der Länge der Biotopgrenzen (Lj) und der Gesamtfläche des Untersuchungsraumes (S). Für die Beschreibung ganzer Landschaften werden Biotopflächen und Biotopgrenzen aufaddiert und das Ergebnis in Meter pro Hektar angegeben. Der Dispersionsgrad (D) wird mit folgender Formel berechnet:

- $D = \text{Summe } Lj/S$

Die Ergebnisse der eigenen Berechnung für 4 Untersuchungsgebiete (in Kapitel 4) ergaben, daß bei weitgehender Ausräumung der Landschaft und damit zusammenhängend sehr geringem Flächenanteil natürlicher und halbnatürlicher Flächen (S') der Dispersionsgrad und die Ökologische Diversität praktisch gleich sind. Deswegen werden in Kapitel 4 nur Dispersionsgrade dargestellt, die die Dichte des Ökotonnetzes der Untersuchungsräume in 100 m/ha darstellen.

2.7.2. Bodendiversität

Für den Boden wird eine ähnliche Methodik zur Berechnung der Landschaftsdiversität genutzt. Hierbei beziehen sich die Berechnungen anstatt auf Biotoptypen auf Flächen gleicher Bodenart (Pedotope), die durch „Zustandsstufe“ und „Geologische Entstehung“ zu Bodenformen differenziert werden. Die Summe der Grenzlinienlängen der primären Landschaftselemente, hier der nach Bodenarten bestimmten Pedotope, wird als primäre Landschaftsstruktur auf die Größe des Untersuchungsraumes bezogen. Es wurden erstens die **Bodendiversität der Landschaft (B)** und zweitens der **Dispersionsgrad des Bodens (Db)** analog zu den Verfahren in 2.7.1. berechnet. Zusätzlich wurde drittens das **primäre Landschaftsstrukturpotential (R)** bestimmt.

Die Bodendiversität (B) der Landschaft wird nach folgender Formel berechnet:

- $B = \text{Summe } Bj/BS-BS'$

Bj ist die Grenzlinienlänge zwischen den Pedotopen. BS ist die Flächengröße des Untersuchungsraumes in Hektar und BS' die Flächengröße seltener Pedotope im Untersuchungsraum. BS' soll für jede Landschaft einen Flächenanteil von 20 % nicht übersteigen. Vergleichbar zur ökologischen Diversität stellte sich eine Ausweisung „naturnaher“ Böden im Rahmen dieser Arbeit als nicht praktikabel heraus.

Deshalb wurde in Analogie zu RINGLER (1981) und MANDER et al. (1988) der Dispersionsgrad des Bodens (Db) und die primäre Landschaftsstruktur (R) bestimmt.

Der Dispersionsgrad des Bodens (Db) wird wie folgt berechnet:

- $Db = \text{Summe } Bj/BS$

Die primäre Landschaftsstruktur (R) ergibt sich aus folgender Formel:

- $R = e(M/N)/BS \cdot \text{Summe } B_j$

Dabei stellt B_j die Grenzlinienlänge zwischen den Bodenarten, BS die Flächengröße des Untersuchungsraumes in Hektar, M die Anzahl der unterschiedlichen Pedotope im Untersuchungsraum und N die Gesamtanzahl der Pedotope dar. R kann nach MANDER et al. (1988) nur aus Boden(arten)karten im Maßstab 1:5.000 oder 1:10.000 abgeleitet werden. Aufgrund der sich ergebenden hohen Datenmenge ist die Berechnung der Bodendiversität (ebenso wie der Landschaftsdiversität) daher mit den bisher üblichen manuellen Methoden nicht mehr in vertretbaren Zeiträumen möglich. Die Anwendung erfolgt in dieser Arbeit erstmals für 4 große Untersuchungsräume mit Hilfe geographischer Informationssysteme, die neben einer schnellen quantitativen Auswertung auch die Kartendarstellung und weitere Berechnungen ermöglichen.

Im Ergebnis sind Db und R trotz sehr unterschiedlicher Berechnungsmethoden fast identisch. Deshalb wird in Kapitel 4 der Dispersionsgrad des Bodens (Db) analog zur primären Landschaftsstruktur (R) verwendet.

2.7.3. Heterogenität

Neben der Ökotontheorie beinhalten die Konzepte des integrierten Naturschutzes und des Biotopverbundes einen flächenhaften Ansatz. Dieser stimmt mit der funktionalen Betrachtungsweise nach GROOT (1992) überein und besagt, daß jede Bodenform und jede Bodenart standortgemäß genutzt werden sollte. Bei standortangepaßter Nutzung müßte auf den Ackerflächen der Untersuchungsräume im Ballungsraum Leipzig-Halle eine Trennung der Schläge bei deutlich unterschiedlichen Bodenverhältnissen (natürlich auch bei deutlich unterschiedlichen Bodenwasserverhältnissen, lokalklimatischen Unterschieden etc.) erfolgen. In der heutigen landwirtschaftlichen Anwendungspraxis wird durch Bildung einer durchschnittlichen Bodenform pro (Groß-)Schlag auf vielen Standorten eine durchschnittlich bemessene Stoffgabe trotz deutlicher Heterogenität der Bodendecke ausgebracht. Wie in Kapitel 4 dargestellt wird, kann durch Aufteilung des Schlages nach den Bodenformen eine flächenkonkrete und flächenangepaßte Applikation von Dünger, Pflanzenschutzmitteln und Bearbeitungstechniken und Fruchtfolgen erfolgen. Die **Bodenheterogenität** wird in dieser Arbeit am Beispiel der 4 Testgebiete für die Ableitung des Umweltqualitätsziels „Rainlänge in der Agrarlandschaft“ und für die Berechnung und den Vergleich des Bodenarten-Ackerflächen-Verhältnisses (BAV) für Schläge quantifiziert (Kap. 4).

Außerdem bildet die Bodenheterogenität die Grundlage für die Herausnahme bestimmter entwicklungsfähiger Flächen (seltene Bodenarten, „extreme“ d.h. feuchte oder trockene Standortbedingungen) aus der ackerbaulichen Nutzung mit anschließender Umwandlung in Grünland, Sukzessionsflächen oder Wald etc.

Wichtigste Grundlage für die **Ableitung der Bodenheterogenität** ist die Wahl der richtigen maßstabsadäquaten Datengrundlage (Karte), auf die im Folgenden auf-

grund der regional verfügbaren Daten mit dem Vergleich „Bodenschätzung“ - „Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung“ eingegangen wird.

Bei der Bestimmung von Potentialeigenschaften und der Ableitung von Landnutzungsoptionen wird die Heterogenität der Bodendecke meist nicht beachtet. Dies trifft besonders auf die örtliche Landschaftsplanung zu. Die kleinräumige Heterogenität der Bodendecke findet bisher keinen Eingang in den Planungsprozeß, weil sie durch die Generalisierung verfügbarer Bodenkarten nicht ausgegliedert und damit nicht gesehen wird. Dies trifft in Sachsen und Sachsen-Anhalt in besonderem Maße auf die Karten der Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK100) im Maßstab 1:100.000 zu, die zur bearbeitungstechnisch-naturwissenschaftlichen Absicherung der großschlägigen Agrarproduktion erstellt wurden und deren Inhalte durch (DDR-)Ideologie belastet sind (SCHMIDT 1988; SCHMIDT & HAASE 1980; ALTMANN 1982). Dargestellt sind die primären Bodenformengesellschaften. Nicht dargestellt wurden die flächenmäßig kleineren Extrem- und Sonderstandorte (z.B. feuchte, trockene, anmoorige, vermoorte Standorte etc.), die aufgrund ihrer seltenen Standortpotentiale als Lebensraum für einen potentiellen Biotopverbund und zur Regeneration standortgemäßer Vegetation und Tierwelt (Flora und Fauna) als wertvolle Ökosysteme besonders interessant sind. Auf der Basis der primären Bodenform wurden Meliorationen und Produktionsmethoden begründet. Das Heterogenitätsproblem auf Großschlägen wird von HERZ 1984, 1987; NEEF 1963; NEEF 1965; KRAMER 1983; SCHMIDT 1972; DIEMANN 1978; VILLWOCK 1985; WIRTH 1988; SCHRÖDER 1991 angesprochen.

Von Interesse waren die Autorenoriginale der MMK im Maßstab 1:25.000 (MMK25), die vom Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen digital einschließlich der dazugehörigen Dokumentationsblätter A zur Verfügung gestellt wurden (Abb. 4 im Anhang). Diese Autorenoriginale 1:25.000, die heterogene Flächeninhalte für den Maßstab 1:100.000 beinhalten, werden in der Praxis der Umwelt- und Landschaftsplanung für flächenkonkrete landschaftsökologische Bewertungen genutzt. Häufig wird, wenn ein Standortregionaltyp mehrere Leitbodenformen aufweist, zwischen diesen gemittelt. Trotz dieser Mittelwertbildung werden heute in Planungsbüros Bewertungen des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes im Maßstab 1:25.000 nach MARKS et al. (1989) mit Hilfe der MMK durchgeführt, denen die wesentlichen Aussagen für eine adäquate Landschafts- oder Funktionsbewertung, das Aufzeigen kleinräumiger Differenzen und der Sonder- und Extremstandorte, fehlen. Von SYRBE (1996) wird die MMK25 auf die Ebene von Nanogeochoren gestellt und deren Inhalte für die Ausweisung von Mikrogeochoren (im chorischen Maßstab 1:50.000) für die Bearbeitung der Naturraumtypenkarte 1:50.000 genutzt. Ähnlich kritisch sind Potentialabschätzungen von SANDNER (1991, zitiert aus BASTIAN & SCHREIBER 1994) im mittleren Maßstab auf Basis der MMK und die Ableitung von Zielen für die Landschaftsplanung, die Bewertungsmethoden im Maßstab 1:25.000 von MARKS et al. (1989) zu sehen, die ohne die Ableitung neuer Bewertungsmethoden für den Maßstab 1:100.000 erfolgen. SANDNER (1991) deutet aber auf die problematische Mittelwertbildung heterogener Areale hin.

Um einen direkten Vergleich zu ermöglichen, wurden die Flächen der digitalen MMK 25 mit den vom Verfasser digitalisierten Bodenschätzungskarten (1:10.000) im GIS überlagert (Karte 2). Einige Grenzunstimmigkeiten der Standortregionaltypen und der Ortsgrenzen sind durch die Zusammenführung unterschiedlicher Maßstäbe im GIS zu erklären und leicht zu beheben. Bei der Überlagerung wird aber deutlich,

daß generell wenig Zusammenhänge zwischen der Wahl des Standortregionaltyps (MMK) und der Bodenart (Bodenschätzung) bestehen.

Bereits durch obige Überlagerung in dieser Arbeit kann konkret nachgewiesen werden, daß die nach der Kollektivierung der Landwirtschaft angelegte neue Fluraufteilung keinerlei Zusammenhang mit den Standortregionaltypen der MMK aufweist. So hat ein großer Schlag nördlich der Großteiche von Gotha (in Karte 2) Anteil an den Standortregionaltypen D5c3, D5c5 und D3c4 (Abkürzungen siehe Tab. 101 im Anhang) sowie an den Bodenarten Sand bis Lehm unterschiedlicher Zustandsstufen. Deshalb sind landschaftsökologische Aussagen für die Bewirtschaftung eines Einzelschlages auf der Basis der MMK nicht möglich.

Aufgrund der Überlagerung der Datengrundlagen im GIS kann ein quantitativer statistischer Vergleich (Tab. 5 und Karte 2) am Beispiel des Untersuchungsraumes Jesewitz aufgezeigt werden.

Der Vergleich der Standortregionaltypen mit den Bodenarten einschließlich der Hangneigungsstufen in Tab. 5 zeigt den hohen Grad der Aggregation der Daten der MMK. So wurde die Anzahl der Bodenartenflächen von 1277 auf 46 in den MMK25/MMK100 generalisiert. Dies entspricht einer Generalisierung um den Faktor 27,7. Die Generalisierung ist nur mit dem Darstellungsmaßstab 1:100.000 der MMK zu begründen, da der Maßstabssprung von 1:10.000 auf 1:25.000 (MMK25) darstellungstechnisch eine Generalisierung maximal um den Faktor 4 bis 6 (HAAKE 1984) bedeuten kann.

Tab. 5: Vergleich MMK - Bodenschätzung und Hangneigungsstufen

Standortregionaltyp	Anzahl Flächen der MMK 25/100	Anzahl Bodenarten nach Bodenschätzung (1:10.000) und Hangneigungsstufen (Flächen)	Flächengröße (ha)
Kartierungseinheit			
Al3b8	1	154	47,0
D3b4	1	106	46,2
Al3b3	1	100	30,2
Al3b1	2	502	120,2
D5c6	1	1393	473,1
D5c5	5	3897	1666,4
D5c3	11	1781	865,5
D3c1	5	372	152,7
D3c4	2	1320	607,0
ohne Information	17	2135	826,6
Summe	46	11760	4834,9

(Abkürzungen siehe Tab. 101 im Anhang, die Hangneigungsstufen sind auf ein 50 m-Raster bezogen, Die Gesamtfläche des Untersuchungsraumes ist durch Verschneidung geringfügig größer als in den Tabellen in Kapitel 4 und 5).

Die Einschätzung der Heterogenität der Standortregionaltypen der MMK ist in den nicht veröffentlichten Dokumentationsblättern A nach der räumlichen und inhaltlichen Heterogenität gegeben. Diese Einschätzungen in dreistufigen Skalierungen (nach der Anzahl der Leitbodenformen und der Anzahl der Pedotope pro km² und dem Kontrast nach den Substrat- und Hydromorphieverhältnissen) sind nicht in den

Legenden der MMK100 beigelegt und auch sonst nicht öffentlich zugänglich. Aus diesem Grunde wird ein wissenschaftlicher Nutzer der MMK von einer relativen Homogenität größerer Flächen ausgehen. Gleiches gilt für den landwirtschaftlichen Nutzer, der Ableitungen für die Bewirtschaftung treffen will.

Obige Analyse ergibt, daß für eine topische Bearbeitung die Nutzung der Substratinformationen der Bodenschätzungskarten (1:10.000) erforderlich ist. Nur aus diesen Karten sind genügend aussagekräftige Informationen zum Boden enthalten, welche auch die 10 - 20 % der Gesamtfläche mit regional seltenen Bodeninformationen beinhalten. Die Differenzierung dieser seltenen Standorte ist für die Ableitung der primären Landschaftsstruktur (Kapitel 4) und für die topische Bewertung des Leistungsvermögens von Agrarlandschaften mit flächenkonkreten Verfahren nach SCHWERTMANN et al. (1990) und MARKS et al. (1989) notwendig (in Kapitel 5).

2.8. Leistungsvermögen der Landschaft und multikriterielle Landschaftsoptimierung

Um zu einer bewertenden Einschätzung ausgewählter Regulationsfunktionen zu gelangen, wurden die Naturfunktionen von GROOT (1992) in Beziehung zu verschiedenen Landschaftsbewertungsverfahren gesetzt.

Das Konzept der „**Bewertungsanleitung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes**“ (BALVL) wurde von MARKS et al. (1989) in der deutschsprachigen Landschaftsökologie auf der Grundlage des „Handbuchs und Kartieranleitung Geoökologische Karte 1:25.000“ (KA GÖK 25) nach LESER & KLINK (1988) für Landschaftsbewertungen nach möglichst öffentlich zugänglichen Datenquellen (Karten) entwickelt.

Der KA GÖK 25 liegt ein hochkomplexes Ökosystemmodell auf Basis der Landschaftsökologischen Komplexanalyse zu Grunde. Diese differenziert nach geoökologischen Strukturgrößen, geoökologischen Prozessen und Prozeßgruppen (MOSIMANN 1984). Obwohl für die praktische Anwendung konzipiert, erfordert die Herstellung einer GÖK im Sinne der KA GÖK 25 ein hohes Maß an Kartierungsaufwand.

Im Gegensatz zur KA GÖK 25 wurde in der BALVL durch die konsequente Trennung der Bewertung der einzelnen Funktionen vom Gesamtmodell ein offener Bewertungsansatz gewählt, der auch für die Verarbeitung mit Geographischen Informationssystemen (GIS) gut geeignet ist. Einzelne Bewertungen lassen sich getrennt vom Gesamtmodell umfassend nur mit themenspezifisch begründetem Kartierungsaufwand bearbeiten. Im Sinne der BALVL wird ein Landschaftsökosystem als Funktionseinheit landschaftlicher Faktoren aufgefaßt.

Unter **Landschaftsökosystem** wird nach MARKS et al. (1989, S. 22) folgendes verstanden:

- „Das Landschaftsökosystem ist ein Ausschnitt aus der Biogeosphäre („Ökosphäre“) der Erde, das als hochkomplexes System naturbürtiger, anthropogen veränderter und anthropogener Faktoren, Regler und Prozesse - die miteinander in direkten und indirekten Beziehungen stehen - realisiert ist; das Landschaftsökosystem weist eine übergeordnete einheitlich gerichtete Systemfunktion und eine übergeordnete Systemstruktur auf, die in verschiedenen Dimensionen betrachtet werden kann, wobei eine der jeweiligen Betrachtungsgrößenordnung gemäße ökogeographische Homogenität angenommen wird; das System befindet sich in einem dynamischen Gleichgewicht, es verfügt über gewisse Amplituden seiner „Verhaltensweisen“ und wird in räumlich relevanten Größenordnungen untersucht, die aus forschungs- und anwendungspraktischen Gründen gelegentlich auch

unterschritten werden. - Das Landschaftsökosystem wird aus Gründen der Methodik und der Fachbereichsinteressen zweckgerichtet, gleichwohl aber als Ausschnitt aus der Realität abgegrenzt, bewertet und geplant. Das Landschaftsökosystem ist räumlich manifest, es repräsentiert einen Landschaftsraum, kurz: eine Landschaft.“

Bei der Bewertung des Leistungsvermögens von Funktionen und Potentialen werden beide Begriffe in Anlehnung an MARKS et al. (1989) genutzt. Der Begriff des Potentials sollte demnach nur in direkter Beziehung zur wirtschaftlichen Nutzung verwendet werden. Die drei Bewertungen dieser Arbeit, der Bodenerosionswiderstand, die Grundwasserneubildung und die Abflußregulation sind demnach Funktionen im Gegensatz zum landwirtschaftlichen Produktionspotential (im Sinne von GROOT (1992): einer Produktionsfunktion).

Das Leistungsvermögen des Landschaftshaushaltes wird nach MARKS et al. (1989, S.32) definiert:

- „als das aus der räumlichen Struktur, Funktion und Dynamik sowie aus den Substanzen, Energien und Prozessen der landschaftlichen Ökosysteme resultierende, für alle Lebewesen jeweils wichtige Leistungsvermögen des Landschaftshaushaltes.“

Ziel der Bewertungen der Leistungsfähigkeiten der Landschaft ist jeweils die Einstufung der untersuchten Funktionen in eine ordinale, am besten fünfstufige Skala, wie dies beispielhaft für die flächenhaft bewerteten Regulationsfunktionen in Kapitel 6 vorgenommen wird. Diese Skalierung kann sowohl über absolute metrische Werte als auch durch Punktbewertungsverfahren erreicht werden. Aus der Kombination einzelner Bewertungen mit einem multikriteriellen Landschaftsoptimierungsverfahren können beliebig viele Landnutzungsoptionen unterschiedlicher Funktionserfüllung für Planung und Anwendung erzeugt werden, wie dies in Kapitel 6 am Beispiel des Untersuchungsraumes Jesewitz auf der Grundlage von Regulationsfunktionen und einer Produktionsfunktion gezeigt wird.

Überschaubare und flächenkonkret nachvollziehbare Einzelbewertungen bilden für die Umsetzung regionaler Umweltqualitätsziele die Grundlage. Diese Einzelbewertungen werden in dieser Arbeit erstmals am Beispiel der Abflußregulationsfunktion, der Grundwasserneubildung, des Bodenerosionswiderstandes und der landwirtschaftlichen Produktionsfunktion in Kapitel 5 gegeneinander abgewogen. Ebenso werden diese als Abschätzungsgrundlage für zukünftige Szenarien verwendet, wie dies am Beispiel der Szenarien zur Bodenerosionsbewertung in Kapitel 5 gezeigt wird. Szenarien werden zur Bewertung der Einflüsse sich potentiell wandelnder Faktoren und Faktorenkombinationen errechnet. Szenarien werden in dieser Arbeit auch für die Berechnung betriebswirtschaftlicher Auswirkungen des Umwelt- und Ressourcenschutzes genutzt (Kapitel 7).

Die Zusammenführung der unterschiedlichen Umweltqualitätsziele zu einem Zukunftsmodell ist der Prozeß der Leitbildableitung. Für die dabei auftretenden Abwägungs- und Gewichtungsprozesse werden in dieser Arbeit mathematische Methoden zur Kompromißfindung verwendet. Ein solches Verfahren der multikriteriellen Optimierung wurde von GRABAUM (1996) auf GIS-gestützter Basis vorgestellt.

Optimierung ist ein „Teilgebiet der numerischen Mathematik, bei dem man sich mit der optimalen Festlegung von Größen, Eigenschaften, zeitlichen Abläufen u.a. eines Systems unter gleichzeitiger Berücksichtigung von Nebenbedingungen befaßt.“

(GRABAUM 1996). Unter dem Begriff „multikriteriell“ versteht man die gleichzeitige Berücksichtigung mehrerer Ziele bei der Optimierung. Die mathematischen Grundlagen der multikriteriellen Optimierung sind detailliert bei GRABAUM (1996, S. 34-37) dargestellt.

Das mathematische Verfahren der multikriteriellen Optimierung (auch Vektroptimierung) bestimmt mit mehreren - oft gegensätzlichen - Zielfunktionen ein Ergebnis, welches als „optimaler Kompromiß“ zwischen den Zielen angesehen werden kann. Die dabei notwendigen Zielfunktionskoeffizienten werden von den Bewertungsergebnissen der Funktionsbewertungen aus Kapitel 5 übernommen (Bewertungsklassen der einzelnen Funktionen). Die Variablen ergeben sich aus dem Produkt der Anzahl der Areale und der Anzahl der bewerteten Elemente. Als Nebenbedingungen werden Gleichrestriktionen (Flächengrößen der Areale, z.B. im GIS vorhanden) und Ungleichrestriktionen (Größenordnungen der einzelnen Elemente, Grenzen werden vorher festgelegt) linearen Typs verwendet.

Das Optimierungsproblem ist damit linear. Diese Aufgaben werden als „Linear Programming“ bezeichnet (z.B. WERNER 1993). Der Optimalitätsbegriff ist hierbei folgendermaßen definiert: Eine Lösung (Variablenbelegung) ist optimal, wenn sich kein Einzelziel mehr verbessern läßt, ohne daß sich mindestens ein anderes Einzelziel verschlechtert. Man spricht von PARETO-Optimalität (WIERZBICKI 1979; DEWESS 1985). Zur Lösung derartiger Optimierungsaufgaben gibt es unterschiedliche Verfahren (statistische Verfahren (CHANGKONG & HAILES 1983), Simplexverfahren (z.B. FALKENHAGEN 1989), Referenzpunktverfahren (WIERZBICKI 1979) und andere Verfahren).

Die hier verwendete Methode beruht auf einem spieltheoretischen Kompromiß und wurde von DEWESS (1985) entwickelt. Dabei wird die maximale relative Abweichung der Zielerfüllungen von Ihrem Maximalwert minimiert. Bei der Anwendung erhält man notwendigerweise auch die Maximalwerte der einzelnen untersuchten Funktionen (ohne Berücksichtigung der übrigen) und kann dabei Risiken monofunktionaler Landschaften, die einseitig auf eine einzelne Nutzung oder Funktion ausgerichtet sind, aufzeigen. Eine Besonderheit des Verfahrens besteht darin, daß man durch eine subjektive Gewichtung der einzelnen Ziele beliebig viele optimale Lösungen aus der unendlichen Lösungsmenge berechnen kann. Die Kopplung einer elementebezogenen Landschaftsbewertung mit der Methode der Multicriteria Optimization wurde von KOCH et al. (1989) erwähnt und von GRABAUM (1996) als rechnergestütztes Gesamtverfahren umgesetzt (MEYER & GRABAUM 1996c).

Die Kopplung des Verfahrens mit einem Geographischen Informationssystem (GIS) ergibt eine leistungsfähige Methodik zur Generierung von Landnutzungsoptionen, welche als Ausgangspunkt für eine Planung unter optimaler Berücksichtigung der Mehrfachfunktionen der Landschaft dienen kann.

Die angewandten Bewertungsverfahren und die aus den Einzelbewertungen und deren Verknüpfungen entwickelten Szenarien und Optimierungsanwendungen, die in Kapitel 3-6 dargestellt werden, sind auch als Beitrag zur Ableitung von Umweltqualitätszielen zu verstehen.

2.9. Ableitung von Umweltqualitätszielen und Leitbildern nach dem Bottom-Up-Ansatz

„Leitbilder sind Projektionen gewollter künftiger Landschaftszustände, die als Maßstab gelten sollen, um die aktuelle Abweichung von diesem Zustand messen zu können“ (RIEDL 1994).

Diese Definition auf das „Schema zur Entwicklung eines regionalen Leitbildes für die Kulturlandschaft“ nach FINCK et al. (1993) angewandt (Abb.5) zeigt die Vielzahl der für die **Leitbildentwicklung** zu berücksichtigenden Variablen. Der Ablauf der Leitbildentwicklung umfaßt die Regionsabgrenzung und beinhaltet die Primärdatenerfassung, Bewertung, Abwägung der Zielkonflikte, die Festlegung von Prioritätsstufen bis zur Formulierung des regionalen Leitbildes. Für jeden Schritt dieser Leitbildableitung sind die notwendigen Analysen und Bewertungen durchzuführen. Die Aufgabe der Leitbildableitung sollte deshalb in interdisziplinären Gruppen erfolgen.

Leitbilder werden in Anlehnung an FÜRST et al. (1990) durch ein dreistufiges Zielsystem erfaßt. Dieses Zielsystem (Umweltqualitätsstandard - Umweltqualitätsziel - Leitbild) ist als Methode der räumlichen Datenaggregation verschiedener Themenbereiche zu sehen, deren Standortkonkretheit in Richtung Leitbild abnimmt. Einzelne Bewertungen von Strukturen und Funktionen in den Kapiteln 4 und 5 sind in den Bereich der Umweltqualitätsziele einzuordnen. Es handelt sich um wissenschaftlich gesetzte und durch Analysen begründete quantifizierbare Zielwerte. Die landschaftliche Komplexität der Ökosysteme verhindert heute noch die Festlegung von Umweltqualitätsstandards.

Die Entwicklung von Leitbildern kann für Agrarlandschaften von verschiedenen Ausgangszuständen oder theoretischen Grundlagen her betrieben werden. Dies sind für landschaftliche Leitbilder übergeordnete oder allgemeine ökologische und raumbezogene Konzepte einer umwelt- und naturverträglichen Nutzung, die historische Landschaft, Bewertungen der primären oder/und der sekundären Landschaftsstruktur und funktionale Bewertungen. Diese Betrachtungsebenen werden entsprechend dem in dieser Arbeit gewählten Bottom-Up-Ansatz regional vergleichend und verknüpfend verwendet, wobei die Diskussion der Theorie, die Analyse, die Bewertung und die Zielquantifizierung, sowie Szenarienerstellung und Kompromißfindung getrennt bearbeitet werden und diese Schritte mit dem Hilfsmittel des GIS aufeinander folgend abgeleitet werden können.

Abb. 6 zeigt die Einordnung der im Rahmen dieses Kapitels diskutierten theoretischen und methodischen Teilkomponenten, die für die Ableitung von landschaftlichen quantifizierten Umweltqualitätszielen nach dem Bottom-Up-Ansatz in dieser Arbeit herangezogen werden:

1. Übergeordnete Konzepte der umwelt- und naturverträglichen Nutzung sind allgemeine Grundlagen. Dies sind erstens die funktionale Betrachtungsweise nach GROOT (1992) mit der geforderten verstärkten Einbeziehung der Regulationsfunktionen in die Mehrfachnutzung von Agrarlandschaften und zweitens die Konzepte des integrierten Naturschutzes und des Biotopverbundes, die einen allgemeinen, aber nicht regional konkretisierten Rahmen darstellen.

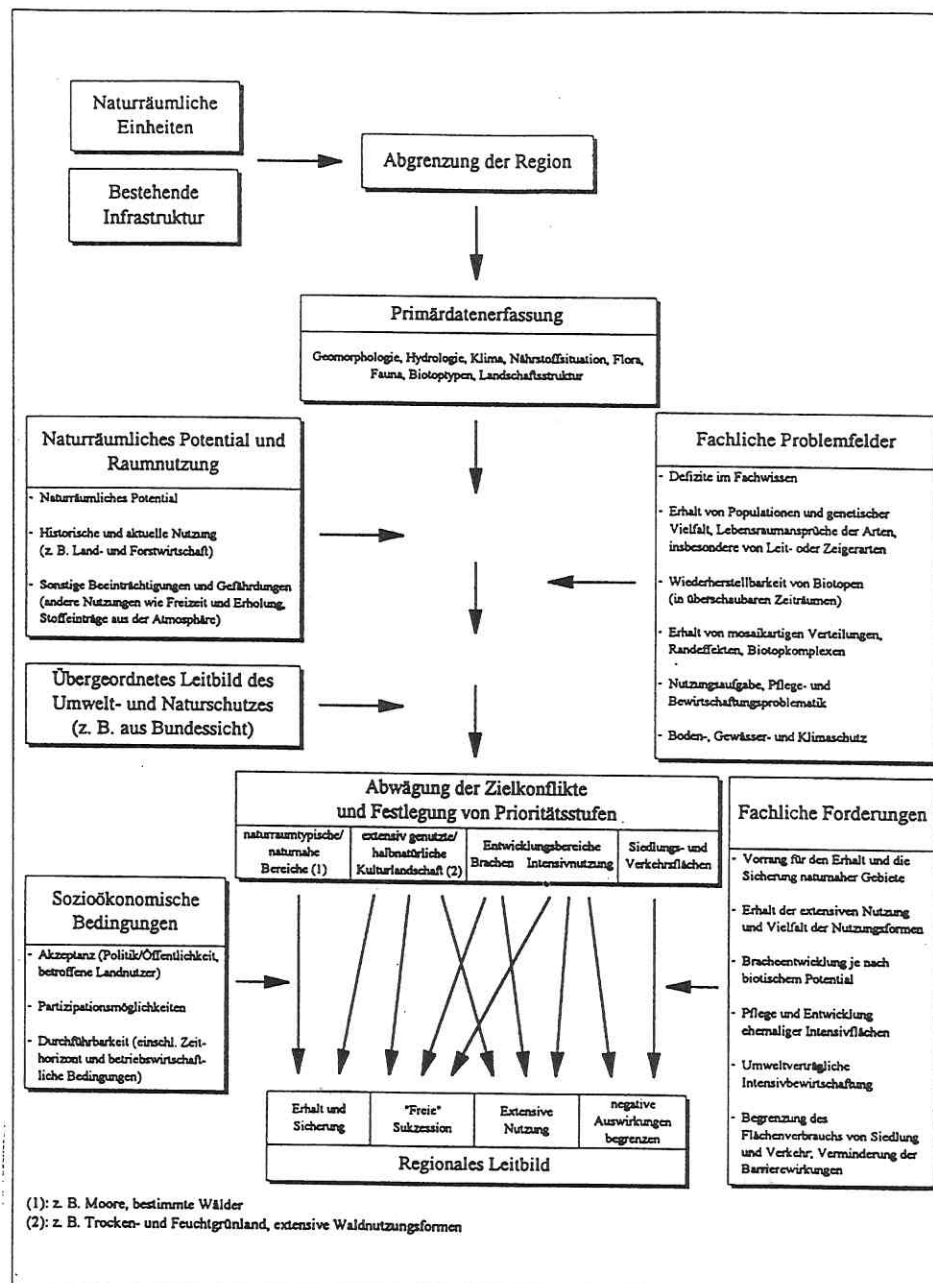


Abb. 5: Schema zur Entwicklung eines regionalen Leitbildes für die Kulturlandschaft (nach FINCK et al. 1993 und SRU 1994)

2. Sekundäre Landschaftsstrukturen und historische Landschaftszustände (historische sekundäre Landschaftsstrukturen) definieren die in den Untersuchungs-räumen durch menschliche Tätigkeit entstandene Kulturlandschaft. Die sekundäre Landschaftsstruktur wird in dieser Arbeit durch die flächenhaften, linearen und punkthaften Biotoptypen beschrieben.

Der Ableitung von Zielen aus historischen Landschaftszuständen (historisches Leitbild) sind bedingt durch die Komplexität der Landschaft und ihrer menschlichen Nutzung enge Grenzen gesetzt (Kapitel 4). Eine durchgängige Bewertung an Hand historischer Daten durchzuführen ist nicht auf allen Flächen möglich, da in der mit-teldeutschen Intensivagrarlandschaft in den letzten Jahrzehnten eine grundlegende Umgestaltung der Landschaft vorgenommen wurde und entweder die bewertungs-spezifischen Datengrundlagen über historische Landnutzungsformen fehlen, oder diese bei einer Neuanlage extrem pflegeaufwendig und damit teuer sind, was eine Reaktivierung dieser historischen Landnutzungen nur für wenige beispielhafte Flä-chen möglich erscheinen läßt. Hinzu kommt die unlösbare Frage, welcher histori-sche Zeitschnitt (z.B. das Jahr 1000, 1500, 1700, 1900, 1935 etc.) als Referenz-oder Vergleichszeitpunkt für abzuleitende Umweltqualitätsziele angesetzt werden soll. Historische Zustände werden in dieser Arbeit zur Quantifizierung von land-schaftsstrukturellen Veränderungen verwendet. Aus den sekundären Land-schaftsstrukturen werden die heutige Landschaftsdiversität und die Heterogenität der Landschaft berechnet (Kap. 4), die sich aus der Ökotonndichte ableitet.

3. Die primäre Landschaftsstruktur wird in dieser Arbeit zur Beschreibung der natür-lichen Standortverhältnisse der Agrarlandschaft verwendet. Die primäre Land-schaftsstruktur dient zur Berechnung der Bodendiversität und Bodenheterogenität (Kap. 4). Sie ist der naturräumlich begründete Zielwert, an dem sich die Landnut-zungsverteilungen und Schlagabgrenzungen orientieren sollten.

4. Funktionale Einschätzungen und daraus abgeleitete Überlegungen zur Entwick-lung der Leistungsfähigkeit von Regulationsfunktionen werden am Beispiel des Bo-denerosionswiderstandes, der Grundwasserneubildung, der Abflußregulation und ergänzend der Landwirtschaftlichen Produktionsfunktion zur Beschreibung der Lei-stungsfähigkeit der Landschaft und der Produktionsleistung bewertet.

5. Aufbauend auf diese flächenhaften Einzelbewertungen am Beispiel des Unters-uchungsraumes Jesewitz, die zur Ableitung von sogenannten Mindestanforderungen des Ressourcenschutzes verwendet und verknüpft werden, werden Umweltquali-tätsziele diskutiert, Szenarien entwickelt sowie Regulationsfunktionen und Produkti-ionsfunktionen miteinander verbunden. Konflikte werden aufgezeigt (Kap. 5). Mit der Anwendung der multikriteriellen Landschaftsoptimierung werden verschiedene Lö-sungsvorschläge für unterschiedliche Zielkonflikte aufgezeigt, und die Zusammen-führung zu einem übergeordneten Leitbild diskutiert, das auch die Ergebnisse der landschaftsstrukturellen Analysen (Kap. 6 und 7) einbezieht. Die multikriterielle Landschaftsoptimierung ist ein nachvollziehbares Hilfsmittel zur Integration konkurrierender Umweltqualitätsziele zu Leitbildern.

6. Außerdem werden auf der Grundlage von aus den Bewertungen der Land-schaftsstruktur (Kap. 4) entwickelten Umweltqualitätszielen und der Literatur Vorga-ben für eine umweltgerechte Landwirtschaft abgeleitet, die in Form von ökologisch-ökonomischen Szenarien in Kapitel 7 monetäre Auswirkungen von ökologischen Anforderungen auf die landwirtschaftlichen Betriebe untersuchen.

GIS-Szenarien von Umweltqualitätszielen und Leitbildern visualisieren unterschied-liche Entwicklungsoptionen auf Grundlage standortkonkreter räumlicher Daten nach dem Bottom-Up-Ansatz. Die eingehenden Faktorkombinationen sind im regionalen Vergleich höchst heterogen.

3. Die Untersuchungsräume in Intensivagrarlandschaften im Raum Halle - Leipzig

3.1. Einleitung

Die Anwendung des Bottom-Up-Ansatzes für die Ableitung von Umweltqualitätszielen und Leitbildern erfordert eine detaillierte Auseinandersetzung mit den allgemeinen geographischen und bodenkundlichen Grundlagen und mit dem Zustand der primären und sekundären Landschaftsstrukturen in den vier ackerbaulich genutzten Untersuchungsräumen.

Für die Umsetzung dieser Herangehensweise werden die Landnutzung und die aktuelle Entwicklung der Landnutzung diskutiert (Kap. 3.2). Anschließend werden die Relief- und Decksedimente und ihre Bedeutung für die Ausbildung der primären Landschaftsstruktur dargestellt (Kap. 3.3). Für die Böden werden die zugänglichen Datenquellen verschiedener Maßstäbe zur Einordnung der Untersuchungsräume ermittelt. Für landschaftsökologische Bewertungen im Maßstab 1:10.000 wurden die Bodenschätzungskarten der Untersuchungsräume vom Verfasser digitalisiert und in Beziehung zur bodenkundlichen Ausstattung und Bodendiversität und Bodenheterogenität aufgearbeitet, mit GIS statistisch ausgewertet und mit der für die Themenstellung nicht geeigneten Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK, 1:100.000) verglichen. Für jeden Untersuchungsraum wird die Bodenartenverteilung diskutiert (Kap. 3.4).

Anschließend werden die wichtigsten Klimainformationen (Kap. 3.5.), die zur Ableitung der in Kapitel 5 durchgeführten Bewertungen benötigt werden, für die Untersuchungsräume ebenso zusammengestellt wie die Natürliche Vegetation nach SCAMONI benannt wird (Kap. 3.6.).

Grundlage für alle flächenkonkreten Bewertungen und für die Landschaftsoptimierung (in den Kapiteln 4-7) in den Untersuchungsräumen ist die sekundäre Landschaftsstruktur, die über eine vom Verfasser selbst durchgeführte Biotoptypenkartierung ermittelt wird (Kap. 3.7.). Die nach der Legende der Biotoptypenkartierung des Landes Sachsen-Anhalt für CIR-Befliegungen durchgeführte Biotoptypenkartierung wurde mit CIR-Luftbildern vorbereitet und mit dem GIS eine Kartierungsgrundlage für die Geländekartierung erstellt. Bei der auf die Luftbildinterpretation folgenden Geländekartierung mußte der Kartierungsschlüssel besonders für landwirtschaftliche Anbauprodukte modifiziert und erweitert werden. Die Nutzungs- und Strukturtypen der Biotoptypenkartierungen sind für landschaftsökologische Fragestellungen weitergehender interpretierbar - und bewertbar, indem z.B. Aussagen über Versiegelung, Pflanzenarten, ökologische Wertigkeiten und Anbauprodukte gemacht werden können.

Die Überführung der Biotoptypenkartierung ins GIS ermöglicht erstmals für größere Untersuchungsräume die statistische Auswertung der Ökotonlängen und die Einbeziehung der linearen Landschaftsstrukturen, deren Beschreibung und weitergehende Verwendung für die Ableitung von Umweltqualitätszielen und für die Nutzung in Szenarien. Durch die bei den Geländebegehungen gewonnenen lokalen Kenntnisse kann der Verfasser die für die Untersuchungsräume wichtigen landschaftsstrukturellen Probleme in Kap. 3.7. für jedes Testgebiet zusammenfassen, die für die vergleichenden Bewertungen der Diversitäts- und Heterogenitätsmaße und der Landschaftsstrukturen in Kap. 4. von Bedeutung sind.

3.2. Die Landnutzung im Raum Halle-Leipzig

Als allgemeine Einordnung wird der Gesamttraum anhand von Landnutzungsstatistiken beschrieben. Durch die Änderung der statistischen Bewertungsinhalte und der teilweise mehrfachen Veränderung der administrativen statistischen Bezugsräume sind nur allgemeine Aussagen über die Landnutzung auf Kreis- und Gemeindebasis möglich. Durch die gesellschaftlichen Umbrüche der Jahre 1989 bis 1996 sind im Anbauspektrum der Ackerbaubetriebe, bei den Betriebsgrößen der heute aufgelösten landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften (LPG), in der Art und dem Umfang der Tierhaltung und bei den davon ausgehenden ökologischen Belastungen starke Veränderungen zu verzeichnen. Häufig bewirtschaftet heute ein einzelner Betrieb die Fläche mehrerer Gemeinden, wodurch statistische Aussagen auf Gemeindebasis für die Landwirtschaft nicht interpretierbar sind.

Die Biotoptypenkartierung des Verfassers eignet sich durch die Aufnahme von mehrstufigen und ökologisch interpretierbaren Biotoptypen auf der Basis von Nutzungstypen deshalb besser zur tiefergehenden Beschreibung und Bewertung der Landnutzung (vgl. 3.7.).

Öffentliche Landnutzungsstatistiken der Ämter (statistisches Landesamt, Agrarministerium etc.) lassen die Einordnung eines Raumes nur für administrative Einheiten (Gemeinden, Kreise, Regierungsbezirke, Länder) zu. In den „Neuen Bundesländern“ liegen derzeit noch keine zuverlässigen Daten der Flächennutzungsstatistik vor. Erhebungskriterien werden in verschiedenen Statistiken ungleich definiert (so differieren z.B. die Angaben über die Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) für Sachsen für das Jahr 1993 nach verschiedenen Quellen zwischen 800.000 und 1.300.000 ha).

Aus den oben genannten Gründen sollen zur Einordnung der Landnutzung nur einige Daten zur Landnutzungsverteilung dargestellt werden, die sich auf Daten der Statistischen Landesämter (1994) beziehen. Für die Betrachtung von Intensivagrarlandschaften sind die Verteilung der Bodennutzung und die landwirtschaftliche Bodennutzung von vorrangigem Interesse.

Tab. 6: Bodennutzung im Untersuchungsgebiet nach Kreisen (1994)¹

Kreis	Bodenfläche (ha)	Landwirtschaft (%)	Wald (%)	Siedlungs- und Verkehrsfläche (%)	Abbauland (%)
Leipzig, Stadt	14.782	28	7	54	3
Delitzsch	77.899	70	14	8	5
Leipziger Land	99.857	64	7	11	12
Muldentalkreis	87.408	70	17	8	1
Bitterfeld	49.711	52	22	11	6
Halle, Stadt	13.507	35	8	37	0
Merseburg-Querfurt	79.793	71	8	12	6
Saalkreis	62.819	83	3	8	0
Ballungsraum ²	487.776	66	11	12	5
Sachsen-Anhalt	2.044.587	64	21	8	1
Sachsen	1.840.914	57	26	10	-

Quelle: SML (1995); STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN (1994); STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN-ANHALT (1994) nach RITTERSHOFER (1996).

¹ zu 100 % fehlende Werte: sonstige Nutzungen.

² der Ballungsraum ist durch die Kreise Delitzsch, Leipzig (Stadt und Land), Muldentalkreis, Bitterfeld, Halle, Merseburg-Querfurt und Saalkreis definiert.

Die Verteilung der Bodennutzung der Untersuchungsgebiete nach Kreisen im Ballungsraum, (der nicht dem Untersuchungsraum des REGNAL-PROJEKTES entspricht), ist in Tab. 6 für das Jahr 1994 dargestellt.

Bei einer Fläche von ca. 485.000 ha und einem Anteil an landwirtschaftlicher Nutzfläche von 66% liegen alle vier Untersuchungsräume in stark von der Landwirtschaft dominierten Kreisen (Jesewitz im Kreis Delitzsch; Nerchau im Muldentalkreis; Barnstädt im Kreis Merseburg-Querfurt; Gimritz im Saalkreis). Alle Kreise haben einen niedrigen Waldanteil (3-17%). Sie sind teilweise stark durch den Abbau von Bodenschätzen geprägt, was jedoch nicht auf die Untersuchungsräume und auf deren Umgebung zutrifft.

Tab. 7: Landwirtschaftliche Bodennutzung im Untersuchungsraum in Kreisen (1994)³

Kreis	LN ⁴	Acker- fläche	Acker- fläche	Grün- land	Grün- land	Obst- bau	Obst- bau
	ha	ha	%	ha	%	ha	%
Leipzig, Stadt	606	410	67.7	157	25.8	37	6.1
Delitzsch	55.143	51.442	93.3	3.426	6.2	206	0.4
Leipziger Land	61.621	56.497	91.7	4.915	8.0	69	0.1
Muldentalkreis	49.005	43.350	88.5	5.080	10.4	567	1.2
Bitterfeld	22.852	21.256	93.0	1.433	6.3	24	0.1
Halle, Stadt	1.288	1.223	94.9	49	3.8	1	0.1
Merseburg-Querfurt	51.739	49.591	95.9	1.683	3.3	182	0.4
Saalkreis	43.950	42.212	96.1	1.102	2.5	409	0.9
Ballungsraum	286.204	265.982	92.9	17.845	6.2	1.475	0.5
Sachsen-Anhalt	1.064.905	926.844	87.0	132.118	12.4	4.585	0.4
Sachsen	853.000	676.600	79.3	170.500	20.0	-	-

Quelle: SML (1995); STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN (1994); STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN-ANHALT (1994) nach RITTERSHOFER (1996).

Die Einordnung der landwirtschaftlichen Bodennutzung im Ballungsraum nach Kreisen 1994 (nach RITTERSHOFER 1996) in Tab. 7 zeigt, daß in allen Kreisen eine deutliche Dominanz des Ackerbaus besteht. Der Ballungsraum ist mit einem Ackeranteil von ca. 93 % auch im Vergleich zu den Bundesländern Sachsen (79,3%) und Sachsen-Anhalt (87%) besonders stark vom Ackerbau geprägt. Grünland ist mit einem Flächenanteil zwischen 2,5 und 10,4 % sehr selten, was aufgrund der dennoch bestehenden Tierproduktion auf Probleme sowohl im Bereich des Stoffhaushaltes als auch bei der artgerechten Tierhaltung hindeutet.

Die großen Veränderungen nach der Wende (1989) im Bereich der Organisation der Landwirtschaft, der Tierproduktion und des Ackerbaus können in diesem Zusammenhang nur ansatzweise diskutiert werden. Folgende Grundtendenzen sind in Anlehnung an KRÖNERT (1996), RITTERSHOFER (1996), LINGERCKEN et al. (1995) sowie an die Agrarberichte und -publikationen des BUNDES (BELF 1993;

³ zu 100 % fehlende Werte: sonstige landwirtschaftliche Nutzungen

⁴ LN = Landwirtschaftliche Nutzfläche

1994; 1995), von FREISTAAT SACHSEN und SACHSEN-ANHALT (verschiedene Jahre) zu nennen:

1. Die Tierproduktion ging zwischen 1989 und 1994 deutlich zurück. Nach FREISTAAT SACHSEN (1992; 1993; 1994) gingen die Viehbestände in Sachsen um ca. 50 % (Rinder), ca. 65 % (Schweine) und ca. 75 % (Schafe) zurück. Punktuell hohe Viehkonzentrationen bestehen in Intensivhaltung weiterhin. Ein für den Gesamt- raum flächenhaftes stoffliches Problem (Gülle) durch die Viehwirtschaft besteht da- gegen momentan nicht. Der Stickstoffbilanzüberschuß durch mineralische Stickstoffdüngung ging nach KÖRSCHENS & MAHN (1995) von über 100 kg/ha/a auf ca. 50 kg/ha/a zurück.

2. Die Landwirtschaft ist weiterhin im nationalen und internationalen Vergleich in sehr großen Einheiten (Betrieben) organisiert. Dies bedeutet, daß eine sehr kleine Anzahl der Betriebe fast die gesamte nutzbare Ackerfläche bewirtschaftet. Nach BELF(1995) wurden in Sachsen 89,1 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche von 1174 Betrieben mit einer Fläche größer 100 ha bearbeitet. In Sachsen-Anhalt waren dies sogar 95,1% der Fläche. Im Vergleich dazu wurden im früheren Bundesgebiet 1995 nur 13,9 % der Fläche von Betrieben größer 100 ha (1,9 % der Betriebe) be- wirtschaftet. Die große Flächenausstattung der Betriebe, mit der das Denken der Betriebsleiter in großen Einheiten verbunden ist, wird vom Autor als Hemmnis für ei- ne Berücksichtigung der strukturellen Kleinteiligkeit der Natur gesehen.

3. Zwischen 1990 und 1995 entwickelte sich die Betriebsform deutlich hin zu Markt- fruchtbetrieben. Gleichzeitig wurde die Fruchtfolge im Vergleich zur Landwirtschaftli- chen Produktionsgenossenschaft (LPG) auf wenige Anbauprodukte eingeschränkt. Es erfolgte die Zunahme des Getreide- und Ölsaatenanbaus bei gleichzeitiger Ab- nahme des Hackfrucht- und des Obst- und Gemüsebaus. Der Bracheanteil nahm zwischen 1989 und 1994 von 0 % auf 12,1 % in Sachsen zu (FREISTAAT SACHSEN 1992; 1994).

4. Die Landschaftsstruktur und die Schlagaufteilungen haben sich nur geringfügig verändert; bodenschonende und erosionsmindernde Anbautechniken werden selten eingesetzt. Trotz Teilnahme fast aller großen Betriebe an Förderprogrammen des umweltverträglichen Ackerbaus (z.B. Förderprogramm „Umweltgerechte Landwirt- schaft im Freistaat Sachsen (UL)“ nach FREISTAAT SACHSEN (1993b) sind Bela- stungen des Naturhaushaltes durch unerwünschte morphologische Prozesse allge- genwärtig. Die Landschaftsdiversität ist flächendeckend als gering bis sehr gering einzustufen (Kapitel 4).

3.3. Relief und Decksedimente

Die präquartären Ausgangsgesteine in allen vier Untersuchungsräumen haben ihre Entstehungszeit im Übergang vom Paläozoikum zum Mesozoikum. Die Geologie des Untersuchungsraumes wurde u.a. von WALTER (1995), HOPPE et al. (1974); KUGLER & SCHMIDT (1988); KUGLER & VILLWOCK (1995) und WAGENBRETH & STEINER (1982) beschrieben. Das Relief prägend sind Porphyrkuppen im Untersu- chungsraum Gimritz und anstehender Wellenkalk und Sandstein im Untersuchs- raum Barnstädt an der Schichtstufe von Steigra.

Das heutige (rezente) Relief im Raum Halle-Leipzig wurde größtenteils im Quartär (Spätpleistozän) geformt. Dabei waren glaziale und periglaziale Prozesse dominie-

rend. Lockersedimente wurden abgelagert. Als Reliefformen herrschen leichtgewellte Ebenen (Platten), flachhängige Hügel und rückenförmige Endmoränenkuppen vor (siehe Tabelle 8).

Die Reliefformung im Untersuchungsraum **Jesewitz** war überwiegend glazialen Ursprungs mit anschließender Denudation. Daraus sind flachhängige und hügel- und rückenförmige Endmoränen entstanden (Saalekaltzeit). Es handelt sich um den Endmoränenzug der Schwarzen Berge, die Teil der Taucha-Dahlener-Endmoräne sind. Diese Endmoränen sind mit Grundmoränen des Saale- und Elster-Komplexes vergesellschaftet (EISSMANN 1979; 1975). Als Ausgangssubstrat der Bodenbildung liegt Sandlöß vor.

Im Testgebiet **Nerchau** treffen wir am Mutzscher Wasser und nördlich davon auf Schmelzwasserbildungen des Saale-Elster-Komplexes. Nahe beim Ort Nerchau liegt eine Mittelterrasse der Mulde. Im durch zahlreiche mittel- bis steilhängige Wannen- und Lößderivate ältere Bodenbildungen, die nur an wenigen Stellen an Talanten oder Kuppen an die Oberfläche durchragen (Deditzhöhe). Eine ausführliche Beschreibung des Quartärs in diesem Bereich gibt BILLWITZ (1968). Das Ausgangssubstrat der Bodenbildung ist südlich des Mutzscher Wassers Löß und nördlich davon Sandlöß.

Im Untersuchungsraum **Gimritz** erfolgte die Reliefentwicklung vergleichbar mit dem Raum Jesewitz, d.h. durch überwiegend glaziale Prozesse mit anschließender Denudation. Hierbei ist der Formenschatz zum Teil auch glazifluvialen Ursprungs. Flachhängige Hügel und Rücken in Form von Endmoränen der Saalekaltzeit finden sich als Petersberger Randlage. Diese Endmoränen sind ähnlich wie im Untersuchungsraum Jesewitz mit Grundmoränen des Saale- und Elster-Komplexes vergesellschaftet (KUGLER & VILLVOCK 1995). Der Gesamttraum ist als Abtragungsrelief aus paläozoischen Gesteinen des Mittelgebirges zu bezeichnen, wobei auf den Ebenen nördlich von Beidersee Löss abgelagert wurden. Porphyrkuppen durchragen das Quartär südlich und westlich von Gimritz (VILLVOCK & AL CHAAL 1990). Als Ausgangssubstrat der Bodenbildung liegen auf der Ebene Löß, in Hangbereichen heterogene und erosionsbeeinflusste Substrate und in der Saaleaue Auensedimente vor.

Im Testgebiet bei **Barnstädt** ist die Ebene (Platte) von mächtigen, z.T. umgelagerten Lössen des Jungquartärs bedeckt. An den Hängen der Schichtstufen wechseln Löss und Lößderivate kleinräumig in unterschiedlichen Mächtigkeiten über Hangschutt. Bei Schmon liegt eine Sanderfläche, die vor den Gletschertoren des Saaleeises angeschüttet wurde. Teilweise sind bedeutende erosive Formungen erst in den letzten 30 Jahren erfolgt (MANIA, ALTERMANN & RAU 1995). Das Relief ist nach KUGLER & VILLVOCK (1995) ein tektonisch und lithologisch beeinflusstes Abtragungsrelief (Strukturrelief) auf mesozoischen Tafelgesteinen. Ausgangssubstrat der Bodenbildung ist Löß; an der Schichtstufe Wellenkalk und Sandstein.

Tab. 8: Reliefgenese im Quartär, Reliefform und Ausgangssubstrate der Bodenbildung in den Untersuchungsräumen

Testgebiet	Jesewitz	Nerchau	Gimritz	Barnstädt
Reliefgenese im Quartär	Aufschiebung des Endmoränenzuges Schwarze Berge, mehrfaches Überfahren durch Eisvorstöße; Überprägung durch Sandlößablagerung	nördlich: Schmelzwasserablagerungen, bei Nerchau Mittelterrasse der Mulde, südlich: Ablagerung mächtiger Löss	Ausräumung der tertiären Verwitterungsdecken, im Norden Ablagerung von Lössen. Saale: Niederterrassenbildung. Petersberger Endmoräne. Freilegung der Porphyrkuppen	Randlage der Saalevereisung, Ablagerung mächtiger Lößdecken auf der Querfurter Platte, Sander. Schichtstufe: Hangformung
Reliefform	Ebene, Endmoränenhügel	flaches Hügelland, steilhängige Wagentäler	Ebene, flachhängige Hügel und Kuppen, Saaleaue	Ebene, Schichtstufe
Ausgangssubstrat der Bodenbildung	Grundmoräne, Endmoräne, Sandlöß	Schmelzwasserablagerungen, Löß, Alluvium, Mulde-Terrasse	Löß, Grundmoräne, Verwitterung des Porphyrs, tertiäre Tone, Alluvium, Saale-Terrassen	Platte: Löß, Schichtstufe: Hangschutt aus Wellenkalk und Sandstein

Obwohl Kohlevorkommen und deren Abbau in der Leipziger Tieflandsbucht eine herausragende Rolle für die heutige technogene Oberflächenformung spielen, sind sie für die landschaftsökologische Bewertung der Agrarlandschaften von nachrangiger Bedeutung. Historischer Abbau von Braunkohle fand in den Testgebieten Nerchau, Gimritz und Barnstädt statt. Kaolintonabbau und Porphybruch im Bereich Gimritz, großmaßstäbiger Kalkabbau bei Karsdorf erfolgt unweit des Gebietes Barnstädt. Heute sind weite Bereiche der quartären Lockersedimente durch den Abbau von Sanden und Kiesen bedroht, ebenso wie der wirtschaftliche Druck des Abbaus auf die Porphyrkuppen bei Gimritz sehr stark ist.

In Kapitel 5 wird am Beispiel des Testgebietes Jesewitz an Hand eines vom Verfasser selbst erstellten digitalen Geländemodelles eine quantitative Einschätzung der Hangneigungsklassen und ihrer prozentualen Anteile in den Landschaften vorgestellt und für die funktionalen Bewertungen verwendet. Hierzu wird als Datenbasis ein aus dem Meßtischblatt abgeleitetes 50-Meter-Raster genutzt. In allen Untersuchungsräumen werden Angaben zur Rubrik „geologische Entstehung“ aus den Bodenschätzungskarten interpretiert.

3.4. Boden

Für die Analyse der Bodenverhältnisse der Untersuchungsräume wurden der ATLAS DDR (1981), die Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK100) und die Bodenschätzungskarten (1:10.000) herangezogen.

Nach ATLAS DDR (1981) liegen die Untersuchungsgebiete innerhalb der Bodengesellschaften des Löß- und Sandlößgürtels der Bodengesellschaften aus Sedimenten des Jung- und Altmoränengebietes. Nach ALTERMANN (1995) und HARTWICH et al. (1995) befinden sich nach der Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik

Deutschland (BÜK1000) im Maßstab 1:1.000.000 die Untersuchungsgebiete Gimritz und Barnstädt in der Bodengroßlandschaft der Lößbörden. Das Gebiet Jesewitz erstreckt sich in der Bodengroßlandschaft der Grundmoränenplatten und Endmoränen im Altmoränengebiet Norddeutschlands (und im Rheinland), während sich der Raum Nerchau in der Bodengroßlandschaft der Lößlandschaften des Berglandes (Becken, Talweitungen, Senken, Berglandhänge und Lößhügelländer) befindet.

Die in den oben genannten Bodengroßlandschaften überwiegend vorkommenden Böden sind nach ALTERMANN (1995) in den Untersuchungsräumen

- **Barnstädt und Gimritz** Tschernoseme der Mitteldeutschen Trockengebiete aus Löß (vorherrschend) und Tschernosem-Braunerden aus Löß im Wechsel mit Rendzinen aus Mergel und Kalkstein, an der Saale Gley-Tschernosem aus kalkhaltigen, tonig-schluffigen Ablagerungen in Flußtälern des Schwarzerdegebietes.
- Im Untersuchungsraum **Jesewitz** überwiegen Parabraunerden, Fahlerden und Braunerden aus Sandlöß über Sand oder Lehm und nördlich untergeordnet Pseudogleye aus Geschiebesand über Geschiebelehm.
- Im Raum **Nerchau** kommen sowohl Parabraunerden und Pseudogleye aus Löß und Lößlehm über verschiedenen Gesteinen, als auch Parabraunerden, Fahlerden und Braunerden aus Sandlöß über Sand oder Lehm vor (Tabelle 9).

Die Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK100, Blätter Leipzig und Halle) verzeichnet Standortgruppen (SG), Standorttypen (ST) und Standortregionaltypen (SRT). Standortgruppen (SG) beinhalten die wichtigsten Unterschiede der Substratgesellschaften und des Bodenwasserhaushaltes (DDR: 15 Standortgruppen nach DIEMANN & SCHMIDT 1988). Standorttypen fassen Standortregionaltypen nach Substrat- und Bodenwasserverhältnissen zusammen und sind damit die Grundeinheiten der Karte. SRT differenzieren, nach Leitbodenformen und ihrer Flächenanteile in Prozentklassen, Bodenwasserverhältnisse und Reliefklassen. SRT bilden aber immer noch komplexe Grundeinheiten mit einem heterogenen Inventar (SCHMIDT 1978, vgl. Kap. 2.7.3). In der MMK 100 sind 6 bis 12 unterschiedliche Kartierungseinheiten pro Testgebiet verzeichnet (wobei die Kartierungseinheiten größter Flächenausdehnung in Tabelle 9 fett gedruckt sind).

Tab. 9: Einordnung der Böden der Untersuchungsgebiete in verschiedenen Maßstabsebenen nach Daten der BÜK1000, MMK 100; und Bodenschätzungskarten (Substrate).

Testgebiet	Jesewitz	Nerchau	Gimritz	Barnstädt
Bodengroßlandschaft (nach BÜK 1000)	BG der Grundmoränenplatten und Endmoränen im Altmoränengebiet Norddeutschlands (und im Rheinland)	BG der Lößlandschaften des Berglandes (Bekken, Talweitungen, Senken, Berglandhänge und Lößhügelländer)	BG der Lößbörden	BG der Lößbörden
MMK 100 Standortgruppen	Tieflehm und Lehm, Sand- und Tieflehm, Auenlehm	Sand- und Tieflehm, Brauner Löß, Tieflehm und Lehm, Auenlehm	Schwarzerde, Berglehme und Bergtone, Berglehme mit Staunässe, Auenlehm	Schwarzerde; Brauner Löß, Berglehme und Bergtone
Kartierungseinheit der MMK100: (siehe Tab. 8)	D5c5, D5c3, D5c6, D3c4, Al3b3, D4c1	D3c4, LÖ3a3, Al3b8, LÖ4b4, LÖ4b3, D5c3	LÖ1a1, LÖ2d1, LÖ1c9, LÖ1b6, Al3b3, D6c1, D6c4, D6c9, V2c4, V3c1, V3c1, V4a8	LÖ1a1, LÖ1a2, LÖ3a3 LÖ2d4, LÖ1a5, LÖ2c3, LÖ1b6, V2c4, V2c1
Bodenschätzung (1:10.000) und Flächenanteil der häufigsten Bodenarten (in %)	stark lehmiger Sand (35,1%); lehmiger Sand (26,2%); sandiger Lehm (14,7%)	Lehm (69,7 %); sandiger Lehm (15,4%); stark sandiger Lehm (8,1%)	Lehm (42,4 %); sandiger Lehm (26,3%); lehmiger Sand (15 %)	Lehm (91 %); sandiger Lehm (5,2%);

Quellen: BÜK 1000; MMK100; Bodenschätzungskarten der Testgebiete 1:10.000 (eigene Berechnungen)

Die mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK 100) wurde nach DIEMANN (1978) als eine auf die Bedürfnisse der Nutzer (Landwirtschaft und Melioration) ausgerichtete Kartierung angelegt, die für die Intensivierung der Pflanzenproduktion und besonders für die Bildung von Agrar-Industrie-Vereinigungen ausgerichtet wurde. Die Karten dienten nach SCHMIDT (1978) als Entscheidungshilfe, die den Anforderungen der industriemäßigen Pflanzenproduktion an die Nutzung der Landschaft in großen Schlageinheiten gerecht wird, wodurch die Heterogenitätsproblematik in ihrer Bedeutung dramatisch untergewichtet wurde. Diese Zielrichtung und der gewählte Maßstab (1:100.000) machten die Darstellung kleinräumiger Substratdifferenzierungen unmöglich.

Die Karten stellen auf der Ebene der Kartierungseinheiten Leitbodenformen dar. Leitbodenformen sind die für ein Gebiet typischen flächenhaft bedeutsamen Bodenformen. Diese sind Typisierungseinheiten, die die Böden mit gleichem Entwicklungszustand (Bodentyp) und gleichem Ausgangsgestein einordnen. Die Bodenform ist durch weitgehende Einheitlichkeit des Bodenaufbaus und der Bodenzusammensetzung (Bodenart) charakterisiert (LESER et al. 1993). Die in der MMK100 dargestellten Bodenformengesellschaften sind aufgrund ihres typisierenden Charakters nicht für eine standortkonkrete Bewertung geeignet (Tab. 10).

Tabelle 10: Standortgruppen, Kartierungseinheiten, Leitbodenformen, Wasserverhältnisse und ihre Verbreitung in den Testgebieten (zusammengestellt nach Angaben der MMK 100 Blätter Halle und Leipzig).

Standortgruppe	Kartierungseinheit	Leitbodenform	Wasserverhältnisse	Testgebiet
Auenlehm	A13b8	Auenlehm-Vegagley	Gw 10-6 dm	J; G
	A13b8	Auenlehm-Gley	Gw 6-2 dm	N
Sand-Tieflehm	D3c4	Braunerde und Parabraunerde	Vernässungsfrei	N; J
	D4c1	P.-Braunerden, Braunerde, Braunstaugley	20% F. Staun.	J
	D5c3	Braunstaugley	V. Staun.	J; N
Tieflehm und Lehm	D5c5	Parabraunerde	Vernässungsfrei	J
	D5c6	Parabraunerde, Braunstaugley	20-40% F. Staun.	J
	D6c1	Schwarzerde, Griserde	Vernässungsfrei	G
	D6c4	Griserde, Schwarzerde, Rendzina	Vernässungsfrei	G
	D6c9	Schwarzerde, Braunschwarzerde	Vernässungsfrei	G
	Lö1a1	Schwarzerde	Vernässungsfrei	G;B
	Lö1a2	Braunschwarzerde bis Schwarzerde	Vernässungsfrei	B
	Lö1a5	Rendzina	Vernässungsfrei	B
	Lö1b6	Schwarzstaugley mit Schwarzerde	Staun. F.40-60%	G;B
	Lö1c9	Braunschwarzerde, Schwarzerde	Vernässungsfrei	G
	Lö2c3	Braunschwarzerde, Schwarzerde	Vernässungsfrei	B
	Lö2d1	Schwarzerde, Rendzina	Vernässungsfrei	G
Schwarzerde	Lö2d4	Rendzina mit Schwarzerde	Vernässungsfrei	B
	Lö3a3	Fahlerde und Parabraunerde	Vernässungsfrei	N;B
	Lö4b3	Braunstaugley	vorw. Staun.	N
	Lö4b4	Braunstaugley, Halbamphigley	Staun. 40-60%	N
Braune Löss	V2c1	Rendzina	Vernässungsfrei	B
	V2c4	Rendzina, Rendzinaschwarzerde	Vernässungsfrei	G;B
	V3c1	Rendzina	Vernässungsfrei	G
Berglehm und -ton	V4a8	Ranker und Schwarzerde	Vernässungsfrei	G

Abkürzungen: Gw =Grundwasser; Staun. = Staunässe; F. = Flächenanteil, Testgebiete: G = Gimritz, J = Jesewitz, N = Nerchau, B = Bamstädt; dm = Dezimeter

Die Informationen zu Leitbodenformen und Wasserverhältnissen geben Anhaltspunkte über die Bodenartenschichtung. Diese Bodenartenschichtung ist nur indirekt aus den Bodenschätzungskarten (1:10.000) zu ermitteln, die Bodenart, Zustandstufe und Angaben zur Geologischen Entstehung beinhalten. Im Vergleich zwischen MMK100 und Bodenschätzungskarten ist die Ableitung der Bodenform aus der Bodenschätzungskarte möglich. Für ökologische Bewertungen nach MARKS et al. (1989) ist der „Umweg“ über die Bodenform nicht in allen Fällen notwendig, da Klassen der ökologisch ähnlichen Bodenarten verwendet werden, die direkt aus den Bodenschätzungskarten abgeleitet werden können (siehe Kapitel 5).

Nach ihrer Bodengüte liegen in den Testgebieten unterschiedliche Eignungen für den Ackerbau vor. Während im Untersuchungsraum Gimritz auf der Ebene eine hohe Bodengüte und an den Hängen zur Saale eine mittlere Bodengüte anzutreffen ist, bietet die Querfurter Platte durchgängig eine sehr hohe Bodengüte. Ebenso gute Bedingungen für die Landwirtschaft bestehen im Untersuchungsraum Nerchau. Nur

im Untersuchungsraum Jesewitz sind auf Teilflächen vergleichbar schlechtere, aber noch immer für den Ackerbau ausreichende Bodengüten anzutreffen.

Die Einstufung der Leitbodenformen nach der MMK 100 in den Untersuchungsräumen ist in Tabelle 10 dargestellt, ohne diese aus Gründen des Umfangs der Arbeit weiter kommentieren zu können.

Die Daten der Bodenschätzung beruhen auf dem Ziel, die für den landwirtschaftlichen Ertrag wesentlichen Boden- und Standortmerkmale in einem einheitlichen Bewertungssystem darzustellen. Nach ALTERMANN (1995), der deutlich auf die bodenkundliche Kritik an den Daten der Bodenschätzung hinweist, sind in diesen Karten die wichtigsten Kriterien zur Standortkennzeichnung beinhaltet. Dies sind die Faktoren Boden, Klima, Relief, Vegetation, Nutzung sowie die Wasserverhältnisse. Sie werden in der Bodenschätzung durch Bodenzahl, durch Zu- und Abschlüge, durch die Differenzierung in Acker und Grünland und die Wasserstufe ausgedrückt. Der Boden wird in der Bodenkennzeichnung der Bodenschätzung, die wichtigstes Element der Standortkennzeichnung ist, durch die Bodenart (den Feinboden und das Bodenskelett), die Zustandsstufe (welche Humusgehalt, Humusmächtigkeit, Vernässung, Entkalkung und Bleichung berücksichtigt) und die geologische Entstehung (die in Diluvialböden durch eiszeitliche Entstehung, Alluvialböden oder Schwemmlandböden, Lößböden, Verwitterungsböden und Moor aufgeteilt wird) dargestellt.

Die Einschätzung der Zustandsstufe in einer für Ackerböden siebenstufigen Skala, die den Entwicklungsgrad eines Bodens bei seiner Entwicklung über eine Stufe höchster Leistungsfähigkeit bis zur Ausbildung eines Podsoles zeigen soll, unterlag vielfältiger Kritik (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1984). FINKE (1971) deutet in Bezug auf die Zustandsstufen darauf hin, daß diese aus wissenschaftlich-bodenkundlicher Sicht nicht haltbar sind, aber für eine bewertende Zusammenfassung der bodenkundlichen Information durchaus nützlich sind. Diese Kritik ist für die landschaftsökologische Bodenbewertung von untergeordneter Bedeutung.

Die Aufnahme der Bodenschätzung in den dreißiger Jahren dieses Jahrhunderts kann natürlich auch nicht den späteren Einfluß meliorativer Maßnahmen, langjähriger Bodenerosion oder andere mögliche Fehlerquellen berücksichtigen. Diese sind jedoch im Vergleich zu allen anderen bodenkundlichen Karten der Untersuchungsräume in Hinblick auf die mangelnde Verwendungseignung der MMK 100 für landschaftsökologische Bewertungen im topischen Maßstabsbereich gering.

Schon früh wies HAASE (1956) auf die Nutzung der Bodenschätzungsergebnisse in der Landschaftsökologie hin. FINKE (1971) beschreibt die Verwertbarkeit der Bodenschätzungsergebnisse für die Landschaftsökologie am Beispiel der Briloner Hochfläche.

Wesentlich für die vorliegende Arbeit ist die Ermittlung von standörtlichen Unterschieden (Heterogenität) und die Ableitung der ökologischen ähnlichen Bodenart nach LESER & KLINK (1988) für die Weiterverarbeitung der Daten für die Landschaftsbewertung (Kapitel 5). Deshalb wurde zur Überführung der Information in das

GIS der Übersetzungsschlüssel der Bodensubstrate nach FLEISCHMANN et al. (1979) angewendet, ohne daß aus Gründen des Umfangs der Arbeit auf die detaillierten Grablochbeschriebe der Bodenschätzung, und damit die Informationen zur Bodenartenschichtung, zurückgegriffen werden konnte. Die Bodenartenschichtung wird durch die Bodenformen der MMK100 einbezogen. Eine Anwendung des Übersetzungsschlüssels durch HEINECKE et al. (1986) ergab, daß im Bereich der stabilen Bodenmerkmale (Bodenart) eine Übereinstimmung zwischen Bodenschätzung und bodenkundlicher Landesaufnahme in Niedersachsen von 80-90 % erreicht wurde.

Informationen zur Bodenart bilden demnach eine wichtige Grundlage für ökologische Bewertungen und Einschätzungen der Leistungsfähigkeit der Standorte für die land- oder forstwirtschaftliche Produktion. Dies sind:

- Auswertungen über die Verteilung von Bodenarten in der Landschaft zur Ermittlung von landschaftsgenetisch und durch anthropogene Nutzung bedingten Regelmäßigkeiten, welche mit der Catena-Methode nachvollzogen werden können oder durch Mustererkennungsverfahren bestimmt werden, die nicht Gegenstand dieser Arbeit sind.
- Die statistische Auswertung der Anzahl und Größe von Flächen gleicher Bodenart pro Raumeinheit (bzw. des Flächen-Umfang-Verhältnisses) zur Ermittlung der Bodenheterogenität und der Grenzlinienlänge (Ökotondichte im Sinne der Ökotontheorie) zur Ermittlung der Bodendiversität (Kap. 4). Die damit ermittelten Heterogenitäts- und Diversitätsmaße der primären Landschaftsstruktur, als deren Landschaftselemente die Bodenarten hier betrachtet werden, können als Grundlagen für Zielformulierungen und Umweltqualitätsziele (quantitativ und handlungsorientiert) verwendet werden.

In dieser Arbeit wird ein Vergleich mit Diversitätsmaßen der Flächennutzung und der Biotopstruktur vorgenommen, wobei als Landschaftselemente der sekundären Landschaftsstruktur Biotoptypen ausgegliedert werden (Kap. 3.7.). Ein solcher regionaler Vergleich (flächenkonkret im Maßstab 1:10.000) ist in vertretbaren Zeiträumen nur mit GIS möglich, die hier verwendet werden und mit denen erstmals auf regionaler Ebene für Intensivagrarlandschaften obige Maße ermittelt werden.

Die detaillierte statistische Analyse der Bodenarten und ihrer Grenzlinienlängen gibt darüber hinaus deutliche Hinweise auf funktional bedeutsame Flächen der Untersuchungsräume. Deren Bestimmung ist sowohl für die Entwicklung von sogenannten Sonder- oder Extremstandorten, als auch für den Vergleich mit Potentialen der historischen Landnutzung in den Kapitel 4 und 6 bedeutend. So können in dieser Arbeit aus detaillierten Analysen potentiell entwicklungsfähiger Standorte begründete Zielwerte im Sinne von Umweltqualitätszielen abgeleitet werden (Kap. 4 und 5).

3.4.1. Bodenartenverteilung Jesewitz

Die Karte der Bodenarten (Karte 11) im Untersuchungsraum Jesewitz zeigt eine deutliche Dreiteilung des Raumes. Im nördlichen Teil herrschen sandige Substrate relativ geringer Bodengüte vor, die stark winderosionsgefährdet sind. Im mittleren Bereich befinden sich in ebener Relief Lage lehmige Bodenarten in größeren zusammenhängenden Flächen. Im Süden liegt mit der Tauchaer Endmoräne ein Bereich

höchster bodenartlicher Heterogenität und stark wechselnden Bodenqualitäten mit kuppiger und welliger Morphologie.

Tab. 11: Flächengröße und Flächenumfang der Bodenarten im Untersuchungsraum Jesewitz

Bodenart	Flächen- größe (ha)	Flächen- umfang (km)	Anzahl der Elemente
Sand	95,88	43,67	84
Anlehmiger Sand	596,33	172,52	229
Lehmiger Sand	1195,09	341,10	326
Stark lehmiger Sand	1602,89	392,49	252
Sandiger Lehm	672,74	180,85	158
Lehm	312,63	100,20	110
Schwerer Lehm	16,74	3,29	3
Ton	0,00	0,00	0
Lehm über Moor	5,27	2,03	3
Moor	69,65	22,33	27
Sonstige Nutzungen	250,39	56,65	85
Ohne Information	0,00	0,00	0
Summe	4817,60	1315,11	1277
Summe Bodenarten	4497,56	1258,47	1165

(eigene Ergebnisse)

Die Bodenartenverteilung in Tabelle 11 zeigt eine Dominanz der lehmigen bis stark lehmigen Sande mit 62,2 % der Fläche. Als Nebenbodenarten nehmen sowohl anlehmiger Sand als auch sandiger Lehm und Lehm größere Bereiche ein. Zusätzlich kommen noch Sande, schwerer Lehm, Lehm über Moor und Moor vor. Werden die Bodenarten nach Zustandsstufen der Ackerflächen aufgeschlüsselt (Tab. 102 im Anhang) zeigt sich eine deutliches Maximum der Zustandsstufe 4-5. Dies kann als „fortgeschrittene Bodenprofilentwicklung“ interpretiert und als Indikator für Pseudovergleyung (Braunstaugleye) angesehen werden. Das Maximum der Zustandsstufen 4 und 5 betrifft alle Bodenarten sowohl nach der Anzahl der Einzelflächen als auch nach ihrem Flächenanteil. Mit ca. 24 Einzelflächen pro Quadratkilometer Bodenfläche liegt eine hohe räumliche Heterogenität der Bodendecke vor.

Die Bodenartenverteilung des Grünlandes (Tab. 103 im Anhang) konzentriert sich auf lehmige Standorte der Senken- und Talbereiche. Die durchschnittliche Größe der Bodenartenflächen unter Grünland ist mit 2,4 ha oder 41,6 Flächen pro Quadratkilometer sehr gering.

3.4.2. Bodenartenverteilung Nerchau

Der Untersuchungsraum Nerchau ist durch eine markante naturräumliche Grenze zweigeteilt (Karte 12). Der südliche Teil, der den Untersuchungsraum dominiert, ist mit seiner einheitlichen und mächtigen Lößbedeckung typisch für das Mittelsächsische Lößhügelland. Im nördlichen Bereich, der bis auf das Dreieck Nerchau-Würschwitz-Thümmnitz durch das Mutzscher Wasser vom Südteil abgegrenzt ist, liegt mit sandigem Lehm bis stark lehmigen Sand eine deutlich differenziertere und heterogenere Bodenartenverteilung als im Süden vor.

Tab. 12: Flächengröße und Flächenumfang der Bodenarten im Untersuchungsraum Nerchau

Bodenart	Flächengröße (ha)	Flächenumfang (km)	Anzahl der Elemente
Sand	0,11	0,14	1
Anlehmgiger Sand	68,50	24,78	41
Lehmiger Sand	124,22	60,28	101
Stark lehmiger Sand	241,93	86,39	95
Sandiger Lehm	460,25	115,11	89
Lehm	2083,38	401,51	293
Schwerer Lehm	10,73	2,06	3
Ton	0,00	0,00	0
Lehm über Moor	0,00	0,00	0
Moor	0,00	0,00	0
Sonstige Nutzungen	5,62	4,85	9
Ortschaft	99,83	26,39	27
Sandgrube	1,47	1,32	5
Hofffläche	5,27	3,60	13
„Unland“	14,01	8,51	23
Wasserfläche	2,37	1,66	7
Wald	71,40	41,79	72
Summe	3189,08	778,42	779
Summe Bodenarten	2989,12	690,28	623

(eigene Ergebnisse)

Im südlichen Bereich sind die homogenen lehmigen Substrate in großen zusammenhängenden Flächen gleicher Bodenart heute aufgrund hoher Hangneigungen massiven morphodynamischen Umlagerungsprozessen ausgesetzt. Die Zustandsstufe der Lehme liegt zwischen 2 und 4, mit einer deutlichen Dominanz bei Zustandsstufe 3 (Tab. 104 im Anhang). Dies deutet auf anhaltende erosive Vorgänge hin. Die 20 Einzelflächen der Bodenart LÖ3 sind mit durchschnittlichen 52,2 ha sehr groß, während 80 LÖ4-Flächen jeweils nur eine durchschnittliche Fläche von 5,5 ha einnehmen. Die Grünlandflächen im Süden bestehen aus einer Vielzahl kleiner Einzelflächen auf Kolluviallehm. Die Lage des Grünlandes lokalisierte sich zum Aufnahmezeitpunkt der Bodenschätzung in Dellen, d.h. den Ursprungsgebieten der Gründe (Tab. 105 im Anhang). Sie sind heute in Acker umgewandelt. Im Talbereich des Mutzschener Wassers und in den Gründen liegen heute gute Grünlandstandorte (L1 und L2).

Im nördlichen Bereich ist mit Bodenarten von anlehmigem Sand bis sandigem Lehm eine heterogenere Bodenartenverteilung anzutreffen (Tab. 104 im Anhang). Bei einer leichten Dominanz der Bodenart sandiger Lehm der Zustandsstufe 5 ist eine Vielzahl unterschiedlicher kleinräumig verteilter Bodenarten zu beschreiben.

Die durchschnittliche Größe der Flächen einheitlicher Bodenarten (und Zustandsstufen) im südlichen Teil ist mit 7,1 ha oder 14,1 Einzelflächen pro Quadratkilometer verhältnismäßig groß. Im Norden zeigt sich ein konträres Bild mit einer durchschnittlichen Größe der Flächen einheitlicher Bodenarten von 2,7 ha oder 36,4 Einzelflächen pro ha. In diesem Betrag sind allerdings kleine Einzelflächen im Hangbereich des Mutzschener Wassers enthalten.

3.4.3. Bodenartenverteilung Gimritz

Karte 14 zeigt eine deutliche Dreiteilung des Untersuchungsraumes, die sich auch in der ackerbaulichen Flächennutzung widerspiegelt (vgl. Kap. 3.2). Der erste Teilraum ist die Köthener Lößebene, die vom Norden des Untersuchungsraumes bis nach Gimritz - Beidersee reicht und mit ihren lehmigen Substraten ein hochproduktiver Standort ist. Der zweite Teilraum umfaßt die Saalehänge, welche sich von westlich Brachwitz bis Mühlen erstrecken. Als sehr heterogener Bereich liegen in einem kleinräumigen Bodenmosaik überwiegend die Bodenarten sandiger Lehm bis lehmiger Sand vor. Die Böden sind das Ergebnis langjähriger erosiver Tätigkeit. Als dritter Teilraum ist der rezente Überschwemmungsbereich der Aue des Saalebogens ungefähr entlang der Straße Brachwitz -Döbritz abzugrenzen. Dieser Raum ist vorherrschend von stark lehmigem Sand bis lehmigen Sand bedeckt.

Tab. 13: Flächengröße und Flächenumfang der Bodenarten im Untersuchungsraum Gimritz

Bodenart	Flächengröße (ha)	Flächenumfang (km)	Anzahl der Elemente
Sand	6,57	3,74	10
Anlehmgiger Sand	101,74	40,99	77
Lehmiger Sand	501,80	185,92	293
Stark lehmiger Sand	408,79	148,42	230
Sandiger Lehm	873,46	320,64	498
Lehm	1409,60	349,35	384
Schwerer Lehm	43,28	18,21	34
Ton	3,50	1,06	2
Lehm über Moor	0,00	0,00	0
Moor	0,00	0,00	0
Sonstige Nutzungen	374,17	123,97	168
Ohne Information	16,30	2,82	4
Summe	3739,22	1195,12	1700
Summe Bodenarten	3348,75	1068,32	1528

(eigene Ergebnisse)

Betrachtet man das gesamte Untersuchungsgebiet (Tab. 13), so ist die Bodenart Lehm mit 42 % der Fläche dominant. Ebenfalls bedeutende Flächenausdehnung haben die Bodenarten lehmiger Sand bis sandiger Lehm. Die Analyse der Bodenarten nach der Zustandsstufe zeigt kein eindeutiges Maximum (Tab. 106 im Anhang). Nach der Flächenausdehnung herrscht die Zustandsstufe 1 vor. Von der Anzahl der bodenartigen Einzelflächen überwiegen die Zustandsstufen 2 bis 4. Für den gesamten Untersuchungsraum wurde eine durchschnittliche Flächengröße der Bodenarten von 2,2 ha oder 45,6 Einzelflächen pro Quadratkilometer berechnet.

3.4.4. Bodenartenverteilung Barnstädt

Klarer als in den anderen drei Untersuchungsräumen stellt sich die Bodenartenverteilung im Untersuchungsraum Barnstädt dar (Karte 13). Der größte Teil des Gebietes mit einer Fläche von ca. 3350 ha ist von lehmigen Substraten aus Lößlehm (Schwarzerde, d.h. schluffiger Lehm und lehmiger Schluff) bedeckt (Tabelle 14). Nur im Bereich der Schichtstufe von Steigra ist eine kleinräumige Bodenheterogenität

ausgeprägt, die durch die Geologie und die Nutzungsgeschichte bedingt ist. Die durchschnittliche Flächengröße der Bodenarten beträgt auf der Querfurter Platte 7,1 Hektar. Dies entspricht 14,2 bodenartigen Einzelflächen pro Quadratkilometer.

Tab. 14: Flächengröße und Flächenumfang der Bodenarten im Untersuchungsraum Barnstädt

Bodenart	Flächengröße (ha)	Flächenumfang (km)	Anzahl der Elemente
Sand	0,00	0,00	0
Anlehmiger Sand	0,00	0,00	0
Lehmiger Sand	31,35	13,61	23
Stark lehmiger Sand	50,14	27,55	66
Sandiger Lehm	220,89	103,90	198
Lehm	3930,63	787,63	608
Schwerer Lehm	56,50	31,45	70
Ton	0,44	0,32	1
Lehm über Moor	0,00	0,00	0
Moor	0,00	0,00	0
Sonstige Nutzungen	240,32	57,47	87
Ohne Information	0,10	0,16	1
Summe	4530,38	1022,08	1054
Summe Bodenarten	4289,96	964,45	966

(eigene Ergebnisse)

Entlang der Schichtstufe von Steigra ist ein interessanter Übergang von der Bodenart Lehm über sandige Lehme zu stark lehmigem Sand zu beachten. Der an der Schichtstufe anstehende Wellenkalk ist in 70 Einzelflächen und einer Gesamtfläche von ca. 56 ha durch die Bodenart schwerer Lehm repräsentiert. Sehr heterogene Bereiche werden heute ackerbaulich innerhalb der großen Schläge einheitlich genutzt. Im Bereich der Schichtstufe entwickelten sich durch Nutzungsaufgabe ehemaliger Wiesen, Obstgärten, kleinparzellierter Äcker und Weinberge vielseitige Standorte, deren Nutzung für eine industrielle Landwirtschaft nicht mehr rentabel war.

3.5. Klima

Der Gesamttraum der Untersuchung umfaßt nach ATLAS DDR (1981) zwei Klimagebiete. Die Räume Barnstädt und Gimritz liegen im Klimagebiet der Binnenbecken und des Binnenhügellandes im Lee der Mittelgebirge im Bereich des Harzvorlandes und des Thüringer Beckens. Die Räume Jesewitz und Nerchau gehören zum Klimagebiet des stark kontinental beeinflussten Binnentieflandes. Die Räume differenzieren sich durch einen starken Niederschlagsgradienten bei fast gleichen Temperaturverhältnissen.

Der Niederschlagsgradient führt ausgehend vom Regenschatten des Harzes in östlicher Richtung zu steigenden Niederschlagswerten. Nach offiziellen Stationsdaten des Agrarmeteorologischen Dienstes der DDR weist die Station Querfurt mit 489 mm den niedrigsten Wert der Untersuchungsräume auf. Die Niederschlagswerte steigen von Gimritz (ca. 500 mm) über das Tauchaer Hügelland (Jesewitz) mit 550-600 mm bis zum Mutzscherer Lößhügelland (Nerchau) mit 620-640 mm (die letzten beiden Daten aus BERNHARDT et al. 1986). Generell kann man von geringen Nieder-

schlagshöhen im Gesamttraum, das dem „Mitteldeutschen Trockengebiet“ zugerechnet wird, sprechen. Nach Daten des Deutschen Wetterdienstes (MÜLLER-WESTERMEIER 1995) wurden folgende jährliche Niederschlagshöhen für die Periode 1951-1980 für die Untersuchungsräume errechnet (Tab. 15). Diese Werte fallen aus meßtechnischen Gründen normalerweise ca. 10 % höher aus als die vom Agrarmeteorologischen Dienst ermittelten Werte, weil nach MÜLLER-WESTERMEIER (1995) die Höhenlage auf Quadratkilometerrasterbasis in die Berechnung einbezogen wird.

Tab. 15: Durchschnittliche jährliche Minima und Maxima der Niederschlagshöhe (mm, 1951-1980) in den Untersuchungsräumen (eigene Zusammenstellung nach Quadratkilometerrastern von MÜLLER-WESTERMEIER 1995).

	Minimum (mm)	Maximum (mm)	Rasteranzahl
Jesewitz	567	598	48
Nerchau	605	666	60
Gimritz	463	521	36
Barnstädt	521	560	40

Die auf Grundlage eines 25 km²-Rasters abgeleitete mittlere Abflußhöhe ist nach ATLAS DDR (1981) in den Untersuchungsräumen unterschiedlich, da sie stark von der Niederschlagshöhe abhängig ist. Während für die Räume Gimritz und Barnstädt Abflußhöhen von 100-125 mm pro Jahr zu erwarten sind, kann man im Raum Jesewitz von 125-150 mm und im Raum Nerchau von 150-175 mm pro Jahr ausgehen. Dadurch wird der West-Ost-Gradient der Niederschlagshöhen unterstrichen.

Die Jahresmitteltemperaturen liegen im Gesamttraum zwischen 8° und 9°C. Die mittlere Lufttemperatur beträgt im Januar 0° - 1° C und im Juli 17°- 19° C. Es handelt sich also um ein gemäßigtes, bereits kontinental beeinflusstes Klima. Die Vegetationsperiode (d.h. die Periode sichtbarer Pflanzenentwicklung) ist mit 220 - 225 Tagen pro Jahr (ATLAS DDR 1981) für alle landwirtschaftlichen Anbauprodukte der gemäßigten Klimazone ebenso ausreichend wie die Temperaturverhältnisse.

In Bezug auf die Windverhältnisse werden nach MANNSFELD & RICHTER (1995, S. 23) für die Station Leipzig vorwiegend Winde aus westlicher Richtung angegeben. In der Periode 1901-1950 wurden folgende Häufigkeiten der Windrichtungen ermittelt: West 53%, Südost 21% und Nord 26 %. Dabei führen Westwinde im Raum Leipzig und in der Dübener Heide zu bedeutenden Schäden durch Winderosion (KRUMMSDORF 1965).

3.6. Natürliche Vegetation

Die Natürliche Vegetation ist in den Untersuchungsräumen durch menschliche Tätigkeit vollständig umgestaltet. Auch unter Naturschutz stehende und heute als naturnah eingeschätzte Biotoptypen wurden in ihrer Entwicklungsgeschichte mehrfach vom Menschen überformt, ebenso wie ihre Entwicklung teilweise durch Eingriffe des Menschen erst ermöglicht wurde.

SCAMONI (1964) und ATLAS DDR (1981) ordnen den Gesamttraum in die Zone der Eichen-Hainbuchenwälder ein. Während im Raum Jesewitz die Ausprägung dieses

Waldes ein Zitterseggen-Stieleichen-Hainbuchenwald z.T. mit Winterlinde wäre, befindet sich der Raum Nerchau im Übergangsbereich des Eichen-Hainbuchenwaldes zu vorherrschender Rotbuche. Die Räume Barnstädt und Gimritz wären mit einem Traubeneichen-Hainbuchenwald mit Winterlinde bestockt. Als extrazonale Vegetation werden Ulmen-Eschenwälder in den Auen und Trockenwaldkomplexe auf den Porphyrykuppen aufgeführt.

Die heutige Vegetation wird durch die Biotoptypen repräsentiert, die in Kapitel 3.7. detailliert dargestellt werden.

3.7. Die Biotoptypenausstattung der Untersuchungsgebiete

Weitgehend interpretierbare Aussagen über die Flächennutzung in aussagekräftiger Form als in Kapitel 3.2 können durch die Biotoptypenkartierung des Verfassers geleistet werden. Diese Biotoptypenkartierung im Maßstab 1:10.000 nach der Anleitung für die Biotoptypenkartierung mit CIR-Luftbildern des Landes Sachsen-Anhalt (SACHSEN-ANHALT 1992) wurde im Sommer 1994 durchgeführt und 1995 validiert, so daß flächendeckende Daten für alle Untersuchungsräume nach einer einheitlichen Legende vorliegen.

Für landwirtschaftliche Nutzflächen wurden vom Verfasser als Kartierschlüsselerweiterung die landwirtschaftlichen Anbauprodukte bei der Geländekartierung aufgenommen, um Informationen über Fruchtfolgen zu erhalten, die in den flächenkonkreten Bewertungen in Kapitel 5 verwendet werden. Grünland wird nach seiner standörtlichen Ausprägung differenziert. Waldflächen sind nach ökologischer Funktion, Stockwerkbau des Waldes, Hauptbaumartenzusammensetzung und Naturnähe aufgeschlüsselt. Ebenso werden Siedlungsflächen nach Funktion, Grünanteil und Versiegelungsgrad differenziert.

Eine neue Komponente für die Flächennutzungskartierung ist in der durchgeführten Biotoptypenkartierung die vollständige Einbeziehung und Darstellung der linearen Elemente und Strukturen in der Landschaft. So werden die linearen Vegetationselemente zuerst nach ihrem Ausprägungsgrad (Hecken, Gebüsche, nicht standortgerechte Gehölzpflanzungen, Baumreihen) differenziert und anschließend nach weiteren strukturellen Merkmalen (Lückigkeit, Geschlossenheit, Baum- und Buschanteil) und Hauptbaumarten untergliedert.

Der Begriff des **Biotoptyps** wird in dieser Arbeit auf die gesamte Flächennutzung bezogen. Dies steht im Gegensatz zu einer eingeschränkten Sichtweise, die den Begriff Biotoptyp in der Vergangenheit häufig nur auf (scheinbar) naturnahe Flächen mit geringem menschlichen Einfluß anwandte (vgl. Kap. 1.3.). In dieser Arbeit wird, wie es heute auch in der Praxis, aber noch nicht in der Wissenschaft üblich ist, mit dem Biotoptypenbegriff für alle Flächen- bzw. Landnutzungen gearbeitet (vgl. SUKOPP & WITTIG 1993).

Hierdurch ist die breite Verwendung der - flächendeckend ausgegliederten - Biotoptypen für landschaftsstrukturelle und landschaftsfunktionale Bewertungen in den Kapiteln 4 und 5 möglich, die erstmals in entsprechender Differenzierung und Quantifizierung für Biotoptypen im regionalen Vergleich in dieser Arbeit dargestellt werden. Diese werden in Kapitel 4 durch vergleichende landschaftshistorische Untersuchungen und durch die gesonderte Darstellung des Straßen- und Gewässernetzes ergänzt.

Im folgenden wird die Flächennutzung der vier Untersuchungsräume anhand der Biotoptypen sowie deren Verteilung im Raum beschrieben. Es werden raumtypische Problembereiche angesprochen und Lösungsansätze benannt. Wegen des großen Datenumfanges wird überwiegend auf Tabellen im Anhang verwiesen. Die Beschreibung der Untersuchungsräume folgt der Legendengliederung der Biotoptypenkarten (Tabellen im Anhang) und der Kartenlegende für die linienhaften Vegetationselemente und für das Straßen- und Gewässernetz.

Die im Ergebnis der Bodenartenanalysen und der darauf aufbauenden Diversitäts- und Heterogenitätsmaße abgeleiteten Zielvorstellungen werden mit den Ergebnissen der Flächennutzungs- und Biotoptypenausstattung in Kap. 4. verknüpft. Auf die Biotoptypenkartierung aufbauend werden landschaftsstrukturelle Probleme und Anknüpfungspunkte und ökologische Probleme der Agrarlandschaftsentwicklung für die Untersuchungsräume beschrieben. Es werden erste Lösungs- und Entwicklungsvorstellungen aufgezeigt. Diese müssen als fachliche Problemfelder bei der Ableitung regionaler Leitbilder in den Agrarlandschaften berücksichtigt werden. Aus Sicht des Bodenschutzes abgeleitete Ziele beziehen sich auf Kapitel 3.4 und sind in den Kapiteln 4 und 5 vertieft.

3.7.1.1. Biotoptypen im Untersuchungsraum Jesewitz

Der Untersuchungsraum Jesewitz ist mit einer Flächengröße von 4817 ha von der Komplexität seiner Biotoptypenausstattung als gering differenziert einzuschätzen. Wie in allen vier Untersuchungsräumen ist der Ackerbau die dominante Raumnutzung mit 84,2 % der Gesamtfläche (Tab. 16). Die durchschnittliche Schlaggröße beträgt 14,3 ha. Alle weiteren Biotoptypen haben nur untergeordnete Bedeutung (Karte 3).

Tab. 16: Nutzungstypen im Untersuchungsraum Jesewitz

Nutzungstypen Jesewitz	Flächengröße (ha)	Flächen- umfang (km)	Flächen- größe (%)	Flächen- umfang (%)	Anzahl der Elemente
Acker	4054,63	490,50	84,2	64,8	292
Bebauter Bereich	329,87	88,99	6,8	11,8	136
Vegetationsfreie Fläche	50,75	16,13	1,1	2,1	30
Gewässer	25,38	13,54	0,5	1,8	26
Gehölz	94,54	66,49	2,0	8,8	104
Krautige Vegetation	145,23	34,35	3,0	4,5	38
Wald	117,10	47,14	2,4	6,2	15
Summe	4817,50	757,14	100,0	100,0	641

(eigene Ergebnisse)

Der sehr geringe Waldanteil (nur 2,4 %) setzt sich aus Laubmischwald und Mischwald zusammen und ist auf den Pönitzer Wald, den Bereich Kalbsdorfer Teiche und Randbereiche der Wölperner Torfwiesen beschränkt. Ein hoher Pappelanteil als Hauptbaumart deutet auf eine starke anthropogene Überprägung und ein junges Alter der Bestände hin. Einige alte Mischwaldflächen im Pönitzwald sind als sehr naturnah eingestuft und als Landschaftsschutzgebiet geschützt. (Tab. 111 im Anhang).

Die **Gehölze** im Untersuchungsraum sind nach ihrer Flächenausdehnung mit durchschnittlich 0,9 ha sehr klein (Tab. 112 im Anhang). Es dominieren im Norden des Untersuchungsraumes Pappel-Windschutzpflanzungen, die in den sechziger Jahren dieses Jahrhunderts zur Verminderung der Bodenerosion durch Wind angelegt wurden. Sie waren nach vorhergehender Zerstörung und Ausräumung der Kulturlandschaft und Beseitigung der erosionsmindernden Schlagaufteilung notwendig geworden. Vergleichbar mit der Situation der Wälder handelt es sich bei den meisten Gehölzen um Laubmischbestände, die häufig am Standort ehemaliger Abgrabungen liegen. Streuobstwiesen sind mit nur 12,4 ha der Gesamtfläche sehr selten.

Landschaftsbildprägend sind die **linienhaften Vegetationselemente** im Untersuchungsraum mit 68,4 km Gesamtlänge und einer Dichte von 14,2 m pro Hektar (Tab. 113 im Anhang, Karte 7). Regionaltypisch sind die Baumreihen in der Agrarlandschaft mit einer Dichte von 7,3 m/ha. Hiervon sind 80 % Obstbaumreihen entlang von Straßen und Wegen, die als Elemente der durch die Kollektivierung weitgehend zerstörten historischen Kulturlandschaft erhalten blieben. Deren allgemein schlechter Erhaltungszustand, der durch die Lückigkeit der Reihen beschrieben wird, ist im regionalen Vergleich der Untersuchungsräume mit 42 % lückigen Obstbaumreihen noch als relativ gut einzustufen.

Der Nutzungstyp **krautige Vegetation** ist mit nur 3 % der Gesamtfläche vertreten. Davon sind 55,8 % intensiv genutztes Grünland und 29,5 % Übergangsmoorflächen oder Niedermoorflächen der Wölperner Torfwiesen (Tab. 114 im Anhang). Letztere sind als Naturschutzgebiet regional von Bedeutung. Die Wölperner Torfwiesen sind ein Mosaik von Moor- und Wasserflächen, extensivem Grünland, Weidengebüschen, Kopfbäumen und Birkenwäldchen. Mit nur 5,1 % nehmen Sandmagerrasen auf 3 Einzelflächen der krautigen Vegetation einen relativ geringen Flächenanteil ein. Deren exponierte und trockene Standorte sind für eine naturschutzfachliche Entwicklung der Kuppen der Tauchaer Endmoräne sowie für eine Biotopvernetzung wichtig.

Vegetationsfreie Flächen erscheinen im Untersuchungsraum in Form verschiedener Kiesabgrabungen, vorwiegend im Bereich der Schwarzen Berge. Diese Hohlformen wurden und werden zum Teil mit Müll verfüllt (Tab. 115 im Anhang). Zusätzlich wurden zum Aufnahmezeitpunkt der Biotopkartierung im Juni 1994 für Gewerbe- und Wohngebiete die Böden zur Bauvorbereitung zerstört. Der Anteil vegetationsfreier Fläche von über 50 ha (1,3 %) wird für eine Agrarlandschaft als hoch eingeschätzt. Der Anteil liegt regional aber weit unter den vom Braunkohlenabbau betroffenen Kreisen (bis 12 %, Tab. 6).

Die Differenzierung des Nutzungstypes **Acker** zeigt Tab. 116 (im Anhang). Dominierende Feldfrüchte waren im Jahre 1994 Winterweizen, Wintergerste und Raps mit jeweils über 20 % der Anbaufläche. Inwieweit Raps als nachwachsender Rohstoff im Rahmen von Bracheprogrammen angebaut wurde, konnte nicht ermittelt werden. Der Anteil jahreszeitlich spätkeimender Anbauprodukte (Sonnenblumen, Rüben und Mais) ist mit ca. 13 % der Ackerfläche gering. Nur 5 % der Fläche wurde 1994 brachgelegt. Brachflächen haben ihre Lage auf randlichen und stärker geneigten Flächen geringer Bodengüte.

Mit nur 0,5 % **Gewässerfläche** ist der Untersuchungsraum Jesewitz als gewässerarm einzuordnen (Tab. 117 im Anhang), was auf naturräumliche Bedingungen zurückzuführen ist. Neben einigen Dorfteichen sind nur die beiden Teiche bei Gotha

(Schilfteich und Kuchenteich) mit jeweils mehreren ha Flächengröße bedeutend. Ihre Ufer sind bedingt naturnah. Fließgewässer ohne Verbauung existieren nicht. Noch unverrohrte Gräben mit ganzjähriger Wasserführung sind begradigt, vollständig verbaut und als naturfern einzustufen.

Der **bebaute Bereich** mit einem Flächenanteil von 6,8 % gliedert sich in 13 Dörfer slawischen und deutschen Ursprungs (Rundlinge und Angerdörfer; Tab. 118 im Anhang). Der Siedlungskernbereich, d.h. die vor 1936 bebauten Dorfflächen nehmen einen Anteil von 39 % der Siedlungsfläche ein. Hinzu kamen zwischen 1936 und 1994 21 % neue Wohnbauflächen, die meistens in Bahnhofsnähe bei Jesewitz liegen. Eine hohe Flächenbedeutsamkeit haben die in den siebziger und achtziger Jahren neu angelegten landwirtschaftlichen Gebäude, die eine Fläche von 83 ha und somit ca. 1,7 % der Gesamtfläche des Untersuchungsraumes Jesewitz bedecken. Diese Flächen sind stark versiegelt. Sie haben einen geringen Gehölz- und Baumanteil. Dies steht im Gegensatz zum Siedlungskernbereich und den Flächen der Wohnbebauung, welche überwiegend als gering bis mäßig versiegelt und mäßig bis dicht gehölzbestanden eingestuft werden. Der Anteil von 6,3 % Kleingartenanlagen ist durch die Nähe zu Leipzig erklärbar.

3.7.1.2. Landschaftsstrukturelle Probleme und Ansatzpunkte einer ökologischen Entwicklung der Agrarlandschaft Jesewitz

Auf Basis der Biotoptypenkartierung und aus verschiedenen Geländebegehungen sind für den Untersuchungsraum Jesewitz folgende landschaftsstrukturelle Problem-bereiche und ökologische Entwicklungsziele zu nennen:

- Die fast vollständige Verbauung und Verrohrung des natürlichen Gewässernetzes erfordert dringend eine Sanierung durch Rückbau. Entlang von Tiefenlinien und auf potentiellen Grünlandstandorten sollte extensives Grünland angelegt werden. Eine Wiedervernässung und Neuanlage von feuchten Standorten ist notwendig.
- Der Flächenentzug durch Suburbanisierung setzte in Form von Siedlungsflächenerweiterungen entlang der Bahnlinie Leipzig-Eilenburg schon in den dreißiger Jahren dieses Jahrhunderts mit bedeutender Flächeninanspruchnahme ein. In der DDR-Zeit wurden weitere 1,7 % der Gesamtfläche wiederum auf Kosten von Agrarflächen für den Bau landwirtschaftlicher Produktionsgebäude versiegelt. Nach 1990 wurden dann weitere 0,6 % der Gesamtfläche für die Ausweisung von Gewerbegebieten und neuen Wohngebieten verwendet. Die Zerstörung gewachsenen Bodens für den Bau von Wohn- und Gewerbegebieten und z.T. überdimensionierten Straßenbauten sollte daher dringend begrenzt werden.
- Die landschaftsbildprägende Bedeutung der Obstbaumreihen als Kulturlandschaftselemente ist noch erhalten und entwicklungsfähig. 42 % der Obstbaumreihen benötigen dringend eine Erneuerung oder Nachpflanzung, wobei eine weitere Nutzung dieser Bäume im Rahmen von Konzepten der Agroforstwirtschaft in Betracht gezogen werden sollte.
- Die zur Minderung der Winderosion angelegten Windschutzpflanzungen (Pappelreihen) nördlich von Liehmehna, Ochelmitz und Gallen bedürfen der Nachpflanzung und der Pflege, um ihre Funktion in Zukunft erfüllen zu können. Weitere Windschutzpflanzungen müssen südlich und westlich von Wölpern angelegt werden.
- Der Flächenentzug durch den Rohstoffabbau sollte beendet werden. Im Bereich der Schwarzen Berge sind durch Sand- und Kiesabbau der Endmoränenkuppen

(am Pönitzwald durch Tonabbau) bereits die höchsten Endmoränen und damit Landschaftsentwicklungspotentiale für die Biotopvernetzung zerstört. Problemflächen (Altlasten) durch Müllverkipungen folgten als Nachnutzung. Deshalb ist die Rekultivierung der Altlasten vorzunehmen und anschließend dieses stadtnahe Gebiet für die Erholungsnutzung zu erschließen.

- Die extreme Waldarmut des Raumes erfordert dringend die Neuanlage von Wald. Dieser sollte zur Vergrößerung bestehender Natur- und Landschaftsschutzgebiete im Anschluß an existierende Wälder und Gehölze angelegt werden. Das Einzugsgebiet der Wölperner Torfwiesen ist eine Nährstoffsene (N und P) und sollte entweder bewaldet oder aber nur sehr extensiv genutzt werden.

3.7.2.1. Biotoptypen im Untersuchungsraum Nerchau

Der Untersuchungsraum Nerchau weist aufgrund seines bewegten Reliefs und einiger tief eingeschnittener Kerb-Sohlentäler („Gründe“) mit 75,6 % der Gesamtfläche einen geringeren Ackerflächenanteil auf als der Untersuchungsraum Jesewitz (Tab. 17). Mit ca. 12,9 ha ist die durchschnittliche Schlaggröße hoch (Karte 4).

Tab. 17: Nutzungstypen im Untersuchungsraum Nerchau

Nutzungstypen Nerchau	Flächengröße (ha)	Flächenumfang (km)	Flächengröße (%)	Flächenumfang (%)	Anzahl der Elemente
Acker	2339,55	282,02	75,6	52,6	193
Bebauter Bereich	173,94	53,96	5,6	10,1	85
Vegetationsfreie Fläche	19,28	8,55	0,6	1,6	23
Gewässer	8,46	3,32	0,3	0,6	5
Gehölz	59,75	33,40	1,9	6,2	72
Krautige Vegetation	379,08	108,70	12,2	20,3	128
Wald	115,76	46,10	3,7	8,6	50
Summe	3095,82	536,04	100,0	100,0	556

(eigene Ergebnisse)

Der Waldanteil ist mit nur 3,7 % sehr gering (Tab. 17). Es handelt sich vorwiegend um Laubmischwald (85,8 %) und um einen Weichholzaunenrest im Norden des Raumes (Tab. 114 im Anhang). Die Lage der Waldparzellen konzentriert sich an den Hangkanten der steil eingeschnittenen Täler (Gründe). Ihre durchschnittliche Größe beträgt nur wenig mehr als 2 ha. Der Zustand des Waldes ist als naturnah einzuschätzen. 32 % der Waldflächen, die durch die Pappel als Hauptbaumart gekennzeichnet sind, wurden in den letzten 30-40 Jahren für Produktionszwecke umgestaltet. Reine Pappelmonokulturen wurden nicht angelegt.

Der Gehölzanteil ist durch starke Ausräumung der Landschaft mit nur 1,9 % der Gesamtfläche sehr gering (Tab. 120 im Anhang). Ca. 47 % oder 28 ha der Gehölze (insgesamt 31) sind meist ortsnahe Streuobstwiesen. Diese für den Naturschutz sehr wertvollen Flächen sind auch dadurch bedeutsam, da ihr Unterwuchs z.T. aus Magerrasen auf trockenen Standorten besteht (vorwiegend nördlich des Mutzschener Wassers). Nach ihrer Flächenausdehnung wichtig sind (insgesamt 12 ha) Baumgruppen, die mit 1 ha durchschnittlicher Größe an den Talanfängen der Gründe liegen.

Der Anteil der **linearen Vegetationselemente** ist mit nur ca. 13 m/ha gering (Tab. 121 im Anhang). Der Zustand der Baumreihen, die 80 % der linearen Gehölze entlang von Straßen und Wegen ausmachen, ist durchweg als schlecht oder sehr schlecht zu beurteilen. 77 % dieser Baumreihen sind lückig. Dies betrifft besonders die nicht mehr genutzten Obstbaumreihen, die häufig nur noch in Überresten in der Landschaft vorhanden sind. Dies trifft auch auf die wenigen Hecken entlang von Wirtschaftswegen zu, die meist nur aus einer lückigen Aneinanderreihung von Gebüsch und Bäumen bestehen.

Aus Tab. 122 (im Anhang) ist zu entnehmen, daß die **krautige Vegetation**, die 12,2 % der Gesamtfläche ausmacht, fast ausschließlich aus Grünland besteht. Dieses Grünland wird zu 65 % (ca. 250 ha) intensiv genutzt. Ca. 112 ha mesophiles Grünland und 10,5 ha Feucht- und Naßgrünland liegen im Wasserschutzgebiet des Mutzscher Wassers und in dessen Randbereichen. Einige kleinflächige Silikatmagerrasen liegen an der Nordseite des Mutzscher Wassers östlich von Cannewitz.

Vegetationsfreie Flächen haben im Untersuchungsraum Nerchau eine sehr geringe Flächenausdehnung (Tab. 123). Es handelt sich dabei ausschließlich um Müllplätze und Deponien. Diese werden meist nicht mehr genutzt. Eine Sandgrube wird mit geringer Ausbeutungsgeschwindigkeit nördlich von Wagelwitz betrieben.

Die Dominanz des Getreideanbaus auf den **Ackerflächen** (ca. 2340 ha) des Untersuchungsraumes Nerchau ist mit 67 % im Jahre 1994 nicht zu übersehen (Tab. 124 im Anhang). Winterweizen (36,9 %) und Wintergerste (23,5 %) wurden besonders auf den hochproduktiven Lößlehmstandorten im Süden angebaut. Hackfrüchte waren nur mit ca. 13 % im Anbauspektrum enthalten. Der Bracheanteil betrug 1994 nur 15 %. Ökonomisch erwähnenswert ist die Hopfenanlage zwischen Golzern und Deditzhöhe.

Die **Gewässerfläche** nimmt mit 0,3 % der Gesamtfläche nur einen sehr geringen Anteil ein (Tab. 125 im Anhang). Es sind die Talsperre Wagelwitz und der Großteich von Denkwitz zu nennen. Insbesondere der Großteich ist mit weitgehend naturnahen Ufern und angrenzenden Erlenbruchwäldern für den Naturschutz bedeutend.

Mit 5,6 % ist der Flächenanteil des **bebauten Bereiches** von geringer Bedeutung. Dieser Nutzungstyp besteht aus insgesamt 14 Dörfern, deren alte und zum Teil aus sehr alter Bausubstanz bestehende Dorfstrukturen 58,7 % der heutigen Siedlungsfläche ausmachen (Tab. 126 im Anhang). Nennenswerte Erweiterungen der Siedlungsfläche wurden zwischen 1936 und 1994 nur im direkten Einzugsbereich von Nerchau in Würschwitz und in Cannewitz vorgenommen (13,6 % bzw. 23,6 ha). Größere Bauten wurden für die ehemaligen landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften mit 26,7 ha oder 13,6 % der heutigen Siedlungsfläche getätigt. Rinderzucht existierte 1994 mit ausgedehnten Stallanlagen in Deditz-Höhe, Cannewitz, Wagelwitz, Würschwitz und Denkwitz. Diese Anlagen bedingen durch eine ungeklärte Einleitung von Abwässern Belastungen besonders des Würschwitzer Baches und des kanalisierten Deditzer Baches. Insgesamt kann heute trotz guter Verkehrsanbindung durch die Autobahn Leipzig-Dresden nicht von Suburbanisierung gesprochen werden.

3.7.2.2. Landschaftsstrukturelle Probleme und Ansatzpunkte einer ökologischen Entwicklung der Agrarlandschaft Nerchau

Auf Basis der Biotoptypenkartierung und aus verschiedenen Geländebegehungen sind für den Untersuchungsraum Nerchau folgende landschaftsstrukturelle Problem-bereiche und ökologische Entwicklungsziele zu nennen:

- Das Gewässernetz ist durch vielfältige Melioration nur noch in Teilstücken erhalten. Jedes Jahr bildet sich in der Lößlandschaft mit bedeutender Rinnenerosion und großen Transportraten entlang der morphologischen Tiefenlinien ein neues Gewässernetz aus. In Senkenbereichen wurden in den letzten Jahrzehnten mächtige Kolluvien gebildet. Die „Gründe“ sind nach Starkregen häufig durch Schlammströme belastet, was durch die Umwandlung von Grünland in Ackerland im Ursprungsbereich der Gründe (Dellen) zu erklären ist. Diese Eingriffe sollten zum größten Teil rückgängig gemacht werden.
- Zentrales Problem im Lößhügelland ist die Bodenerosion durch Wasser, die bedingt durch sehr große Hanglängen als in hohem Umfange überhöht eingeschätzt werden muß. Einzig mögliche Gegenmaßnahme ist die konsequente Hanglängenverkürzung und Schlagaufteilung. Unbedingt notwendig ist die Anlage breiter Raine und Hecken und die Renaturierung zerstörter Bachläufe.
- Der Zustand der Hecken und Baumreihen ist durch mangelnde Pflege und Nutzung als schlecht bis sehr schlecht zu beurteilen. Um die ökologischen Funktionen der Hecken und Baumreihen in dieser Landschaft zu sichern, sind umfangreiche Neuanlagen notwendig. In der Lößlandschaft sollten einige größere Gehölze angelegt werden, um den Biotopverbund zwischen den Gründen zu gewährleisten.
- Die recht große Anzahl an Viehproduktionsanlagen erfordert für eine artgerechte Tierhaltung eine Ausweitung des Grünlandanteiles. Dieses Grünland wird vermutlich seine Lage im Bereich von Tiefenlinien und besonders nördlich des Mutzscher Wassers auf weniger produktiven Standorten haben. Einige extensive Grünlandflächen werden in Zukunft wahrscheinlich aufgelassen werden.
- Die Suburbanisierung im Raum Nerchau ist heute nur von geringer Bedeutung. Auch in Zukunft werden aufgrund fehlender Arbeitsmöglichkeiten innerhalb der Landwirtschaft und in außerlandwirtschaftlichen Sektoren wenig interne Entwicklungsimpulse für die Suburbanisierung gegeben werden, da die Entfernung von Leipzig mit ca. 30 km bedeutend ist. Deshalb wird auch die Landwirtschaft aufgrund guter Standortpotentiale die deutlich dominierende Flächennutzung in diesem Gebiet bleiben.

3.7.3.1. Biotoptypen im Untersuchungsraum Gimritz

Im Vergleich zu den beiden vorher beschriebenen Untersuchungsräumen hat Gimritz einen geringeren Ackerflächenanteil von knapp 65 % und einer durchschnittlichen Schlaggröße von 12,8 ha (Tab.18). Der geringe Ackeranteil ist durch eine differenziertere Morphologie, einige devastierte Bergbaurestflächen, das Naturschutzgebiet der „Gimritzer Prophyrkuppen“, natürliche Grünlandstandorte an der Saale und durch ein Militärgelände östlich von Brachwitz zu erklären. Das Untersuchungsgebiet ist schlecht durch Straßen und Wege erschlossen (Karte 6). Deshalb konnten einige Flächen innerhalb der ehemaligen Bergbaugelände, im Naturschutzgebiet und auf dem Militärgelände bei der Kartierung nicht betreten oder eingesehen werden.

Tab. 18: Nutzungstypen im Untersuchungsraum Gimritz

Nutzungstypen Gimritz	Flächengröße (ha)	Flächen- umfang (km)	Flächen- größe (%)	Flächen- umfang (%)	Anzahl der Elemente
Acker	2388,48	300,19	64,9	52,1	193
Bebauter Bereich	261,26	46,84	7,1	8,1	45
Vegetationsfreie Fläche	119,76	23,76	3,3	4,1	31
Gewässer	7,15	4,09	0,2	0,7	8
Gehölz	71,87	46,43	2,0	8,1	66
Krautige Vegetation	818,04	150,45	22,2	26,1	193
Wald	13,06	4,73	0,4	0,8	7
Summe	3679,61	576,50	100,0	100,0	543

(eigene Ergebnisse)

Der Waldanteil ist mit nur 0,4 % der Gesamtfläche minimal. Darüber hinaus sind die wenigen Mischwaldparzellen flächenmäßig sehr klein und werden in ihrer Artenzusammensetzung von der Pappel dominiert (Tab. 127 im Anhang). Waldparzellen liegen durchgängig auf ehemaligen Abgrabungsflächen.

Eine ähnliche Einschätzung trifft auch auf die nicht standortgerechten Gehölzpflanzungen zu (Tab. 128 im Anhang). Bedeutender sind breite Gehölzreihen mit allerdings nur geringer Flächenausdehnung von 26 ha (0,7 % der Gesamtfläche). Die kartierten Pappelreihen entlang des Saaleverlaufes sind teilweise lückig (Tab. 129 im Anhang). Sie machen einen großen Teil der insgesamt 16 km Pappelreihen aus, die das Landschaftsbild an der Saale dominieren. Obstbaumreihen sind mit nur ca. 3,3 m/ha oder 12 km Gesamtlänge seltener als in den anderen Untersuchungsräumen. Ihr Erhaltungszustand ist als schlecht einzustufen.

Flächenmäßig bedeutender als Wälder und Gehölze ist im Untersuchungsgebiet Gimritz der Nutzungstyp **krautige Vegetation** mit ca. 26 % der Gesamtfläche. Grünlandnutzung erfolgt nur auf 44,3 % der Fläche dieses Nutzungstypes (Tab. 130 im Anhang). Dieses Grünland wird zu 62 % intensiv und zu ca. 36 % extensiv genutzt. Bedeutend sind die einmal jährlich gepflegten Silikatmagerrasen (einmalige Mahd) mit einer Flächenausdehnung von ca. 450 ha. Diese naturschutzfachlich hochwertigsten Magerrasen liegen im Bereich des Naturschutzgebietes (NSG) „Gimritzer Porphyrkuppen“ mit unterschiedlichen Ausprägungsstufen und verschiedenen Verbuschungsgraden bis hin zu kleineren Trockenwaldarealen. In diesem NSG finden intensive Forschungen des Umweltforschungszentrum Leipzig und der Universität Halle zur Flora und Fauna und über Probleme „fragmentierter Landschaften“ statt (SETTELE et al. 1996). Als zweiter großer zusammenhängender Trockenrasenkomplex wurde das militärische Übungsgelände zwischen Halle und Brachwitz kartiert. Eine genaue Biotoptypendifferenzierung dieser Flächen war aufgrund mangelnder Zugänglichkeit nicht möglich. Weitere hochwertige Trockenrasen auf Porphyrkuppen liegen innerhalb der teilweise brachgefallenen Ackerflächen zwischen Brachwitz, Friedrichsschwerz und Gimritz. Die Flächengröße dieser Porphyrkuppen reicht von wenigen Quadratmetern bis ca. 1 ha Größe.

Die Ackerflächen sind innerhalb des Untersuchungsraumes Gimritz ungleich verteilt (Karte 6). Im nördlichen Bereich (um Sylbitz, Görbitz, Lettewitz bis Mücheln) herrscht durch gute bis sehr gute Bodenverhältnisse (die den standörtlichen Bedingungen der Köthener Lößebene entsprechen) ein intensiver Marktfruchtanbau vor. Weite

Bereiche in der Mitte und im Westen des Untersuchungsraumes sind wegen extrem heterogener Bodenverhältnisse und nach fortgeschrittener Degradation der Böden (durch Bodenerosion) brachgefallen (Tab. 131 im Anhang). An der Saale zwischen Brachwitz und Döbritz besteht eine Tendenz zur Umwandlung von Ackerland in Grünland. 22 % der Ackerfläche waren 1994 brachgelegt (mit, wie im Jahr 1995 durch Kartierungen festgestellt, steigender Tendenz). Teilweise werden Ackerbrachen im Rahmen von Pflegemaßnahmen in Richtung Trockenrasen entwickelt. Eine geregelte Fruchtfolge ist wie in den vorgenannten Untersuchungsräumen nicht erkennbar. Der Getreideanteil war bezogen auf die Gesamtackerfläche im Jahre 1994 mit ca. 31 % gering, der Hackfruchtanteil mit 29,4 % relativ hoch. Bedeutend ist der Anteil der Rapsanbaufläche von fast 12 %.

Unter dem Nutzungstyp **Vegetationsfreie Fläche** wurden im Untersuchungsraum Gimritz Kaolin- und Formsandgruben gefaßt (Tab. 132 im Anhang). Ihre Flächen sind teilweise unzugänglich, je nach dem Jahr der Auffassung nach Einstellung der Produktion oder Teilrekultivierung haben sich sukzessive lockere krautige Vegetation, Hochstauden oder Einzelbäume angesiedelt. Die Lage und Ausdehnung der Wasserflächen in diesen Geländen ist in den verschiedenen Luftbildern und Karten unterschiedlich. Dies ist mit der sich verändernden Verfüllung der Abbauhohlformen mit Reststoffen zu erklären. Manche Seen werden heute im Sommer zum Baden genutzt, bei einigen ist die Wasserqualität beeinträchtigt (Seen westlich von Beidersee) (Tab. 133 im Anhang).

Der **bebaute Bereich** ist mit einem Flächenanteil von ca. 7 % des Testgebietes für den Zeitraum von 1936 bis 1990 durch Stagnation der Flächenausdehnung gekennzeichnet (Tab. 134 im Anhang). Neben der Ausdehnung der Industrieflächen für den Formsand und Kaolinabbau auf ca. 40 ha blieb der Anteil der Siedlungsfläche konstant. Für neue landwirtschaftliche Produktionsgebäude wurden nur 6,7 ha bebaut. Im Vergleich zu den anderen Untersuchungsräumen ist auch der Versiegelungsgrad gering. Einige Kleingartenanlagen (4,4 % der Siedlungsfläche) wurden im Bereich alter Abbaufächen oder randlich derselben im Raum Morl-Beidersee angelegt. Sie sind von Halle über die Bundesstraße Halle-Magdeburg schnell erreichbar.

3.7.3.2. Landschaftsstrukturelle Probleme und Ansatzpunkte einer ökologischen Entwicklung der Agrarlandschaft Gimritz

Auf Basis der Biotoptypenkartierung und aus verschiedenen Geländebegehungen sind für den Untersuchungsraum Gimritz folgende landschaftsstrukturelle Problembereiche und ökologische Entwicklungsziele zu nennen:

- Der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche ist im mittleren Bereich (Saalehänge) und im Süden des Untersuchungsgebietes (Aue) in den letzten Jahren zurückgegangen. Dies ist durch geringe Produktionseignung und hohe Bodenerosion bei starken Hangneigungen zu erklären. Eine flächendeckende Nachnutzung als Grünland wird auf trockenen Böden geringer Bonität häufig nicht mehr erfolgen. Für diese Bereiche sind Pflegekonzepte notwendig. In den Saaleauen sollten langfristig alle Überschwemmungsbereiche in Grünland oder Wald überführt werden.
- Auf brachgefallenen Ackerflächen im Viereck Döbritz - Görbitz - Beidersee - Brachwitz ist dort, wo Porphyrkuppen oberflächlich anstehen, die Tendenz zur langjährigen Brache zu beobachten. Der heute schon existierende

„Steppencharakter“ der Landschaft verstärkt sich hierdurch. Gleichzeitig ist dort, wo die Landwirtschaft an Bedeutung verliert, in Zukunft die bergbauliche Nutzung der Porphyrkuppen wahrscheinlich. Zahlreiche Anträge zum Abbau sind in den Genehmigungsverfahren des Bergamtes. Der Bergbau liegt eindeutig mit naturschutzfachlichen (d.h. zoologischen und botanischen) Interessen im Konflikt. Da der Untersuchungsraum eine wichtige Ausgleichs- und Erholungsfunktion für Halle erfüllt, sollte dem Bergbau keine Erweiterungsmöglichkeit eingeräumt werden.

- Ein größerer Flächenentzug von Agrarflächen für den Bau von Wohngebäuden wird solange unterbleiben, wie die Trassenführung der verkehrspolitisch nicht notwendigen Autobahnwestumfahrung von Halle nicht geklärt ist. Durch den Bau dieser Autobahn würde sowohl das landschaftlich sehr reizvolle Saaletal bei Brachwitz entwertet, als auch Trockenrasen zerstört, die als potentielle Erweiterungsflächen für das NSG „Gimritzer Porphyrkuppen“ gelten. Die Erhaltung des Gesamtcharakters der Landschaft ist nur durch einen Verzicht auf den Autobahnbau möglich.
- Die Bereiche des Untersuchungsraumes, die zur Köthener Lößebene gehören, werden weiterhin intensiv ackerbaulich genutzt werden. Hier ist die Neuanlage von Hecken und Baumreihen dringend notwendig. Waldanpflanzungen werden sich nicht auf produktive Ackerflächen, sondern auf das Abbaugelände des Bergbaus beschränken.

3.7.4.1. Biotoptypen im Untersuchungsraum Barnstädt

Der Untersuchungsraum Barnstädt auf der Querfurter Platte wird sehr intensiv landwirtschaftlich genutzt (Karte 5). Der Anteil der Ackerfläche beträgt knapp 87 % bei einer durchschnittlichen Feldgröße von 22,9 ha (Tab. 19). Mit Ausnahme der Schichtstufe von Steigra und Grockstedt ist das Gebiet landschaftlich monoton. An der Schichtstufe liegen praktisch alle naturschutzfachlich interessanten Biotoptypen.

Tab. 19: Nutzungstypen im Untersuchungsraum Barnstädt

Nutzungstypen Barnstädt	Flächengröße (ha)	Flächen- umfang (km)	Flächen- größe (%)	Flächen- umfang (%)	Anzahl der Elemente
Acker	3910,39	334,50	86,9	65,2	183
Bebauter Bereich	242,32	58,96	5,4	11,5	92
Vegetationsfreie Fläche	40,04	9,66	0,9	1,9	18
Gewässer	8,94	9,24	0,2	1,8	8
Gehölz	75,89	31,09	1,7	6,1	54
Krautige Vegetation	137,89	47,76	3,1	9,3	66
Wald	84,43	22,12	1,9	4,3	21
Summe	4499,90	513,35	100,0	100,0	442

(eigene Ergebnisse)

Der Waldanteil ist mit 1,9 % sehr gering (Tab. 19). An der Schichtstufe von Steigra existieren sehr naturnahe und unter Naturschutz stehende Laubmischwälder. Kleine-re Parzellen wurden mit Nadelhölzern aufgeforstet (Tab. 135 im Anhang).

Der Gehölzanteil in der Landschaft ist mit 1,7 % ebenfalls sehr gering. Größere Feldgehölze bestehen praktisch nicht (Tab. 136 im Anhang). Gegen Winderosion und zur Flurgestaltung wurden in den achtziger Jahren dieses Jahrhunderts südöst-

lich von Nemsdorf einige Windschutzhecken angelegt, die jedoch nicht aus standortgerechten Gehölzen zusammengesetzt sind. Sie haben eine Gesamtlänge von ca. 13 km, was einer geringen Heckendichte von nur 3 m pro ha entspricht. Landschaftsbildprägend waren vor der Kollektivierung der Landwirtschaft Kirschbaumreihen, von denen heute noch ca. 29 km (6,4 m/ha) einreihige oder mehrreihige Anlagen erhalten sind (Tab. 137 im Anhang). Ihr Erhaltungszustand ist als besonders schlecht und lückig einzustufen (ca. 63 % aller Baumreihen). Kirschbäume sind für das trockene und warme Klima der Querfurter Platte gut geeignet und prägen das Landschaftsbild.

In den Nutzungstyp **krautige Vegetation** werden 3,1 % der Biotoptypen eingeordnet. Intensives oder extensives Grünland ist flächenmäßig mit nur 16 ha unbedeutend (Tab. 138 im Anhang). Interessant sind die Kalkmagerrasen an der Schichtstufe von Grockstedt, die 85 % des Flächenanteils der krautigen Vegetation einnehmen. Sie entwickelten sich sukzessive aus kleinflächigen brachgefallenen Äckern, aufgelassenen Weinbergen und Streuobstwiesen. Deswegen bestehen sie heute aus einem abwechslungsreichen Mosaik verschiedener Verbuschungsgrade und Niederwaldstadien. Einige Parzellen sind von überregional bedeutsamen Orchideenrasen bedeckt (Naturschutzgebiet „Trockenhänge von Grockstedt“).

Der Nutzungstyp **vegetationsfreie Fläche** nimmt 0,9 % des Gesamtgebietes ein. Flächenmäßig bedeutend ist die Sand- und Kiesgrube bei Göhrendorf, welche heute mit Abfallstoffen verfüllt wird (Tab. 139 im Anhang). Zusätzlich ist das als Gewerbegebiet vorbereitete Gelände nördlich von Göhritz zu nennen, wo der Zerstörung des Oberbodens durch Vorbereitung eines Baugebietes in den Jahren 1994 und 1995 keine entsprechende Gewerbeansiedlung folgte.

Durch den Muschelkalkuntergrund und die Lage im Trockenraum ist die **Fließgewässerdichte** bereits aus naturräumlichen Gründen sehr gering. Neben einigen Dorfteichen sind wenige kanalisierte oder in Gräben geführte Bäche zu nennen (Tab. 140 im Anhang).

Der im Untersuchungsraum dominante Nutzungstyp **Acker** wird auf sehr großen Feldern hoch intensiv für die Marktfruchtproduktion verwendet (Tab. 141 im Anhang). Vorherrschend war 1994 der Anbau von Winterweizen (34,3 %), Zuckerrüben (21 %) und Wintergerste (18,6 %). Der Anteil der Ackerbrache ohne Ansaat von Zwischenfrüchten war 1994 mit 1 % der Ackerfläche sehr gering. Die Einhaltung der Stilllegungsverpflichtung der EU in Höhe von 15 % der Ackerfläche konnte 1994 regional nicht bestätigt werden.

Aufgrund der überdurchschnittlich fruchtbaren Schwarzerdeböden war und ist der **Siedlungsflächenteil** im Untersuchungsraum Barnstädt sehr gering, da die Region seit langem intensiv ackerbaulich genutzt wird. 1936 betrug die Siedlungsfläche nur 2,4% (111 ha) der Gesamtfläche (Tab. 142 im Anhang). Für die Wohnbebauung wurden bis 1994 fast 47 ha und für den Bau landwirtschaftlicher Produktionsanlagen über 54 ha gewachsener Schwarzerdeboden zerstört. Gleichzeitig verfielen die zum Teil sehr großen Hofanlagen in den Dörfern. Ein großer Flächenanteil der landwirtschaftlichen Produktionsanlagen ist stark versiegelt. Die großdimensionierten Tierproduktionsanlagen in Göhritz, Barnstädt und Göhrendorf verfügen praktisch über keine Grünlandflächen und entsprechen damit nicht heutigen Anforderungen artgerechter Tierhaltung. Welche stoffhaushaltlichen Belastungen der Region von den Anlagen heute ausgehen, konnte mangels zugänglicher Daten nicht abgeschätzt

werden. Für die Anlage von Kleingartenanlagen wurden nach 1936 zusätzlich ca. 12 ha und für Gewerbegebiete fast 10 ha verwendet.

3.7.4.2. Landschaftsstrukturelle Probleme und Ansatzpunkte einer ökologischen Entwicklung der Agrarlandschaft Barnstädt

Auf Basis der Biotoptypenkartierung und aus verschiedenen Geländebegehungen sind für den Untersuchungsraum Barnstädt folgende landschaftsstrukturelle Problembereiche und ökologische Entwicklungsziele zu nennen:

- Die Fluraufteilung ist extrem großparzelliert und hat damit sehr große Hanglängen zur Folge. Dies trägt auch bei geringer Hangneigung zu bedeutender Bodenerosion durch Wasser bei. Ebenso kann die Winderosion bei Austrocknung des Oberbodens ungehindert wirken. Die einseitige auf Marktfruchtproduktion ausgerichtete kurze Fruchtfolge bedingt in Zusammenhang mit dem rudimentären Zustand von Rainen und Baumreihen ein monotones Landschaftsbild. Diese Fluraufteilung in Verbindung mit intensiver „Monokultur“ der Marktfruchtbetriebe bedingt ein eingeschränktes Artenspektrum der Fauna. Dringend notwendig zum Erhalt der Schwarzerden ist eine starke Minderung der Bodenerosion, welche besonders zur Schneeschmelze auf gefrorenem Unterboden und in den Sommermonaten wirkt. Hierfür ist die Anlage eines dichten Heckennetzes (im 200/300-m-Raster) notwendig, da bei einer größeren Hanglänge als 200 m bedeutende Erosionsereignisse auf leicht geneigten Flächen wahrscheinlich sind. Die Auswahl des Pflanzgutes der Hecken sollte sich an der heutigen potentiell natürlichen Vegetation orientieren, wodurch ein positiver Einfluß auf Flora, Fauna und Landschaftsbild zu erwarten ist.
- Im Bereich der Schichtstufe von Grockstedt besteht eine diverse Landschaftsstruktur mit hoher Funktionsdurchmischung und hohem Wert für den Naturschutz. Die stärker geneigten Ackerflächen westlich der Schichtstufe sind teilweise stark verzahnt mit Trockenrasen und Niederwäldern. Allerdings besteht heute die Tendenz zur langjährigen Brachlegung dieser Ackerflächen, wodurch die Landschaftsdiversität des Teilraumes gemindert wird. Sie sollten in Zukunft als extensive Äcker genutzt werden.
- Die Tierproduktion im Raum Barnstädt wird mit großen Produktionsanlagen in den Dörfern Göhrendorf, Nemsdorf, Barnstädt und Göhritz ohne Grünland betrieben. Landschaftsstrukturell ist die Anlage von Grünlandflächen für eine artgerechte Tierhaltung zu fordern. Dieses Grünland steht in Nutzungskonkurrenz zum Marktfruchtanbau und zur hohen, den Ackerbau begünstigenden Bodenfruchtbarkeit.
- Insgesamt muß im Raum Barnstädt noch stärker als in den anderen drei Untersuchungsregionen auf die Erhaltung gewachsener Böden und damit auf die Vermeidung von Siedlungsflächenausweitungen geachtet werden. Wenig oder nicht genutzte Gelände der ehemaligen landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften sind vorrangig für die Siedlungsfunktion neu zu entwickeln. Versiegelung und Bodenzerstörung für neue Infrastrukturprojekte sollten begrenzt werden.

3.8. Zusammenfassung und Diskussion

In diesem Kapitel sind die inhaltlichen Grundlagen für die in den folgenden Kapiteln durchgeführten Bewertungen, Szenarien und Optimierungen der Landnutzung dargestellt. Die Flächennutzung, die Reliefverhältnisse, das Bodeninventar, die Klimabedingungen und Wasserverhältnisse, die Natürliche Vegetation und die Biotoptypen werden diskutiert. Dabei liegt der aus der Themenstellung der Arbeit abgeleitete Schwerpunkt dieses Kapitels auf der Erstellung und Auswertung digitaler Information über Böden und Biotoptypen, sowie in der Ermittlung landschaftsstruktureller Probleme und der Benennung von Ansatzpunkten für eine ökologische Entwicklung der regionalen Agrarlandschaften. Diese werden in Kapitel 4 miteinander verglichen.

Die Bodenschätzungskarten der vier Untersuchungsräume im Maßstab 1:10.000 wurden digitalisiert und für die Beschreibung der Bodenartenverteilung nach Flächengröße, Flächenumfang und Elementanzahl ausgewertet. Bodendiversität und Bodenheterogenität sind in den Untersuchungsräumen sehr unterschiedlich, ebenso wie die Größe der zusammenhängenden, im Betrachtungsmaßstab als homogen anzusehenden Flächen gleicher Bodenart. Die Schlagaufteilung läßt keinen Zusammenhang mit der Bodenartenverteilung erkennen.

Im Gegensatz zum Boden lag für die Beschreibung der Biotoptypen keinerlei Kartenmaterial vor. Deshalb wurden vom Verfasser aktuelle CIR-Luftbilder gekauft und auf dieser Grundlage eine vorläufige Biotoptypeneinordnung vorgenommen, die durch eigene Geländekartierungen validiert wurde. Hierfür wurde der Kartierungsschlüssel modifiziert und die Aufnahme zur Beschreibung der Fruchtfolgen durch das Anbauspektrum der Feldfrüchte erweitert, sowie die linearen Vegetationselemente flächendeckend kartiert. Die Ergebnisse wurden codiert und mit GIS nach Flächengröße, Flächenumfang und Elementanzahl der einzelnen Biotoptypen statistisch ausgewertet. Landschaftsstrukturelle Probleme und Ansatzpunkte einer ökologischen Entwicklung der Agrarlandschaften in den Untersuchungsräumen wurden aus den verarbeiteten Daten sowie aus der durch umfangreiche Geländebegehungen gewonnenen Lokalkenntnis des Verfassers abgeleitet.

Folgende Schlüsse können aus dieser Datenaufbereitungs- und Analysephase, die sehr umfangreiche und als Grundlage für die folgenden Kapitel notwendige eigene Arbeiten umfaßte, gezogen werden:

1. Als sehr vorteilhaft erwies sich eine flächenhafte Bearbeitung der Untersuchungsräume und die Wahl der flächendeckenden strukturorientierten Biotoptypenkartierung anstelle einer ausschließlich auf naturnahe Flächen begrenzten selektiven Kartierung (z.B. selektive Biotoptypenkartierung des Landes Sachsen). Die Verwendung von CIR-Luftbildern zeigte sich als aussagekräftig für die Erstkartierung der Biotoptypen. Ohne die anschließende Überprüfung der Luftbildinterpretationen im Gelände sind jedoch strukturelle Flächeninformationen wie Anbauprodukte, Stockwerkbau des Waldes oder Aussagen zur Intensität der Grünlandbewirtschaftung u.a. nicht möglich.
2. Die Kartierung der linearen Vegetationselemente in den Agrarlandschaften gibt erstmals regionale Einschätzungen der Anzahl und Länge sowie des Zustandes von Baumreihen, Hecken etc. und ihrer Artenzusammensetzung. Diese Informationen werden in Kap. 4 als zustandsbeschreibende Größen in die Begründung von Umweltqualitätszielen einbezogen.
3. Die Auswertung der Bodenschätzung und ihre Überführung durch Digitalisierung in das GIS gibt erstmals die Möglichkeit der Analyse nachvollziehbarer quantitativer

regionaler Aussagen zum Bodenarteninventar. Da Bodenschätzungskarten im Maßstab 1:10.000 für den Großraum Leipzig-Halle vorliegen, ist in naher Zukunft die Digitalisierung und Verarbeitung dieser Karten für Planung und landwirtschaftliche Anwendung zu erwarten. Dies ist sowohl im landwirtschaftlichen Betrieb als Grundlage für den Einsatz von GPS (Geostationäres Satelliten-Positions-System) zur standortkonkreten Düngung und Bearbeitung auf großen Agrarflächen als auch im gesamten Spektrum der Umweltplanung und für die Wissenschaft notwendig. Die Karten der Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung sind für standortkonkrete Aussagen zumindest in den beiden zuerst genannten Bereichen nicht tragfähig. Zur Steigerung der Datenvalidität der Bodenschätzungskarten sind Nachkartierungen des Bodens notwendig, um eine fundierte moderne Bodenkarte zu erstellen.

4. Die Bereitstellungsnotwendigkeit von für die Wissenschaft und für Anwender zugänglichen und bezahlbaren digitalen Datengrundlagen wird in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen. Gleichzeitig wird der Bedarf an flächenkonkreter Information deutlich zunehmen und der quantitative Ansatz der Landschaftsökologie für größere Räume angewendet werden, wo heute noch Hilfsindikatoren und Annahmen aus Karteninterpretationen herangezogen werden. Diese Entwicklung standortkonkreter „Ingenieurtechnik“ z.B. in der Landschaftsplanung in Richtung eines „Umwelt- und Ressourcenmanagements“ wird die Aufnahme neuer bodenkundlicher Datenaufnahmen erzwingen, um den Datenbedarf für die Umsetzung eines flächendeckenden Bodenschutzes zu decken. Dieser Prozeß der Datengewinnung ist in einem ersten Durchgang in Form der Biotoptypenkartierungen der Länder im Gange. Die Ressource Boden dagegen wird heute in ihrer Bedeutung stark unterbewertet. Ein gut ausgestattetes Landschaftsinformationssystem könnte den Umfang der eigenen Arbeiten, wie sie für die Erstellung der in diesem Kapitel dargestellten Inhalte notwendig war, bedeutend reduzieren. Erschwerend hierzu kam für den Verfasser, daß die meisten flächenhaften Informationen in der DDR der Geheimhaltung (Stempel: „Vertrauliche Verschlusssache“, „Nur für den Dienstgebrauch“) unterlagen und 1993 sowohl topographische Karten als auch Bodenschätzungskarten in analoger Form erst nach langwierigen Verhandlungen mit den zuständigen Landesämtern erhältlich waren. Eine ähnliche Beschränkung neu erstellter digitaler Informationen deutet sich heute (mit dem Kostenargument begründet) erneut an.

4. Analyse und Vergleich der Landschaftsstrukturen zur Ableitung von Umweltqualitätszielen unter Verwendung von GIS

4.1. Einleitung

Die Flächennutzung des Raumes Halle-Leipzig wurde in den letzten 50 Jahren stark und zum Teil mehrfach verändert. Braunkohlentagebau, Energie- und Chemieindustrie devastierten weite Bereiche sowohl im Südraum von Leipzig als auch im Geiseltal und im Raum Bitterfeld. Die Bodendecke in diesen Räumen wurde großflächig zerstört. Zusätzlich kam es durch den Bergbau zur irreversiblen Veränderung des Grundwasserhaushaltes. Der Landschaftsverbrauch war innerhalb des Raumes durch die Ausbreitung der Städte in ihr Umland kontinuierlich wachsend und seit 1990 stark ansteigend. Diese Prozesse zerstörten jeweils die Grundlage für die landwirtschaftliche Produktion und die natürliche Regulation: die nicht erneuerbare Ressource Boden.

Gleichzeitig schädigte die Industrialisierung und Umgestaltung der landwirtschaftlichen Produktion mit der Zerstörung relativ standortangepaßter Nutzungsstrukturen, der Bildung landschaftlich und naturhaushaltlich unangepaßter Schlaggestaltungen und Schlaggrößen und des durch die Trennung von Tier- und Pflanzenproduktion bedingten Problems der tierischen Abprodukte, die teilweise auf sogenannten Güllelastflächen entsorgt wurden, den Boden und die Landschaft.

In den letzten Jahren hat ein Prozeß des Umdenkens begonnen, der auf den Schutz der natürlichen Ressourcen ausgerichtet ist, die natürlichen Regulationsfunktionen stärker beachtet und der eine an die natürlichen Standortbedingungen angepaßte Landwirtschaft propagiert. In Kapitel 2 wurden beispielhaft die Konzepte des integrierten Naturschutzes und des Biotopverbundes und deren wesentliche Inhalte und Begründungen erläutert. Aus diesen Konzepten heraus lassen sich grundlegende Leitbilder der Landschaftsentwicklung auch für Intensivagrarlandschaften ableiten.

Eine Konkretisierung dieser Leitvorstellungen in Form von Umweltqualitätszielen, die sich auf eine Region beziehen und für diese konkrete und möglichst quantifizierte Aussagen treffen sollen, kann nur auf der Basis einer genauen Kenntnis des jeweiligen Raumes sowie mit detaillierten Daten der wichtigsten Bewertungsgrundlagen des Raumes stattfinden. Diese Grundinformationen müssen in großen Maßstäben flächendeckend zur Verfügung stehen.

Aufgrund der großen Datenmengen und der für deren Verarbeitung notwendigen langen Bearbeitungszeiträume wurden bis heute nur wenige konkrete großmaßstäbige Untersuchungen in Agrarlandschaften vorgenommen, die zur Ableitung von Umweltqualitätszielen beitragen könnten.

In dieser Arbeit werden auf der Grundlage von GIS daher beispielhaft für 4 Untersuchungsräume in Intensivagrarlandschaften des Raumes Leipzig-Halle wesentliche Datengrundlagen für den Boden und die Flächennutzung im flächendeckenden Maßstab 1:10.000 erfaßt, beschrieben und bewertet. Diese können als Landschaftsstrukturen im Sinne von MANDER et al. (1988) als primäre und sekundäre Landschaftsstrukturen aufgefaßt werden (vgl. Kapitel 2).

In diesem Kapitel werden die primären und sekundären Landschaftsstrukturen analysiert und miteinander verglichen und daraus typische heute bestehende Probleme in den Intensivagrarlandschaften, zum Teil in Verbindung mit dem historischen Kontext, ermittelt.

Die vertiefte großmaßstäbige Analyse und der Vergleich der primären und sekundären Landschaftsstrukturen ermöglicht erst die Ableitung von Umweltqualitätszielen. Vorhandene Entwicklungspotentiale des Bodens sind in den betrachteten Räumen noch nicht vollständig zerstört.

Die Analyse und der Vergleich in den vier Untersuchungsräumen erfolgt in den Arbeitsschritten:

- Vergleich der Flächennutzung
- Analyse und Vergleich der Schlaggrößen
- Analyse und Vergleich der linearen Landschaftselemente
- Ableitung der primären und sekundären Landschaftsstruktur
- Bestimmung und Diskussion von Umweltqualitätszielen

4.2. Landschaftsstruktur und Landschaftselemente in Intensivagrarlandschaften: Ein Vergleich von vier Untersuchungsräumen

In der in diesem Kapitel durchgeführten Analyse von Intensivagrarlandschaften im Raum Halle-Leipzig werden Unterschiede, Gemeinsamkeiten und Veränderungen der historischen Flächennutzung, der Biotoptypenausstattung, der Schlagaufteilung, der linearen Vegetationselemente und des Gewässer- und Straßennetzes in vier Testgebieten aufgezeigt. Kulturlandschaftsindikatoren wie der Zerschneidungsgrad, das Bodenarten-Ackerflächen-Verhältnis und die heutige sowie die potentielle Landschaftsdiversität werden zum regionalen Vergleich und zur Ableitung von Umweltqualitätszielen herangezogen. Aufbauend auf den vorgenannten Bewertungen werden erstmals für die Intensivagrarlandschaften des Raumes an die regionale Situation angepaßte Umweltqualitätsziele abgeleitet. Auch wenn nur ein kleiner Teil der unterschiedlichen Landschaftseinheiten im Raum Halle-Leipzig im Rahmen der Untersuchung erfaßt wird, können Probleme der Agrarlandschaften für den Gesamttraum charakterisiert werden, die sich aus den Übereinstimmungen und Unterschieden zwischen den vier Untersuchungsräumen ableiten lassen.

4.2.1. Flächennutzung - Verteilung der Nutzungstypen, Defizite an naturschutzrelevanten Flächen

Die Flächennutzungsverteilung ist in allen vier Untersuchungsräumen durch die Dominanz des Ackerbaus geprägt. Der Ackeranteil an der Gesamtfläche variiert zwischen 64,9 % im Raum Gimritz und 86,8 % im Raum Barnstädt (Tab. 20).

Tab. 20: Flächengröße der Nutzungstypen der Untersuchungsräume (in %)

Nutzungstyp	Jesewitz	Nerchau	Gimritz	Barnstädt
Acker	84,2	75,7	64,8	86,8
Bebauter Bereich	6,8	5,6	7,1	5,4
Vegetationsfreie Fläche	1,1	0,6	3,3	0,9
Gewässer	0,5	0,3	0,2	0,2
Gehölz	2,0	1,9	2,0	1,7
Krautige Vegetation	3,0	12,2	22,2	3,1
Wald	2,4	3,7	0,4	1,9
Gesamt	100,0	100,0	100,0	100,0

(eigene Ergebnisse)

Der Flächenanteil der krautigen Vegetation zeigt deutliche Unterschiede. Während in Jesewitz und Barnstädt jeweils nur ca. 3 % der Gesamtfläche zu diesem Nutzungstyp gezählt werden, ist dieser im Raum Nerchau durch ausgedehnte Grünlandflächen im Bereich des Mutzscher Wassers hoch. Im Raum Gimritz ist der hohe Anteil des Nutzungstyps krautige Vegetation durch Trockenrasen zu erklären. Eine Erhöhung des Grünlandanteiles ist in den Untersuchungsräumen Jesewitz und Barnstädt notwendig, da in beiden Räumen intensive Viehzucht ohne Grünland betrieben wird. In den Räumen Jesewitz und Nerchau werden Senkenbereiche mit feuchten Auenböden überackert, auf denen sich jedes Jahr innerhalb der Ackerflächen ein neues Gewässernetz ausbildet, und die daher potentielle Grünlandstandorte darstellen.

Gehölze sind in allen Untersuchungsräumen mit nur 1,7 bis 2 % der Fläche sehr selten. Sie bestehen aus sehr kleinen Flächen, die sich häufig sukzessive auf ehemaligen Abgrabungsflächen entwickelten. Nicht in diesem Wert enthalten sind die linearen Vegetationselemente (Kap. 4.4). In allen vier Gebieten ist die Neuanlage vor allem linearer Gehölzstrukturen, wie Hecken, Gehölz- und Baumreihen zum Schutz vor erosiven Prozessen, zum Neuaufbau von Habitatfunktionen in den ausgeräumten Agrarräumen und zur Erneuerung der Kulturlandschaft (Landschaftsbild) nach Beurteilung des Verfassers dringend notwendig.

Der Waldanteil ist mit 0,4 bis 3,7 % in allen Untersuchungsräumen sehr gering. Dieser müßte besonders in den sächsischen Räumen Jesewitz und Nerchau entsprechend der heutigen potentiell natürlichen Vegetation erhöht werden. In Barnstädt und Gimritz sollte eher der „Steppencharakter“, d.h. eine Offenlandschaft mit einer naturnahen krautigen Vegetation gefördert werden, da diese der natürlichen Vegetation der Schwarzerdezone entspricht. Die Erhöhung des Wald- und Gehölzanteiles ist sowohl durch die Konzepte des Biotopverbundes als auch durch den integrierten Naturschutz begründbar (Kap. 2).

Der Anteil der Siedlungsflächen ist in allen Räumen noch relativ gering. In den Räumen Barnstädt, Gimritz und Jesewitz bestehen aktuelle Gefährdungen der offenen Agrarlandschaften durch Infrastrukturmaßnahmen (Autobahn, Eisenbahnbau, Bundesstraßen) und durch großflächige Ausweisungen von Gewerbe- und Wohngebieten sowie Kiesaufschlüssen. Problematisch ist, daß auf die Erhaltung produktiver und ökologisch bedeutender Böden nur wenig Rücksicht bei diesen Planungen genommen wird. So entsteht im Raum Jesewitz ein Wohngebiet in einer Aue. Bei Barnstädt liegt ein neues Gewerbegebiet in einer festgesetzten Trinkwasserschutzzone.

Wird die normative Forderung (ein Umweltqualitätsziel) von HEYDEMANN (1983) zum biologischen Naturschutz und Flächenschutz zu Grunde gelegt, daß 15-20 % der Fläche einer Landschaft für den Naturschutz zur Verfügung stehen sollte, so zeigt sich ein räumlich differenziertes Bild. In diesem Umweltqualitätsziel sind absolute Vorrangflächen für den Biotop- und Artenschutz (10 %) und sogenannte Ausgleichsflächen (10 %) enthalten. Selbst bei einer großzügigen Auslegung des Begriffes der „naturschutzrelevanten Fläche“, zu der in diesem Falle alle Wald-, Gehölz- und Gewässerflächen und die krautige Vegetation gezählt werden, ergibt sich nur im Untersuchungsraum Gimritz mit 24,8 % der Gesamtfläche ein hoher naturschutzrelevanter Flächenanteil. Wird das artenarme Intensivgrünland von diesen 24,8 % abgezogen, ist der Anteil der naturschutzrelevanten Fläche mit 17,9 % noch immer

hoch. Der Untersuchungsraum Nerchau liegt nach dieser Einschätzung mit 19,1 % (11 %) noch im positiven Bereich. Die Grünlandnutzung in diesem Raum birgt gute Potentiale für eine Extensivierung. In den Räumen Jesewitz (7,9 % und 7,5 %) und Barnstädt (6,9 % und 6,8 %) bestehen dagegen gravierende Defizite, die auch nicht in der landschaftsräumlichen Umgebung der Untersuchungsräume ausgeglichen werden können, da diese einen ähnlichen Ausräumungsgrad aufweisen. Diese Defizite können nur durch die Umwandlung von Acker in naturnahe Biotoptypen gemindert werden.

Eine regionale oder landschaftsabhängige Festlegung der für den Naturschutz notwendigen Flächenanteile (als regionale Umweltqualitätsziele) ist aus Sicht von HEYDEMANN (1983) sinnvoll. Der Flächenanteil sollte 15 % keinesfalls unterschreiten und das Grundgerüst für den Biotopverbund bilden (JEDICKE 1994). Aufgrund der teilweise starken Unterschreitung in den Untersuchungsräumen wird diese „Untergrenze“ als Umweltqualitätsziel für alle Untersuchungsräume als Richtwert übernommen. In Gimritz sollte der erreichte Wert (17,9 %) beibehalten bzw. auf keinen Fall unterschritten werden. Eine regionale Fixierung von Umweltqualitätszielen im weiteren Verlauf dieses Kapitels ist davon unabhängig zu sehen, da es sich bei einem einheitlichen Zielwert nicht um landschaftsabhängige und regional konkretisierte Festlegungen handelt. Daraus errechnet sich als Umweltqualitätsziel folgendes Defizit naturschutzrelevanter Flächen in den Untersuchungsräumen (Tab. 21):

Tab. 21: Defizit des Flächenanteiles der „naturschutzrelevanten Flächen“ (in %)

Untersuchungsraum	naturschutzrelevante Fläche (%)	Defizit (%)
Jesewitz	7,5	7,5
Nerchau	11,0	4,0
Gimritz	17,9	-
Barnstädt	6,8	8,2

(eigene Ergebnisse)

Ansatzpunkte für eine Vergrößerung naturschutzrelevanter Flächen oder für einen Biotopverbund bestehen in allen vier Untersuchungsräumen. Dies sind fragmentierte, isolierte und relativ kleinflächige Heckenstrukturen, Gehölze, Wälder, Gewässer etc.. Im Untersuchungsraum Nerchau besteht die Notwendigkeit zur Ausweisung eines Landschaftsschutzgebietes im Bereich des Mutzschener Wassers und der „Gründe“ (Karte 4).

Die ackerbauliche Orientierung der Landwirtschaft im Ballungsraum Halle-Leipzig steht in Beziehung zur hohen Produktivität der Böden. Dementsprechend ist insbesondere in den Räumen Nerchau und Barnstädt (bei hoher Ertragsleistung der Böden) mit Akzeptanzproblemen bei der Umsetzung von Flächennutzungsveränderungen für Naturschutzzwecke zu rechnen. Allerdings ist langfristig eine artgerechte Tierhaltung ohne Grünland (Weide) nicht akzeptabel, so daß bei der Fortsetzung der intensiven Tierproduktion in den obigen Räumen die Erhöhung des Grünlandanteiles notwendig ist. Im Untersuchungsraum Jesewitz ist eine Flächenumwandlung in Grünland und Wald wegen der geringeren Bodengüte leichter vorstellbar. Diese steht allerdings in Konkurrenz zur äußeren Wohnvorortbildung (Suburbanisierung) in diesem Raum.

4.3. Schlaggrößen in der Intensivagrarlandschaft und der historischen Kulturlandschaft

Die Ackerflächen in den vier Untersuchungsräumen werden in diesem Kapitel auf ihre Schlaggrößen hin diskutiert und bewertet. Auf die durch die großschlägige Aufteilung der Ackerbaulandschaften verursachten Problembereiche der die Bodenerosion begünstigenden großen Hanglängen, der Standortvereinheitlichung und des abgeleiteten Bodenarten-Ackerflächen-Verhältnisses, der verringerten Abflußregulation, der deutlich eingeschränkten Biodiversität in Agrarlandschaften und des monotonen Landschaftsbildes sowie der natürlichen Erholungseignung wird eingegangen. Anschließend wird für den Untersuchungsraum Jesewitz die heutige Schlageinteilung mit der historischen Kulturlandschaft verglichen. Diese Informationen werden aus Karten und alten Luftbildern abgeleitet und deren Nutzungsmöglichkeit zur Konkretisierung von Umweltqualitätszielen diskutiert.

Die Frage nach einer regional angepaßten Schlaggröße sollte nicht mit einheitlichen Faustzahlen, sondern im Zusammenhang mit der natürlichen Landschaftsausstattung mit Landschaftsstrukturen und der Leistungsfähigkeit der Regulationsfunktionen beantwortet werden. Schlaggröße und Schlagform müssen sich an Reliefverhältnissen, der Heterogenität des Bodens, der Hauptwindrichtung und an den Wasserverhältnissen ausrichten. Informationen über Bodenbesitz- und Pachtverhältnisse und für an Maschinen angepaßte Schlaggrößen sind in Planungen für die Umsetzung angepaßter Schlaggrößen einbezogen werden.

Wie in Kapitel 2 dargestellt muß, wenn der Bodenheterogenität und dem Schutz der Regulationsfunktionen Rechnung getragen werden soll, die Schlagaufteilung und die maschinelle Bewirtschaftung (als Flächennutzung) an die natürlichen und quasiumveränderlichen Geoökofaktoren angepaßt werden (siehe auch NAVEH & LIEBERMAN 1994). Der umgekehrte Weg der Anpassung der Landschaftsstrukturen an die Bedürfnisse der maschinell-industriellen Produktionsweise führte zu katastrophalen Beeinträchtigungen der Regulationsfunktionen und anderer Funktionen der Natur. Dies trifft sowohl auf die westlichen Industriestaaten als auch besonders schwerwiegend auf die Agrarlandschaften in den Staaten des ehemaligen Ostblocks zu. (Zur Problematik siehe DRL 1993; PLACHTER 1991; SRU 1987; SRU 1994; SRU 1996a)

In einem ersten Schritt der Problemdarstellung werden die Schläge nach Größenklassen und nach deren Flächenanteil in den vier Untersuchungsräumen analysiert. In die Berechnung einbezogen wurden alle Ackerflächen und Ackerbrachen auf der Grundlage der 1994 durchgeführten Biotoptypenkartierung. Nicht einbezogen wurden Grünland, kleinparzelliertes Gartenland und Obst- oder Hopfenanlagen. Es wurden 6 Klassen der Feld- bzw. Schlaggrößen gebildet (0-12,5; 12,5-25; 25-37,5; 37,5-50; 50-75; größer 75 ha) (Tab. 22).

Tab. 22: Größe der Ackerflächen der vier Untersuchungsräume nach Größenklassen

Testgebiete/Größenklassen	ha	0-12,5	12,5-25	25-37,5	37,5-50	50-75	75+	Gesamt
<i>Jesewitz</i>								
Durchschnittliche Größe	ha	5,6	18,0	30,1	41,9	64,8	95,9	14,3
Fläche	ha	990,0	100,6	720,6	628,5	388,5	287,5	4015,8
Anzahl der Schläge		176	56	24	15	6	3	280
Schlaganzahl (%)		62,7	20,0	8,6	5,4	2,1	1,0	100
<i>Nerchau</i>								
Durchschnittliche Größe	ha	4,9	17,1	30,9	44,3	62,4	100,6	12,9
Fläche	ha	558,1	737,4	370,3	88,5	249,6	301,9	2305,8
Anzahl der Schläge		115	43	12	2	4	3	179
Schlaganzahl (%)		64,3	24,0	6,7	1,1	2,2	1,7	100
<i>Gimritz</i>								
Durchschnittliche Größe	ha	4,7	17,9	29,4	43,7	64,1	80,4	12,8
Fläche	ha	569,4	590,0	559,4	349,4	64,1	241,2	2373,0
Anzahl der Schläge		122	33	19	8	1	3	186
Schlaganzahl (%)		65,6	17,7	10,2	4,3	0,5	1,6	99,9
<i>Barnstädt</i>								
Durchschnittliche Größe	ha	4,0	18,2	32,2	43,4	62,5	113,2	22,9
Fläche	ha	343,0	563,2	611,0	650,9	561,1	1131,5	3861,7
Anzahl der Schläge		85	31	19	15	9	10	169
Schlaganzahl (%)		50,3	18,3	11,2	8,9	5,3	5,9	99,9

(eigene Ergebnisse)

Der Vergleich der durchschnittlichen Schlaggröße (in ha) zeigte deutliche regionale Unterschiede in der Schlaggrößenverteilung. Mit 22,9 ha ist die durchschnittliche Schlaggröße im Untersuchungsraum Barnstädt fast doppelt so groß wie in den anderen Räumen, wo dieser Wert mit 12,8 bis 14,3 ha ebenfalls als groß einzuschätzen ist. Aber auch die durchschnittliche Flächengröße der kleinen Schläge (0-12,5 ha) ist in Barnstädt mit 8,1 ha am größten und im Raum Gimritz mit 4,9 ha am geringsten.

Die weitere Analyse bezieht ein, daß sich nach Beobachtungen des Verfassers auf Großschlägen (größer 25 ha) ein hoher Anteil der landschaftsökologisch bedeutsamen Konflikte der Mehrfachnutzung konzentriert (HABER & SALZWEDEL 1992). Auf diesen großen Schlägen sind eine geringe Anzahl von Tierarten (z.B. Brutvögel), verstärkte morphologische Prozesse, eine eingeschränkte Abflußregulation und ein geringwertig eingeschätztes Landschaftsbild zu erwarten.

Tab. 23: Größen der Ackerflächen nach Größenklassen

	Schläge 0-25 ha	Schläge 0-25 ha	Schläge grös- ser 25 ha	Schläge grös- ser 25 ha	Schläge grös- ser 25 ha	Durchschnitt Schlaggröße Schläge >25ha
Ackerfläche	Anzahl	ha	Anzahl	ha	%	(ha)
Jesewitz	232	1990	48	2026	50,4	42,2
Nerchau	158	1396	21	910	39,5	37,9
Gimritz	155	1160	31	1214	51,5	39,2
Barnstädt	116	906	53	2955	76,5	55,8

(eigene Ergebnisse)

Zusammenfassend wurden zwei Größenklassen der Schlaggröße (>25 ha und <25 ha in Tab. 23) gebildet. Die Analyse ergab, daß die Anzahl der Schläge und die durchschnittliche Schlaggröße (in Tab. 22) keine aussagefähigen Indikatoren sind. Deshalb wurde der Flächenanteil in Prozent der Gesamtackerfläche und die Durchschnittsgröße der großen Schläge (>25 ha) ermittelt. Es können folgende Schlußfolgerungen für die Landschaftsstruktur gezogen werden:

- Wichtiger als die Anzahl der Schläge ist der Anteil der großen Schläge (>25 ha) an der Gesamtackerfläche. Der prozentuale Flächenanteil großer Schläge an der Gesamtackerfläche ist ein Indikator für die Einheitlichkeit einer Agrarlandschaft. Es gilt die Beziehung: Je höher der Anteil der großen Schläge, desto weniger gegliedert und strukturiert ist die Agrarlandschaft.
- Die durchschnittliche Größe der großen Schläge >25 ha ist in Barnstädt mit 55,8 ha herausragend. Große Schläge umfassen 76,5 % der Ackerfläche, was durch die die Ausräumung begünstigenden einheitlichen Bodenverhältnisse und die kompakte Siedlungsstruktur erklärbar ist. In den drei anderen Untersuchungsräumen mit eher disperser Siedlungsstruktur ist durch unterschiedliche Reliefverhältnisse und zum Teil nicht beackerbare Täler eine kleinere durchschnittliche Flächengröße der großen Schläge gegeben.
- Die große Anzahl der bewirtschafteten Schläge <25 ha bzw. <12,5 ha (Tab. 22) zeigt, daß auch kleinere Schläge offensichtlich rentabel bewirtschaftet werden können. Auffallend ist eine Vielzahl bewirtschafteter Felder in der Größenordnung 0,1 -12,5 ha.

Mit der Bewirtschaftung in Großschlägen hängen aus landschaftsstruktureller Sicht in allen vier Untersuchungsräumen die Problembereiche der großen Hanglängen, der Standortvereinheitlichung, der eingeschränkten Abflußregulation, der geringen Landschaftsdiversität und der geringen Erholungseignung zusammen:

4.3.1. Hanglängen und Bodenerosion

Nicht an die Reliefverhältnisse angepaßte Schläge unterliegen in Abhängigkeit von der Hangneigung und der Hangform schon bei geringen Hanglängen besonders bei Hackfruchtanbau und zur Schneeschmelze bei noch gefrorenem Unterboden hoher Bodenerosion durch Wasser. Aus diesem Grunde sind im Untersuchungsraum Barnstädt auf Flächen nördlich der Orte Göhritz und Barnstädt die Schwarzerdeprofile gekappt und die Ap-Horizonte erodiert. Ebenso sind im Untersuchungsraum Nerchau Parabraunerden und Braunerden meist gekappt. In Senken bildeten sich in der Vergangenheit und Gegenwart mächtige Kolluvien aus. Eine landschaftsstrukturelle Verkürzung der Hanglängen ist dringend geboten. Zusätzlich wird durch die großen Hanglängen der Angriff der Winderosion begünstigt. Dies ist in den Untersuchungsräumen Jesewitz und Barnstädt relevant.

Auf die mit den sehr großen Hanglängen in den Ackerbauregionen zusammenhängende Bodenerosionsproblematik wird ausführlich in Kap. 5.2 eingegangen.

4.3.2. Standortvereinheitlichung

Durch die einheitliche Bewirtschaftung auf großen Schlägen wird einer Vereinheitlichung der Standorte und Standorteigenschaften Vorschub geleistet. Die Grundwasserbelastung wird flächendeckend durch unangepaßte hohe Stoffgaben verur-

sacht. Die Eutrophierung der Landschaften ist in allen vier Untersuchungsräumen weit fortgeschritten. Stickstoffliebende Pflanzen dominieren. Zusätzlich gelten für Ackerflächen folgende Ursachen der Standortvereinheitlichung: Erstens wurden bei Schaffung der Großschläge auf Teilflächen sogenannte Komplexmeliorationen vorgenommen, um Standortunterschiede des Wasserhaushaltes zu minimieren. Zweitens wird in der Praxis für den ganzen Schlag von einem einheitlichen Boden ausgegangen, auf den die Gabe von Düngern und Pflanzenbehandlungsmitteln abgestellt wird (FRÜCHTENICHT et al. 1993). Diese Praxis führt auf mageren Standorten innerhalb der Schläge zu unerwünschten Auswaschungen/Verlusten von Stoffen (z.B. N und P in Grund- und Oberflächengewässern) bei Überversorgung. Gleichzeitig werden sorptionsstarke Standorte nicht optimal versorgt. Insgesamt ist die potentielle Nitratkonzentration im Sickerwasser bei Annahme von 50 % Denitrifikationsverlust des N-Überschusses in der ungesättigten Zone in allen vier Untersuchungsräumen mit >200 mg/l als sehr hoch und grundwassergefährdend einzustufen (WENDLAND et al. 1993).

Dieses Problem der Standortvereinheitlichung durch Über- und Unterversorgung mit Nährstoffen kann durch den Einsatz von satellitengestützten geographischen Positionssystemen (GPS) gelöst werden. Ein solches System ist im Untersuchungsraum Barnstädt probeweise in der Agrargenossenschaft Barnstädt in Betrieb. Das System arbeitet auf der Basis flächenkonkreter fruchtfolgebezogener Stoffbilanzen. Allerdings müßten für dessen Anwendung aussagekräftige Bodenkarten im Maßstab 1:5.000 zur Verfügung stehen, (was auch in naher Zukunft nicht der Fall sein wird,) da in der heutigen Praxis zum Beispiel Auswaschungen durch noch höhere Stoffgaben kompensiert werden, die einen gleichmäßig hohen Ertrag sichern.

Insgesamt führte die fast durchgängig zu hohe Stickstoffgabe zur allgemeinen Eutrophierung der Landschaften. Deshalb ist ein geringeres stoffliches Niveau und die Aufteilung der Schläge entsprechend weitgehend homogener Bodenareale für eine umweltgerechte Landwirtschaft notwendig (Kapitel 7). Eine Einschätzung kann durch das **Bodenarten-Ackerflächen-Verhältnis (BAV)** geleistet werden (Tab. 24).

Tab. 24: Bodenarten-Ackerflächen-Verhältnis (BAV)

	Boden		Biotop: Acker		BAV
	Einzelflächen	Durchsch.	Einzelflächen	Durchsch.	
	pro km ²	Fläche (ha)	pro km ²	Fläche (ha)	
Jesewitz	24,0	4,2	7,0	14,3	3,4
Nerchau	20,8	4,8	7,8	12,9	2,7
Gimritz	45,6	2,2	7,8	12,8	5,8
Barnstädt	22,5	4,4	4,4	22,9	5,2

(eigene Ergebnisse)

In Tabelle 24 wird die durchschnittliche Schlaggröße der vier Untersuchungsgebiete mit der durchschnittlichen Größe der Flächen ökologisch ähnlicher Bodenarten (dem vom Verfasser abgeleiteten Bodenarten-Ackerflächen-Verhältnis) verglichen. Wird entsprechend den Zielen des Biotopverbundes angenommen, daß Flächen gleicher Bodenarten einheitlich, aber verschiedene Böden auch unterschiedlich bewirtschaftet werden sollten, so kann „die Angleichung der Schlaggrößen und Schlagformen an die Flächen der ökologisch ähnlichen Bodenarten“ als **Umweltqualitätsziel**

gefordert werden. Das heißt, daß die Heterogenität der Bodendecke bei der Bewirtschaftung berücksichtigt werden muß.

Daraus ergibt sich, daß das Bodenarten-Ackerflächen-Verhältnis (BAV) als Umweltqualitätsziel den Wert 1:1 annehmen sollte. Allerdings ist die Angabe einer durchschnittlichen Größe nur bedingt aussagekräftig, da für jeden Einzelschlag eine individuelle, an die Standortverhältnisse angepaßte Lösung gefunden werden muß. Der BAV-Wert ist also für Landschaften und nur für vergleichbare Maßstäbe anwendbar.

Die Forderung nach starker Extensivierung und Minderung des stofflichen Inputs in den agrarischen Systemen, muß zur Erreichung positiver Auswirkungen für Fragen des Biotop- und Artenschutzes und deren Entwicklung zusätzlich und standortkonkret definiert werden (siehe zu dieser Thematik: JEDICKE 1994; HAMPICKE 1991; HABER 1991; KNAUER 1993; ISERMANN 1990; 1991).

Die Interpretation des BAV in Tabelle 24 zeigt, daß in allen Untersuchungsräumen ein großer Bedarf für die Schlagverkleinerung besteht, der regional unterschiedlich ist. In Barnstädt ist das BAV, bedingt durch sehr große Schläge, trotz recht homogener Bodenverhältnisse mit 1:5,2 sehr hoch. Selbst wenn in diesem Untersuchungsraum die Schichtstufe von Steigra aus der Betrachtung genommen wird und nur lehmige Bodenarten aus Lößlehm in die Untersuchung einbezogen werden, ist das BAV mit 1:4,7 hoch. Ein noch höheres (negativeres) BAV von 1:5,8 weist der Untersuchungsraum Gimritz auf. Dies ist durch die dortige hohe Bodenheterogenität zu erklären. Allerdings sind einige besonders heterogene Ackerflächen in den Jahren 1994 bis 1996 brach gefallen, wodurch sich das BAV verbesserte. Im Raum Nerchau ist bedingt durch sehr einheitliche Bodenverhältnisse im südlichen Teil das BAV mit 2,7 geringer, aber dennoch deutlich defizitär.

Durch eine an das BAV angegliche Schlagsaufteilung kann also das Problem der Standortvereinheitlichung deutlich gemindert werden und die Landwirtschaft dem Ziel einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung nähergebracht werden (SRU 1994). Deshalb kann das BAV als Umweltqualitätsziel verwendet werden.

4.3.3. Abflußregulation

Die Fähigkeit einer Landschaft, einen ausgeglichenen und langsamen Abfluß von Niederschlägen in die Vorfluter zu gewährleisten, ist durch die Begradigung und Verrohrung des Gewässernetzes eingeschränkt (Kapitel 4.4 Gewässernetz). Diese Eingriffe erfolgten in den Untersuchungsräumen zur Bildung der Großschläge. Besonders im Frühjahr und Sommer kann Niederschlag durch die Grabensysteme mit großer Geschwindigkeit abfließen und in den Flüssen Überschwemmungen hervorrufen. In mit Drainagesystemen ausgestatteten Ackerflächen wird der Abfluß verzögert nach Durchsickerung des Oberbodens als Zwischenabfluß (Interflow) abgegeben. Allgemein sollte zur Verlangsamung des Oberflächenabflusses den Gewässern der Lauf in einem natürlichen Bett ermöglicht werden. Eine Renaturierung von Gewässern ist mit der Umwandlung von Randbereichen von Acker in Wald, Grünland oder in der Sukzession überlassenen Zonen verbunden. Eine Verlangsamung des Oberflächenabflusses und ein Rückbau von Meliorationen führt darüber hinaus zu lokalen temporären Überschwemmungen und partiellen Vernässungen mit positiven Auswirkungen auf Flora und Fauna. Eine flächendeckende Bewertung der Abflußregulation wird in Kap. 5.3 vorgenommen.

Mit dem Problem der Abflußregulation ist die Grundwasserneubildung eng verknüpft, da diese auf Ackerflächen quantitativ hoch ist. Dabei sind jedoch Qualitätsprobleme des Wassers, insbesondere der Nitratbelastung des Grundwassers in Agrargebieten heute überdeutlich. (Zur Thematik der Grundwasserbelastung durch Stickstoff siehe BACH 1987; KÖRSCHENS & MAHN 1995; FRANKO et al. 1995). Werden die Flächen durch Drainagesysteme entwässert, ist die Grundwasserneubildung eingeschränkt. Eine flächendeckende Bewertung der Grundwasserneubildung wird in Kapitel 5.4 vorgenommen.

4.3.4. Biodiversität von Agrarlandschaften

Industrielle Landwirtschaft auf Großschlägen bewirkt in den Untersuchungsräumen auf verschiedenen Betrachtungsebenen (vgl. Kap. 2.7) eine Verödung der Landschaft, die durch die Biodiversität beschrieben werden kann.

Biodiversität von Agrarlandschaften: Das Problem der abnehmenden Biodiversität wirkt in der Untersuchungsregion auf Fruchtarten-, Arten- und Biotopdiversität und ist als Bestandteil eines weltweiten Prozesses der Vereinheitlichung zu sehen.

Fruchtartendiversität: Das Fruchtartenspektrum ist heute stark eingeschränkt. Wenige Fruchtarten werden seit 1990 ohne erkennbare Fruchtfolge angebaut. Mehrjähriger aufeinanderfolgender Anbau von Winterweizen wurde in den Jahren 1994-1996 vom Autor häufig beobachtet. Solche Fruchtfolgen gefährden die genetische Diversität der Nutzpflanzen (Arten und Sorten) und haben negative Auswirkungen auf Flora und Fauna der Agrarlandschaften. Nach KRÖNERT (1996, S. 26) veränderten sich die Anbauverhältnisse zwischen 1989 und 1994 in % der LN in Sachsen wie folgt: Der Getreideanbau nahm von 53 % auf knapp 66 % zu, während der Hackfruchtanteil von 13 % auf ca. 4 % abnahm. Der Ackerfutteranteil nahm bedingt durch den Rückgang der Viehproduktion von 28 % auf 14 % ab, Obst- und Gemüseanbau verloren fast vollständig an Bedeutung (Rückgang von 6 % auf 1,3 % der LN). Gleichzeitig erhöhte sich der konjunkturelle Bracheanteil von 0 % auf 12,1 % der LN. Eine genaue Beschreibung der Anbauspektren der Untersuchungsräume geben die Tabellen 116, 124, 131 und 141 (alle im Anhang).

Artendiversität: Die Artenzahl ist in den betrachteten Agrarlandschaften stark eingeschränkt und wird hier am Beispiel der Vogelarten dargestellt. Vergleicht man die Anzahl der Brutvogelarten in ausgeräumten Agrarlandschaften, so zeigt sich durchweg eine sehr geringe Artensumme. Spezialisierte Brutvogelarten fehlen bis auf Greifvögel vollständig. Sehr geringe Artensummen der Brutvögel (0-10 Brutvogelarten pro km²) sind für die Region sowohl nach STUFA (1995) als auch nach KULTURBUND (1989) in den ausgeräumten Agrarlandschaften zu verzeichnen. Im Vergleich dazu sind in städtischen Bereichen der Region 30-50 Brutvogelarten pro km² normal. Die gleiche Problematik gilt für höhere Pflanzenarten, die mit wenigen stickstoffliebenden Arten ubiquitär in Intensivagrarlandschaften vertreten sind, während spezialisierte Arten (der roten Listen) fehlen.

Biotopdiversität: In den Untersuchungsräumen sind neben den Ackerflächen naturnahe und nicht landwirtschaftlich genutzte Biotope nur in geringer Anzahl und sehr kleinflächig vorhanden. Sie sind stofflich durch die Landwirtschaft belastet. Diese Fragmentierung der Landschaft bedingt für Arten die Verinselung ihrer Lebensräume und eine nicht ausreichende Größe der Minimalareale (SETTELE et al. 1996;

JEDICKE 1994; PFADENHAUER & GANZERT 1992). Damit verbunden ist der geringe Strukturreichtum der fragmentierten Biotope (Gehölze, Einzelbäume, Trockenrasen etc.). Deren Biotopwert ist lokal als hoch einzustufen, auch wenn ihre Fläche in der Intensivagrarlandschaft nur wenige Quadratmeter beträgt. Regional ist ihre Bedeutung für Arten meist nur geringwertig. Ansatzpunkte zur Verbesserung durch Umwandlung von Acker in Wald und Grünland sind in Kapitel 7 dargestellt.

Zusammenfassend ist die Landschaftsdiversität der Intensivagrarlandschaften stark eingeschränkt. Auf den Problembereich der eingeschränkten Landschaftsdiversität wird im Abschnitt 4.5 für die Testgebiete detailliert eingegangen.

4.3.5. Landschaftsbild und natürliche Erholungseignung

Das Landschaftsbild ist in allen vier untersuchten Räumen eintönig und monoton und daher als sehr geringwertig für die Erholungsfunktion einzuschätzen. Deshalb wurde vom Autor auf die detaillierte Anwendung einschlägiger Bewertungsverfahren verzichtet (MARKS et al. 1989; KIEMSTEDT 1967). Das Verfahren zur Bewertung der natürlichen Erholungseignung nach MARKS et al. (1989) bezieht folgende Parameter auf 250-Meter-Rasterbasis in die Bewertung ein: 1. die Hangneigung (je größer desto besser); 2. den Randeffect der Vegetation (je länger desto besser); 3. den Randeffect Gewässer (je länger desto besser) und 4. die Flächennutzung (Acker wird gering und Wald/Gewässer werden hoch eingeschätzt). Die Kombination dieser Merkmale führt in allen Untersuchungsräumen zu einer niedrigen Einstufung der Erholungseignung. Dieses Problem der geringen Erholungseignung wird noch dadurch verstärkt, daß eine „sanfte“ Erholungsnutzung (z.B. Spazierengehen) in den vier Untersuchungsräumen durch die Zerstörung von Wegeverbindungen kaum möglich ist. Zwischen 1936 und 1994 wurden zur Bildung der Großschläge zwischen 44 % (Barnstädt) und 62 % (Nerchau) der unbefestigten Wegeverbindungen zerstört und überackert, was gleichzeitig den Verlust von Obstbaumreihen und Feldrainen und der daran gebundenen Flora und Fauna bedeutete. Aus diesem Grunde ist zur Verbesserung der Erholungseignung in den Untersuchungsräumen eine Erhöhung der Strukturvielfalt und der Landschaftsdiversität zu fordern und gleichzeitig in manchen Bereichen eine behutsame Erschließung mit Wanderwegen und Wegeverbindungen notwendig.

4.3.6. Schlagaufteilung in der historischen Kulturlandschaft - ein Vergleich

Das Leitbild der historischen Kulturlandschaft wird häufig als das Synonym für eine intakte und nachhaltige Landnutzung angesehen. Zumindest werden die heutige Landnutzung und Biodiversität mit historischen Landnutzungszuständen verglichen (DRL 1991; PLACHTER 1991). Dabei werden jeweils unterschiedliche Zeitschnitte als Vergleich gewählt (z.B. 1850, 1950 etc.). Aus Gründen der Datenverfügbarkeit wurde in dieser Arbeit als Vergleich zum Aufnahmejahr der Biotoptypenkartierung 1994 der Zeitraum 1935/36 gewählt, für den Meßtischblätter in allen Untersuchungsräumen vorliegen. Der Vergleich mit Meßtischblättern der gleichen Räume des Zeitschnittes 1904 ergab im Vergleich zu 1935/1936 nur geringfügige Veränderungen der auf Karten verzeichneten Landschaftsstrukturen. Deshalb kann der Zeitschnitt 1935/36 als Vergleichszustand für die historische Kulturlandschaft verwendet werden.

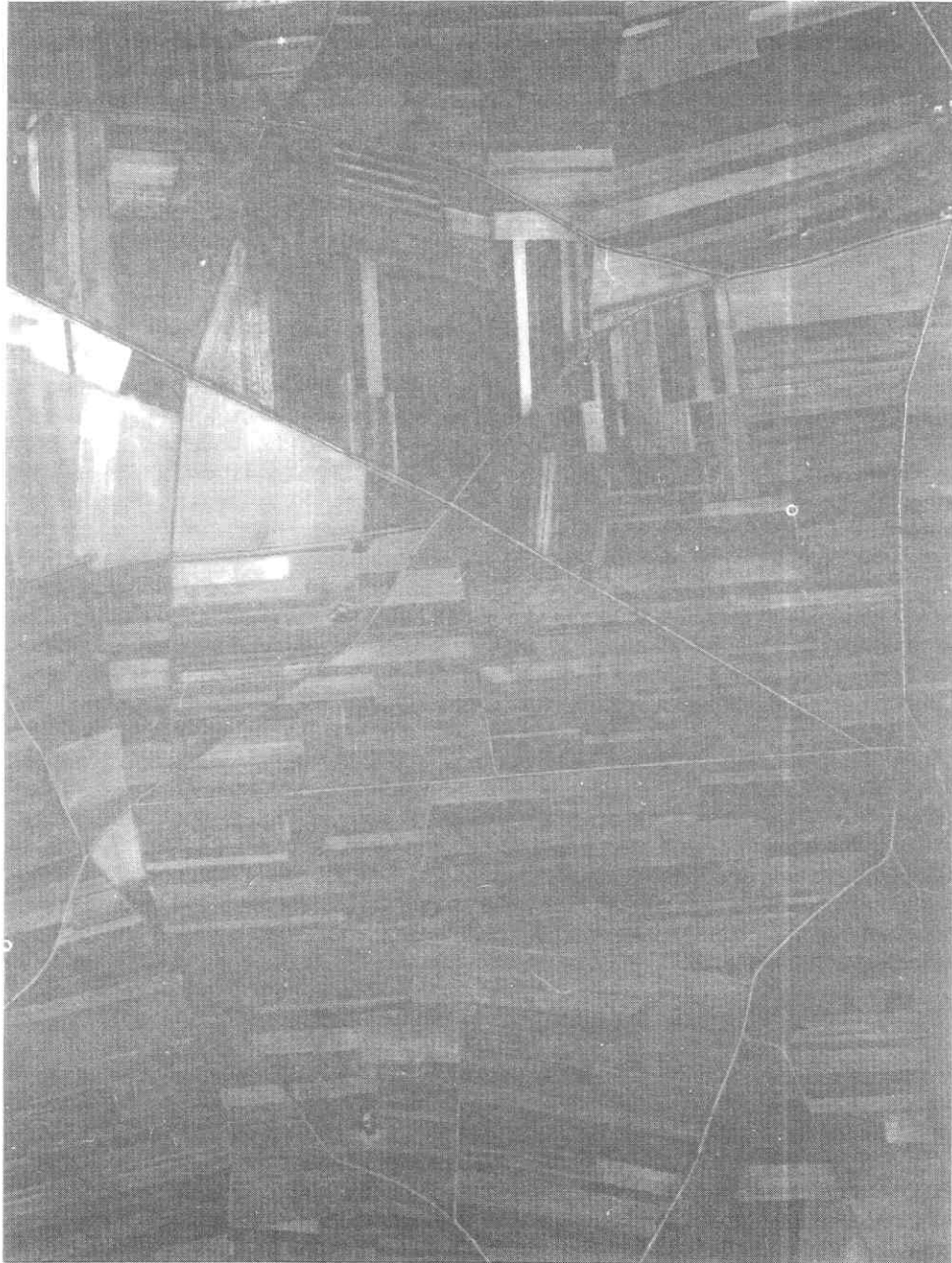


Abb. 7: Das Luftbild des Jahres 1957 zeigt für einen Ausschnitt des Untersuchungsraumes Jesewitz eine kleingekammerte Langstreifenflur. (Luftbild Nr. 76; Luftbildarchiv Potsdam)

Der Vergleich der heutigen Schlagaufteilung mit der historischen Kulturlandschaft vor der Kollektivierung ist an Hand von Karten nicht möglich, da Parzellengrenzen nicht eingetragen sind. Ein gutes Hilfsmittel sind alte Schwarz-Weiß-Luftbilder, die für den Untersuchungsraum Jesewitz flächendeckend aus dem Aufnahmejahr 1958 zur Verfügung standen. Auf den alten Luftbildern kann allerdings nicht exakt zwischen Ackerland und Grünland unterschieden werden (Abb. 7). Die heutige Parzellenaufteilung kann der Biotoptypenkarte (Karte 3) entnommen werden.

Der Vergleich zwischen der heutigen Parzellenaufteilung und der Anzahl und Größe der Felder des Jahres 1958 ergibt folgendes Bild:

- Die Anzahl der Parzellen verringerte sich im Untersuchungsgebiet Jesewitz von 281 (1958) auf 280 (1994). Gleichzeitig vergrößerte sich die durchschnittliche Parzellengröße von 1,35 ha auf 14,3 ha. Die größte Parzelle hat heute eine Fläche von 106,5 ha. Mit der Flurzusammenlegung entfielen somit etwa 90 % der die Parzellen begrenzenden Raine, zusätzlich Feldgehölze, Obstbaumreihen, Lesesteinhaufen, Wegeverbindungen, kleine Fließgewässer und Gräben und Grünländereien. Besonders wichtig ist auch die Einschränkung der Vielfalt der angebauten lokalen Feldfrüchte und deren Sorten. Diese Struktur- und Fruchtartenvielfalt bot unterschiedliche ökologische Nischen für Flora und Fauna.

Wie das Luftbild eines Ausschnittes des Untersuchungsraumes Jesewitz (Abb. 7) zeigt, gliederte sich 1958 die historische Kulturlandschaft in eine kleingekammerte Langstreifenflur mit nur wenigen Hecken. Diese Feldflur war bei vorherrschend westlicher Hauptwindrichtung nord-süd orientiert. Auf Feldstreifen von meist weniger als 50 m Breite auf sandigen Substraten war die Winderosion stark eingeschränkt, da der Wind keine großen zusammenhängenden ungeschützten Bodenflächen angreifen konnte. Windhindernisse wie Hecken und Hochraine bremsten die Windgeschwindigkeit.

Die Karte 15 zeigt die aus dem Meßtischblatt abgeleitete historische Landnutzung im Untersuchungsraum Jesewitz im Jahr 1935. Auffällig ist der schon damals sehr hohe Ackeranteil. Die einzelnen Ackerflächen waren durch eine Vielzahl von Wegeverbindungen erschlossen, die gleichzeitig Verbindungen zwischen den Dörfern darstellten. Die Lage der Dörfer zeigt eine Anbindung an das Gewässernetz und die Existenz ortsnahe Grünlandes für die Viehzucht. Entlang des Lindelbaches erstreckte sich ein breiter Grünlandbereich zwischen Gotha und Jesewitz, welcher fast bis Gallen reichte. Dieses Grünland ist heute nur noch in wenigen Parzellen erhalten. Der Rest der Flächen ist melioriert. Auf den Ackerflächen an diesen Standorten sind heute Vernässungen nach Schäden im Drainagesystem unübersehbar. Teilbereiche dieser natürlichen Grünlandstandorte sind im Jahre 1994 brachgefallen (z.B. zwischen Gostemitz und Weltewitz).

Der Vergleich der prozentualen Verteilung der historischen Landnutzung (1935) mit der heutigen Landnutzung (1994) in Tab. 25 zeigt, daß sich an der Dominanz der Ackernutzung nichts geändert hat. Die Ackerfläche ging für die Ausweitung des bebauten Bereiches, für Abgrabungen und Wald von 87,6% auf 83,4% zurück. Gleichzeitig vergrößerte sich die Ackerfläche durch Umwandlung von Grünland in Ackerland. Am Ort von Abgrabungen (vegetationsfreie Flächen des Jahres 1935) folgten als Nachnutzung 1994 Gehölze, während neue vegetationsfreie Flächen an anderen Stellen hinzukamen (Kap. 3.7.1.1).

Tab. 25: Veränderung der Nutzungstypen im Untersuchungsraum Jesewitz zwischen 1935 und 1994

Nutzungstypen Jesewitz	Flächengröße 1935 (%)	Flächengröße 1994 (%)
Acker	87,4	83,4
Bebauter Bereich	2,7	7,2
Vegetationsfreie Fläche	0,5	1,1
Gewässer	0,5	0,6
Gehölz	0,9	2,1
Krautige Vegetation	6,9	3,2
Wald	1,1	2,5
Summe	100,0	100,0

(eigene Ergebnisse)

Insgesamt ist für die Entwicklung der Flächennutzung der letzten 60 Jahre ein Rückgang der landwirtschaftlich genutzten Fläche (Acker und Grünland) von 94,5% auf 86,6% der Gesamtfläche zu verzeichnen. Dieser Rückgang ist durch eine Vergrößerung des bebauten Bereiches (häufig landwirtschaftliche Produktionsanlagen) und die Erhöhung der verbrauchten Flächen (ehemalige Abgrabungen, Restflächen) erklärbar.

Interessant ist, daß die Bildung maximaler Schlaggrößen in keinem der vier Untersuchungsräume zu einer Vergrößerung, sondern durchweg zu einer Verkleinerung der Gesamtheit der verfügbaren landwirtschaftlichen Nutzflächen führte. Besonders in den Testgebieten Barnstädt und Gimritz kam es durch die Aufgabe marginaler Standorte zu einem weiteren Rückgang der landwirtschaftlichen Anbauflächen nach 1990. Diese aufgelassenen Flächen können sich sukzessive zu für den Naturschutz hochwertigen Biototypen entwickeln.

Während die historische Kulturlandschaft heute in der Landschaftsplanung eine häufig verwendete Zielgröße zur Ableitung zukünftiger Landnutzungsverteilungen ist, müssen dennoch Einschränkungen für die Anwendbarkeit dieses Verfahrens genannt werden. Wird aus historischen Luftbildern die durchschnittliche, für eine Landschaft anzustrebende, Schlaggröße abgeleitet, so sind noch keine Aussagen über die Bodenverhältnisse und die Standortangepaßtheit der historischen Nutzung und Schlaggröße gemacht. Vielmehr sind die historischen Schlaggrößen eher Ausdruck der Bodenbesitz- und Pachtverhältnisse und das Ergebnis bewirtschaftungstechnischer Erfordernisse und der damaligen geringen Verfügbarkeit landwirtschaftlicher Maschinen. Obwohl es unzweifelhaft ist, daß die historische Fluraufteilung eher dem Ziel der Mehrfachnutzung und des integrierten Naturschutzes entsprach, ist eine Ableitung von Umweltqualitätszielen aus der historischen Flächennutzung im Raum Jesewitz nur für das in den dreißiger Jahren existierende Grünland möglich (Kap. 6.2.), weil dieses Grünland an auch heute noch potentiell feuchten und nassen Standorten liegt.

Der Vergleich der durchschnittlichen Schlaggröße in Tabelle 22 mit der Schlaggröße 1958 zeigt, daß die durchschnittliche Feldgröße im Untersuchungsraum Jesewitz von 1,35 ha (1935) auf 14,3 ha (1994) gestiegen ist bei einer heutigen durchschnittlichen Flächengröße der Einzelflächen der Böden von 4,2 ha. Während heute ein Bodenarten-Ackerflächen-Verhältnis von 1:3,4 zu beschreiben ist, liegt das BAV für die Agrarlandschaft des Jahres 1935 mit 3,1:1 deutlich über dem aus bodenkundli-

cher Sicht abgeleiteten Umweltqualitätsziel von BAV 1:1. Die durchschnittliche Schlaggröße des Jahres 1935 (1,35 ha) ist damit kleiner als die aus Überlegungen zur Bodenheterogenität abgeleitete Schlaggröße (4,2 ha; Tab. 24). Deshalb sind bei der Zielstellung einer regulations- und mehrfachnutzungsorientierten Landschaftsstruktur und Schlagaufteilung andere (und meist größere) Schläge zu erwarten als bei starker Anlehnung an das historische und kulturlandschaftliche Leitbild.

4.4. Die Ausstattung der Agrarlandschaften mit linearen Landschaftselementen

Neben den in den vorherigen Abschnitten diskutierten flächenhaften Landschaftselementen, die durch die Flächennutzung (Biototypen) und in Agrarlandschaften durch die Schlagaufteilung beschrieben werden, sind lineare Elemente in der Landschaft für die Beurteilung des Biotopverbundes und des Landschaftsbildes, aber auch für die Bestimmung des Zerschneidungsgrades bedeutend. Lineare Elemente in der Agrarlandschaft sind auch die Voraussetzung zur Minderung unerwünschter morphologischer Prozesse. Es wird zwischen linearen Vegetationselementen, dem Gewässernetz, dem Straßennetz und Feldrainen unterschieden.

4.4.1. Lineare Vegetationselemente

Unter linearen Vegetationselementen werden alle linearen Biototypen (linienhafte Strukturelemente) gefaßt, die wegen einer Breite von weniger als 10 m nicht mehr als Flächen im Maßstab 1:10.000 dargestellt werden können. Nach dem in Kapitel 1 beschriebenen Biototypenschlüssel für CIR-Befliegungen wird in den Untersuchungsräumen zwischen Hecken, linearen Gebüsch, nicht standortgerechten Gehölzpflanzungen und Baumreihen unterschieden. Diese werden nach ihrer Baumartenzusammensetzung differenziert. Außerdem wird als strukturelles Merkmal zur Beschreibung des Erhaltungszustandes und des Erscheinungsbildes der linearen Vegetationselemente die Lückigkeit und der Totholzanteil aufgenommen. Wegen der Mehrstufigkeit des Biototypenschlüssels konnten diese Informationen nur teilweise in den Karten der linearen Vegetationselemente (Karten 7-11) dargestellt werden. Gewässer, die ebenfalls häufig von linearen Vegetationselementen begleitet werden, sind gesondert aufgeführt (Kapitel 4.4.2.).

Tab. 26: Lineare Vegetationselemente

	Lineare Vegetationselemente (m/ha)	davon: Obstbaumreihen (m/ha)
Jesewitz	14,2	7,3
Nerchau	12,9	10,4
Gimritz	12,9	8,0
Barnstädt	11,4	8,4

(eigene Ergebnisse)

Die Tabelle 26 zeigt die Ausstattung mit linearen Vegetationselementen (ohne Fließgewässer) in den vier Untersuchungsräumen, die insgesamt als gering einzustufen ist. Die linearen Vegetationselemente bestehen mit einer Länge zwischen 11,4 m/ha (Barnstädt) und 14,2 m/ha (Jesewitz) zu 55 % (Jesewitz) bis 80 % (Nerchau) aus Obstbaumreihen. Diese haben auf Grund ihrer starken Lückigkeit heute nur einen geringen Einfluß auf die Reduzierung der Windgeschwindigkeit und für den Schutz vor unerwünschten morphologischen Prozessen in der Landschaft.

Die Bedeutung der Obstbaumreihen als historische Zeugen der Kulturlandschaft ist für das Landschaftsbild hoch. In den ausgeräumten Agrarfluren bestehen sonst wenig landschaftstrukturierende Ansatzpunkte. Eine Neupflanzung und Reaktivierung der Baumreihen mit Obst- oder Laubbaumarten ist in allen Untersuchungsräumen dringend geboten, da das Alter der meisten Bäume hoch ist. In naher Zukunft ist zu befürchten, daß diese Baumreihen vollständig der Landschaft verloren gehen. Die Anpflanzung neuer Heckenstrukturen in der Agrarlandschaft nach der Kollektivierung übersteigt mit Ausnahme der Windschutzpflanzungen im Norden des Untersuchungsraumes Jesewitz (Karte 3) nicht die Relevanz von landschaftshaushaltlich bedeutungslosen Maßnahmen (Raum Barnstädt) oder sie fehlen vollständig (Nerchau, Gimritz). Die Einstufung der Länge aller linearen Vegetationselemente ergibt nach den Bewertungsklassen der Erholungseignung nach MARKS et al. (1989) in allen 4 Untersuchungsräumen eine geringe (niedrige) Einstufung. Eine Anreicherung der Landschaft mit linearen Vegetationselementen wird vom Verfasser als dringend erforderlich betrachtet. Neben Landschaftsbild, Erholungsvorsorge und Bodenerosionsschutz spielt die Wiederherstellung einer Biotopvernetzung durch lineare Biotopstrukturen in den Untersuchungsräumen eine große Rolle (vgl. das Konzept des Biotopverbundes in Kap. 2).

4.4.2. Gewässernetz

Das Gewässernetz in allen vier Untersuchungsräumen wird durch den Vergleich der Jahre 1936 und 1994 beschrieben (Karten 16 bis 19). Das Jahr 1936 ist ein Zeitschnitt mit schon fortgeschrittener Regulierung des Oberflächenwasserhaushaltes durch den Menschen. Dieser Zeitschnitt kann mit der Gewässerlänge (1936) der linearen Gewässer (und der Standgewässer) als Tendenz der natürlichen Gewässerdichte im Vergleich zu heute benannt werden. Bei der Dichte des Gewässernetzes gibt es regionale Unterschiede. Zur Beschreibung des Gewässernetzes wurde zwischen Gräben und Bächen differenziert, welche zur besseren Vergleichbarkeit in der Tab. 27 zu einem Wert zusammengefaßt sind. Die Werte wurden Meßtischblättern, topographischen Karten und der Biotoptypenkartierung entnommen.

Tab. 27: Vergleich des Gewässernetzes 1935/1936 und 1994

		Jesewitz	Nerchau	Gimritz	Barnstädt
Bäche und Gräben 1936	km	46,5	55,3	33,0	16,9
Gewässer 1936	m/ha	9,7	17,8	9,0	3,8
Bäche und Gräben 1994	km	23,1	34,9	28,7	13,8
Gewässer 1994	m/ha	4,8	11,3	7,8	3,1
Bäche und Gräben 1994	% von 1936	49,6	63,3	87,0	81,2

(eigene Ergebnisse)

Der Raum Barnstädt hat durch seine Lage im Mitteldeutschen Trockengebiet und durch das wasserdurchlässige Untergrundgestein (Muschelkalk) eine sehr geringe Gewässerdichte von 3,1 m/ha im Jahre 1994. Die Gewässerlänge 1994 wurde durch Verrohrung auf 81 % der 1936 vorhandenen Gewässerlänge reduziert (Karte 18).

Bedeutend stärker waren die meliorativen Eingriffe im Untersuchungsraum Jesewitz (Karte 16), wo durch eine Reduktion des Gewässernetzes auf ca. 50 % der Gewässerlänge diese von 9,7 m/ha (1935) auf 4,8 m/ha (1994) zurückging. Ähnlich starke Eingriffe waren im Untersuchungsraum Nerchau nicht möglich (Karte 17), da die

stark eingeschnittenen Gründe nicht maschinentechnisch nutzbar sind. Der Rückgang der Gewässerlänge 1994 auf 63,3 % der 1936 bestehenden linearen Gewässer ist durch die Zerstörung der Quellgebiete der Gründe (grünlandgenutzte Dellen) und deren Umwandlung in Ackerflächen zu erklären. In diesen Dellen bildet sich jährlich ein neues Gewässernetz aus, welches durch die Bodenbearbeitung wieder zerstört wird. Im Raum Gimritz wurden einige Gewässer vollständig zerstört, während andere in ihrem Verlauf nur wenig verändert und verbaut wurden.

Als Fazit aus der Betrachtung der Gewässerlängen in den Untersuchungsräumen ist die praktisch vollständige Zerstörung (durch Verrohrung, Begradigung, Ausbau etc.) der natürlichen Gewässerläufe durch die Bildung einer maschinengerechten Landschaftsstruktur für die Agrarwirtschaft hervorzuheben. Hierdurch wurde die Ausstattung mit linearen Gewässern stark eingeschränkt. Die Gewässerdichte von wenigen Metern pro ha kann in allen Untersuchungsräumen heute in Anlehnung an MARKS et al. (1989) als gering oder sehr gering (Barnstädt) eingeschätzt werden. Gerade das Gewässernetz bietet sich für die Entwicklung neuer linearer Vegetationsgrundstrukturen und den Biotopverbund in Agrarlandschaften an. Dabei ist z.B. die Entwicklung schmaler (ca. 10 m breiter) Randstreifen beidseitig der Gräben (Gewässer) möglich. Besser ist die Entwicklung breiterer Sukzessionszonen im Bereich von Tiefenlinien, in denen den Gewässern die Möglichkeit zur freien Morphologie belassen wird. Hierdurch können die Selbstreinigungskraft der Gewässer, die Abflußregulation der Landschaft und auch das Landschaftsbild deutlich verbessert werden. Die Offenlegung von verrohrten Gewässern und die Renaturierung naturferner Gräben ist in allen Untersuchungsräumen dringend notwendig.

4.4.3. Straßennetz

Die heute die Landschaften prägenden und häufig belastenden linearen Landschaftselemente sind die Straßen. Die Grundlage für das Straßennetz wurde mit der historischen Besiedlung der Räume in Form des die Dörfer und Städte verbindenden und die Feldflur erschließenden Wegenetzes gelegt.

Differenziert wird in Tab. 28 nach (befestigten und heute asphaltierten) Straßen und (unbefestigten) Wegen. Untersucht wurden wiederum die Zeitschnitte 1936 und 1994 (Karten 20 bis 23). Tab. 28 zeigt die Veränderung des Straßen- und Wegenetzes im Vergleich der Jahre 1994 und 1936/1936.

Tab. 28: Straßen- und Wegenetze in den Untersuchungsräumen

Straßennetz 1936	Jesewitz	Nerchau	Gimritz	Barnstädt
Straßen (km)	36,7	31,4	24,9	20,0
Straßen 1936 (1994 rückgebaut) (km)	7,5	19,5	1,5	3,3
Wege (km)	140,1	72,7	105,8	138,7
Gesamt (km)	184,2	123,6	132,2	162,1
Wege und Straßen (in m/ha)	38,2	39,9	35,9	36,0
Straßennetz 1994				
Straßen (km)	37,7	36,2	24,1	20,6
Straßen nach 1936 angelegt/befestigt (km)	2,1	0,8	9,1	0,9
Wege (km)	69,6	27,7	42,9	78,3
Autobahn (km)	0,0	6,9	0,0	0,0
Gesamt (km)	109,4	71,6	76,1	99,8
Wege und Straßen (in m/ha)	22,7	23,1	20,7	22,2
Gesamtlänge 1994 (in % von 1936)	59,4	57,9	57,6	61,5
Wegelänge 1994 (in % von 1936)	49,7	38,1	40,5	56,4

Ein interessantes Ergebnis der Untersuchungen ist, daß die Länge des Straßen- und Wegenetzes sowohl im Jahre 1936 als auch 1994 in allen Testgebieten ähnlich war.

- Im Jahre 1936 existierten zwischen 35,9 m/ha und 38,2 m/ha Wege und Straßen. Diese waren überwiegend zur Erschließung der kleingekammerten Felder notwendig. Trotz unterschiedlicher Relief- und Bodenverhältnisse und verschiedener Gewässernetze sowie Siedlungsstrukturen ist die für die Erschließung notwendige Weglänge in allen Untersuchungsräumen sehr ähnlich. Die Wege waren jeweils ausgehend von einem Dorf auf dessen Gemarkung ausgerichtet. Die Wege boten genügend Möglichkeiten zur Fortbewegung zu Fuß oder mit dem Fahrrad zwischen den Dörfern durch Nutzung kürzester Distanzen.
- Für das Jahr 1994 war die Straßen- und Wegelänge wiederum einheitlich für alle Untersuchungsräume auf Werte zwischen 20,7 m/ha und 23,1 m/ha reduziert. Heute sind die Wegenetze einseitig auf die Erschließung der Schläge und die Maschinenstationen der ehemaligen LPG ausgerichtet. Die obigen Einflußfaktoren (Relief etc.) haben keine Auswirkungen auf die Wegelänge in den Untersuchungsräumen.

Die Zahlen in Tab. 28 belegen, daß die Gesamtlänge des Straßen- und Wegenetzes 1994 auf 57,6 % bis 61,5% der Länge von 1936 zurückging. Bei der Betrachtung der die Feldflur erschließenden unbefestigten Wege zeigt sich im zeitlichen Vergleich ein differenzierteres Bild. Unbefestigte Wege wurden bei der Zerstörung der gewachsenen Kulturlandschaft zum großen Teil überackert. Dabei wurden wertvolle Feldraine und begleitende Biotopstrukturen zerstört.

Die Wegelängen 1994 betragen z.B. im Untersuchungsraum Nerchau nur noch 38,1% der Länge des Jahres 1936 (Tab. 28 und Karte 21). Dieser geringe Wert ist durch den Bau der Autobahn Leipzig-Dresden und durch die maschinengerechte Umgestaltung der Feldflur zu erklären. Mehrere Ortsverbindungsstraßen wurden vollständig abgebaut und in Acker umgewandelt. Der geringste Rückbau des Wegenetzes auf 56,4 % der Länge von 1936 erfolgte im Raum Barnstädt (Karte 22). An der Schichtstufe von Grockstädt wurden einige Wege aufgegeben, die zur Erschließung der heute aufgelassenen Felder und Gärten 1936 noch notwendig waren. Im Bereich der Querfurter Platte wurde das rechteckige Wegenetz stark ausgedünnt und auf die Maschinenstation der LPG in Barnstädt ausgerichtet. Die Wegelänge in Barnstädt ist gerade wegen der extrem großen Schläge ähnlich groß wie in den anderen Räumen, da nun bedeutende Umwege für Transporte in Kauf genommen werden müssen. In den Räumen Jesewitz (Karte 20) und Gimritz (Karte 23) zeigt sich ein vergleichbares Bild. In beiden Räumen ist das Wegenetz etwa auf 40 % bis 50 % des Wertes von 1936 verringert.

Heute unbefestigte Wege sind in allen Untersuchungsräumen in einem desolaten Erhaltungszustand. Sie werden teilweise auch nicht mehr für landwirtschaftliche Zwecke genutzt.

Mit dem Rückbau des Wegenetzes wurden in allen Untersuchungsräumen begleitende Feldraine, Krautsäume, Gehölze und Baumreihen zerstört. Diese Elemente der Kulturlandschaft hatten, bei nach heutiger Sicht extensiver Nutzung der angrenzenden Felder, einen sehr hohen ökologischen Wert für Flora und Fauna, da es sich um alte und sehr alte Strukturen mit sehr langen Entwicklungszeiten handelte. Ein Vergleich des Straßen- und Wegenetzes 1936 mit dem 1821 herausgegebenen OBERREITSCHEN ATLAS deutet auf sehr geringe Änderungen im Wegenetz innerhalb dieser 115 Jahre hin.

Die Länge der unbefestigten Wege zur Berechnung des Zerschneidungsgrades zu verwenden ist nicht sinnvoll. Begleitende Biotopstrukturen dieser Wege bieten in ausgeräumten Agrarlandschaften die letzten Habitate für die Fauna, obwohl diese durch die angrenzende landwirtschaftliche Nutzung durchweg stofflich belastet werden. Der Verlauf der in Acker umgewandelten Wege bietet sich heute gut für den Aufbau neuer Landschaftsstrukturen an, da die Grundstücke der Wege meist als öffentliche Flächen im Gemeindebesitz sind.

Die Zerschneidung der Landschaften mit Straßen ist 1994 in allen Räumen als gering bis mittel einzustufen. Unzerschnittene Räume bieten ein hohes Potential für den Arten- und Biotopschutz (KAULE 1993). Den Zerschneidungsgrad durch Straßen für den Zeitschnitt 1936 zu berechnen, ist nicht sinnvoll, da diese mit niedriger Verkehrsdichte und geringem Ausbauzustand nur für Tiere mit kleinem Aktionsradius ein Hindernis darstellten (Tab. 29).

Die heutige Zerschneidung der Landschaften bezieht sich auf die weitflächige Verlärmung und die Belastung mit Schadstoffen, welche z.T. im Umkreis der Straßen abgelagert werden. Zusätzlich sind durch die Breite der Straßen und die hohe Verkehrsfrequenz echte Barrieren für fast alle Tierarten entstanden. Es kann von einer Fragmentierung der Landschaft gesprochen werden (SETTELE et al. 1996).

Tab. 29: Dichte des Straßennetzes in den Untersuchungsräumen

	Größe (ha)	Straßen (km)	Straßen (m/ha)
Jesewitz	4817,5	39,8	8,3
Nerchau	3095,8	43,9	14,2
Gimritz	3679,6	33,2	9,0
Barnstädt	4500,0	21,5	4,8

(eigene Ergebnisse)

Die Dichte des Straßennetzes ist im Raum Barnstädt mit 4,8 m/ha sehr gering (Karte 22). In diesem Untersuchungsraum ständen, wenn eine umweltschonende und extensive Landwirtschaft betrieben würde, große unzerschnittene und ungestörte Räume für die Fauna zur Verfügung. Der starke Ausräumungsgrad bevorzugt heute große Greifvögel. Mit den Umgestaltungen der Feldflur und der Intensivierung starb im Raum Barnstädt in den siebziger Jahren die Großtrappe aus, die als Lebensraum extensive Offenlandschaften benötigt.

Die Straßennetzdichte ist in den Räumen Jesewitz und Gimritz mit 8,3 m/ha und 9,0 m/ha als nur gering einzustufen (Karten 20 und 23). Höher ist der Zerschneidungsgrad (mit 14,2 m/ha) im Untersuchungsraum Nerchau (Karte 21). Hier ist durch den Bau der Autobahn Leipzig-Dresden (ca. 1970) eine scharfe Landschaftsgrenze entstanden, die die Dörfer und Biotope stark voneinander trennt. Die auch ohne Autobahn größere Dichte des Straßennetzes im Untersuchungsraum Nerchau (mit 12 m/ha) ist durch die starke Streulage der kleinen Ortschaften bedingt. Durch das Straßennetz ist in den vier Untersuchungsräumen, bei einer angenommenen durchschnittlichen Straßenbreite von 6 Metern, ein durchschnittlicher Anteil von weniger als 1 % der Fläche versiegelt. Dies ist als gering einzustufen.

Eisenbahnstrecken bzw. stillgelegte Bahntrassen gibt es in allen vier Untersuchungsräumen (Karten 20 bis 23). Die Strecken in den Räumen Gimritz und Nerchau sind nicht mehr in Betrieb. Die Trassen werden nicht genutzt oder dienen als Wegeverbindungen. In den Räumen Barnstädt und Jesewitz bieten die Randbe-

reiche der auf Dämmen oder Einschnitten geführten Trassen Platz für eine relativ ungestörte Biotopentwicklung. Diese Flächen können durch breite Saumbiotope in einen Biotopverbund einbezogen werden.

Zusammenfassend ist das Straßen- und Wegenetz heute einseitig auf die Bedürfnisse der landwirtschaftlichen Großbetriebe ausgerichtet. Die Erreichbarkeit der Dörfer ist häufig mit weiten Umwegen verbunden, weil eine direkte Wegeverbindung nicht mehr besteht. Dies schränkt besonders den Bereich der Erholung ein, da Rundwege im Umkreis der Dörfer in allen Untersuchungsräumen nicht mehr oder nur entlang befahrener Straßen möglich sind. In einen zukünftigen Biotopverbund müssen Dörfer verbindende Fußwege einbezogen werden.

4.4.4. Feldraine

Mehr oder weniger breite Feldraine und unbeackerte Feldgrenzen sind beständige Strukturen in der Agrarlandschaft und damit Rückzugsgebiete für die Fauna. Raine sind Standorte mehrjähriger Pflanzenarten in der jährlich beackerten Feldflur. Feldraine bilden Grenzen für die morphologischen Prozesse in der Agrarlandschaft.

Die Bestimmung der Rainlängen aus der eigenen Biotoptypenkartierung des Jahres 1994 erfolgte mit zwei Einschränkungen. Erstens wird an der Grenze jedes Acker-schlages von der Existenz eines Feldraines ausgegangen, obwohl zum Teil nur eine einfache Pflugfurche besteht. Zweitens wird an Acker-Acker-Grenzen durch die Berechnung der Längen mit GIS die Rainlänge für jeden einzelnen Schlag und somit doppelt gezählt. Aus diesem Grunde wird die absolute Rainlänge halbiert. Hierbei wird bei Straßen und Wegen nur ein Rain gerechnet und Acker-Wald-Grenzen etc. gehen nur mit 50 % in die Berechnung ein.

Das Ergebnis ergibt in Jesewitz eine durchschnittliche Rainlänge von 50,9 m/ha, in Nerchau 45,5 m/ha, in Gimritz 40,8 m/ha und in Barnstädt 38,3 m/ha. Diese Rainlänge steht mit der Schlaggröße und der Schlagform in Beziehung. Quadratische Schläge weisen eine geringere Kantenlänge auf als rechteckige bzw. langgezogene und streifenförmige Schläge. Die regional relativ hohe Rainlänge für den Untersuchungsraum Jesewitz ist durch die streifenförmige Aufteilung zahlreicher Schläge im Norden des Raumes zu erklären.

Ein Vergleich der heutigen Feldraine mit der Rainlänge des Jahres 1958 für den Raum Jesewitz ist nur ansatzweise möglich. Weiter vereinfachend für diesen Vergleich wird angenommen, daß die absolute Rainlänge alleine von der Schlaggröße abhängt und die Schlagform in ihren Proportionen unverändert blieb. Wie in Kapitel 4.4. beschrieben, sank die absolute Anzahl der Felder von 2981 im Jahre 1958 auf 280 (1994). Dies würde eine etwa zehnmal höhere Rainlänge von ca. 500 m/ha für 1958 bedeuten. Der Flächenbedarf dieser Raine betrug bei vorsichtiger Annahme einer durchschnittlichen Breite von 50 cm 2,5 % der Anbaufläche des Jahres 1958. Bei gleicher Annahme für das Jahr 1994 umfaßte die mit Feldrainen bedeckte Fläche nur noch 0,25 % der Anbaufläche. Mit der Gestaltung der Feldflur für die industriemäßige Landwirtschaft ist somit im Raum Jesewitz ein wichtiger Bestandteil der Feldflur in seiner Funktionsfähigkeit um ca. 90 % gemindert worden.

Als **Umweltqualitätsziel** ist eine starke Erhöhung der Rainlängen und Rainbreiten in den Untersuchungsräumen zu benennen. Diese Erhöhung sollte umso größer ausfallen, je dominanter der Ackeranteil an der Gesamtfläche eines Raumes ist. Bei der

dringend notwendigen Schlagaufteilung ist auf die Anlage fester (langjähriger) Strukturen mit ausreichender Breite (1 m und breiter) zwischen den Parzellen zu achten.

Ein Vergleich zwischen heutiger Rainlänge und der Länge der Bodengrenzen der Untersuchungsräume (bzw. als potentielle Rainlänge in m/ha ausgedrückt), die homogen bewirtschaftete Areale voneinander trennen sollten, weist auf die Notwendigkeit einer deutlichen Verlängerung der Raine hin. Tab. 30 zeigt dieses Umweltqualitätsziel in den Untersuchungsräumen.

Tab. 30: Umweltqualitätsziel Rainlänge in Agrarlandschaften

	aktuelle Rainlänge (m/ha)	potentielle Rain- länge (m/ha)	Defizit (%)	Verhältnis IST : SOLL
Jesewitz	51	131	61	2,6
Nerchau	46	111	59	2,4
Gimritz	41	145	72	3,6
Barnstädt	38	107	64	2,8

(eigene Ergebnisse)

Die Orientierung des Umweltqualitätszieles der potentiellen „Rainlänge in Agrarlandschaften“ an den Bodengrenzen entsprechend der „primären Landschaftsstruktur“ (Kapitel 2.6) zeigt, daß in allen Räumen zwischen 60 bis 70 % der benötigten Raine fehlen. Die Rainlänge kann an das Bodenarten-Ackerflächen-Verhältnis (BAV) angepaßt werden (Kapitel 4.3.2). Darüber hinaus ist bei großflächig homogenen Bodenverhältnissen die Anlage von Rainen aus funktionaler Sicht oder zur Entwicklung von linearen Biotopen mit Bedeutung für die Biotopvernetzung notwendig (Kapitel 7).

4.5. Landschaftsdiversität

Für die Berechnung der Landschaftsdiversität dienen im Unterschied zu den oben aufgeführten linearen Landschaftsstrukturen (Kapitel 4.4) die flächenhaften Landschaftselemente (flächenhafte Biotope) und ihre Grenzlängen in den Untersuchungsräumen als Berechnungsgrundlage.

Die Landschaftsdiversität ist als Ausdruck aller Flächennutzungen in jedem Untersuchungsraum unterschiedlich und schließt auch die nicht-landwirtschaftliche Flächennutzung ein. Die Landschaftsdiversität im Sinne der sekundären Landschaftsstruktur wird vom Verfasser aus dem Randlängen-Biotopflächen-Verhältnis mit dem Dispersionsgrad (D) nach RINGLER (1981) bestimmt (Kapitel 2.7). Der Dispersionsgrad des Bodens (Db) entspricht der primären Landschaftsstruktur (R) nach MANDER et al. (1988), die vom Verfasser im Maßstab 1:10.000 als das Umweltqualitätsziel der „potentiellen Landschaftsdiversität“ quantifiziert wird.

In diesem Abschnitt werden der Dispersionsgrad der Nutzungstypen (D) und des Bodens (Db) in den vier Untersuchungsräumen bestimmt und verglichen. Durch diesen Vergleich werden die Ansätze der Bodendiversität und der Landschaftsdiversität zusammengeführt, wodurch eine regionale Quantifizierung von Landschaftsstrukturdefiziten ermöglicht wird.

4.5.1. Berechnung der Dispersionsgrade für Flächennutzung und Bodenarten

Zur Berechnung des Dispersionsgrades werden zunächst die Gesamtflächen der einzelnen Nutzungstypen summiert und mit der Grenzlinienlänge des jeweiligen Nutzungstyps in Beziehung gesetzt. Als zweiter Schritt werden für die Gesamtbewertung der Landschaft alle Dispersionsgrade für einen Untersuchungsraum summiert, wodurch die Ökotonndichte des Raumes gefaßt wird (Kap. 2.7).

Der Dispersionsgrad ist auf die Landschaft als Gesamtheit bezogen. Aus statistischen Gründen sollten Diversitätsberechnungen mit einer statistischen Grundgesamtheit von mindestens 100 Datensätzen erfolgen. Der Berechnung in dieser Arbeit liegen zwischen ca. 420 - 1400 Datensätze zugrunde. Die Betrachtung der Einzelwerte macht auch die Bedeutung der einzelnen Landschaftselemente in der Diversitätsberechnung deutlich, da durch den hohen Flächenanteil großer Ackerflächen der Dispersionsgrad (D) der Gesamtlandschaft niedrig ist und dieser Wert nicht durch wenige Gehölze oder kleine Waldparzellen deutlich erhöht werden kann. (Diese Dispersionsgrade (D) für Biotoptypen finden sich in den Tabellen zu den Kapiteln 3.2 und 3.6 im Anhang). Als Grundlage dienen die zusammengefaßten Ergebnisse der in 3.2 und 3.6 dargestellten Analysen der Biotop- und Nutzungstypen (in Tab. 31).

Tab. 31: Grenzlinienlängen (km) und Flächengrößen (ha) der Nutzungstypen in den vier Untersuchungsräumen

<i>Nutzungstyp</i>		Jesewitz	Nerchau	Gimritz	Barnstädt
Acker	ha	4054,63	2339,55	2388,48	3910,39
Bebauter Bereich	ha	329,87	173,94	261,26	242,32
Vegetationsfreie Fläche	ha	50,75	19,28	119,76	40,04
Gewässer	ha	25,38	8,46	7,15	8,94
Gehölz	ha	94,54	59,75	71,87	75,89
Krautige Vegetation	ha	145,23	379,08	818,04	137,89
Wald	ha	117,10	115,76	13,06	84,43
Gesamtfläche (S)	ha	4817,50	3095,82	3679,61	4499,90
Grenzlinienlänge					
Acker	km	490,50	282,02	300,19	334,50
Bebauter Bereich	km	88,99	53,96	46,84	58,96
Vegetationsfreie Fläche	km	16,13	8,55	23,76	9,66
Gewässer	km	13,54	3,32	4,09	9,24
Gehölz	km	66,49	33,40	46,43	31,09
Krautige Vegetation	km	34,35	108,70	150,45	47,76
Wald	km	47,14	46,10	4,73	22,12
Gesamtlänge (Ij)	km	757,14	536,04	576,50	513,35

(eigene Ergebnisse)

Die Werte des Dispersionsgrades (D) für die einzelnen Nutzungstypen, die in Tab. 32 wiedergegeben sind, werden ermittelt über die in Tab. 31 aufgeführten Flächengrößen und Grenzlinienlängen der jeweiligen Nutzungstypen bezogen auf die Gesamtfläche des Untersuchungsraumes. D.h. der Dispersionsgrad (D) für Wald im Untersuchungsraum Gimritz ($D = 3,63$) steht für eine Fläche von 13,06 ha und eine

Grenzlinienlänge von 4,73 km in einem Gesamtraum mit der Flächengröße von 3679,61 ha.

Tab. 32: Dispersionsgrad (D) der Nutzungstypen und der Landschaft in den vier Untersuchungsräumen (in 100 m/ha)

Nutzungstyp		Jesewitz	Nerchau	Gimritz	Barnstädt
Acker	D	1,21	1,21	1,26	0,86
Bebauter Bereich	D	2,70	3,10	1,79	2,43
Vegetationsfreie Fläche	D	3,18	4,43	1,98	2,41
Gewässer	D	5,33	3,92	5,72	10,34
Gehölz	D	7,03	5,59	6,46	4,10
Krautige Vegetation	D	2,37	2,87	1,84	3,46
Wald	D	4,03	3,98	3,63	2,62
Landschaft	D	1,57	1,73	1,57	1,14

(eigene Ergebnisse)

Es zeigt sich, daß in allen vier Untersuchungsräumen der Dispersionsgrad (D) der Landschaften sehr niedrig ist. Am geringsten ist in allen vier Räumen D des Nutzungstyps Acker. Der geringe Wert ergibt sich durch die Dominanz großer bzw. sehr großer Ackerschläge innerhalb des Nutzungstyps Acker. Aufgrund der Vorherrschaft der ackerbaulichen Nutzung in allen vier Untersuchungsräumen ergibt sich die geringe Landschaftsdiversität (ausgedrückt in einem „Gesamtdispersionsgrad der Landschaft“). Der Dispersionsgrad der naturnahen Biotoptypen Gewässer, Gehölze und Wald ist dagegen wesentlich größer. Dies weist auf die geringe Größe der Einzelflächen dieses Biotoptypes hin. Aufgrund der geringen Gesamtgröße dieser naturnahen Flächen ist die Gesamt-Diversität der Landschaft durch diese aber nur wenig beeinflusst.

Die Landschaftsdiversität (D) liegt damit in allen vier Untersuchungsräumen nur geringfügig über dem Dispersionsgrad (D) des Nutzungstyps Acker. Mit den Dispersionsgraden (D) zwischen 1,14 (Barnstädt) und 1,73 (Nerchau) ist eine hohe Einheitlichkeit und eine geringe Grenzlinienlänge verbunden. Im Untersuchungsraum Barnstädt ist durch den hohen Ackeranteil (86,8 %) der Dispersionsgrad (D) der Landschaft extrem gering. Der niedrige Wert des D (= 0,86) für die Ackerflächen ist in direktem Zusammenhang mit der Größe und der fast quadratischen Form der Schläge zu sehen (Karte 5). Die größeren Dispersionsgrade für Ackerflächen in den drei anderen Untersuchungsräumen sind durch die kleinere durchschnittliche Flächengröße der Ackerschläge zu erklären (Tab. 22).

Die Betrachtung des Dispersionsgrades einzelner Nutzungstypen läßt einige Grundsätzlichkeiten erkennen. Bei Waldflächen handelt es sich um größere zusammenhängende Flächen (D = 2,6 bis 4,0), während Gehölze meist bedeutend kleinflächiger sind und zum Teil langgestreckte oder verwinkelte Formen aufweisen (D = 4,1 bis 7,0). Je kleinflächiger die einzelnen Landschaftselemente eines Nutzungstypes sind, desto größer ist der D. Aber gerade bei kleinen Flächen besteht auch ein starker Zusammenhang zur Flächenform, d.h. eine langgestreckte Gehölzparzelle hat einen höheren Dispersionsgrad als ein rundes oder quadratisches Gehölz gleicher Fläche.

Zusammenfassend sind für die geringen Dispersionsgrade (D) folgende Gründe zu benennen: Durch den zahlen- und flächenmäßig hohen Anteil der überwiegend großen Ackerschläge (meist >80 %), die häufig eine fast quadratische Form haben, ist der Dispersionsgrad D der Landschaft deutlich reduziert. Insgesamt nimmt durch

den geringen Anteil anderer Nutzungstypen wie Grünland und Wald der D einen geringen Wert an, insbesondere auch durch die wenigen kleinteiligen Biotopstrukturen mit hoher Grenzlinienlänge (wie Gehölze und Gewässer).

Als Konsequenz ergibt sich aus den vorgenannten Faktoren die nahezu durchgängige Einheitlichkeit und Monotonie der Landschaften der Untersuchungsräume. Diese sind durch die geringe Vielfalt unterschiedlicher Lebensraumtypen, die sich, wenn sie aneinandergrenzen, gegenseitig ergänzen würden, geprägt. Damit hängt auch der Verlust der Vielfalt der Teilhabitate für Tierarten zusammen. Die geringe Anzahl der Saum- und Übergangshabitate (Ökotope), die nach JEDICKE (1991) als besonders wichtig für den Artenschutz eingestuft werden (Kap. 2.5/2.6), geht mit dem Verlust von Erholungseignung der erlebbaren Vielfalt und Strukturierung der Landschaft für Erholungssuchende, beziehungsweise den von diesen bevorzugten Saumbereichen (z.B. Wege an der Grenze zwischen Acker und Wald) einher.

Nach der Behandlung der Diversität sichtbarer Landschaftsstrukturen, ausgedrückt im Dispersionsgrad der Landschaft (D), beziehungsweise der einzelnen Biotoptypen (als sekundäre Landschaftsstrukturen) wird im Folgenden die Diversität der primären Landschaftsstruktur, d. h. der Geoökofaktoren, am Beispiel des Dispersionsgrades des Bodens (Db) in den vier Untersuchungsräumen berechnet und interpretiert.

Die Berechnung des **Dispersionsgrades der Bodenartenverteilungen (Db)** in den vier Untersuchungsräumen ist in Tab. 33 dargestellt. In die Berechnung der Boden-diversität (Karten 11-14) wurden sowohl Acker- als auch Grünlandböden einbezogen sowie die Differenzierung nach Zustandsstufen. Die sonstigen Nutzungen werden in Tab. 33 vernachlässigt. Diese haben aufgrund ihres geringen Flächenanteils nur einen geringen Einfluß auf das Berechnungsergebnis des Dispersionsgrades des Bodens (Db) einer Landschaft (Fehler 1-2 % des Gesamtwertes).

Tab. 33: Dispersionsgrad des Bodens (Db) in den vier Untersuchungsräumen (in 100 m/ha)

Bodenart		Jesewitz	Nerchau	Gimritz	Barnstädt
Sand	Db	4,55	12,93	5,69	0,00
Anlehmiger Sand	Db	2,89	3,62	4,03	0,00
Lehmiger Sand	Db	2,85	4,85	3,70	4,34
Stark lehmiger Sand	Db	2,45	3,57	3,63	5,50
Sandiger Lehm	Db	2,69	2,50	3,67	4,70
Lehm	Db	3,20	1,93	2,48	2,00
Schwerer Lehm	Db	1,96	1,92	4,21	5,57
Ton	Db	0,00	0,00	3,01	7,25
Lehm über Moor	Db	3,85	0,00	0,00	0,00
Moor	Db	3,21	0,00	0,00	0,00
Landschaft	Db	2,80	2,31	3,19	2,25

(eigene Ergebnisse)

Als wesentliches Ergebnis zeigt sich, daß in allen Untersuchungsräumen der Dispersionsgrad des Bodens (Db) erheblich höher ist als der Dispersionsgrad der Nutzungstypen (D) (Tab. 33). Die Db werden mit Werten zwischen 2,25 und 3,19 als gering bis mittel eingestuft. Sie weisen im Vergleich der vier Untersuchungsräume stärker differenziertere Werte auf. Es zeigen sich damit folgende wesentliche Ergebnisse:

1. Der Dispersionsgrad des Bodens (Db) ist in den einzelnen Untersuchungsräumen unterschiedlich. Die Einheitlichkeit der Bodenarten in den Testgebieten Nerchau und Barnstädt erklärt die Db von 2,31 und 2,25. Diese Db basieren auf den großen Flächenanteilen der Bodenart „Lehm“ mit einem Db von 1,93 und 2,0. Die Maximalwerte im Gebiet Nerchau (Sand, Db = 12,93) und Barnstädt (Ton, Db = 7,25) beruhen auf Einzelwerten geringer Flächenausdehnung. In den Räumen Jesewitz und Gimritz wurden, bedingt durch die höhere Bodenheterogenität, Db von 2,8 und 3,19 ermittelt. In Gimritz haben die durch das kleinräumige Relief differenzierten Böden einen großen Einfluß auf die Höhe des Dispersionsgrades.
2. Die Bodendiversität ist in allen vier Untersuchungsräumen wesentlich höher als die von der anthropogenen Flächennutzung und -aufteilung bestimmte Landschaftsdiversität, die vorhandene naturräumliche Differenzierungen offenbar nicht in ausreichendem Maße berücksichtigt und damit die naturräumlich gegebene Diversität durch menschliche Überformung vereinheitlicht.
3. Der Db ist bei jeder Bodenart in jedem Untersuchungsraum, d.h. praktisch für jede einzelne Fläche höher als der D der heutigen Flächennutzung. Dies deutet wiederum auf die vereinheitlichende Bewirtschaftungsweise und Flurgestaltung hin.
4. Die Differenzen, d.h. das Maß der anthropogenen Überformung sind in den einzelnen Testgebieten unterschiedlich groß. Die größten Differenzen weist Gimritz aufgrund der sehr hohen Bodendiversität auf, die sich nicht in der Flächennutzung niederschlägt. Der Dispersionsgrad (D) der Landschaft ist in Nerchau aufgrund der tief eingeschnittenen und mit vielfältigen Vegetationsstrukturen bedeckten Gründe sogar höher, so daß in Nerchau bei vergleichsweise homogener Bodendecke die geringsten Unterschiede zwischen D und Db auftreten.

4.5.2. Das primäre Landschaftsstrukturpotential

Wie einleitend in Kapitel 4.5 benannt wird die **primäre Landschaftsstruktur** als **Umweltqualitätsziel** aufgefaßt. Sie beinhaltet die Angleichung der Landschaftsdiversität an die Bodendiversität in ackerbaulich genutzten Agrarlandschaften. Die Differenz zwischen primärer und sekundärer Landschaftsstruktur, die hier anhand von D und Db quantifiziert wurde, stellt das in Kap. 2.4. erläuterte „primäre Landschaftsstrukturpotential“ dar. In Kap. 4.5. wurde dargelegt, daß die primäre Landschaftsstruktur als ein wichtiges Umweltqualitätsziel für die Verteilung bzw. Diversität der Landnutzung in Agrarlandschaften herangezogen werden kann. Der Vergleich der Dispersionsgrade für Nutzung (D) und Boden (Db) ermöglicht nach Ansicht des Verfassers die Bilanzierung und Quantifizierung von Landschaftsdiversitätsdefiziten in der Agrarlandschaft unter der Prämisse einer an die primäre Landschaftsstruktur angepaßten sekundären Landschaftsstruktur (Tab. 34).

Tab. 34: Bilanz des Dispersionsgrades der Nutzungstypen und des Bodens in den vier Untersuchungsräumen (in 100 m/ha)

Landschaft	D (Nutzung)	Db (Boden)	Defizit (Ddiff) = primäres Landschafts- strukturpotential
Jesewitz	1,57	2,80	-1,23
Nerchau	1,73	2,31	-0,58
Barnstädt	1,14	2,25	-1,13
Gimritz	1,57	3,19	-1,62

(eigene Ergebnisse)

Die heutige Landschaftsdiversität der Nutzungstypen (D) und der Zielwert der primären Landschaftsstruktur (Db) sind regional unterschiedlich. Zur Bewertung der Dispersionsgrade (D und Db) für Agrarlandschaften werden vom Verfasser die Stufen $D < 2,0$ (sehr einheitlich); $D = 2,0-2,5$ (einheitlich); $D = 2,5-3,0$ (strukturiert); $D = 3,0-3,5$ (vielfältig); $D > 3,5$ (sehr vielfältig) vorgeschlagen. Die Bilanz zeigt regional deutlich unterschiedliche Defizite (Ddiff) der Landschaftsdiversität (des nicht ausgeschöpften Landschaftsstrukturpotentials).

In allen Untersuchungsräumen ist die heutige Landschaftsdiversität als sehr einheitlich einzuordnen. Zur Erreichung des Umweltqualitätsziels „Angleichung der sekundären Landschaftsstruktur an die primäre Landschaftsstruktur“ sollten in den Landschaften unterschiedlich starke Veränderungen der Flächennutzung angestrebt werden.

Diese anzustrebenden Veränderungen der Nutzungsstruktur sind im Raum Nerchau mit einer Erhöhung um $D(\text{diff}) = 0,58$ am geringsten. Aufgrund der einheitlichen Bodenverhältnisse soll eine Erhöhung des D um eine Stufe (von „sehr einheitlich“ in Stufe „einheitlich“) vorgenommen werden. Somit ist die heutige Fluraufteilung in diesem Raum aus Sicht der Landschaftsdiversität weniger problematisch als in den anderen Untersuchungsräumen (Karte 4 und 12). Gleichzeitig bestehen aber flächenhaft funktionale Defizite innerhalb homogener Bodenareale besonders im Bereich der Bodenerosion (Kapitel 6.2).

Im Raum Gimritz hat auf Grund einer hohen Bodenheterogenität das Defizit an potentieller Landschaftsdiversität eine Höhe von $D(\text{diff}) = 1,62$ (Karten 6 und 14). Eine Erhöhung des Dispersionsgrades von der Klasse „sehr einheitlich“ in die Klasse „vielfältig“ ist anzustreben. Die Heterogenität des Bodens im Untersuchungsraum Gimritz bezieht sich auf stärker reliefierte Ackerflächen im Saale-Hangbereich, welche z.T. in den letzten Jahren brachgefallen sind. Bei Belassen dieser Flächen in natürlicher Sukzession werden sich entsprechend der unterschiedlichen Böden von selbst Vegetationsgesellschaften entwickeln, die als unterschiedliche Biotoptypen einen höheren Dispersionsgrad bewirken werden.

In Barnstädt wurde bedingt durch die Einheitlichkeit der Lössschwarzerden der niedrigste Zielwert $Db = 2,25$ ermittelt (Karten 5 und 13). Aufgrund des starken Ausräumungsgrades der Landschaft besteht dennoch ein hoher Bedarf an Landschaftsstrukturen von $D(\text{diff}) = 1,13$. Dies bedeutet ähnlich dem Untersuchungsraum Nerchau eine Erhöhung von Stufe „sehr einheitlich“ in Stufe „einheitlich“. Dieser Wert ist nur durch Schlagverkleinerung, Waldstreifen und die Anlage von Feldgehölzen in stärker geneigten Bereichen südlich und westlich von Querfurt zu erreichen, die zur Verminderung von Bodenerosion durch Wind und Wasser beitragen würden.

In Jesewitz ist bedingt durch die hohe Bodenheterogenität der Zielwert von $Db = 2,8$ als „mittel“ einzuschätzen (Karten 3 und 11). Auch hier ist das Defizit mit $D(\text{diff}) = 1,23$ groß, was eine Erhöhung der Landschaftsdiversität von der Stufe „sehr einheitlich“ in die Stufe „strukturiert“ bedeutet. Eine Fluraufteilung entsprechend homogener Bodenareale könnte einen Großteil der Bodenerosion in dieser Agrarlandschaft verringern (Kapitel 5 und 6). Dies trifft auf die Bereiche der Schwarzen Berge südlich von Godemitz und die Äcker nördlich von Gostemitz und Gotha zu.

4.5.3. Diskussion Landschaftsdiversität

Eine an die Standorte angepaßte Landschaftsstruktur ist eng mit der Heterogenität der Bodendecke verbunden. Beruhend auf der Grundannahme des Verfassers, daß die Flächennutzungsverteilung von Agrarlandschaften und deren Fluraufteilung an die natürlichen Standortfaktoren angepaßt sein sollte, wird der Dispersionsgrad des Bodens (Db) hier als geeignetes Maß der Beschreibung und Quantifizierung einer landschaftsstrukturellen Zielgröße bewertet. Aus der Bodendiversität wird das Umweltqualitätsziel „**potentielle Landschaftsdiversität**“ (regionsbezogen quantifiziert) abgeleitet und als Angleichung der sekundären Landschaftsstruktur an die primäre Landschaftsstruktur formuliert.

Die regionale Konkretisierung dieser Zielgröße hängt von den spezifischen standörtlichen und nutzungsbedingten Faktoren ab. In die Berechnung des Dispersionsgrades des Bodens gehen sowohl die Flächengröße als auch die Länge potentieller Ökotope in der Landschaft ein. Der enge Zusammenhang zwischen Ökotonlänge und Bodenheterogenität ermöglicht die Berücksichtigung natürlicher Standortpotentiale, da je höher die Bodenheterogenität ist, desto länger die Ökotope sein werden. Die potentielle Landschaftsdiversität, bzw. der quantifizierbare Indikator „Dispersionsgrad des Bodens (Db)“ ist als mit konkreten zahlenmäßigen Zielvorgaben ausgestattetes Umweltqualitätsziel von hoher Bedeutung für die angepaßte Aufwertung ausgeräumter Intensivagrarlandschaften. Anwendungsmöglichkeiten sieht der Verfasser in der praktischen Landschaftsplanung und der Flurneuordnung, so z.B.:

1. zur Abschätzung der Größenordnung des Bedarfs an flurordnenden Maßnahmen,
2. zur Ableitung angepaßter Schlaggrößen in der Feldflur,
3. für eine grundlegende Neustrukturierung der Flächennutzung angelehnt an die standörtlichen Gegebenheiten,
4. zur Abschätzung notwendiger kleinteiliger Biotop- und Saumstrukturen und
5. zum regionalen Vergleich unterschiedlicher Maßnahmen zur Verbesserung der Landschaftsstruktur (z.B. Regionalisierung des Kultur- und Landschaftsprogrammes (KULAP)).

Die maßstäbliche Abhängigkeit der sekundären Landschaftsstruktur (D) ist unbedingt zu beachten. Eine Anwendung der primären Landschaftsstruktur (Db) ist auf die Maßstäbe 1:5.000 bis 1:10.000 begrenzt. Dies ist der für eine relativ flächenkonkrete Anwendung in der Agrarlandschaft mindestens notwendige Maßstab.

Die quantitative aggregierte Zielgröße der Landschaftsdiversität alleine ist für eine Aufwertung der Intensivagrarlandschaften nicht ausreichend. Folgende qualitative Elemente und Differenzierungen müssen daneben berücksichtigt werden:

1. Die realen Verhältnisse in einer Landschaft sind immer abweichend vom errechneten „Durchschnittswert“ der Landschaftsdiversität, die die innere Differenzierung der Flächen eines Raumes einbezieht und sich auch an qualitativen Umweltqualitätszielen wie z.B. dem Schutz und der Entwicklung der Regulationsfunktionen orientiert (Kap. 5).
2. Zusätzliche Aussagen zur Qualität einer Landschaft müssen herangezogen werden. So erhöht sich z.B. die hohe naturschutzfachliche Wertigkeit eines Moores oder vergleichbarer Biotoptypen mit steigender Landschaftsdiversität nicht. Für die untersuchten Testgebiete im Raum Leipzig-Halle und daraus abgeleitet generell für aus-

geräumte Intensivagrarlandschaften gilt aber der beschriebene quantitative Zusammenhang in starkem Maße: je höher der Dispersionsgrad des Bodens (Db) ist, und je stärker sich der Dispersionsgrad der Landschaft (D) dieser diesem Ziel nähert, desto eher wird die Landschaft den Entwicklungszielen des integrierten Naturschutzes entsprechen (vgl. Kap. 2.5).

3. Je heterogener die Bodendecke ist, desto eher werden durch eine Fluraufteilung entsprechend der Bodengrenzen (Db) im Maßstab 1:10.000 auch unerwünschte morphologische Prozesse in der Agrarlandschaft vermindert. Bei homogenen Bodenverhältnissen ist zusätzlich eine gesonderte Betrachtung relevanter Landschaftsfunktionen in Agrarlandschaften notwendig (Kap. 5).

4. In Bereichen sehr hoher Bodenheterogenität, die Sonder- bzw. Extremstandorte (z.B. feuchte, anmoorige oder trockene Standorte) einschließen, ist eine Herausnahme aus der Ackernutzung und die Umwandlung in Grünland bzw. die Offenlassung zur sukzessiven Eigenentwicklung zu empfehlen. Mit dieser qualitativen Differenzierung der Flächennutzung steigt gleichzeitig die Landschaftsdiversität an.

5. Eine zusätzliche Einbeziehung der linearen Vegetationselemente, die in die Berechnung der Dispersionsgrade bzw. der Diversitätsmaße nicht mit einfließen, wird empfohlen. Die Notwendigkeit der linearen Vegetationsstrukturen für die Landschaft wurde vom Verfasser gesondert in Kapitel 4.4. diskutiert. Sie läßt sich neben ihrer Bedeutung für den Biotopverbund (Kap. 2.5.) mit der Bedeutung dieser Strukturen für das Landschaftsbild sowie durch ihre Habitatfunktion oder die Schutzfunktion für die Regulationsfunktionen erklären (Kap. 4.4).

Für die Ableitung von Umweltqualitätszielen für Agrarlandschaften müssen neben der Landschaftsstruktur auch funktionale Ziele für die Flächennutzung beachtet werden. Als darauf aufbauende Zielvorgabe sind die Strukturen und Funktionen einer Landschaft in einer integrierten Betrachtungsweise zu verknüpfen. Eine solche Integration wird am Beispiel von Regulationsfunktionen und Flächennutzungsstrukturen des Untersuchungsraumes Jesewitz mit der Anwendung der multikriteriellen Landschaftsoptimierung nach GRABAUM (1996) in Kapitel 6 vorgenommen.

4.6. Ausblick

Das von MANDER et al. (1988) vorgestellte Modell der „idealen Struktur eines ländlichen Raumes“ wendet die Ökotontheorie auf die Planung der Flächennutzung (in Estland) an (Abb. 8). Diese Struktur baut auf einer mehrstufigen Hierarchie der Ökotope und einem Netzwerk von Ausgleichszonen auf (siehe Kap. 2.5-2.7). Die hexagonale Gliederung der Einzelflächen soll eine möglichst hohe Ökotonlänge bedingen. Zwischen den Feldern sind im Modell zur Schaffung einer hohen ökologischen Diversität kleinere und größere Waldbereiche, Feuchtgebiete, Gehölze und lineare Vegetationselemente ebenso vorgesehen, wie die Schaffung größerer unzerschnittener Zonen umfassenden Schutzes für die Natur.

Die Anwendung dieses Modells auf die Agrarlandschaften der Untersuchungsräume hätte umwälzende Flächennutzungsveränderungen zur Folge, da ein Flächenanteil der ausgeräumten Ackerflächen von ca. 15 % in sogenannte „compensative areas“ (Wald etc.) umgewandelt werden müßte. Gleichzeitig wird innerhalb der Ackerflächen durch die Hexagonalstruktur die nach MANDER et al. (1988) berechnete primäre Landschaftsstruktur nicht in das Modell einbezogen. Diese primäre Landschaftsstruktur ist für größere Räume nur durch die Verwendung von GIS ermittelbar, d.h. durch die digitale Verarbeitung räumlicher Information.

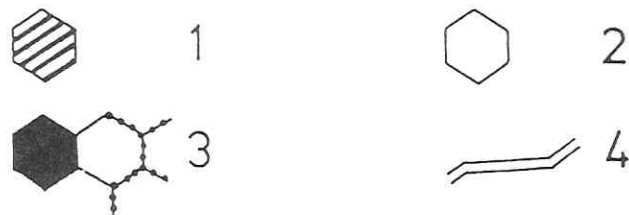
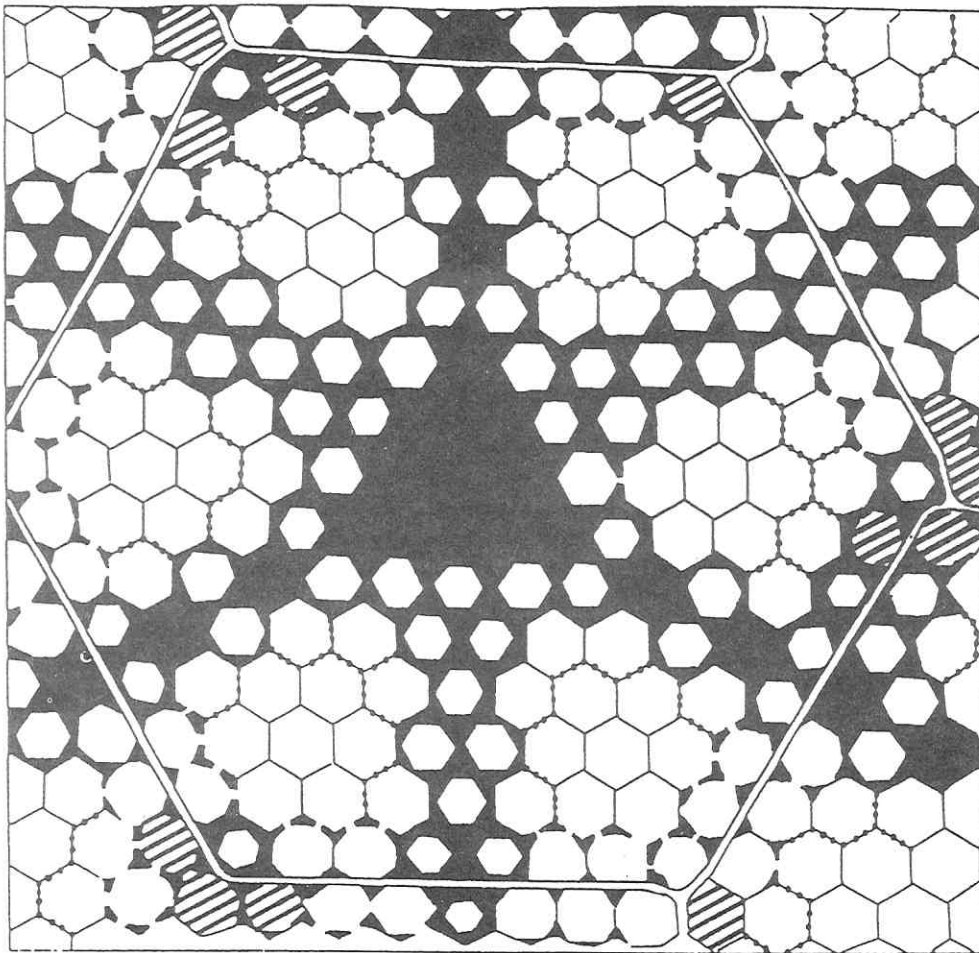


Abb. 8: Schema der Idealstruktur eines ländlichen Raumes (nach MANDER et al. 1988). Es bedeuten: 1 = städtische Zonen; 2 = Felder; 3 = Ausgleichszonen (Wald, Sümpfe, Gehölze, Hecken, Schutzstreifen etc.); 4 = Hauptstraßen.

Eingebettet in die theoretische Grundlage der Ökotontheorie und unter Berücksichtigung der Konzepte des Integrierten Naturschutzes und des Biotopverbundes und deren Anwendung in Intensivagrarlandschaften wurden für die vier Untersuchungsräume im Raum Halle-Leipzig Schlaggrößen in der Ackerflur, lineare Vegetations- und Landschaftselemente und Diversitätsmaße der Flächennutzung (Landschaftsdiversität) und des Bodens (Bodendiversität) ermittelt. Auf der Grundlage ihrer großmaßstäbigen Erfassung und Weiterverarbeitung mit GIS konnten am Beispiel der Untersuchungsräume quantitative Zielgrößen abgeleitet und Umweltqualitätsziele formuliert werden, deren Anwendbarkeit und Umsetzbarkeit für Intensivagrarlandschaften diskutiert wurde.

Als wesentliche Umweltqualitätsziele wurden formuliert:

1. Ein Flächenanteil von mindestens 15 % „naturschutzrelevanter Flächen“ in Intensivagrarlandschaften entsprechend normativer Forderungen des Naturschutzes unter Berücksichtigung des in der Realität heute meist wesentlich geringeren Anteiles solcher Flächen (Kap. 4.2).
2. Eine Angleichung des Bodenarten-Ackerflächen-Verhältnisses an den BAV-Wert 1:1 als Ziel für eine an die Standortlichkeit der Landschaft angepaßte Schlaggröße, die dauerhaft-umweltgerecht landwirtschaftlich bewirtschaftet werden kann (Kap. 4.3).
3. Analog dazu eine potentielle Rainlänge in Agrarlandschaften entsprechend der Länge der Bodengrenzen und damit ein Zielwert für den Umfang der in den Landschaften regional unterschiedlichen Länge anzulegender Hecken und Raine (Kap. 4.4).
4. Eine Angleichung der sekundären Landschaftsstruktur an die primäre Landschaftsstruktur, d.h. die Erhöhung der Landschaftsdiversität bis zu einer landschaftsangepaßten potentiellen Landschaftsdiversität. Hierfür ist ein Flächennutzungswandel notwendig (Kap. 4.5).

Die Übernahme von historischen Kulturlandschaftsstrukturen als Umweltqualitätsziel im Vergleich zur heutigen Landschaft (Kap. 4.3-4.4) sollte nach Ansicht des Verfassers nie als einziger Indikator für die Entwicklung von Agrarlandschaften verwendet werden, schon weil Informationen über historische Standortverhältnisse meist nur lückenhaft sind. Die historische Kulturlandschaft war stark beeinflusst von ökonomischen und sozialen Zwängen sowie von der zugehörigen Lebens- und Wirtschaftsweise, die heute kaum reproduzierbar ist, d.h. von Eigentumsverhältnissen etc.. Interessant und verwendbar sind aber Informationen über die aufgrund der noch relativ geringen technischen und materiellen Eingriffs- und Umwandlungsmöglichkeiten bedingten wesentlich stärkeren Anpassung der historischen Landnutzung und Flächennutzungsverteilung an die gegebenen Standortverhältnisse der Landschaft. Diese (und ihre angepaßte Nutzung) sollten heute Vorbild für Umweltqualitäten sein, die jedoch besser aus qualifizierten Bodenkarten, z.B. durch Ableitung der primären Landschaftsstruktur, ermittelt werden können. Nichtsdestotrotz können auf historischen Karten heute entwicklungsfähige Standorte (z.B. Grünland in Senken) lokalisiert werden, wobei die Fragen nach der Wahl eines repräsentativen Zeitschnittes und der Veränderung der Standortbedingungen durch den Menschen nicht abschließend beantwortet werden können.

Soll eine Erhöhung der Landschaftsdiversität erfolgen, so müssen geeignete Flächen für eine Flächennutzungsänderung ermittelt werden. Hierfür kann die Anwendung der Ökotontheorie zu Aussagen auf höherem Betrachtungsmaßstab

(Biotopverbund) ebenso beitragen wie zu schlagbezogenen Informationen. Zur Auswahl der für den Biotopverbund wichtigen Bereiche einer Agrarlandschaft sind die Bestimmung seltener, entwicklungsfähiger und schutzbedürftiger Funktionen und damit flächenhafte Bewertungen notwendig.

Die mit den dargestellten Umweltqualitätszielen verbundene Flächenumwandlung bzw. Herausnahme von Ackerflächen aus der agrarischen Nutzung und die Anlage und Pflege „naturschutzrelevanter Flächen“ wie Extensivwiesen sowie linearer Vegetationsstrukturen wie Hecken und Baumreihen/Raine können ohne eine enge Zusammenarbeit mit den betroffenen Landwirten bzw. Eigentümern und Nutzern der Flächen nicht verwirklicht werden. Eine finanzielle Entschädigung der Landwirte ist heute zum Ausgleich der Einkommensverluste, d.h. für die Honorierung ökologischer Leistungen, erforderlich. Dafür ist die Monetarisierung und Quantifizierung möglicher Einkommenseinbußen der Landwirtschaftsbetriebe sinnvoll. Eine solche Einschätzung wird in Kapitel 7 für verschiedene, aus diesem Kapitel abgeleitete Umweltqualitätsziele vorgenommen, für die Szenarien entwickelt werden.

In Kapitel 5 werden durch die Bewertung der Bodenerosionsgefährdung, der Abflußregulationsfunktion, der Grundwasserneubildung und der landwirtschaftlichen Produktionsfunktion mit GIS funktionsbedeutsame Flächen und Flächen mit funktionsbezogenen Konflikten ermittelt. Diese bieten sich erstrangig für einen Biotopverbund und die Erhöhung des Anteiles „naturschutzrelevanter Flächen“ an.

5. Bewertung von Indikatorfunktionen unter Verwendung von GIS. Das Beispiel Jesewitz

5.1. Einleitung

Für die Ableitung von landschaftsbezogenen Umweltqualitätszielen in ausgeräumten Intensivagrarlandschaften (vgl. Kap. 2) sind nicht allein die flächenhaft bewertbaren primären und sekundären Landschaftsstrukturen, wie in Kapitel 4 dargestellt, heranzuziehen. Eine wesentliche Rolle zur Ermittlung regionaler Umweltqualitätsziele spielen die den Landschaftshaushalt bestimmenden Regulationsfunktionen als Indikatoren, die Abflußregulation, der Bodenerosionswiderstand, die Grundwasserneubildung etc. (siehe Kapitel 2). Die Regulationsfunktionen werden von Landschaftsstrukturen und besonders durch die Flächennutzung in der Intensivagrarlandschaft gesichert, aber auch durch letztere teilweise belastet. Insgesamt sind Intensivagrarlandschaften stark durch den Menschen regulierte Systeme. Hierbei ist nicht nur die Bewertung der regionalen Bedeutung der Funktion ausschlaggebend, sondern es sind auch Abgrenzungen der genauen räumlichen Lage von Funktionsbewertungen für schützende und entwickelnde Maßnahmen in der Intensivagrarlandschaft erforderlich, wofür das GIS ein gutes Hilfsmittel darstellt.

Eine flächendeckende Bewertung von Regulationsfunktionen ist für die Lokalisierung regional seltener und entwicklungsfähiger Potentiale notwendig. Die Integration des Naturschutzes in die Flächennutzungen erfordert in den ausgeräumten Intensivagrarlandschaften des Ballungsraumes Halle-Leipzig die Bestimmung der für den Natur- und Artenschutz sowie einen Biotopverbund wichtigen Flächen anhand geökologischer Standortmerkmale (vgl. Kap 2.5). Hierfür sind validierte Bewertungsverfahren des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes nach MARKS et al. (1989) und SCHWERTMANN et al. (1990) geeignet. Der Boden als bestimmender Standortfaktor ist trotz starker anthropogener und quasinatürlicher Veränderungen seit der Kollektivierung der Landwirtschaft als relativ stabiler Geoökofaktor zu betrachten und wird daher hier für landschaftshaushaltliche und standortbezogene Bewertungen herangezogen. Andere Geoökofaktoren wie Wasserhaushalt und Vegetation haben eine weitgehende anthropogene Veränderung erfahren und können daher nur mit einem hohen Meßaufwand für die Herausarbeitung von Standortpotentialen in der Bewertung verwendet werden.

Die wichtige, aber einseitige Sichtweise auf Naturschutzziele des Arten- und Biotop-schutzes (z.B. DUHME et al. 1992; KAULE 1985) soll dadurch erweitert werden, daß in dieser Arbeit eine funktionale, auf den Standort bezogene Sichtweise vertreten wird und damit der Boden als wesentliches Standortmerkmal bei allen Bewertungsverfahren dieses Kapitels im Vordergrund steht. Gleichzeitig ist die nur langfristig lösbare Stickstoffproblematik (Eutrophierung) in den Agrarlandschaften zu bedenken, die erst abgebaut werden muß, bevor ein flächendeckender Naturschutz für heute schutzwürdige Arten und Biotope wirksam wird (Abbau der Vorbelastung). Mit der Stickstoffproblematik wird von Seiten der Landwirtschaft die Nutzung nach dem Segregationsprinzip begründet und die landwirtschaftliche Nutzung auf die leistungsfähigsten Standorte konzentriert (AHRENS, LIPPERT & RITTERSHOFER 1996; ECKERT & BREITSCHUH 1995).

Für die Funktionsbewertungen mit GIS ist eine breite Datenbasis notwendig (Kap. 1.3), deren Erstellung und Bearbeitung in vier Untersuchungsräumen den für den Verfasser vertretbaren Aufwand bedeutend überschritten hätte. Deshalb wurden die

Funktionsbewertungen auf einen Untersuchungsraum beschränkt. Der Raum Jesewitz wurde gewählt, weil die heterogenen Bodenverhältnisse interessante und teilweise in der Beurteilung konträre Funktionsbewertungen versprachen. Flächen einer Größe ab ca. 0,01 ha können entsprechend der kartographischen Minimaldimensionen in die Untersuchung im Maßstab 1:10.000 einbezogen werden.

Bewertet werden

- Bodenerosionswiderstand (Kap. 5.2),
- Abflußregulation (Kap. 5.3) und
- Grundwasserneubildung (Kap. 5.4)

Diese Funktionen werden beispielhaft gewählt, weil der Grad ihrer Funktionserfüllung wesentlich von der landwirtschaftlichen Nutzung, bzw. deren Art und Intensität beeinflusst werden. Zur Ermittlung des Wertes der Flächen für die landwirtschaftliche Nutzung und zur Einschätzung der Auswirkungen möglicher Flächennutzungsänderungen auf landwirtschaftliche Unternehmen (Kap. 7) wird zusätzlich die

- landwirtschaftliche Produktionsfunktion (Kap. 5.5)

bewertet.

Unterschiedliche bodengebundene Regulationsfunktionen wurden deswegen ausgewählt, um die durchaus konträren Entwicklungsmöglichkeiten einzelner Funktionen mit Hilfe eines Kompromißoptimierungsverfahrens gegeneinander abwägen zu können. So kann eine konsequente Erhöhung der Abflußregulation durch Vergrößerung der Wald- und Wiesenflächen zu einer Verminderung der Grundwasserneubildung führen. Die Grundwasserneubildung ist quantitativ auf Ackerflächen am höchsten (Kap. 6.2). Szenarien der Modellierung zur Bodenerosionsberechnung bei wechselnden Annahmen sind in Kapitel 5.2.7 dargestellt.

5.2. Bodenerosionswiderstand

Bodenerosion ist die vom Menschen verursachte Bodenabtragung, die den Umfang natürlicher Abtragungsprozesse übersteigt. Bodenerosion ist ein quasinatürlicher Prozeß (MORTENSEN 1954/55), der durch die Bodenbewirtschaftung, also durch den Einfluß des Menschen ausgelöst wird. Nach LESER (1991) ist die Bodenerosion ein landschafts- und geoökologischer Prozeß, der große landschaftshaushaltliche Wirkungen entfaltet.

In der landschaftsökologischen Forschung traten in den letzten Jahren angewandte Fragen des Bodenschutzes immer stärker in den Vordergrund. Während die Bodenerosionsforschung auf eine lange Geschichte mit theoretischen und experimentellen Studien zurückschauen kann (siehe RICHTER 1965), ist die Anwendung ihrer Ergebnisse auf einer praxisrelevanten Ebene mit Geographischen Informationssystemen (GIS) noch in der Erprobungsphase (DUTTMANN & MOSIMANN 1994; KAPPAS & SCHWETER 1995; DRÄYER 1995; HUTH & JÜRGENS 1995; MEYER & GRABAUM 1996a).

In den letzten Jahren verstärkten sich die Ansätze der flächenhaften Quantifizierung von Bodenerosion mit der Anwendung der „Allgemeinen Bodenabtragsgleichung“ (USLE) nach WISCHMEIER & SMITH (1978) und SCHWERTMANN et al. (1990).

Die Szenarien: 1. Szenarien zur Klimaveränderung (R-Faktor): Ausgangspunkt ist ein heutiger R-Faktor von $R = 47$. Bei möglicher Erhöhung der erosiven Niederschläge im Rahmen von Global Change wird ein theoretischer R-Faktor von $R = 70$ angenommen 2. Szenarien zum Fruchtfolgenwechsel (C-Faktor): Der realistische C-Faktor für eine zu 75 % aus Getriebe bestehende Fruchtfolge ist $C = 0,14$. Für Schwarzbrache gilt der Wert $C = 1,0$. Für eine Fruchtfolge mit 50 % Hackfrüchten (Mais, Sonnenblumen, Rüben) gilt $C = 0,24$. 3. Szenarien zur Hanglängenverkürzung (LS-Faktor): Die heutigen Hanglängen wurden schlagbezogen aus Luftbildern bestimmt. Als Szenariowert wurde eine theoretische Hanglänge von 50 m bestimmt. Dies bedeutet eine starke Verkürzung der heutigen Hanglängen. Abb. 9: Bodenabtragsgleichung und Szenarien zur Bodenerosionsgefährdung	Die allgemeine Bodenabtragsgleichung $A = R * K * L * S * C * P$ Die Bedeutung der Faktoren: A: Langjähriger, mittlerer jährlicher Bodenabtrag in t/ha als zu errechnende Größe R: Regen- und Oberflächenabflußfaktor: Er ist ein Maß für die gebiets-spezifische Erosionskraft (Erosivität) der Niederschläge und wird aus der kinetischen Energie und der Niederschlagsintensität aller erosionswirksamen Einzelregen des Jahres berechnet. K: Bodenerodierbarkeitsfaktor: Er stellt den jährlichen Abtrag eines bestimmten Bodens pro R-Einheit auf dem Standardhang (22m lang, 9% Gefälle, dauernde Schwarzbrache) dar. Er ist ein Maß für die Erodibilität eines Bodens und wird von einer Reihe von Bodeneigenschaften bestimmt. L: Hanglängenfaktor: Er gibt das Verhältnis des Bodenabtrags eines Hanges beliebiger Länge zu dem des Standardhanges (22m Länge) unter sonst gleichen Bedingungen an. S: Hangneigungsfaktor: Er gibt das Verhältnis des Bodenabtrags eines Hanges beliebiger Neigung zu dem des Standardhanges (9% Gefälle) unter sonst gleichen Bedingungen an. C: Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor: Er gibt das Verhältnis des Bodenabtrags eines Hanges mit beliebiger Bewirtschaftung (Kulturpflanze, Bedeckungsgrad, Bearbeitungsverfahren etc.) zu dem unter Schwarzbrache an. P: Erosionsschutzfaktor: Er gibt das Verhältnis des Bodenabtrags mit beliebigen Erosionsschutzmaßnahmen wie Konturnutzung, Streifennutzung, Terrassierung usw. zu den bei Bearbeitung in Gefällsrichtung und ohne Schutzmaßnahmen an.
--	---

Zur Angleichung der USLE an mitteleuropäische Verhältnisse wurden Untersuchungen auf Testparzellen durchgeführt und Regensimulatoren eingesetzt. Durch SCHRÖDER (1987) wurde die Erfassung bodenerosiver Prozesse mit Fernerkundungsverfahren dargestellt. Der Einsatz von GIS erlaubt heute die flächenkonkrete Quantifizierung von Bodenverlagerungen in größeren Landschaftsräumen. Der Bodenerosionswiderstand ist dabei der von der primären Landschaftsstruktur ableitbare „naturräumliche“ Faktor, der in die Bodenerosionsgefährdung eingeht.

Die Wahl des in dieser Arbeit verwendeten Bewertungsverfahrens wurde auf verfügbare Daten und auf den maßstäblichen Anwendungsbereich zugeschnitten. Das Bewertungsverfahren zur Bewertung des Widerstandes gegen Wassererosion nach R.G. SCHMIDT (1988) erwies sich als nicht anwendbar, da in diesem Verfahren die Hanglänge einheitlich auf 100 Meter begrenzt ist. Die Hanglänge ist in den ausgeräumten gering reliefierten Intensivagrarlandschaften der die Höhe der Bodenerosion bestimmende Faktor in der ABAG. Die Ausführungen von WIESER (1992) zur Hanglängenproblematik in Intensivagrarlandschaften, die auf Basis von 100 m-Rastern (DGM) errechnet und nur einen geringen Einfluß der Hanglänge auf die Höhe der Bodenerosion ergaben, können nicht nachvollzogen werden. Deshalb wurde die vollständige ABAG nach SCHWERTMANN (1990) gewählt, deren Anwendung für den Maßstabsbereich 1:10.000 nach HENNINGS (1994) möglich ist.

Die Allgemeine Bodenabtragungsgleichung ist ein multiplikatives Verfahren einzelner Faktoren (Abb. 9). Das Ergebnis ist der durchschnittliche jährliche Bodenabtrag in t/ha.

5.2.1. Bewertungsablauf und Daten

Das Verfahren der Bodenerosionsvorhersage nach WISCHMEIER & SMITH (1978) bezieht sich auf die UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION (USLE) - d.h. die Allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG). Die Gleichung wurde an 10.000 Meßparzellenjahren in den USA validiert. Systematisch bearbeitet und an bayrische Verhältnisse angepaßt wurde die ABAG durch SCHWERTMANN et al. (1990), die einige der in die Gleichung eingehenden Faktoren experimentell überprüften. Toleranzgrenzen des Bodenabtrages werden auf unterschiedliche Böden nach der Reichsbodenschätzung bezogen (SCHWERTMANN et al. 1990). Die generelle Anwendbarkeit wurde von SCHRÖDER, LÖWA & BERKNER (1993) für den mitteldeutschen Raum bestätigt (LÖWA 1996). Die Bewertungsformel und die Bedeutung der einzelnen Faktoren sind in Abb. 9 dargestellt.

Im Folgenden werden die in die Ableitung der Abtragungsgleichung eingehenden Parameter für den Untersuchungsraum aufgeführt:

5.2.2. R-FAKTOR

Die Jahresniederschläge im Raum Jesewitz liegen nach den Berechnungen von MÜLLER-WESTERMEIER (1995) im Quadratkilometerraster zwischen 568-632 mm. Dieser Niederschlagshöhe entspricht ein R-Faktor von $R = 45-50$ (nach SCHWERTMANN et al. 1990). Dies belegen die Daten für 4 nordsächsische Stationen im weiteren Untersuchungsraum (Tab. 35).

Tab. 35: Sommer- und Jahresniederschläge und R-Faktoren für 4 nordsächsische Stationen

Station	R-Faktor (kJ/qm*mm/h)	Sommernieder- schlag (Monat 5-10 in mm)	Jahresnieder- schlag (mm)
Eilenburg	46	348	584
Grimma	52	372	635
Leipzig	46	350	586
Wurzen	49	360	620

Gewählt wurde für das gesamte Untersuchungsgebiet in Anlehnung an SAUERBORN (1993), SAUERBORN und ERDMANN (1993) und SAUPE (1985) ein einheitlicher R-Faktor = 47. Für Sachsen wird von SAUERBORN (1993) die Regressionsfunktion (y) für die langjährigen mittleren Sommerniederschläge (Sx) und der Korrelationskoeffizient (r) mit $y = -50,03 + 0,2755 Sx$ und $r = 0,9719$ angegeben. Die Genauigkeit der R-Faktorberechnung wird von DEUMLICH (1995) als ausreichend angesehen.

5.2.3. K-FAKTOR

Für die Ableitung der K-Faktoren wurde die digitalisierte Karte der Bodenschätzung im Maßstab 1:10.000 für das Untersuchungsgebiet genutzt (Karte 11). Da keine Betrachtung von Einzelschlägen mit einer Größe von wenigen ha, sondern eine landschaftliche Betrachtungsweise des Erosionsgeschehens angestrebt wurde, konnte die Parallelisierung der K-Faktoren mit Hilfe von SCHWERTMANN et al. (1990) durch mittlere K-Faktoren ausschließlich auf Ackerland erfolgen. Wegen der großen Datenunsicherheit für Grünlandstandorte der Bodenschätzung wurden diese K-Faktoren nicht ermittelt. In die Berechnung gehen die Bodenart nach Bodenschätzung, die geologische Entstehung und die Zustandsstufe ein. Im GIS wurden diese Datenebenen durch einfache Kalkulation zusammengeführt (Karte 25). Das Ergebnis der Abschätzung ist in der Karte der K-Faktoren dargestellt. Es sind in 0,05-Schritten abgestufte K-Faktoren (0,05 = sehr geringe bis 0,55 = sehr große bodenartbedingte Erosionsanfälligkeit).

Tab. 36: K-Faktoren im Untersuchungsraum Jesewitz

K-Faktor	Fläche (ha)	Fläche (Anzahl)
0 oder k. A.	142,1	248
0,1	66,8	117
0,15	518,2	413
0,2	1042,7	641
0,25	106,4	77
0,3	378,8	206
0,35	967,6	443
0,4	36,1	75
0,5	491,5	293
0,55	114,2	76

(eigene Berechnung)

Die prozentualen Flächenhäufigkeiten und Flächengrößen der K-Faktoren sind in Tabelle 36 dargestellt. Es besteht eine starke Streuung der K-Faktoren im Untersuchungsraum. Die unterschiedlichen K-Faktoren sind durch die glaziale Entstehung der Bodendecke zu erklären, die eine variierende Korngrößenzusammensetzung der abgelagerten Substrate bewirkte. Geringe K-Faktoren werden bei sandigen Substraten bestimmt, hohe Werte bei lehmigen Bodenarten. Die große Anzahl der Einzelflächen des K-Faktors und ihre relativ geringe durchschnittliche Größe unterstreicht die räumliche Heterogenität (neben einigen durch Verschneidung im GIS durch Randeffekte gebildeten sehr kleinen Flächen, die nicht in die weitere Betrachtung einbezogen werden). In Karte 25 ist die Verteilung der K-Faktoren im Untersuchungsgebiet dargestellt.

5.2.4. LS-FAKTOR

Für eine rationelle Bearbeitung wurden die Faktoren L und S unabhängig voneinander berechnet und danach in einen LS-Faktor zusammengefaßt.

Grundlage der LS-Berechnung ist die speziell für diese Arbeit vom Verfasser vorgenommene Erstellung eines rasterbasierten Geländemodells mit einer Rastergröße von 50*50 m. Die Höheninformationen wurden aus dem Meßtischblatt 1:25.000 (Blatt Eilenburg) abgelesen (ca. 18.000 Einzelinformationen) und über eine Editorsoftware ins GIS übernommen (Karte 24). Auf Rasterquadratbasis wurden die Hangneigungen berechnet und in Hangneigungsstufen zusammengefaßt. Eine Erstellung des Geländemodells durch Berechnung von Hangneigungen aus digitalisierten Höhenlinien mit ARC/INFO war aufgrund hoher Fehlerquoten nicht tragfähig. Probleme bei der Erstellung des Geländemodells sind in MEYER & GRABAUM (1996b) dargestellt.

Tab. 37: Hangneigungsstufen und Flächenanteile der Hangneigungsstufen im Untersuchungsraum Jesewitz

Hangneigungsstufe	Fläche (ha)	Fläche (Anzahl)
0 (0-1%)	1696,6	712
1 (1-2%)	1545,5	940
2 (2-5%)	709,1	392
3 (5-10%)	43,9	49

(eigene Berechnung)

In Tabelle 37 sind die Flächenverteilung der Hangneigungsstufen und die Anzahl der Flächen pro Hangneigungsklasse dargestellt. Mit durchschnittlich nur geringer Hangneigung im Untersuchungsraum hat diese nicht die große Bedeutung wie in stark reliefierten Berggebieten. Dennoch ergeben sich in Verbindung mit den sehr großen Hanglängen auf den Schlägen bedeutende Bodenerosionsereignisse. Diese Bodenerosion ist zum Teil innerhalb der Schläge wirksam.

Aus der während der Vegetationsperiode (1994) vom Verfasser durchgeführten Biotoptypenkartierung 1:10.000 (Karte 3; vgl. Kap. 3) des Testgebietes und aktuellen CIR-Luftbildern (1994) wurden die Hanglängen manuell für jeden Einzelschlag ermittelt und in Beziehung zu den berechneten Hangneigungsstufen gesetzt. Diese schlagbezogenen LS-Faktoren sind in Karte 26 dargestellt. Die Verteilung des LS-Faktors im Jahre 1994 für die Gesamterfläche ist in Tabelle 38 verzeichnet.

Durch die Aufteilung der landwirtschaftlichen Flächen in sehr große Schläge liegt der LS-Faktor in über 37 % der betrachteten Ackerfläche über dem Wert von $LS = 0.7$ und ist somit stark überhöht. Praktisch alle hohen LS-Werte wurden auf großen Schlägen größer 12,5 ha ermittelt.

Tab. 38: LS-Faktoren im Untersuchungsraum Jesewitz

LS Fak- tor	Fläche (ha)	Flächen (Anzahl)
0	853,3	925
0,1	299,4	266
0,2	374,2	278
0,25	104,5	69
0,3	643,3	397
0,4	513,9	339
0,5	354,7	256
0,6	335,6	217
0,7	401,8	220
0,8	362,3	203
0,9	96,7	62
1	81,3	66
1,2	286,8	123
1,3	394,8	32
1,5	44,1	52
Summe	3964,3	2589

(eigene Berechnung)

5.2.5. C- UND P-FAKTOR

In die Berechnung einbezogen wurde die im Jahr 1994 im Rahmen der Biotoptypenkartierung vom Verfasser aufgenommene Fruchtfolge für das Testgebiet Jesewitz. Diese besteht aus einem ca. 75%igen Getreide- und ca. 25%igen Hackfruchtanteil (Mais, Zuckerrüben, Sonnenblumen). Zusätzlich verwendet wurden Betriebsdaten von SCHLEITZ (1995). Für die Bodenerosion ungünstig eingeschätzt wird der hohe Anteil der Wintergerste an der Fruchtfolge und der geringe Anteil an Gründüngung, da der Boden nur eine kurze Periode im Jahr bedeckt ist. Daraus ergibt sich nach SCHWERTMANN et al. (1990) ein C-Faktor von 0,14 für die heutige Fruchtfolge. Für die Einschätzung der landschaftlichen potentiellen Bodenerosionsgefährdung ist der Wert für Schwarzbrache von $C = 1,0$ einzusetzen.

Für die Ermittlung des aktuellen P-Faktors wurden wiederum die Ergebnisse der Biotoptypenkartierung und die aus dem CIR-Luftbild ermittelten (maschinellen) Bearbeitungsrichtungen der Schläge genutzt. Die Analyse ergab, daß es wenige Ansätze zur bodenerosionsmindernden Bearbeitungsrichtung im Untersuchungsraum gibt. Die Hauptbearbeitungsrichtung erfolgt in Gefällsrichtung. Deshalb wurde ein P-Faktor von 1,0 angesetzt. Zum Teil wurden die Schläge im Gegensatz zum Jahr 1958 im Zuge der Kollektivierung so angelegt, daß bei starker Winderosionsgefährdung parallel zur Windrichtung gepflügt und somit ein unnötiges Maximum der Bodenerosion ermöglicht wird.

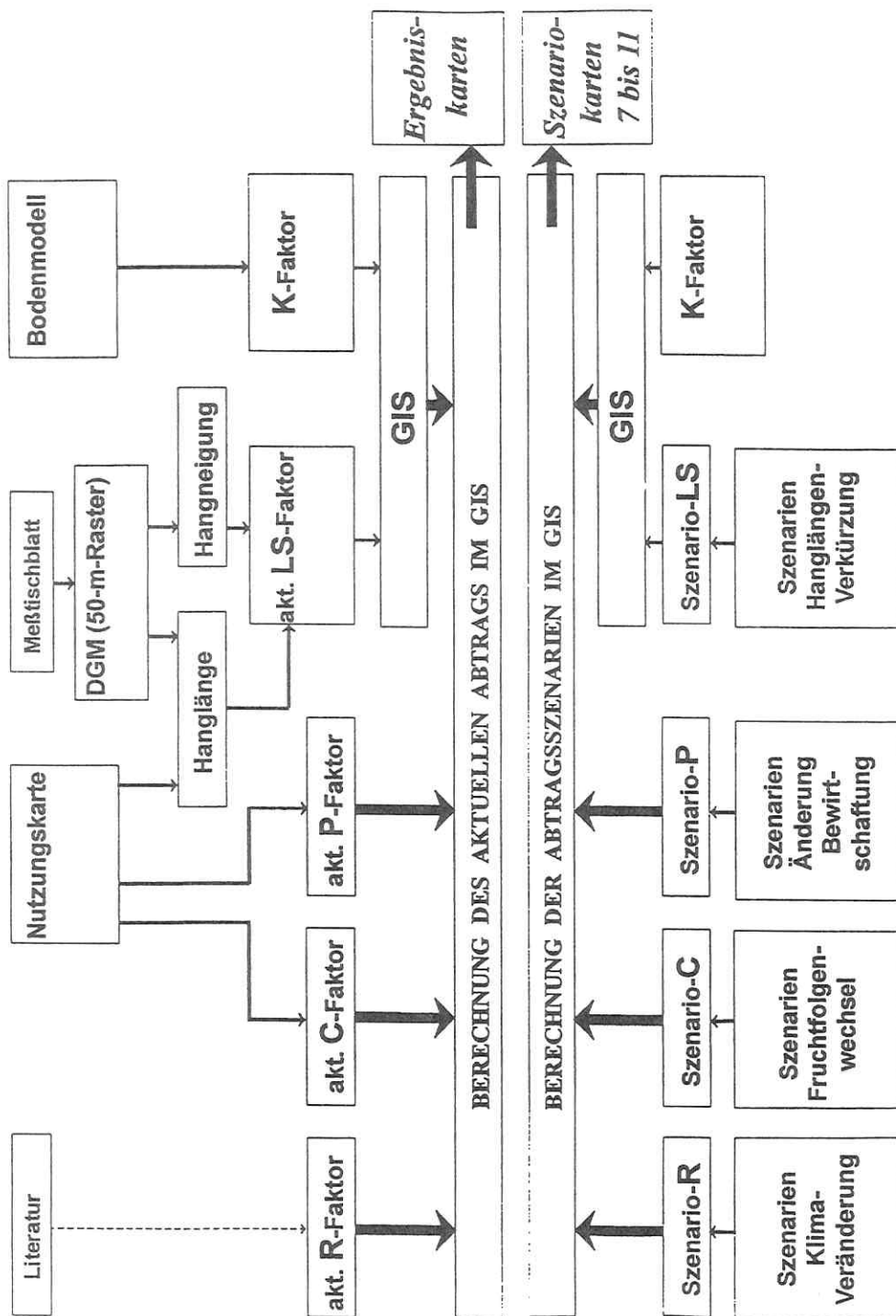


Abb. 10: Ablauf der Bodenerosionsbewertung und der Szenarien

5.2.6. Bewertung der aktuellen Bodenerosionsgefährdung

Der Gesamtablauf des Bewertungsverfahrens ist in Abb. 10 dargestellt. Für den Untersuchungsraum ergaben sich durchschnittlich geringe Bodenabträge unter aktuellen Nutzungsbedingungen. In Anlehnung an SCHWERTMANN et al. (1990) wurden vom Verfasser auf die Bodenschätzungskarten bezogene und an den Untersuchungsraum angepaßte modifizierte Toleranzgrenzen des Bodenabtrages auf Ackerflächen bestimmt. Diese Toleranzgrenzen beziehen die fortgeschrittene Entkalkung und die unterschiedliche Bodenprofil differenzierung ein. Toleranzgrenzen des Bodenabtrages stützen sich auf langjährige Betrachtungsweisen und sollten niedrig angesetzt werden. Theoretisch müssen Toleranzgrenzen des Bodenabtrages an der Bodenneubildungsrate orientiert werden. Die Bodenneubildungsrate ist jedoch so gering oder unbekannt, daß eine Ackernutzung nicht weiter toleriert werden könnte.

Tab. 39: Toleranzgrenzen des Bodenabtrages für das Testgebiet Jesewitz

Abtrag in t/ha Jahr	Einschätzung
0 bis 1,5	gering
1,5 bis 3	tolerierbar
3 bis 6	erhöht
6 bis 12	stark erhöht
mehr als 12	extrem erhöht

(eigener Entwurf)

Die Bewertung der heutigen Bodenerosionsgefährdung (Szenario 1 in Tab. 40; Karte 27) wurde mit dem Geographischen Informationssystem flächenkonkret für alle Ackerflächen durchgeführt. Die Bewertungen der Einzelflächen wurden zu einem sogenannten „Gebietsbodenabtrag“ summiert, (der sich auf die bewertete Fläche von 3964,3 ha bezieht, für die ausreichende Bewertungsgrundlagen der Bodenschätzungskarten zur Verfügung standen). Mit einem Gebietsbodenabtrag von 3770 t/a ist der durchschnittliche Abtrag im Untersuchungsraum unter aktueller Nutzung mit ca. 1 t/ha/a nach den Toleranzgrenzen (in Tab. 39) gering. Dieser niedrige Wert ist durch die stark getreideorientierte Fruchtfolge bedingt. Erhöhte Werte treten in den stärker geneigten Bereichen und auf großen Schlägen auf und sind durch große Hanglängen bedingt. Bei einem höheren Hackfruchtanteil in der Fruchtfolge würde sich dieser Abtragswert deutlich erhöhen (z.B. Szenario 11 in Tab. 40).

Die Bewertung der potentiellen Bodenerosionsgefährdung unter Schwarzbrache stellt heute die Standardmethode der Einschätzung landschaftsfunktionaler und landschaftsstruktureller Defizitbereiche in der Landschaftsplanung dar (BDLA 1992). Diese Einschätzung ist in Tab. 40 als Szenario 2 und in Karte 28 dargestellt. Daraus errechnet sich ein Gebietsbodenabtrag von 26.941 t/a für den Untersuchungsraum, was einem durchschnittlichen jährlichen Bodenabtrag von 6,7 t/ha entspricht. Dieser Durchschnittswert ist nicht gleichmäßig räumlich verteilt. Der Bodenabtrag konzentriert sich auf folgenden Bereiche in der Landschaft:

- große Schläge (>25 ha) mit großen Hanglängen (>100 m),
- stärkere Hangneigungen (>2°) und auf
- Böden mit höherer bodenartbedingter Erosionsgefährdung (K-Faktor >0,30).

Auf Flächen mit stark und extrem erhöhter Bodenerosion bei Schwarzbrache (Klassen 4 und 5), die 37,5 % der bewerteten Ackerfläche umfassen, sind bodenerosionsmindernde Maßnahmen dringend zu empfehlen. Auf diesen ist nach Einschätzung des Verfassers eine Umnutzung oder eine starke Verkürzung der Hanglängen und der Anbau erosionsmindernder Anbaukulturen für eine Verbesserung der Funktionserfüllung des Bodenerosionswiderstandes erforderlich (siehe Kap. 6).

5.2.7. Entwicklung von Szenarien für Regulationsfunktionen am Beispiel der Bodenerosionsgefährdung

Als moderne Darstellungsweise möglicher Entwicklungen in Landschaften können Szenarien verwendet werden. Szenarien - insbesondere in Form von Karten - können zukünftige Landschaftszustände oder Entwicklungen in Regionen beschreiben und in lokal differenzierter Weise aufzeigen.

Die Anwendung Geographischer Informationssysteme vereinfacht aufgrund der Ablage der Grunddaten und Eingangsvariablen zur Beschreibung einer Landschaft bzw. zur Bewertung einer Regulationsfunktion in jeweils einer Datenebene (Layer) die Darstellung von Szenarien erheblich. Eine zukünftig mögliche Änderung eines einzelnen oder auch mehrerer Eingangsvariablen wird durch Veränderung des Datensatzes bei der Verknüpfung der Layer simuliert.

Die Variationsmöglichkeiten sind bei dieser Vorgehensweise nahezu unbegrenzt. Die erst durch GIS mit vertretbarem (Zeit-)Aufwand durchführbare Darstellung landschaftlicher Szenarien in Form von digitalen Karten hat den Vorteil einer leicht verständlichen und überschaubaren, gleichzeitig aber lokal differenzierten Visualisierung der Ergebnisse.

In diesem Kapitel sollen am Beispiel der Regulationsfunktion „Bodenerosionswiderstand“ (hier ausgedrückt durch die Bodenerosionsgefährdung) im Untersuchungsraum Jesewitz Szenarien der Veränderung der Bodenerosionsgefährdung in Intensivagrargebieten bei Veränderung der Eingangsfaktoren dargestellt werden.

Während der K-Faktor in menschlichen Betrachtungszeiträumen (ohne Abtrag) als stabil angesehen wird, sind alle anderen in die ABAG einfließenden Größen als variabel einzuschätzen. Die Szenarien beinhalten Überlegungen zu Auswirkungen, die die Veränderung einzelner Faktoren der ABAG (Abb. 10) auf den Gebietsbodenabtrag haben. Dies sind:

- die Änderung von Höhe und Intensität der Niederschläge durch mögliche Auswirkungen von Global Change beschrieben durch den R-Faktor
- potentielle Änderungen der Fruchtfolgen (C-Faktor),
- die Bodenerosionsminderung durch Hanglängenverkürzung und Schlagaufteilung (LS-Faktor) und
- die Änderung der Bearbeitungsrichtung sowie Bodenschutzmaßnahmen (P-Faktor).

Für die in den Szenarien angenommenen Variationen des R-Faktors wurde eine mögliche Verstärkung der Intensität der Frühjahrs- und Sommerniederschläge bei gleichzeitiger Erhöhung der Sommerniederschläge unterstellt (SRU 1994). Insbesondere in den Monaten Mai bis August, wenn der Boden bei Anbau von Mais, Sonnenblumen oder Rüben noch nicht vollständig vegetationsbedeckt ist, könnte eine steigende Aggressivität erwarteter Starkniederschläge zu höherem Bodenabtrag füh-

ren. Kurze konvektive Starkregen mit hohen Intensitäten könnten sich im Rahmen des erwarteten globalen Wandels erhöhen (DEUMLICH 1995).

Tab. 40: Szenarien und zu erwartender Gebietsbodenabtrag

Szena- rionr.	R	K	LS	C	P	Gebietsboden- abtrag (t/a)
1	47	K	LS	0,14	1	3.770 Karte 27
2	47	K	LS	1	1	26.941 Karte 28
3	47	K	LS50	1	1	8.190 Karte 29
4	70	K	LS	1	1	40.130
5	60	K	LS	1	1	34.397
6	47	K	LS	1	0,5	13.470
7	70	K	LS	1	0,5	20.062
8	60	K	LS	1	0,5	17.198
9	100	K	LS	1	1	57.328
10	47	K	LS	0,02	0,5	272
11	47	K	LS	0,24	1	6.465
12	70	K	LS	0,14	1	5.619
13	100	K	LS	0,14	1	8.026
14	70	K	LS	0,24	1	9.631
15	100	K	LS	0,02	0,5	570
16	47	K	LS200	0,14	1	2.218
17	47	K	LS200	1	1	15.847
18	47	K	LS50	0,14	1	1.152
19	70	K	LS200	0,14	1	3.305
20	70	K	LS50	0,14	1	1.705

(eigene Berechnung)

K = digitale Karte der K-Faktoren, LS = digitale Karte der LS-Faktoren, LS50 = Hanglängenverkürzung auf durchschnittlich 50 m, LS200 = Hanglängenverkürzung auf durchschnittlich 200 m.

Da keine Sicherheit über zukünftige Entwicklungen bestehen kann, wurde mit verschiedenen Szenariowerten gerechnet. Als Ausgangspunkt dient der aktuelle Bodenabtrag durch die realistische momentane Einschätzung des R-Faktors von R = 47. Darauf aufbauend wurden Simulationen mit möglichen R-Faktoren von 60, 70 und 100 gerechnet. Dadurch sollte ermittelt werden, welche Auswirkungen eine Veränderung des R-Faktors auf die Bodenerosion hätte.

Bei einem in den nächsten Jahrzehnten nicht völlig unrealistischen Anstieg des R-Faktors auf 60 (in Szenario 5) würde sich der Gebietsbodenabtrag bereits auf ca. 35.000 t/a bei Schwarzbrache gegenüber der zu heute vergleichbaren Situation von derzeit ca. 27.000 t/a bei Schwarzbrache erhöhen (in Szenario 2). Als Konsequenz müssten zusätzliche Flächen in einen verstärkten Bodenerosionsschutz einbezogen werden.

Eine aus heutiger Sicht relativ unwahrscheinliche Erhöhung des R-Faktors auf R = 100 bei gleichzeitiger Schwarzbrache und fehlenden Bodenschutzmaßnahmen (in Szenario 9 in Tab. 40) würde den Gebietsbodenabtrag auf 57.328 t/a steigern. Dieser Wert ließe sich durch Erosionsschutzmaßnahmen (P = 0,5) und mehrjährigen Futterbau (C = 0,02) theoretisch (in Szenario 15, Tab. 40) auf einen Gebietsbodenabtrag von 570 t/a senken. Dieser Abtragswert entspricht weitgehend dem von Grünland.

Einen entscheidenden Einfluß auf die aktuelle Einschätzung des Bodenabtrages hat die auf den Ackerflächen angebaute Fruchtfolge, die jedoch aufgrund ihrer außergewöhnlich hohen Differenzierung, die auch stark von der jahreszeitlichen Entwicklung der Vegetationsperiode abhängt, nur abgeschätzt werden kann. Bei der heutigen stark (Winter)-Getreide dominierten Fruchtfolge im Untersuchungsraum ist der heutige Einfluß des Ackerbaus mit einem C-Faktor von $C = 0,14$ als niedrig einzustufen.

Für die Szenarien des C-Faktors wurde deshalb die realistische Variante ($C = 0,14$ in Szenario 1) und ein (negatives) Entwicklungsszenario ($C = 0,24$ in Szenario 11) angenommen, welches von einer Erhöhung des Maisanbaus durch einen Anstieg der Viehproduktion und von einer Erhöhung der Zuckerrübenproduktion ausgeht. Hierdurch könnte sich der Hackfruchtanteil auf 50 % in der Fruchtfolge erhöhen. Damit würde eine deutlich gesteigerte Bodenerosionsrate einhergehen, die bedeuten würde, daß sich der Bodenabtrag praktisch verdoppelt. Alternativ dazu wurde in Szenario 10 mit einem bodenschützenden C-Faktor von 0,02 für eine Fruchtfolge mit 50 % dauerhaft bodenbedeckendem Futterbau und 50 % Getreide gerechnet. Die Erosionsrate vermindert sich dadurch auf einen geringen Gebietsbodenabtrag. Als Resultat der Szenarien 10 und 15 werden vom Verfasser erosionsmindernde Fruchtfolgen, die den C-Faktor weitgehend reduzieren können, vorgeschlagen:

- eine möglichst lang andauernde Bodenbedeckung,
- Mulchsaat und Zwischenfruchtanbau,
- pfluglose Bodenbearbeitung,
- Umwandlung in Grünland an stark erosionsgefährdeten heutigen Ackerstandorten,
- Beschränkung des Anbaus von Hackfrüchten auf wenig erosionsgefährdete Standorte.

Als Varianten für den P-Faktor wurde mit folgenden Maximalwerten gerechnet: $P = 1,0$ als realistische Einschätzung und $P = 0,5$ für eine erosionsmindernde Bearbeitung und Aufteilung der Schläge in Teilschläge mit kürzeren Hanglängen. Dies bedeutet, daß durch eine Schlagverkleinerung, hangparalleles Pflügen oder durch Streifennutzung eine Reduktion der langjährigen Abtragswerte im Modell um die Hälfte erreicht werden kann. Die Fluraufteilung in quer zur Hangneigung verlaufenden Streifen und bodenerosionsmindernde Anbautechniken können den LS-Faktor mindern. Der Verfasser schlägt als noch zu akzeptierenden LS-Faktor den Grenzwert von $LS = 0,5$ für Ackerbaustandorte vor.

Durch die Aufteilung der landwirtschaftlichen Flächen in überwiegend sehr große Schläge ist der LS-Faktor auf über 37 % der betrachteten Ackerfläche größer als $LS = 0,7$ (Tab. 38). Für die meisten Szenarien wurden die in der Agrarlandschaft ermittelten realen LS-Faktoren (zwischen 0 und 1,5 im Untersuchungsraum) verwendet (Karte 26). Für weitere Szenarien (Szenarien 3 und 16-20) wurden die durchschnittlichen (potentiell verkürzten) Hanglängen auf 50 m bzw. 200 m (LS_{50}/LS_{200}) begrenzt, wodurch sich der Gebietsbodenabtrag dieser Szenarien deutlich absenkt. Hierdurch sollte der Einfluß einer Größenreduzierung der überdimensionierten Ackererschläge in den Untersuchungsräumen auf die Bodenerosion bestimmt werden. Außerdem bietet diese Betrachtungsweise einen Ansatzpunkt für die Lösung der mit ARC/INFO nur umständlich gelösten Hanglängenbestimmung (MEYER & GRABAUM 1996b). Durch diese vereinfachende Betrachtungsweise auf kurze Hangabschnitte wird der tatsächliche Einfluß des Großschlages (mit großen Hanglängen) nicht mehr

wirksam, da die Rastergrenze als landschaftsstrukturelle Grenze (Rain, Hecke) aufgefaßt wird.

Die Reduktion der Hanglängen auf theoretisch einheitliche 50 Meter (LS50) auf Basis von 50*50 Meter großen Parzellen (in Szenario 3 und Karte 29) bei Schwarzbrache bedeutet eine Absenkung des Gebietsbodenabtrages gegenüber Szenario 2 auf 8.190 t/ha/a. Eine Verkürzung der Hanglängen auf einheitlich 200 Meter (LS200) in Szenario 17 senkt den Gebietsbodenabtrag schon auf theoretische 15.847 t/ha/a.

Insgesamt können durch Hanglängenverkürzungen weite Bereiche des Untersuchungsraumes aus der Einstufung einer gefährdeten Zone bei Schwarzbrache genommen werden. Durch Hanglängenverkürzung und die Anlage langjähriger linearer Vegetationselemente könnte eine notwendige „landschaftsstrukturelle Sicherheit“ auch bei wechselnden Fruchtfolgen erreicht werden. Fruchtfolgen und der Einsatz pflugloser Bewirtschaftungsformen mit ganzjähriger Bodenbedeckung sind im Gegensatz zur Landschaftsstruktur einer Region in sehr starkem Maße vom Marktgeschehen abhängig und damit variabel.

Im Ergebnis der durchgeführten Szenarien werden vom Verfasser für den Untersuchungsraum als wesentliche Maßnahmen zur Verminderung der Bodenerosion vorgeschlagen:

- In oberster Priorität eine Aufteilung der die Bodenerosion fördernden Großschläge mindestens in Form der Untergliederung durch Anlage von linearen Vegetationselementen (Hecken und Raine) auf allen, heute bei Schwarzbrache (Szenario 2) stärker gefährdeten, Bereichen, womit gleichzeitig eine entsprechende Hanglängenverkürzung erreicht wird, wenn die linearen Vegetationselemente entsprechend der primären Landschaftsstruktur angelegt werden. Die übergroßen Hanglängen in allen 4 Untersuchungsräumen mit einer häufig größeren Ausdehnung als 1 km werden vom Verfasser als der entscheidende Faktor für die in diesen Räumen jedes Jahr beobachteten tiefen linearen Erosionsrinnen innerhalb der Felder angesehen. Aufgrund der großen Hanglängen können sich die für größere Erosionsereignisse notwendigen großen Wassermengen sammeln. Deshalb sollte der LS-Faktor auf $LS < 0,5$ begrenzt werden.
- Weitergehende Erosionsschutzmaßnahmen stellen die Änderung der Fruchtfolge und insbesondere die dauerhafte, tendenziell ganzjährige, Bedeckung des Bodens dar. Für den Untersuchungsraum bedeutet dies vor allem den Verzicht auf erst spät im Jahr, d.h. lange nach Einsetzen der Vegetationsperiode, den Boden bedeckende Anbauprodukte wie Mais, Rüben und Sonnenblumen auf allen erosionsgefährdeten Flächen.
- Daneben können pfluglose Bewirtschaftungsverfahren, Mulchsaat, Zwischenfruchtanbau, höhenlinienparalleles Bearbeiten etc. vorgeschlagen werden.
- Im Gegensatz zu den Faktoren LS, P und C können die Faktoren K und R nicht verändert werden. Mögliche Veränderungen des R-Faktors im Rahmen von Global Change sollten sich in einer verstärkten schon heutigen Anlage von Hecken und Rainen für die Verminderung des LS-Faktors entsprechend des primären Landschaftsstrukturpotentials niederschlagen (vgl. Kap.4).

Aus diesem Grunde ist durch die Landschaftsplanung eine bodenerosionsmindernde Schlagaufteilung zumindest in Form der Anlage von linearen Vegetationselementen (Raine und Hecken) anzustreben, welche alle bei Schwarzbrache stärker gefährdete Bereiche umfassen. Eine solche bodenerosionsmindernde Schlagaufteilung kann

dann auch potentielle Veränderungen des R-Faktors oder eine durch das Marktgeschehen erzwungene Fruchtfolgenänderung absichern.

Im Ergebnis dieser beispielhaft dargestellten Szenarien sind folgende generelle Anwendungsmöglichkeiten von mit GIS erstellten Szenarien für Landschaftsräume bzw. Regionen zu nennen:

- visualisierte Darstellungen möglicher zukünftiger regionaler Entwicklungen oder Landschaftszustände in Kartenform, die eine klare lokale Differenzierung der Ergebnisse ermöglichen
- der direkte Vergleich unterschiedlicher, bzw. abgestufter Entwicklungszustände in Kartenform (z. B. R-Faktoren 47, 60, 70, 100) visualisiert mögliche Auswirkungen der Änderung eines Einzelfaktors oder auch unterschiedlicher Faktorenkombinationen
- die frühzeitige Ableitung von Maßnahmen in der Planung, um voraussichtlichen zukünftigen Entwicklungen rechtzeitig zu entsprechen
- die Ermittlung und Lokalisierung von Landschaftsräumen oder Landschaftsteilräumen, in denen voraussichtlich zukünftig dringender Handlungsbedarf entstehen wird, bzw. für die dann entsprechende zukünftige Prioritäten gelten müssen
- die Ableitung von Vorsichtsmaßnahmen bei nicht genau voraussehbaren bzw. unsicheren, nur in einer großen Schwankungsbreite abschätzbaren zukünftigen Entwicklungen.

Diese Möglichkeiten der Szenarientechnik mit GIS lassen gerade in Bezug auf die Bewertung von Regulationsfunktionen, die jeweils mit den bekannten Datenunsicherheiten behaftet sind, breite zukünftige Anwendungsmöglichkeiten erwarten. Dies um so mehr, als in der zukünftigen Praxis gerade die Visualisierung und die Variabilität der in komplexe Bewertungen eingehenden räumlichen Faktoren stärker berücksichtigt werden sollte.

5.3. Abflußregulationsfunktion

Unter der Abflußregulationsfunktion wird das Leistungsvermögen des Landschaftshaushaltes verstanden, aufgrund von Vegetationsstruktur und Boden- und Reliefbedingungen Oberflächenwasser in den Ökosystemen zurückzuhalten, deren Direktabfluß zu verringern und damit zu ausgeglichenen Abflußverhältnissen beizutragen. Das Untersuchungsgebiet Jesewitz umfaßt neben einigen Randbereichen zwei vollständig abgegrenzte hydrologische Einzugsgebiete (Lindelbach und Wölperner Bach).

Die Abflußregulationsfunktion liefert nach MARKS et al. (1989) eine Einschätzung des Beitrages unterschiedlicher Teilräume zur Verringerung des Direktabflusses aus einem Einzugsgebiet. Die Abflußregulation ist in den Agrarlandschaften des Ballungsraumes in Folge von Meliorationen und Gewässerausbauten durch schnellen Direktabfluß eingeschränkt. Hierdurch werden in den Vorflutern Überschwemmungen hervorgerufen. Als Entwicklungsziel ist ein möglichst langsamer und gleichmäßiger Abfluß zu gewährleisten. Durch eine Verlangsamung und Verringerung des Oberflächenabflusses kann der Basenaustrag aus einem Einzugsgebiet gemindert werden (RIEPL 1994).

Ableitung der Abflußregulationsfunktion

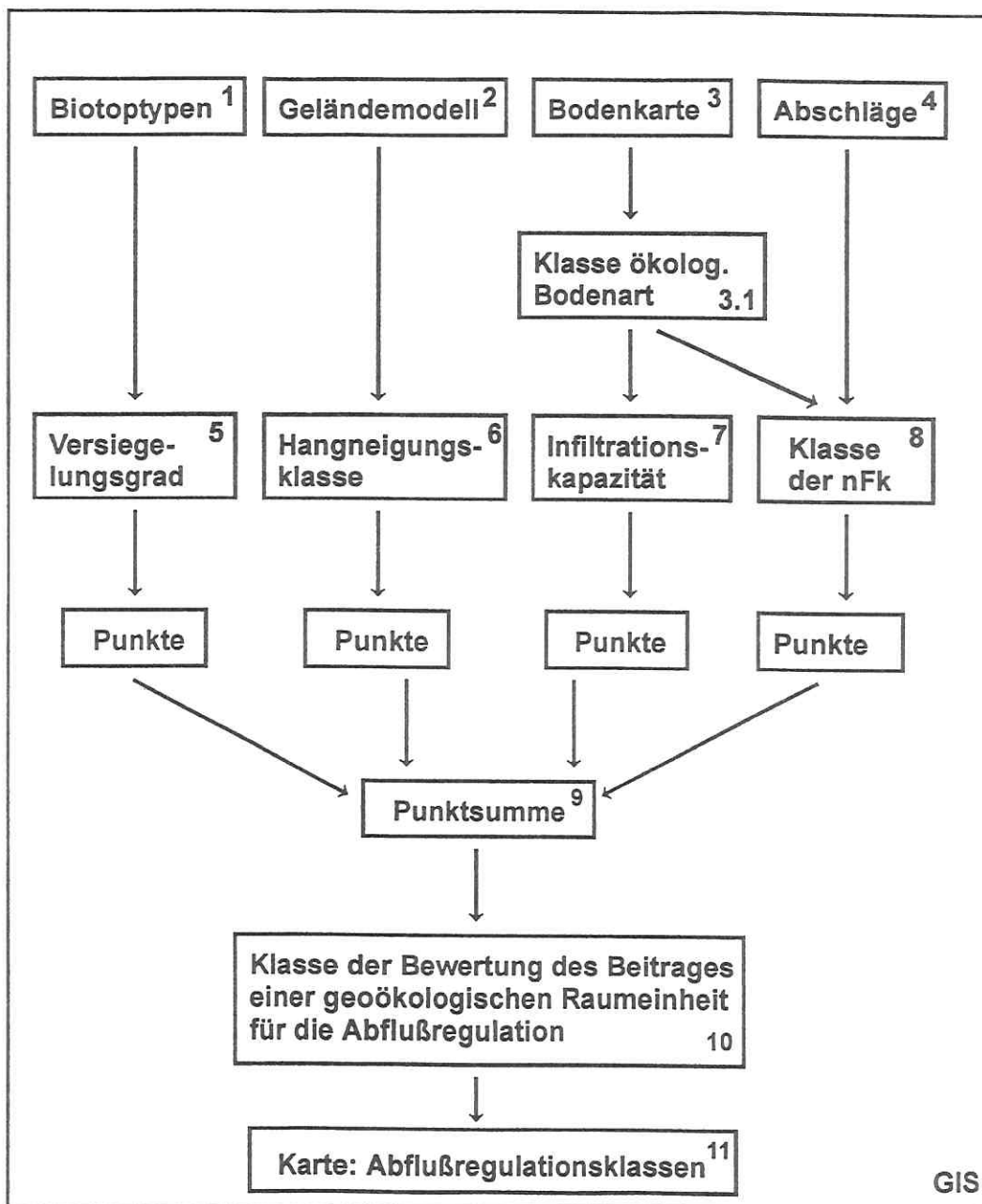


Abb. 11: Ablauf der Bewertung der Abflußregulationsfunktion (Zahlen siehe Beschreibung im Text; eigene Abbildung)

Eine Verlangsamung des Oberflächenabflusses aus Agrarlandschaften bedeutet nach BIERHALS et al. (1986) gleichzeitig einen veränderten Sickerwasserabfluß und eine höhere lokale Verdunstung. Zur Verbesserung der Abflußregulationsfunktion sind Flächennutzungsänderungen im Einzugsgebiet notwendig, wenn diese nicht innerhalb der bestehenden Flächennutzung erreicht werden kann. Diese haben positive Auswirkungen auf den Wasserkreislauf und andere Funktionen des Naturhaushaltes insbesondere im Bereich Arten und Biotope.

Eine dauerhafte Flächennutzungsänderung von Acker zu Wald oder Grünland bedeutet durch ganzjährige Vegetationsbedeckung ein tiefreichendes und dauerhaftes Wurzelgeflecht, das Wasser aufnimmt und zurückhält, einen verringerten Direktabfluß und eine Verbesserung der Abflußregulationsfunktion. Gleichzeitig sinkt durch die Flächennutzungsveränderung von Acker zu Wald oder Wiese die Grundwasserneubildung durch verstärkte Evapotranspiration. Eine Quantifizierung von Grundwasserneubildung (Kap. 5.4) und Evapotranspiration ist im Rahmen der Methode nicht vorgesehen. Die Senkenfunktion des Moorgebietes für Kohlenstoff und Nährstoffe ist im Testgebiet Jesewitz (Wölperner Torfwiesen) für weitergehende Bilanzierungen von Interesse.

5.3.1. Bewertung der Abflußregulation und Daten

Das Bewertungsverfahren nach MARKS et al. (1989) ist ein qualitatives Punktbewertungsverfahren, welches durch Punktaddition den Beitrag einer geoökologischen Raumeinheit zur Abflußregulation von Einzugsgebieten in einer fünfstufigen Skala der Funktionserfüllung bewertet. Es ist auf einzelne Flächen und Einzugsgebiete anwendbar (die eckige Klammer gibt Hinweis auf den Text in Abb. 11).

Abb. 11 veranschaulicht die Ableitung der Abflußregulationsfunktion mit GIS. Benötigt werden flächenkonkrete Informationen zu Biotoptypen (Flächennutzung), zum Relief, zum Boden und Zusatzinformationen zur Geologie und zu hydromorphen Merkmalen der Böden. Für die Ableitung der Abflußregulationsfunktion wurden nach Abb. 11 folgende Datenebenen im GIS genutzt:

1. Der **Versiegelungsgrad und die Bodenbedeckung [5]** wurde aus der digitalen Karte der Biotoptypen [1] abgeleitet (nach MARKS et al. 1989, dort Tabelle 26). Da im Untersuchungsraum Jesewitz eine stark getreidebetonte Fruchtfolge vorherrscht, wurden die Ackerflächen einheitlich mit 2 Punkten bewertet [5]. Bebaute Flächen werden immer in die Klasse 5 (sehr geringe Bewertung) eingeordnet. Das Ergebnis dieser Punktbewertung ist im GIS in der Datei **VERSIEGLPUNKT [5]** verfügbar, die für die weitere Berechnung verwendet wird.
2. Die **Hangneigungsklassen [6]** werden abgeleitet aus dem digitalen Geländemodell [2] (nach MARKS et al. 1989, dort Tabelle 27). Jeder Fläche wurde entsprechend ihrer Hangneigungsklasse ein Punktwert zugeordnet, der in der GIS-Datei **NEIGPUNKT [6]** verfügbar ist.
3. Die **Infiltrationskapazität [7]** wurde aus der digitalen Bodenartenkarte [3] nach der Klasse der ökologisch ähnlichen Bodenart [3.1] bestimmt (nach MARKS et al. 1989, Tabelle 28 und LESER & KLINK (1988), dort Tab. 1). Das Ergebnis liegt in der GIS-Datei **INFILPUNKT [7]** vor.
4. Die **Klasse der nutzbaren Feldkapazität [8]** und die Geologie wurden aus der digitalen Karte der ökologisch ähnlichen Bodenart [3.1], nach Daten der MMK 100 (Dokumentationsblatt A), nach Profildaten von HUBRICH (1993) und dem Zuordnungsschlüssel nach FLEISCHMANN et al. 1979 bestimmt. Das Ergebnis in der

GIS-Datei NFKKORPUNKT [8] beinhaltet Abschlge für hydromorphe Merkmale [4]. Die Einstufung bestimmt die Summe der nutzbaren Feldkapazität im Bodenraum 0-100 cm. Diese Infiltrationsfähigkeit dient zur Aufnahme kurzfristiger Wasserschbe nach Niederschlägen.

- Die Faktoren werden für jedes Landschaftselement einzeln bewertet. Im GIS werden anschließend alle Einzelflchenwerte nach Einzugsgebieten oder Untersuchungsgebieten aufaddiert [9]. Die Bewertung erfolgt nach MARKS et al. (1989), dort Tab. 30 in Punkteklassen bzw. in ordinalskalierte Klassen der Bewertung des Beitrages einer geoökologischen Raumeinheit für die Abflußregulation [10] der Flächen in einer 5-stufigen Skala (sehr hoch bis sehr gering). Waldflächen werden in jedem Falle in Klasse 1 und versiegelte Flächen in Klasse 5 eingestuft. Diese Einschätzung ist in Karte 30 dargestellt.

Aufwendig ist die Überführung der Informationen der Bodenschätzungskarten in für ökologische Bewertungen nutzbare Klassen der ökologisch ähnlichen Bodenarten, die für alle vier Untersuchungsräume aus den Schtzungsprotokollen zusammengefaßt im Maßstab 1:10.000 vorliegen (siehe Kap. 3.2). Verworfen und nicht in die Bewertung einbezogen wurden die bodenartlichen Informationen nach dem Grünland-schtzrahmen, da diese nur in 3 Hauptbodenarten zusammengefaßt sind. Genutzt wurde die historische Information über das Vorhandensein von natürlichen Grünlandstandorten zum Aufnahmezeitpunkt der Bodenschätzungskarten auf lehmigen Substraten als Indikator für feuchte Standorte mit geringem Grundwasserflurabstand. Tab. 41 zeigt den Ablauf der Parallelisierung der Bodenarten der Bodenschätzungskarten zu Klassen ökologisch ähnlicher Bodenarten.

Tabelle 41: Parallelisierung der Bodenarten der Bodenschätzungskarten 1:10.000 mit der Einschätzung nach Klassen der ökologisch ähnlichen Bodenarten nach LESER & KLINK (1988) und Ableitung der Bewertungspunkte für Infiltrationskapazität und nutzbare Feldkapazität für die Abflußregulationsfunktion nach MARKS et al. (1989).

Bodenart/Siehe Tabellenunterschrift	I	II	III	IV	V	VI	VII
Sand	S	8	8	4-5	4,5	5	1,5
Anlehmiger Sand	SI	6-7	7	3-4	3,5	4	2
Lehmiger Sand	IS	5-6	6	2-3	2,5	4	3,5
Stark lehmiger Sand	SL	4-5	5	2-3	2,5	4	3,5
Sandiger Lehm	sL	3-4	4	2	2	3	4
Lehm	L	2-3	3	1-2	1,5	3	4,5
Schwerer Lehm	LT	2	2	2-3	2,5	2	3,5
Ton	T	1	1	3-4	3,5	1	2,5
Lehm über Moor	LM	2/10	2/10	1-2	1,5	3-5	4-5
Moor	MO	10	10	1	1	5	5

Es bedeuten:

- Klasse der Bodenschätzung nach Bodenschätzungskarten 1:10.000

- II. Klasse ökologisch ähnlicher Bodenarten (LESER & KLINK 1988 Tabelle 1), Daten der MMK 100 Dokumentationsblatt A, Profildaten nach HUBRICH (1993) und dem Zuordnungsschlüssel nach FLEISCHMANN et al. 1979)
- III. Durchschnittliche Klasse der ökologisch ähnlichen Bodenart aus Spalte II (LESER & KLINK 1988, Tab. 1 für Berechnung der nFK)
- IV. Klasse der nFK (LESER & KLINK 1988, Tab. 15 und Spalte II)
- V. Klasse der nFK (LESER & KLINK 1988, Tab. 15 und Vereinheitlichung nach Tab. 16.)
- VI. Bewertungspunkte für die Infiltrationskapazität nach Klasse der Bodenart (LESER & KLINK 1988, Tab. 1 und MARKS et al. 1989, Tab. 28)
- VII. Bewertungspunkte nach Klassen der nFK im Bodenraum 0-100 cm (MARKS et al. 1989, Tab. 29. Herabsetzung der Punktzahl nach Klassen der nFK wegen Pseudovergleichung um 1,0 bei Zustandsstufe 5-7 bzw. bei geringem Grundwasserflurabstand (Grünlandnutzung 1936)

Zur Parallelisierung der Bodenartenklassen der Bodenschätzung (I) in Klassen ökologisch ähnlicher Bodenarten (II) mußte der für die Bewertung ausschlaggebende Schluffanteil geschätzt werden. Dafür wurden im Testgebiet Jesewitz erstrangig Profildaten von HUBRICH (1993) genutzt. Ergänzend wurden Daten der MMK 100 (Dokumentationsblatt A) zu Bodenformengesellschaften im Untersuchungsraum herangezogen (Kap. 3.2). Die Zuordnung erfolgte mit dem speziell für die Nutzung der Bodenschätzungsdaten in der Bodenkartierung erstellten Zuordnungsschlüssel nach FLEISCHMANN et al. (1979). Für die weiteren Berechnungen wurden die Klassen der ökologisch ähnlichen Bodenart zur Abschätzung der Nutzbaren Feldkapazität nach LESER & KLINK (1988) zu Klassen der durchschnittlichen ökologisch ähnlichen Bodenarten zusammengefaßt (III), die zur Ableitung der Klassen der Nutzbaren Feldkapazität nach den Bewertungsverfahren nach LESER & KLINK (1988, Tab. 15) notwendig sind (IV).

Aus Spalte IV kann dann die Klassifizierung der nutzbaren Feldkapazität (V) erfolgen. Grundlage sind eine mittlere Lagerungsdichte des Bodens, ein geringer Humusanteil (< 2%) und Steinfreiheit. Anschließend wird eine Korrektur der ermittelten Punktzahl durch Abzug von einem Bewertungspunkt der Klassen der nFK bei einer Zustandsstufe von 5-7 bzw. bei geringem Grundwasserflurabstand durchgeführt. Diese bezieht sich in diesem Raum auf Flächen mit Grünlandnutzung zum Aufnahmezeitpunkt der Bodenschätzungskarten. Das Ergebnis der korrigierten Bewertungspunkte der nFK entsprechend Spalte VII liegt im GIS als Datei vor, die zur Punktbewertung verwendet wurde.

Die Bewertung der Infiltrationskapazität erfolgt mit Hilfe der gleichen Parallelisierungen der Bodenarten der Bodenschätzung nach der Klasse der durchschnittlichen ökologisch ähnlichen Bodenart (Spalte III; LESER & KLINK 1988, Tab. 1 und MARKS et al. 1989, Tab. 28). Die Infiltrationskapazität ist in Spalte VI dargestellt und im GIS zur weiteren Punktebewertung verwendbar.

Für die Berechnung der Hangneigungspunkte wurde (im Vergleich zu Tab. 37) eine erneute Einstufung der Hangneigungen aus dem digitalen Geländemodell (Karte 24) in Hangneigungsklassen durchgeführt (Tab. 43).

5.3.2. Teilergebnisse der Abflußregulationsbewertung

Für die Bewertung der Abflußregulationsfunktion mußten, wie oben beschrieben, Versiegelungsgrad und Bodenbedeckung, Hangneigungsklassen, Infiltrationskapazität und nutzbare Feldkapazität einzeln abgeleitet und mit Punkten bewertet werden.

- **Versiegelungsgrad und Bodenbedeckung:** Die Einstufung nach dem Bodenbedeckungsgrad (in Ortschaften: dem Versiegelungsgrad) ergibt für den Großteil des Untersuchungsgebietes Jesewitz eine niedrige Punktzahl (Tab. 42). Dies ist typisch für ausgeräumte Intensivagrarlandschaften. Bei stärker hackfruchtorientierten Fruchtfolgen würde die Einstufung noch niedriger ausfallen. Die wenigen Flächen mit mittlerer bis hoher Punktbewertung (überwiegend Grünland, Hecken und Gräben) haben geringen Einfluß auf die Gesamteinschätzung des Raumes. Bei den 3,2 % der Flächen, die in die höchste Klasse nach dem Versiegelungsgrad/der Bodenbedeckung eingestuft werden, handelt es sich durchweg um Wälder oder größere Feldgehölze.

Tab. 42: Versiegelungsgrad und Bodenbedeckung

Punkte	Fläche (ha)	Fläche (%)	Elementanzahl
Niedrigste Klasse (0)	278,5	5,8	435
1	38,1	0,8	78
2	3988,6	82,8	3888
3	172,6	3,6	419
4	184,5	3,8	652
Höchste Klasse (5)	155,4	3,2	237
Summe	4817,6	100,0	5709

(eigene Berechnung)

- **Hangneigungsklassen:** Der Gesamtraum weist eine geringe Reliefenergie auf. Nur 20 % der Flächen werden auf der Basis des 50*50 Meter-Rasters des digitalen Geländemodells (Karte 24) in Hangneigungsklassen >2° eingestuft. Diese wenigen stärkeren Hangneigungen liegen im Bereich der Schwarzen Berge und entlang der Linien Liemehna-Bötzen-Gotha. Es stellt sich bei dieser Einstufung die Frage, inwieweit die sehr großen Hanglängen der ausgeräumten Intensivagrarlandschaften eine veränderte differenziertere Einstufung in geringere Klassenbreiten erfordern würde. Dies ließe sich durch parallel zur Bewertung durchgeführte Feldmessungen validieren.

Tab. 43: Hangneigungsstufen für die Abflußregulationsbestimmung

Klasse	Punkte	Fläche (ha)	Fläche (%)	Elementanzahl
0 - 2 °	5	3852,6	80,0	3654
2 - 7 °	4	951,4	19,8	1980
7 - 15 °	3	13,4	0,3	75
>15 °	2,1,0	0	0,0	0
Summe		4817,6	100,0	5709

(eigene Berechnung)

- **Infiltrationskapazität:** Die Bewertung der Infiltrationskapazität ergab für weite Flächen des Untersuchungsgebietes Jesewitz eine mittlere bis hohe Punktzahl. Dies entspricht einer durchschnittlich hohen Infiltrationskapazität der Böden (Tab. 44). Mit 3 Punkten eingestuft werden meist ebene Ackerflächen auf lehmigen Substraten (sandig-lehmige Schluffe). Mit 4 Punkten eingestuft werden die mit ca. 70 % der Gesamtfläche vorherrschenden stark lehmigen Sande bis lehmigen

Sande. 3,4 % der Fläche mit 5 Punkten sind Niedermoorstandorte und sandige Endmoränenkuppen. Aussagen über Infiltrationsverminderungen durch Bodenverdichtungen und Gefügestörungen können nicht geleistet werden.

Tab. 44: Infiltrationskapazität

Punkte	Fläche (ha)	Fläche (%)	Elementanzahl
0	270,8	5,6	307
1	5,2	0,1	13
2	16,7	0,4	14
3	985,4	20,5	1170
4	3373,9	70,0	3822
5	165,5	3,4	383
Summe	4817,5	100,0	5709

(eigene Berechnung)

- **Einschätzung der korrigierten nutzbaren Feldkapazität:** Bei der Einschätzung der korrigierten nutzbaren Feldkapazität überwogen gering geneigte Ackerflächen ohne Senken- und Kuppenbereiche auf sandigen Schluffen und lehmigen Sanden mit 3,5 Punkten (Tab. 38). Mit 2 Punkten eingestuft werden einzelne Bereiche der Endmoränen der Schwarzen Berge und sandlößbedeckte Gebiete im Norden des Untersuchungsraumes. Mit 4 Punkten eingestuft wurden ausgedehnte Senkenbereiche im Dreieck Pönitz-Jesewitz-Ochelnitz und 4,5 Punkte entsprechen lehmigen Senken und Bachläufen mit eingeschwemmtem Kolluvium. Insgesamt ist die korrigierte nutzbare Feldkapazität für das ganze Gebiet als mittel bis hoch einzuschätzen.

Tab. 45: Einstufung der korrigierten nutzbaren Feldkapazität

Punkte	Fläche (ha)	Fläche (%)	Elementanzahl
0	270,8	5,6	307
0,5	0,0	0,0	0
1	0,0	0,0	0
1,5	165,5	3,4	383
2	596,3	12,4	854
2,5	5,3	0,1	13
3	0,0	0,0	0
3,5	2794,2	58,0	2982
4	672,7	14,0	752
4,5	312,6	6,5	418
5	0,0	0,0	0
Summe	4817,5	100,0	5709

(eigene Berechnung)

5.3.3. Einschätzung der Abflußregulationsfunktion

Der Untersuchungsraum Jesewitz weist aufgrund des geringen Siedlungsflächenanteiles nur 5,6 % der Fläche mit einer Einstufung der Abflußregulation in die Klasse „sehr gering“ auf (Karte 30 und Tabelle 46). Die ländlichen Siedlungen sind nicht vollständig versiegelt, so daß auch eine Einstufung in die Klasse „gering“ möglich

wäre. Der sehr geringe Waldanteil und die Moorflächen der Wölperner Torfwiesen werden mit nur 3,5 % der Fläche in die Klasse „sehr hoch“ eingestuft.

Tab. 46: Gesamteinschätzung der Klassen der Abflußregulationsfunktion

Klasse	Fläche (ha)	Fläche (%)	Elementanzahl
sehr hoch	168,9	3,5	253
hoch	3104,1	64,4	2871
mittel	1235,5	25,7	1997
gering	28,0	0,6	127
sehr gering	281,0	5,8	461
Summe	4817,5	100	5709

(eigene Berechnung)

90,1 % der Gesamtfläche werden in die Klassen „hoch“ und „mittel“ eingestuft. Diese Einschätzung stimmt mit dem Ackerflächenanteil von 84,2 % und dem Grünlandanteil von 6,2 % der Flächennutzung des Raumes überein (Tab. 16).

Die Einstufung von über 25 % der Fläche in die Klasse „mittel“ ist auf Teilräume mit leicht erhöhten Hangneigungen zurückzuführen.

Im Vergleich mit nach der Flächennutzung vielfältiger ausgestatteten ländlichen Räumen ist der Untersuchungsraum Jesewitz mit durchschnittlich 3,5 Punkten als ein Raum mit Renaturierungsbedarf einzuschätzen. Im Untersuchungsgebiet, und dies kann auf alle ländlichen Räume ähnlicher naturräumlicher Ausstattung mit vergleichbar intensiver agrarischer Nutzung verallgemeinert werden, wird vom Verfasser eine Anhebung der Einstufung der Abflußregulation in die Klassen „hoch“ bis „sehr hoch“ als notwendig erachtet, da nur diese Räume einen Ausgleich zur starken Versiegelung und die Hochwässer fördernden Stadtlandschaften leisten können.

Eine Verbesserung der Abflußregulationsfunktion kann durch eine starke Erhöhung des Grünland- und Waldanteiles und durch die Anlage breiter Gewässerrandstreifen erreicht werden. Zusätzlich kann auf ehemaligen Niedermoorstandorten eine erneute Vernässung des Grünlandes vorgenommen werden. Dies sollte auch durch den Rückbau von Drainagen erreicht werden. Hierdurch wird die Senkenfunktion dieser Niedermoorflächen für Kohlenstoff wenigstens ansatzweise reaktiviert. Im Bereich der Schwarzen Berge sollte auf sandig-kiesigen Endmoränenkuppen natürliche Sukzession zugelassen werden, um die vegetationsbedingte Abflußverminderung auf hängigen Standorten zu fördern.

Vorteilhaft an der Verarbeitung der Abflußregulationsfunktion mit GIS ist die relativ exakte Verschneidung unterschiedlicher Informationsebenen. Die sofort folgende Darstellung der Ergebnisse ermöglicht die Überprüfung nach systematischen Fehlern der Bewertungsansätze, die auch mit der Verwendung zu vieler Informationsebenen zusammenhängen können. Dies führt gerade bei einfachen Punkttadditionsverfahren zu einer Verschleierung von Standortunterschieden. Dieses Problem kann über eine sinnvolle Gewichtung der Faktoren gelöst werden, die in der Nutzwertanalyse üblich ist. Gewichtungen müssen allerdings durch langjährige Labor- und Feldmessungen validiert werden. Einfache Expertenrunden zur Entscheidung über Gewichtungen reichen nicht aus.

5.3.4. Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Die Einschätzung der Abflußregulationsfunktion im Testgebiet Jesewitz wurde nach dem Bewertungsverfahren nach MARKS et. al (1989) vorgenommen. In dieses Verfahren zur Abschätzung des Beitrages einer geoökologischen Raumeinheit zur Abflußregulation von Einzugsgebieten (und der Verlangsamung und Stetigkeit des Oberflächenabflusses) fließen folgende Eingangsvariablen ein:

Der Versiegelungsgrad und die Bodenbedeckung, die Hangneigung, die Infiltrationskapazität sowie die nutzbare Feldkapazität des Bodens.

Moderne, quantifizierende Verfahren zur Bewertung der Abflußregulationsfunktion existieren bis heute nur wenige. Rein qualitative Einschätzungen der Abflußregulationsfunktion eignen sich für landschaftsökologische Bewertungen und zur Ermittlung von Umweltqualitätszielen schlecht, da sich daraus kaum differenzierte Einstufungen der Funktionserfüllung und daraus abgeleitete konkrete Zielvorgaben entwickeln lassen.

Das Punktbewertungsverfahren nach MARKS et al. (1989) stuft den Beitrag einer geoökologischen Raumeinheit in eine fünfstufige Ordinalskala der Funktionserfüllung ein. Die erforderliche Ableitung der eingehenden Variablen wird durch die Anwendung des GIS erheblich erleichtert, bzw. die Anwendung des Verfahrens für größere Räume erst ermöglicht (Abb. 11).

Das Ergebnis der Anwendung des Verfahrens auf den Untersuchungsraum Jesewitz läßt sich im wesentlichen wie folgt zusammenfassen:

- 64 % der Flächen werden in die Klasse „hoch“, 26 % in die Klasse „mittel“ der Funktionserfüllung der Abflußregulationsfunktion eingestuft. Diese ca. 90 % der Gesamtfläche des Untersuchungsraumes stimmen mit der summierten Fläche von Acker und Grünland überein.
- In die Klasse „sehr hoch“ werden nur die geringen Flächenanteile an Wald und Moorflächen eingestuft (3,5 % der Gesamtfläche), in die Klasse „sehr gering“ die Siedlungsflächen mit ca. 6 %. Die Klasse „gering“ ist praktisch nicht vertreten.

Aufgrund der dominierenden Ackernutzung wird der Großteil des Untersuchungsraumes in die Klassen „hoch“ und „mittel“ eingestuft. Eine innere Differenzierung dieser Flächen findet also nur innerhalb dieser beiden Klassen statt und läßt sich durch unterschiedliche Bodenverhältnisse und Hangneigungen erklären. Für landwirtschaftlich genutzte Flächen ist als Umweltqualitätsziel eine Einstufung in die Klasse „hoch“ anzustreben, um zu einem insgesamt hohen Beitrag des Agrarraumes zur Verlangsamung des Oberflächenabflusses zu kommen. Dies ist besonders im waldarmen Untersuchungsraum Jesewitz notwendig.

Am Beispiel des Testgebietes Jesewitz zeigt die Anwendung des beschriebenen Bewertungsverfahrens Defizite bei der weitergehenden inneren Differenzierung innerhalb der gleichen Flächennutzung. Die beiden „Extrem“-Klassen „sehr hoch“ und „sehr gering“ werden durch die Flächennutzungen Wald/Moor bzw. Siedlungsbereich belegt. Die in Intensivagrarräumen vorherrschende Ackernutzung wird praktisch ausschließlich innerhalb der drei übrigen Klassen „gering“, „mittel“ und „hoch“ differenziert. Eine stärkere Differenzierung kann allerdings vom gewählten Bewertungsverfahren nicht geleistet werden, da sie mit den in die Bewertung eingehenden Variablen nicht begründet werden kann.

Die Anwendung des besprochenen Verfahrens in der Landschaftsplanung kann für eine Einschätzung dennoch empfohlen werden, da bislang keine problemadäquaten Verfahren zur Verfügung stehen, der erforderliche Aufwand auch in der Praxis zu vertreten ist und die Ergebnisse für die Einschätzung der Notwendigkeit von Flächennutzungsveränderungen (z.B. von Acker in Wald oder Grünland), sowie für die

Ableitung von landschaftlichen Umweltqualitätszielen nach Ansicht des Verfassers ausreichen.

Eine Anwendung der Bewertungsmethode auf den Untersuchungsraum sowie auf von der Flächennutzung stärker differenzierte Räume ist gut möglich. Mit der Abfluß-regulationsfunktion sind flächendeckende Maßnahmen zur Verlangsamung und Verstetigung des Oberflächenabflusses mit der größten positiven Wirkung auf die Wasserrückhaltung begründbar.

5.4. Grundwasserneubildung

Unter der Grundwasserneubildungsfunktion wird nach MARKS et al. (1989) das Leistungsvermögen des Landschaftshaushaltes verstanden, aufgrund der Vegetationsstruktur, der klimatischen Gegebenheiten sowie durchlässiger Deckschichten Grundwasservorkommen zu regenerieren. Nach HENNINGS (1994) wird bei der Bewertung der Grundwasserneubildung nach bodenkundlichen Verfahren nur die Sickerwasserrate bestimmt und die beiden weiteren Teilkomponenten zur Bestimmung (Seihwasser und Influenz) nicht in die Betrachtung eingeschlossen. Die Sickerwasserrate pro Zeiteinheit aus dem Niederschlag wird bestimmt, die die ungesättigte Zone entsprechend der Schwerkraft abwärts verläßt, wobei der kapillare Aufstieg berücksichtigt wird.

Zur Abschätzung der Grundwasserneubildung auf Ackerland stehen zum Teil hochkomplexe Verfahren zur Verfügung (RENGER & STREBEL 1980, RENGER et al. 1990; BACH 1987; Modell GLADIS (NRW) nach SCHREY 1993; Modell CFEST von TIETJE 1993). Für die landschaftsökologische Bewertung der Grundwasserneubildung kommen nur einfache, auch in der Planung verwendbare Verfahren in Frage, für die Eingangsdaten mit vertretbarem Aufwand erhebbar sind.

Die Anwendbarkeit des gewählten Verfahrens nach RENGER & STREBEL (1980) für Ackerland ist von der Abschätzung der Niederschlagshöhe, der Verdunstung nach HAUDE, von der verfügbaren Bodeninformation und vom Maßstabs- und Gültigkeitsbereich des Verfahrens abhängig. Liegen detaillierte bodenkundliche Informationen vor, so wird von HENNINGS (1994) dieses Verfahren empfohlen.

Nach HENNINGS (1994) und MARKS et al. (1989) ist das gewählte Verfahren für den Norddeutschen Raum, d. h. für das Flachland validiert. Es gilt nicht für Mittelgebirgs- oder Hochgebirgsregionen, da der Reliefeinfluß unberücksichtigt bleibt. Mit der Gleichungen nach RENGER et al. (1990) wurde ebenfalls gerechnet. Die Ergebnisse wurden jedoch verworfen, da negative Raten der Grundwasserneubildung ermittelt wurden. Dies ist auf die eingeschränkte Anwendungsfähigkeit der Regressionsgleichungen für Ackerland in Räumen mit einem Niederschlag unter 550 mm zurückzuführen. Ebenso konnte nach der Gleichung von RENGER & STREBEL (1980) keine Grundwasserneubildungsrate für Grünland bestimmt werden, da die untere Anwendungsgrenze der HAUDE-Verdunstung von $EH = 550 \text{ mm/Jahr}$ im mitteleuropäischen Trockengebiet unterschritten wird.

Die gewählte empirische Regressionsgleichung für Ackerflächen ($V = 0,58 (N) - 220,3 (\log W_{pfl}) - 0,20 (EH) + 400$) von RENGER & STREBEL (1980)[9] ist für den Maßstabsbereich 1:5.000 bis 1:200.000 anwendbar. Der Anwendungsbereich gilt für

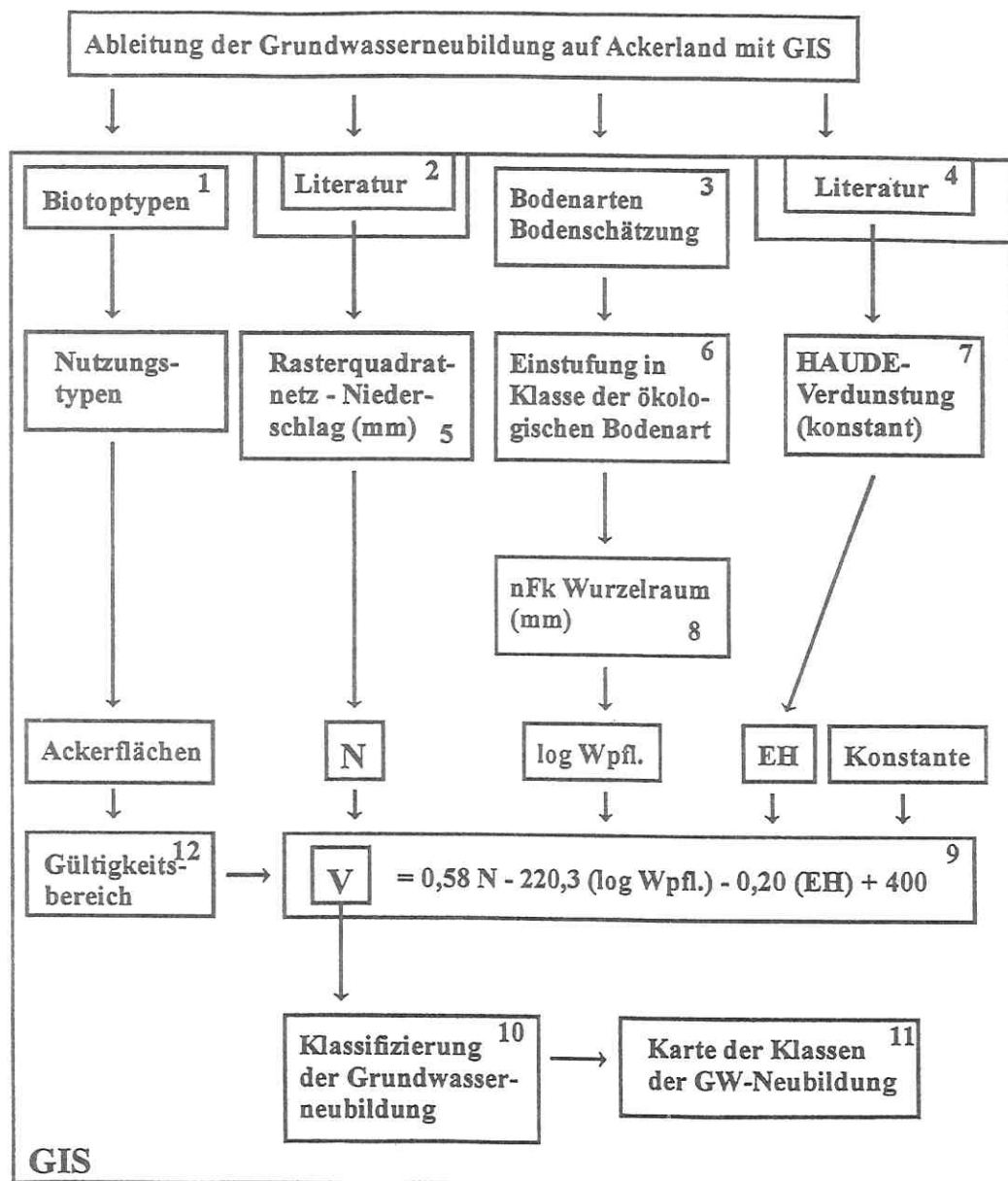


Abb. 12: Ablauf der Bewertung der Grundwasserneubildung auf Ackerflächen (Zahlen siehe Beschreibung im Text; eigene Abbildung)

durchschnittliche Niederschläge von 400 bis 800 mm, eine nutzbare Feldkapazität von 70 bis 230 mm und eine HAUDE-Verdunstung von 500-750 mm.

Der Raum Halle-Leipzig ist als Wassermangelgebiet einzuschätzen. In diesem Raum ist die Grundwasserneubildung für die Versorgung der Bevölkerung mit qualitativ hochwertigem und quantitativ ausreichenden Mengen von Trinkwasser bedeutend. Der Braunkohlentagebau in den Revieren Südraum Leipzig, Bitterfeld und Geiseltal zerstörte weitflächig ertragreiche Grundwasserstockwerke. Zusätzlich wurden kleine Trinkwasserbrunnen wegen lokaler stofflicher Belastungen aufgeben. Trinkwasser wird heute in den Untersuchungsraum über weite Strecken herbeigeführt (für Leipzig aus der Torgauer Elbaue, für Halle aus dem Harz). Deshalb sind kleinere lokale Grundwasservorkommen zu schützen und zu entwickeln. Die Grundwasserneubildung ist die Grundlage für die dauerhafte Nutzung dieser Vorkommen.

Das Bewertungsziel ist deshalb die Einstufung der Grundwasserneubildung in landschaftsökologisch begründete Klassen.

5.4.1. Bewertung der Grundwasserneubildung und Daten

In Abb. 12 ist die Ableitung der Grundwasserneubildung auf Ackerland mit GIS dargestellt (Zahlen in eckigen Klammern sind in Abb. 12 und im Text verzeichnet). Benötigt werden die Flächennutzung, Niederschlagshöhe, pflanzenverfügbare Wassermenge im Wurzelraum und die HAUDE-Verdunstung.

Aus der Karte der Biotoptypen im Untersuchungsgebiet Jesewitz (Karte 3) wird die Lage der Ackerflächen bestimmt und in einem GIS-Cover abgelegt [1]. Aus den oben geschilderten Gründen der eingeschränkten Verwendbarkeit des Verfahrens im Trockenraum wurde auf die Bewertung von Grünland verzichtet [12]. Für diese Grünlandflächen wurde ebenfalls mit der Regressionsgleichung für Acker gerechnet und ein Abschlag für Grünland verwendet (siehe Tab. 47). 5,2 % der Gesamtfläche, die zum Aufnahmezeitpunkt der Bodenschätzungskarten (ca. 1936) mit Wald oder Siedlungsfläche bedeckt waren, wurden einheitlich in die Klasse 1 der Grundwasserneubildung eingeordnet.

Klimatologische Bezugsstation für den Raum Jesewitz ist die Station Leipzig (nach DÖRING et al. 1995 [2] für die Zeitreihe 1951-1991). Die mittlere Lufttemperatur (langjähriges Mittel in °C) beträgt 8,8°C, wobei als höchstes Jahresmittel 10,4°C und ein niedrigstes Jahresmittel von 7,6°C angegeben wird (siehe Kapitel 3.3). Der langjährige Mittelwert der Niederschlagshöhe beträgt 514 mm (max. 685 mm; min. 306 mm). Die Sommerniederschläge, d.h. die Niederschläge innerhalb der Vegetationsperiode für die Monate Mai bis Oktober betragen im langjährigen Mittel 350 mm. Die relative Luftfeuchte (langjähriges Mittel in %) beträgt 79 % (max. 82 %, min. 72 %). Die Abweichung zu den Niederschlagswerten nach MÜLLER-WESTERMEIER (1995) [2][5], mit denen gerechnet wurde, ist durch unterschiedliche Methoden der Niederschlagsmessung zu erklären.

Der Jahresniederschlag wurde in zwei verschiedenen Varianten ermittelt:

- Erstens wurde mit einem einheitlichen Niederschlagswert von 585 mm gerechnet, der durch Mittelung der Werte für die Stationen Leipzig und Eilenburg ermittelt wurde (Tab. 35)[5].

- Zweitens wurden Quadratkilometerraster-Werte nach MÜLLER-WESTERMEIER (1995) des Deutschen Wetterdienstes genutzt, die für Gesamtdeutschland vorliegen [5].

Die Daten nach MÜLLER-WESTERMEIER (1995) wurden auf der Basis von Regressionsgleichungen ermittelt, die den Einfluß der Topographie berücksichtigen. Nach diesen Raster-Werten schwankt die Niederschlagshöhe innerhalb des Testgebietes zwischen 567 mm im Südwesten und 598 mm im Nordwesten. Da aus den Quadratkilometer-Rasterdaten kein eindeutiger Bezug auf das Relief nachzuvollziehen ist, wurde mit beiden Datengrundlagen gerechnet. Die Berechnung ergab, daß die beiden unterschiedlichen Datensätze nur auf 16,5 ha der bewerteten Ackerfläche von 4054 ha (0,4%) einen Einfluß auf das Bewertungsergebnis haben. Dieser Einfluß war auf die Bodenart „sandiger Lehm“ beschränkt. In der weiteren Bewertung in diesem Kapitel wurde mit den Quadratkilometer-Rasterdaten gerechnet.

Die pflanzenverfügbare Wassermenge [8] wird analog zur nutzbaren Feldkapazität abgeschätzt. (siehe Ableitungsproblematik im Kapitel 5.3.1, Tab. 41 dort Spalten I-V). Die nutzbare Feldkapazität wird als das Wasserspeichervermögen eines grundwasserfreien Bodens bestimmt. Anstelle von Punktbewertungen wird für die Abschätzung der Grundwasserneubildung mit Klassenwerten der nutzbaren Feldkapazität gerechnet (Spalte VI in Tab. 47). Deren Werte müssen dann bei grundwasserneubildungshemmenden Bedingungen wie Stau- und Grundwasserbeeinflussung um 0,5 Klassen reduziert werden. Vom Autor wurde eine einheitliche Reduktion über alle Bodenarten um 25 mm nFK bei Grünlandnutzung des Jahres 1936 vorgenommen, da keine detaillierten Informationen über die standortkonkreten Bodenwasserhältnisse vorlagen. Für diese Flächen wurde mit Spalte VIII gerechnet. Die durchschnittliche nutzbare Feldkapazität (für eine Schicht von 0-200 cm) wird für den Kreis Eilenburg mit 315 mm angegeben (FREISTAAT SACHSEN 1993c). Dieser Wert kann nicht für standortkonkrete Einschätzungen verwendet werden.

Tab. 47: Parallelisierung der Bodenarten [3] der Bodenschätzungskarten 1:10.000 mit der Einschätzung nach Klassen der ökologisch ähnlichen Bodenarten [6] nach GÖK 25 und Ableitung der Klassen der Nutzbaren Feldkapazität nach GÖK25.

Bodenart/Siehe Tabellenunterschrift	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Sand	S	8	8	4-5	4,5	75	5	50
Anlehmiger Sand	Sl	6-7	7	3-4	3,5	115	4	90
Lehmiger Sand	lS	5-6	6	2-3	2,5	165	3	140
Stark lehmiger Sand	SL	4-5	5	2-3	2,5	165	3	140
Sandiger Lehm	sL	3-4	4	2	2	195	2,5	170
Lehm	L	2-3	3	1-2	1,5	225	2	200
Schwerer Lehm	LT	2	2	2-3	2,5	165	3	140
Ton	T	1	1	3-4	3,5	115	4	90
Lehm über Moor	LM	2/10	2/10	1-2	1,5	230	2	230
Moor	Mo	10	10	1	1	230	1	230

Es bedeuten:

- I. Klasse der Bodenschätzung nach Bodenschätzungskarten 1:10.000
- II. Klasse ökologisch ähnlicher Bodenarten (LESER & KLINK 1988 Tabelle 1), Daten der MMK 100 Dokumentationsblatt A, Profildaten nach HUBRICH (1993) und dem Zuordnungsschlüssel nach FLEISCHMANN et al. 1979)
- III. Durchschnittliche Klasse der ökologisch ähnlichen Bodenart aus Spalte II (LESER & KLINK 1988, Tab. 1 für Berechnung der nFK)
- IV. Klasse der nFK (LESER & KLINK (1988) Tab. 15 und Spalte II)
- V. Klasse der nFK (LESER & KLINK (1988) Tab. 15 und Vereinheitlichung nach Tab. 16)
- VI. Nutzbare Feldkapazität in l/m³ bzw. mm Niederschlag (Klassenmitte nach Tab. 16 LESER & KLINK (1988) für eine Bodentiefe von 100 cm, dies entspricht der pflanzenverfügbaren Wassermenge (Wpfl))
- VII. Herabsetzung der Klassen der nFK wegen Pseudovergleyung (bzw. Grundwassernähe) um 0,5 Klassen bei Zustandsstufe 5-7 (Grünlandnutzung 1936)
- VIII. Nutzbare Feldkapazität in l/m³ bzw. mm Niederschlag (Klassenmitte nach Tab. 16, LESER & KLINK 1988) für eine Bodentiefe von 100 cm, dies entspricht der pflanzenverfügbaren Wassermenge (Wpfl) bei Herabsetzung der Klassen der nFK wegen Pseudovergleyung um 0, 5 Klassen bzw. einheitlicher Abstufung um 25 mm bei Zustandsstufe 5-7 bzw. Grundwassernähe (Grünlandnutzung 1936)

Die potentielle Verdunstung, berechnet von DÖHRING et al. (1995) für die Station Halle, beträgt ca. 500 mm. Die potentielle Verdunstung ist im Verfahren nach RENGGER & STREBEL (1980) nicht verwendbar, da es an der Verdunstungsberechnung nach HAUDE geeicht ist. Nach DAMMANN (1965) [4] wurde einheitlich für das Untersuchungsgebiet Jesewitz die HAUDE-Verdunstung von EH = 525 mm [7] in die Berechnung einbezogen.

5.4.2. Einschätzung der Grundwasserneubildung

Die Berechnung der Grundwasserneubildung auf Ackerflächen erfolgte im GIS durch Nutzung der vorgegebenen mathematischen Algorithmen nach RENGGER & STREBEL (1980)[12]. Das Ergebnis ist in Karte 31[11] dargestellt. Die Einstufung erfolgt nach Tabelle 48, die MARKS et al. (1989, Tab. 25) entnommen ist.

Tab. 48: Klassifizierung der Grundwasserneubildung [10]

Klasse	Grundwasserneubildung	Bewertung
5	> 320 mm	sehr hoch
4	240 - 320 mm	hoch
3	180 - 240 mm	mittel
2	100 - 180 mm	gering
1	< 100 mm	sehr gering

Die Lage des Untersuchungsraumes Jesewitz am Rande des mitteldeutschen Trokengebietes bedingt eine weitflächig geringe Grundwasserneubildung (Tab. 49). Nur 13,5 % der Ackerflächen weisen eine mittlere bis hoch eingeschätzte Grundwasserneubildung auf. Dies sind Endmoränenkuppen im Süden des Untersuchungsraumes und ausgedehntere sandige Standorte im Norden und Nordosten.

Die Endmoränenkuppen der Schwarzen Berge sind kleinere zerstückelte Flächen von nur wenigen Hektar Größe. Ihre Lage innerhalb der Ackerflächen ermöglicht kleinflächig eine hohe Grundwasserneubildung, die jedoch keinen nutzungsfähigen Umfang hat. Deswegen ist eine Umwandlung dieser Flächen in extensives Grünland oder die sukzessive Entwicklung von Trockenrasen ohne größere Auswirkungen auf den Gebietswasserhaushalt.

Tab. 49: Klassen der Grundwasserneubildungsfunktion und ihre Flächenverteilung im Testgebiet Jesewitz

Klasse	Fläche (ha)	Fläche (%)	Elemente
1	250,4	5,2	251
2	3918,7	81,3	3494
3	595,7	12,4	632
4	52,9	1,1	100
5	0,0	0,0	0
Summe	4817,7	100,0	4477

(eigene Berechnung)

In der Endmoränenzone, die sich von nördlich von Liemehna über Wölpern bis an die Mulde bei Eilenburg erstreckt, sind größere Bereiche mittlerer Grundwasserneubildung zu finden. Im Wassermangelgebiet Leipziger Land sind diese Bereiche als selten einzustufen. Flächen mittlerer Grundwasserneubildung liegen im Gegensatz zu den Endmoränenkuppen in größeren zusammenhängenden Flächen vor. Diese liegen nach ihrer Reliefposition im Ober- und Mittelhangbereich. Es handelt sich nach der Bodenart um Sande und anlehmige Sande. Eine aus Sicht des Naturschutzes, der Abflußregulation, der Bodenerosionsgefährdung u.a. zu erstrebende Umwandlung von Flächen innerhalb der Bereiche hoher Grundwasserneubildung in Grünland oder Wald hätte zur Folge, daß die Grundwasserneubildungsrate - quantitativ gesehen - dort durch Erhöhung der Evapotranspiration sinken würde. Für diese Flächen, auf denen sich Konflikte durch den Gegensatz unterschiedlicher anzustrebender Nutzungen ergeben, wird vom Verfasser die Beibehaltung des Ackerbaus in einer geringen stofflichen Intensität als Kompromißlösung vorgeschlagen.

5.4.3. Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Für die Einschätzung der Grundwasserneubildung im Untersuchungsraum Jesewitz wurde das Bewertungsverfahren nach RENGIER & STREBEL (1980) gewählt, welches nach HENNINGS (1994) und MARKS et al. (1989) für die Gebiete des Flachlandes validiert ist. Dieses Verfahren berücksichtigt als Eingangsfaktoren die Nutzungstypen, die regionale Niederschlagsmenge, die Bodeneigenschaften sowie die HAUDE-Verdunstung als Konstante.

Die modernen, hochkomplexen Verfahren zur Abschätzung der Grundwasserneubildung, die heute z.B. in Form des Modells CFEST von TIETJE (1993) zur Verfügung stehen, eignen sich für eine in die Planungspraxis umsetzbare ökologische Bewertung nicht, da die Fülle der erforderlichen Eingangsdaten nicht verfügbar ist und diese auch nicht mit vertretbarem Aufwand selber zu erheben sind.

Eingangsdaten werden von RENGIER (1992) in großer Komplexität gefordert. Dies betrifft sowohl Boden-, Klima- und Reliefparameter und Vegetations- bzw. Nutzungsparameter von repräsentativen Standorten, als auch die Berechnung von Wasserhaushaltskomponenten über längere Zeiträume (z.B. für dreißigjährige Perioden). Zusätzlich ist die zeitliche Auflösung der eingehenden Datenreihen nicht be-

friedigend. Ebenso ungelöst sind nach RENGGER (1992) sowohl Probleme der häufigkeitsstatistischen Auswertung von Ergebnissen und ihre Übertragbarkeit auf die Fläche, als auch die flächendeckende validierte Darstellung der Grundwasserneubildung in Karten.

Der wesentliche Vorteil der komplexen Modelle, die größere Genauigkeit und bessere Differenzierung der Ergebnisse, bzw. der Bewertungen, spielt demgegenüber für die angewandte Planung eine untergeordnete Rolle.

Das gewählte Verfahren nach RENGGER & STREBEL (1980), bei dem die Einstufung der Grundwasserneubildungsrate in 5 landschaftsökologisch begründete Klassen vorgenommen wird, zeigte für die Anwendung im Untersuchungsraum Jesewitz folgende Ergebnisse (Karte 31):

- Ein großer Teil des Testgebietes (81 % der Fläche) ist in die Klasse 2 (geringe Grundwasserneubildung) einzustufen, was vor allem auf die geringen Niederschlagsmengen, sowie die im südlichen Teil des Raumes vorherrschenden wenig durchlässigen Lößlehmdecken zurückzuführen ist, die zur Staunässe neigen.
- Bereiche mittlerer oder hoher Grundwasserneubildung sind dagegen (mit 12 % bzw. 1 % der Fläche) auf wenige sandige Standorte beschränkt.
- Trotz des extrem hohen Anteils der Ackerflächen, die verglichen mit Grünland oder Waldstandorten eine quantitativ höhere Grundwasserneubildung bedingen, liegt im Untersuchungsraum Jesewitz daher insgesamt eine geringe Grundwasserneubildungsrate vor.

Die Umsetzung des beschriebenen Bewertungsverfahrens auf den Untersuchungsraum Jesewitz erbrachte damit mit vertretbarem Aufwand, insbesondere durch den Einsatz des modernen methodisch-technischen Instrumentariums des GIS, Ergebnisse, die vom Autor als ausreichend für die Umsetzung in die landschaftsplanerische Praxis und für die Entwicklung von handlungsorientierten Umweltqualitätszielen angesehen werden.

Der Einsatz in Räumen des mitteldeutschen Flachlandes wird daher vom Autor im Rahmen der bewertenden Landschaftsplanung und der aus der Bewertung abgeleiteten Zielstellungen empfohlen. Eine weitere Untergliederung der 5 verwendeten Bewertungsklassen ist trotz der - wie im Untersuchungsraum Jesewitz ermittelten und auch in vergleichbaren Räumen zu erwartenden - Häufung der Flächen in einer oder zwei Klassen nicht zu befürworten, da hierdurch eine nicht erreichbare Genauigkeit, die mit den in die Bewertung eingehenden Daten und deren Differenzierung nicht zu begründen ist, suggeriert wird.

Eine Übertragung des Bewertungsmethode auf Gebiete mit größeren Hangneigungen müßte erst durch nachvollziehbare Testparzellenuntersuchungen validiert werden und kann daher derzeit nicht empfohlen werden.

5.5. Landwirtschaftliche Produktionsfunktion

Neben den in Kapitel 5.2-5.4 bewerteten Regulationsfunktionen wird die landwirtschaftliche Produktionsfunktion - für die ökonomische Seite der landwirtschaftlichen Flächennutzung - bestimmt. Die Landwirtschaftliche Produktionsfunktion wird in dieser Arbeit vorrangig als wesentlicher Faktor zur Anwendung von Kompromißoptimierungs-/Landschaftsoptimierungsverfahren berücksichtigt (Kap. 6), in die sie aufgrund ihrer existentiellen ökonomischen Bedeutung (Sicherung der Nahrungsmittelerzeugung sowie Existenzsicherung der landwirtschaftlichen Betriebe und daher Voraussetzung für die landwirtschaftliche Flächennutzung) Eingang finden soll.

Die ackerbauliche Flächennutzung ist im Untersuchungsgebiet Jesewitz dominant. Auch in Zukunft wird der Ackerbau in dieser fruchtbaren Region von hoher Bedeutung sein. Als Indikator für die Produktionsfunktion wurde daher die Bodenzahl ge-

wählt, die aus den Bodenschätzungskarten 1:10.000 abgeleitet wurde. Diese wurden nach dem Gesetz zur Bewertung des Kulturbodens (Bodenschätzungsgesetz) in den dreißiger Jahren dieses Jahrhunderts mit flächendeckenden Geländeaufnahmen des Bodens nach einem einheitlichen Aufnahmeschlüssel bestimmt. Die Bodenzahl beinhaltet als relative Bewertungszahl die Ertragsleistung von Böden, die mit dem ertragsreichsten Boden in Deutschland (der Hildesheimer Börde = 100 Punkte) verglichen wird.

Die Bodenzahl ist ein Instrument für die steuerliche Bewertung des Produktionsvermögens von Ackerflächen und demnach (einseitig) auf Erträge und Ertragshöhen orientiert. Diese Einstufung wurde trotz der dem Autor bekannten Kritik an dieser Einstufung der Produktionsfunktion des Bodens nach der Bodenzahl (Kapitel 2) bewußt gewählt, weil damit eine in der landwirtschaftlichen Praxis bekannte und akzeptierte Bewertung der Produktionsfunktion angewandt wird, für die es keine adäquate Entsprechung gibt.

Das Biotische Ertragspotential von Ackerland, Grünland und Wald stellt nach MARKS et al. (1989) das Leistungsvermögen des Landschaftshaushaltes dar, ertragsmäßig verwertbare Biomasse zu erzeugen und die ständige Wiederholbarkeit dieses Prozesses zu gewährleisten (Prinzip der Nachhaltigkeit). Die Definition des Biotischen Ertragspotentials wurde von HAASE (1978) eingeführt. Es wird in HAASE et al. (1991) weitergehend erläutert.

Im Gegensatz zum Biotischen Ertragspotential ist die Landwirtschaftliche Produktionsfunktion, gemessen mit dem Indikator Bodenzahl, als Maß der steuerlichen Ertragsfähigkeit für die Einschätzung des ökonomischen Wertes für Landwirte ausschlaggebend. An der Bodenzahl kann deswegen die Bedeutung und Schwere eines die landwirtschaftlichen Flächen betreffenden Konfliktes, z.B. in Form der Umwandlung von Ackerland in Wald, gut dargestellt werden. Die Landwirtschaftliche Produktionsfunktion wird zur Abschätzung einer nachhaltig nutzbaren Produktionsfunktion im Sinne von GROOT (1992) in die Untersuchungen einbezogen (siehe Kap. 2.4), da die ökonomischen Auswirkungen von Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen zur Landschaftsstrukturverbesserung heute häufig zu wenig bedacht werden, was die Umsetzung in die Praxis schon im Ansatz verhindert.

5.5.1. Ableitung und Bewertung der landwirtschaftlichen Produktionsfunktion

Für die Bewertung der landwirtschaftlichen Produktionsfunktion wurden theoretische Bodenzahlen nach der Bodenschätzung abgeleitet, da die vorliegenden Substratkarten nur Angaben zur Bodenart, zur geologischen Entstehung und zur Zustandsstufe verzeichnen (Kap. 1.3). Deshalb wurden nach dem Ackerschätzrahmen und der Einschätzung der Klimastufe theoretische Bodenzahlen bestimmt, die den „Normalverhältnissen“ (d.h. 8°C Jahrestemperatur, 600 mm Jahresniederschlag und einer ebenen bis schwach geneigten Lage im Relief) entsprechen.

Die Ableitung der Produktionsfunktion aus den Bodenschätzungskarten ist in Abb.13 dargestellt. Aus der vorliegenden digitalen Bodenkarte 1:10.000 [1] werden an Hand von Bodenart, Geologischer Entstehung und Zustandsstufe [2] entsprechend dem Ackerschätzrahmen nach SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL (1984, dort Tab. 90 [3]) die Bodenwertzahlen zugeordnet und in die Karte der Bodenwertzahlen transformiert. Siedlungsflächen und Wald werden aus der Betrachtung ausgeschlossen. Zur weiteren Verarbeitung wurden Klassen der Bodenwertzahlen gebildet (Karte 32) [4].

Produktionsfunktion nach Bodenschätzungskarten in GIS

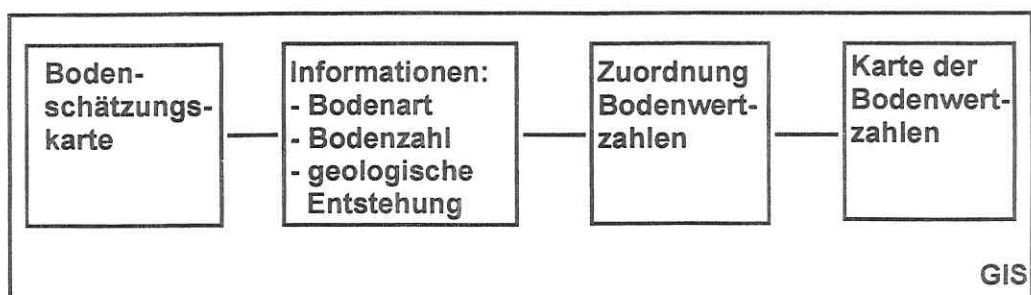


Abb. 13: Ablauf der Bewertung der landwirtschaftlichen Produktionsfunktion

Tab. 50: Klassen der Bodenzahlen im Untersuchungsraum Jesewitz

Klasse	Bodenzahlen	Fläche (ha)
1	5 -10	0,78
2	11-20	46,27
3	21-30	109,89
4	31-40	1657,44
5	41-50	497,27
6	51-60	1665,92
7	61-70	293,92
8	71-80	18,80
9	81-90	3,66
Fläche*		4293,95

(eigene Berechnung)* Gesamtfläche mit Information

Die Bodenzahlverteilung des Untersuchungsraumes ist heterogen und in drei Teilräume in Norden, Mitte und Süden gegliedert. Die Bodenzahl variiert maximal im Süden des Untersuchungsraumes im Bereich der Schwarzen Berge. Die Spanne der Bewertung reicht hier von 7 bis 80 Bodenpunkten (Durchschnitt: 51-60 Bodenpunkte). Im mittleren Teil des Untersuchungsraumes zwischen Pönitz und Liemehna sowie Jesewitz bis Gotha liegen auf Lößböden die höchsten Bodenzahlen (überwiegend Bodenzahlen zwischen 51 und 70 mit einem Maximum von 85). Der nördliche Teil des Untersuchungsgebietes ist durch einen sandig-kiesigen Endmoränenzug bestimmt. Hier liegen die Bodenzahlen generell unter 50 Bodenpunkten und relativ einheitlich verteilt. Zusammengefaßt bedeutet diese Dreigliederung, daß der südliche und der mittlere Teil des Untersuchungsraumes aufgrund höherer Bodenzahlen eine größere Bedeutung für die Produktionsfunktion der landwirtschaftlichen Betriebe haben als der nördliche Teil.

Die breite Streuung der Bodenzahlklassen (Tab. 50) unterstreicht die eiszeitlich bedingte Bodenheterogenität. Eine naturräumliche Nutzungsdifferenzierung kann heute nicht mehr in unterschiedlichen Anbauspektren und Fruchtfolgen nachvollzogen werden. Standortunterschiede werden im Intensivackerbau kaum berücksichtigt.

5.6. Überlagerung der einzelnen Funktionsbewertungen in einer Konfliktkarte

Mit Überlagerungs- und Konfliktkarten wird das Ziel verfolgt, die für die einzelnen Funktionen bedeutenden Flächen- und Funktionsüberschneidungen als Problemgebiete herauszuarbeiten. Überlagerungen verschiedener Funktionen werden in Karte 33 in Form von Mischrastern dargestellt. Die statistische Auswertung der Funktionsüberlagerungen der einzelnen Funktionen findet sich in Tabelle 51.

In Karte 33 sind die Ergebnisse der auf der Basis sehr umfangreicher geoökologischer Analysen durchgeführten vier Funktionsbewertungen in einer Überlagerungs- und Konfliktkarte zusammengefaßt, die in dieser Form erstmalig in der Region Halle-Leipzig vorgestellt wird. In dieser Karte werden die wichtigen Konflikt- und Gefährdungsbereiche der Funktionen dargestellt. Folgende Funktionsklassen werden ausgewählt:

- Für die Regulationsfunktion „Bodenerosionswiderstand“ werden die Bereiche geringer Funktionserfüllung, d.h. hoher Bodenerosionsgefährdung, dargestellt. Dafür wurden die nach Einschätzung des Schwarzbracheszenarios (Klassen 4 und 5 in Karte 28) als mit „stark erhöhtem“ bzw. „extrem erhöhtem“ Bodenabtrag auf mit

Acker belegten Flächen ausgewählt. Diese müssen nach Ansicht des Verfassers vorrangig vor Bodenerosion geschützt werden (vgl. Kap. 5.2.).

- Die Regulationsfunktion „Abflußregulation“ sollte auf allen Flächen mit niedriger und mittlerer Einschätzung (Klassen 2 und 3 in Karte 30) in der Agrarlandschaft erhöht werden. Auf diesen Flächen ist der höchste Beitrag zur Gesamtverbesserung des Retentionsvermögens der Landschaft zu erwarten und bevorzugt eine Umwandlung in Grünland oder Wald vorzuschlagen (vgl. Kap. 5.3).
- Die Regulationsfunktion „Grundwasserneubildung“ soll besonders auf Flächen mit regional hohem Potential in ihrer heutigen Höhe erhalten werden (Klassen 3 und 4 in Karte 31) mit dem Ziel der Erhaltung der Quantität und der Sicherung und Verbesserung der Qualität der Grundwasserneubildung, womit diesen Ackerflächen eine hohe Bedeutung für die Erhaltung nachhaltig nutzbarer Grundwasservorräte zukommt (vgl. Kap. 5.4).
- Für die „Landwirtschaftliche Produktionsfunktion“ werden alle Flächen mit sehr hoher Bodenzahl (Klassen 7 - 9 in Karte 32), auf denen wegen ihres überdurchschnittlichen Produktionspotentials auch in Zukunft Ackernutzung erfolgen soll, ausgewählt. Damit soll der mögliche Verlust der hochwertigsten Flächen für die Landwirtschaft bei der Auswahl von Flächen für landschaftsstrukturierende Maßnahmen verhindert werden (vgl. Kap. 5.5).

Tab. 51: Überlagerung der bewerteten Funktionen auf Ackerflächen im Untersuchungsgebiet Jesewitz (Karte 33)

Überlagerung (Konflikt)	Fläche (ha)	Fläche (%)
Bodenerosion - Grundwasserneubildung	67,6	1,7
Bodenerosion - Abflußregulation	210,0	5,2
Bodenerosion - Produktion	160,0	3,9
Grundwasserneubildung - Abflußregulation	584,4	14,4
Grundwasserneubildung - Produktion	0,0	0,0
Abflußregulation - Produktion	40,9	1,0
Abflußreg. - Produktion - Bodenerosion	29,0	0,7
Gesamtfläche	1091,8	26,9

(eigene Berechnung)

Insgesamt wurden sechs vorkommende unterschiedliche Überlagerungen zweier oder dreier Funktionen bestimmt. Da nur eine überschaubare Anzahl von Funktionen bewertet wurde, ist eine getrennte Diskussion dieser Überlagerungen möglich, was für die polyfunktionale Bewertung nach NIEMANN (1982) mit einer Vielzahl von in die Bewertung eingehenden Variablen nicht möglich ist. Die gleichzeitige Betrachtung von mehr als 10 Funktionsbewertungen ist schon für kleine Räume kaum durchführbar und wird vom Verfasser für große Räume als nicht mehr anwendbar eingeschätzt.

Überlagerungen zweier oder mehrerer Funktionen können, insbesondere bei Überlagerungen der Vorrangflächen der Produktionsfunktion mit für die Regulation des Landschaftshaushaltes bedeutenden bzw. besonders gefährdeten Flächen, einen Konflikt darstellen. Andererseits können Überlagerungen auch eine Verstärkung in die gleiche Richtung der Funktionserfüllung bedeuten. Übereinstimmungen bzw. gleichgerichtete Einschätzungen liegen bei den in dieser Arbeit untersuchten Funktionen für die beiden Regulationsfunktionen „Bodenerosionswiderstand“ und „Abflußregulation“ vor, außerdem für die Funktionen „Grundwasserneubildung“ (quantitativ) und „Produktionsfunktion“.

1. Die Überlagerung von Flächen hoher **Bodenerosionsgefährdung** (Flächen geringer Funktionserfüllung des Bodenerosionswiderstandes) mit Flächen geringer Funktionserfüllung der **Abflußregulationsfunktion** stellt keinen Konflikt dar, sondern eine gleichgerichtete Einschätzung, die auf 210 ha (5,2 %) der Gesamtfläche des Untersuchungsraumes ermittelt wurde. Die Belegung der Flächen mit zwei durch die intensive Ackernutzung verursachten Funktionsdefiziten prädestiniert diese Flächen erstrangig für eine Nutzungsänderung in Grünland oder Wald.
2. Eine auf die rein quantitative Funktionserfüllung ausgerichtete Funktionseinschätzung zeigt eine generelle (theoretische) Übereinstimmung ebenfalls bei der Überlagerung der Funktionen **Grundwasserneubildung** und **Produktionsfunktion**, da die Grundwasserneubildung im Bereich von Ackerflächen höher ist als unter Grünland oder Wald. Im Untersuchungsraum liegt allerdings keine Überlagerung der dargestellten Vorrangflächen vor. Dies erklärt sich aus der Differenzierung der Ackerflächen in für die Grundwasserneubildungsrate hoch zu bewertende (meist sandige) Standorte, die gleichzeitig eine relativ geringe Erfüllung der Produktionsfunktion aufweisen, und in hochproduktive lehmige Lößstandorte mit geringer Grundwasserneubildungsrate. Die Flächen hoher Produktionsleistung stellen im Untersuchungsraum gleichzeitig Flächen quantitativ geringer Grundwasserneubildung dar, weil für die Produktion hochwertige, lehmige Lößstandorte gering wasserdurchlässig sind und das im Wurzelraum gespeicherte Wasser für die Produktion landwirtschaftlicher Nutzpflanzen verwendet wird. Als generelle Schlußfolgerung ist für Flächen mit hoher Grundwasserneubildungsrate die ackerbauliche Nutzung zur quantitativen Erhaltung der Grundwasserneubildung beizubehalten. Um eine Verbesserung der Grundwasserqualität zu erreichen, ist aber gerade auf diesen sandigen Standorten eine verringerte Intensität des Anbaus, d.h. eine Reduktion des Dünger- und Pestizideinsatzes zur Verringerung von Schad- und Nährstoffeinträgen in das Grundwasser erforderlich (Siehe Diskussion über unterschiedliche stoffliche Intensitäten in Kapitel 7).
3. Der Konflikt zwischen hoher **Bodenerosionsgefährdung** und hoher **Grundwasserneubildungsrate** zeigt auf, daß bei konsequenter Einschränkung der Bodenerosion durch Umwandlung der stark erosionsgefährdeten Ackerflächen in Grünland oder Wald auf diesen Flächen eine Verringerung der Grundwasserneubildung zu erwarten ist. Diese ist insbesondere auf Flächen mit hoher Grundwasserneubildungsrate (67,8 ha bzw. 1,7 %) als bedeutend einzuschätzen. Diese Flächen sind im Untersuchungsraum selten und werden als wichtig für beide Funktionen eingestuft. Eine eindeutige Empfehlung, welcher Funktion Vorrang gegeben werden sollte, kann demnach nicht erfolgen. Jede einzelne Fläche dieses Konfliktes muß einzeln eingeschätzt werden.
4. Ein flächenmäßig bedeutender Konflikt tritt mit der Überlagerung von Flächen hoher **Bodenerosionsgefährdung** mit Flächen hoher **Produktionsfunktion** (hoher Ertragsfähigkeit) auf. Die Überlagerung umfaßt im Untersuchungsraum 160 ha, d.h. 3,9 % der Ackerflächen. Es handelt sich um Lößlehmstandorte mit relativ hoher Hangneigung, die in großen Ackerschlägen bearbeitet werden. Auf diesen Flächen sollte, da es sich um die produktionsstärksten Flächen im Untersuchungsraum handelt, auf eine erosionsmindernde Fruchtfolge und eine Schlagaufteilung mit geringer Hanglänge geachtet werden. Eine Umwandlung in Grünland ist nicht zwingend anzustreben.
5. Der Konflikt durch die Überlagerung von Flächen geringer Funktionserfüllung der **Abflußregulation** mit Flächen hoher **Grundwasserneubildungsrate** ist mit 584,4 ha (14,4 %) im Untersuchungsraum flächenmäßig sehr bedeutend. Zur Erhöhung der Abflußregulationsfunktion wäre hier eine Umwandlung in Grünland oder Wald zu empfehlen, für die Erhaltung einer mittleren bzw. hohen Grundwasserneubil-

dungsrate aber die Beibehaltung der ackerbaulichen Nutzung. Als Kompromißlösung, die beide Belange ausreichend berücksichtigt, wird ein Belassen der wenigen Flächen hoher Grundwasserneubildung (eingestuft in Klasse 4) in ackerbaulicher Bewirtschaftung empfohlen. Flächennutzungsveränderungen auf Flächen mittlerer Grundwasserneubildungsrate sollten aber vorrangig die Steigerung der Abflußregulationsfunktion beinhalten.

6. Zwischen **Abflußregulation** (geringe Funktionserfüllung) und **Produktionsfunktion** (hohe Ertragsfähigkeit) besteht ein deutlicher Konflikt auf 40,9 ha (1 %) der Ackerflächen. Auf diesen Flächen sollte analog zum Konflikt Bodenerosion - Produktion vorgegangen werden, da es sich um die produktionsstärksten Flächen im Untersuchungsraum handelt. Allerdings ist abweichend davon in den Randbereichen von Fließgewässern die Anlage von breiten Schutzstreifen und die Umwandlung in Grünland oder Wald zu empfehlen.
7. Nur auf 29 ha (0,7 %) der Fläche stehen **Abflußregulation** und **Bodenerosion** gemeinsam mit der **Produktionsfunktion** in Konflikt. Auf diesen Flächen sollte den Regulationsfunktionen Vorrang gegenüber der Produktionsfunktion eingeräumt werden und eine Flächenumwidmung in Grünland oder Wald erfolgen.

Insgesamt müssen auf gut einem Viertel der Ackerflächen (26,9 %) im Untersuchungsraum Jesewitz die Konflikte und Überlagerungen zwischen vorrangigen bzw. besonders bedeutsamen oder gefährdeten Flächen der vier einzelnen bewerteten Funktionen im Rahmen der Landschaftsplanung berücksichtigt werden. In einer die wichtigen Funktionen des Landschaftshaushaltes berücksichtigenden, querschnittsorientierten Landschaftsplanung werden Methoden und Quantifizierungen von Zielabwägungen dieser Überlagerungen und funktionsbezogenen Konflikte benötigt.

Die Überlagerung einzelner Funktionen oder anderer Bewertungen (z.B. Bedeutung oder Empfindlichkeit der Umweltmedien bzw. sogenannter „Schutzgüter“ des Naturhaushaltes) in Form von Konfliktkarten ist eine in der heute praktizierten Umwelt- und Landschaftsplanung häufig angewandte Darstellungsmethode. Doch zeigt sich schon bei der Bewertung von wenigen Funktionen die Unübersichtlichkeit der kartographischen Darstellung. Ein Konfliktkarte mit einfacher Überlagerung von 10 oder mehr Funktionen (bzw. Funktionsbewertungen etc.) wird vom Verfasser als nicht lesbar bzw. interpretierbar eingeschätzt, da aufgrund der Unübersichtlichkeit und Mehrfachüberlagerung einzelne, konkrete Konflikte nicht mehr in der Karte abzulesen sind bzw. aufgrund der Vielzahl der dargestellten Funktionen keine eindeutigen Schlüsse mehr gezogen werden können. Die in absoluten Flächengrößen und in Prozentzahlen ausgedrückte Quantifizierung und die in den Karten dargestellte flächenhafte Ausdehnung und Abgrenzung der einzelnen Konflikte bzw. Überlagerungen bei Anwendung eines GIS zeigt leichter interpretierbare und genauer quantifizierte Ergebnisse als die heute noch übliche Überlagerung „mit der Hand“, d.h. durch manuelle Anfertigung einer Überlagerungs- bzw. Konfliktkarte.

Insbesondere sind mit GIS im Gegensatz zu fertigen (gedruckten oder handgezeichneten) Karten die einzelnen Funktionsbewertungen (als GIS-Layer) jederzeit erneut abrufbar und kombinierbar, wobei gleichzeitig eine unmittelbare Quantifizierung der Flächen, z.B. von bestimmten Überlagerungen oder Konfliktschwerpunkten, möglich ist. Einzelne Funktionen und deren Überlagerungen können daher je nach Bedarf in jeweils einer themenkonkreten Karte dargestellt und ausgedruckt werden.

Im Gegensatz zur heute noch üblichen, nicht rechnergestützten Darstellung bietet die Anwendung von GIS in der Umwelt- und Landschaftsplanung bei der Darstellung von Konflikten und Funktionsüberlagerungen erhebliche Vorteile:

- die Ablage der einzelnen Funktionsbewertungen in jeweils einem GIS-layer und damit die jederzeit gegebene Möglichkeit der Kartendarstellung und Flächenberechnung
- die beliebige Kombination dieser einzelnen GIS-layer und die maßstabs- und themenbezogene Darstellung in GIS-Karten
- der Bereitstellung von Zielabwägungsgrundlagen und unterschiedlichen Entscheidungsvarianten und die Darstellung daraus resultierender Konflikte für die Planung, die auch als Szenarien für jede einzelne Funktion dargestellt und kombiniert werden können.

Mit der Verwendung von GIS für Funktionsbewertungen bzw. deren Überlagerung und für die Ableitung von Szenarien wird der Umwelt- und Landschaftsplanung ein neues, effektiveres technisches Instrumentarium an die Hand gegeben, dessen Nutzung in den kommenden Jahren verstärkt durchgesetzt werden sollte. Der sinnvolle Einsatz dieser Technik ist ein wichtiger Schritt zur Erleichterung und zur Transparenz von Planungsentscheidungen.

Zur Verarbeitung der großen Informationsmenge werden die Daten der Funktionsbewertungen über die in diesem Kapitel hinaus beschriebenen Anwendungsmöglichkeiten im Rahmen eines neuentwickelten multikriteriellen Landschaftsoptimierungsverfahrens (Kompromißoptimierung) weiter verwendet (Kap. 6.2). Mit diesem Verfahren wird versucht, die von der Funktionseinschätzung abhängigen Planungsentscheidungen und die hierbei notwendigen Kompromißlösungen mathematisch zu objektivieren.

5.7. Nutzung der Funktionsbewertungen

Bewertungen der einzelnen Regulationsfunktionen können über den direkten Anwendungsbezug hinaus miteinander verknüpft und weiter verarbeitet werden. Die Anwendungsmöglichkeiten sowie die Möglichkeiten der Datenweiterverarbeitung sind vielfältig und sollen nachfolgend kurz diskutiert werden.

Die Zusammenstellung der Funktionseinschätzungen für den Untersuchungsraum Jesewitz in Tab. 52 zeigt die unterschiedlichen Flächeneinstufungen für Abflußregulation, Bodenerosionsgefährdung und Grundwasserneubildung. Die Ergebnisse der einzelnen funktionalen Bewertungen mit Geographischen Informationssystemen und deren Überlagerungen quantifizieren unterschiedliche Defizitbereiche oder seltene, und daher wertvolle Standortpotentiale (Karte 33). Wie in Kapitel 6.6 diskutiert ist die Einschätzung der Ziele der Funktionsbewertungen nicht einheitlich. Ziele widersprechen sich teilweise.

Tab. 52: Prozentualer Flächenanteil der Funktionsklassen im Untersuchungsraum Jesewitz

Einstufung in Klasse	Abflußregulation	Bodenerosions- gefährdung Schwarzbrache	Bodenerosions- gefährdung akt. Zustand	Grundwasser- neubildung
0 (keine Angaben)	-	20,7	20,7	-
1 (sehr gering)	5,8	3,0	64,2	5,2
2 (gering)	0,6	12,5	14,0	81,3
3 (mittel)	25,7	26,3	1,1	12,4
4 (hoch)	64,4	28,3	-	1,1
5 (sehr hoch)	3,5	9,2	-	-

(eigene Berechnung)

Die Einschätzungen von Funktionen der Natur lassen sich in vielfältiger Weise in angewandter Planung und Wissenschaft nutzen:

- 1. Im Rahmen dieser Arbeit werden die Ergebnisse der einzelnen Funktionsbewertungen als Eingangsgrößen für ein Optimierungsmodell der Landnutzung eingesetzt. Dazu wird ein von GRABAUM (1996) neu programmiertes Verfahren zur **Multicriteria Optimization** erstmals auf Intensivagrarräume angewandt, welches zum Ziel hat, einen optimalen Kompromiß zwischen den Funktionserfüllungen verschiedener Funktionen zu errechnen. Durch Gewichtung kann die Bedeutung einzelner Funktionen in Bezug auf andere Funktionen hervorgehoben werden und im GIS visualisiert werden. (Kap. 6.2)
- 2. Funktionseinschätzungen werden zur Ermittlung von Wertigkeiten von Biotopflächen und Flächennutzungsgefügen für einen oder mehrere mediale Bereiche benötigt. Der in **Umweltverträglichkeitsstudien (UVS)** und der angewandten **Landschaftsplanung** häufigste Fall ist die Bewertung der Biotop- und Flächennutzungstypen. Flächendeckende Analysen zu einzelnen Regulationsfunktionen und deren Verknüpfung und Überlagerung müssen in Zukunft in einer Landschaftsplanung, die als Umwelt- und Ressourcenmanagement aufgefaßt wird, stärker berücksichtigt werden. (BECHMANN et al. 1993, BDLA 1994).
- 3. Die Ergebnisse einzelner Funktionsbewertungen (monofunktionale Bewertungen) können ermittelt werden, wie dies in den Karten 27, 28, 30-32 dargestellt ist. Aus diesen Einschätzungen kann z.B. der Prozentanteil der durch Bodenerosion gefährdeten Böden innerhalb eines Untersuchungsraumes bestimmt werden und damit die Quantifizierung des funktionalen Entwicklungsbedarfes erfolgen. Daraus können Aktionsprogramme und Gegenmaßnahmen abgeleitet werden. Da diese Programme (z.B. Trinkwasserschutz im Einzugsgebiet, Sicherung von Trockenstandorten mit Orchideenrasen) nur eine einzige Zielsetzung verfolgen, ist eine Realisierung der Ziele und ihre erfolgreiche Umsetzung mit umweltökonomischen Steuerungsinstrumenten eher möglich als ein komplexer Ansatz (AHRENS 1992).
- 4. Für die **Biotopverbundplanung** können bei multifunktionaler Betrachtungsweise regional seltene Standorte und Faktorenkombinationen lokalisiert und quantifiziert werden. Diese wären im Untersuchungsgebiet Jesewitz z.B. die sandigen Endmoränenkuppen, welche in einen „Trockenbiotopverbund“ eingegliedert werden können. Daneben können in feuchten Senken und im Bereich von morphologischen Tiefenlinien gewässerbegleitende Biotopverbundstrukturen geschaffen werden (JEDICKE 1994; SCHMITT 1991).

- 5. Aufbauend auf die funktionalen Bewertungen im engeren Sinne können regionale Umweltqualitätsziele für eine multifunktionale Landschaft abgeleitet werden, die auf einzelne landwirtschaftliche Betriebe anwendungsfähig ist. Dies sind landschafts- und naturraumbezogene Grenz- und Schwellenwerte, wie z.B. maximale Schlaggrößen, mindestens benötigte Heckenlängen, Flächennutzungsverteilungen (Kap. 4), Schwellenwerte für die maximal tolerierbare Bodenerosion etc.. Umweltqualitätsziele können für eine in der wissenschaftlichen Diskussion befindliche Betriebs-UVS für landwirtschaftliche Unternehmen eingesetzt werden. Von dieser UVS soll die Zahlung von Agrar-Subventionen abhängig gemacht werden (ECKERT & BREITSCHUH 1995). Im Rahmen dieser Arbeit werden aus funktionalen und landschaftsstrukturellen Bewertungen Restriktionen für die landwirtschaftliche Flächennutzung im Untersuchungsraum abgeleitet (Kap. 7).
- 6. Letztendlich sind verschiedene Funktionsbewertungen Bausteine zur Ableitung eines nutzungs- und naturschutzorientierten Leitbildes für eine Landschaft (Kap. 2). Zu diesem Zwecke wird versucht, durch die Herausarbeitung des „Besonderen“ in einer Landschaft, d.h. der naturräumlich, geologisch, klimatisch, wasserhaushaltlich, boden- und biotopbedingten etc. sowie der kulturhistorischen, landnutzungshistorischen Eigenarten einer Landschaft (im Untersuchungsraum Jesewitz z.B. trockene Endmoränenkuppen) eine nachhaltige Regional- und Landschaftsentwicklung zu erreichen. Wichtig ist es jedoch, stärker funktionale und landschaftshaushaltliche Bewertungen in diese Leitbildableitung einzubeziehen. In der heutigen artenschutzorientierten Planungspraxis steht häufig die Planung einer Landschaft an Hand der Bedürfnisse einer einzelnen als „Leitart“ postulierten höheren Tier- oder Pflanzenart (Großtrappe, Adler, Orchideen) im Vordergrund (KAULE 1993; BLAB 1983; PLACHTER 1994; HENLE 1994).

5.8. Zusammenfassung

In der angewandten Landschaftsökologie wird der praxisorientierten Bewertung von Funktionen des Landschaftshaushaltes (vgl. Kap. 2.8), insbesondere der Bewertung der schwer quantifizierbaren Regulationsfunktionen des Bodens, heute noch zu wenig Beachtung geschenkt, um Ziele und umsetzbare Entwicklungsvorstellungen abzuleiten. Zudem wurden einer Überlagerung und Verknüpfung verschiedener Funktionsbewertungen durch die bisherigen technischen Möglichkeiten enge Grenzen gesetzt.

In diesem Kapitel wurden beispielhaft drei verschiedene wesentliche Regulationsfunktionen sowie eine Produktionsfunktion mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS) bewertet, die verwendeten Daten sowie die angewandte Methodik dargelegt und Möglichkeiten, Defizite und Grenzen ihrer Anwendbarkeit aufgezeigt.

Anhand der wichtigen Regulationsfunktion „Bodenerosionswiderstand“ konnten beispielhaft mit Hilfe des GIS Szenarien für den Untersuchungsraum Jesewitz entwickelt, kartographisch und statistisch ausgewertet und mit der Funktionsbewertung verknüpft werden. Die Szenarien variieren die möglichen Auswirkungen, die von einer Veränderung eines oder mehrerer für die Funktionserfüllung wesentlicher Faktoren ausgehen.

Als Beispiel der Verknüpfung von Funktionsbewertungen wurde die Überschneidung von Konflikt- oder Entwicklungspotentialen mit Hilfe von GIS in einer Überlagerungs- und Konfliktkarte zusammengefaßt. Anwendungsmöglichkeiten sowohl der einzelnen Funktionsbewertungen und -szenarien als auch deren Überlagerungen werden diskutiert und die Vorteile der Verwendung Geographischer Informationssysteme insbesondere für die Erstellung von Szenarien sowie für die differenzierte Beurteilung

mehrerer Funktionen aufgezeigt. Folgende wesentliche Ergebnisse werden nachfolgend zusammenfassend benannt:

1. Die heute in der angewandten Landschaftsökologie und Geoökologie durchgeführte Forschung konzentriert sich vorrangig auf die Modellierung, Verfeinerung und Messung funktionaler Zusammenhänge. Die entwickelten Bewertungsverfahren tendieren zu einer immer größeren Komplexität. Sie sind daher in der Praxis oder schon außerhalb des einmal entwickelten Modells kaum mehr anwendbar. Als Konsequenz werden existierende Modelle bzw. Bewertungsverfahren selten in der Planung eingesetzt.
2. Die konsequente Umsetzung solcher Bewertungsverfahren, deren Anwendung als Grundlage für die Entwicklung von landschaftlichen Umweltqualitätszielen heute weitgehend akzeptiert ist, wurde hier beispielhaft für vier Funktionen für den Untersuchungsraum Jesewitz mit GIS bearbeitet und zeigt folgende Möglichkeiten und Defizite auf:
 - Eine flächendeckende Quantifizierung bzw. Bewertung von Funktionen ist mit vertretbarem Aufwand meist nur so weit möglich, wie bereits (öffentlich zugängliches bzw. verfügbares) Datenmaterial existiert. Das Beispiel Jesewitz macht deutlich, daß in der Regel Teilräume einer Landschaft aus Datenmangel keiner Bewertung unterzogen werden können. Für das Umweltmedium „Boden“ liegen in Deutschland mit den Bodenschätzungskarten, die die detailliertesten flächendeckenden Karten für diesen Bereich auch in den Untersuchungsräumen darstellen, im Hinblick auf moderne Bewertungsverfahren erneuerungsbedürftige Unterlagen vor. Mit GIS-gestützten Datenübersetzungsschlüsseln können die Informationen der Bodenschätzungskarten für die verwendeten Bewertungsverfahren übersetzt werden. Ökologische Interpretationen der Karten sind nur durch die Anwendung dieser Interpretationsschlüssel möglich. Aussagekräftige moderne Bodenkarten fehlen für den Untersuchungsraum vollständig und müssen in Zukunft erarbeitet werden.
 - Die Bewertung von Funktionen mit GIS und die damit verbundene Quantifizierung und kartographische Darstellung erhöht in Verbindung mit der durch die Visualisierung vereinfachten Interpretation die Tragfähigkeit der Begründung und Diskussion von Umweltqualitätszielen zur Verbesserung von Landschaftsstrukturen und -funktionen (bzw. der ökologischen Aufwertung einer Landschaft). Durch GIS werden „harte Fakten“ für die weitergehende Diskussion eines Planes benannt und visualisiert, die die heutige „blumige Sprache“ der Landschaftsplanung nicht liefert. Damit wird ein Schritt in Richtung eines quantifizierenden Umwelt- und Ressourcenmanagements getan.
 - Mit Hilfe von GIS können einzelne, in die Funktionsbewertung eingehende Faktoren bzw. Variablen beliebig verändert werden. Daraus lassen sich ohne erheblichen zusätzlichen Zeitaufwand Szenarien entwickeln und kartographisch sowie rechnerisch (in Statistiken) darstellen, die z.B. mögliche Entwicklungen berücksichtigen und diese bereits in die Bewertung einbeziehen. Daraus läßt sich die Größenordnung eines möglichen zukünftigen Handlungsbedarfes ableiten. Die mit Hilfe von GIS quantifizierten Daten und visualisierten Darstellungen der Szenarien sind als klare und nachvollziehbare Argumentationshilfen auch Fachfremden, z.B. Politikern zugänglich.
3. Bereits die hier beispielhaft durchgeführte Bewertung weniger Funktionen zeigt auf, daß es für einen einzelnen Wissenschaftler oder Planer ohne methodische und technische Hilfsmittel nicht möglich ist, die unterschiedlichen Funktionsbewertungen und deren differenzierte Überlagerung und Verknüpfung auf mehreren tausend Einzelflächen zu überschauen und in ihrer Komplexität zu bewerten. Die mit Hilfe von GIS und einem für die landschaftsökologische Entwicklung des Un-

tersuchungsraumes Jesewitz bedeutsamen Beispiel durchgeführte Erstellung von Konflikt- und Überlagerungskarten mehrerer (theoretisch beliebig vieler) Funktionen bzw. Teilflächen bestimmter Funktionsbewertungen ist ohne dieses moderne technische Hilfsmittel nicht denkbar. Eine Konflikt- und Überlagerungskarte der jeweils wesentlichen Funktionsbewertungen ermöglicht erst die genaue Lokalisierung und Quantifizierung der jeweiligen Flächen, auf denen für die gegebene Fragestellung für mehrere Funktionen Handlungs- oder Entwicklungsbedarf aus landschaftsökologischer Sicht besteht.

4. Die heute in der angewandten Landschaftsökologie und in der Praxis der Landschaftsplanung weitgehend anerkannten (aber selten verwendeten) Bewertungsverfahren von Regulationsfunktionen des Landschaftshaushaltes (MARKS et al. 1989; SCHWERTMANN et al. 1990, etc.) bieten sich durch ihre Bewertungseinstufungen und -klassen gleichzeitig als Umweltqualitätsziele an. So kann z.B. als Entwicklungsziel für eine Landschaft/Region das Ergreifen von erosionsmindernden Maßnahmen wie Umwandlung von Ackerflächen in Grünland oder Wald oder Hanglängenverkürzungen durch Anlage von Hecken auf allen Flächen, die nach dem entsprechenden Bewertungsverfahren (vgl. Kap. 5.2) in die Klassen 4 (stark erhöht) und 5 (extrem erhöht) eingestuft werden, vorgegeben werden. Ein solches Entwicklungsziel kann als Umweltqualitätsziel für eine Landschaft begründet werden. Eine Diskussion der Abgrenzung bzw. Einstufung von Bewertungsklassen ist dabei auf regionaler Ebene dringend erforderlich, um eine Regionalisierung von Umweltqualitätszielen, d.h. eine an die spezifische Landschaft angepaßte Formulierung von Handlungsvorgaben und Entwicklungszielen zu erreichen. Die durch die in dieser Arbeit diskutierten Bewertungsverfahren vorgegebenen Einstufungen sind daher je nach der regionalen Ausprägung einer Landschaft zu modifizieren. Die Thematik wurde vom Autor am Beispiel der Toleranzgrenzen des Bodenabtrages für den Ballungsraum Halle-Leipzig-Bitterfeld auf der Basis von Landschaftseinheiten diskutiert (MEYER 1996b).
5. Die Formulierung von Umweltqualitätszielen kann sich nicht allein an monofunktionalen Zielvorgaben orientieren. Der in Kap. 5.6. aufgezeigte enge Zusammenhang zwischen einzelnen Funktionen und die sich daraus ergebenden Konflikte weisen auf die Notwendigkeit einer komplexen Zielableitung hin. Diese sollte aber entsprechend dem Bottom-Up-Ansatz auf speziellen regionsangepaßten und -beschreibenden Landschaftsanalysen beruhen. Deshalb sollten Kompromißlösungen zwischen unterschiedlichen (jeweils monofunktionalen) Zielen gesucht werden. Für jede einzelne Funktion ist zwar eine Bewertung und daraus eine abgeleitete Zielformulierung möglich, eine jeweils maximale Zielerfüllung für mehrere Funktionen auf der gleichen Fläche (multifunktionale Nutzung) ist aber aufgrund der sich ergebenden Konflikte und der unterschiedlichen, z.T. sogar entgegengesetzten Zielvorstellungen nicht möglich. Einen Ansatz zur Lösung dieser Problematik bietet das vom Verfasser erstmalig für Intensivagrarlandschaften am Beispiel des Untersuchungsraumes Jesewitz angewandte und diskutierte Verfahren der Multikriteriellen Landschaftsoptimierung nach GRABAUM (1996) in Kapitel 6.

6. Multikriterielle Landschaftsoptimierung¹ unter Berücksichtigung ausgewählter Funktionen. Der Beipielraum Jesewitz

6.1. Einleitung

Die Grundlage für die Berechnungen in Kapitel 6.2. ist die Frage, welche möglichen funktionsräumlichen Auswirkungen ein Eingriff zur Verbesserung einer Funktion (z.B. Erosionsschutz durch Erhöhung des Grünlandanteiles) auf andere Funktionen (z.B. Grundwasserneubildung) innerhalb einer Region haben wird. Die Komplexität des Landnutzungsproblems besteht darin, daß jedes Landstück und jede Landschaft einer Mehrfachnutzung unterliegt. Deshalb stellt sich die Aufgabe, Folgewirkungen zu begrenzen und Kompromisse zwischen einzelnen Funktionen und/oder Nutzern zu finden. Diese Frage ist eng mit der Gewichtungssproblematik verbunden. Zusätzlich ist die vergleichende kartographische Darstellung unterschiedlicher Gewichtungsvorschläge nötig. Das Verfahren wird auf den Untersuchungsraum Jesewitz angewandt.

Funktionsbewertungen können monofunktional interpretiert und genutzt werden (Kapitel 5). Bewertungen sind die Grundlage für eine Weiterverarbeitung und Datenaggregation und Zielableitung. Eine Weiterverarbeitung wird immer dann notwendig sein, wenn mehrere, sich gegenseitig beeinflussende Zielstellungen (z.B. verschiedene Regulationsfunktionen in der Leitbildentwicklung oder für Planungsentscheidungen) in Konkurrenz zueinander stehen. Dies ist bei allen Planungen mit höherer Datenintegration der Fall, wie z.B. in der Landschaftsplanung, bei Umweltverträglichkeitsuntersuchungen, Raumordnungsverfahren und in der Regionalplanung. Eine punkthafte Beurteilung mehrschichtigen Konflikte ist nur bei sehr geringer Raumausdehnung des Problems mit Verknüpfungsmatrizen möglich. Für eine flächenhafte Bearbeitung kann die (GIS-gestützte) Nutzwertanalyse (BECHMANN 1977) oder ein GIS-unterstütztes Landschaftsoptimierungsverfahren verwendet werden.

Vom Autor wurde das zweite Verfahren gewählt, da mit einem vollständig neuentwickelten Landschaftsoptimierungsverfahren (GRABAUM 1996) methodisches Neuland in der Kompromißfindung bei Flächennutzungskonflikten betreten werden konnte. Die mathematische Grundlage des Verfahrens ist in Kapitel 2.8 erläutert.

Die Ergebnisse der Landschaftsstrukturanalysen (Kap. 4) und der Bewertung der Regulationsfunktionen (Kap. 5) dienen als Basis für die Formulierung von Zielen für die mehrfaktorielle Entwicklung der Agrarlandschaft Jesewitz. In der bearbeiteten Intensivagrarlandschaft sind die drei bodenabhängigen Regulationsfunktionen und eine Produktionsfunktion aussagekräftig, da mit diesen Funktionen wesentliche Konflikte innerhalb der Agrarlandschaften aufgezeigt werden können. Konfliktlösungen sollten alle in die Fragestellung einbezogenen Funktionen berücksichtigen. An dieser Stelle ist die Einschränkung zu machen, daß für eine ganzheitliche Planung die vorgenommene Funktionsauswahl unter Umständen nicht ausreichen würde. Vielmehr müßten in einem Gesamtmodell für jeden funktionalen Bereich (Träger-, Regulations-, Informations- und Produktionsfunktion) flächenhafte Bewertungen geleistet werden.

¹ Die mathematische Anwendung wurde von Herrn Diplom-Mathematiker Dr. Ralf Grabaum, Leipzig, durchgeführt, wofür ich an dieser Stelle herzlich danke.

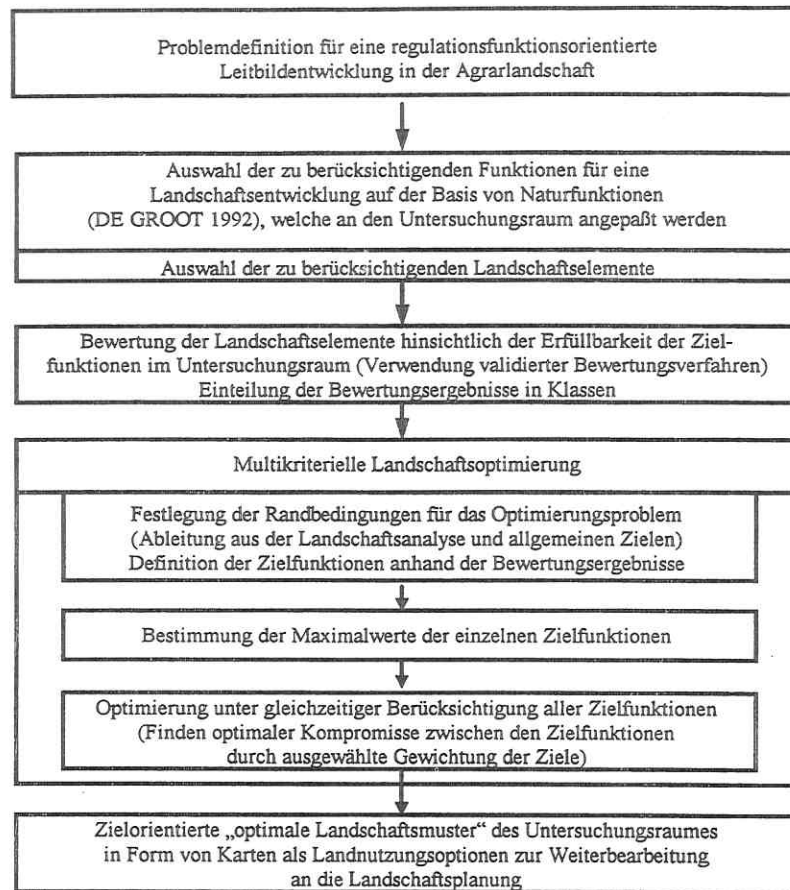


Abb. 14: Nutzung der multikriteriellen Landschaftsoptimierung für die Erstellung von Landnutzungsoptionen (MEYER & GRABAUM 1997)

6.2. Anwendung der multikriteriellen Landschaftsoptimierung im Untersuchungsraum Jesewitz

In Abb. 14 ist das Verfahren der Kopplung von Landschaftsbewertungen mit „Multicriteria-Optimization“ als Grundlage für eine zielorientierte Landschaftsplanung dargestellt. Die Punkte 1 bis 3 dienen zur Vorbereitung der Optimierung. Es werden nacheinander folgende Arbeitsschritte bearbeitet.

1. Auswahl des Untersuchungsraumes und Entwicklung von ersten Zielvorstellungen für eine zukünftige Entwicklung in der Agrarlandschaft (Kap. 3)
2. Auswahl der zu bewertenden Funktionen und Umweltqualitätsziele für die Entwicklung bestimmter Landschaftselemente z.B. für die Ackerflächen (Kap. 4)
3. Funktionsbewertung und Einstufung in Funktionsklassen mit GIS (Kap. 5)
4. Multikriterielle Landschaftsoptimierung:
 - Bestimmung allgemeiner Vorgaben und Ziele der Optimierung
 - Festlegung von Optimierungsgrenzen/Restriktionen
 - Bestimmung der Maximalwerte für die einzelnen Funktionen
 - Kompromißfindung
5. Darstellung im GIS

Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung von Agrarlandschaften wird in Anlehnung an Kap. 4 und Kap. 5 für den Untersuchungsraum Jesewitz vorgegeben, daß neben der Aufrechterhaltung des Ackerbaus auf ca. 90 % seiner heutigen Fläche, die Funktionserfüllung (bewertet durch die Produktionsfunktion, die Regulationsfunktionen Erosionswiderstand, Abflußregulation und Grundwasserneubildung) verbessert werden sollte. Zur Vereinfachung wurde das Verfahren auf Ackerflächen und Abgrabungen beschränkt. Diese erfolgte wegen der hohen Dominanz der Ackernutzung im Raum und der Notwendigkeit, einige Abgrabungsflächen im Bereich der Schwarzen Berge bei Taucha zu rekultivieren. Für diese Flächen wurde eine erneute Ackernutzung ausgeschlossen.

Für Ackerflächen sind folgende einfache Entwicklungsoptionen der Flächennutzung im Modell möglich:

- die Beibehaltung als Ackerfläche,
- die Umwandlung in Grünland,
- die Umwandlung in Wald,
- Kombinationen zwischen diesen Möglichkeiten.

Für verschiedene Landschaftselemente (Karten 34-39) wird keine eindeutige Aussage zur erwünschten Entwicklungsrichtung in Acker oder Wald oder Grünland gemacht, aber die Erhaltung von 50 % des Landschaftselementes als Acker und die Umwandlung von 50 % in Wald oder Grünland bestimmt. Auf diesen Flächen muß ein Nutzer der Karten durch Einbeziehung zusätzlicher, nicht in die Optimierung eingegangener Informationen über die räumliche Verteilung der Flächennutzung im Verhältnis 50% Wald/Grünland und 50 % Acker entscheiden. Diese offene Einstufung ist positiv für die Weiterverwendung der Optimierungsergebnisse in der Planung, da für die endgültige Flächennutzungsentscheidung weitere Kriterien herangezogen werden. Für Abgrabungen wurde nur die Entwicklung zu Wald oder Grünland zugelassen, da kein kulturfähiges Substrat für eine künftige Ackernutzung existiert.

Aus rechentechnischen Gründen mußte das Untersuchungsgebiet in vier Quadranten aufgeteilt werden. Die ca. 2000 in die Kompromißfindung einbezogenen Polygone erforderten einen Arbeitsspeicher deutlich größer als 10 Megabyte am PC, der nach Einladen des Programmes (LNOPT von GRABAUM 1996) nicht zur Verfügung stand. Mit geviertelter Datenmenge belief sich die Bearbeitungszeit für einen Optimierungslauf pro Quadrant auf ca. 10 - 14 Stunden. Bei einem Optimierungslauf werden nacheinander die Maxima für die 4 ausgewählten Funktionen und die 5 entsprechenden Kompromisse berechnet.

6.3. Allgemeine Vorgaben, Optimierungsziele und Optimierungsrestriktionen

- **Allgemeine Vorgaben:**

Zur Vereinfachung des Optimierungsverfahrens werden in einem ersten Arbeitsschritt als allgemeine Vorgaben bezeichnete Restriktionen dem Berechnungslauf vorgeschaltet. Diese Vorgaben werden ohne Berechnung bestimmt und nach der Optimierung im GIS wieder den Optimierungsergebnissen angefügt. Im dargestellten Optimierungslauf wurde folgende allgemeine Vorgabe gemacht:

Im Raum Jesewitz ist der Grünlandanteil mit nur 3 % sehr gering. In Senkenbereichen auf potentiellen Grünlandstandorten treten großflächige Vernässungen der Ackerflächen auf. Diese stimmen gut mit den Grünlandflächen zum Aufnahmezeitpunkt der Bodenschätzung (ca. 1936) überein. Als allgemeine Vorgabe sollen diese Flächen wieder in Grünland umgewandelt werden. Dies bedeutet eine Steigerung des Grünlandanteils von 3,0 auf 5,1 %. Heutige Wald- und Gehölzflächen sollen in ihrer Lage im Raum nicht verändert werden.

- **(Inhaltliche) Optimierungsziele:**

Optimierungsgrenzen bezeichnen die Variationsbreite der einbezogenen Funktionen (Zielfunktionen), innerhalb derer sich mögliche Flächennutzungsänderungen bewegen sollen. Diese sind erstens inhaltlich und zweitens flächenabhängig festzulegen.

Als Optimierungsziele werden für jede einzelne Funktion bestimmt:

1. **Bodenerosionsgefährdung:** Als allgemeines Ziel für diese Funktion wird eine Bodenerosionsminderung angestrebt. Zur Zielerreichung sollen möglichst viele Standorte mit einer Einschätzung in die Bodenerosionsklassen 4 und 5 bei Schwarzbrache (Karte 28) in Grünland oder Wald umgewandelt werden.
2. **Abflußregulation:** Das allgemeine Ziel besteht in der Erhöhung des Retentionsvermögens und der Verlangsamung des Oberflächenabflusses. Dies wird dadurch erreicht, daß der Anteil des Grünlandes und des Waldes sich immer dort erhöhen soll, wo sich die Klassen der Einschätzung der Abflußregulation maximal (am stärksten) verbessern lassen (Karte 30). Das heißt, es wird eine Verbesserung der Abflußregulation z.B. von der Klasse 2 in die Klasse 5 angestrebt (von geneigtem Acker in Wald).
3. **Grundwasserneubildung:** Als allgemeines Ziel wird die Erhaltung der Grundwasserneubildung auf einem mengenmäßig möglichst hohen Niveau bestimmt. Dafür sollen sandige und für die Grundwasserneubildung hoch eingestufte Standorte

(Klassen mittel bis hoch) in landwirtschaftlicher Nutzung verbleiben, d.h. nicht in Wald oder Feldgehölze umgewandelt werden. Außerdem soll durch für andere Regulationsfunktionen vorgeschlagene Flächenumwidmung in Wald oder Grünland die Einschätzung der Grundwasserneubildung (in Karte 31) für jede Fläche nur um maximal eine Klasse gesenkt werden.

4. Produktionsfunktion: Das allgemeine Ziel ist die möglichst ertragreiche Erfüllung der Produktionsfunktion. Dies wird besonders durch die Beibehaltung ackerbaulicher Nutzung auf den produktivsten Standorten gewährleistet. Eine Konzentration der Produktionsfunktion auf die besten Standorte, also die Standorte höchster Bodenzahl (Bodenzahlen größer als 60 in Karte 32), soll erreicht werden. Diese inhaltliche Optimierungsfestlegung wird allerdings durch die oben genannten allgemeinen Restriktionen eingeschränkt und bedeutet eine Segregation der Nutzung, die der potentiellen Umsetzungsfähigkeit geschuldet ist.

- **Flächenabhängige Optimierungsgrenzen (Grenzen der Elementeanteile):**

Flächenabhängige Optimierungsgrenzen werden festgelegt, um eine abgewogene Verteilung von Wald und Grünland auf den am besten geeigneten Standorten zu erhalten. Dies ist der Grundannahme geschuldet, daß ein Großteil der Fläche auch weiterhin als Acker genutzt werden soll. Maximal 10 % der Ackerfläche sollen aufgeforstet werden, um den Gesamtwaldanteil des Untersuchungsraumes von heute nur 2,5 % auf ca. 10 % zu steigern. Dies entspricht auch den Zielen des Landesentwicklungsplanes Sachsen (FREISTAAT SACHSEN 1994b), in dem der Raum Jesewitz als Grünzone mit Funktion für die Wohnnutzung und Erholungsnutzung eingetragen ist.

Um eine Erhöhung der Ergebnisvielfalt zu erreichen, wurden für jeden einzelnen Quadranten unterschiedliche untere und obere Optimierungsgrenzen für den Flächenanteil von Wald bzw. Grünland bestimmt, die den Kapiteln 4 und 5 genannten Zielen entsprechen. Abgrabungen sollen nur in Wald und Grünland und nicht in Acker umgewandelt werden.

Tab. 53: Verteilung der Landschaftselemente „Acker“ (A) und „Abgrabungen“ (ABG) innerhalb der 4 Quadranten sowie Optimierungsgrenzen (OG)

Quadrant Nr.	aktuelle Nutzung	Anzahl Polygone	Fläche in qm	untere OG für Acker (in qm)	obere OG für Acker (in qm)	untere OG für Wald (in qm)	obere OG für Wald (in qm)	untere OG für Grünland (in qm)	obere OG für Grünland (in qm)
1	A	351	10.652.884	9.000.000	10.653.000	500.000	1.000.000	500.000	1.000.000
	ABG	19	23.442		0	10.000	12.000		
2	A	446	9.683.935	8.000.000	9.684.000	800.000	1.200.000	400.000	800.000
	ABG	17	62.417		0	30.000	32.000		
3	A	424	8.924.180	7.500.000	8.925.000	500.000	800.000	500.000	1.100.000
	ABG	19	77.240		0	34.000	36.000		
4	A	508	9.663.363	8.000.000	9.664.000	200.000	1.400.000	200.000	1.400.000
	ABG	91	479.378		0	238.000	240.000		

Flächenabhängige Optimierungsgrenzen steuern das Ergebnis und die Verteilung der Elemente bedeutend. Entsprechend der Funktionsbewertungen verteilt das Optimierungsprogramm die Landschaftselemente auf die für die Zielerfüllung besten Standorte. In Hinblick auf beschränkte Umsetzungsmöglichkeiten in der Praxis erschweren die flächenabhängigen Optimierungsgrenzen die Einbeziehung vollständig

illusorischer und monofunktionaler Zielstellungen in das Verfahren (z.B. die Aufforstung des Gesamttraumes zur Erhöhung des regionalen Waldanteiles).

6.4. Ergebnisse

In einem ersten Schritt wird die Zielerfüllung der heutigen Nutzung unter Einbeziehung der Restriktionen und Optimierungsgrenzen als Absolutwert bestimmt (siehe GRABAUM 1996, S.82). Die Optimierung liefert nur absolute (dimensionslose) Zielfunktionswerte. Diese setzen sich aus der Summe der Flächen multipliziert mit dem Bewertungsfaktor zusammen. Da diese Absolutwerte der Zielerfüllung eine geringe Aussagekraft haben, wird die Zielerfüllung in Bezug zu Null der innerhalb der Optimierungsgrenzen möglichen Ziele bestimmt und zum Minimalwert in % angegeben. Der niedrigste berechnete Wert der Funktionserfüllung bei Betrachtung aller Lösungen innerhalb der vorgegebenen Restriktionen ist der Minimalwert, der als Prozentwert angegeben wird (0 %; 100 % ist der Maximalwert).

Die Ergebnisdarstellung ist für die Vergleichbarkeit in Bezug zum Nullwert und zu einem Minimalwert sinnvoll. Diese Zielfunktionswerte sind in den Tabellen 54 und 56 sowohl absolut als auch prozentual im Vergleich zum Nullwert und zu einem Minimalwert dargestellt.

Zusätzlich werden die Anteile an Wald, Acker und Grünland in % und der Anteil der Bodenzahlklassen auf Ackerland im Vergleich zum heutigen Zustand ermittelt.

6.4.1. Maximierung

Zunächst werden die jeweiligen Maximallösungen für die einzelnen Funktionen errechnet. Im Gegensatz zu den Kompromißlösungen werden andere Funktionen nicht genügend berücksichtigt. Der Vergleich der Kompromisse mit der jeweiligen Maximallösung kann dann in einem Prozentwert der Zielerfüllung bestimmt werden. Zur Darstellungsvereinfachung wird exemplarisch nur Quadrant 2 diskutiert. Der Vergleich der Optimierungslösungen (Maximierung) wird für den Quadranten 2 in Tab. 53 vorgenommen. Durch einseitige Maximierung leidet fast unweigerlich die Zielerfüllung der anderen Funktionen. In Tab. 54 sind in den Spalten 1,2,3 und 4 folgende Maximierungen dargestellt:

Nr.			
1	Maximierung Ziel 1	Erosion mindern	Karte 34
2	Maximierung Ziel 2	Grundwasserneubildung sichern	Karte 35
3	Maximierung Ziel 3	Abflußregulation erhöhen	Karte 36
4	Maximierung Ziel 4	Produktionsfunktion sichern	Karte 37

Die Spalte „aktuelle Nutzung“ in Tab. 54 beschreibt die Zielerfüllung des heutigen Zustandes der Agrarlandschaft. Aufgrund der vorgegebenen allgemeinen Optimierungsrestriktionen werden sich diese Werte bei der Optimierung auf jeden Fall ändern. Bei der Maximierung einzelner Funktionen wird die Zielerfüllung anderer Funktionen (Funktionserfüllungsgrade) teilweise verändert oder gemindert. Generell sind daher rein monokriterielle Maximierungen für eine multifunktionale Flächennutzung nicht anzustreben.

Wird das Ziel 1 „Erosion mindern“ maximiert, ergibt sich folgendes Bild (Karte 34, Quadrant 2, Tab. 54, Spalte 1):

Tab. 54: Zielerfüllungsgrade der Maximierungslösungen in Bezug auf die aktuelle Ackernutzung für Quadrant 2 im Untersuchungsraum Jesewitz

Lösung	Boden- erosion (Max Ziel 1)	Grund- wasser (Max Ziel 2)	Abfluß- regulation (Max Ziel 3)	Produktion (Max Ziel 4)	aktuelle Nutzung
Ziel 1 absolut	48.731.772	47.064.772	47.017.103	47.064.772	47.009.684
Ziel 2 absolut	21.157.626	21.762.655	20.057.030	21.710.476	22.899.833
Ziel 3 absolut	37.002.166	36.663.804	38.547.705	36.550.502	35.622.142
Ziel 4 absolut	17.725.654	19.712.380	18.611.052	19.737.595	22.078.732
Ziel 1 in % zu 0	100,0	96,6	96,5	96,6	96,5
Ziel 2 in % zu 0	97,4	100,0	92,3	99,9	105,4
Ziel 3 in % zu 0	96,0	95,1	100,0	94,8	92,4
Ziel 4 in % zu 0	89,8	99,9	94,3	100,0	111,9
Ziel 1 in % zu Min.	100,0	3,2	0,4	3,2	0,0
Ziel 2 in % zu Min.	64,5	100,0	0,0	96,9	166,7
Ziel 3 in % zu Min.	22,6	5,7	100,0	0,0	-46,5
Ziel 4 in % zu Min.	0,0	98,8	44,0	100,0	216,4

Der Zielerfüllungsgrad der Bodenerosionsminderung (Max Ziel 1) beträgt gemäß dem Maximierungsziel 100 % (Ziel 1 in % zum Minimum innerhalb der Optimierungsgrenzen, ebenso in % zu 0; Im weiteren werden zur Vereinfachung nur die Werte in Bezug zum Minimum besprochen). Im Vergleich zur aktuellen Nutzung ergibt sich eine deutliche Steigerung der Zielerfüllung, d.h. eine Verminderung der Bodenerosionsgefährdung. Die Zielerfüllung der Grundwasserneubildung (Ziel 2 in % zum Minimum) beträgt bei Maximierung des Bodenerosionsschutzes 64,5 % und ist im Vergleich zum möglichen Maximalwert von 100 % als gut einzuschätzen. Im Vergleich zum Ausgangszustand der aktuellen Nutzung (166,7 %) ist eine deutliche Einschränkung zu verzeichnen, die durch die Optimierungsrestriktionen erklärt werden kann. Die Zielerfüllung der Abflußregulationsfunktion ist mit 22,6 % (Ziel 3 in % zum Minimum) nur schlecht gewährleistet. Im Vergleich zum Ausgangszustand (-46,5 %) ist jedoch eine deutliche Verbesserung der Funktionserfüllung gegeben. Wie zu erwarten war, wird die Produktionsfunktion durch eine Maximierung des Erosionsschutzes stark eingeschränkt. Die Zielerfüllung ist mit 0 % minimal und im Vergleich zum aktuellen Zustand von 216,4 % stark eingeschränkt. Der hohe prozentuale Verlust im Vergleich zur heutigen Nutzung ist in allen Szenarien durch die vorgesehene starke Einschränkung der Ackerfläche entsprechend den Restriktionen zu erklären.

Eine ähnliche prozentuale Abstufung der Zielerfüllung ergibt sich bei Betrachtung der anderen funktionalen Maximierungslösungen.

Tab. 55 zeigt die absoluten Flächengrößen (in qm) und die Prozentgrößen der untersuchten Elemente bei den einzelnen Maximierungen. Die Maximierung des Erosionsschutzes (Max. Ziel 1) wird ausgehend von einer Flächenverteilung von 99,36 %

Acker und 0,64 % Abgrabungen mit folgender prozentualer Flächenverteilung erreicht: Als Ackerfläche verbleiben minimale 82 % der Fläche. 12,3 % der Gesamtfläche werden in Wald und 5,6 % der Fläche in Grünland umgewandelt. Dies entspricht 120 ha Wald und 54,6 ha Grünland bei einer Gesamtfläche von 968,3 ha im Quadrant 2. Die obere Optimierungsgrenze von 120 ha Wald wird maximal ausgeschöpft. Gleichzeitig werden bis zur unteren Optimierungsgrenze auf Acker Flächenumwidmungen zum Erosionsschutz vorgeschlagen (Tab. 53).

Tab. 55: Verteilung von Wald, Grünland und Acker (in qm und in Prozent) bei Funktionsmaximierung im Vergleich zur aktuellen Nutzung

Lösung	Boden- erosion (Max Ziel 1)	Grund- wasser (Max Ziel 2)	Abfluß- regulation (Max Ziel 3)	Produktion (Max Ziel 4)	aktuelle Nutzung
Wald qm	1.200.000	800.000	1.200.000	800.000	0
Grünland qm	546.354	400.000	546.354	400.000	0
Acker qm	8.000.000	8.546.354	8.000.000	8.546.354	9.683.935
Wald (%)	12,31	8,21	12,31	8,21	0
Grünland (%)	5,61	4,1	5,61	4,1	0
Acker (%)	82,08	87,69	82,08	87,69	99,36
Abgrabung (%)					0,64

Die vorgeschlagene Flächenverteilung der Maximierung des Erosionsschutzes nimmt definitionsgemäß keine Rücksicht auf die landwirtschaftliche Produktionsfunktion (Tab. 56). Während noch 54,4 % der Bodenzahlklasse 1 (7-20 Bodenzahlen = niedrigste Klasse) als Acker verbleiben, sollen in der Bodenzahlklasse 4 (60-80 Bodenzahlen = höchste Klasse in Quadrant 2) ca. 31,5 % dieser Fläche in Wald oder Grünland umgewandelt werden, was einen bedeutenden Verlust für die Produktionsfunktion bedeutet.

Bei Maximierung der Produktionsfunktion (Tab. 56) werden hingegen alle nach den Optimierungsrestriktionen umzuwidmenden Flächen auf Böden geringster Bodenzahlen verteilt.

Tab. 56: Verteilung der Maximierungslösungen auf die Klassen unterschiedlicher Bodenzahlen im Untersuchungsraum Jesewitz

Lösung	Boden- erosion (Max Ziel 1)	Grund- wasser (Max Ziel 2)	Abfluß- regulation (Max Ziel 3)	Produktion (Max Ziel 4)	aktuelle Nutzung
	(%)	(%)	(%)	(%)	qm = 100%
Bodenzahlklasse 1	54,4	35,7	35,7	0,0	70.555 = 100
Bodenzahlklasse 2	88,6	91,1	77,0	85,0	7.101.356 = 100
Bodenzahlklasse 3	66,5	100,0	99,6	100,0	2.379.163 = 100
Bodenzahlklasse 4	68,6	100,0	100,0	100,0	132.861 = 100

Bei der Betrachtung von Karte 34 zeigt sich, daß sich die zur Erosionsminimierung vorgeschlagenen Waldflächen im Quadrant 2 ausschließlich auf die am stärksten geeigneten Bereiche (Klassen 4 und 5) konzentrieren. Nur für wenige der als stärker erosionsgefährdet eingestuften Flächen wird keine Nutzungsänderung vorgeschlagen. Diese nicht in einbezogenen Flächen sind durch eine enge Setzung der Optimierungsgrenzen zu erklären.

Letztere könnten in diesem Zusammenhang erweitert werden, um für alle Flächen in den Klassen 4 und 5 eine erosionsmindernde Lösung zu finden. Auf die Maximierung weiterer Funktionen und auf die anderen Quadranten (im Anhang) wird aus Gründen des Umfangs der Arbeit nicht näher eingegangen. Die Interpretation kann entsprechend des erläuterten Beispiels der Erosionsminderung erfolgen.

6.4.2. Kompromisse/multikriterielle Optimierung

Bedeutend komplexer als die Maximierung einer Funktion ist die eigentliche Aufgabe des Optimierungsverfahrens der Findung eines optimalen Kompromisses zwischen den Funktionen und eine möglichst hohe Zielerfüllung. Insgesamt wurden fünf Kompromisse errechnet (Tab. 57). Im Folgenden wird für Quadrant 2 sowohl die Gleichgewichtung aller Funktionen (Kompromiß 1 in Karte 38) als auch die Höhergewichtung von zwei Funktionen (der Erosionsschutz und die Produktionsfunktion (Kompromiß 2 in Karte 39 und Tab. 57) diskutiert.

Tab. 57: Kompromißlösungen der multikriteriellen Optimierung für Quadrant 2 im Untersuchungsgebiet Jesewitz

Lösung	Kompro- miß 1	Kompro- miß 2	Kompro- miß 3	Kompro- miß 4	Kompro- miß 5	aktuelle Nutzung
	Gewichte 1,1,1,1	Gewichte 70,66,66,70	Gewichte 50,48,48,48	Gewichte 27,29,29,27	Gewichte 44,43,45,45	
Ziel 1 absolut	47.468.338	48.124.790	48.394.822	47.249.449	47.009.684	47.009.684
Ziel 2 absolut	21.164.338	21.727.655	21.516.516	21.164.338	20.697.461	22.899.833
Ziel 3 absolut	37.548.307	36.629.287	36.749.925	37.548.307	37.905.146	35.622.142
Ziel 4 absolut	19.369.710	19.491.752	18.817.076	19.588.600	19.408.584	22.078.732
Ziel 1 in % zu 0	97,41	98,75	99,31	96,96	96,46	96,46
Ziel 2 in % zu 0	97,41	100	99,03	97,41	95,26	105,39
Ziel 3 in % zu 0	97,41	95,02	95,34	97,41	98,33	92,41
Ziel 4 in % zu 0	98,13	98,75	95,34	99,25	98,33	111,86
Ziel 1 in % zu min	26,63	64,75	80,43	13,92	0	0
Ziel 2 in % zu min	64,92	97,95	85,57	64,92	37,55	166,67
Ziel 3 in % zu min	49,96	3,94	9,99	49,96	67,83	-46,48
Ziel 4 in % zu min	81,71	87,78	54,25	92,59	83,65	216,36
Wald qm	908.189	800.000	972.239	800.000	951.897	0
Grünland qm	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	0
Acker qm	8.438.166	8.546.354	8.374.115	8.546.354	8.394.457	9.683.935
Wald (%)	9,3	8,2	10,0	8,2	9,8	0
Grünl. (%)	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	0
Acker (%)	86,5	87,7	85,9	87,7	86,1	99,36
Abgrabung (%)						0,64
						qm = 100%
Bodenzahlkl. 1 in %	35,7	0,0	80,0	35,7	35,7	70,555
Bodenzahlkl. 2 in %	84,9	90,7	88,8	86,2	82,5	7.101.356
Bodenzahlkl. 3 in %	95,9	90,8	79,4	96,0	100,0	2.379.163
Bodenzahlkl. 4 in %	89,7	89,7	89,7	89,7	100,0	132.861

Der prozentuale Vergleich verschiedener Optimallösungen mit dem aktuellen Zustand (aus den Tabellen 54 und 57) ist in Abb. 15 für den Quadranten 2 dargestellt.

2. Quadrant

Prozentualer Vergleich verschiedener Optimallösungen mit dem aktuellen Zustand
(in bezug zum Minimalwert jeder Funktion)

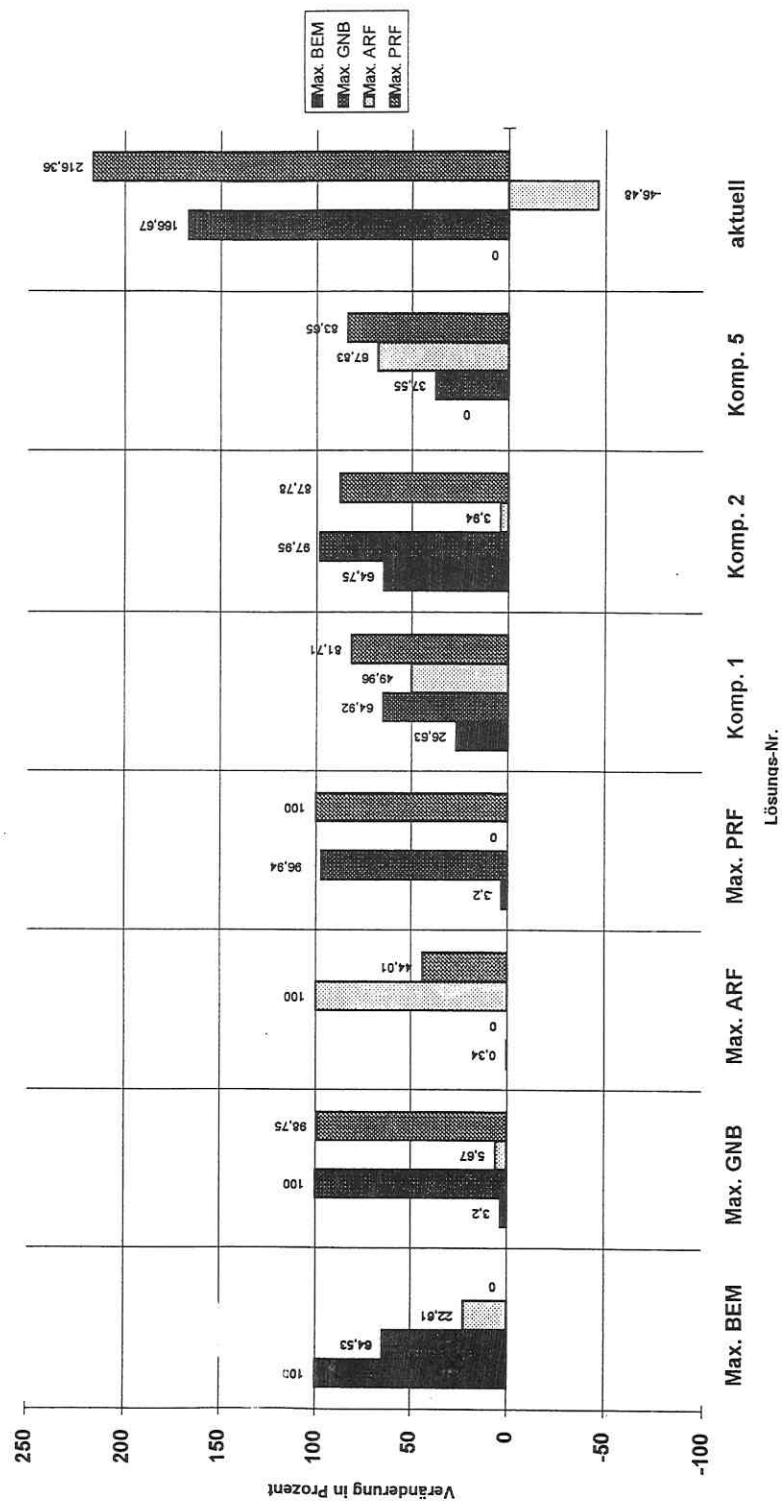


Abb. 15: Prozentualer Vergleich der Optimallösungen mit dem aktuellen Zustand

Eine Gleichgewichtung aller Funktionen in Kompromiß 1 entbindet den Bearbeiter von der sehr problematischen und umstrittenen Aufgabe der Gewichtung einzelner Funktionen in Beziehung zu anderen Funktionen. Allerdings ist eine Kompromißfindung ohne Kenntnis der Bedeutung (des Gewichts) der einzelnen Funktionen in der betreffenden Landschaft und damit für die gesamte Aufgabenstellung der Optimierung schwierig. Deswegen wurde in Kompromiß 1 von vollständiger Gleichgewichtung ausgegangen.

Aus dem **Kompromiß 1 (Gewichtung 1:1:1:1)** ergibt sich folgendes Ergebnis für den Quadrant 2 (Karte 38). Tab. 57 zeigt für alle Einzelziele eine deutlich über dem Minimum liegende Höhe des Zielwertes in Prozent. Die einzelnen Zielwerte sind trotz der Gleichgewichtung der Funktionen unterschiedlich hoch und nicht maximal. Einschränkungen der Ziele 2 und 4 sind zum Teil durch die Optimierungsrestriktionen zu erklären. Der geringe Wert der Zielerfüllung des Zieles 1 (Erosion mindern) von 26,63 % ist dadurch bedingt, daß auf vielen erosionsgefährdeten Flächen mit hoher Bodenzahlklasse der Produktionsfunktion Vorrang eingeräumt wird und zusätzlich die Regulationsfunktion Grundwasserneubildung, die auf Ackerflächen ihren Maximalwert erreicht, und die Produktionsfunktion gemeinsam ein hohes Gewicht erreichen. Deshalb wird nicht die maximal mögliche Wald- und Wiesenfläche durch die Optimierung verteilt. Grünland wird entsprechend der unteren Optimierungsgrenze (von 40 ha) und Wald nur geringfügig oberhalb der unteren Optimierungsgrenze (von 80 ha) festgelegt (Tab. 53).

In Kompromiß 2 wird wegen der hohen Bedeutung der Bodenerosionsminderung in der betrachteten Intensivagrarlandschaft diese gleichrangig mit der Produktionsfunktion höher als die beiden anderen Funktionen gewichtet. Diese Höherbewertung ist der Tatsache geschuldet, daß den kurzfristigen Interessen des Landbewirtschafters an einer maximalen Produktion ebenfalls hohe Bedeutung zugemessen werden kann. Um die Abflußregulationsfunktion und die Grundwasserneubildung nicht zu vernachlässigen, werden diese geringer gewichtet in den Kompromiß einbezogen. Die Gewichtung in Kompromiß 2 erfolgte im Verhältnis der vier untersuchten Funktionen von 70 zu 66 zu 66 zu 70.

Kompromiß 2 (Gewichtung 70:66:66:70) zeigt im Vergleich zum Kompromiß 1 ein deutlich verändertes Bild durch die Höhergewichtung der Produktionsfunktion und der Erosionsminderung (Karte 39, Tab. 57). Auffällig ist die Zielerfüllung der Grundwasserneubildung, die mit ca. 98 % (Ziel 2 in % zum Minimum) die höchste Zielerfüllung erreicht, obwohl dieser Faktor untergewichtet in den Kompromiß einging. Das Ziel der Bodenerosionsminderung erreicht mit 64,8 % (Ziel 1 in % vom Minimum) einen guten Wert ebenso wie die Produktionsfunktion mit 87,8 % (Ziel 4 in % vom Minimum). Der hohe Wert der Zielerfüllung für die Grundwasserneubildung ist dadurch zu erklären, daß die meisten erosionsgefährdeten Flächen durch eine geringe Einstufung der Grundwasserneubildung gekennzeichnet sind. Zum Erosionsschutz werden deshalb nur wenige Flächen hoher Grundwasserneubildung für eine Umwandlung in Wald und Grünland vorgeschlagen. Die landwirtschaftliche Produktionsfunktion steht (bei quantitativer Betrachtungsweise) dagegen nicht im Konflikt mit der Grundwasserneubildung. Schlecht findet dagegen die Abflußregulation in diesem Kompromiß Eingang. Mit einer Zielerfüllung von nur 3,9 % (Ziel 3 in % vom Minimum) ist die Abflußregulation besser erfüllt als bei der heutigen Flächennutzung. Das Ziel der deutlichen Steigerung der Abflußregulationsfunktion im Vergleich zu anderen Funktionen wird durch die Untergewichtung im Gegensatz zur Erosionsminderung

und der Produktionsfunktion und damit auch der Grundwasserneubildung nicht erreicht.

Für einen weiteren neuen Optimierungslauf könnte deshalb die Höhergewichtung der Ziele 1,3 und 4 bei einer Untergewichtung von Ziel 2 (z.B. 70,66,70,70) berechnet werden, um die Abflußregulation stärker zu berücksichtigen.

Durch die Höhergewichtung der landwirtschaftlichen Produktionsfunktion in Kompromiß 2 werden nur Umwandlungen entsprechend der unteren Optimierungsgrenzen von 80 ha oder 8,2 % Wald und 40 ha oder 4,1 % Grünland vorgeschlagen. Die Ackerfläche ist mit 87,7 % der heutigen Ackerfläche innerhalb der Optimierungsgrenzen maximal. (Tab. 53 und 57).

Betrachtet man die Verteilung der Optimierungsergebnisse nach den Bodenzahlklassen (Tab. 56), so zeigt sich, daß alle Flächen der geringsten Bodenzahlklasse (insgesamt nur 7 ha) bei Hochgewichtung der Produktionsfunktion für andere Landnutzungsoptionen vorgeschlagen werden. Dies ist dadurch zu erklären, daß die Zielerfüllung der Grundwasserneubildung nicht maximale 100 % erreicht, da es sich bei der Bodenzahlklasse 1 durchweg um durchlässige sandige Standorte handelt. Für die Bodenzahlklassen 3 und 4 (Bodenzahl 40-80) wird auf ca. 10 % der Flächen aus Gründen des Erosionsschutzes eine Nutzung als Wald oder Grünland bestimmt. Dies betrifft ca. 24 ha mittel- bis hochproduktiver Böden mit deutlich erhöhter Bodenerosion. Diese Flächen liegen südöstlich von Wölpern auf überdurchschnittlich großen Schägen, die deutlich größer als 50 ha sind.

6.5. Optimierungsergebnis für den Untersuchungsraum Jesewitz

Der Untersuchungsraum Jesewitz wurde (wie oben beschrieben aus rechentechnischen Gründen) in vier Quadranten optimiert. Dabei wurden zur Erhöhung der Ergebnisvielfalt unterschiedliche, aber tendenziell ähnliche und auf die spezifische Situation des Quadranten bezogene Optimierungsgrenzen bestimmt. Obwohl aus diesem Grunde eine zusammenfassende Betrachtung der vier Quadranten nur mit dieser Einschränkung möglich ist, wird mit Tab. 58 der Einfluß der verschiedenen Maximierungen und Kompromisse auf die Acker-Wald-Grünlandverteilung im ganzen Untersuchungsraum diskutiert. (Auf die Darstellungen in den Karten 34 bis 39, auf denen alle Maximierungen und die Kompromisse 1 und 2 abgebildet sind, sei verwiesen). An den Grenzen der Quadranten auftretende Brüche der vorgeschlagenen Landnutzungsoptionen entstehen durch die getrennte Berechnung der Quadranten und durch die enge Setzung der Optimierungsgrenzen.

Tab. 58: Veränderungen der Flächennutzung bei Maximierungen und Kompromißlösungen nach Anwendung der multikriteriellen Landschaftsoptimierung für alle 4 Quadranten des Untersuchungsraumes Jesewitz (zu 100 % fehlende Werte sind andere Flächennutzungen)

Merkmal	aktuelle Nutzung	Boden- erosion (Max Ziel 1)	Grund- wasser (Max Ziel 2)	Abfluß- regulation (Max Ziel 3)	Produktion (Max Ziel 4)
Ackerfläche (qm)	38.704.493	32.676.326	35.887.464	33.316.796	35.887.464
Ackerfläche (%)	80,34	67,83	74,49	69,16	74,49
Verlust Acker (%)		15,6	7,3	13,9	7,3
Grünlandfläche (qm)	1.452.300	4.442.817	3.091.679	3.302.347	3.091.679
Grünlandfläche (%)	3,01	9,22	6,42	6,85	6,42
Zuwachs Grünland (%)		205,9	112,9	127,4	112,9
Waldfläche (qm)	1.171.000	5.071.000	3.211.000	5.571.000	3.211.000
Waldfläche (%)	2,43	10,53	6,67	10,53	6,67
Zuwachs Wald (%)		333	174	333	174

Tabelle 58 Fortsetzung:

Merkmal	Kom- promiß 1	Kom- promiß 2	Kom- promiß 3	Kom- promiß 4	Kom- promiß 5
Ackerfläche (qm)	35.366.468	35.629.965	35.375.255	35.252.386	35.088.135
Ackerfläche (%)	73,41	73,96	73,43	73,17	72,83
Verlust Acker (%)	8,6	7,9	8,6	8,9	9,3
Grünlandfläche (qm)	3.091.679	3.091.679	3.091.679	3.091.679	3.091.679
Grünlandfläche (%)	6,42	6,42	6,42	6,42	6,42
Zuwachs Grünland (%)	112,9	112,9	112,9	112,9	112,9
Waldfläche (qm)	3.731.997	3.468.499	3.723.209	3.846.078	4.010.329
Waldfläche (%)	7,75	7,2	7,73	7,98	8,32
Zuwachs Wald (%)	219	196	218	228	242

Geht man von der aktuellen Flächennutzungsverteilung von über 80 % Acker, 3 % Grünlandnutzung und 2,4 % Wald aus, so werden für den Gesamttraum Jesewitz deutliche Änderungen durch Maximierungen und Kompromisse errechnet.

Für die Maximierungen zeigen sich deutliche Unterschiede bei der vorgeschlagenen Ausstattung mit Acker, Wald und Grünland. So werden zur Minderung der Boden-erosion und zur Maximierung der Abflußregulation Flächenumwidmungen von 15,6% und 13,9 % der Ackerfläche bestimmt, die im Bereich der oberen Optimierungsgrenzen liegen. Dementgegen werden bei der Maximierung der Grundwasserneubildung und der Maximierung der Produktionsfunktion nur ein Wald- und Grünlandanteil von jeweils 7,3 % neuer Flächen errechnet, die den unteren Optimierungsgrenzen entsprechen.

Die fünf berechneten Kompromisse liegen zwischen den Ergebnissen der Maximierungen. Sie belassen jeweils den Grünlandanteil mit 6,42 % an der unteren Optimierungsgrenze. Verbesserungen der Abflußregulation und des Erosionsschutzes werden in den Kompromißlösungen ausschließlich auf höhere Waldanteile zwischen 7,2 % und 8,3 % Waldfläche verteilt. (Dies bedeutet eine Steigerung von 196 % bis 242 % der Waldfläche gegenüber der aktuellen Nutzung). Dies ist durch das Optimierungsziel der maximalen Steigerung der Klassen der Abflußregulation zu erklären. Die Abflußregulation ist durch die Umwandlung von Acker in Wald besser gewährleistet als durch die Grünlandumwandlung.

6.6. Zusammenfassung und Ausblick für die methodische Nutzung der Ergebnisse

Die flächenkonkrete landschaftsökologische Bewertung von verschiedenen Funktionen und Landschaftsstrukturen unter Verwendung von GIS erfordert zur Aggregation und Zusammenfassung vielfältiger Bewertungsergebnisse die Anwendung ergebnisverknüpfender Methoden. Ein solches Verfahren ist die **multikriterielle Landschaftsoptimierung**. Das von GRABAUM (1996) entwickelte Verfahren wird in dieser Arbeit erstmals am Beispiel des Untersuchungsraumes Jesewitz (Nordsachsen) auf eine Agrarlandschaft angewandt, weiterentwickelt und interpretiert. Es errechnet entsprechend den vom Anwender vorgeschlagenen Eingangsgrößen einen optimalen Kompromiß zwischen den Einzelzielen der jeweiligen Variablen. Das GIS-gestützte Verfahren ist abhängig von den für die Bewertungen erforderlichen Grundlagen, den im GIS vorliegenden räumlichen **Datenebenen**, den in die verknüpfende Gesamtbewertung eingehenden flächenhaften Einzelfunktionen (in dieser Arbeit die Bewertung von Funktionen der Landschaft) und den die Bewertung und die Optimierung begründenden **Umweltqualitätszielen**. Letztere finden Eingang in die Kompromißoptimierung über Bewertung und Gewichtung.

Wichtigste Grundlage aller flächenhaften Anwendungen **räumliche Daten** verarbeitender mathematischer Verfahren ist die Validität und die Kenntnis der den Raum beschreibenden Geoökofaktoren sowie die Kenntnis des Gesamttraumes. Dabei stehen bei den in dieser Arbeit vorgestellten Datenebenen die **Bodenarten**, abgegrenzt und digitalisiert nach den Bodenschätzungskarten, und die durch eine vom Verfasser 1994 durchgeführte und ökologisch interpretierbare **Biotoptypenkartierung** ermittelte **Flächennutzung** im Mittelpunkt der Untersuchungen. Weiterführende Ableitungen und zusätzliche Variablen aus der Literatur bzw. vorliegendem Kartenmaterial werden zur Raumbeschreibung herangezogen.

Da von der Genauigkeit der für die Landschaftsoptimierung verwendeten Datenebenen der Realitätsbezug und die standortbezogene Interpretierbarkeit der Ergebnisse abhängt, ist in diesem Bereich eine möglichst hohe Genauigkeit anzustreben. Wird mit vagen Annahmen oder unscharfen Mengen (z.B. Fuzzy sets) als Eingangsdaten gearbeitet, so besteht die Gefahr, daß das Ergebnis zwar dem Modell entspricht, jedoch die als Ergebnis vorliegenden Landnutzungsoptionen nicht mit konkreten standörtlichen (Boden)Eigenschaften erklärt werden können. Dadurch wäre das durch GIS mögliche standortkonkrete Ergebnis für die Praxis nicht mehr verwendbar und die gesamte Anwendung des Verfahrens in Frage gestellt.

Die gewählten und dem Arbeitsgegenstand entsprechenden **Bewertungen**, (die bewerteten Funktionen Bodenerosionswiderstand, Abflußregulation, Grundwasserneubildung und landwirtschaftliche Produktionsfunktion, als wesentliche Funktionen des Landschaftshaushaltes in Intensivagrarlandschaften), werden durch das Optimierungsverfahren flächenkonkret miteinander in Beziehung gesetzt. Ähnlich den in die Bewertung eingehenden Datengrundlagen ist wiederum das GIS Voraussetzung zur Zusammenführung der einzelnen Datenebenen und der mathematischen Verknüpfung derselben. Dabei macht die Anwendung der multikriteriellen Bewertung deutlich, daß auch heute nur wenige wirklich validierte und begründbare Bewertungsverfahren zur Verfügung stehen. Dies steht eindeutig im Gegensatz zu HOPPENSTEDT (1996), der die Bewertungsfrage als geklärt und wissenschaftlich problemlos herausstellt. Während für die Bewertung einiger (nicht aller!) Regula-

tionsfunktionen validierte und handhabbare und an die lokalen und regionalen Verhältnisse anpaßbare Bewertungsverfahren zur Verfügung stehen, ist dies für landschaftsstrukturelle Parameter (Waldanteil, Feldraine, naturschutzrelevante Flächen, Landschaftsdiversität etc.) bis heute nicht der Fall. Ebenso besteht in der wissenschaftlichen und praxisorientierten Literatur keine Übereinstimmung über eine standortangepaßte stoffliche Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung. Aber auch Fragen zu Einzelfunktionen wie die Bewertung des tolerierbaren Bodenabtrags (in t/ha) sind in der Wissenschaft keineswegs übereinstimmend und, was dem Verfasser besonders wichtig erscheint, auch für die regionale Bewertung nicht geklärt.

Damit zeigt sich, daß die Forschung über landschaftsfunktionale und landschaftsstrukturelle regional differenzierte **Umweltqualitätsziele**, (denn diese sollten einer regional begründeten Bewertung jeweils zu Grunde liegen), durch die erst seit wenigen Jahren mögliche quantifizierende Analyse und flächendeckende Bewertung größerer Räume mit GIS noch am Beginn ihrer Anwendung in Wissenschaft und Praxis steht. Noch geringer sind die funktionalen Kenntnisse über die vernetzten Beziehungen tierartenspezifischer Habitatfunktionen und die funktionalen Überschneidungen derselben in regionalen Landschaften. Während eine erste Inventarisierung schützenswerter Biotoptypen schon deutschlandweit („Rote Liste Biotoptypen“ von RIEKEN et al. 1994) durchgeführt wurde, liegen für den Boden keine vergleichbaren quantitativ und qualitativ interpretierbaren Ergebnisse vor. Eine „Rote Liste schützenswerter Bodentypen und Standortverhältnisse“ fehlt. Dies ist aber zur Ermittlung der Standortpotentiale für die Entwicklung naturschutzrelevanter Flächen bzw. wertvoller Biotoptypen notwendig, wodurch die Begründung des Biotopverbundkonzeptes bedeutend verbessert werden würde. Die als Umweltqualitätsziel zugrunde gelegte regional unterschiedliche **primäre Landschaftsstruktur** kann dieses Begründungsdefizit mindern, da sie durch die Ökotontheorie begründet ist. Dennoch sind trotz der genannten Notwendigkeiten der Verbesserung der Datenebenen und Bewertungsverfahren heute schon Bewertungen mit GIS durchführbar und begründbar. Dies wird an den in Kapitel 5 durchgeführten Bewertungen deutlich, die erstmals mit GIS im Raum Halle-Leipzig angewandt wurden und nach Ansicht des Verfassers für diesen Raum gut adaptiert werden können.

Liegen aussagekräftige flächendeckende Bewertungen vor, ist das Problem der Zusammenführung der Einzelbewertungen zu einem Gesamtergebnis u. U. von unüberschaubarer Vielfalt und Unübersichtlichkeit, so daß mathematische Verfahren zur Aggregation notwendig werden. Eine Überlagerung verschiedener funktionaler oder struktureller Ansprüche, die an eine Fläche, bzw. an die Art und Intensität ihrer Nutzung gestellt werden, kann erst durch eine entsprechende Verknüpfung von Einzelbewertungen in ihrer Komplexität erfaßt, bewertet und verbessert werden. Diese Problematik, die durch die Multifunktionalität bzw. Mehrfachnutzung der Landschaft ausgedrückt werden kann, wird durch das Verfahren der multikriteriellen Optimierung faßbar.

Damit ist ein wichtiger Schritt zur flächenhaften Integration von „weiteren Nutzungen“ im Sinne des Integrierten Naturschutzes in die dominierende Nutzung (im untersuchten Falle der Ackerbau) getan.

Die Notwendigkeit einer Kompromißfindung zwischen konkurrierenden Zielen ist in der täglichen Entscheidungspraxis eher der Normalfall als die Ausnahme. Aufgrund der hohen Komplexität der Aufgabe, neue Landschaftsentwicklungen, Landnutzungsoptionen und Planungen zu begründen und die Abstimmungsprozesse zwischen den unterschiedlichen, heute einseitig sektoral begründeten Zielen nachvoll-

ziehbar und Gewichtungen variabel zu gestalten, ist die Landschaftsökologie gefordert, diesen notwendigen Entscheidungsprozeß methodisch zu unterstützen. Dies umso mehr, da die auf den konservierenden Schutz wertvoller Flächen konzentrierten Umweltbehörden und -verbände und auch große Teile der biologisch orientierten Landschaftsökologie die Geoökofaktoren „Boden“ und „Wasser“ kaum beachten. Ebenso fehlen entwicklungsbezogene und vergleichbare regional quantifizierte Informationen über Strukturen der Landschaft wie Hecken, Raine, Einzelbäume etc..

Dies erklärt auch die häufige Klage über die geringe Einbeziehung geoökologischer Bewertungsergebnisse in die Landschaftsplanung, die heute einseitig auf die Bestimmung von Wertigkeiten von Biotoptypen fixiert ist. Da Agrarflächen in der Biotoptypenbewertung immer in eine sehr schlechte Stufe eingeordnet werden, kann die stark auf eine verengte Naturschutzsicht reduzierte Landschaftsplanung nur wenige Ziele für Intensivagrarlandschaften benennen, die über die eng gefaßten Ziele des Biotop- und Artenschutzes hinausgehen und die Art und Intensität der Flächennutzung, den Stoffhaushalt und die Regulationsfunktionen des Bodens kaum berücksichtigen. Aus dieser niedrigen Wertschätzung (niedrige Gewichtung) der Ackerflächen (über Ackerflächen im Originalton eines Leipziger Naturschützers und professionellen Landschaftsplaners: „da ist ja nichts“) erwächst in der Landschaftsplanung die Konzentration auf Flächen „wo schon etwas ist“.

Für weitere Planungen und Entwicklungen bestimmt dies den Einsatz der begrenzten finanziellen Mittel für den Naturschutz außerhalb agrarisch genutzter Flächen und konzentriert sich im mitteldeutschen Raum auf Bergbaufolgelandschaften und durch den Menschen vernutzte und z.T. durch Bergbau und Industrie auch verseuchte Bereiche (z.B. Abraumhalden des Kupferschieferbergbaus). Hierdurch werden die Ziele des Bodenschutzes und der Leistung der Regulationsfunktionen des Bodens untergewichtet. Bei Versiegelungen für den Siedlungs- und Straßenbau haben diese Bewertungen zur Folge, daß trotz Zerstörung der gewachsenen Bodenbedecke eine Aufwertung durch Neuanlagen kleinflächiger, aber „wertvoller“ Biotope errechnet werden kann, was nach Ansicht des Verfassers an Manipulation grenzt. Die von der Agrarlobby dominierte landwirtschaftliche Flurneuordnung beschränkt sich auf die Anpflanzung weniger Hecken als Ausgleich für die Vernichtung wertvoller Biotopstrukturen an anderer Stelle, wodurch heute die letzten nach ihrer Entwicklungszeit alten Strukturen zerstört werden.

Aus diesem Grunde ist die Einbeziehung von Landschaftsanalysen und von komplexen Landschaftsbewertungen, die in Zukunft neben den in dieser Arbeit dargestellten strukturellen Parametern und den Regulationsfunktionen auch den Stoffhaushalt und die Habitatfunktionen für Tier- und Pflanzenarten berücksichtigen müssen, mit einer deutlich höheren Gewichtung in die agrar- und landschaftsbezogenen Planungen zu fordern.

Für die landwirtschaftliche Förderung ist eine starke Berücksichtigung der mehrfach-funktionalen Ziele bei der Gewährung flächenbezogener Ausgleichszahlungen für die Produktion von Marktfrüchten im Rahmen der EG-Marktordnung und in Programme einer umweltgerechten Landwirtschaft, der Flächenstillegung und der Kultur- und Landschaftsprogramme zu fordern. Zur Errechnung der externen Umweltkosten und der betriebswirtschaftlichen und volkswirtschaftlichen Kosten der Mehr-

fachnutzung der Landschaft sind ebenfalls Quantifizierungen von Zielen (Strukturen, Intensitäten und Funktionen, deren Leistungsfähigkeit und deren bewertende Einschätzung) notwendig.

Zur Verdeutlichung und Visualisierung der verschiedenen Entwicklungsrichtungen und Entscheidungsmöglichkeiten ist die Errechnung quantifizierter Szenarien ein gutes Hilfsmittel. Auch dieses ist für geographisch-räumliche Fragestellungen erst mit GIS für größere Räume und Regionen anwendbar und datentechnisch handhabbar geworden. Die in dieser Arbeit dargestellten Szenarien zur Bodenerosionsbewertung bei variierenden Eingangsbedingungen und die Szenarien zu betriebswirtschaftlichen Auswirkungen des Umwelt- und Ressourcenschutzes können in ähnlicher Form auch für andere räumliche Bewertungen eingesetzt werden. Genauso sind die Funktionsmaximierungen und Kompromißlösungen (in Kapitel 6) Szenarien für unterschiedliche multifunktionale Integrationen und Gewichtungen einzelner Bewertungen und deren Bedeutung.

Die Kompromißfindung mit Landschaftsoptimierungsverfahren kann nach Ansicht des Verfassers auf alle räumlichen mehrschichtigen Fragestellungen angewandt werden, sofern räumlich differenzierbare, flächendeckende Daten verfügbar und deren Inhalte begründet bewertbar sind. Die entscheidenden, heute meist noch fehlenden digitalen Grundlagen für die Anwendung des Landschaftsoptimierungsverfahrens wurden in dieser Arbeit beispielhaft mit der Entwicklung eines vielschichtigen Geographischen Informationssystems, der Ableitung von Umweltqualitätszielen und der flächendeckenden landschaftstrukturellen und landschaftsfunktionalen Bewertung geleistet. Mit dem Einsatz der dargestellten Verfahren in der Landschafts- und Umweltplanung ist ein hoher Begründungszuwachs der vorgeschlagenen Maßnahmen zu erwarten.

7. Regionalisierte Umwelt- und Ressourcenschutzanforderungen und ihre betrieblichen Auswirkungen¹: Szenarien

7.1. Einleitung

Die Anwendbarkeit allgemeiner landschaftsstruktureller (vgl. Kap. 4) und landschaftsfunktionaler (vgl. Kap. 5) Umweltqualitätsziele ist durch die Variabilität der regionalen geographischen Faktoren begrenzt. Ebenso ist die Verallgemeinerungsfähigkeit landschaftsräumlicher Analysen regional auf ähnliche Räume beschränkt. In der Praxis werden entsprechend der Hierarchie der Leitbilder Aussagen in verschiedenen Maßstabsebenen erwartet.

Die im Kapitel 4 vom Verfasser nach umfangreichen Analysen der Landschaftsstruktur in vier Testgebieten abgeleiteten Umweltqualitätsziele (sowie auch die in Kapitel 5 erarbeiteten funktionalen Bewertungen wichtiger Regulationsfunktionen und daraus abgeleiteter regionaler Zielerfordernisse) werden in dieser Arbeit für den intensiv agrarisch genutzten Raum Jesewitz stellvertretend für sandlößbestimmte Bodenregionen und zusätzlich für Löß- und Schwarzerderegionen (Untersuchungsräume Barnstädt, Gimritz, Nerchau) zur Ableitung von Mindestressourcenschutzanforderungen auf regionaler Ebene genutzt. Hierbei wird der flächenkonkrete (topische) Betrachtungsgegenstand im Maßstab 1:10.000 verlassen. Ergebnisse aus den Untersuchungsräumen werden deshalb auf die Ebene der Bodenregionen übertragen und stark verallgemeinert.

Allgemeine Mindestanforderungen an den Ressourcenschutz für die Landwirtschaft werden von HOFFMANN et al. (1995, S. 69) wie folgt benannt:

- Düngung entsprechend dem Nährstoffentzug durch die Landwirtschaft plus standortbezogener Zuschlag (Kontrolle über betriebsbezogene Nährstoffbilanz)
- Maßnahmen gegen Bodenerosion (Kontrolle durch schlagbezogene Bodenabtragsgleichung)
- Anwendung ressourcenschonender Produktionstechniken (z.B. pfluglose Bodenbearbeitung)
- Standortangepasste Nutzung (z.B. Grünlandnutzung in der Nähe von Oberflächengewässern bzw. in feuchten Senkenbereichen)
- Begleitend: Beratungskonzepte, Pilotvorhaben und u.U. Investitionsförderung innovativer umweltschonender Techniken.

Diese Mindestanforderungen berücksichtigen die im Raum Leipzig-Halle spezifischen, durch vollständige Segregation der Flächennutzungen bedingten, Umwelt- und Ressourcenschutzprobleme nicht, die in den Kapiteln 3 und 4 benannt wurden. Zusätzliche Ressourcenschutzanforderungen, die aus den in Kap 3, 4 und 5 erarbeiteten Analysen für die vier Testgebiete abgeleitet werden, können generell auf vergleichbare Intensivagrarlandschaften übertragen werden. Die regionalen Umweltprobleme des mitteldeutschen Raumes sind nach Ansicht des Verfassers nur durch eine auf die Situation der Neuen Bundesländer bezogene Agrarumweltpolitik zu beheben. Daher wird vom Verfasser für ein „Aufbauprogramm Kulturlandschaft“ plä-

¹ Die dargestellten Szenarien entstanden in Zusammenarbeit mit Herrn Diplom-Ing. agr. Thoralf Schleitz, MLU Halle, Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre, der das Projekt „Projektierung typischer Beispielbetriebe der Landwirtschaft in unterschiedlichen Agrarlandschaften und Kalkulation der wirtschaftlichen Folgen verschiedener Anforderungen an den Ressourcenschutz und deren einzelbetriebliche Wirkungen“ bearbeitet. Das Projekt wurde vom UFZ gefördert.

diert, dessen Inhalte und Gestaltungen auf die spezifischen Anforderungen der Agrarlandschaften in diesem Raum zugeschnitten sein sollten.

Neben den generell gültigen Mindestressourcenschutzanforderungen werden vom Verfasser die Umsetzung folgender Inhalte und Maßnahmen als notwendig erachtet:

- die Diversifizierung und Erhöhung der Vielfalt und die Minderung der Kleinteiligkeit der Landschaftsstrukturen (vgl. Kap. 2/3)
- die Verkleinerung der überdimensionierten Schläge zur Minderung der damit zusammenhängenden Verarmung der Landschaften an Arten und Biotopen und naturschutzrelevanten Flächen (vgl. Kap. 3 und 4) sowie zur Verringerung der Bodenerosion (Kap. 5)
- die Erhöhung des Anteiles an linearen Biotopstrukturen zur Verbesserung des Biotopverbundes, des Windschutzes, des Landschaftsbildes und der Erholungseignung (vgl. Kap. 4)
- die Minderung der fortgeschrittenen Eutrophierung der Intensivagrarräume bedingt durch Massentierhaltung und intensive Düngung und der davon ausgehenden Belastungen von Boden, Grund- und Oberflächengewässern, Biotopen und der Atmosphäre (vgl. Kap. 5)
- die Diversifizierung und Erweiterung der heute stark verkürzten Fruchtfolgen (vgl. Kap. 3)
- die Renaturierung der fast flächendeckend verrohrten, zerstörten oder begradigten und naturfern aufgebauten Oberflächengewässer (vgl. Kap. 4)
- die Rückführung von Sonder-/Extremstandorten in standortgerechte Biotope durch Aufgabe der Ackernutzung und Umwandlung in Grünland oder Brachfallen für eine freie Sukzessionsentwicklung (Kap.3)
- die Umwandlung seltener oder wenig fruchtbarer Standorte in Grünland oder Wald zur Erhöhung der Landschaftsdiversität und der Landschafts- und Lebensraumvielfalt (vgl. Kap 3 und 4).

Die vorgenannten Maßnahmen werden von HEISSENHUBER & HOFFMANN (1992) und HOFFMANN et al. (1995) zu den erhöhten Anforderungen des Ressourcenschutzes oder sogar zu den regionalen Maßnahmen zum Ressourcenschutz und zur Entwicklung des ländlichen Raumes gezählt. Die beiden letztgenannten Punkte werden dort nicht benannt. Regionale Anforderungen an den Ressourcenschutz sind heute nicht Bestandteil der Agrarumweltpolitik (z.B. der Kultur- und Landschaftsprogramme, KULAP). Regionale Ziele werden wegen der mangelnden Konkretisierung bzw. Quantifizierung von regionalen Umweltqualitätszielen nicht gestellt, was auch in den allgemein formulierten Zielen der Programme für eine Umweltgerechte Landwirtschaft (Programm UL) zum Ausdruck kommt. Diese oben genannten regionalen Ziele werden aber vom Verfasser als dringend notwendig für eine zukunftsfähige Entwicklung der Landwirtschaft in den Intensivagrarlandschaften der Neuen Bundesländer eingeschätzt. Regionale Umweltqualitätsziele müssen sich auf funktionale Bewertungen der Leistungsfähigkeiten des Landschaftshaushaltes und auf Bewertungen der Landschaftsstruktur beziehen und daraus konkrete Anforderungen ableiten.

Integrierte Lösungsansätze der Agrarumweltpolitik, die in Kapitel 7.4 als Szenarien berechnet werden, sollten sich nach den Ergebnissen des Verfassers an

- der Regionalität, d.h. den regionalen standörtlichen Gegebenheiten (Kap. 7.2 und Kap. 7.3.2.)
- der Intensität der Bewirtschaftung (Kap. 7.3.1) und

- der Landschaftsstruktur und Landschaftsfunktionalität (Kap. 7.3.3) orientieren.

Vom Verfasser werden in diesem Kapitel aufbauend auf allgemeine Ressourcenschutzanforderungen eigene Berechnungen und Umweltqualitätszielstellungen konkretisiert, die sich aus den Ergebnissen aus Kapitel 3, 4 und 5 ableiten. Auswirkungen dieser im Vergleich zur heutigen Praxis erhöhten Anforderungen des Umwelt- und Ressourcenschutzes werden in dieser Arbeit für die Region Leipzig-Halle zum ersten Mal in Form von Szenarien ermittelt. Während die naturwissenschaftlich begründeten Zielableitungen vom Autor erstellt wurden, entstand der ökonomische Teil der Szenarien in Zusammenarbeit mit SCHLEITZ von der landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Halle (Kap. 7.4). In diesen Szenarien werden die ökonomischen Auswirkungen von Maßnahmen des Umwelt- und Ressourcenschutzes mit einem Punktoptimierungsverfahren auf die einzelbetriebliche Ebene landwirtschaftlicher Betriebe bezogen. Die Szenarien werden am Beispiel des Untersuchungsraumes Jesewitz für Marktfruchtbetriebe und für Mischbetriebe (ein Einzelunternehmen mit 294 ha und eine Juristische Person mit 2.292 ha) berechnet (SCHLEITZ & MEYER 1996).

Die auf eine monetäre Bewertung ausgerichteten Szenarien wurden auf der Grundlage der strukturellen und funktionalen Bewertungen entwickelt und stellen in methodischer Hinsicht einen Gegensatz zu den funktionalen und strukturellen Bewertungen in den Kapiteln 3, 4 und 5 dar, da durch die Monetarisierung die ökologische Komplexität der Landschaftsbewertungen und agrarstrukturellen Probleme auf einen einzigen Faktor (Geld) reduziert ist. Die vom Verfasser erstellten Szenarien bieten sich für die Überprüfung von Umsetzungsmöglichkeiten der Ressourcenschutzanforderungen an. Opportunitätskosten landwirtschaftlicher Betriebe können damit zumindestens ansatzweise und stark vereinfachend benannt werden. Mit den Ergebnissen kann gleichzeitig das seit Jahren verfolgte Bestreben der Internalisierung externer Kosten in die Landnutzung vorangetrieben werden (Einbeziehung der Gratisnutzung der Umweltgüter in die betriebliche Gesamtrechnung). Diese Internalisierung externer Kosten ist ein Weg zur Integration des Umwelt- und Ressourcenschutzes in die landwirtschaftliche Flächennutzung. Zu Fragen der Finanzierbarkeit von Ressourcenschutzanforderungen siehe RITTERSHOFER (1996).

7.2. Regionalität und regionale Handlungsempfehlungen

In diesem Abschnitt werden regionale Handlungsempfehlungen (als regionale Umweltqualitätsziele) auf der Ebene von Bodenregionen beschrieben. Innerhalb des Raumes Leipzig-Halle liegen unterschiedliche Bodenregionen vor, die entsprechend den vorherrschenden Leitbodenformen unterschieden werden und nach ihren Substrateigenschaften benannt sind. (BERNHARDT et al. 1986; KRÖNERT 1996; KOCH et al. 1989; KÖRSCHENS & MAHN 1995; HABER et al. 1991; MANNSFELD & RICHTER 1995). Es werden folgende Zonen (Kapitel 2 und 3) innerhalb des Raumes Halle-Leipzig unterschieden:

- die Sandlößregion, die das Leipziger Land beinhaltet und den Untersuchungsraum Jesewitz umfaßt und
- die Löß- und Schwarzerderegion mit Lößhügelländern und Schwarzerdegebieten, mit den Untersuchungsräumen Nerchau, Barnstädt und Gimritz.

Innerhalb dieser Bodenregionen liegen Auen, Stadtlandschaften und Bergbaufolgelandschaften, die aufgrund ihrer geringen Flächenausdehnung außerhalb der Betrachtungen bleiben sollen.

Löß- und Schwarzerderegion werden hier im Gegensatz zu Kap. 7.3.2. nicht getrennt betrachtet. Sie weisen aufgrund der intensiven Landwirtschaft, der einheitlichen Landschaftsstrukturen und der vergleichbaren Bodenfruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit wesentliche Gemeinsamkeiten auf, die eine zusammenfassende Formulierung regionaler Handlungsempfehlungen ermöglichen. Entwicklungsrichtungen und Ziele werden aufbauend auf die regionalen Standortbedingungen (mit dem Indikator der bodenbildenden Substrate) benannt (HAASE 1985). Löß- und Schwarzerderegionen werden den Sandlößregionen gegenübergestellt. Diese Bodenregionen stellen nach Auffassung des Verfassers eine praktikable Basis für regionalisierte Programme des Umwelt- und Ressourcenschutzes für die Landwirtschaft dar.

Grundlage für die Darstellung in Tabelle 35 sind

- die übergeordneten Leitbilder und Konzeptvorgaben (Kap. 2.4-2.6),
- die regionale Bestandsanalyse der Biotoptypen und Böden in Teilräumen und die umfassende Kenntnis des Gesamtgebietes (Kap. 3),
- die Bewertungen der Landschaftsstruktur in den vier Untersuchungsräumen und die Ableitungen von regionalen Umweltqualitätszielen (in Kap. 4) und
- die Darstellung der sich in Zukunft verändernden Bedeutung von Landschaftsfunktionen in Landschaftseinheiten in dreistufiger Skalierung (KRÖNERT 1996, S. 46),
- die allgemeine Bewertung wesentlicher Regulationsfunktionen im Untersuchungsraum Jesewitz und die daraus abgeleiteten Entwicklungsziele (Kap. 5).

Aus den obigen Komponenten wurde vom Autor die Abschätzung des notwendigen Handlungsbedarfes in Tab. 59 konzipiert und mit „großem“, „mittlerem“ und „geringem“ Handlungsbedarf bewertet. Die dreistufige Skalierung beruht auf der Annahme, daß dort, wo vom Autor Umwelt- und Ressourcenschutzprobleme gesehen werden oder Entwicklungsbedarf für die Landschaft besteht, auch ein Handlungsbedarf vorhanden ist. Die Skalierung läßt Rückschluß auf das Ausmaß des Handlungsbedarfes zu.

Tab. 59: Regionaler Handlungsbedarf zur ökologischen Entwicklung von Intensivagrarlandschaften anhand unterschiedlicher Indikatoren in den Löß- und Schwarzerdere regionen und den Sandlößregionen im Ballungsraum Leipzig-Halle (nach KRÖNERT 1996, stark erweitert und verändert).

Indikator	Löß- und Schwarzerde-regionen	Sandlöß-regionen	Handlungs-empfehlung
Pflanzen- und Tierarten (Anzahl und ökol. Wert)	+	+	sichern + entwickeln
Waldanteil (%)	+	+	erhöhen
Hecken und Raine (m/ha)	+	+	verlängern .
Obstbaumreihen (m/ha und Erhaltung)	+	+	erneuern + z.T. pflegen
Trittsteinbiotope (Anzahl und Fläche)	+	o	entwickeln + Neuanlage
Feuchtfächen (Anzahl und Fläche)	+	o	vergrößern + Neuanlage
Fließgewässer (m/ha)	+	+	renaturieren
Standgewässer (m²)	+	+	Neuanlagen, renaturieren
Gewässerschutzstreifen (ha)	+	+	sichern + verbreitern
Grünlandanteil (%)	+	+	erhöhen
Nutztierbesatz (GVE)	-	o	standortgemäß sichern
Fruchtfolgen (Anzahl Feldfrüchte, Getreideanteil)	+	+	erweitern
Erhaltung natürlicher Fruchtbarkeit (Humus %)	+	+	sichern, fördern
Eintrag von N-Verbindungen in das Grundwasser (mg) -	+	+	mindern
Eintrag von N-Verbindungen in die Luft (mg)	+	+	mindern
Grundwasserneubildung (Menge und Qualität)	o	+	sichern, Qualität bessern
CO ₂ -Bindung (kg/ha)	+	+	erhöhen
Hanglängen (m)	+	+	verkürzen
Bodenverdichtung (%)	+	+	verhindern
Bodenabtrag (Wasser) (t/ha)	+	o	mindern
Bodenabtrag (Wind) (t/ha)	+	+	mindern
Abflußregulation/ Wasserrückhaltevermögen	+	+	erhöhen, verbessern
Vielfalt des Landschaftsbildes (relativer Wert)	+	+	verbessern
Schlaggröße (m²)	+	+	verkleinern

[+ = großer Handlungsbedarf; o = mittlerer Handlungsbedarf; - = geringer Handlungsbedarf]

Tab. 59 zeigt, daß für eine flächendeckende Bewertung der genannten Indikatoren mit GIS ein umfangreiches Modell erstellt werden müßte, welches mit den methodischen Problemen der polyfunktionalen Bewertung (z.B. nach NIEMANN & KOCH 1989) belastet wäre. Dazu wäre auch eine umfangreiche Datenaufnahme und Validierung von Datensätzen notwendig, die im geeigneten regionalen Maßstab für die Thematik nicht vorhanden sind. Deshalb wird die Interpretation der aufgeführten Indikatoren in Tab. 59 vereinfacht und an dieser Stelle die wesentlichen regionalen Handlungsempfehlungen für Bodenregionen zusammengestellt, die sich an den beispielhaft für die vier Untersuchungsräume der Arbeit gesammelten Kenntnissen und Ergebnissen orientieren.

Für die Bodenregionen soll in der **Schwarzerde- und Lößregion**

- eine intensive Landwirtschaft beibehalten werden, deren stoffliche und energetische Intensität um 25-50 % niedriger liegt als die der aktuellen Nutzung.
- Der Schutz der nicht erneuerbaren Produktionsgrundlage Boden muß erste Priorität haben. Das bedeutet, daß der Schutz vor Wasser- und Winderosion (und Verdichtung) und damit auch die Sicherung des Oberbodens vorrangig vor einer maximalen Ausnutzung der Produktionsfunktion ist. Dies kann durch eine starke Verkürzung der Hanglängen erreicht werden, wodurch gleichzeitig Phosphatabschwemmungen von Ackerflächen in Gewässer gemindert werden. Die Fruchtfol-

gen dürfen zur Sicherung vor Bodenerosion nur einen geringen Anteil an Hackfrüchten beinhalten (maximal 25 %). Deshalb ist die Sicherung und Entwicklung linearer Vegetationselemente (mit einer Länge von mindestens 30-40 m/ha) für die Schlagaufteilung und Erosionsminderung vorrangig vor der Anlage flächenhafter Vegetationselemente zu behandeln. Hierdurch verbessern sich gleichzeitig das Landschaftsbild und die natürliche Erholungseignung deutlich.

- Der Grünland- und Waldanteil sollte standortgerecht zur Sicherung von Senken und an bodenkundlich seltenen Standorten erhöht werden, um zudem das Retentionsvermögen der Landschaften zu verbessern. Ein notwendiger durchschnittlicher Grünlandanteil von 8 % der Landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) in der Schwarzerdezone und 12 % der LN in den Lößlandschaften ist notwendig. Dieser Anteil ist wegen der guten Bodenverhältnisse für den Ackerbau relativ niedrig.
- Die Reduzierung der stofflichen Intensität der Bewirtschaftung wird zur Minderung von Stickstoffeinträgen in die Luft beitragen und die allgemeine N-Depositionsrates auch in naturnahen Biotopen mindern, was langfristig positive Auswirkungen auf Hemerobie und Artenvielfalt dieser Standorte haben wird. Gleichzeitig kann die CO₂-Bindung durch eine anreichernde Humuswirtschaft auf Ackerflächen oder durch die Umwandlung in Grünland erhöht werden.

In der **Sandlößregion** soll auf der Basis oben genannter Ergebnisse

- der Ackerbau mit einer mindestens um 50 % reduzierten stofflichen Intensität betrieben werden. Dies dient zur Einhaltung eines ausreichenden Grundwasserschutzes. Gleichzeitig soll ein geringer Flächenanteil von jeder bodenkundlichen Standortqualität in Ackernutzung bleiben, um den Bestand und die Diversität angepasster Ackersamen und ackerbesiedelnder Tierarten nicht zu gefährden.
- Durch einen in der Sandlößregion erhöhten Wald- und Grünlandanteil (flächenhafte Landschaftselemente) wird das Retentionsvermögen der Räume deutlich verbessert und die Geschwindigkeit des Oberflächenabflusses verlangsamt, wodurch die regionale Verdunstung erhöht wird. Durch die Anlage von Wald und Grünland kann der Beitrag der Landschaften zur CO₂-Bindung erhöht werden.
- Ein Flächenanteil von mindestens 10 % der LN sollte als Grünland genutzt werden. Mutterkuhhaltung oder extensive Schafbeweidung können in diesen Grünlandbereichen als angepasste Nutzung vorgeschlagen werden. Standortliche Konzentrationen großer Viehbestände sind zu vermeiden, um Grundwasserkontaminationen zu verhindern. Der Waldanteil sollte um mindestens 5 % erhöht werden. Diese Maßnahmen dienen zur Erhöhung des Anteiles an naturschutzrelevanten Flächen (Kap. 4.2).
- In den stärker sandbeeinflussten Gebieten ist der Schutz vor Winderosion prioritär. Dadurch ist ein hoher Anteil neu anzulegender und zu erhaltender linearer Vegetationselemente von ca. 70 m/ha zu begründen, welche auch zur Verringerung der Hanglängen auf Ackerflächen zur Reduzierung der Wassererosion eingesetzt werden. Innerhalb der Fruchtfolgen sollte auf ganzjährige Bodenbedeckung geachtet werden.
- Gleichzeitig ist die Funktion dieser Räume für die stadtnahe Erholung durch eine vorsichtige Erschließung des landwirtschaftlichen Wegenetzes zu entwickeln, an dem zur besseren Biotopvernetzung Raine oder lineare Gehölzstrukturen geschaffen werden können. Als Trittsteinbiotope für einen Biotopverbund bieten sich Endmoränenkuppen und besonders trockene und sandige Standorte an. Korridorbiotope werden an Tiefenlinien und zur Entwicklung von feuchten und moorigen Standorten vorgeschlagen.

Der weitere in Tab. 59 aufgezeigte Handlungsbedarf ist in einer ganzheitlichen Agrarlandschaftsentwicklung entsprechend zu berücksichtigen.

7.3. Die Grundlagen der Szenarien

Regionale Umwelt- und Ressourcenschutzanforderungen in der Intensivagrarlandschaft müssen vorrangig die Intensität der Bewirtschaftung und die Landschaftsstruktur berücksichtigen, sowie die Regulationsfunktionen vor einer Belastung sichern. Eine vollständige Bearbeitung dieses Ansatzes würde neben der monetären Sichtweise auch die Bearbeitung von Fragen der Akzeptanz, der Durchsetzungsfähigkeit und der politischen und finanziellen Rahmenbedingungen erfordern.

Die auf der Grundlage der aus den geleisteten Analysen vom Autor entwickelten Umwelt- und Ressourcenschutzanforderungen durchgeführten ökonomischen Berechnungen von SCHLEITZ (1996) wurden mit einem für die Landwirtschaft entwickelten Punktoptimierungsverfahrens zur Deckungsbeitragsermittlung landwirtschaftlicher Betriebe erarbeitet (Programm X-RAY; Optimierung nach dem SIMPLEX-Verfahren). Diese Punktoptimierung lehnt sich an die in der Agrarforschung entwickelten Kategorien des Umwelt- und Ressourcenschutzes nach ECKERT & BREITSCHUH (1995) an, die vom Verfasser mit den Daten der selbst durchgeführten Analysen in den Untersuchungsräumen auf die Szenariobedürfnisse angepaßt wurden. Diese Kategorien beziehen alle medialen Bereiche ein, um die Umweltwirkungen der Landwirtschaft im stofflichen und im landschaftsstrukturellen Bereich zu berücksichtigen. Diese werden zur Zeit in Agrarforschung und Naturschutz stark diskutiert und werden vom Verfasser mit den Ergebnissen der regionalen Landschaftsstrukturanalyse verknüpft.

ECKERT & BREITSCHUH (1995) verwenden zur Beschreibung eines umweltverträglichen landwirtschaftlichen Betriebes die Kategorien „Düngung“, „Bodenschutz“, „Pflanzenschutzmitteleinsatz“, „Energiebilanz“ und „Landschafts- und Artenvielfalt“. Die Gewichtung nach der Bedeutung der einzelnen Kategorien für Regionen kann bis heute aber nicht mit definierten regionalisierten Indikatoren konkretisiert werden, was sicherlich auch mit einem enormen Forschungs- und Analysebedarf verbunden ist.

Im folgenden wird eine Abschätzung der notwendigen stofflichen Intensitäten vorgenommen, die für die Landwirtschaft der Untersuchungsregionen denkbar wären. Hierfür werden vereinfachende Annahmen zur Intensität der ackerbaulichen Nutzung entwickelt, die den folgenden Szenarien zugrunde liegen.

7.3.1. Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung

Nach ECKART & BREITSCHUH (1996) sind die Kategorien „Düngung“, „Pflanzenschutzmitteleinsatz“ und „Energiebilanz“ mit dem Begriff der Intensität verbunden. Eine allgemeingültige Aussage über diese regionale Intensität ist nach heutigem Wissensstand nicht möglich, bzw. umstritten und abhängig von der Wahl der Bewertungsindikatoren.

Für den Umwelt-, Ressourcen- und Naturschutz ist eine niedrige stoffliche und energetische Intensität verbunden mit ökologischem Landbau und regionaler Vermarktung der Produkte anzustreben (DRL 1991; RIEDL 1994; JEDICKE 1991). Eine flä-

chendeckende Anwendung der Grundsätze des integrierten Anbaus würde bereits eine deutliche Entlastung der regionalen Stoffhaushalte erbringen. Deswegen wird der integrierte Anbau in dieser Arbeit als Minimalziel des Umwelt- und Ressourcenschutzes benannt. Als weitergehendes Ziel wird der ökologische Landbau angestrebt.

Es werden vom Autor für die Szenarien folgende Intensitäten ausgewählt:

- High-Tech-Landwirtschaft (Marktfreuchtbetrieb, stoffliche Intensität nach den Grundsätzen des integrierten Anbaus) (Szenario 1)
- Verminderte Intensität (Marktfreuchtbetrieb, 25 % Reduktion der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und Düngern gegenüber dem integrierten Anbau) (Szenario 2)
- Ökologischer Landbau (Marktfreuchtbetrieb, kein Einsatz von PSM und synthetischen Düngern) (Szenario 3a)
- Ökologischer Landbau (Mischbetrieb) (kein Einsatz von PSM und synthetischen Düngern) (Szenario 3b)

Auf dem Intensitätsniveau des Ökologischen Landbaus wird auf synthetische Dünger und Pflanzenschutzmittel weitgehend verzichtet und durch Kreislaufwirtschaft und hofeigene Viehzucht eine mäßige und nicht überschüssige Nährstoffversorgung gesichert. Der Unterschied zwischen den Szenarien 3a und 3b besteht in der vollständigen Umorganisation des Betriebes durch eine bedeutende Steigerung des Grünlandanteiles und der Verwendung agroforstlicher Methoden in Szenario 3b, während der Betrieb in Szenario 3a weiterhin als Marktfreuchtbetrieb ausschließlich Ackerbau betreibt. Deshalb bedeutet in den Szenarien 1, 2 und 3a die Umwandlung von Acker in Grünland einen Flächenverlust für die betrachteten Betriebe, der nicht innerhalb des Betriebes ausgeglichen werden kann, sondern Flächen für die Viehzucht anderer Betriebe bereitstellt, die außerhalb der ökonomischen Berechnung bleiben. Im Gegensatz dazu kann der ökologisch wirtschaftende Mischbetrieb das neugeschaffene Grünland nutzen (3b). Viehzucht soll in den Betrieb integriert und in eine innerbetriebliche Kreislaufwirtschaft einbezogen werden.

Die Viehdichte, die indirekt durch Gülleausbringung zu einer stofflichen Belastung des Bodens und des Grund- und Oberflächenwassers durch Stickstoff beiträgt, soll in den Szenarien einen Maximalwert von 1,0 GVE/ha (Großvieheinheiten pro ha Betriebsfläche) in Sandlöß-, Löß- und Schwarzerderegionen nicht überschreiten.

7.3.2. Regionalität und Landschaftsstrukturen

Regionalität und Landschaftsstrukturen werden in das Verfahren von ECKERT & BREITSCHUH (1995) mit den Kategorien „Bodenschutz“ und „Landschafts- und Artenvielfalt“ integriert. Diese Kategorien berücksichtigen die Bodenerosion durch Wasser und Wind, Bodenverdichtungen und Schlaggröße, sowie die Ausstattung mit Landschaftsstrukturelementen, ohne Schwellenwerte oder konkrete Ziele für diesen Bereich zu begründen. Deshalb werden vom Verfasser aus den in Kapitel 4 und 5 abgeleiteten Landschaftsstrukturanalysen die folgenden Werte den Szenarien zugrunde gelegt.

Ausgehend von der Notwendigkeit der Reduzierung von Bodenerosion durch Wasser und Wind, sowie zur Minderung lateraler Stoffflüsse und -transporte (Phosphate, Kalium, Humus) wird vom Autor für die Untersuchungsräume die folgende Konkretisierung der oben genannten Kategorien für die Szenarien vorgeschlagen:

1. eine abtragsmindernde Fruchtfolge (mit hohem Körnerfrucht- und mehrjährigem Ackerfutteranteil),
2. eine Ausstattung der Feldflur mit einem Anteil von 25-50 % der als erforderlich ermittelten linearen Strukturelemente (Hecken, Raine, Feldgehölze) entsprechend der notwendigen Rainlänge (Kap. 4). So werden in Tab. 30 ca. 130 m Hecken und Raine im Untersuchungsraum Jesewitz (Sandlöß) als Umweltqualitätsziel vorgeschlagen. Aus pragmatischen Gründen wird dieser Wert in den Szenarien mit 25 % und 50 % des Maximalwertes (hier: 35 m und 70 m) in die Betrachtung einbezogen. Der Wert berücksichtigt Hangneigungen und damit die Erosionsgefährdung der Böden,
3. eine Verkleinerung der Schläge bei Anpassung an das primäre Landschaftsstrukturpotential auf ca. 3-15 ha Schlaggröße (Kap. 4). Hierdurch ist der Einsatz kleinerer, leichter und bodenschonender Maschinen für die Betriebe interessant, was gleichzeitig zur Verringerung der Bodenverdichtung beiträgt.

Bei einer deutlich abgesenkten stofflichen Intensität der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung ist langfristig mit einer Erhöhung der Artenvielfalt sowohl auf den Ackerflächen selbst als auch in angrenzenden, nun weniger durch Stoffeinträge belasteten Biotopen (den ökologischen Vorrangflächen) zu rechnen.

In der Kategorie „Landschafts- und Artenvielfalt“ werden für Thüringen von ECKERT und BREITSCHUH (1995) 7% ökologische und landeskulturelle Vorrangflächen (ÖLV) in agrarischen Vorranggebieten vorgeschlagen, wodurch die „Landschafts- und Artenvielfalt“ gewährleistet werden soll. Für den Raum Jesewitz wurde für die entwickelten Szenarien von einem sehr vorsichtig geschätzten zusätzlichen Mindestbedarf an ökologischen Vorrangflächen (Wald, Moor, extensives Grünland, Trockenrasen auf Endmoränen) von 5 % der heutigen Ackerfläche ausgegangen. Dieser Wert entspricht 67 % der in Tab. 21 mit 7,5 % quantifizierten zusätzlich notwendigen naturschutzrelevanten Flächen.

Eine weitergehende Regionalisierung eines integrierten Umwelt- und Ressourcenschutzes muß aber von einem variablen Umfang ökologischer und landeskultureller Vorrangflächen (ÖLV) und linearer Strukturelemente ausgehen. Diese werden mit dem in Kap. 4 entwickelten Umweltqualitätsziel der „Angleichung der sekundären an die primäre Landschaftsstruktur“ ermittelt und stehen in direkter Beziehung zur Kategorie „Bodenschutz“ (und dem Wasserschutz). Hecken und Raine, begründet mit der primären Landschaftsstruktur, erhöhen die Landschaftsdiversität deutlich.

Im Untersuchungsraum Halle-Leipzig ist in allen Agrarregionen erstrangig die vollständige Ausräumung der Intensivagrarlandschaften zu mindern. Die den Szenarien zugrunde gelegten regionalisierten Anforderungen an neue Landschaftsstrukturen (Bachläufe, bachbegleitendes Grünland, Hecken, Feldgehölze, Einzelbäume etc.) basieren auf den quantifizierenden Testgebietsuntersuchungen in den Kapiteln 3, 4 und 5 und Arbeiten von KRÖNERT & STEINHART (1996). Zur Theorie siehe KNAUER (1993); MANDER et al. (1988), HABER & SALZWEDEL (1992); JEDICKE (1994). Deshalb gelten die nach Bodenregionen regionalisierten Landschaftsstrukturanforderungen für alle Intensitäten.

Folgende landschaftsstrukturelle Forderungen wurden in den Szenarien berücksichtigt:

- Die Umwandlung von Acker in Grünland in einer Größenordnung von mindestens 3-5 % der heutigen Ackerfläche z.B. im Bereich morphologischer Tiefenlinien und als Gewässerschutzstreifen (Tab. 60). (In Auen ist gleichrangig auch eine Umwandlung von Acker in Wald vorzuschlagen). Für das Szenario 3 b wurde, da ein ökologisch bewirtschafteter Mischbetrieb mit hofeigener Viehzucht simuliert werden soll, für alle Intensitäten ein zusätzlicher Anteil von 33 % Grünland zusätzlich zu dem bestehenden Grünland angenommen.

Tab. 60: Notwendige Umwandlung von Acker in Grünland in % der heutigen Ackerfläche nach Bodenregionen im Raum Halle-Leipzig

Bodenregion	Umwandlung von Acker in Grünland in % der heutigen Ackerfläche
Sandlöß	5
Löß	3
Schwarzerde	4

- Den Aufbau von linearen Landschaftsstrukturen in den Agrarlandschaften durch Hecken und Raine (Tab. 61). Die Mindestanforderungen entsprechen 25-50 % der nach dem Umweltqualitätsziel der „potentiellen Rainlänge“ in Intensivagrarschaften notwendigen Rainlänge in Kapitel 4.

Tab. 61: Zusätzlich notwendige Hecken und Raine nach Bodenregionen im Raum Halle-Leipzig (in m/ha)

Bodenregion	Notwendige Hecken und Raine (in m)
Sandlöß	35-70
Löß	40-80 (im Hügelland: 80)
Schwarzerde	30-60

- Die Minderung der Ausräumung der Agrarlandschaften macht zusätzlich die Anlage von naturschutzrelevanten Flächen notwendig, deren Minimalwert in Bezug auf die Gesamtfläche in % angegeben wird (Tab. 62). Dieses Ziel muß durch Umwandlung von Acker in naturschutzrelevante Flächen (Feldgehölze, Extensivstandorte etc.) erreicht werden (Kap 4.2.).

Tab. 62: Notwendige Umwandlung von Acker in naturschutzrelevante Flächen nach Bodenregionen im Raum Halle-Leipzig

Bodenregion	Zusätzlich notwendige naturschutzrelevante Flächen (in %)
Sandlöß	5
Löß	3
Schwarzerde	3

7.4. Szenarien

Auf Grundlage der in Kap. 7.2 und 7.3 vom Autor nach den Kategorien von ECKERT & BREITSCHUH für den Untersuchungsraum im Raum Halle-Leipzig dargestellten Umwelt- und Ressourcenschutzanforderungen wurden Szenarien erstellt, die von SCHLEITZ in verschiedenen Optimierungsläufen für den Untersuchungsraum Jesewitz nach ihren wirtschaftlichen Auswirkungen auf landwirtschaftliche Betriebe durchgerechnet wurden. Als zusätzliche Restriktion wurde vom Verfasser ein Flächenentzug von 3 % für zu erwartende Siedlungs- und Infrastrukturfächenausweitungen und für den Kiesabbau in die Szenarien einbezogen, die im folgenden für den Untersuchungsraum Jesewitz für die Sandlößregion dargestellt werden (Tab. 63).

Tab. 63: Szenarien unterschiedlicher Umwelt- und Ressourcenschutzanforderungen für das Untersuchungsgebiet Jesewitz (Sandlößregion)

Anforderung	Szenario 1 High-Tech-Landwirtschaft Marktfrucht	Szenario 2 Verminderte Intensität Marktfrucht	Szenario 3a Ökologischer Landbau Marktfrucht	Szenario 3b Ökologischer Landbau mit hohem Agroforstwirtschaftlichem Anteil (Mischbetrieb)
Intensität der Bewirtschaftung	Grundsätze des integrierten Anbaus	Reduktion NPK und PSM um 25 %	Verzicht auf synthetischen Dünger und PSM	Verzicht auf synthetischen Dünger und PSM
Gesamtentzug von Ackerflächen	-13 %	-13 %	-13 %	-43 %
davon Umwandlung von Ackerflächen in Grünland	+5 %	+5 %	+5 %	+33 % und zzgl. Anpflanzung von 10 Bäumen pro ha Grünland
Viehhaltung	1 Mutterkuh pro ha Grünland = 1 GVE	1 Mutterkuh pro ha Grünland = 1 GVE	1 Mutterkuh pro ha Grünland = 1 GVE	1 Mutterkuh pro ha Grünland = 1 GVE
Erosionsschutz, Fruchtfolgeänderung	Fruchtfolge 75 % Körnerfrüchte und mehrjähriges Ackerfutter	Fruchtfolge 75 % Körnerfrüchte und mehrjähriges Ackerfutter	Fruchtfolge 75 % Körnerfrüchte und mehrjähriges Ackerfutter	Fruchtfolge 75 % Körnerfrüchte und mehrjähriges Ackerfutter
Anlage von Hecken	35 m Hecken pro ha	35 m Hecken pro ha	35 m Hecken pro ha	70 m Hecken pro ha

Quelle: SCHLEITZ & MEYER (1996, verändert).

Die vom Autor entwickelten und vorgeschlagenen Maßnahmen beziehen die Erhöhung des extensiven Grünlandanteiles, die Anlage von Hecken, die naturschutz-

fachliche Entwicklung von marginalen Standorten und die allgemeine Absenkung des Intensitätsniveaus für Dünger und Pflanzenschutzmittel in der Agrarlandschaft ein.

Hierdurch werden gleichzeitig die vom Autor als wesentliche Voraussetzungen für eine Verbesserung der Strukturen und Funktionen des Landschaftshaushaltes angesehenen Ziele der Verbesserung und der Wirkungsfähigkeit der Regulationsfunktionen und eine Reduktion vertikaler und lateraler Stoffflüsse sowie die Aufwertung der Landschaftsdiversität und des Landschaftsbildes erreicht. Indirekt und zeitlich verzögert werden Verbesserungen der Ausstattung an Habitaten für Tiere erfolgen, ohne daß spezielle Leitarten für das Untersuchungsgebiet genannt werden können.

Ein flächendeckender Ansatz („integrierter Naturschutz auf 100 % der Fläche“), der diesen Szenarien zugrunde liegt, entspricht den Leitgedanken zur Entwicklung von Biotopverbundsystemen nach JEDICKE (1994, vgl. Kap. 2.5). Integrierter Naturschutz wird von RIEDL (1991) als Landschaftshaushalts- und -prozeßschutz auf allen Flächen aufgefaßt (Kap. 2.5).

7.4.1. Opportunitätskosten der Szenarien für Einzelbetriebe

Bei der betriebswirtschaftlichen Beurteilung obiger Szenarien sind Planungsrechnungen durchzuführen, welche die ökonomischen Auswirkungen von Anforderungen des Umwelt- und Ressourcenschutzes und die daraus abgeleiteten Flächennutzungsveränderungen und Bewirtschaftungsauflagen aufzeigen. Nach ROST et al. (1995) ist in landwirtschaftlichen Unternehmen durch Umweltschutzauflagen mit erheblichen einzelbetrieblichen Auswirkungen zu rechnen (vgl. Tab. 64).

Tab. 64: Einzelbetriebliche Auswirkungen von Bewirtschaftungsauflagen auf landwirtschaftliche Unternehmen (nach SCHLEITZ & MEYER 1996)

Betriebswirtschaftliche Auswirkungen von Umweltschutzauflagen			
Einkommensverluste	Vermögensverluste	Gefährdung von Zukunftserfolgen	Verringerung der Tragfähigkeit
Ertragsverluste durch Rücknahme der speziellen Intensität	Ertragswert des Bodens nimmt ab Abbau von Produktionsstätten	Geringere Kapitalbildung Begrenzung des Wachstums	Verringerung der Faktorentlohnung Reduzierung der Arbeitsplätze
Einschränkung von Produktionsprogrammen	Abnahme der Eigenkapitalbildung	Verringerung der Anpassungsmöglichkeiten	Verschärfung der sozialen Lage
Zusätzliche Investitionen		Verminderung der Kreditwürdigkeit	

Zur Ermittlung der betrieblichen ökonomischen Auswirkungen der in den einzelnen Szenarien unterschiedlichen Ressourcenschutzanforderungen wurden die einzelnen Maßnahmen monetarisiert (SCHLEITZ 1995, 1996). Die Auswirkungen auf Betriebseinkommen, Arbeitskräftebesatz, Kosten für die Anlage von Hecken etc. wur-

den bestimmt (SCHLEITZ & MEYER 1996). Die hierbei verwendeten Methoden und monetären Größen sind bei SCHLEITZ (1996) verzeichnet, der den ökonomischen Teil dieser Szenarien errechnete. Deshalb soll für die Arbeit des Verfassers die zusammengefaßte Darstellung der Opportunitätskosten für zwei landwirtschaftliche Betriebe im Untersuchungsraum Jesewitz ausreichen (Tab. 65). Die Szenarien wurden für ein Einzelunternehmen (Privatbetrieb) mit einer Fläche von 294 ha landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) und eine Juristische Person (Genossenschaft) mit 2292 ha LN berechnet.

Tab. 65: Opportunitätskosten der Szenarien gegenüber der Ausgangsvariante (nach SCHLEITZ & MEYER 1996)

Szenarien nach Tabelle 61		Einzelunternehmen mit 294 ha LN	Juristische Person mit 2292 ha LN
Szenario 1	DM/ha LN/a	227	211
Szenario 2	DM/ha LN/a	373	360
Szenario 3a	DM/ha LN/a	554	550
Szenario 3b	DM/ha LN/a	692	699

Die Opportunitätskosten, die in DM pro ha LN und Jahr für einen Zeitraum von 3 Jahren berechnet wurden, steigen mit der Erhöhung der Auflagen des Umwelt- und Ressourcenschutzes an. Hierbei fallen die Flächenentzüge und die Kosten für die Anlage von Hecken gegenüber dem heutigen Zustand (keine Opportunitätskosten) mit ca. 200 DM/ha LN/a ins Gewicht. Mit sinkender stofflicher Intensität, steigendem Viehbesatz und Grünlandanteil und erhöhten landschaftsstrukturellen Anforderungen steigen die Opportunitätskosten bei heutigen Marktverhältnissen durch sinkende Erträge für Anbaufrüchte und eine größere Differenzierung der Flächennutzung und des Anbauspektrums des Betriebes an.

In Anlehnung an WEINSCHENCK & WERNER (1989, S.15) wird darauf verwiesen, daß „der zulässige Grad der Ausnutzung der Natur sich an den Grundbedürfnissen der in ihr lebenden Bevölkerung orientiert und daß, sobald die Grundbedürfnisse befriedigt sind, ökologischen Forderungen, die außer der Sicherung der physikalischen Lebensgrundlagen Boden, Wasser und Luft auch die der biologischen Artenvielfalt einschließen, weitgehend der Vorrang vor ökonomischen Prinzipien eingeräumt werden sollte“.

Gleichzeitig sollten die in Tab. 65 errechneten (hohen) Opportunitätskosten in Beziehung zu den schon heute von der Gesellschaft geleisteten hohen Zahlungen an die Landwirtschaft gestellt werden. Diese Zahlungen nehmen durch die Kopplung unterschiedlicher Förderprogramme im Rahmen der EU-Agrarmarktregelung und der auf Bundes- und auf Landesebene aufgelegten Agrarförderprogramme einen bedeutenden Umfang ein. Öffentliche Mittel sollten in verstärktem Maße für die Gewährleistung der Mehrfachnutzung eingesetzt werden, um im Sinne von WEINSCHENCK & WERNER (1989) der Gesamtgesellschaft und der Natur und nicht nur einzelnen „Agrarfabriken“ zuzufließen.

7.5. Zusammenfassung

Mit den Szenarien werden erstmalig für den Raum Leipzig-Halle ökonomische Berechnungen zu Auswirkungen von Umwelt- und Ressourcenschutzanforderungen auf landwirtschaftliche Betriebe angewandt. Die vom Verfasser abgeleiteten Szenariowerte werden auf die Grundlage von Bodenregionen bezogen und begründen eine standortgerechte Bodennutzung.

Folgende Zielvorgaben des Umwelt- und Ressourcenschutzes werden mit den Szenarien verfolgt:

- die Minderung der stofflichen Intensität der landwirtschaftlichen Produktion mit einer Spannbreite von integriertem Anbau mit intensivem Stoffeinsatz bis zum ökologischen Landbau mit dem Verzicht auf synthetische Dünger und Pflanzenschutzmittel
- die Umwandlung von Ackerland in Grünland in ökologisch sensiblen Bereichen wie feuchten Senken
- die Umwandlung von Ackerland in naturschutzrelevant zu entwickelnde Flächen, die z.B. der natürlichen Sukzession überlassen bleiben, an Standorten mit seltenen Potentialen
- eine Viehhaltung mit maximal 1 GVE Besatzstärke auf Grünland
- die Erhöhung der Anzahl von Einzelbäumen auf Grünland
- die Anwendung einer überwiegend bodenbedeckenden Fruchtfolge für den Erosionsschutz
- die Anlage von landschaftsstrukturierenden Hecken und Rainen entsprechend 25-50 % der nach dem Umweltqualitätsziel der „notwendigen Rainlänge“ erforderlichen Strukturen.

Dieses Maßnahmenbündel kann zum Aufbau einer umweltgerecht gestalteten Kulturlandschaft beitragen.

Weiterer Forschungsbedarf besteht in Hinblick auf die Konkretisierung regionaler Forderungen des Umwelt- und Ressourcenschutzes für

- die Begründung von regionalen Bezugsräumen für Programme der Agrarumweltpolitik (heute meist Länder), die sich stärker an den natürlichen Standortverhältnissen orientieren sollten,
- die Frage nach der regional und betrieblich angepaßten Intensität und der anzustrebenden Anbausysteme, da diese sich bei wandelnden Marktbedingungen kontinuierlich sowohl im Bereich der Anbaufürchte als auch der eingesetzten Technik verändern,
- die Bewertung von Landschaften auf regionalem mittelmaßstäbigen Maßstabsniveau, für die bis heute keine anerkannten und validierten Bewertungsverfahren zur Verfügung stehen, weshalb Ziele im landschaftsstrukturellen und landschaftsfunktionalen Bereich nicht voll quantitativ für größere Regionen benannt werden können. Hierfür wird die Anwendung von GIS sicherlich einen großen Beitrag leisten.

Zusammenfassend sind unter heutigen unveränderten Marktbedingungen hohe Opportunitätskosten bei der Entwicklung einer standortgerecht genutzten neuen Kulturlandschaft zu erwarten. Bei einer Minderung oder Verteuerung des Energieeinsatzes und der Umstellung von Subventionen von der Förderung der Massenproduktion

zu einer Honorierung ökologischer Leistungen und damit der Verhinderung von multifunktionalen Konflikten z.B. durch die Einführung des ökologischen Landbaus auf der Gesamtfläche einer Region ist mit einer stärkeren Einbeziehung der externen Kosten in die Produktion zu rechnen, zu deren Quantifizierung weitere Forschungen notwendig sind.

8. Zusammenfassung und Ausblick

In den in dieser Arbeit untersuchten Intensivagrarschaften im Raum Halle-Leipzig sind die charakteristischen Landschaftsstrukturen durch die vorherrschende monofunktionale Ackernutzung anthropogen naturfern gestaltet. Lineare Vegetationselemente, Gewässer, extensiv genutztes Grünland und Wald sind auf durch die Landwirtschaft belastete und verinselte Fragmente, auf Rand- und Restflächen verdrängt. Hierdurch liegt die Landschaftsdiversität der Räume auf einem besonders niedrigen Niveau. Die Schlagaufteilung ist alleine an maschinellen Bearbeitungstechniken orientiert, die Schlaggröße stark überdimensioniert und nicht an die natürlichen Standortverhältnisse angepaßt. Dadurch werden die natürlichen Regulationsfunktionen überbeansprucht, sie können somit nicht ihre natürliche Funktionsfähigkeit erreichen. Das ackerbauliche System ist hochgradig gesteuert unter Einsatz einer einseitigen, sehr kurzen Fruchtfolge, die nur wenige Marktfrüchte beinhaltet.

In der vorliegenden Arbeit wird am Beispiel von 4 Testgebieten ein Beitrag dazu geleistet, eine neue Kulturlandschaft zu entwickeln, deren Landnutzung nachhaltig und multifunktional ist. Eine derartige Landnutzung wird mit modernen Entwicklungskonzepten wie dem Integrierten Naturschutz, dem Biotopverbund und mit den Regulationsfunktionen des Landschaftshaushaltes verbunden. Deshalb wird in dieser Arbeit zunächst nach Anknüpfungspunkten zur Rekonstruktion alter und zum Aufbau neuer Landschaftsstrukturen gesucht, die auch eine Grundvoraussetzung für die Erfüllung der Regulationsfunktionen des Landschaftshaushaltes sind. Als besonders geeignet konnte der Verfasser die primäre Landschaftsstruktur (Kap.2.3) darstellen und in Verbindung mit weiteren in dieser Arbeit diskutierten Indikatoren (naturschutzrelevante Flächen, Bodenarten-Ackerflächen-Verhältnis, Rainlängen) am Beispiel der Testgebiete quantifizieren und in großmaßstäbigen Karten visualisieren. Die auf der Landschaftsanalyse basierenden, vom Verfasser entwickelten und formulierten Umweltqualitätsziele weisen einen breiten Anwendungsbezug auf und können leicht auf andere Agrarräume übertragen werden. Innerhalb von Agrarregionen können sie z.B. als Module zur Erstellung ganzheitlicher regionaler Leitbilder und für deren Begründung verwendet werden. Die regionale Quantifizierung der Umweltqualitätsziele mit Hilfe des GIS differenziert die einzelnen Bewertungsergebnisse nach dem Bottom-Up-Ansatz, wodurch die Begründung von strukturellen und funktionellen Entwicklungsvorstellungen verbessert und die Regionalität berücksichtigt wird.

Anhand von vier Untersuchungsgebieten in unterschiedlichen Naturräumen der Region Leipzig-Halle werden bei konsequenter und durchgängiger Anwendung Geographischer Informationssysteme (GIS) regionale landschaftsstrukturelle Umweltqualitätsziele diskutiert, vom Verfasser weiterentwickelt, adaptiert und anschließend quantifiziert. Diese Umweltqualitätsziele werden regional miteinander verglichen und bewertet, wodurch landschaftliche Unterschiede und unterschiedliche Entwicklungsnotwendigkeiten vergleichend aufgezeigt werden können. Zur Berechnung von Auswirkungen von Umweltqualitätszielen des Ressourcenschutzes auf die externen Kosten landwirtschaftlicher Betriebe werden verschiedene Landnutzungsszenarien berechnet, die regionale Landschaftsstrukturen, stoffliche Intensität und den Schutz der Regulationsfunktionen einschließen. Beispielhaft werden drei Regulationsfunktionen und eine landwirtschaftliche Produktionsfunktion im Untersuchungsraum Jesewitz mit GIS bewertet sowie die funktionsbezogenen Konflikte und wichtigen Funktionsflächen überlagert. Anschließend werden die Bewertungsergebnisse unter Anwendung des erstmalig in Agrarschaften angewandten Verfahrens

der multikriteriellen Optimierung methodisch weiterverarbeitet. Ausschlaggebend für die Anwendung dieses Verfahrens, mit dem eine umfangreiche und nicht mehr manuell handhabbare Informationsmenge verarbeitet wird, ist die durchgängige Nutzung von GIS von der Datenaufnahme über die Bewertung und Optimierung bis zur Kartendarstellung oder der digitalen Weiterverarbeitung der Daten.

Die Integration des Umwelt- und Naturschutzes in die landwirtschaftliche Nutzung und der Aufbau neuer Landschaftsstrukturen erfordert die Ermittlung und Begründung eines handlungsbezogenen Entwicklungsansatzes und die Wahl oder Entwicklung flächendeckend nutzbarer strukturierter Bewertungsmethoden in Intensivagrarlandschaften. Als praxisbezogene Erweiterung des landschaftsfunktionalen Ansatzes der Geographie, der die Mehrfachfunktion und -nutzung der Landschaft theoretisch erklärt, werden die neuen Konzepte des integrierten Naturschutzes und des Biotopverbundes verwendet, die als fachlich begründete allgemeine Ziele für Agrarlandschaften formuliert werden.

Zur Konkretisierung dieser entwicklungsbezogenen Konzepte und zur Entwicklung der Standortpotentiale werden die Ökotontheorie diskutiert und die Bedeutung von Landschaftsgrenzen aufgezeigt. Damit wird auf die Notwendigkeit der Entwicklung der Landschaftsdiversität und besonders der Berücksichtigung der Bodenheterogenität in den Agrarlandschaften hingewiesen. Mit diesem Ansatz können sowohl flächenhafte als auch lineare Komponenten der Landschaftsstruktur quantifiziert werden sowie für deren Bewertung Umweltqualitätsziele formuliert werden. Zur Vertiefung werden die flächenhaft wirksamen Regulationsfunktionen mit den Verfahren zur Bewertung der Leistungsfähigkeiten des Landschaftshaushaltes gemessen und funktionsbezogene Konflikte zwischen den Entwicklungszielen verschiedener Funktionen quantitativ aufgezeigt. Zur Lösung dieser Konflikte wird das Verfahren der multikriteriellen Optimierung nach GRABAUM (1996) erstmals angewandt und in Form von Szenarien für zukünftige Landnutzungsoptionen präsentiert, welche verschiedene optimale Kompromisse zwischen unterschiedlichen Funktionen darstellen.

Der für die Regionalisierung gewählte Bottom-Up-Ansatz mit GIS erfordert die Verwendung digitaler Daten als Bewertungsgrundlage. Für die Ableitung von Umweltqualitätszielen der Landschaftsstrukturen wurde vom Verfasser eine flächendeckende Biotoptypenkartierung in den vier Untersuchungsräumen durchgeführt. Von ca. 16.000 ha Gesamtfläche dieser Räume sind ca. 12.700 ha Äcker. Die auf Grundlage aktueller CIR-Luftbilder vorkartierten Biotoptypen wurden in einer Feldkartierung des Verfassers validiert und in vier Geographische Informationssysteme übertragen, korrigiert und aufbereitet sowie als kartographische und statistische Grundlage für die Ermittlung der Landschaftsstrukturen genutzt. Ebenfalls in die GIS aufgenommen wurden vom Verfasser die Inhalte der Bodenschätzungskarten und die Straßen- und Gewässernetze der Jahre 1936 und 1990. Zur vertieften Funktionsbewertung wurde für das Untersuchungsgebiet Jesewitz ein Geländemodell (auf Basis eines 50 m-Rasters) erstellt und Hanglängen berechnet. Für alle diese Datengrundlagen waren aufwendige Digitalisierungsleistungen notwendig.

Als Problem für den GIS-Aufbau stellten sich fehlende digitale Daten, veraltete Kartengrundlagen und die aussagekräftige Wahl der angemessenen Datengrundlagen für landschaftsstrukturelle und landschaftsfunktionale Bewertungen heraus. Für Bewertungen auf Gemeinde- oder Kreisbasis müssen Daten in den Maßstäben 1:10.000-1:25.000 vorliegen. Die für den Maßstab 1:100.000 vorliegende Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK 100) ist nur für Überblicks-

untersuchungen und nicht für standortkonkrete Analysen und Quantifizierungen geeignet, da ihre Dateninhalte unscharfe Kategorien (Bodenformengesellschaften) sind, aus denen kein Standortbezug im Maßstab 1:10.000 konstruiert werden kann, wie der Verfasser nachweist. Deshalb wurden die oben aufgeführten umfangreichen eigenen Arbeiten durchgeführt.

Die Quantifizierung der **primären und sekundären regionalen Landschaftsstrukturen** als Indikatoren für die standörtlich begründeten und die heutigen anthropogen gestalteten Landschaftsstrukturen ergab in den Untersuchungsräumen folgendes Bild:

Der Untersuchungsraum **Jesewitz** (im Leipziger Land) ist mit sandig-lehmigen Böden durch eine hohe Heterogenität der Bodendecke gekennzeichnet (24 Flächen pro km²). Diese zeichnet sich in der einheitlichen Flächennutzung (mit ca. 7,5 Landschaftselementen pro km²) nicht nach. Die sandbeeinflussten Standorte sind durch großräumige Schlagaufteilung von Winderosion bedroht. Im Vergleich der heutigen Schläge mit denen des Jahres 1958 vergrößerte sich die durchschnittliche Schlaggröße von 1,35 ha auf 14,3 ha. Die Länge des Gewässernetzes wurde zwischen 1936 und 1990 um ca. 50 % auf 4,8 m/ha reduziert. Das Netz unbefestigter Wege wurde im gleichen Zeitraum auf 49,7% reduziert, während die asphaltierten Straßen leicht zunahmen.

Im Untersuchungsraum **Nerchau** (im Mittelsächsischen Lößhügelland) ist die Bodenheterogenität der Böden aus Lößlehm niedriger als im Untersuchungsraum Jesewitz (mit 20,8 Flächen pro km²). Bodenerosion durch Wasser gefährdet weitflächig die Lößböden. Der Anteil des Grünlandes ist mit 12,2 % der Gesamtfläche hoch und konzentriert sich auf die Gründe, vernässte Talbereiche und stärker geneigte Hänge. Das Gewässernetz des Jahres 1994 hat, bezogen auf das Jahr 1936, eine Länge von 63,3 % der ursprünglich existierenden Gewässer. Das Netz der unbefestigten Wege war 1994 auf 38,1 % der Länge von 1936 reduziert.

Die Bodenheterogenität im Untersuchungsraum **Gimritz** (im Halleschen Lößhügelland), der als drei Teilräume Schwarzerden, Auenlehme und Erosionsstandorte umfaßt, ist mit 45,6 Einzelflächen pro km² in Vergleich zu den anderen Untersuchungsräumen maximal. Die Krautige Vegetation nimmt mit 22,2 % der Fläche einen großen Flächenanteil ein (Trockenrasen und Intensivgrünland); der Anteil der Abgrabungsflächen ist mit 3,3 % der Fläche bedeutend. Die durchschnittliche Schlaggröße ist mit 12,8 ha hoch. Das Gewässernetz ist mit noch 87 % der Länge des Jahres 1936 vergleichsweise wenig verbaut und melioriert. Die Länge der unbefestigten Wege reduzierte sich zwischen 1936 und 1994 auf 40,5 % der ursprünglichen Länge.

Der Untersuchungsraum **Barnstädt** (im Weißenfelser Lößhügelland) hat mit relativ homogenen Schwarzerden die niedrigste Heterogenität der Bodendecke mit 14,2 Einzelflächen pro km² auf der schwarzerdebedeckten Platte. Die Flächennutzung wird durch absolute Dominanz des Ackerbaus mit einem Flächenanteil von 86,6 % bestimmt. Große Tierproduktionsanlagen prägen die Struktur der Dörfer. Die durchschnittliche Schlaggröße von 22,9 ha ist im Vergleich der Untersuchungsräume maximal und auch die großen Schläge (größer 25 ha) sind mit durchschnittlich 55,8 ha sehr groß. Das Gewässernetz ist naturfern ausgebaut mit 81,2 % der Länge des Jahres 1936. Die Gesamtlänge des Gewässernetzes ist bedingt durch die Lage des Untersuchungsraumes im Mitteldeutschen Trockengebiet mit nur 3,1 m/ha sehr ge-

ring. Der relativ hohe Anteil der unbefestigten Wege von 56,4 % (1994) der Länge des Jahres 1936 ist dadurch zu erklären, daß für die sehr großen Schläge eine Mindesterschließung notwendig ist.

Für alle vier Untersuchungsräume wurden die Bodenartenverteilung, die Flächennutzungsstrukturen (Biotoptypen), die naturschutzrelevanten Flächen, das Straßen- und Gewässernetz in 2 Zeitschnitten (1936 und 1994) und die linearen Strukturelemente in der Landschaft berechnet. Damit stehen erstmalig regional vergleichbare quantifizierte Angaben zu Landschaftsstrukturen in den Untersuchungsräumen zur Verfügung. Die angewandte Methodik ist auf andere Räume übertragbar. Von wesentlicher Bedeutung ist dabei, daß schon durch die regionale Quantifizierung der Bewertungsgrundlagen statistisch vergleichbare und aussagekräftige Daten zur Verfügung stehen.

Aus dem Vergleich der Landschaftsstrukturen werden **regionale Umweltqualitätsziele** bestimmt. Diese bauen direkt auf den in den vorhergehenden Abschnitten erarbeiteten digitalen Bewertungsgrundlagen auf, auf deren Basis die GIS-gestützte Ableitung von Umweltqualitätszielen möglich ist. Folgende Umweltqualitätsziele werden vom Verfasser entwickelt:

1. Der Anteil der naturschutzrelevanten Flächen muß auch in ausgeräumten Agrarlandschaften auf mindestens 15 % erhöht werden.
2. Das Bodenarten-Ackerflächen-Verhältnis muß auf ein Verhältnis von 1:1 gebracht werden, d.h. die Ackerschläge passen sich an die Heterogenität der Bodendecke an und werden entsprechend verkleinert.
3. Das Gewässernetz muß sich am historischen Zustand orientieren, wobei die erforderliche Länge des Gewässernetzes am Zeitschnitt 1936 ermittelt wird.
4. Die Rainlänge muß sich an den Ökotonlängen der primären Landschaftsstruktur orientieren, d.h. in Intensivagrarlandschaften deutlich erhöht werden.
5. Die sekundären Landschaftsstrukturen, gemessen als Landschaftsdiversität, müssen sich an die Diversität der primären Landschaftsstrukturen, hier gemessen an der Bodendiversität, anpassen. Der Unterschied beider Diversitätsmaße ist das auszu-schöpfende primäre Landschaftsstrukturpotential.

Defizite und Entwicklungspotentiale werden für die Untersuchungsräume aufgezeigt und verglichen:

- Das Defizit des Flächenanteiles der „**naturschutzrelevanten Flächen**“ (Zielwert 15 %) ist mit 7,5 % (Jesewitz) und 8,2 % (Barnstädt) der Gesamtfläche nur durch eine Umwandlung von Ackerland in andere, naturnahe Flächennutzungen einzuhalten. Im Raum Nerchau kann das Defizit von 4 % durch die Extensivierung von Grünland gemindert werden. Im Raum Gimritz besteht kein Defizit.
- Das „**Bodenarten-Ackerflächen-Verhältnis**“ sollte als Zielwert 1:1 betragen. Bedingt durch die Größe der Schläge ist in allen Untersuchungsräumen ein großer Bedarf zur Schlagverkleinerung zu benennen, der in den Räumen Gimritz (BAV 5,8) und Barnstädt (BAV 5,2) sehr hoch ist. Die daraus abgeleitete durchschnittliche tolerierbare Schlaggröße ist mit 2,2 ha (Gimritz) und 4,2 ha (Jesewitz) bis 4,8 ha (Nerchau) deutlich geringer als die heutigen Schlaggrößen.

- Für das „Gewässernetz“ wurde die bestehende Länge des Jahres 1936 als Zielwert für eine Renaturierung innerhalb der Agrarlandschaften bestimmt. Danach besteht im Raum Jesewitz mit einem Defizit von über 50 % der größte Bedarf zur Neuschaffung und Renaturierung von Bächen und Gräben. In den Räumen Barnstädt und Gimritz ist mit einem Defizit von 18,2 % und 13 % nur ein geringerer Bedarf der Neuanlage zu nennen. Der Rückbau bestehender Verrohrungen und Verbauungen ist in allen vier Räumen notwendig.
- Das Defizit an „Rainen“ ist in allen vier Räumen mit Werten zwischen 59 % und 72 % innerhalb der Agrarflächen sehr hoch. Die Rainlänge sollte durch entsprechende Schlagaufteilungen erhöht werden.
- Dem entgegen sind die „Landschaftsdiversitätsdefizite“, für deren Berechnung alle Landnutzungen einbezogen werden, in den vier Untersuchungsräumen sehr unterschiedlich. Die Landschaftsdiversitätsdefizite wurden über den Vergleich der Dispersionsgrade der primären und sekundären Landschaftsstrukturen bestimmt. Flächennutzungsänderungen und deutliche Schlagverkleinerungen sind zur Erhöhung des heutigen Dispersionsgrades (D) mit 1,62 im Raum Gimritz dringend notwendig; im Raum Jesewitz sind sie mit $D = 1,23$ notwendig und im Raum Nerchau mit $D = 0,58$ nicht vorrangig.

Umweltqualitätsziele werden demnach regional quantitativ differenziert. Die geographischen Bewertungsgrundlagen zur Ableitung dieser Ziele sind in jeder Landschaft unterschiedlich, wodurch ihre regional unterschiedliche Höhe erklärt ist. Dies bedeutet, daß eine pauschale Angabe z.B. eines bestimmten Anteils naturschutzrelevanter Flächen nur als Orientierungswert gelten kann, der durch Heranziehung weiterer Umweltqualitätsziele regionalisiert werden muß, da für jede Landschaft oder Region eine unterschiedliche Kombination der primären und sekundären Landschaftsstruktur erwartet werden kann. Deshalb ist für den Bottom-Up-Ansatz die quantitative Berechnung mit GIS zur Herausarbeitung der Regionalität entscheidend.

Mit Hilfe der primären Landschaftsstrukturen (des Bodens) werden entwicklungsfähige Potentiale regional quantifiziert. Sie dienen als Grundlage für eine differenzierte Flächennutzung im Sinne von SRU (1996b), wonach die Agrarlandschaften der ehemaligen DDR in einem nach Ansicht des Verfassers notwendigen „Aufbauwerk für die Kulturlandschaft“ in Zukunft neu strukturiert werden müssen. GIS-unterstützte Untersuchungen der Landschaftsstrukturen können Vorstellungen einer idealen Landschaftsstruktur ländlicher Räume (MANDER et al. 1988) regional konkretisieren und bei Anwendung oben genannter Umweltqualitätsziele deren modellhaftes Verteilungsmuster regional adaptieren und begründen.

Aus den erarbeiteten Landschaftsstrukturquantifizierungen und den daraus abgeleiteten, regional quantifizierten Umweltqualitätszielen unter Einbeziehung regionaler Funktionseinschätzungen wurden regionalisierte Szenarien für Anforderungen des Ressourcenschutzes entwickelt. Diese auf Bodenregionen basierenden Szenarien orientieren sich an der Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung sowie landschaftsstrukturellen Anforderungen und werden erstellt, um deren (finanzielle) Auswirkungen auf landwirtschaftliche Betriebe zu untersuchen, die externe Kosten darstellen. Die Ergebnisse wurden von SCHLEITZ & MEYER (1996) veröffentlicht. Die Verwendung von regionalisierten Umwelt- und Ressourcenschutzanforderungen ist nach SRU (1996a, 1994) eine dringende Aufgabe bei der Ableitung regionaler Leit-

bilder. Eine Quantifizierung und Bewertung für Mindestanforderungen des Ressourcenschutzes auf der Basis von ausreichend großen Testgebieten ist nach SRU (1994) in Zukunft für alle Regionen Deutschlands vorzunehmen. Diese Arbeit leistet einen handlungsbezogenen Beitrag hierzu.

Vertiefend zu den obigen regionalen Vergleichen wurden für den Untersuchungsraum Jesewitz, d.h. für eine Agrarlandschaft mit heterogener Sandlößdecke, Analysen und Bewertungen von **Regulationsfunktionen** und einer landwirtschaftlichen **Produktionsfunktion** durchgeführt. Dabei standen der durchgängige Einsatz von Geographischen Informationssystemen und die räumliche Quantifizierung der Bewertungen im Vordergrund. GIS-gestützte Szenarien zur Bodenerosionsbewertung wurden berechnet. Der Einsatz von Szenariotechniken in Verbindung mit Bewertungsverfahren und GIS ist ein entscheidender neuer Schritt zur Transparenz unterschiedlicher möglicher zukünftiger Entwicklungen bei raumbezogenen prognostischen Fragestellungen. Diese visualisierende Transparenz wird in Zukunft nach Ansicht des Verfassers verstärkt in der Umweltplanung genutzt werden müssen.

Die **Bodenerosionsgefährdung durch Wasser** ist durch ein komplexes Geflecht unterschiedlicher Einflußfaktoren bedingt. Die nach der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (SCHWERTMANN et al. 1990) ermittelten Abtragswerte sind für die Bewertung bei Schwarzbrache bedingt durch große Hanglängen sehr hoch. Diese Gefährdung betrifft über 75 % der Fläche des Untersuchungsraumes. Bei den heutigen stark getreidedominierten Fruchtfolgen sind nur 15,1 % der Flächen gefährdet.

20 Szenarien zur Abschätzung der Auswirkungen von Änderungen eines oder mehrerer die Bodenerosion bestimmender Faktoren auf die Bodenerosionsgefährdung wurden berechnet, um beispielhaft Auswirkungen der Änderungen von Klima, Landnutzung, Hanglängen, Fruchtfolgen und bodenschützenden Anbautechniken zu ermitteln.

Die **Abflußregulation** (das Retentionsvermögen) im Untersuchungsraum Jesewitz ist auf nur 3,5 % der Flächen als sehr hoch einzustufen. Bedingt durch die starke Ausräumung der Landschaft (d.h. durch minimale Retentionsräume wie Gewässer, Auen, Wiesen, Wald etc.) ist für mindestens 25,3 % der Fläche, die außerhalb von Ortschaften liegen, eine Erhöhung der Abflußregulation notwendig.

Die **Grundwasserneubildung** ist im Wassermangelgebiet Jesewitz durchgängig als gering einzustufen. 13,5 % der bewerteten Flächen, die in die Klassen „mittel“ und „hoch“ eingestuft wurden, müssen gesichert werden. Sie stellen aufgrund ihrer Seltenheit wichtige Potentiale in der Agrarlandschaft dar.

Die Höhe der **Produktionsfunktion** ist bedingt durch die heterogene Bodendecke sehr unterschiedlich. Aus Sicht der Landwirtschaft sind besonders produktive Standorte für den Ackerbau zu erhalten. Dies sind erstrangig ca. 315 ha (8 %) Ackerflächen mit einer Bodenzahl höher 60 (Lößlehmstandorte).

Die Ergebnisse der Funktionsbewertungen mit GIS werden für die Darstellung einer Konfliktkarte und für die anschließende Landschaftsoptimierung genutzt. In einer **Konfliktkarte** werden die jeweils getrennt nach den vier bewerteten Funktionen unterschiedlich als wichtig, selten oder gefährdet eingestuft Flächen überlagert.

Durch die Überlagerung mit GIS zeigen sich deutlich die Bereiche des Untersuchungsraumes, die quantitativ differenziert Ansatzpunkte für Schutzmaßnahmen oder für Flächennutzungsänderungen und einen Biotopverbund bieten. Das dargestellte Beispiel zeigt auf, daß schon bei der Bewertung weniger Funktionen auf verschiedenen Flächen Konflikte bestimmt werden, deren Lösung für jede Funktion differenziert zu betrachten und zum Teil gegensätzlich ist. Dies ist ein allgemeingültiges bei allen mehrfaktoriellen, multifunktionalen oder polyfunktionalen Bewertungen auftretendes methodisches Problem, welches im politischen Bereich meist unsystematisch intuitiv gelöst wird. Für die Wissenschaft und für räumlich kontroverse räumliche Planungsentscheidungen ist dabei das neuentwickelte Verfahren der multikriteriellen Landschaftsoptimierung zu empfehlen.

Zur Findung **optimaler funktionaler Flächennutzungskompromisse** zwischen den vorstehend dargestellten unterschiedlichen Bewertungsergebnissen und daraus abgeleiteten Entwicklungszielen wurde das Verfahren der **multikriteriellen Landschaftsoptimierung** nach GRABAUM (1996) auf Grundlage obiger Regulationsfunktionen und der landwirtschaftlichen Produktionsfunktion für potentielle Landnutzungsänderungen eingesetzt. Das Programm LNOPT arbeitet auf spieltheoretischer Grundlage. Es besteht die Möglichkeit zur Verwendung unterschiedlicher Gewichtungen und Restriktionen.

Die Ergebnisse von 4 verschiedenen Funktionsmaximierungen und von 5 unterschiedlichen Kompromissen wurden berechnet und können in ihrer Zielerfüllung untereinander und mit der heutigen Nutzung verglichen werden, wodurch der Einfluß der Änderung einer Funktion auf eine andere mathematisch ausgedrückt und interpretiert werden kann. Die Vorteil dieses Verfahrens, welches räumliche Informationen verarbeiten kann und welches vom Verfasser erstmals mit validierten und landschaftskonkreten Daten angewandt wurde, ist die leichte modellhafte Veränderbarkeit der quantifizierbaren Zielgrößen durch Gewichtungsveränderungen. Problematisch ist heute noch die benötigte Rechnerkapazität. In den vorgestellten Beispielen werden (durch eine streng begrenzte Wahl des flächenmäßigen Ausmaßes der Nutzungsänderungen und der möglichen Landnutzungsoptionen) in der vorhandenen landschaftlichen Realität die einzelnen Flächen nach diesem Verfahren in Form der Landnutzungsoptionen verteilt. Diese können nur auf die am besten für die Funktionserfüllung des Gesamtgebietes bezogenen Flächen räumlich verteilt werden. Unterschiedliche Gewichtungen und Maximierungen können als funktionsbezogene Szenarien verwendet werden.

Damit ist das Verfahren theoretisch für alle räumlich begrenzten Fragestellungen mit variablen, mit GIS darstell- und bewertbaren Datenebenen anwendbar, die sich nicht auf die landschaftsökologische Bewertung beschränken. Ein einheitlicher Maßstab der Daten ist allerdings Voraussetzung für die Verfahrensanwendung.

Ausblick

Hochleistungsfähige Computer und mittlerweile besser ausgereifte Software für Geographische Informationssysteme, bzw. die Ankopplung von Analyse und Prognosemodulen an GIS über Schnittstellen erlauben in Zukunft verstärkt die flächendeckende Quantifizierung und Nutzung räumlicher Informationsebenen in Verwaltung und Praxis. Der verstärkte Einsatz von GIS macht die Bereitstellung flächenkonkreter und möglichst aktueller digitaler Informationen notwendig, die heute noch nicht verfügbar sind.

Sollten in wahrscheinlich naher Zukunft (vielleicht in 10 Jahren) alle für landschaftsökologisch-bewertende Fragestellungen notwendigen Grundlagenkarten digital aufbereitet sein, werden Quantifizierungen von Landschaftsstrukturen und Naturfunktionen für jeden gewählten Landschaftsausschnitt mit vertretbarem Aufwand möglich sein. Nach der heutigen Phase der Digitalisierung werden in Zukunft verstärkt Fragen nach Dateninhalten und der Validität der Grundlageninformation in den Vordergrund treten. Dadurch wird im Raum Halle-Leipzig die Erarbeitung moderner ökologischer Bodenkarten im Maßstab 1:10.000 immer wichtiger werden. Die Verarbeitung der Bodenschätzungskarten wird eine Neukartierung nicht ersetzen können, aber wichtigstes Hilfsmittel bei dieser Neubearbeitung sein. Ein wichtiger Beitrag der Quantifizierung zum Bodenschutz und dem Schutz der Regulationsfunktionen könnte die Erstellung regionaler „roter Listen“ gefährdeter Standortpotentiale und Böden sein.

Flächenkonkrete ökologische Bewertungen mit GIS und deren Quantifizierung werden in Zukunft verstärkt mit Modellen verknüpft werden. Ein Ansatz dafür ist die Kompromißoptimierung, die theoretisch auch mit Stoffhaushaltsmodellen gekoppelt werden kann. Durch die Optimierung visualisierte Kompromisse unterschiedlicher Bewertungen und Umweltqualitätsziele können einen wichtigen Beitrag zur Nachvollziehbarkeit und Verständlichkeit räumlicher Planungsinstrumente leisten. Hierdurch kann der heute häufig belastende Einfluß segregierter Flächennutzungen auf die Mehrfachfunktionen und -nutzung der Landschaft gemindert werden. Damit wird bei gleichzeitiger stofflicher Extensivierung ein Schritt in Richtung Integration des Umwelt-, Natur- und Ressourcenschutzes in die Flächennutzung geleistet, wodurch die Agrarlandschaften stärker im Sinne der Nachhaltigkeit genutzt würden als dies heute der Fall ist.

9. Literatur

AHRENS, H. (1992): Gesellschaftliche Aspekte der Honorierung von Umweltleistungen der Landwirtschaft. In: Bay. Staatsmin. Landw. und Umweltfragen. Materialband 84, Umwelt und Entwicklung Bayern, S. 117-150

AHRENS, H.; LIPPERT, C. & RITTERSHOFER, M. (1996): Diskussionsbeiträge zur Agrarpolitik und Agrarumweltpolitik. Halle, 30 S. (unveröff.)

ALTERMANN, M. (1995): 60 Jahre Bodenschätzung in Deutschland. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 78, S. 165-170

ALTMANN, R. (1982): Beitrag zur Charakteristik landwirtschaftlicher Nutzungseinheiten durch Kennzeichnung ihrer inhaltlichen Variabilität und Arealheterogenität auf der Grundlage eines Bonitierungsverfahrens. Diss. Leipzig, 117 S.

BACH, M. (1987): Die potentielle Nitratbelastung des Sickerwassers durch die Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland. Göttinger Bodenkundliche Berichte 93, 186 S.

BASTIAN, O. & SCHREIBER, K.-F. (1994): Analyse und ökologische Bewertung der Landschaft. Jena, Stuttgart, 502 S.

BÄTZING, W. & WANNER, H. (Hrsg. 1994): Nachhaltige Naturnutzung im Spannungsfeld zwischen komplexer Naturdynamik und gesellschaftlicher Komplexität. Geographica Bernensia P 30, 169 S.

BDLA (BUND DEUTSCHER LANDSCHAFTSARCHITEKTEN, Hrsg. 1992): Landschaftsplanung Osthofen. Beitrag zum Flächennutzungsplan der Stadt Osthofen Landkreis Alzey-Worms. Bonn, 93 S.

BDLA (BUND DEUTSCHER LANDSCHAFTSARCHITEKTEN, Hrsg. 1994): Eine gestufte Biotopbewertung in der örtlichen Landschaftsplanung mit Beispielen aus dem Modellprojekt Sachsen. Landschaftsplan Stausee Quitzdorf bei Niekyl/ Oberlausitz. Bonn, 49 S.

BECHMANN, A.; KRAFT, B. & PETERS, W. (Hrsg. 1993): Von der Landschaftsplanung zum Umwelt- und Ressourcenmanagement. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung 89, TU Berlin, 164 S.

BECHMANN, ARMIN (1977): Ökologische Bewertungsverfahren und Landschaftsplanung. In: Landschaft und Stadt 9, S.170-182

BELF (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN) (1996): Agrarbericht der Bundesregierung 1995. Bonn

BELF (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN) (1995): Agrarbericht der Bundesregierung 1994. Bonn

BELF (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN) (1994): Agrarbericht der Bundesregierung 1993. Bonn

- BERNHARDT, A. et al. (1986): Naturräume sächsischer Bezirke. Sächsische Heimatblätter, Heft 4/5
- BICK, H. (1988): Belastungen von Natur und Landschaft durch landwirtschaftliche Flächennutzung. In: Flächenstillegung und Extensivierung für Naturschutz. Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege 41, S. 9-16
- BIERHALS, E.; KIEMSTEDT, H. & PANTELEIT, S. (1986): Gutachten zur Erarbeitung der Grundlagen des Landschaftsplans in Nordrhein-Westfalen - entwickelt am Beispiel "Dorstener Ebene". Min. für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes NRW, Düsseldorf
- BILLWITZ, K. (1968): Die Physiotope des Lößgebietes östlich Grimma und seines nördlichen Vorlandes in ihren Beziehungen zur Bodennutzung. Diss. Leipzig
- BLAB, J. (1983): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 24. 4. Auflage, 479 S.
- BORNKAMM, R. (1995): Ökotope. In: KUTTLER, W. (Hrsg): Handbuch der Ökologie, 2 Auflage, Berlin.
- BURDICK, B. (1994): Klimaänderung und Landbau. Die Agrarwirtschaft als Täter und Opfer. Alternative Konzepte 85, Heidelberg, 448 S.
- CHANGKONG, V. & HAIMES, Y.Y.(1983): Optimization-based methods for multiobjective decision-making - an overview. Large Scale Systems 5, S. 1-33
- DAMMANN, W. (1965): Meteorologische Verdunstungsmessung, Näherungsformeln und die Verdunstung in Deutschland. In: Die Wasserwirtschaft 55, S. 315-321
- DEUMLICH, D. (1995): Beitrag zur Ableitung der Niederschlagserosivität. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 76, S. 87-90
- DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE (1993): Wege zur umweltverträglichen Landnutzung in den neuen Bundesländern. Schriftenreihe des DRL 63, Bonn, 123 S.
- DEWESS, G. (1985): Zum spieltheoretischen Kompromiß in der Vektoroptimierung. Optimization 16.1, S. 29-39
- DIEMANN, R. & SCHMIDT, R. (1988): Standortklassifikation der Kreise der DDR nach der MMK. In: Petermanns Geographische Mitteilungen, S. 73-78
- DIEMANN, R. (1978): Grundlage der Rahmenlegende der Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung im nördlichen Tiefland der DDR. In: Arch. Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Berlin, Band 22, S. 471-482
- DÖHRING, J. et al. (1995): Klimatische Kennzeichnung des Mitteldeutschen Schwarzerdegebietes. In: KÖRSCHENS, M. & MAHN, E.-G. (Hrsg. 1995): Strategien zur Regeneration belasteter Agroökosysteme des mitteldeutschen Schwarzerdegebietes. Stuttgart, Leipzig, S. 534-566

DRÄYER, D. (1995): Bestimmung der Bodenerosionsgefährdung unter Verwendung amtlicher GIS-Daten. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 139, S. 201-214

DUDEN (1990): Fremdwörterbuch. Duden Bd. 5, Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich

DUHME, F.; PAULEIT, S.; SCHILD, J. & STARY, R. (1992): Quantifizierung raum-spezifischer Entwicklungsziele des Naturschutzes - dargestellt am Beispiel des Kartenblatts 7435 Pfaffenhofen. Freising, 76 S.

DUTTMANN, R. & MOSIMANN, T. (1994): Die ökologische Bewertung und dynamische Modellierung von Teilfunktionen und -prozessen des Landschaftshaushaltes - Anwendung und Perspektiven eines geoökologischen Informationssystems in der Praxis. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 138, S.3-17

ECKERT, H. & BREITSCHUH, G. (1995): Kritische Umweltbelastungen Landwirtschaft (KUL). Anlage 3 zum Protokoll der gemeinsamen Fachsitzungen I/II/X des VDLUFA am 16.03.95 in Leipzig-Möckern, 15 S.

EISSMANN, L. (1970): Geologie des Bezirkes Leipzig - Eine Übersicht. *Natura regionis Lipsiensis*, Heft 1

EISSMANN, L. (1975): Das Quartär der Leipziger Tieflandsbucht und angrenzender Gebiete um Saale und Elbe. *Schriftenreihe f. Geolog. Wissenschaften* 2, Berlin

FINCK, P.; HAUKE, U. & SCHRÖDER, E. (1993): Zur Problematik der Formulierung regionaler Landschafts-Leitbilder aus naturschutzfachlicher Sicht. *Natur und Landschaft* 68 (12), S. 603-607

FINKE, L. (1971): Verwertbarkeit der Bodenschätzungsergebnisse für die Landschaftsökologie, dargestellt am Beispiel der Briloner Hochfläche. *Bochumer Geographische Arbeiten* 10, 84 S.

FINKE, L. (1994): *Landschaftsökologie*. 2. Auflage, Braunschweig, 232 S.

FLEISCHMANN, R.; HACKER, E. & OELKERS, K. H. (1979): Vorschlag zu einem Übersetzungsschlüssel für die automatische bodenkundliche Auswertung der Bodenschätzung. *Geologisches Jahrbuch*, Reihe F Bodenkunde, Heft 6, Hannover

FRANKO, U.; OELSCHLÄGEL, B. & SCHENK, S. (1995): Modellierung von Bodenprozessen in Agrarlandschaften zur Untersuchung der Auswirkungen möglicher Klimaveränderungen. *UFZ-Bericht* 3/1995, 90 S.

FREISTAAT SACHSEN (1993): *Sächsischer Agrarbericht 1992*. Dresden

FREISTAAT SACHSEN (1993b): *Biotopkartierung in Sachsen. Kartieranleitung* Stand März 1993. Radebeul, 42 S.

FREISTAAT SACHSEN (1994): *Sächsischer Agrarbericht 1993*. Dresden

FREISTAAT SACHSEN (1994b): *Landesentwicklungsplan Sachsen*, Dresden

FREISTAAT SACHSEN (1995): *Sächsischer Agrarbericht 1994*. Dresden

FREISTAAT SACHSEN (1993c): Umweltgerechte Landwirtschaft im Freistaat Sachsen. Hinweise zur Anwendung des Förderprogramms. Dresden, 57 S.

FRÖHLICH, J.; DRÄYER, D. & HUBERT, M. (1994): GIS-Methoden in der landschaftsökologischen Raumbewertung mit einem Beispiel zur Bestimmung der Bodenrosionsgefährdung. In: Die Erde 125, S. 1-13

FRÜCHTENICHT, K. et al. (1993): Pflanzenernährung und Düngung. In: HYDRO AGRI DÜLMEN (Hrsg): Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. Münster, S. 254-295

FÜRST, D. (1990): Umweltqualitätsstandards im System der Regionalplanung? In: Landschaft und Stadt 22, S. 73-77

GRABAUM, R. & MEYER, B. C. (1996): Application of GIS for landscape ecological assessments and multicriteria optimization (for a test site near Leipzig). In: DIKAU et al. (Hrsg.): GIS in Physical Geography. 15 S. (im Druck)

GRABAUM, R. (1996): Verfahren der polyfunktionalen Bewertung von Landschaftselementen einer Landschaftseinheit mit anschließender „Multicriteria Optimization“ zur Generierung vielfältiger Landnutzungsoptionen. Diss. Leipzig, 83 S.

GRABHERR, G. (1994): Biodiversität und landschaftliche Vielfalt Österreichs. In: MORAWETZ, W. (Hrsg): Ökologische Grundwerte in Österreich - Modell für Europa? Österr. Akad. d. Wissenschaften, Wien, S.23-49

GROOT DE, R.S. (1992): Functions of Nature. Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making. Wolters-Noordhoff, 315 S.

HAASE, G. (1956): Die Auswertung der Ergebnisse der Bodenschätzung für die geographische Heimatforschung. Geographische Berichte 1. Jhg., H.3, S. 205-228

HAASE, G. (1967): Zur Methodik großmaßstäbiger landschaftsökologischer naturräumlicher Erkundung. - In: Wiss. Abh. Geogr. Ges. DDR Bd. 5, S.35-128

HAASE, G. (1978): Leitlinien der bodengeographischen Gliederung Sachsens. Beiträge zur Geographie 29, Berlin, S. 7-80

HAASE, G. (1979): Entwicklungstendenzen der geotopologischen und geochorologischen Naturraumerkundung. Petermanns Geographische Mitteilungen 123, S. 7-18

HAASE, G. (Hrsg. 1991): Naturraumerkundung und Landnutzung. Geoökologische Verfahren zur Analyse, Kartierung und Bewertung von Naturräumen. Beiträge zur Geographie 34,1 und 34,2. Berlin

HAASE, G. et al. (1985): Richtlinie für die Bildung und Kennzeichnung der Kartierungseinheiten der „Naturraumtypen-Karte der DDR im mittleren Maßstab“. Wiss. Mitt. Sonderheft 3, Inst. f. Geogr. u. Geoöko. Akad. Wiss. DDR, Leipzig, 315 S.

HABER, W. & SALZWEDEL, J. (1992): Umweltprobleme der Landwirtschaft - Sachbuch Ökologie. Stuttgart, 176 S.

HABER, W. (1972): Grundsätze einer ökologischen Theorie der Landnutzungsplanung. In: Innere Kolonisation 21, S. 294-298

HABER, W. (1991): Kulturlandschaft versus Naturlandschaft. Zur Notwendigkeit der Bestimmung ökologischer Ziele im Rahmen der Raumplanung. In: Raumforschung und Raumordnung. Heft 2-3, S. 106-112

HABER, W.; RIEDEL, B. & THEURER, R. (1991): Ökologische Bilanzierung in der Ländlichen Neuordnung. Materialien zur Ländlichen Neuordnung, Heft 23, München, 77 S.

HAMPICKE, U. (1988): Extensivierung in der Landwirtschaft für den Naturschutz - Ziele, Rahmenbedingungen und Maßnahmen. Schriftenreihe Bayrisches Landesamt für Umweltschutz, Heft 84, S. 9-35

HAMPICKE, U. (1991): Naturschutz-Ökonomie. Stuttgart, 342 S.

HAMPICKE, U. (1993): Naturschutz und Ethik. Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 2, S. 73-86

HARTWICH, R.; HAASE, G.; RICHTER, A.; ROESCHMANN, G. & SCHMIDT, R. (1995): Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000 (BÜK 1000). Hannover

HEINEKE, H.J.; HEISS, M.; SCHREIBER, K.-F. & THÖLE, R. (1986): Automatisierte Aufarbeitung der Daten der Bodenschätzung zur Unterstützung der bodenkundlichen Landesaufnahme und zur Ableitung planungsverwertbarer bodenökologischer Kriterien. In: Kieler Geogr. Schriften, Band 64, S.19-29

HEISSENHUBER, A. & HOFFMANN, H. (1992): Überlegungen zur Realisierung einer umweltschonenden Landbewirtschaftung. In: Bay. Staatsmin. Landw. und Umweltfragen. Materialband 84, Umwelt und Entwicklung Bayern, S. 151-166

HENLE, K. (1994): Naturschutzpraxis, Naturschutztheorie und theoretische Ökologie. Z. Ökologie u. Naturschutz 3, S. 139-153

HENLE, K. (Hrsg. 1996): Abschlußbericht Forschungsprojekt REGNAL. Regeneration hochbelasteter Ökosysteme (Landschaften) für eine nachhaltige Landnutzung - der Ballungsraum Halle-Leipzig-Bitterfeld als Modellregion. BMBF-Förderkennzeichen 0339419K, Leipzig 374 S.

HENNINGS, V. (Koord., 1994): Methodendokumentation Bodenkunde. Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Empfindlichkeit und Belastbarkeit der Böden. Geologisches Jahrbuch, Reihe F Bodenkunde. Heft 31, BGR Hannover

HERZ, K. (1973): Beitrag zur Theorie der landschaftsanalytischen Maßstabsbereiche. Petermanns Geographische Mitteilungen 117

HERZ, K. (1984): Theoretische Grundlagen der Arealstrukturanalyse. In: Wiss. Zeits. der Päd. Hochs. Dresden, Them. Reihe Nr. 18, S. 7 - 34

- HERZ, K. (1987): Heterogenisierungs- und Homogenisierungsprozesse der Landschaftssphäre. In: Petermanns Geographische Mitteilungen 131 (1), S. 11-18
- HEYDEMANN, B. (1983): Vorschlag für ein Biotopschutzzonen-Konzept am Beispiel Schleswig-Holsteins - Ausweisung von schutzwürdigen Ökosystemen und Fragen ihrer Vernetzung. In: Schriftenreihe DRL 41, S. 95-104
- HEYDEMANN, B. (1988): Anforderungen des Naturschutzes an agrarische Extensivierung und Flächenstillegung. In: Flächenstillegung und Extensivierung für Naturschutz. In: Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege 41, S. 81-92
- HOFFMANN, H. et al. (1995): Umweltleistungen der Landwirtschaft: Konzepte zur Honorierung. Stuttgart, Leipzig, 116 S.
- HOPPE, W. et al. (1974): Geologie von Thüringen. Gotha, Leipzig
- HOPPENSTEDT, A. (1996): Die Landschaftsplanung als Bewertungsgrundlage für die Eingriffsregelung. In: Natur- und Landschaft 11, S. 485-488
- HUBRICH, H. (1993): Bodenkundliche Aufnahmen von temporären Aufschlüssen im Leipziger Lößtiefland und östlich benachbarter Gebiete (Nordwest-Sachsen). Unveröffentlichter Bericht mit Hinweisen zur bodenkundlichen Landesaufnahme. 5 S. Text und ca. 100 Profilbeschreibungen
- HUTH, A. & JÜRGENS, C. (1995): GIS- und Fernerkundungsdaten in der Boden-erosionsforschung. In: Geographische Rundschau, H. 7-8, S. 450-456
- ISERMANN, K. (1990): Die Stickstoff- und Phosphor-Einträge in Oberflächengewässer der BRD durch verschiedene Wirtschaftsbereiche unter besonderer Berücksichtigung der Stickstoff- und Phosphor-Bilanz. In: Schriftenreihe der Akademie für Tiergesundheit e.V., Bd. 1, Bonn, S. 358-413
- ISERMANN, K. (1991): Ammoniakemissionen der Landwirtschaft als Bestandteil ihrer Stoffbilanz und Lösungsansätze zur Minderung. In: KTBL & VDI (Hrsg): Ammoniak und Umwelt. Münster, S. 1.1-1.76
- JEDICKE, E. (1995): Ressourcenschutz und Prozeßschutz. Diskussion notwendiger Ansätze zu einem ganzheitlichen Naturschutz. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 27, S. 125-133
- JEDICKE, E. (1991; 1994): Biotopverbund. Grundlagen und Maßnahmen einer neuen Naturschutzstrategie. 2. Auflage, Stuttgart, 287 S.
- KAPPAS, M. & SCHWETER, M. (1995): Untersuchung der Erosionsgefährdung in Agrarlandschaften mit dem Geographischen Informations System IDRISI. Mannheim, (unveröff. Manuskript), 17 S.
- KAULE, G. (1985): Anforderungen an Größe und Verteilung ökologischer Zellen in der Agrarlandschaft. In: Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung 26, S. 202-207
- KAULE, G. (1993): Arten und Biotopschutz. 3. Auflage, Stuttgart, 519 S.

KIEMSTEDT, H. (1967): Zur Bewertung natürlicher Landschaftselemente für die Planung von Erholungsgebieten. Diss. Hannover

KNAUER, N. (1993): Ökologie und Landwirtschaft. Stuttgart 1993, 280 S.

KNAUER, N. (1994): Folgen der Fremdregulation von Acker-Ökosystemen auf verschiedene Bereiche der Kulturlandschaft. In: Berichte über Landwirtschaft, Neue Folge, 209. Sonderheft, Münster, S. 9-22

KOCH, R. et al. (1989): Polyfunktionale Bewertung von Flächennutzungsgefügen. In: Wissenschaftliche Mitteilungen 32, IGG Leipzig, S. 5-35

KÖRSCHENS, M. & MAHN, E.-G. (Hrsg. 1995): Strategien zur Regeneration belasteter Agroökosysteme des mitteldeutschen Schwarzerdegebietes. Stuttgart, Leipzig, 568 S.

KRAMER, M. (1973): Beziehungen zwischen mittel- und großmaßstäbiger Landschaftsanalyse - dargestellt an Beispielen aus dem Bezirk Dresden. Petermanns Geographische Mitteilungen 117

KRAMER, M. (1983): Kennzeichnung der Heterogenität landwirtschaftlicher Geländeschläge auf der Grundlage von Arealstrukturanalysen im Kreis Meißen. Diss. Dresden, 192 S.

KRAUSE, K.-H. (1988): Zur komplexen Erfassung der agrarräumlichen Flächennutzungsstruktur im Maßstab 1:50.000. In: Geographische Landschaftsforschung in Agrarräumen und urbanen Räumen, Teil 2, MLU Halle-Wittenberg, Wiss. Beiträge 1988/29 (Q29), S. 29-39

KRÖNERT, R. (1994): Nachhaltige diversifizierte Landnutzung. Statusbericht zum Teilthema: Ökologische Folgen der Landnutzung in Agrarlandschaften des Ballungsgebietes Leipzig-Halle-Bitterfeld. Leipzig, 7 S. (unveröff.)

KRÖNERT, R. (1996): Ökologische Folgen der Landnutzung in Agrarlandschaften des Ballungsgebietes Leipzig-Halle-Bitterfeld. In: HENLE, K. (Hrsg.): Abschlußbericht Forschungsprojekt REGNAL. Regeneration hochbelasteter Ökosysteme (Landschaften) für eine nachhaltige Landnutzung - der Ballungsraum Halle-Leipzig-Bitterfeld als Modellregion. BMBF-Förderkennzeichen 0339419K, Leipzig, S. 21-89

KRUMMSDORF, A. (1965): Grundriß der Landschaftsgestaltung. Hochschulstudium der Landwirtschaftswissenschaften, Leipzig, 285 S.

KUGLER, H. & SCHMIDT, W. (1988): Das Gebiet an der unteren Unstrut. Werte unserer Heimat 46, Berlin, 142 S.

KUGLER, H. & VILLVOCK, G. (1995): Geomorphologie des Mitteldeutschen Raumes. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 77, S. 23-26

KÜHN, D. (1983): Typisierung landwirtschaftlicher Nutzflächen zur Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit unter besonderer Berücksichtigung der natürlichen Ausstattung. Diss. Halle

KULTURBUND DER DDR (1989): Brutvogelatlas von Halle und Umgebung. Halle, 136 S.

LANGER, H. & RIEDL, U. (1989): Landschaftsraum Dümmer - Argumente für einen integrierten Naturschutz. In: INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSPFLEGE UND NATURSCHUTZ & BUND FÜR UMWELT- UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND (Hrsg.): Festschrift für Konrad Buchwald zum 75. Geburtstag. S. 227-253

LENGERKEN, G.V. et al. (1995): Thesen zur Perspektive der Landwirtschaft im Ballungsraum Leipzig - Halle - Dessau, M.L.U. Halle - Wittenberg, 34 S.

LESER, H. & KLINK, H.-J. (1988): Handbuch und Kartieranleitung Geoökologische Karte 1:25.000. Forschungen zur dt. Landeskunde 228, Trier

LESER, H. (1984): Zum Ökologie-, Ökosystem - und Ökotypbegriff. In: Natur und Landschaft 59, S. 351-357

LESER, H. (1991): Landschaftsökologie. Stuttgart, 647 S.

LESER, H. (1993): Geoökologie. In: Geographische Rundschau 35, S. 212-221

LESER, H. et al. (1993): Diercke-Wörterbuch „Ökologie und Umwelt“, Braunschweig

LÖWA, K. (1996): Mündliche Mitteilungen

MANDER, U. et al (1988): Network of compensative areas as an ecological infrastructure of territories. In: SCHREIBER, K. F. (Hrsg.): Connectivity in landscape ecology. Münstersche Geogr. Arbeiten 29, S. 35-38

MANIA, D.; ALTERMANN, M. & RAU, D. (1995): Paläoböden und Stratigraphie des Mittel- und Jungquartärs im Mitteldeutschen Trockengebiet. Sitzungsbericht Arbeitskreis Paläopedologie der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Jena

MANNSFELD, K. & RICHTER, H. (1995): Naturräume in Sachsen. Forschungen zur dt. Landeskunde 238, Trier, 228 S.

MARKS, R.; MÜLLER, M.J.; LESER, H. & KLINK, J.-J. (Hrsg. 1989): Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes (BA LVL). Forschungen zur dt. Landeskunde 229, Trier, 222 S.

MESSERLI, B. & MESSERLI, P. (1978): MAB Schweiz. Geographica Helvetica Nr. 4

MEYER, B. C. & GRABAUM, R. (1996a): Szenarien zur Bodenerosionsbewertung mit GIS (ARC/INFO). In: ESRI (Hrsg.): Tagungsband 4. Deutsche Anwenderkonferenz. Kranzberg, S. 237-240

MEYER, B. C. & GRABAUM, R. (1996b): Szenarien zur Einschätzung der Bodenerosionsgefährdung durch Wasser mit GIS (ARC/INFO) - Dargestellt am Beispiel des Untersuchungsgebietes Jesewitz/Sachsen. In: Geoökodynamik, Bd. 17, S. 45-67

MEYER, B. C. & GRABAUM, R. (1997): Multifunktionale Bewertung und multikriterielle Optimierung am Beispiel des Untersuchungsraumes Jesewitz. In: FELDMANN et al. (Hrsg.): Regeneration und nachhaltige Landnutzung - Konzepte für belastete Gebiete. Springer Verlag Heidelberg, S. 240-248

MEYER, B. C. (1996): Untersuchungen zu Regulationsfunktionen in Intensivagrarlandschaften im Raum Halle-Leipzig. Geographischer Vergleich - GIS-Szenarien - multikriterielle Landschaftsoptimierung. In: HENLE, K. & FELDMANN, R. (1996): Abschlußbericht Forschungsverbundprojekt REGNAL; Regeneration hochbelasteter Ökosysteme (Landschaften) für eine nachhaltige Landnutzung - der Ballungsraum Leipzig-Halle-Bitterfeld als Modellregion. S. 42-44

MOSIMANN, T. (1984): Landschaftsökologische Komplexanalyse. Stuttgart, 115 S.

MÜLLER-WESTERMEIER, G. (1995): Numerische Verfahren zur Erstellung klimatologischer Karten. Berichte des dt. Wetterdienstes 1993. Offenbach

NAVEH, Z. & LIEBERMAN, A. (1994): Landscape Ecology. Theory and Application. 2.ed., Springer, New York, Berlin, Heidelberg, 360 S.

NEEF, E. (1963): Topologische und chorologische Arbeitsweisen in der Landschaftsforschung. In: Petermanns Geographische Mitteilungen 107, S. 249-259

NEEF, E. (1965): Ein Beitrag der physischen Geographie zu den Fragen der Landnutzung. In: Wiss. Zeitschrift der TU Dresden 14, S. 33-44

NEUMEISTER, H. (1989): Geoökologie - Denk- und Arbeitsweise in den Geowissenschaften (Beispiel: Geoökologische Forschung in der Agrarlandschaft). In: Petermanns Geographische Mitteilungen 2/89, S. 73-78

NIEMANN, E. & KOCH, R. (1989): Kriterientabelle zur Sicherung störfreier Mehrfachnutzung von Landschaftseinheiten im Bezirk Leipzig. In: Wiss. Mitteilungen 32, Leipzig, S. 85-108

NIEMANN, E. (1977): Eine Methode zur Erarbeitung der Funktionsleistungsgrade von Landschaftselementen. In: Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 17, S. 119-157

NIEMANN, E. (1982): Methodik zur Bestimmung der Eignung, Leistung und Belastbarkeit von Landschaftselementen und Landschaftseinheiten. Wiss. Mitt. IGG Leipzig, Sonderheft 2, 84 S.

ODUM, E. P. (1991): Prinzipien der Ökologie. Lebensräume, Stoffkreisläufe, Wachstumsgrenzen. Heidelberg

PFADENHAUER, J. & GANZERT, C. (1992): Konzept einer integrierten Naturschutzstrategie im Agrarraum. In: Bay. Staatsmin. Landw. und Umweltfragen. Materialband 84, Umwelt und Entwicklung Bayern, S. 5-50

PLACHTER, H. (1991): Naturschutz. Stuttgart, 463 S.

- PLACHTER, H. (1994): Methodische Rahmenbedingungen für synoptische Bewertungsverfahren im Naturschutz. In: Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 3, S. 87-106
- REMMERT, H. (1989): Ökologie. Berlin, 289 S.
- RENGER, M. & STREBEL, O. (1980): Jährliche Grundwasserneubildung in Abhängigkeit von Bodennutzung und Bodeneigenschaften. Wasser und Boden 32, S. 362-366
- RENGER, M. (1992): Möglichkeiten der Regionalisierung von Grundwasserneubildungsraten aus bodenkundlicher Sicht. In: DFG (Hrsg.): Regionalisierung in der Hydrologie. Mitteilung XI der Senatskommission für Wasserforschung, Weinheim, S. 276-284
- RENGER, M. et al. (1990): Modelle zur Ermittlung und Bewertung von Wasserhaushalt, Stoffdynamik und Schadstoffbelastbarkeit in Abhängigkeit von Klima, Bodeneigenschaften und Nutzung. Endbericht zum BMFT-Projekt 0374343, Berlin
- RIECKEN, U.; RIES, U. & SSYMAN, A. (1994): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen der Bundesrepublik Deutschland. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 41, Bonn-Bad Godesberg, 184 S.
- RIEDL, U. (1991): Integrierter Naturschutz - Notwendigkeit des Umdenkens, normativer Begründungszusammenhang, konzeptioneller Ansatz. Beiträge zur räumlichen Planung 31, Hannover, 303 S.
- RIEDL, U. (1994): Handlungsgrundsätze statt Leitbilder? Tagungsband Ökologische Leitbilder, TUC-UW 6/94, Cottbus, S.26-31
- RINGLER, A. (1981): Schrumpfung und Dispersion von Biotopen. Natur und Landschaft 56, S. 39-45
- RIPL, W. (1994): Der ökologische Wirkungsgrad als Leitbild. In: Tagungsband Ökologische Leitbilder, TUC-UW 6/94, Cottbus, S.14-23
- RITTERSHOFER, M. (1996): Dritter Zwischenbericht zum Forschungsprojekt „Honorierung des Ressourcenschutzes in landwirtschaftlichen Betrieben in Agrarlandschaften des Ballungsraumes Leipzig-Halle-Bitterfeld“. Halle (unveröff.), 32 S.
- ROST, D.; HEINRICH, J. & SCHLEITZ, T. (1995): Bewirtschaftungsauflagen und ihre ökonomischen Wirkungen auf den Einzelbetrieb. In: Wissenschaftliche Beiträge zur 3. Hochschultagung „Umweltgerechte Landbewirtschaftung im mitteldeutschen Agrarraum“. Halle, S. 55-68
- ROTH, D. (1994): Zum Konflikt zwischen Landwirtschaft und Naturschutz sowie Lösungen für seine Überwindung. Natur und Landschaft 69, S. 407-411
- SACHSEN-ANHALT (1992): Kartieranleitung für CIR-Befliegung (1:10.000) Sachsen-Anhalt. Halle, 39 S.

SANDNER, E. (1991): „Bodenformengefüge“, „Biotisches Ertragspotential“, „Erosionsdisposition“ und „Abgrenzung und Bestimmung der Raumeinheiten“. In: REICHHOFF, L. & BÖHNERT, E. (Hrsg.): Landschaftsrahmenplan für das Landschaftsschutzgebiet und den Nationalpark „Sächsische Schweiz“, Dresden

SAUERBORN, P. & ERDMANN, K.-H. (1993): Erosivität der Niederschläge und Isoerodentkarte für Nordrhein-Westfalen. In: Wasser und Boden 45, S. 22-38

SAUERBORN, P. (1993): Die Erosivität der Niederschläge in Deutschland. Dissertation, Bonn

SAUPE, G. (1985): Die Erosivität der Niederschläge im Süden der DDR - ein Beitrag zur quantitativen Prognose der Bodenerosion. In: Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 25,3, Berlin, S. 155-169

SCAMONI, A. (1964): Vegetationskarte der Deutschen Demokratischen Republik (1:500.000) mit Erläuterungen. Berlin

SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL (1984): Lehrbuch der Bodenkunde. 11. Auflage, Stuttgart, 442 S.

SCHLEITZ, T. & MEYER, B. C. (1996): Szenarien unterschiedlicher Umwelt- und Ressourcenschutzanforderungen und ihre wirtschaftlichen Folgen auf landwirtschaftliche Unternehmen im Ballungsraum Halle-Leipzig-Bitterfeld. Kühn-Archiv 90 (1996) 2, Halle, S. 259-278

SCHLEITZ, T. (1995): Projektierung typischer Beispielbetriebe der Landwirtschaft in unterschiedlichen Agrarlandschaften und Kalkulation der wirtschaftlichen Folgen verschiedener Anforderungen an den Ressourcenschutz und deren einzelbetriebliche Wirkungen. Projektzwischenbericht, Halle, 60 S. (unveröff.)

SCHLEITZ, T. (1996): Auswirkungen von Bewirtschaftungsauflagen auf das wirtschaftliche Ergebnis landwirtschaftlicher Unternehmen im Ballungsraum Leipzig-Halle-Bitterfeld. Halle, 13 S. (unveröff. Manuskript)

SCHMIDT, R. (1972): Standörtliche Heterogenität und Großflächennutzung in der DDR. In: Wiss. Abhandlungen der Geographischen Gesellschaft der DDR, Bd. 9

SCHMIDT, R. & DIEMANN, R. (1991): Erläuterungen zur Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK). Müncheberg, unveränderter Nachdruck, 78 S.

SCHMIDT, R. & HAASE, G. (1980): Die Heterogenität der Bodendecke und ihr Einfluß auf Bodenfruchtbarkeit, Melioration und Landeskultur. In: Petermanns Geographische Mitteilungen

SCHMIDT, R. (1978): Prinzipien der Standortgliederung der mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung der DDR. In: Arch. Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Band 22, Berlin, S. 459- 469

SCHMIDT, R.-G. (1988): Methodische Überlegungen zu einem Verfahren zur Abschätzung des Widerstandes gegen Wassererosion. - Regio Basiliensis 29, Heft 1 und 2

SCHMITT, E. (1991): Biotopverbundmodell Oberer Mittelrhein. Giessener Geographische Schriften, Heft 69, 201 S.

SCHREIBER, K.-F. (1988): Connectivity in Landscape Ecology. Proceedings of the second International Seminar of the „IALE“ Münster 1987. Münstersche Geographische Arbeiten 29, Paderborn, 255 S.

SCHREY, H.P. (1993): Simulation des Bodenwasserhaushalts auf der Grundlage der digitalen Bodenkarte 1:50.000 von Nordrhein-Westfalen. In: Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg): Grundwasserneubildung aus Niederschlag. LFU-Schriften, Reihe Grundwasserüberwachungsprogramm, Karlsruhe

SCHRÖDER, H. & DÖRING, P. (1992): Flächennutzungskartierung und Bodenerosionsschutz in Agrarökosystemen. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 24, S. 173-184

SCHRÖDER, H. (1987): Multispektrale und multitemporale Analyse bodenerosiv geschädigter Standorte in Lößlandschaften. Diss. B, Halle

SCHRÖDER, H. (1988): Multitemporale Fernerkundungsdatenanalyse bodenerosiv geschädigter Standorte in der Umgebung von Querfurt. In: Petermanns Geographische Mitteilungen, H.133,4, S.285-292

SCHRÖDER, H.; LÖWA, K. & BERKNER, U. (1993): Erste Ergebnisse zur Erfassung des Ausmaßes geoökologischer Prozesse bodenerosiver Abspülung in Lößlandschaften. DFG-Zwischenbericht zum Forschungsprojekt 379/1-1 (unveröff.), 145 S.

SCHWERTMANN, U.; VOGL, W. & KAINZ, M. (1990): Bodenerosion durch Wasser. Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. 2. Auflage, Stuttgart, 64 S.

SETTELE, J.; MARGULES, C.; POSCHLOD, P. & HENLE, K. (1996): Species survival in fragmented landscapes. Dordrecht, Boston, London. 381 S.

SML (1995): Datensammlung INVECOS. Magdeburg

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen, 1987): Umweltgutachten 1987. Stuttgart, 423 S.

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen, 1994): Umweltgutachten 1994 des Rates der Sachverständigen für Umweltfragen. Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung. Bundestag-Drucksache Nr. 12/6995, 380 S.

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen, 1996a): Umweltgutachten 1996. Zur Umsetzung einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung. Wiesbaden, 468 S.

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen, 1996b): Konzepte einer dauerhaft-umweltgerechten Nutzung ländlicher Räume. Sondergutachten, Wiesbaden, 127 S.

STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN (1994): Statistisches Jahrbuch 1994, Kamenz

STATISTISCHES LANDESAMT SACHSEN-ANHALT (1994): Bodennutzung. Statistische Berichte C 19, Halle

STUFA (Staatliches Umweltfachamt Leipzig, 1995): Brutvogelatlas der Stadt und des Landkreises Leipzig. Leipzig

SUKOPP, H. & WITTIG, R. (1993): Stadtökologie. Stuttgart, Jena, New York. 402 S.

SYRBE, R.-U. (1996): Ausweisung von Mikrochoren. In: Arbeitskreis Geoökologische Kartierung der Deutschen Akademie für Landeskunde. Fachtagung „Darstellung der mittelmaßstäbigen geoökologischen Kartierung am Beispiel des Projektes Naturraumtypenkarte 1:50.000 in Sachsen“. Radebeul, 2 S.

TIETJE, O. (1993): Regionalisierung. Anwendungen des Grundwassermodells CFEST. In: SONDERFORSCHUNGSBEREICH 179: Wasser und Stoffdynamik in Agrar-Ökosystemen. Forschungsbericht 1991-1993. Braunschweig, S. 221-235

VAN DER MAAREL, E. & DAUVELLIER, P.L. (1978): Naar en Globaal Ecologisch Model (GEM) voor de Ruimtelijke Ontwikkeling van Nederland. Min. van Volkshuisv. Ruimt. Ord. Den Haag, 112 S.

VILLVOCK, G. & AL-CHAAL F. (1990): Die Reliefverhältnisse des Gebietes Gimritz-Friedrichsschwerz (Saalkreis). In: Wiss. Zeitschrift Univ. Halle 39, H. 1, S. 59-70

VILLVOCK, G. (1985): Großmaßstäbige Betriebskarten zur standörtlichen Heterogenität landwirtschaftlicher Nutzflächen auf der Grundlage von Fernerkundungsdaten. Wiss. Abh. Geogr. Gesell. DDR 18, S. 262-272

WAGENBRETH, O. & STEINER, W. (1982): Geologische Streifzüge - Landschaft und Erdgeschichte zwischen Kap Arkona und Fichtelberg. Leipzig

WALTER, H. & BRECKLE, S. (1983): Ökologie der Erde. Bd. 1. Ökologische Grundlagen aus globaler Sicht. Stuttgart

WALTER, R. (1995): Geologie von Mitteleuropa. 6. Auflage

WEIDEMANN, G. (1994): Eigenschaften ökologischer Systeme. In: Berichte über Landwirtschaft, Neue Folge, 209. Sonderheft, Münster, S. 22-37

WEINSCHENCK, G. & WERNER, R. (1989): Einkommenswirkungen ökologischer Forderungen an die Landwirtschaft. Landwirtschaftliche Rentenbank Bd. 1, Frankfurt am Main

WENDLAND, F.; ALBERT, H.; BACH, M. & SCHMIDT, R. (1993): Atlas zum Nitratstrom in der Bundesrepublik Deutschland. Berlin, Heidelberg, New York, 96 S.

WERNER, R. (1993): Ecologically and economically efficient and sustainable use of agricultural landscapes. *Landscape and Urban Planning* 27, S. 237-248

WIERZBICKI, A. P. (1979): The use of the reference objectives in multiobjective optimization. *IIASA working-papers*, no. 79-66

WIESER, T. (1992): Das digitale Geländemodell „Polygrid“ und seine Anwendungsmöglichkeiten bei Flächenstillegungs- und Extensivierungsprogrammen für den Raum Querfurt. Diss. Halle, 114 S.

WIRTH, P. (1988): Beziehungen zwischen Nutzungsartengrenzen und natürlichen Grenzen topischer Landschaftseinheiten, untersucht auf der Grundlage der Arealstrukturtheorie. Diss. Dresden, 97 S.

WISCHMEYER, W. H. & SMITH, D.D. (1978): Predicting rainfall erosion losses - A guide to conservation planning. USDA, Agric. Handbook No. 537

10. Anhangtabellen (Zählung beginnt mit Tab. 100)

Tab. 100	Landschaftseinheiten nach KRÖNERT (1996)	197
Tab. 101	Abkürzungen der Standortregionaltypen der MMK 100	198
Tab. 102	Zustandsstufen des Ackerlandes Jesewitz	199
Tab. 103	Zustandsstufen des Grünlandes Jesewitz	199
Tab. 104	Zustandsstufen des Ackerlandes Nerchau	200
Tab. 105	Zustandsstufen des Grünlandes Nerchau	200
Tab. 106	Zustandsstufen des Ackerlandes Gimritz	201
Tab. 107	Zustandsstufen des Grünlandes Gimritz	201
Tab. 108	Zustandsstufen des Ackerlandes Barnstädt	202
Tab. 109	Zustandsstufen des Grünlandes Barnstädt	202
Tab. 111	Nutzungstyp Wald Jesewitz	203
Tab. 112	Nutzungstyp Gehölze Jesewitz	204
Tab. 113	Biotoptypen Lineare Vegetationselemente u. Gewässer Jesewitz	205
Tab. 114	Nutzungstyp Krautige Vegetation Jesewitz	206
Tab. 115	Nutzungstyp Vegetationsfreie Fläche Jesewitz	206
Tab. 116	Nutzungstyp Acker Jesewitz	207
Tab. 117	Nutzungstyp Gewässer Jesewitz	207
Tab. 118	Nutzungstyp Bebauter Bereich Jesewitz	208
Tab. 119	Nutzungstyp Wald Nerchau	209
Tab. 120	Nutzungstyp Gehölze Nerchau	210
Tab. 121	Biotoptypen Lineare Vegetationselemente u. Gewässer Nerchau	211
Tab. 122	Nutzungstyp Krautige Vegetation Nerchau	212
Tab. 123	Nutzungstyp Vegetationsfreie Fläche Nerchau	212
Tab. 124	Nutzungstyp Acker Nerchau	213
Tab. 125	Nutzungstyp Gewässer Nerchau	213
Tab. 126	Nutzungstyp Bebauter Bereich Nerchau	214
Tab. 127	Nutzungstyp Wald Gimritz	214
Tab. 128	Nutzungstyp Gehölze Gimritz	215
Tab. 129	Biotoptypen Lineare Vegetationselemente u. Gewässer Gimritz	216
Tab. 130	Nutzungstyp Krautige Vegetation Gimritz	217
Tab. 131	Nutzungstyp Acker Gimritz	217
Tab. 132	Nutzungstyp Vegetationsfreie Fläche Gimritz	218
Tab. 133	Nutzungstyp Gewässer Gimritz	218
Tab. 134	Nutzungstyp Bebauter Bereich Gimritz	219
Tab. 135	Nutzungstyp Wald Barnstädt	219
Tab. 136	Nutzungstyp Gehölze Barnstädt	220
Tab. 137	Biotoptypen Lineare Vegetationselemente u. Gewässer Barnstädt	221
Tab. 138	Nutzungstyp Krautige Vegetation Barnstädt	222
Tab. 139	Nutzungstyp Vegetationsfreie Fläche Barnstädt	222
Tab. 140	Nutzungstyp Gewässer Barnstädt	222
Tab. 141	Nutzungstyp Acker Barnstädt	223
Tab. 142	Nutzungstyp Bebauter Bereich Barnstädt	223

Tab. 100: Landschaftseinheiten nach KRÖNERT (1996)

Nr.	Landschaftseinheit
2803	Mosigkauer Heide
2804	Oranienbaumer Heide
2805	Westliche Dübener Heide
2806	Zentrale Dübener Heide
2807	Bad Schmiedeberger Hügelland
2808	Authausener Platte
2809	Falkenberger Heide und Elbrandplatten
2810	Löber-Prellheide-Gebiet
2811	Schwarzbachgebiet
2812	Mockrehna-Torgauer Niederung
2813	Dahlener Heide
2814	Eilenburg-Bad Dübener Muldetal
2815	Bitterfelder Muldetal
2816	Jeßnitz-Dessauer Muldetal
2817	Gräfenhainichen-Muldensteiner Bergbaugebiet
2818	Bitterfelder Bergbaugebiet
2819	Dessau
2820	Wolfen-Bitterfeld
2821	Torgau
2822	Eilenburg
2901	Riesa-Torgauer Elbtal
2902	Torgau-Jessener Elbtal
2903	Wittenberg-Dessauer Elbtal
2904	Dessau-Magdeburger Elbtal
3101	Magdeburger Börde
3102	Nordöstliches Harzvorland
3105	Köthener Ackerland
3106	Quellendorf-Thalheimer Ackerland
3107	Bernburger Saaletal
3108	Unteres Saaletal
3109	Bernburg
3110	Köthen
3111	Östliches Harzvorland
3113	Querfurter Platte
3114	Hallenser Porphyrhügelland
3115	Halle-Brehnaer Ackerland
3116	Weißenfels-Hallenser Saaletal
3117	Halle-Rothenburger Saaletal
3118	Unteres Elstertal
3122	Hallenser Bergbaugebiet
3123	Halle
3124	Schkopau-Merseburg-Leuna
3126	Gleina-Reichardtswerbener Ackerland
3127	Weißenfels-Lößhügelland
3128	Weißenfels-Zeitzer Bergbaugebiet
3130	Delitzscher Platte
3131	Taucha-Eilenburger Endmoränengebiet
3132	Lützenr Platte
3133	Leipzig-Naunhofer Land
3134	Bad Lausicker Hügellandschwelle
3135	Langendorfer Acker
3136	Zeitz-Pegauer Elstertal

Tab. 100: Fortsetzung

3137	Leipzig-Schkeuditzer Elstertal
3138	Delitzscher Bergbaugebiet
3139	Zwenkau-Espenhainer Bergbaugebiet
3140	Groitzsch-Bornaer Bergbaugebiet
3141	Meuselwitzer Bergbaugebiet
3142	Leipzig
3143	Delitzsch
3201	Schkölen-Osterfelder Lößhügelland
3202	Altenburger Lößgebiet
3203	Altenburger Waldgürtel
3204	Kohrener Land
3205	Schmöllner Hügelland und Postersteiner Schiefergebirgsschwelle
3206	Ziegelheimer Lößhügelland
3207	Gera-Zeitzer Elstertal
3208	Zeitz
3209	Altenburg
3210	Strellner Platte und Wurzener Porphyrhügelland
3211	Dahlener Sander
3213	Grimma-Brandiser Porphyrhügelland
3214	Colditzer Porphyrhügelland mit Grimmaer und Kössener Muldentalland
3215	Wermsdorf-Hubertusbürger Waldgebiet
3217	Mulde - Durchbruchstal
3218	Wurzen-Eilenburger Muldentäl
3219	Grimma
3220	Wurzen
3138	Delitzscher Bergbaugebiet
3139	Zwenkau-Espenhainer Bergbaugebiet
3140	Groitzsch-Bornaer Bergbaugebiet
3141	Meuselwitzer Bergbaugebiet
3128	Weißenfels-Zeitzer Bergbaugebiet
2817	Gräfenhainichen-Muldensteiner Bergbaugebiet
2818	Bitterfelder Bergbaugebiet

Tab. 101: Abkürzungen der Standortregionaltypen der MMK 100

Kartierungseinheit	Standortregionaltyp	Leitbodenform
A13b8	Halb- und vollhydromorphe Auelehme und Decklehme	Auenlehm-Gley
D3b4	grundwasser- und staunässebestimmte Sande und Tieflehme	Lehmsand-Gley
A13b3	Halb- und vollhydromorphe Auelehme und decklehme	Auenlehm-Vegagley und Auenschluff-Vegagley
A13b1	Halb- und vollhydromorphe Auelehme und Decklehme	Decklehm und Deckauenehm-Vegagley und -Gley
D5c6	sickerwasser- und staunässebeeinflusste Sandlöße	Sandlößtieflehm-Parabraunerde bis Braunstaugley mit Decksandlöß-Parabraunerde
D5c5	sickerwasser- und staunässebeeinflusste Sandlöße	Decksandlöß-Parabraunerde mit Sandlößtieflehm-Parabraunerde
D5c3	sickerwasser- und staunässebeeinflusste Sandlöße	Sandlößtieflehm-Braunstaugley
D3c1	sickerwasserbestimmte Decklehmsande	Decklehmsand-Braunerde und Sandbraunerde
D3c4	sickerwasserbestimmte Decklehmsande	Decklehmsand-Braunerde und Parabraunerde

Tab.102: Anzahl und Flächengröße der Bodenartenflächen des Ackerlandes nach Zustandsstufen im Untersuchungsraum Jesewitz

Bodenart	Zustandsstufe								
	Anzahl	1	2	3	4	5	6	7	
S	82	0	0	1	47	28	5	1	
SI	230	0	1	1	157	65	6	0	
IS	305	0	2	13	239	47	4	0	
SL	252	0	0	22	181	45	4	0	
sL	157	0	0	15	117	24	1	0	
L	46	0	6	6	30	4	0	0	
LT	3	0	0	0	2	1	0	0	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mo	5	1	2	1	1	0	0	0	
Summe	1080	1	11	59	774	214	20	1	
	Zustandsstufe								
	Anzahl	1	2	3	4	5	6	7	(ha)
S	82	0	0	1	1,1	1,2	1,3	0,8	1,2
SI	230	0	0,7	2,15	3,4	0,85	0,85	0	2,6
IS	305	0	0,35	2,25	4,5	1,2	0,5	0	3,8
SL	252	0	0	2,3	7,9	2,7	0,4	0	6,4
sL	157	0	0	1,7	5	2,5	2,7	0	4,3
L	46	0	1,1	3,1	4	1,3	0	0	3,25
LT	3	0	0	0	7,65	1,45	0	0	5,6
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mo	5	2,7	1,85	1	3,9	0	0	0	2,25
Anzahl	1080	1	11	59	774	214	20	1	
(ha)		2,7	1,1	2,2	4,1	1,55	0,9	0,8	4

(eigene Auswertung nach Bodenschätzungskarten)

Tab.103: Anzahl und Flächengröße der Bodenartenflächen des Grünlandes nach Zustandsstufen im Untersuchungsraum Jesewitz

Bodenart	Zustandsstufe					
	Anzahl	1	2	3		
S	2	0	2	0		
IS	21	0	19	2		
L	64	6	41	17		
T	0	0	0	0		
Mo	20	8	9	3		
Summe	107	14	71	22		
	Zustandsstufe					
	1	2	3			(ha)
S	2	0,0	0,6	0,0	0,6	
IS	21	0,0	1,6	0,3	1,5	
L	64	3,3	2,7	2,0	2,6	
T	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Mo	20	1,9	3,2	1,1	2,9	
Anzahl	107	14	71	22		
(ha)		2,5	2,4	1,7	2,4	

(eigene Auswertung nach Bodenschätzungskarten)

Tab.104: Anzahl und Flächengröße der Bodenartenflächen des Ackerlandes nach Zustandsstufen im Untersuchungsraum Nerchau

Bodenart	Zustandsstufe								
Anzahl	1	2	3	4	5	6	7		
S	1	0	0	0	0	1	0	0	
SI	41	0	0	1	21	18	1	0	
IS	92	0	0	5	77	10	0	0	
SL	95	0	0	11	60	23	1	0	
sL	88	0	0	12	49	20	7	0	
L	135	2	10	24	80	16	3	0	
LT	3	0	0	0	0	3	0	0	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mo	0	0	0	0	0	0	0	0	
Summe	455	2	10	53	287	91	12	0	
Zustandsstufe									(ha)
Anzahl	1	2	3	4	5	6	7		
S	1	0	0	0	0	0,15	0	0	0,15
SI	41	0	0	2,3	1	2,5	0,2	0	1,7
IS	92	0	0	1,7	1,3	1	0	0	1,3
SL	95	0	0	3,5	2,6	1,3	2	0	2,55
sL	88	0	0	2,2	2,85	11,6	4,5	0	5,2
L	135	1,5	4,5	52,2	5,5	2,5	1,3	0	13,2
LT	3	0	0	0	0	3,6	0	0	3,6
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl	455	2	10	53	287	91	12	0	
(ha)		1,5	4,5	25	3,1	4	3,2	0	5,8

(eigene Auswertung nach Bodenschätzungskarten)

Tab.105: Anzahl und Flächengröße der Bodenartenflächen des Grünlandes nach Zustandsstufen im Untersuchungsraum Nerchau

Bodenart	Zustandsstufe					
Anzahl	1	2	3			
IS	9	2	1	5		
L	157	65	77	15		
T	0	0	0	0		
Mo	0	0	0	0		
Summe	166	67	78	20		
Zustandsstufe						(ha)
Anzahl	1	2	3			
IS	9	0,4	0,2	0,5		0,5
L	157	1,7	2,2	1		1,9
T	0	0	0	0		0
Mo	0	0	0	0		0
Anzahl	166	67	78	20		
(ha)		1,7	2,2	0,9		1,8

(eigene Auswertung nach Bodenschätzungskarten)

Tab.106: Anzahl und Flächengröße der Bodenartenflächen des Ackerlandes nach Zustandsstufen im Untersuchungsraum Gimritz

Bodenart	Anzahl			Zustandsstufe					
		1	2	3	4	5	6	7	
S	9	0	0	1	6	2	0	0	
SI	75	4	8	11	31	10	9	2	
IS	240	7	17	38	78	65	35	0	
SL	219	30	33	70	42	37	6	1	
sL	487	71	92	142	96	50	34	2	
L	360	79	114	114	31	21	1	0	
LT	31	0	2	9	16	4	0	0	
T	2	0	0	1	0	1	0	0	
Mo	0	0	0	0	0	0	0	0	
Summe	1423	191	266	386	300	190	85	5	
	Anzahl			Zustandsstufe					(ha)
		1	2	3	4	5	6	7	
S	9	0	0	0,55	0,7	1,2	0	0	0,65
SI	75	0,4	3,3	1,1	0,7	0,8	0,7	1,2	1,35
IS	240	1,9	2,5	1,3	1,4	1	1	0	1,4
SL	219	3,5	0,3	1,3	1,8	1,5	0,6	0,6	1,8
sL	487	2,6	2,1	1,7	1	1,1	1,8	0,6	1,8
L	360	9	2,7	2	1,8	2,7	1,6	0	3,8
LT	31	0	1	1,2	1,5	1	0	0	1,4
T	2	0	0	2,5	0	1	0	0	1,75
Mo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl	1423	191	266	386	300	190	85	5	
(m)		5,3	2,5	1,7	1,5	1,3	1,3	0,8	2,2

(eigene Auswertung nach Bodenschätzungskarten)

Tab.107: Anzahl und Flächengröße der Bodenartenflächen des Grünlandes nach Zustandsstufen im Untersuchungsraum Gimritz

Bodenart	Anzahl		Zustandsstufe		
		1	2	3	
IS	52	0	9	43	
L	19	8	6	5	
T	0	0	0	0	
Mo	0	0	0	0	
Anzahl	71	8	15	48	
	Anzahl		Zustandsstufe		(ha)
		1	2	3	
IS	52	0,0	1,3	2,9	3,1
L	19	1,4	1,4	3,2	1,9
T	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mo	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Anzahl	71	8	15	48	
(ha)		1,4	1,4	2,9	2,7

(eigene Auswertung nach Bodenschätzungskarten)

Tab.108: Anzahl und Flächengröße der Bodenartenflächen des Ackerlandes nach Zustandsstufen im Untersuchungsraum Barnstädt

Bodenart	Zustandsstufe							
	Anzahl	1	2	3	4	5	6	7
S	0	0	0	0	0	0	0	0
SI	0	0	0	0	0	0	0	0
IS	6	0	1	1	3	1	0	0
SL	65	0	3	5	13	16	22	6
sL	198	6	20	31	54	45	39	3
L	570	104	191	165	104	5	1	0
LT	72	0	1	8	25	23	15	0
T	0	0	0	0	0	0	0	0
Mo	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	911	110	216	210	199	90	77	9
	Zustandsstufe							(ha)
	Anzahl	1	2	3	4	5	6	7
S	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SI	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
IS	6	0,0	0,3	0,2	0,5	0,4	0,0	0,4
SL	65	0,0	0,8	0,6	0,6	0,7	0,9	0,7
sL	198	12,0	0,9	1,0	0,9	0,9	1,8	0,9
L	570	14,0	8,6	2,6	3,0	1,4	0,4	0,0
LT	72	0,0	0,5	1,0	0,7	0,8	0,7	0,0
T	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mo	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Anzahl	911	110,0	216,0	210,0	199,0	90,0	77,0	9,0
(ha)		13,4	7,7	2,3	2,0	0,9	1,4	0,8

(eigene Auswertung nach Bodenschätzungskarten)

Tab.109: Anzahl und Flächengröße der Bodenartenflächen des Grünlandes nach Zustandsstufen im Untersuchungsraum Barnstädt

Bodenart	Zustandsstufe			
	Anzahl	1	2	3
IS	15	0	3	12
L	36	0	2	34
T	1	0	0	1
Mo	0	0	0	0
Summe	52	0	5	47
	Zustandsstufe			(ha)
	Anzahl	1	2	3
IS	15	0	0,7	2,1
L	36	0	0,8	1,8
T	1	0	0	0,4
Mo	0	0	0	0
Anzahl	52	0	5	47
(ha)		0	0,7	1,8

(eigene Auswertung nach Bodenschätzungskarten)

Tab. 111: Nutzungstyp Wald 1994 im Untersuchungsgebiet Jesewitz

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Wald	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Wald gesamt	117,1	19,0	100,0	100,0	1,6	15
Laubmischwald	74,1	13,5	63,3	71,0	1,8	12
Mischwald	35,2	3,8	30,1	19,9	1,1	1
Auwald	7,7	1,7	6,6	9,1	2,2	2
davon Angaben zur Hauptbaumart gesamt	60,8	10,0	100,0	100,0	1,6	11
Pappel	60,8	10,0	100,0	100,0	1,6	11
davon Angaben zur Nebenbaumart gesamt	60,8	10,0	100,0	100,0	1,6	11
Linde	18,2	3,3	30,0	32,5	1,8	3
Ahorn	37,6	5,1	61,8	50,7	1,4	5
Birke	0,8	0,4	1,3	3,6	4,5	1
Esche	4,2	1,3	6,8	13,1	3,2	2

(eigene Kartierung)

Tab. 112: Nutzungstyp Gehölze 1994 im Untersuchungsgebiet Jesewitz

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Gehölze	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Gehölze gesamt	94,5	66,5	100,0	100,0	7,0	104
Baumgruppe	6,4	4,1	7,2	6,8	6,4	13
Baumreihe	6,2	4,8	6,5	7,3	7,8	5
Hecke	45,9	40,5	48,5	61,0	8,8	50
Gehölzpflanzung, nicht standortgerecht	6,5	3,0	6,9	4,6	4,7	4
Streuobstwiese	12,4	6,1	13,1	9,2	4,9	11
Gebüsch	17,2	7,8	18,2	11,7	4,5	21
davon Angaben zum Baumbestand gesamt	86,1	61,6	100,0	100,0	7,2	96
Laubbaumbestand	5,7	4,0	6,6	6,5	7,1	8
Nadelbaumbestand	0,7	0,3	0,8	0,6	4,9	1
Laubmischbestand	70,1	51,3	81,5	83,3	7,3	78
Mischbestand	8,0	4,1	9,3	6,7	5,2	7
Kopfbaumbestand	1,6	1,8	1,8	2,9	11,5	2
davon Angaben zur Hauptbaumart gesamt	64,9	49,5	100,0	100,0	7,6	73
Eiche	0,8	0,5	1,2	1,0	6,4	2
Ahorn	0,9	0,9	1,4	1,8	10,1	2
Weide	6,4	5,3	9,9	10,8	8,3	9
Birke	1,7	1,3	2,7	2,5	7,3	1
Pappel	37,3	30,8	57,5	62,2	8,3	44
Esche	3,1	1,2	4,7	2,4	3,9	3
Kiefer	1,1	0,6	1,7	1,2	5,4	6
Kirsche	5,6	5,1	8,7	10,3	9,0	4
Robinie	8,0	3,8	12,3	7,8	4,8	2
davon Angaben zum Streuobstwiesenunterwuchs	12,4	6,1	100,0	100,0	4,9	11
intensives Grünland	1,5	0,8	11,7	13,4	5,6	1
Grünland undifferenziert	8,4	3,9	67,4	63,3	4,6	7
Acker/Gartenbau	1,1	0,6	8,5	10,6	6,1	1
mesophiles Grünland	1,5	0,8	12,3	12,8	5,1	2
Acker/Gartenbau	1,1	0,6	8,5	10,6	6,1	1

(eigene Kartierung)

Tab. 113: Biotoptypen Lineare Vegetationselemente und Gewässer 1994 im Untersuchungsgebiet Jesewitz

Biotoptypen:	Länge	Länge	Länge	Anzahl der
Lineare Elemente	in m	in m/ha	in %	Elemente
Gewässer gesamt	5968	1,2	100,0	11
davon Graben gerade	5968	1,2	100,0	11
davon Angaben zum Verbauungsgrad	5968	1,2	100,0	11
Ufer vollständig verbaut	3652	0,8	61,2	6
Ufer teilweise verbaut	1587	0,3	26,6	3
Ufer bedingt naturnah	729	0,2	12,2	2
Lineare Vegetationselemente gesamt	68425	14,2	100,0	170
davon nicht standortgerechte Gehölzpflanzung	1517	0,3	2,2	4
davon Baumreihe	35324	7,3	51,6	79
davon Gebüsch	3897	0,8	5,7	21
davon Hecke	27687	5,7	40,5	66
Hecke gesamt	27687	5,7	100,0	66
davon Angaben zum Bewuchs	27687	5,7	100,0	66
lückig mit Bäumen	4224	0,9	15,3	11
geschlossen mit Bäumen	20046	4,2	72,4	49
geschlossen ohne Bäume	1318	0,3	4,8	4
lückig ohne Bäume	2100	0,4	7,6	2
insgesamt Angaben zum Baumbestand	68197	14,2	100,0	169
Laubbaumbestand	8601	1,8	12,6	25
Nadelbaumbestand	171	0,0	0,3	1
Laubmischbestand	30129	6,3	44,2	84
Nadelmischbestand	0	0,0	0,0	0
Mischbestand	1305	0,3	1,9	4
Kopfbaumbestand	734	0,2	1,1	2
Obstbaumbestand	27257	5,7	40,0	53
insgesamt Angaben zur Hauptbaumart	57707	12,0	100,0	140
Linde	2694	0,6	4,7	9
Ahorn	445	0,1	0,8	2
Weide	3753	0,8	6,5	10
Birke	626	0,1	1,1	1
Pappel	18863	3,9	32,7	54
Erle	297	0,1	0,5	1
Esche	857	0,2	1,5	5
Pflaume	6451	1,3	11,2	8
Kirsche	8794	1,8	15,2	16
Apfel	9739	2,0	16,9	22
Birne	3096	0,6	5,4	6
Douglasie	1922	0,4	3,3	5
Kiefer	171	0,0	0,3	1
insgesamt Angaben zu Baumreihen	35324	7,3	100,0	79
einreihig lückig	9987	2,1	28,3	25
einreihig geschlossen	11859	2,5	33,6	27
mehrreihig lückig	4733	1,0	13,4	11
mehrreihig geschlossen	8746	1,8	24,8	16

(eigene Kartierung)

Tab. 114: Nutzungstyp Krautige Vegetation 1994 im Untersuchungsgebiet Jesewitz

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Krautige Vegetation	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Krautige Vegetation gesamt	145,2	34,4	100,0	100,0	2,4	38
Grünland	81,0	24,3	55,8	70,6	3,0	29
Staudenflur frisch/feucht	14,0	3,8	9,6	11,0	2,7	5
Sandmagerrasen	7,4	1,9	5,1	5,4	2,5	3
Hoch-/Übergangsmoor	42,9	4,5	29,5	13,0	1,0	1
Grünland gesamt	81,0	24,3	100,0	100,0	3,0	29
mesophiles Grünland	41,6	11,4	51,3	47,0	2,7	12
artenarmes Intensivgrünland	20,5	6,1	25,3	25,0	3,0	8
Feucht-/Naßgrünland	17,6	5,4	21,7	22,2	3,1	6
Tritt-/Park-/Zierrasen	1,4	1,4	1,7	5,8	10,1	3

(eigene Kartierung)

Tab. 115: Nutzungstyp Vegetationsfreie Fläche 1994 im Untersuchungsgebiet Jesewitz

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Vegetationsfreie Fläche	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Vegetationsfreie Fläche gesamt	50,8	16,1	100,0	100,0	3,2	30
Kies	9,2	1,9	18,2	11,7	2,0	2
Sand	0,2	0,2	0,5	1,4	9,8	1
Feinsubstrat undifferenziert	23,2	7,3	45,8	45,1	3,1	13
Müll/Abfall	17,2	6,1	33,8	37,9	3,6	12
Misthaufen	0,9	0,6	1,8	3,8	6,9	2
davon Angaben zur Restvegetation	50,8	16,1	100,0	100,0	3,2	30
vegetationslos	6,3	1,9	12,4	11,6	3,0	5
lockere krautige Vegetation	35,2	11,7	69,4	72,6	3,3	19
einzelne Büsche/Bäume	9,3	2,5	18,3	15,8	2,7	6

(eigene Kartierung)

Tab. 116: Nutzungstyp Acker 1994 im Untersuchungsgebiet Jesewitz

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Acker	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Acker gesamt	4054,6	490,5	100,0	100,0	1,2	292
Acker/ Gartenland	13,1	4,1	0,3	0,8	3,1	9
davon Obstanbau gesamt	25,6	3,7	0,6	0,7	1,4	3
Niederstamm	16,9	2,4	0,4	0,5	1,4	2
Hochstamm	8,8	1,3	0,2	0,3	1,4	1
davon Ackernutzung 1994	3804,9	482,8	93,8	98,4	1,3	283
Acker undifferenziert	13,4	2,9	0,3	0,6	2,2	6
Winterweizen	995,2	120,4	24,5	24,5	1,2	69
Sommerweizen	38,0	5,2	0,9	1,1	1,4	3
Wintergerste	835,7	102,1	20,6	20,8	1,2	57
Sommergerste	20,0	2,2	0,5	0,5	1,1	1
Roggen	65,8	10,1	1,6	2,1	1,5	9
Hafer	18,9	2,3	0,5	0,5	1,2	3
Mais	167,6	19,4	4,1	4,0	1,2	10
Sonnenblumen	250,6	38,0	6,2	7,7	1,5	19
Rüben	114,5	16,2	2,8	3,3	1,4	9
Raps	946,1	109,1	23,3	22,2	1,2	57
Feldgras	60,8	8,4	1,5	1,7	1,4	7
Futterleguminosen	56,2	8,8	1,4	1,8	1,6	6
Zwischenfrüchte	17,7	4,4	0,4	0,9	2,5	1
Edbeeren	2,7	1,0	0,1	0,2	3,6	1
Ackerbrache	201,9	32,2	5,0	6,6	1,6	25

(eigene Kartierung)

Tab. 117: Nutzungstyp Gewässer 1994 im Untersuchungsgebiet Jesewitz

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Gewässer	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Gewässer gesamt	25,4	13,5	100,0	100,0	5,3	26
Stillgewässer	14,8	5,2	58,4	38,5	3,5	3
Graben gerade	6,0	5,7	23,7	42,2	9,5	4
Abgrabungsgewässer	3,2	2,1	12,6	15,7	6,7	6
künstliches Gewässer	1,4	0,5	5,4	3,6	3,5	13
davon Ufer mit Angaben zum Verbauungsgrad	25,4	13,5	100,0	100,0	5,3	26
Ufer weitgehend naturnah	0,8	0,7	3,1	4,9	8,5	4
Ufer bedingt naturnah	16,7	6,4	65,7	46,9	3,8	13
Ufer teilweise verbaut	3,3	2,3	13,0	16,7	6,9	4
Ufer vollständig verbaut	4,6	4,3	18,2	31,4	9,2	5

(eigene Kartierung)

Tab. 118: Nutzungstyp Bebauter Bereich 1994 im Untersuchungsgebiet Jesewitz

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Bebauter Bereich	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Bebauter Bereich gesamt	329,9	89,0	100,0	100,0	2,7	136
Siedlungskernbereich	129,1	22,0	39,1	24,7	1,7	14
Mischbebauung	2,9	0,7	0,9	0,8	2,6	1
Wohnbebauung	70,0	29,4	21,2	33,1	4,2	60
Gewerbeflächen	8,9	4,2	2,7	4,8	4,8	7
Versorgungsanlagen	1,0	0,4	0,3	0,5	4,1	1
Landwirtschaftliche Gebäude	83,5	17,5	25,3	19,6	2,1	23
Kleingartenanlagen	20,7	9,4	6,3	10,6	4,6	20
Freizeitanlagen	4,5	1,6	1,4	1,8	3,6	3
Burg/Ruine	0,4	0,3	0,1	0,3	7,6	1
Parkplatz	2,6	1,2	0,8	1,4	4,6	1
Kläranlagen	4,0	1,2	1,2	1,4	3,1	2
Wasserwerke	2,3	1,0	0,7	1,1	4,3	3
davon Flächen mit Angaben zur Versiegelung	180,4	58,0	100,0	100,0	3,2	103
gering versiegelt	81,3	25,8	45,0	44,6	3,2	49
mäßig versiegelt	45,6	16,1	25,2	27,8	3,5	32
stark versiegelt	53,5	16,1	29,6	27,8	3,0	22
davon Flächen mit Angaben zum Gehölzbestand	177,8	56,8	100,0	100,0	3,2	102
dicht gehölzbestanden	7,4	3,5	4,2	6,2	4,7	10
mäßig gehölzbestanden	55,5	22,1	31,2	38,9	4,0	41
einzelne Gehölze	60,2	18,0	33,8	31,8	3,0	30
gehölzfrei	54,6	13,0	30,7	22,9	2,4	21

(eigene Kartierung)

Tab. 119: Nutzungstyp Wald 1994 im Untersuchungsgebiet Nerchau

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Wald	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Wald gesamt	115,8	46,1	100,0	100,0	4,0	50
Laubmischwald	99,3	41,9	85,8	91,0	4,2	46
Weichholzaue	14,3	3,3	12,3	7,1	2,3	2
Bruch-, Sumpfland (Feuchtwald)	2,2	0,9	1,9	1,9	4,1	2
davon Angaben zur Hauptbaumart gesamt	38,3	17,4	100,0	100,0	4,5	21
Eiche	13,3	7,6	34,6	44,0	5,8	12
Birke	1,5	0,6	3,9	3,7	4,4	1
Pappel	12,3	5,1	32,1	29,4	4,1	5
Erle	0,6	0,4	1,6	2,3	6,3	1
Esche	5,5	2,5	14,3	14,2	4,5	1
Buche	5,1	1,1	13,4	6,5	2,2	1
davon Angaben zur Nebenbaumart gesamt	31,3	14,1	100,0	100,0	4,5	18
Eiche	6,6	1,8	21,1	12,6	2,7	2
Ahorn	11,4	4,7	36,5	33,1	4,1	4
Weide	1,5	0,5	4,9	3,5	3,2	1
Pappel	7,5	5,3	24,0	37,8	7,1	8
Erle	1,0	0,5	3,1	3,3	4,8	1
Esche	3,2	1,4	10,3	9,7	4,2	2

(eigene Kartierung)

Tab. 120: Nutzungstyp Gehölze 1994 im Untersuchungsgebiet Nerchau

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Gehölze	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Gehölze gesamt	59,8	33,4	100,0	100,0	5,6	72
Baumgruppe	12,3	6,6	25,5	23,6	5,4	12
Baumreihe	6,8	5,1	11,4	15,3	7,5	13
Hecke	3,7	3,3	6,2	9,9	8,9	5
Gehölzpflanzung, nicht standortgerecht	4,8	2,6	8,1	7,7	5,3	7
Streuobstwiese	28,1	14,0	47,0	42,0	5,0	31
Gebüsch	4,1	1,8	6,8	5,3	4,4	4
davon Angaben zum Baumbestand gesamt	33,8	20,4	100,0	100,0	6,0	45
Laubbaumbestand	5,2	2,4	15,5	11,9	4,6	5
Nadelbaumbestand	1,1	0,5	3,3	2,4	4,3	4
Laubmischbestand	23,7	15,4	70,2	75,4	6,5	31
Mischbestand	2,6	1,6	7,6	8,0	6,3	4
Obstbaumbestand	1,1	0,5	3,3	2,4	4,3	1
davon Angaben zur Hauptbaumart gesamt	15,9	8,9	100,0	100,0	5,6	22
Eiche	6,2	3,2	39,1	36,5	5,2	7
Linde	3,2	1,5	20,5	16,8	4,6	2
Weide	1,5	1,0	9,3	11,1	6,7	3
Pappel	1,6	0,9	9,9	9,8	5,6	3
Esche	0,7	0,7	4,3	7,8	10,3	2
Pflaume	1,1	0,5	7,0	5,4	4,3	1
Douglasie	1,2	0,8	7,8	8,5	6,1	2
Fichte	0,3	0,4	2,2	4,0	10,3	2
davon Angaben zum Streuobstwiesenunterwuchs	28,1	14,0	100,0	100,0	5,0	29
Acker/Gartenbau	3,2	2,0	11,5	14,2	6,2	4
Grünland undifferenziert	5,3	3,5	19,0	24,8	6,5	6
Magerrasen	6,2	1,9	22,1	13,4	3,0	2
mesophiles Grünland	12,4	5,8	44,2	41,5	4,7	13
umgebrochens Grünland (eigene Kartierung)	0,9	0,9	3,2	6,2	9,6	4

Tab. 121: Biotoptypen Lineare Vegetationselemente und Gewässer 1994 im Untersuchungsgebiet Nerchau

Biotoptypen:	Länge	Länge	Länge	Anzahl der
Lineare Elemente	in m	in m/ha	in %	Elemente
Gewässer gesamt	519	0,2	100,0	2
davon Graben gerade	519	0,2	100,0	2
davon Angaben zum Verbauungsgrad	519	0,2	100,0	2
Ufer vollständig verbaut	519	0,2	100,0	2
Lineare Vegetationselemente	40017	12,9	100,0	155
davon nicht standortgerechte Gehölzpflanzung	56	0,0	0,1	1
davon Baumreihe	32082	10,4	80,2	125
davon Gebüsch	330	0,1	0,8	2
davon Hecke	7548	2,4	18,9	27
Hecke gesamt	7548	2,4	100,0	27
davon Angaben zum Bewuchs	6918	2,2	100,0	26
lückig mit Bäumen	2648	0,9	38,3	9
geschlossen mit Bäumen	2505	0,8	36,2	9
geschlossen ohne Bäume	544	0,2	7,9	3
lückig ohne Bäume	1222	0,4	17,7	5
insgesamt Angaben zum Baumbestand	40017	12,9	100,0	155
Laubbaumbestand	2680	0,9	6,7	11
Nadelbaumbestand	555	0,2	1,4	2
Laubmischbestand	14882	4,8	37,2	67
Nadelmischbestand	0	0,0	0,0	0
Mischbestand	131	0,0	0,3	1
Kopfbaumbestand	373	0,1	0,9	1
Obstbaumbestand	21396	6,9	53,5	73
insgesamt Angaben zur Hauptbaumart	31866	10,3	100,0	121
Eiche	2238	0,7	7,0	15
Linde	123	0,0	0,4	1
Ahorn	180	0,1	0,6	1
Weide	5381	1,7	16,9	15
Birke	56	0,0	0,2	1
Pappel	1466	0,5	4,6	8
Erle	926	0,3	2,9	3
Esche	461	0,1	1,4	4
Pflaume	3401	1,1	10,7	15
Kirsche	5739	1,9	18,0	18
Apfel	5614	1,8	17,6	16
Birne	5725	1,8	18,0	20
Douglasie	380	0,1	1,2	2
Fichte	178	0,1	0,6	2
insgesamt Angaben zu Baumreihen	32082	10,4	100,0	125
einreihig lückig	18282	5,9	57,0	64
einreihig geschlossen	5357	1,7	16,7	26
mehrreihig lückig	6446	2,1	20,1	26
mehrreihig geschlossen	1997	0,6	6,2	9

(eigene Kartierung)

Tab. 122: Nutzungstyp Krautige Vegetation 1994 im Untersuchungsgebiet Nerchau

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Krautige Vegetation	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Krautige Vegetation gesamt	379,1	108,7	100,0	100,0	2,9	128
Grünland	372,8	105,2	98,3	96,8	2,8	120
Silikatmagerrasen	4,9	2,6	1,3	2,4	5,3	4
Flachmoor/Salzsumpf	1,1	0,6	0,3	0,6	5,6	2
Staudenflur mittelfrisch	0,3	0,3	0,1	0,3	10,8	2
Grünland gesamt	372,8	105,2	100,0	100,0	2,8	120
mesophiles Grünland	112,6	34,6	30,2	32,9	3,1	37
artenarmes Intensivgrünland	249,7	65,2	67,0	62,0	2,6	70
Feucht- /Naßgrünland	10,5	5,4	2,8	5,1	5,1	13

(eigene Kartierung)

Tab. 123: Nutzungstyp Vegetationsfreie Fläche 1994 im Untersuchungsgebiet Nerchau

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Vegetationsfreie Fläche	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Vegetationsfreie Fläche gesamt	19,3	8,6	100,0	100,0	4,4	23
Fels	1,8	0,6	9,4	7,2	3,4	1
Sand	2,9	1,2	15,2	14,2	4,1	3
Feinsubstrat undifferenziert	1,9	0,6	9,6	7,1	3,3	1
Müll/Abfall	12,7	6,1	65,7	71,5	4,8	18
davon Angaben zur Restvegetation	19,3	8,6	100,0	100,0	4,4	23
vegetationslos	4,9	2,6	25,7	30,0	5,2	7
lockere krautige Vegetation	12,1	5,0	62,6	58,1	4,1	13
einzelne Büsche/Bäume	2,3	1,0	11,8	11,9	4,5	3

(eigene Kartierung)

Tab. 124: Nutzungstyp Acker 1994 im Untersuchungsgebiet Nerchau

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Acker	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Acker gesamt	2339,5	282,0	100,0	100,0	1,2	193
Acker/ Gartenland	6,7	2,9	0,3	1,0	4,3	9
EGB offen, undifferenziert	0,6	0,4	0,1	0,1	6,4	1
Anbau unter Glas	1,7	0,7	0,1	0,3	4,1	1
Hopfen	21,1	2,3	0,9	0,8	1,1	1
davon Obstanbau gesamt	3,6	1,2	0,2	0,4	3,4	2
Niederstamm	3,6	1,2	0,2	0,4	3,4	2
davon Ackernutzung 1994	2305,8	274,5	98,6	97,3	1,2	179
Acker undifferenziert	117,0	14,4	5,0	5,1	1,2	12
Winterweizen	863,3	92,6	36,9	32,8	1,1	49
Sommerweizen	154,8	20,5	6,6	7,3	1,3	15
Wintergerste	548,9	55,3	23,5	19,6	1,0	31
Sommergerste	4,0	1,0	0,2	0,4	2,6	1
Roggen	15,5	3,6	0,7	1,3	2,3	5
Sonnenblumen	6,7	1,8	0,3	0,6	2,7	3
Mais	165,1	23,1	7,1	8,2	1,4	20
Rüben	133,2	17,4	5,7	6,2	1,3	12
Raps	138,4	20,0	5,9	7,1	1,4	12
Futterleguminosen	22,6	2,0	1,0	0,7	0,9	1
Zwischenfrüchte	49,0	9,7	2,1	3,4	2,0	10
Kartoffeln	1,0	0,6	0,1	0,2	6,2	1
Ackerbrache	86,2	12,5	3,7	4,4	1,4	7

(eigene Kartierung)

Tab. 125: Nutzungstyp Gewässer 1994 im Untersuchungsgebiet Nerchau

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Gewässer	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Gewässer gesamt	8,5	3,3	100,0	100,0	3,9	5
sonstiger See	4,7	1,6	55,5	46,8	3,3	2
Graben gerade	0,5	0,7	6,1	20,8	13,4	1
Abgrabungsgewässer	2,8	0,8	33,7	24,5	2,9	1
sonstiges	0,4	0,3	4,8	7,8	6,5	1
davon Ufer mit Angaben zum Verbauungsgrad	8,5	3,3	100,0	100,0	3,9	5
Ufer weitgehend naturnah	4,7	1,6	55,5	46,8	3,3	2
Ufer bedingt naturnah	2,8	0,8	33,7	24,5	2,9	1
Ufer teilweise verbaut	0,4	0,3	4,8	7,8	6,5	1
Ufer vollständig verbaut	0,5	0,7	6,1	20,8	13,4	1

(eigene Kartierung)

Tab. 126: Nutzungstyp Bebauter Bereich 1994 im Untersuchungsgebiet Nerchau

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Bebauter Bereich	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Bebauter Bereich gesamt	173,9	54,0	100,0	100,0	3,1	85
Siedlungskernbereich	102,1	24,6	58,7	45,5	2,4	18
Wohnbebauung	23,6	14,5	13,6	26,8	6,1	39
Landwirtschaftliche Gebäude	26,7	7,0	15,4	13,0	2,6	10
Friedhof	0,4	0,3	0,2	0,5	6,3	1
Kleingartenanlagen	6,6	2,3	3,8	4,2	3,5	6
Industrieanlagen	1,4	0,5	0,8	0,9	3,4	1
Gewerbeflächen	9,4	3,3	5,4	6,2	3,6	5
Funkanlagen	0,8	0,4	0,4	0,8	5,7	1
Parkplatz	0,1	0,1	0,0	0,2	17,4	1
Wasserwirtschaftliche Anlagen	2,9	1,0	1,7	1,9	3,5	3
davon Flächen mit Angaben zur Versiegelung	65,5	27,4	100,0	100,0	4,2	63
gering versiegelt	17,4	8,8	26,6	31,9	5,0	25
mäßig versiegelt	37,2	15,1	56,8	55,2	4,1	34
stark versiegelt	9,5	3,1	14,5	11,1	3,2	4
davon Flächen mit Angaben zum Gehölzbestand	66,0	27,6	100,0	100,0	4,2	64
dicht gehölzbestanden	7,7	3,5	11,6	12,7	4,6	10
mäßig gehölzbestanden	26,5	13,9	40,2	50,4	5,3	37
Einzelgehölz	19,1	5,5	29,0	19,8	2,9	8
gehölzfrei	12,7	4,7	19,2	17,0	3,7	9

(eigene Kartierung)

Tab. 127: Nutzungstyp Wald 1994 im Untersuchungsgebiet Gimritz

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Wald	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Wald gesamt	13,1	4,7	100,0	100,0	3,6	7
Laubmischwald	12,8	4,5	98,0	94,5	3,5	6
Mischwald	0,3	0,3	2,0	5,5	9,8	1
davon Angaben zur Hauptbaumart gesamt	7,3	2,5	100,0	100,0	3,4	4
Pappel	2,0	0,7	26,9	27,3	3,4	1
Esche	3,7	1,0	51,0	41,9	2,8	1
Robinie	1,6	0,8	22,2	30,7	4,7	2
davon Angaben zur Nebenbaumart gesamt	1,4	0,5	100,0	100,0	3,7	1
Pappel	1,4	0,5	100,0	100,0	3,7	1

(eigene Kartierung)

Tab. 128: Nutzungstyp Gehölze 1994 im Untersuchungsgebiet Gimritz

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Gehölze	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Gehölze gesamt	71,9	46,4	100,0	100,0	6,5	66
Baumgruppe	1,7	1,0	2,6	2,8	6,1	6
Baumreihe	26,2	22,5	36,4	48,4	8,6	17
Hecke	6,8	5,7	9,5	12,3	8,3	9
Gehölzpflanzung, nicht standortgerecht	13,0	4,2	18,0	9,0	3,2	4
Streuobstwiese	5,0	4,3	6,9	9,3	8,7	11
Gebüsch	19,2	8,7	26,7	18,8	4,6	19
davon Angaben zum Baumbestand gesamt	65,7	41,6	100,0	100,0	6,3	54
Laubbaumbestand	10,7	5,7	16,2	13,7	5,3	13
Laubmischbestand	42,9	31,3	65,3	75,2	7,3	36
Mischbestand	10,5	3,8	16,0	9,2	3,6	4
Obstbaumbestand	1,6	0,8	2,4	1,9	5,0	1
davon Angaben zur Hauptbaumart gesamt	49,1	33,7	100,0	100,0	6,9	37
Eiche	0,3	0,2	0,7	0,7	6,5	1
Ahorn	3,2	1,5	6,5	4,5	4,7	2
Weide	3,1	1,8	6,3	5,3	5,8	2
Birke	0,7	0,6	1,5	1,8	8,0	2
Pappel	38,3	26,4	78,1	78,5	6,9	24
Esche	1,4	1,7	2,9	4,9	11,8	2
Kastanie	0,2	0,1	0,3	0,4	9,1	1
Kirsche	0,1	0,1	0,3	0,4	10,3	1
Robinie	1,7	1,2	3,5	3,5	6,9	2
davon Angaben zum Streuobstwiesenunterwuchs	4,3	3,6	100,0	100,0	8,4	8
Grünland undifferenziert	3,3	2,9	76,6	80,0	8,8	6
Magerrasen	1,0	0,7	23,4	20,0	7,2	2

(eigene Kartierung)

Tab. 129: Biotoptypen Lineare Vegetationselemente und Gewässer 1994 im Untersuchungsgebiet Gimritz

Biotoptypen:	Länge	Länge	Länge	Anzahl der
Lineare Elemente	in m	in m/ha	in %	Elemente
Gewässer gesamt	3144	0,9	100,0	9
davon Graben gerade	3144	0,9	100,0	9
davon Angaben zum Verbauungsgrad	2958	0,8	100,0	7
Ufer vollständig verbaut	851	0,2	28,8	2
Ufer teilweise verbaut	1443	0,4	48,8	3
Ufer bedingt naturnah	664	0,2	22,5	2
Lineare Vegetationselemente gesamt	47564	12,9	100,0	122
davon nicht standortgerechte Gehölzpflanzung	2089	0,6	4,4	4
davon Baumreihe	29569	8,0	62,2	65
davon Gebüsch	5161	1,4	10,9	22
davon Hecke	10744	2,9	22,6	31
Hecke gesamt	10744	2,9	100,0	31
davon Angaben zum Bewuchs	10744	2,9	100,0	31
lückig mit Bäumen	4104	1,1	38,2	10
geschlossen mit Bäumen	3100	0,8	28,9	10
geschlossen ohne Bäume	496	0,1	4,6	2
lückig ohne Bäume	3044	0,8	28,3	9
insgesamt Angaben zum Baumbestand	47004	12,8	100,0	117
Laubbaumbestand	6192	1,7	13,2	18
Laubmischbestand	26379	7,2	56,1	63
Mischbestand	2436	0,7	5,2	5
Kopfbaubestand	0	0,0	0,0	0
Obstbaumbestand	11996	3,3	25,5	31
insgesamt Angaben zur Hauptbaumart	36163	9,8	100,0	83
Ahorn	755	0,2	2,1	2
Weide	899	0,2	2,5	2
Birke	296	0,1	0,8	2
Pappel	16607	4,5	45,9	33
Esche	4588	1,2	12,7	10
Pflaume	2610	0,7	7,2	10
Kirsche	2015	0,5	5,6	5
Apfel	2750	0,7	7,6	6
Birne	4378	1,2	12,1	10
Robinie	1263	0,3	3,5	3
insgesamt Angaben zu Baumreihen	29569	8,0	100,0	65
einreihig lückig	14828	4,0	50,1	29
einreihig geschlossen	7005	1,9	23,7	14
mehrreihig lückig	2643	0,7	8,9	10
mehrreihig geschlossen	5093	1,4	17,2	12

(eigene Kartierung)

Tab. 130: Nutzungstyp Krautige Vegetation 1994 im Untersuchungsgebiet Gimritz

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Krautige Vegetation	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Krautige Vegetation gesamt	818,0	150,5	100,0	100,0	1,8	193
Grünland	362,7	73,8	44,3	49,1	2,0	74
Silikatmagerrasen	452,1	75,3	55,3	50,0	1,7	116
Flachmoor/Salzsumpf	3,2	1,3	0,4	0,9	4,1	3
davon Grünlandnutzung gesamt	362,7	73,8	100,0	100,0	2,0	74
mesophiles Grünland	106,6	26,4	29,4	35,8	2,5	28
artenarmes Intensivgrünland	253,7	45,9	69,9	62,2	1,8	44
Feucht-/Naßgrünland	2,4	1,5	0,7	2,0	6,3	2

(eigene Kartierung)

Tab. 131: Nutzungstyp Acker 1994 im Untersuchungsgebiet Gimritz

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Acker	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Acker gesamt	2388,5	300,2	100,0	100,0	1,3	193
Acker/ Gartenland	14,9	4,4	0,6	1,5	3,0	7
davon Ackernutzung 1994	2373,6	295,7	99,4	98,5	1,2	186
Acker undifferenziert	28,4	4,6	1,2	1,5	1,6	5
Winterweizen	395,5	40,1	16,6	13,3	1,0	23
Wintergerste	161,7	20,2	6,8	6,7	1,3	13
Sommergerste	110,6	14,6	4,6	4,9	1,3	7
Roggen	51,5	8,2	2,2	2,7	1,6	6
Hafer	18,9	4,3	0,8	1,4	2,3	5
Sonnenblumen	361,2	38,5	15,1	12,8	1,1	23
Rüben	150,5	21,6	6,3	7,2	1,4	15
Mais	185,7	19,2	7,8	6,4	1,0	9
Raps	283,2	34,1	11,9	11,4	1,2	23
Futterleguminosen	127,4	16,9	5,3	5,6	1,3	8
Zwischenfrüchte	5,3	1,6	0,2	0,5	3,1	2
Feldgras	36,8	5,6	1,5	1,9	1,5	4
Ackerbrache	456,7	66,2	19,1	22,1	1,5	43

(eigene Kartierung)

Tab. 132: Nutzungstyp Vegetationsfreie Fläche 1994 im Untersuchungsgebiet Gimritz

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
Vegetationsfreie Fläche						
NT: Vegetationsfreie Fläche gesamt	119,8	23,8	100,0	100,0	2,0	31
Fels	1,7	1,1	1,5	4,8	6,6	3
Ton/Kaolin	9,0	1,2	7,6	5,2	1,4	1
Feinsubstrat undifferenziert	92,9	14,5	77,6	61,1	1,6	12
Kohle	0,3	0,3	0,2	1,2	9,5	1
Müll/Abfall	7,0	2,8	5,9	11,9	4,0	6
Misthaufen	0,3	0,3	0,2	1,4	11,6	1
undifferenziert	8,4	3,4	7,1	14,4	4,0	7
davon Angaben zur Restvegetation	119,8	23,8	100,0	100,0	2,0	29
vegetationslos	31,9	4,3	26,6	17,9	1,3	4
lockere krautige Vegetation	29,4	10,2	24,5	42,8	3,5	16
einzelne Büsche/Bäume	58,5	9,3	48,8	39,3	1,6	9

(eigene Kartierung)

Tab. 133: Nutzungstyp Gewässer 1994 im Untersuchungsgebiet Gimritz

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
Gewässer						
NT: Gewässer gesamt	7,2	4,3	100,0	100,0	5,9	7
Abgrabungsgewässer	3,7	1,5	52,2	35,4	4,0	3
Graben gerade	3,4	2,7	47,8	64,6	8,0	4
davon Ufer mit Angaben zum Verbauungsgrad	6,4	3,9	100,0	100,0	6,1	6
Ufer bedingt naturnah	5,4	2,8	84,4	73,0	5,2	5
Ufer teilweise verbaut	1,0	1,1	15,6	27,0	10,6	1

(eigene Kartierung)

Tab. 134: Nutzungstyp Bebaute Bereich 1994 im Untersuchungsgebiet Gimritz

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Bebaute Bereich	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Bebaute Bereich gesamt	261,3	46,8	100,0	100,0	1,8	45
Siedlungskernbereich	167,0	22,6	63,9	48,3	1,4	12
Wohnbebauung	5,4	1,9	2,1	4,1	3,5	4
Industrieanlagen	39,7	8,8	15,2	18,8	2,2	9
Gewerbeflächen	1,2	0,7	0,4	1,4	5,6	2
Landwirtschaftliche Gebäude	6,7	2,9	2,6	6,3	4,4	8
Kleingartenanlagen	11,4	2,9	4,4	6,2	2,6	3
Freizeitanlagen	24,9	5,5	9,5	11,6	2,2	4
Eisenbahn	3,8	0,9	1,5	2,0	2,4	1
Wasserwirtschaftliche Anlagen	1,2	0,6	0,5	1,4	5,2	2
davon Flächen mit Angaben zur Versiegelung	243,9	41,3	100,0	100,0	1,7	37
gering versiegelt	181,9	26,2	74,6	63,3	1,4	15
mäßig versiegelt	29,6	7,8	12,1	18,4	2,6	13
stark versiegelt	32,4	7,4	13,3	17,5	2,3	9
davon Flächen mit Angaben zum Gehölzbestand	216,4	36,4	100,0	100,0	1,7	33
dicht gehölzbestanden	21,4	4,1	9,9	11,2	1,9	1
mäßig gehölzbestanden	178,2	25,7	82,4	70,6	1,4	16
einzelne Gehölze	8,1	3,1	3,8	8,5	3,8	7
gehölzfrei	8,7	3,5	4,0	9,7	4,1	9

(eigene Kartierung)

Tab. 135: Nutzungstyp Wald 1994 im Untersuchungsgebiet Barnstädt

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Wald	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
Wald	84,4	22,1	100,0	100,0	2,6	21
Nadelmischwald	2,5	0,6	2,9	2,8	2,5	1
Laubmischwald	82,0	21,5	97,1	97,2	2,6	20
davon Angaben zur Hauptbaumart gesamt	82,0	20,8	100,0	100,0	2,5	18
Kiefer	3,2	1,0	4,0	4,9	3,1	2
Eiche	78,7	19,8	96,0	95,1	2,5	16
davon Angaben zur Nebenbaumart gesamt	61,2	16,5	100,0	100,0	2,7	15
Pappel	50,7	13,8	82,8	83,7	2,7	13
Buche	8,0	2,1	13,1	12,6	2,6	1
Lärche	2,5	0,6	4,0	3,7	2,5	1

(eigene Kartierung)

Tab. 136: Nutzungstyp Gehölze 1994 im Untersuchungsgebiet Barnstädt

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Disper- sionsgrad	Anzahl der
Gehölze	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Gehölze gesamt	75,9	31,1	100,0	100,0	4,1	54
Einzelbaum	3,2	3,8	4,2	12,3	12,0	5
Baumgruppe	3,2	1,8	4,2	5,9	5,7	6
Baumreihe	46,2	11,5	60,9	37,0	2,5	7
Hecke	0,9	1,0	1,2	3,1	10,7	4
Streuobstwiese	15,3	8,4	20,1	27,0	5,5	17
Gebüsch	7,1	4,6	9,4	14,7	6,4	15
davon Angaben zum Baumbestand gesamt	60,6	22,7	100,0	100,0	3,7	37
Laubbaumbestand	3,7	4,6	6,1	20,4	12,5	4
Laubmischbestand	12,7	10,1	20,9	44,7	8,0	26
Mischbestand	0,9	0,6	1,5	2,6	6,3	2
Obstbaumbestand	43,3	7,4	71,5	32,4	1,7	5
davon Angaben zur Haupt- baumart gesamt	47,6	11,6	100,0	100,0	2,4	13
Eiche	0,2	0,2	0,3	1,5	10,5	1
Ahorn	0,4	0,3	0,9	2,6	6,8	1
Weide	0,6	0,5	1,4	4,4	8,0	2
Birke	0,2	0,2	0,4	1,6	9,0	1
Pappel	5,4	6,7	11,3	58,1	12,5	5
Esche	0,4	0,3	0,8	2,3	7,3	1
Pflaume	39,7	3,0	83,3	26,1	0,8	1
Kiefer	0,7	0,4	1,5	3,4	5,5	1
davon Angaben zum Streuobstwiesenunterwuchs	15,3	8,4	100,0	100,0	5,5	17
Grünland undifferenziert	1,0	0,7	6,6	8,8	7,3	3
Magerrasen	10,3	4,4	67,3	52,7	4,3	8
Acker / Gartenbau	1,9	1,4	12,5	16,9	7,5	4
mesophiles Grünland	0,7	0,5	4,6	5,8	6,8	1
intensives Grünland	0,2	0,2	1,2	2,3	10,5	1

(eigene Kartierung)

Tab. 137: Biotoptypen Lineare Vegetationselemente und Gewässer 1994 im Untersuchungsgebiet Barnstädt

Biotoptypen:	Länge	Länge	Länge	Anzahl der
Lineare Elemente	in m	in m/ha	in %	Elemente
Gewässer gesamt	1151	0,3	100,0	2
davon Graben gerade	1151	0,3	100,0	2
davon Angaben zum Verbauungsgrad	1151	0,3	100,0	2
Ufer vollständig verbaut	1151	0,3	100,0	2
Lineare Vegetationselemente gesamt	51242	11,4	100,0	94
davon Baumreihe	37861	8,4	73,9	72
davon Hecke	13381	3,0	26,1	21
Hecke gesamt	13381	3,0	100,0	21
davon Angaben zum Bewuchs	13381	3,0	100,0	21
lückig mit Bäumen	1748	0,4	13,1	5
geschlossen mit Bäumen	10595	2,4	79,2	13
geschlossen ohne Bäume	571	0,1	4,3	1
lückig ohne Bäume	466	0,1	3,5	2
insgesamt Angaben zum Baumbestand	51242	11,4	100,0	93
Laubbaumbestand	3877	0,9	7,6	11
Laubmischbestand	17279	3,8	33,7	25
Obstbaumbestand	30086	6,7	58,7	57
insgesamt Angaben zur Hauptbaumart	43402	9,6	100,0	81
Eiche	53	0,0	0,1	1
Linde	253	0,1	0,6	2
Ahorn	3331	0,7	7,7	3
Weide	571	0,1	1,3	1
Pappel	6391	1,4	14,7	14
Esche	1865	0,4	4,3	1
Pflaume	950	0,2	2,2	4
Kirsche	28832	6,4	66,4	51
Apfel	361	0,1	0,8	1
Birne	794	0,2	1,8	3
insgesamt Angaben zu Baumreihen	37861	8,4	100,0	72
einreihig lückig	8361	1,9	22,1	15
einreihig geschlossen	5861	1,3	15,5	11
mehrreihig lückig	15429	3,4	40,8	29
mehrreihig geschlossen	8211	1,8	21,7	17

(eigene Kartierung)

Tab. 138: Nutzungstyp Krautige Vegetation 1994 im Untersuchungsgebiet Barnstädt

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Krautige Vegetation	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Krautige Vegetation gesamt	137,9	47,8	100,0	100,0	3,5	66
artenarmes Intensivgrünland	5,0	2,2	3,6	4,7	4,5	4
mesophiles Grünland	11,4	4,6	8,2	9,7	4,1	8
Kalkmagerrasen	117,2	38,0	85,0	79,5	3,2	47
Staudenflur frisch	2,3	1,5	1,7	3,0	6,2	4
Staudenflur trocken	1,9	1,5	1,4	3,1	7,6	3

(eigene Kartierung)

Tab. 139: Nutzungstyp Vegetationsfreie Fläche 1994 im Untersuchungsgebiet Barnstädt

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Vegetationsfreie Fläche	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Vegetationsfreie Fläche gesamt	40,0	9,7	100,0	100,0	2,4	18
Feinsubstrat undifferenziert	15,7	6,1	39,3	63,0	3,9	10
Müll/Abfall	24,3	3,6	60,7	37,0	1,5	8
davon Angaben zur Restvegetation	39,2	9,2	100,0	100,0	2,3	16
vegetationslos	1,4	0,9	3,6	9,1	6,1	3
lockere krautige Vegetation	13,8	4,5	34,4	47,0	3,3	8
einzelne Büsche/Bäume	24,0	3,7	60,0	38,8	1,6	5

(eigene Kartierung)

Tab. 140: Nutzungstyp Gewässer 1994 im Untersuchungsgebiet Barnstädt

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Gewässer	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Gewässer gesamt	8,9	9,2	100,0	100,0	10,3	8
Graben gerade	8,9	9,2	100,0	100,0	10,3	8
davon Ufer mit Angaben zum Verbauungsgrad	8,9	9,2	100,0	100,0	10,3	8
Ufer bedingt naturnah	0,6	0,6	7,0	6,3	9,3	1
Ufer vollständig verbaut	8,3	8,7	93,0	93,7	10,4	7

(eigene Kartierung)

Tab. 141: Nutzungstyp Acker 1994 im Untersuchungsgebiet Barnstädt

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Acker	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Acker gesamt	3910,4	334,5	100,0	100,0	0,9	183
Acker/ Gartenland	18,1	6,2	0,5	1,8	3,4	11
Hopfen	24,2	2,5	0,6	0,7	1,0	1
davon Obstanbau gesamt	6,2	1,6	0,2	0,5	2,6	2
Niederstamm	6,2	1,6	0,2	0,5	2,6	2
davon Ackernutzung 1994	3861,9	324,2	98,8	96,9	0,8	169
Acker undifferenziert	101,2	10,7	2,6	3,2	1,1	6
Winterweizen	1340,0	109,3	34,3	32,7	0,8	55
Wintergerste	727,3	63,3	18,6	18,9	0,9	34
Sommergerste	71,2	6,2	1,8	1,9	0,9	3
Hafer	4,1	1,0	0,1	0,3	2,4	1
Sonnenblumen	56,0	8,4	1,4	2,5	1,5	3
Rüben	822,9	53,4	21,0	16,0	0,6	22
Mais	280,7	25,1	7,2	7,5	0,9	11
Raps	123,6	14,4	3,2	4,3	1,2	11
Futterleguminosen	74,8	7,0	1,9	2,1	0,9	5
Zwischenfrüchte	218,0	18,3	5,6	5,5	0,8	11
Kartoffeln	3,0	0,8	0,1	0,2	2,7	1
Ackerbrache	39,2	6,5	1,0	1,9	1,7	6

(eigene Kartierung)

Tab. 142: Nutzungstyp Bebaueter Bereich 1994 im Untersuchungsgebiet Barnstädt

Nutzungstyp (NT):	Flächen- größe (FG)	Flächen- umfang (FU)	FG	FU	Dispersions- grad	Anzahl der
Bebauter Bereich	in ha	in km	in %	in %	(D)	Elemente
NT: Bebaueter Bereich gesamt	242,3	59,0	100,0	100,0	2,4	92
Siedlungskernbereich	110,7	13,0	45,7	22,0	1,2	6
Wohnbebauung	46,6	16,3	19,2	27,7	3,5	29
Friedhof	1,1	0,6	0,5	1,0	5,2	2
Industrieanlagen	1,5	0,9	0,6	1,5	5,6	3
Gewerbeflächen	9,6	2,7	3,9	4,7	2,9	4
Landwirtschaftliche Gebäude	54,5	16,7	22,5	28,3	3,1	29
Kleingartenanlagen	12,1	4,3	5,0	7,4	3,6	7
Freizeitanlagen	0,6	0,5	0,2	0,9	8,8	1
Parkplatz	2,3	1,8	1,0	3,1	7,8	3
Wasserwirtschaftliche Anlagen	2,3	1,5	0,9	2,6	6,7	6
Versorgungsanlagen	1,0	0,6	0,4	1,0	5,7	2
davon Flächen mit Angaben zur Versiegelung	122,6	40,0	100,0	100,0	3,3	71
gering versiegelt	29,4	12,5	24,0	31,1	4,2	24
mäßig versiegelt	53,1	15,8	43,3	39,6	3,0	28
stark versiegelt	40,1	11,7	32,7	29,2	2,9	19

(eigene Kartierung)

MMK Dokumentationsblatt A (Primärdaten)

Legendensymbol [A/3b1-03]

Regionaltyp: K22 KH		1. Regionaltyp: D46		1/dk-G		S	
2. Bezirk: Leipzig		3. Kreis: Eilenburg		4. Meliorationsart: 1. 2.		5. Nutzungsart: 1. 2.	
6. Meliorationen/Bearbeitungsart: M/D		7. Bodenschätzung: 1. 2.		8. Geologie: deluv. Lehndecke üB. Niederterr. bzw. Schmelzwass.		9. Karb. 10. Substrat: 1. 2.	
11. Bodenschätzung: 1. 2.		12. Mesorelief: 1. 2.		13. Hangneigung: 1. 2.		14. Kleinf.: 1. 2.	
15. Bodenschätzung: 1. 2.		16. Bodentemperatur: 1. 2.		17. Wasserverhältnisse: 1. 2.		18. Substrat: 1. 2.	
19. Bodenschätzung: 1. 2.		20. Substrat: 1. 2.		21. Substrat: 1. 2.		22. Substrat: 1. 2.	
23. Substrat: 1. 2.		24. Substrat: 1. 2.		25. Substrat: 1. 2.		26. Substrat: 1. 2.	
27. Substrat: 1. 2.		28. Substrat: 1. 2.		29. Substrat: 1. 2.		30. Substrat: 1. 2.	
31. Substrat: 1. 2.		32. Substrat: 1. 2.		33. Substrat: 1. 2.		34. Substrat: 1. 2.	
35. Substrat: 1. 2.		36. Substrat: 1. 2.		37. Substrat: 1. 2.		38. Substrat: 1. 2.	
39. Substrat: 1. 2.		40. Substrat: 1. 2.		41. Substrat: 1. 2.		42. Substrat: 1. 2.	
43. Substrat: 1. 2.		44. Substrat: 1. 2.		45. Substrat: 1. 2.		46. Substrat: 1. 2.	
47. Substrat: 1. 2.		48. Substrat: 1. 2.		49. Substrat: 1. 2.		50. Substrat: 1. 2.	
51. Substrat: 1. 2.		52. Substrat: 1. 2.		53. Substrat: 1. 2.		54. Substrat: 1. 2.	
55. Substrat: 1. 2.		56. Substrat: 1. 2.		57. Substrat: 1. 2.		58. Substrat: 1. 2.	
59. Substrat: 1. 2.		60. Substrat: 1. 2.		61. Substrat: 1. 2.		62. Substrat: 1. 2.	
63. Substrat: 1. 2.		64. Substrat: 1. 2.		65. Substrat: 1. 2.		66. Substrat: 1. 2.	
67. Substrat: 1. 2.		68. Substrat: 1. 2.		69. Substrat: 1. 2.		70. Substrat: 1. 2.	
71. Substrat: 1. 2.		72. Substrat: 1. 2.		73. Substrat: 1. 2.		74. Substrat: 1. 2.	
75. Substrat: 1. 2.		76. Substrat: 1. 2.		77. Substrat: 1. 2.		78. Substrat: 1. 2.	
79. Substrat: 1. 2.		80. Substrat: 1. 2.		81. Substrat: 1. 2.		82. Substrat: 1. 2.	
83. Substrat: 1. 2.		84. Substrat: 1. 2.		85. Substrat: 1. 2.		86. Substrat: 1. 2.	
87. Substrat: 1. 2.		88. Substrat: 1. 2.		89. Substrat: 1. 2.		90. Substrat: 1. 2.	
91. Substrat: 1. 2.		92. Substrat: 1. 2.		93. Substrat: 1. 2.		94. Substrat: 1. 2.	
95. Substrat: 1. 2.		96. Substrat: 1. 2.		97. Substrat: 1. 2.		98. Substrat: 1. 2.	
99. Substrat: 1. 2.		100. Substrat: 1. 2.		101. Substrat: 1. 2.		102. Substrat: 1. 2.	

Abb. 4: Beispiel für ein MMK- Dokumentationsblatt A (Primärdaten)

Ich versichere, daß ich die von mir vorgelegte Dissertation selbständig angefertigt, die benutzten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben und die Stellen der Arbeit - einschließlich Tabellen, Karten und Abbildungen -, die anderen Werken im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, in jedem Einzelfall als Entlehnung kenntlich gemacht habe; daß diese Dissertation noch keiner anderen Fakultät oder Universität vorgelegen hat; daß sie abgesehen von unten angegebenen Teilpublikationen noch nicht veröffentlicht worden ist sowie, daß ich eine solche Veröffentlichung vor Abschluß des Promotionsverfahrens nicht vornehmen werde. Die Bestimmungen dieser Promotionsordnung sind mir bekannt. Die von mir vorgelegte Dissertation ist von Prof. Dr. B. Wiese betreut worden.

Leipzig, 10.11.1997

Lebenslauf:	Burghard Christian Meyer geb. 17.04.1964 in Bonn, ledig, Diplom-Geograph
1970-1971	Katholische Grundschule Bonn-Röttgen
1971-1982	Waldorfschule Bornheim-Roisdorf
1982-1984	Ernst-Moritz-Arndt-Gymnasium Bonn (Abitur)
WS84-11/91	Studium: Diplom-Geographie Universität Bonn Nebenfächer: Bodenkunde, Kartographie, Limnologie
2/90-5/90	Praktikum: Universität Lomé/Togo, Département de Géographie
11/91	Diplom (sehr gut). Diplomarbeit: „Ökologische Grundlagen zur Bodennutzung und Bodeneignung des Centre de Développement Agropastoral et Artisanal in Baga/Nord-Togo“
seit 1/92	Fachreferent für „Landeskunde Togo“ bei der Deutschen Stiftung für internationale Entwicklung (DSE/ZA in Bad Honnef)
seit 2/92	Freier Landschaftsplaner
8/93-7/96	Doktorand in der Sektion Angewandte Landschafts- ökologie (ALOE) am UFZ Leipzig
8/96-7/97	Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Sektion Angewandte Landschaftsökologie (ALOE) am UFZ in Leipzig.
SS97	Promotionsstudium an der Universität Köln
seit 9/97	Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Sektion Bodenforschung (BOFO) am UFZ Bad Lauchstädt
seit 11/97	Naturschutzbeauftragter der Stadt Leipzig

Karte 1: Naturräume und Testgebiete im REGNAL-Untersuchungsraum



-  Grenze der BRD
 Grenze der Mikroregionen
 Grenze der Naturräume
 Grenze des REGNAL-Untersuchungsraumes
 Testgebiete: A - Barnst. B - Gimritz
 C - Jesewitz D - Nerchau
 Ortschaften
 Flüsse

Vergleich der Flächeninhalte von Bodenschätzung (1 : 10000) und MMK (Autorenoriginal 1 : 25000)



Standortregionaltypen Nr. Dok.-Blatt A

D3b401	8412
D3c101	319
D3c401	865
D5c301	551
D5c601	454
D5c603	459
AI3b101	4115
AI3b301	521
AI3b701	522
Orte, ohne Information	0

Legende
siehe beiliegende Gesamtlegende
Bodenartenkarten (Originalmaßstab 1 : 10000)

— Flächennutzungsgrenzen

— Grenzen der Standortregionaltypen

0 500 1000 1500 Meter

Datengrundlagen:

- Reichebodenschätzung und Ackerschätzrahmen
- Digitale MMK-Grenzen nach Autorenoriginal MMK25 (Dateninhalt MMK100)

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer
GIS: Ralf Grabaum, Burghard Meyer, Gundula Schulz
Kartographie: Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz
MMK-Daten: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie Freiberg

UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Untersuchungsgebiet Jesewitz

Karte 2

Karte der Biotoptypen im Untersuchungsgebiet Jesewitz

Legende

Siehe beiliegende Gesamtlegende
Bodenartenkarten (Originalmaßstab 1:10000)

-  Eisenbahn
-  Straße
-  Bach
-  Graben
-  Feldgrenze

0 500 1000 1500 Meter

Datengrundlage:

Eigene Biotoptypenkartierung
1:10000 (MEYER 1994)
Nach Kartieranleitung für CIR-Befliegung
1:10000 (Sachsen-Anhalt)
Topographische Karten, 1:10000
Ausgabe Staat (verschiedene Jahre)
Topographische Karten, 1:25000
Farbluftbilder (1993), 1:16000
CIR-Luftbilder (1994), 1:26000

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Kartographie und Geographisches Informationssystem (GIS):
Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH



Karte der Biotoptypen im Untersuchungsgebiet Nerchau-Ragewitz



Legende

Siehe beiliegende Gesamtlegende
Bodenartenkarten (Originalmaßstab 1: 10000)

- Eisenbahn (stillgelegt)
- Autobahn
- Straße
- Bach
- Graben
- Feldgrenze

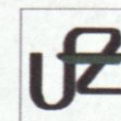
0 500 1000 1500 Meter

Datengrundlage:

Eigene Biotoptypenkartierung
1: 10000 (MEYER 1994)
Nach Kartieranleitung für CIR-Befliegung
1: 10000 (Sachsen-Anhalt)
Topographische Karten, 1: 10000
Ausgabe Staat (verschiedene Jahre)
Topographische Karten, 1: 25000
Farbluftbilder (1993), 1: 16000
CIR-Luftbilder (1994), 1: 26000

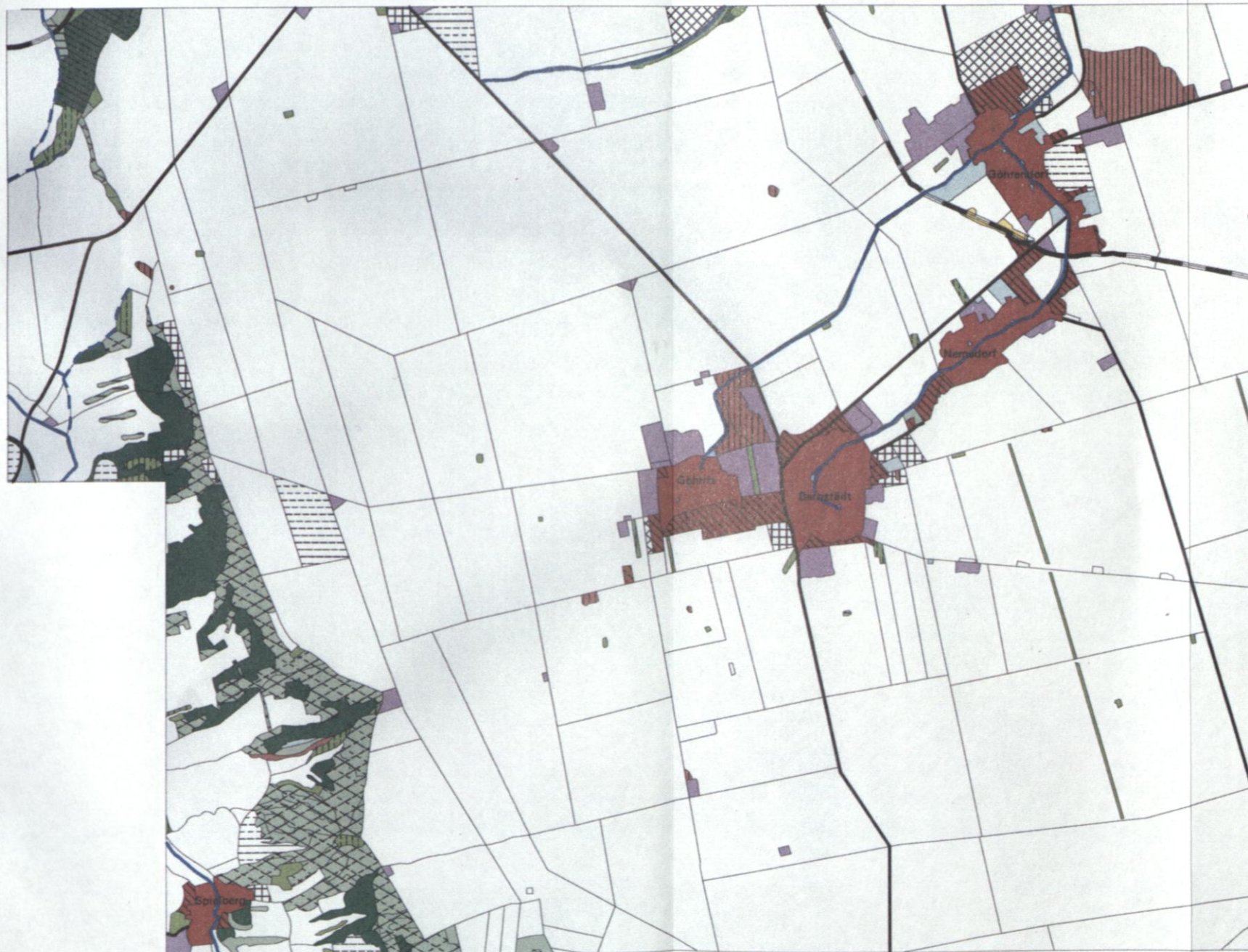
Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Kartographie und Geographisches Informationssystem (GIS).
Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Karte der Biotoptypen im Untersuchungsgebiet Barnstädt



Legende

Siehe beiliegende Gesamtlegende
Bodenartenkarten (Originalmaßstab 1 : 10000)

-  Eisenbahn
-  Straße
-  Bach
-  Graben
-  Feldgrenze

0 500 1000 1500 Meter

Datengrundlage:

Eigene Biotoptypenkartierung
1 : 10000 (MEYER 1994)
Nach Kartieranleitung für CIR-Befliegung
1 : 10000 (Sachsen-Anhalt)
Topographische Karten, 1 : 10000
Ausgabe Staat (verschiedene Jahre)
Topographische Karten, 1 : 25000
CIR-Luftbilder (1992), 1 : 10000

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Kartographie und Geographisches Informationssystem (GIS):
Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

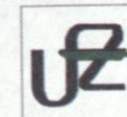
This is a detailed cadastral map of the Müritzer See region in Brandenburg, Germany. The map displays a complex network of land parcels, each outlined in black and filled with various colors and patterns to represent different land uses or ownership. Key locations labeled on the map include Mücheln, Lettowitz, Bortitz, Sylbitz, Boldersee, Müritzer, Friedrichshagen, and Gröbchitz. The Muehse river is shown flowing through the region, and the Müritzer See lake is visible on the right side. The map is oriented with North at the top.

Siehe beiliegende Gesamtlegende
Bodenartenkarten (Originalmaßstab 1 : 10000)

-
- 0 500 1000 1500 Meter

Eigene Biotoptypenkartierung
1: 10000 (MEYER 1994)
Nach Kartieranleitung für CIR-Befliegung
1: 10000 (Sachsen-Anhalt)
Topographische Karten, 1: 10000
Ausgabe Staat (verschiedene Jahre)
Topographische Karten, 1: 25000
CIR-Luftbilder (1993), 1: 10000

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer
Kartographie und Geographisches Informationssystem (GIS):
Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Lineare Vegetationselemente

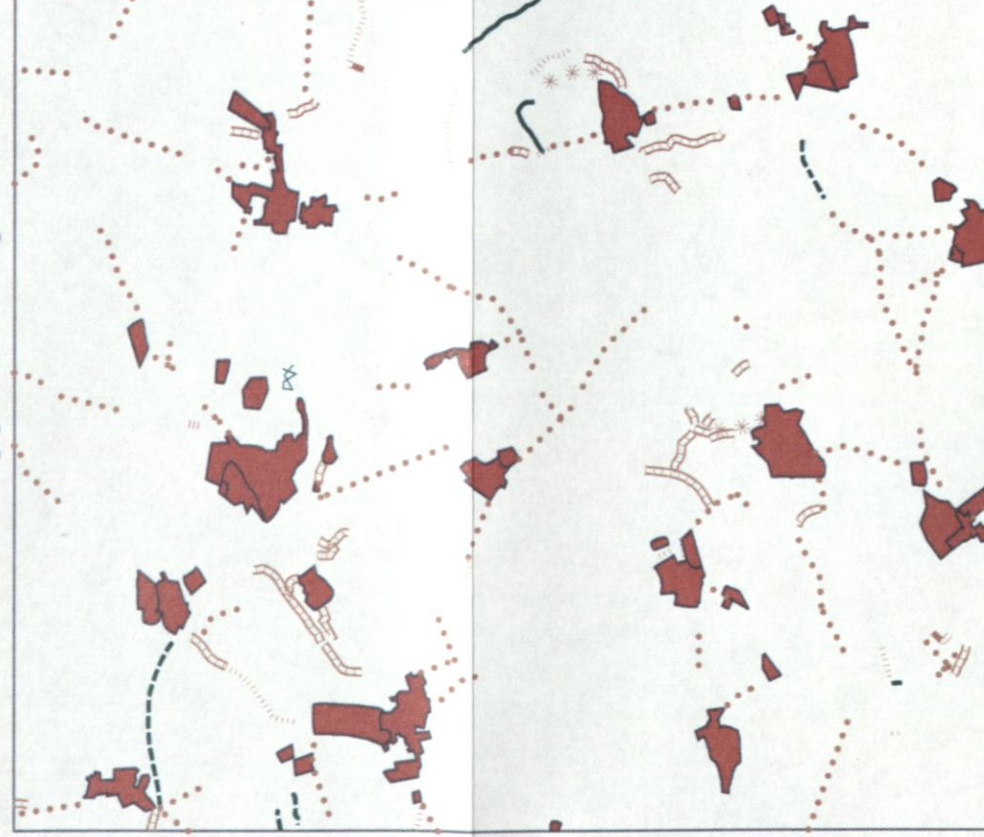
Untersuchungsgebiet Jesewitz

Karte 7

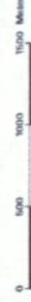


Untersuchungsgebiet Nerchau-Ragewitz

Karte 8



Legende: siehe beiliegende Gesamtlegende linearer Vegetationselemente



Lineare Vegetationselemente

Untersuchungsgebiet Barnstädt

Karte 9



Untersuchungsgebiet Gimritz

Karte 10



Legende: siehe beiliegende Gesamtlegende linearer Vegetationselemente



Karte der Bodenarten im Untersuchungsgebiet Jesewitz

Legende

Siehe beiliegende Gesamtlegende
Bodenartenkarten (Originalmaßstab 1:10000)



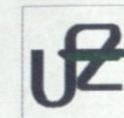
0 500 1000 1500 Meter

Datengrundlage:

Karten der Reichsbodenschätzung, 1:10000
und Ackerschätzrahmen

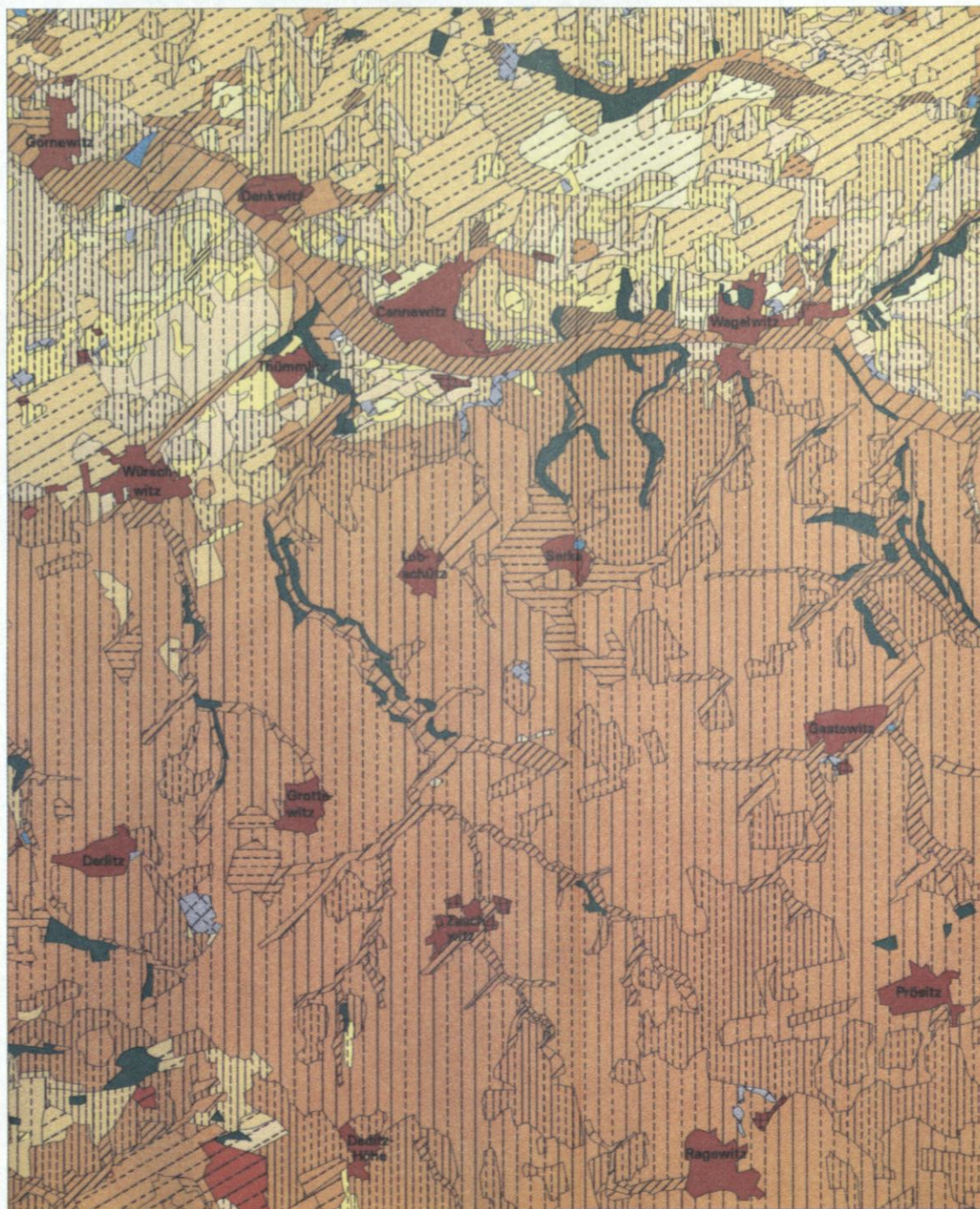
Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Kartographie und Geographisches Informationssystem (GIS):
Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Karte der Bodenarten im Untersuchungsgebiet Nerchau-Ragewitz



Legende

Siehe beiliegende Gesamtlegende
Bodenartenkarten (Originalmaßstab 1 : 10000)

0 500 1000 1500 Meter

Datengrundlage:

Karten der Reichsbodenschätzung, 1: 10000
und Ackerschätzrahmen

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Kartographie und Geographisches Informationssystem (GIS):
Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Karte der Bodenarten im Untersuchungsgebiet Barnstädt

Legende

Siehe beiliegende Gesamtlegende
Bodenartenkarten (Originalmaßstab 1 : 10000)

0 500 1000 1500 Meter

Datengrundlage:

Karten der Reichsbodenschätzung, 1: 10000
und Ackerschätzrahmen
mit freundlicher Genehmigung
des Geologischen Landesamtes Sachsen-Anhalt

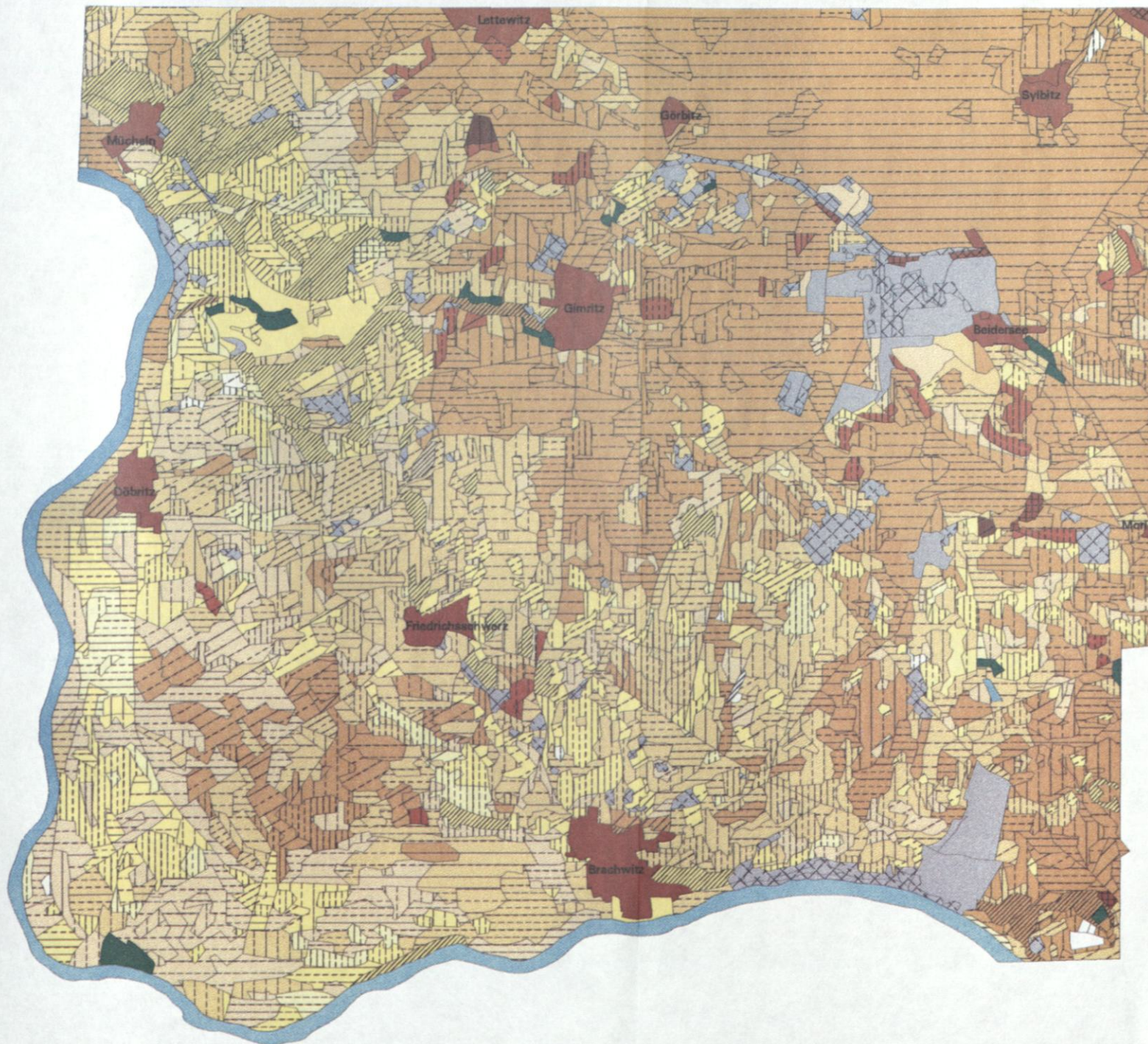
Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Kartographie und Geographisches Informationssystem (GIS):
Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Karte der Bodenarten im Untersuchungsgebiet Gimritz



Legende

Siehe beiliegende Gesamtlegende
Bodenartenkarten (Originalmaßstab 1 : 10000)

0 500 1000 1500 Meter

Datengrundlage:

Karten der Reichsbodenschätzung, 1: 10000
und Ackerschätzrahmen
mit freundlicher Genehmigung
des Geologischen Landesamtes Sachsen-Anhalt

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Kartographie und Geographisches Informationssystem (GIS):
Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH



**Historische Landnutzung im Untersuchungsraum
Jesewitz 1935**

- Acker
- Wiese
- Feldgehölz, Hecke
- Wald
- Sumpf
- Abgrabung
- Ortslagen
- Eisenbahn
- Straße
- Weg
- Fluß, Bach
- Graben

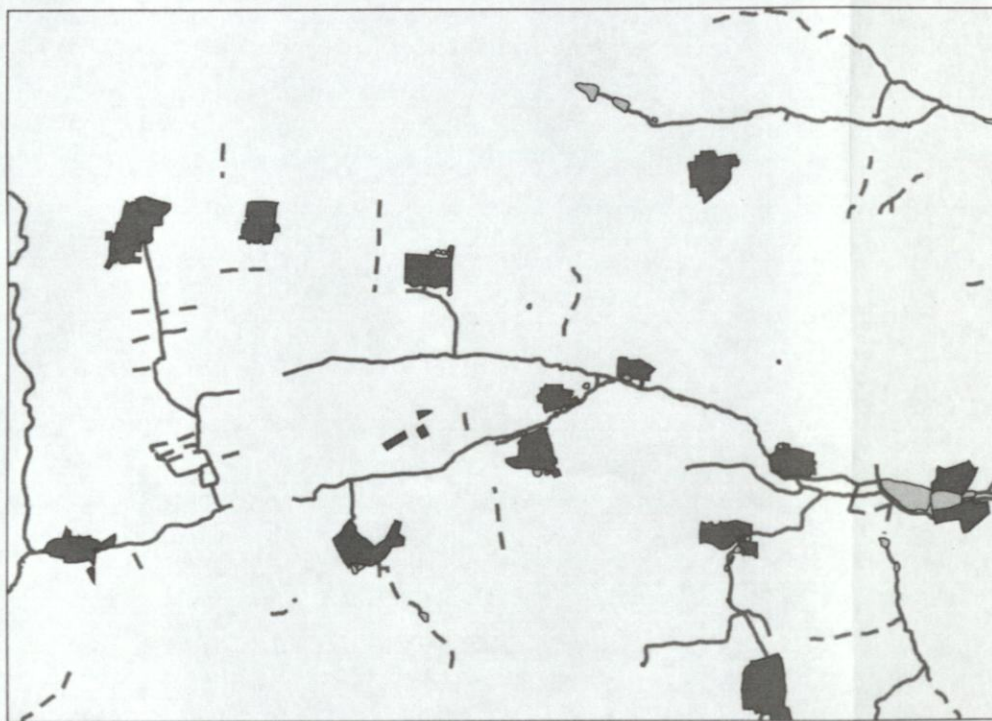
Datengrundlage:
Meßtischblatt 4541
Eilenburg, (1935)

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer
Kartographie und GIS
(Geographisches Informationssystem):
Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz

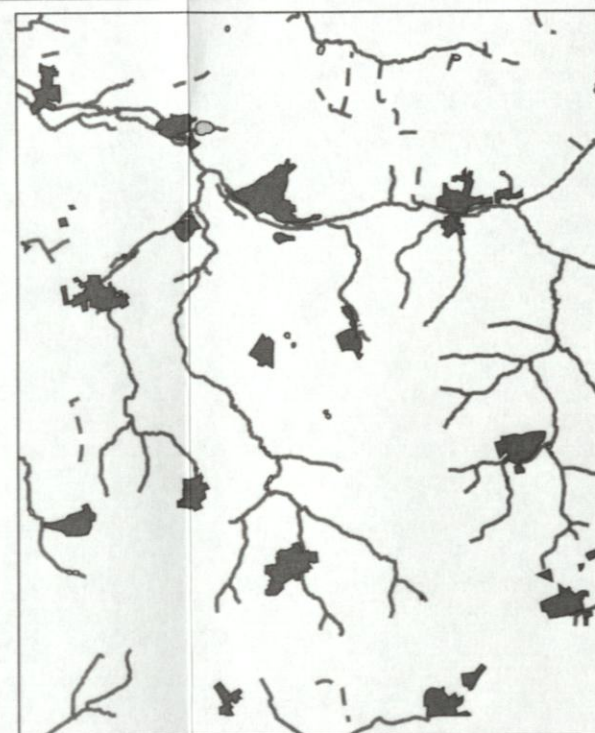


UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

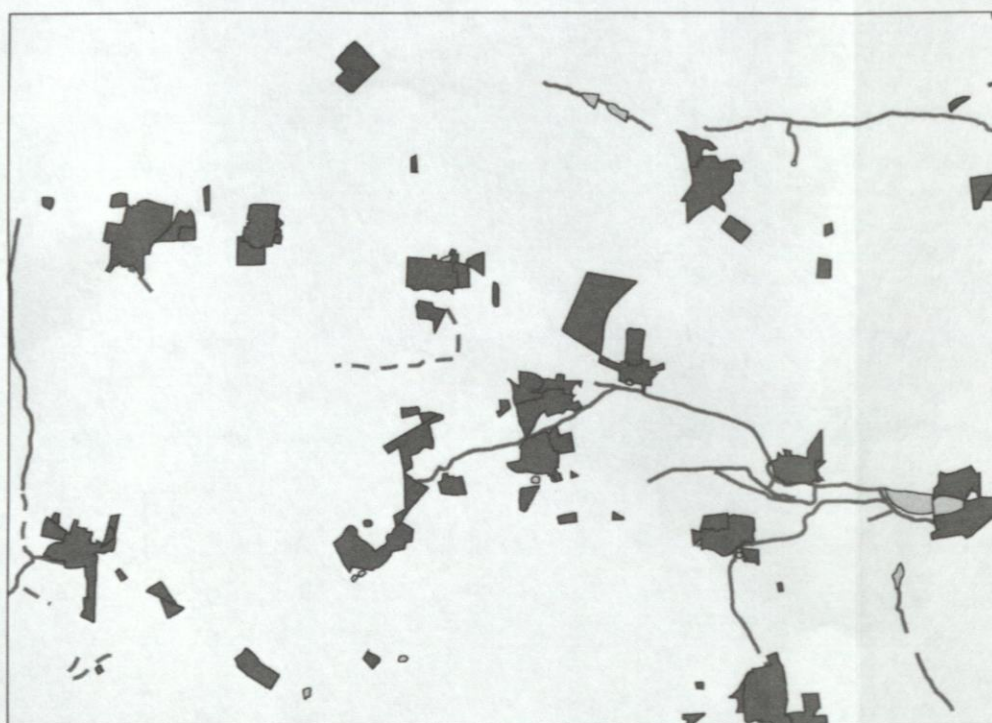
Veränderung des Gewässernetzes 1936/1994



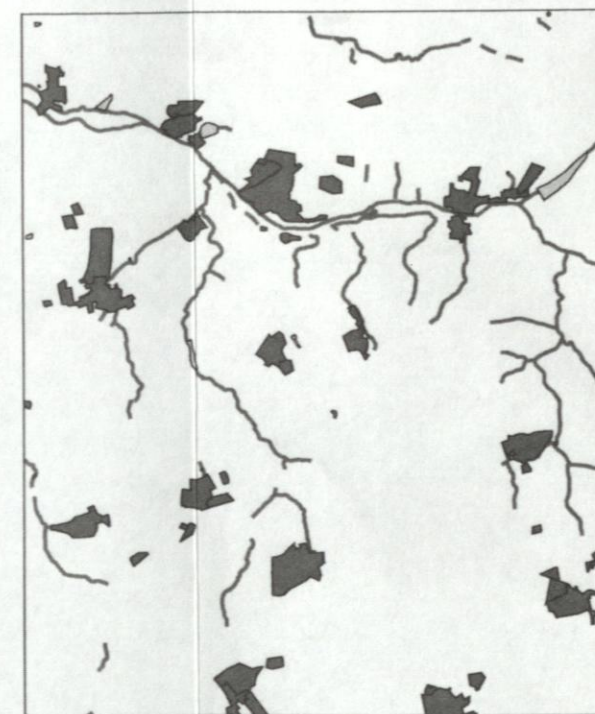
Jesewitz 1936 Karte 16.1



Nerchau-Ragewitz 1936 Karte 17.1

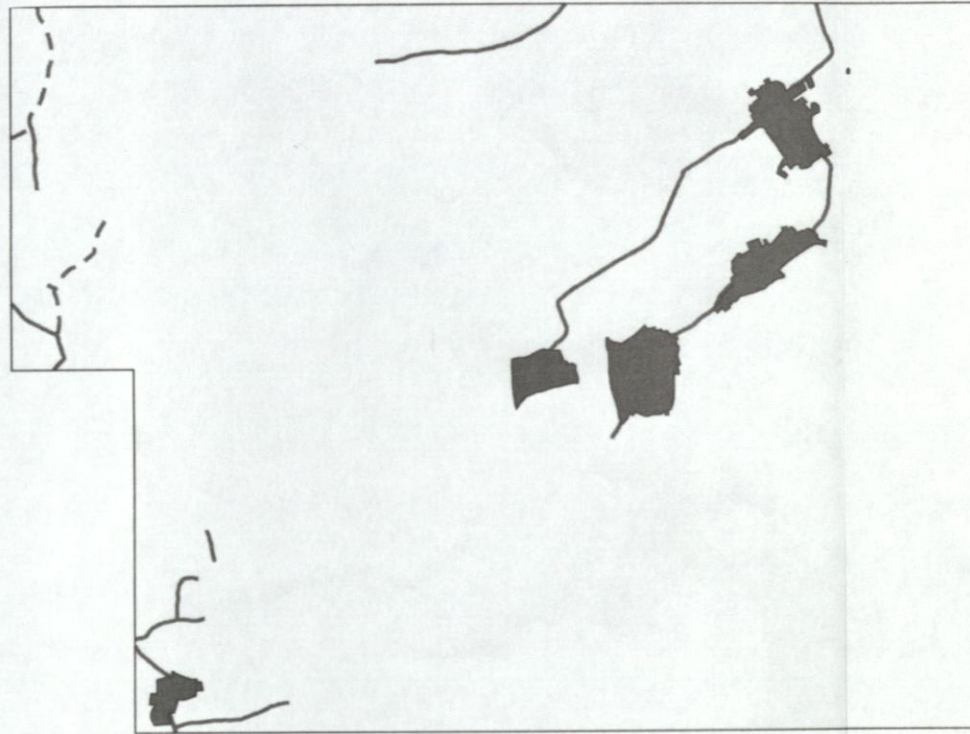


Jesewitz 1990 Karte 16.2



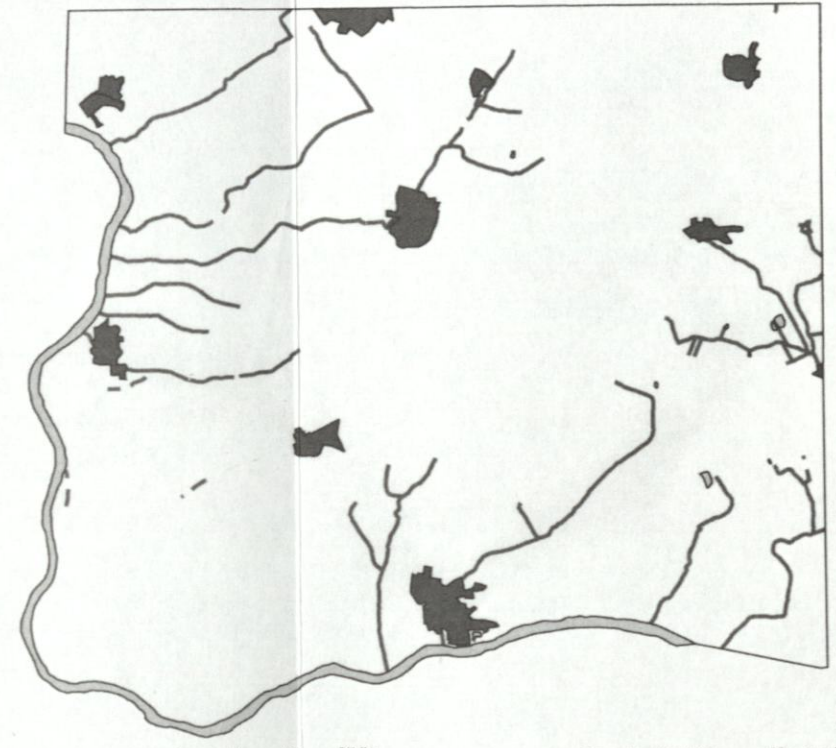
Nerchau-Ragewitz 1994 Karte 17.2

Veränderung des Gewässernetzes 1936/1994



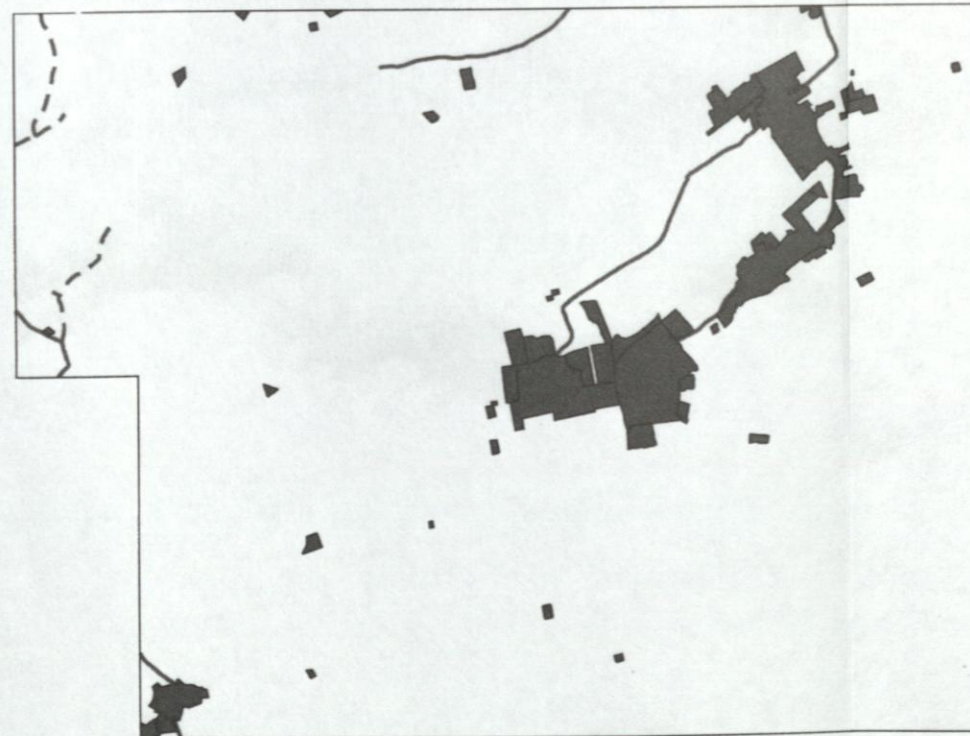
Barnstädt 1936

Karte 18.1



Gimritz 1936

Karte 19.1



Barnstädt 1994

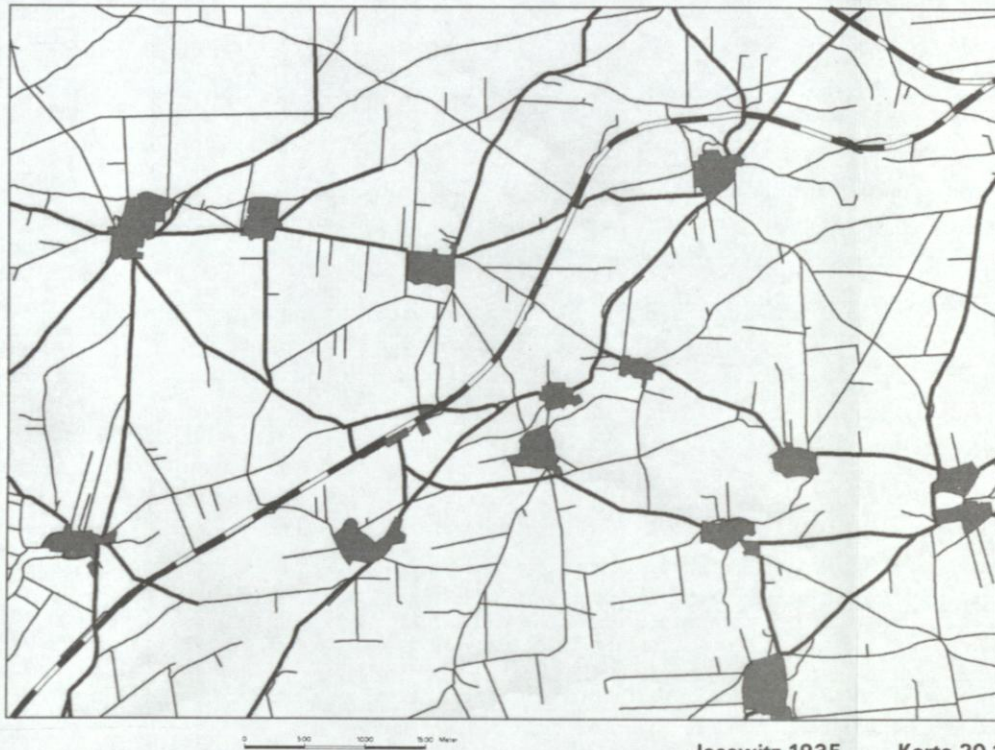
Karte 18.2



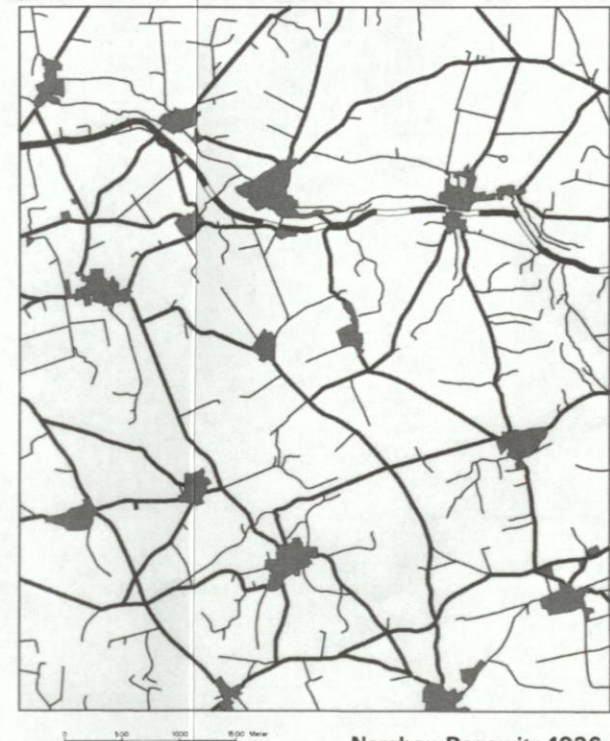
Gimritz 1994

Karte 19.2

Veränderung des Straßen- und Wegenetzes 1936/1994



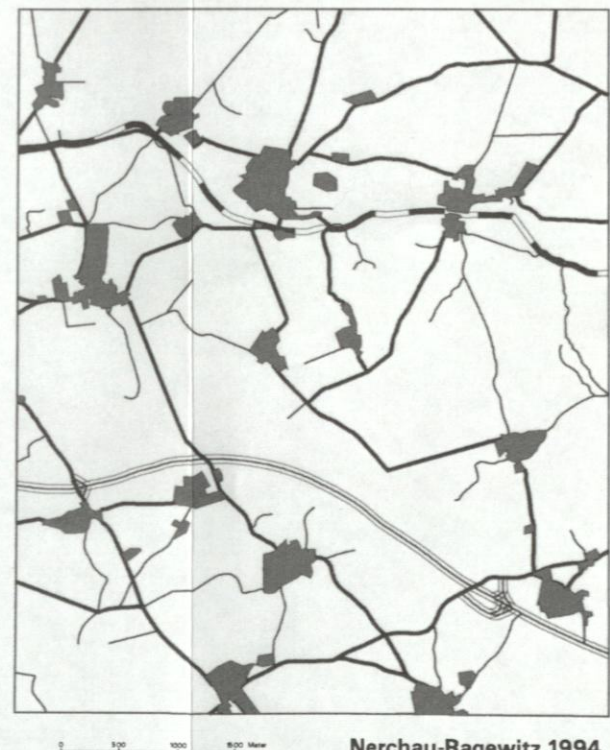
Jesewitz 1935 Karte 20.1



Nerchau-Ragewitz 1936 Karte 21.1



Jesewitz 1994 Karte 20.2

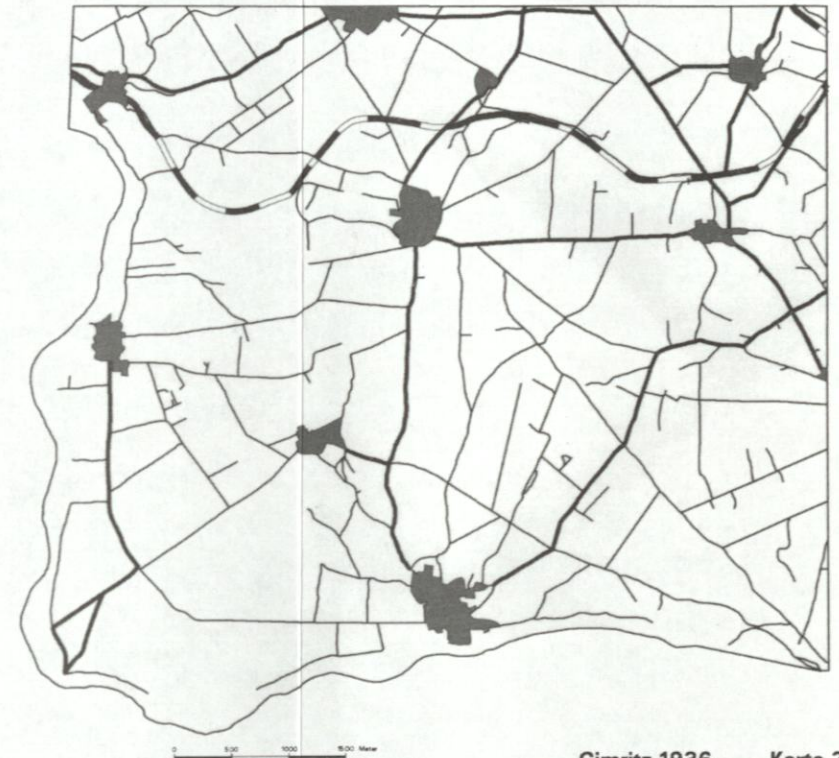


Nerchau-Ragewitz 1994 Karte 21.2

Veränderung des Straßen- und Wegenetzes 1936/1994



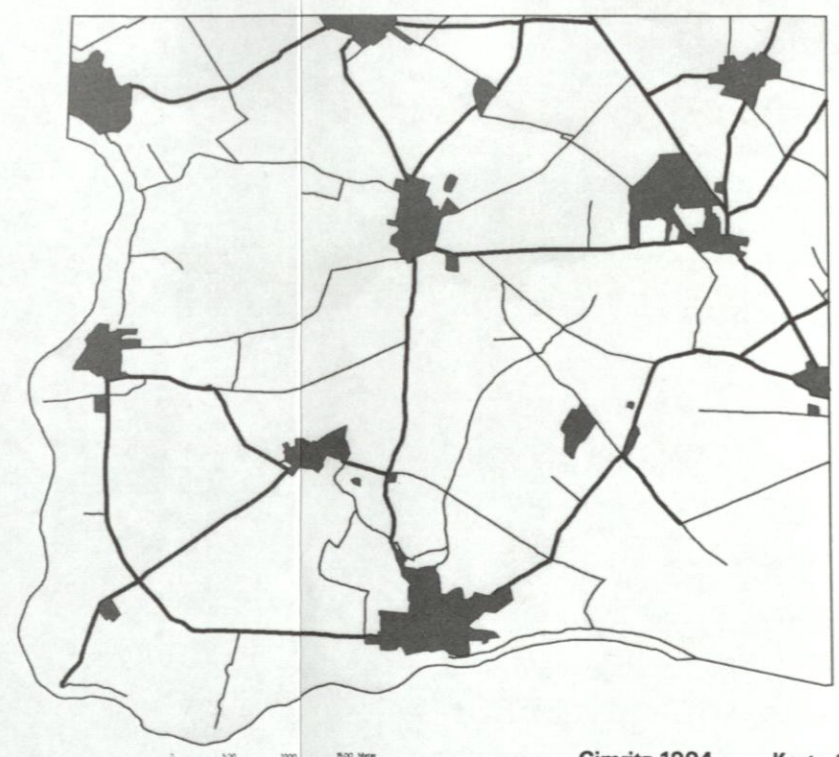
Barnstädt 1936 Karte 22.1



Gimritz 1936 Karte 23.1

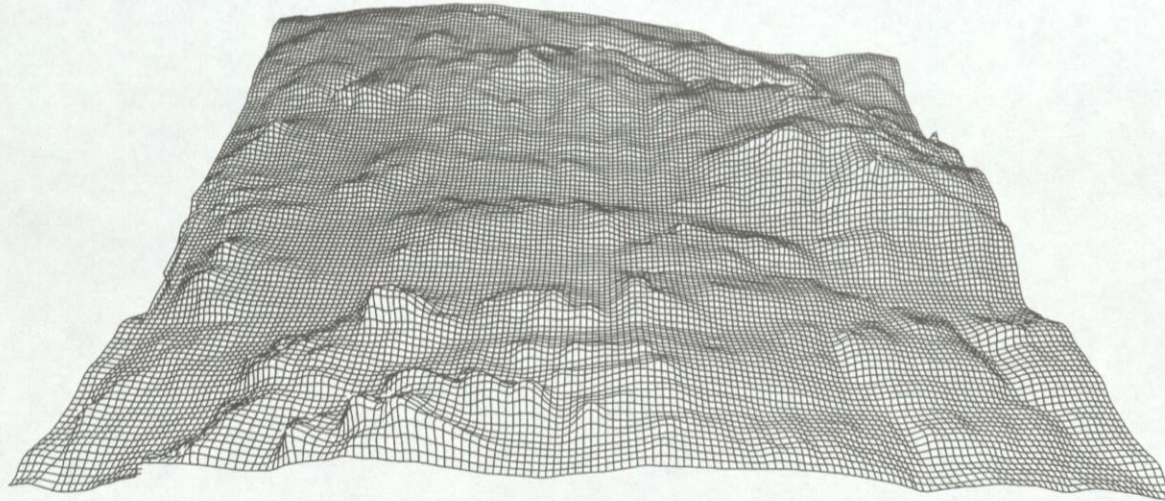


Barnstädt 1994 Karte 22.2



Gimritz 1994 Karte 23.2

Digitales Geländemodell im Untersuchungsraum Jesewitz



Datengrundlage:

- Geländemodell (50 m Raster)
- Hangneigungstufenkarte 1 : 25000
- manuelle schlagbezogene Hanglängenbestimmung

Inhaltliche Bearbeitung:

Burghard Meyer, Ralf Grabaum, Wolfgang Koch

Kartographie und Geographisches Informationssystem (GIS):
Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ

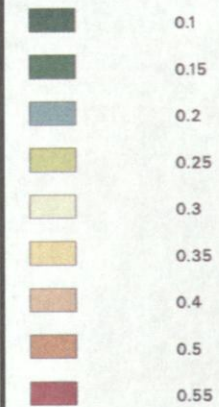
Umweltforschungszentrum

Leipzig-Halle GmbH

Karte der K-Faktoren im Untersuchungsraum Jesewitz



Bodenerodierbarkeitsfaktor



Ackerflächen ohne Information und sonstige Flächen
(Siedlungsflächen, Wald, Wasser, Grünland u.a.)

Grenzen der Ackerflächen

Bewertungsmethode:

Nach SCHWERTMANN u.a. (1987)

$$A = R * K * L * S * C * P$$

Datengrundlagen:

- Bodenschätzungskarten 1: 10000

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer
GIS: Ralf Grabaum, Burghard Meyer, Gundula Schulz
Kartographie: Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz

UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

0 500 1000 1500 Meter

Karte der LS-Faktoren im Untersuchungsraum Jesewitz



Hanglängen-Hangneigungsfaktor

0.1
0.2
0.25
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1.0
1.2
1.3
1.5

Ackerflächen ohne Information und sonstige Flächen
(Siedlungsflächen, Wald, Wasser, Grünland u.a.)

Grenzen der Ackerflächen

Bewertungsmethode:

Nach SCHWERTMANN u.a. (1987)

$A = R * K * L * S * C * P$

Datengrundlagen:

- Biotoptypenkartierung 1 : 10 000 (Meyer 1994)
- Geländemodell (50 m - Raster)
- Hangneigungstufenkarte 1 : 25000
- manuelle schlagbezogene Hanglängenbestimmung

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

GIS: Ralf Grabaum, Burghard Meyer, Gundula Schulz

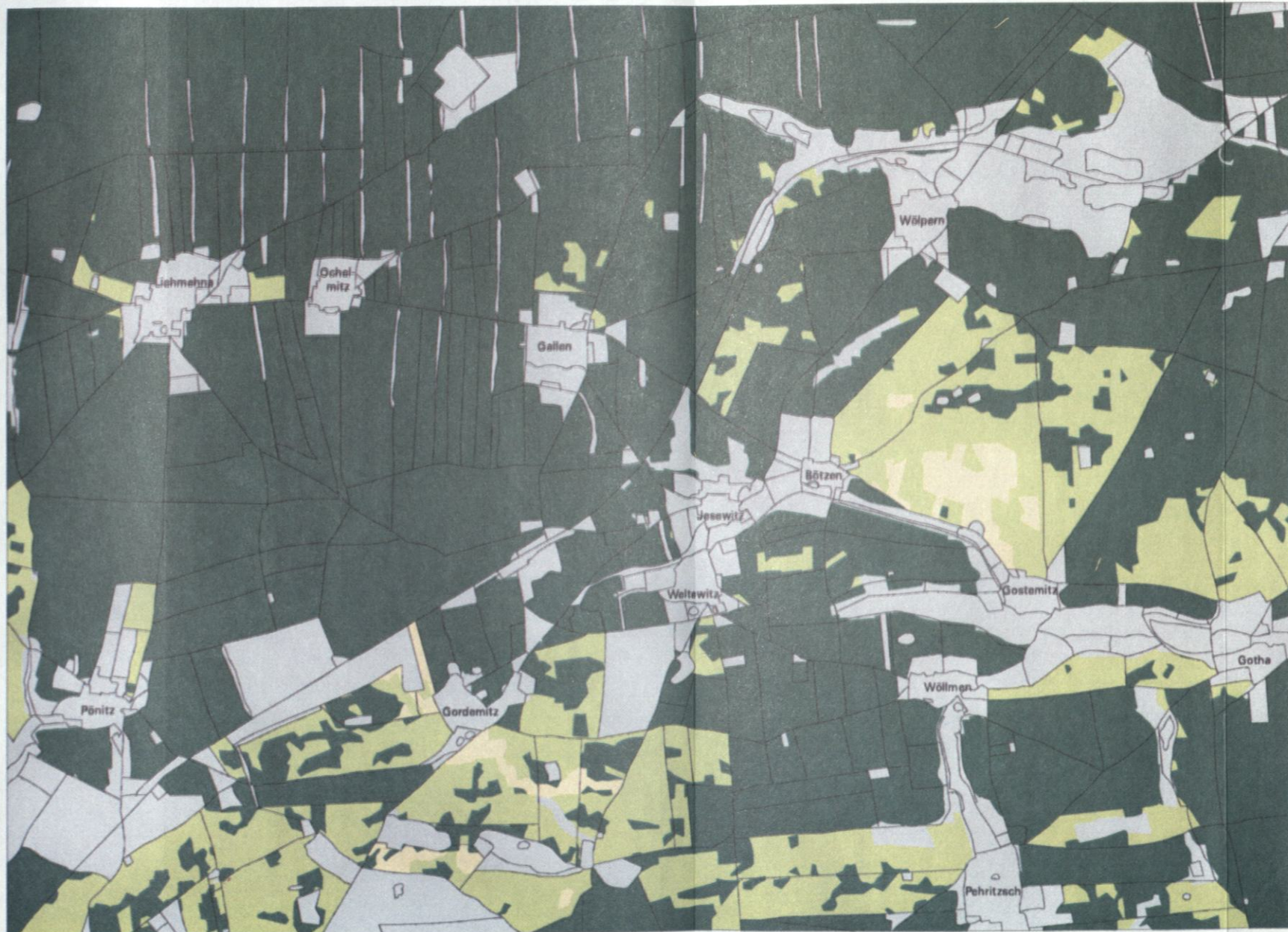
Kartographie: Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

0 500 1000 1500 Meter

Karte der Klassen der Erosionsgefährdung (aktuelle Fruchtfolge 1994) im Untersuchungsraum Jesewitz



Jährlicher Bodenabtrag auf Ackerflächen

in t/ha	Einschätzung
0 bis 1,49	Gering
1,5 bis 2,99	Tolerierbar
3,0 bis 5,99	Erhöht
6,0 bis 11,99	Stark erhöht
> = 12	Extrem erhöht
Sonstige Flächen, z.B. Siedlungsflächen, Wald, Wasser, Grünland, Abgrabungen, u.a.	
Grenzen der Ackerflächen	

0 500 1000 1500 Meter

Bewertungsmethode:

Nach SCHWERTMANN u.a. (1987)

$$A = R * K * L * S * C * P$$

Datengrundlagen:

- Maßstabsblatt 1 : 25000
- Bodenschätzungskarten 1 : 10000
- Biotoptypenkartierung 1 : 10000 (Meyer 1994)
- digitales Geländemodell (50m * 50m)

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer
GIS: Ralf Grabaum, Burghard Meyer, Gundula Schulz
Kartographie: Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz

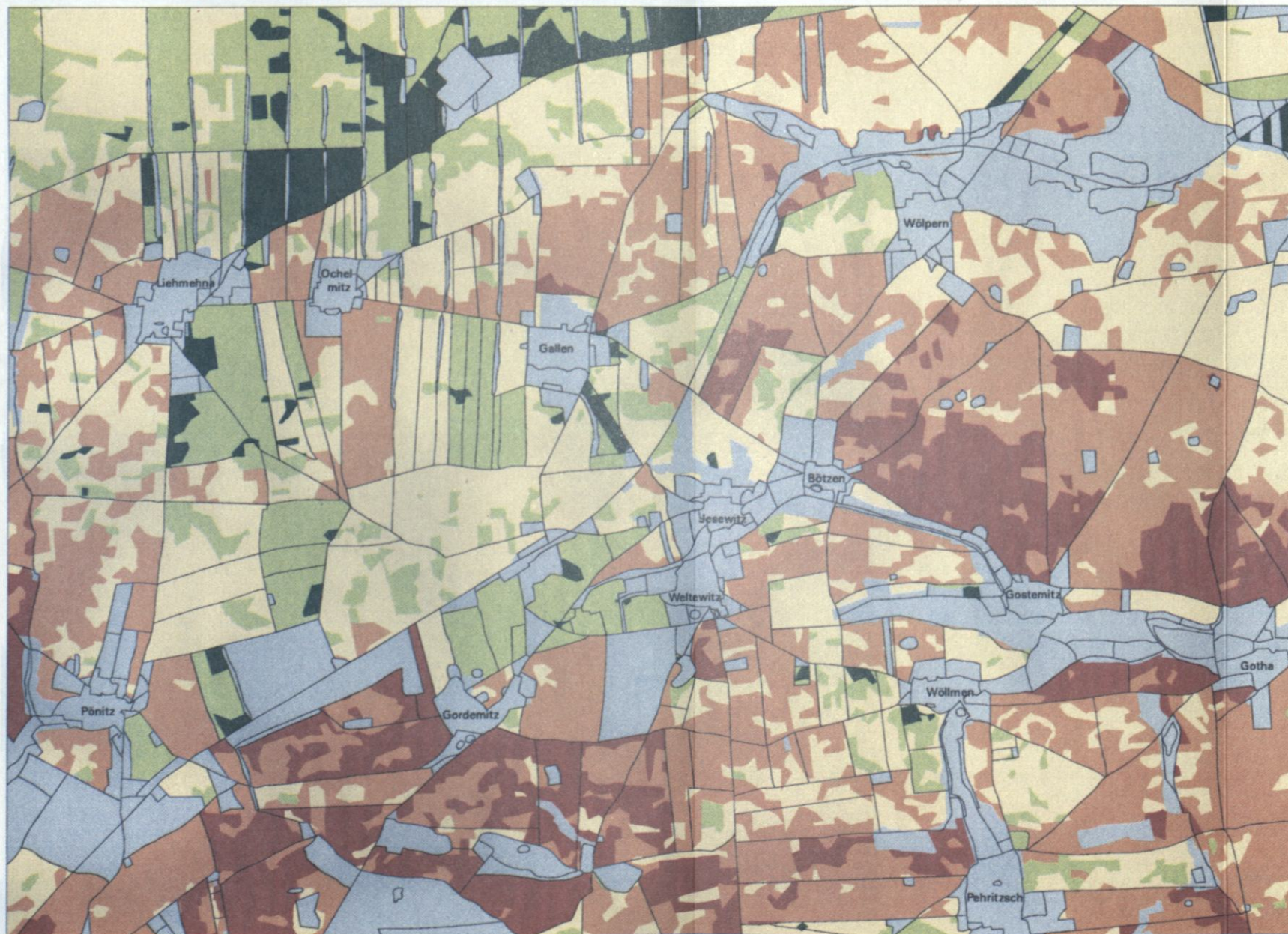
UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Szenario 1: Bewertung der aktuellen Ackernutzung

Szenariowerte: R = 47, C = 0.14, P = 1.0, LS-Faktor und K-Faktor siehe Karten 26 und 25. R-Faktor nach SAUERBORN (1993)

Der durchschnittliche langjährige Gebietsbodenabtrag bei einer Ackerfläche von 3964,2 ha beträgt 3770 Tonnen

Karte der Klassen der Erosionsgefährdung (Schwarzbrache) im Untersuchungsraum Jesewitz



Jährlicher Bodenabtrag auf Ackerflächen

in t/ha	Einschätzung
0 bis 1,49	Gering
1,5 bis 2,99	Tolerierbar
3,0 bis 5,99	Erhöht
6,0 bis 11,99	Stark erhöht
> = 12	Extrem erhöht
Sonstige Flächen, z.B. Siedlungsflächen, Wald, Wasser, Grünland, Abgrabungen, u.a.	
Grenzen der Ackerflächen	

0 500 1000 1500 Meter

Bewertungsmethode:

Nach SCHWERTMANN u.a. (1987)

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

Datengrundlagen:

- Maßstabsblatt 1 : 25000
- Bodenschätzungskarten 1 : 10000
- Biotoptypenkartierung 1 : 10000 (Meyer 1994)
- digitales Geländemodell (50m * 50m)

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

GIS: Ralf Grabaum, Burghard Meyer, Gundula Schulz

Kartographie: Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



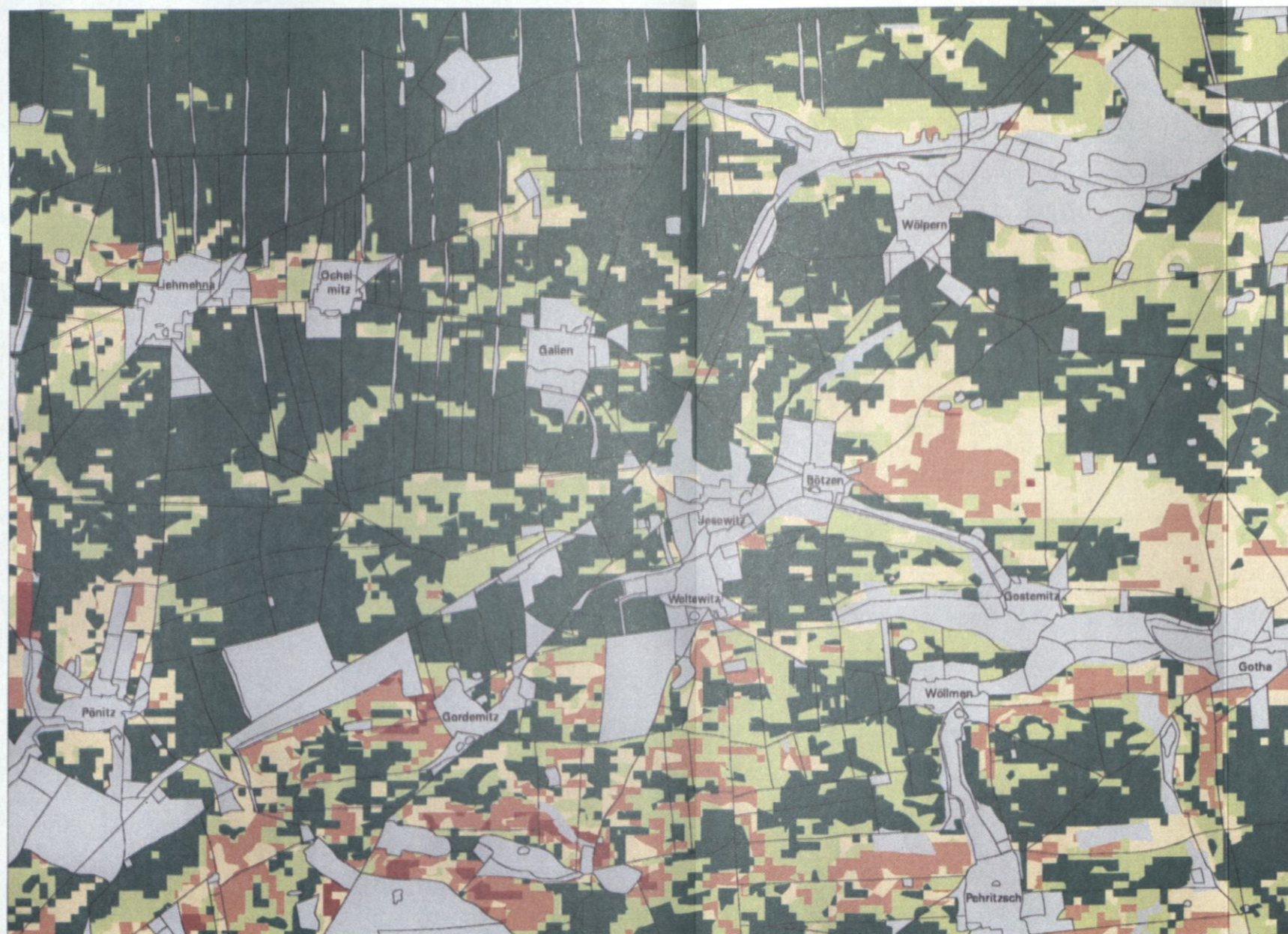
UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Szenario 2: Bewertung bei Schwarzbrache

Szenariowerte: R = 47, C = 1.0, P = 1.0, LS-Faktor und K-Faktor siehe Karten 26 und 25. R-Faktor nach SAUERBORN (1993)

Der durchschnittliche langjährige Gebietsbodenabtrag bei einer Ackerfläche von 3964,2 ha beträgt 26941 Tonnen

Karte der Klassen der Erosionsgefährdung (einheitliche Hanglänge 50 m) im Untersuchungsraum Jesewitz



Jährlicher Bodenabtrag auf Ackerflächen

in t/ha

Einschätzung

0 bis 1,49	Gering
1,5 bis 2,99	Tolerierbar
3,0 bis 5,99	Erhöht
6,0 bis 11,99	Stark erhöht
> = 12	Extrem erhöht

Sonstige Flächen, z.B. Siedlungsflächen, Wald, Wasser, Grünland, Abgrabungen, u.a.

Grenzen der Ackerflächen

0 500 1000 1500 Meter

Bewertungsmethode:

Nach SCHWERTMANN u.a. (1987)

$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$

Datengrundlagen:

- Meßtischblatt 1: 25000
- Bodenschätzungskarten 1: 10000
- Biotoptypenkartierung 1: 10000 (Meyer 1994)
- digitales Geländemodell (50m * 50m)

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer
GIS: Ralf Grabaum, Burghard Meyer, Gundula Schulz
Kartographie: Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



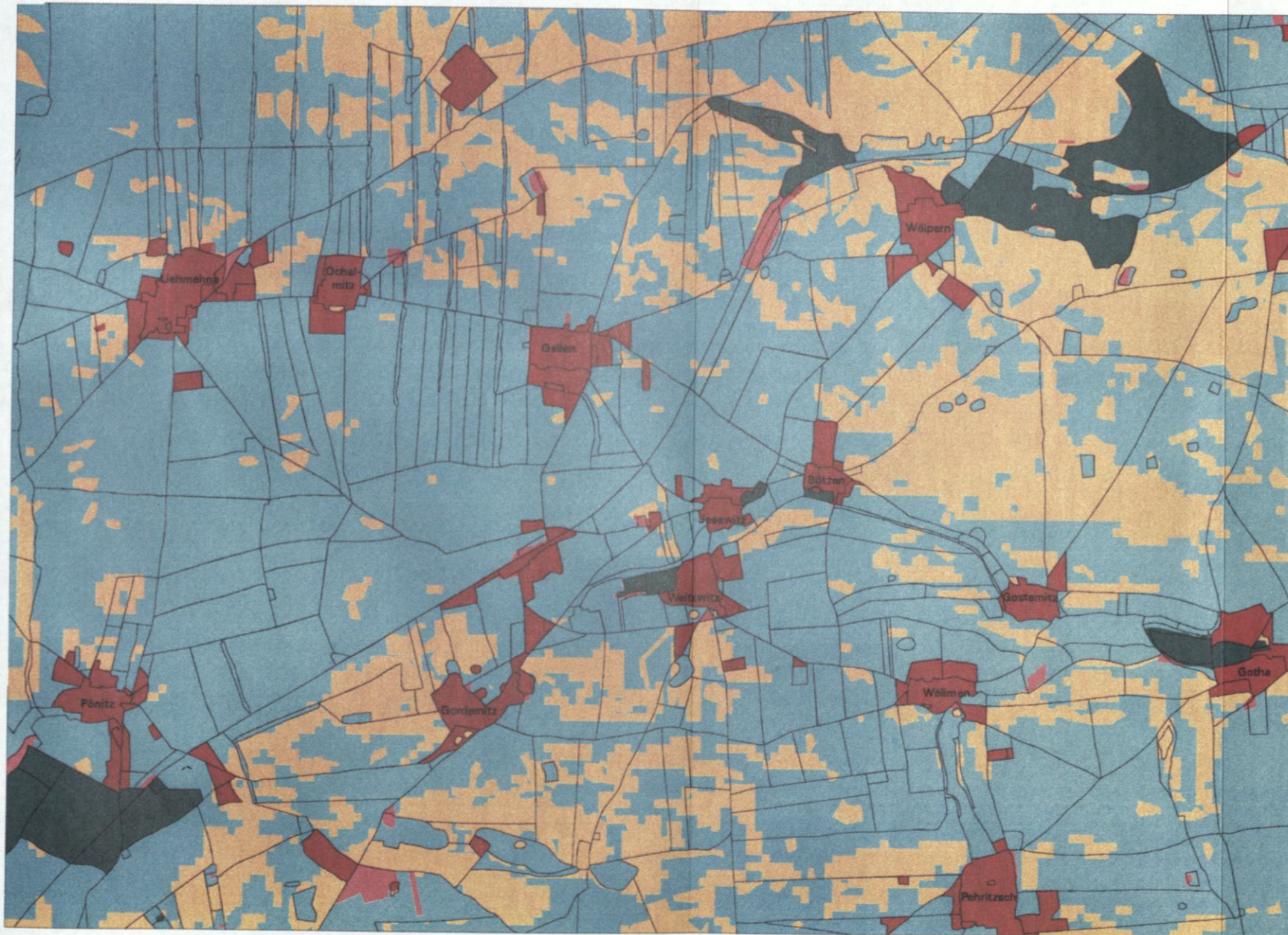
UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Szenario 3: Bewertung bei Schwarzbrache und Bodenerosionsminderung durch Hanglängenverkürzung auf einheitlich 50 Meter

Szenariowerte: R = 47, C = 1.0, P = 1.0, K-Faktor siehe Karte 25. R-Faktor nach SAUERBORN (1993)

Der durchschnittliche langjährige Gebietsbodenabtrag bei einer Ackerfläche von 3964,2 ha beträgt 8190 Tonnen

Karte der Klassen der Abflußregulationsfunktion im Untersuchungsraum Jesewitz



Klassen der Abflußregulationsfunktion

Abflußregulationsfunktion (Punkte)	Bewertung
> = 18	Sehr hoch
14 bis 17	Hoch
10 bis 13	Mittel
7 bis 9	Gering
< = 6	Sehr gering

0 500 1000 1500 Meter

Methode:

- MARKS et.al. (1989)

Datengrundlage:

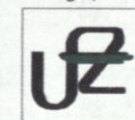
- Biotoptypenkartierung 1 : 10000 (Meyer 1994)
- digitales Geländemodell (50m X 50m)
- Bodenschätzungskarten 1 : 10000

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Optimierung: Ralf Grabaum

GIS: Ralf Grabaum, Burghard Meyer, Gundula Schulz

Kartographie: Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Karte der Klassen der Grundwasserneubildung im Untersuchungsraum Jesewitz



Klassen der Grundwasserneubildung

Grundwasserneubildung Bewertung

	> 320 mm	Sehr hoch
	240 bis 320 mm	Hoch
	180 bis 240 mm	Mittel
	100 bis 180 mm	Gering
	< 100 mm	Sehr gering

0 500 1000 1500 Meter

Methode:

- Renger und Stöbel (1980)

Datengrundlage:

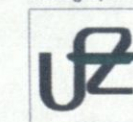
- Biotoptypenkartierung 1 : 10000 (Meyer 1994)
- digitales Geländemodell (50m * 50m)
- Bodenschätzungskarten 1 : 10000
- Klimadaten: Quadratkilometerraster-Werte nach Müller-Westermeier (1995) des DWD

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Optimierung: Ralf Grabaum

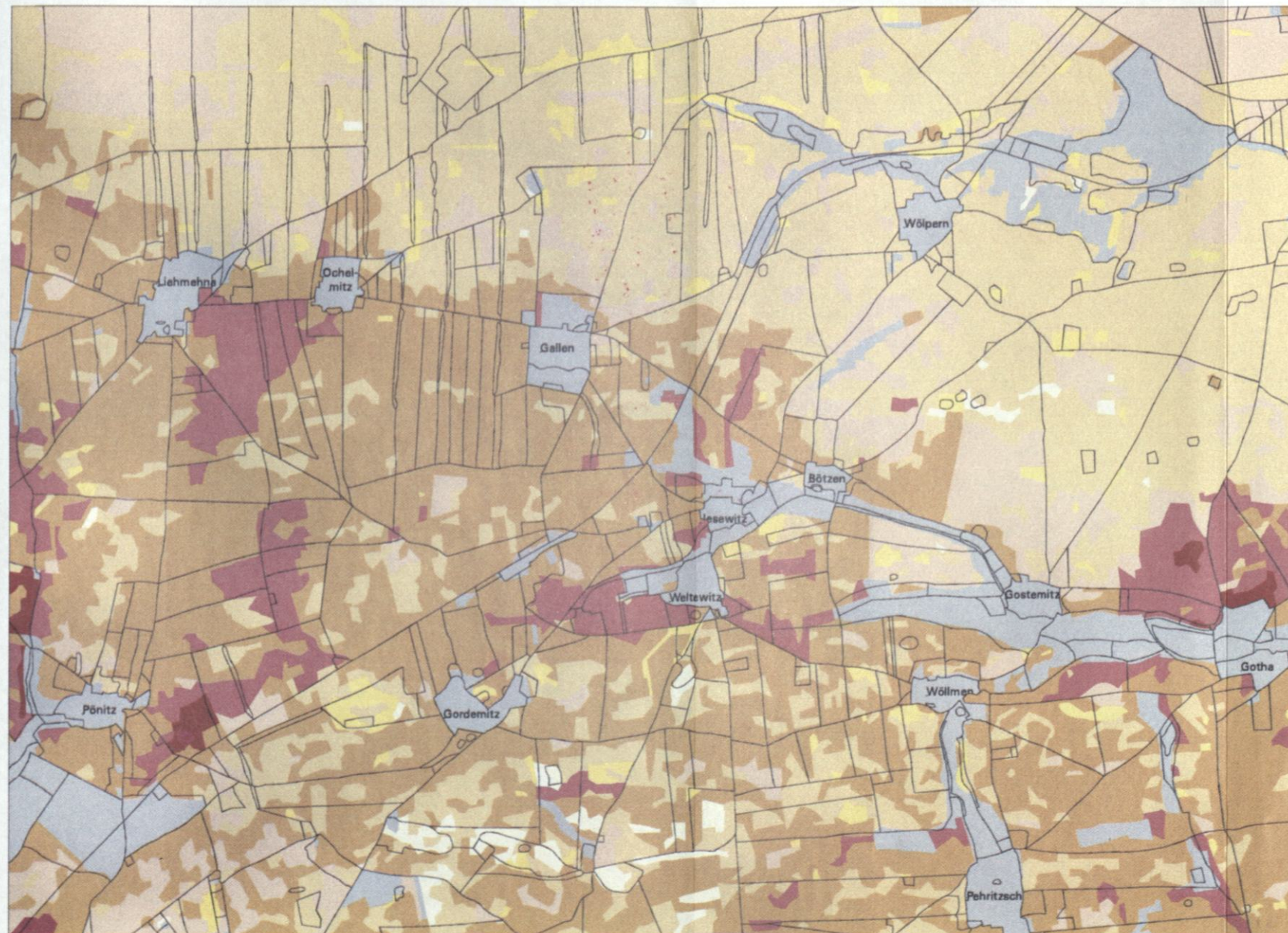
GIS: Ralf Grabaum, Burghard Meyer, Gundula Schulz

Kartographie: Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Karte der Klassen der Produktionsfunktion im Untersuchungsraum Jesewitz



Klassen der Produktionsfunktion

Bodenzahlen

	1 bis 10
	11 bis 20
	21 bis 30
	31 bis 40
	41 bis 50
	51 bis 60
	61 bis 70
	71 bis 80
	81 bis 90

Sonstige Nutzungen

0 500 1000 1500 Meter

Methode:

- Ableitung theoretischer Bodenzahlen nach Ackerschätzrahmen aus SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL (1984)

Datengrundlage:

- Bodenschätzungskarten 1: 10000

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Optimierung: Ralf Grabaum

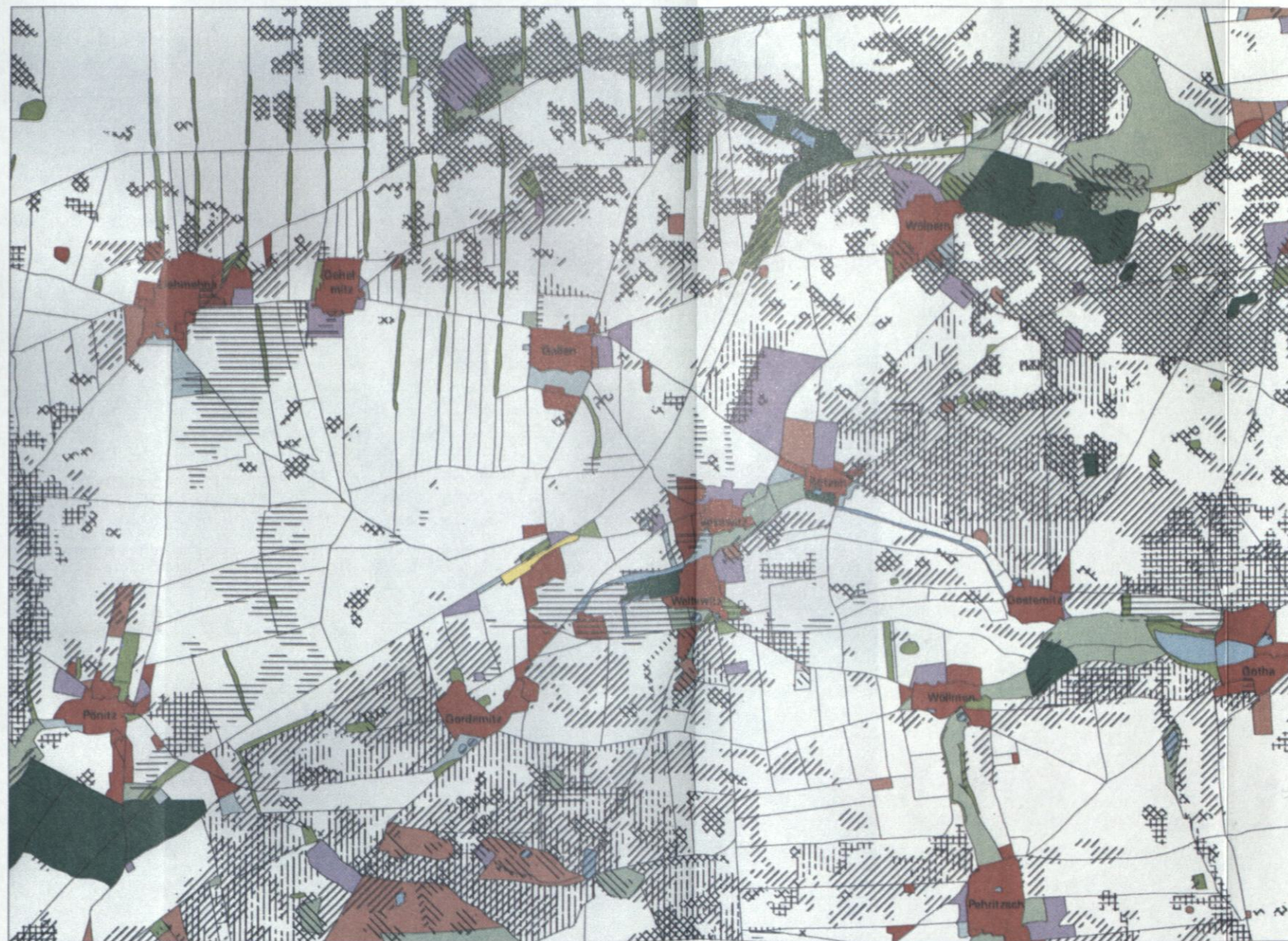
GIS: Ralf Grabaum, Burghard Meyer, Gundula Schulz

Kartographie: Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Wichtige Funktionsflächen und funktionsbezogene Konflikte auf Ackerflächen im Untersuchungsraum Jesewitz



Funktion	Ziel
 Bodenerosionsgefährdung	Mindern
 Abflußregulation	Verbessern
 Grundwasserneubildung	Hohes Potential
 Produktionsfunktion	Hohes Potential

0 500 1000 1500 Meter

Datengrundlage:

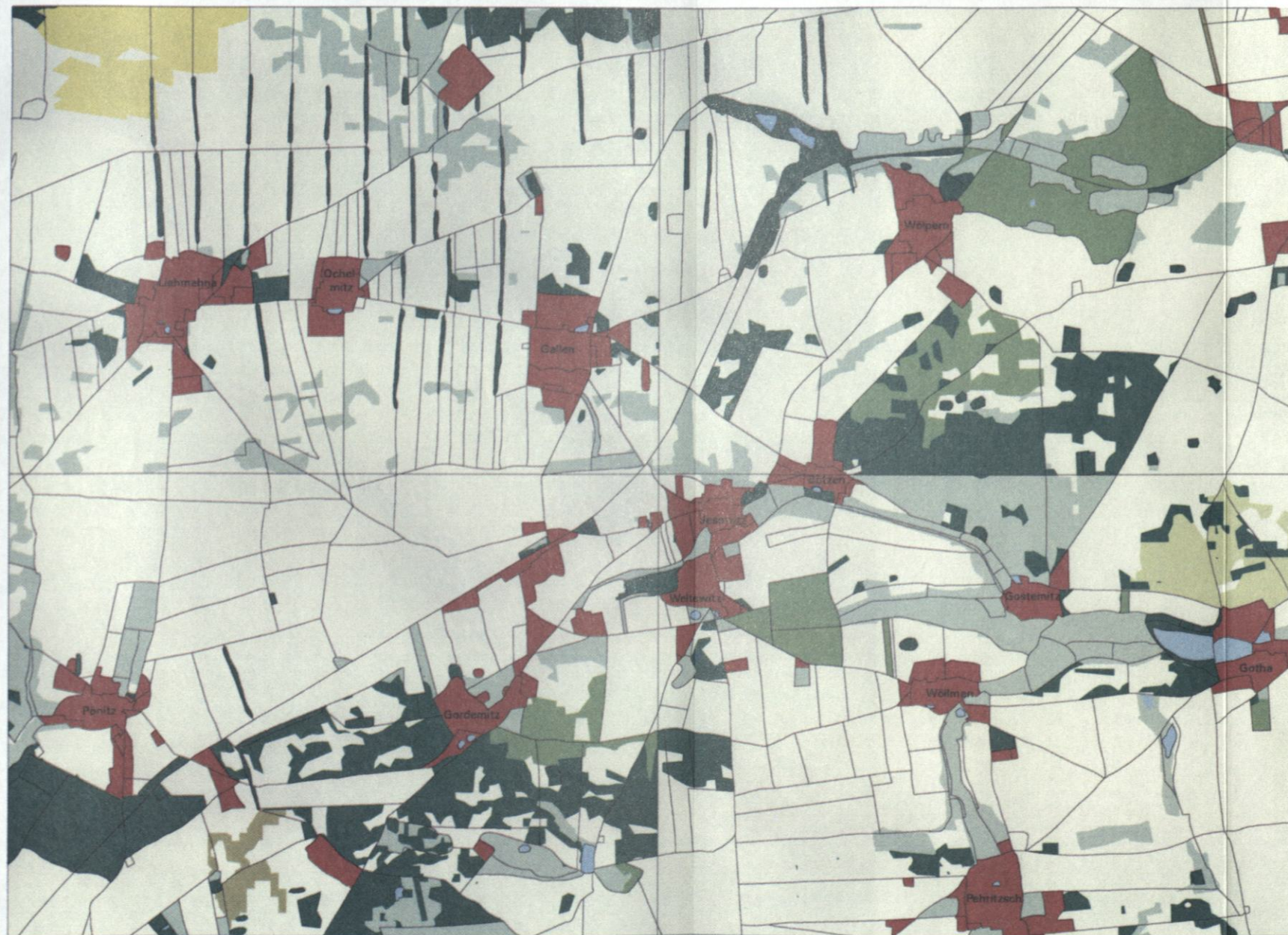
- Biotoptypen 1: 10000 (Karte 3)
- Bewertung Bodenerosion Schwarzbrache (Karte 28)
- Bewertung Abflußregulation (Karte 30)
- Bewertung Grundwasserneubildung (Karte 31)
- Bewertung Produktionsfunktion (Karte 32)

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer
GIS: Ralf Grabaum, Burghard Meyer, Gundula Schulz
Kartographie: Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Optimierung der Flächennutzung im Untersuchungsraum Jesewitz Maximierung des Erosionsschutzes



Landnutzungsoptionen

Nutzung nach Optimierung

- Acker
- Acker oder Wald
- Acker oder Grünland
- Acker oder Grünland oder Wald
- Grünland
- Grünland oder Wald
- Wald
- Siedlungsflächen
- Gewässer

0 500 1000 1500 Meter

Bewertungsmethode:

Multikriterielle Optimierung nach GRABAU (1996)
Es wurden nur Ackerflächen und Abgrabungen in das
Verfahren einbezogen.
Optimierungsgrenzen und Restriktionen siehe Text
in MEYER (1997).
Jeder Quadrant wurde einzeln bewertet.

Datengrundlage:

- Biotoptypenkartierung 1 : 10000 (MEYER 1994)
- digitales Geländemodell (50m * 50m)
- Bodenschätzungskarten 1 : 10000
- Klimadaten: Quadratkilometerraster-Werte
nach MÜLLER-WESTERMEIER (1995) nach DWD
- Bewertung der Grundwasserneubildung (1 : 10000)
- Bewertung der Abflußregulationsfunktion (1 : 10000)
- Bewertung der Bodenerosionsgefährdung (1 : 10000)
- Bewertung der landwirtschaftlichen Produktionsfunktion
(1 : 10000)

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Optimierung: Ralf Grabaum

GIS: Ralf Grabaum, Burghard Meyer, Gundula Schulz

Kartographie: Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ

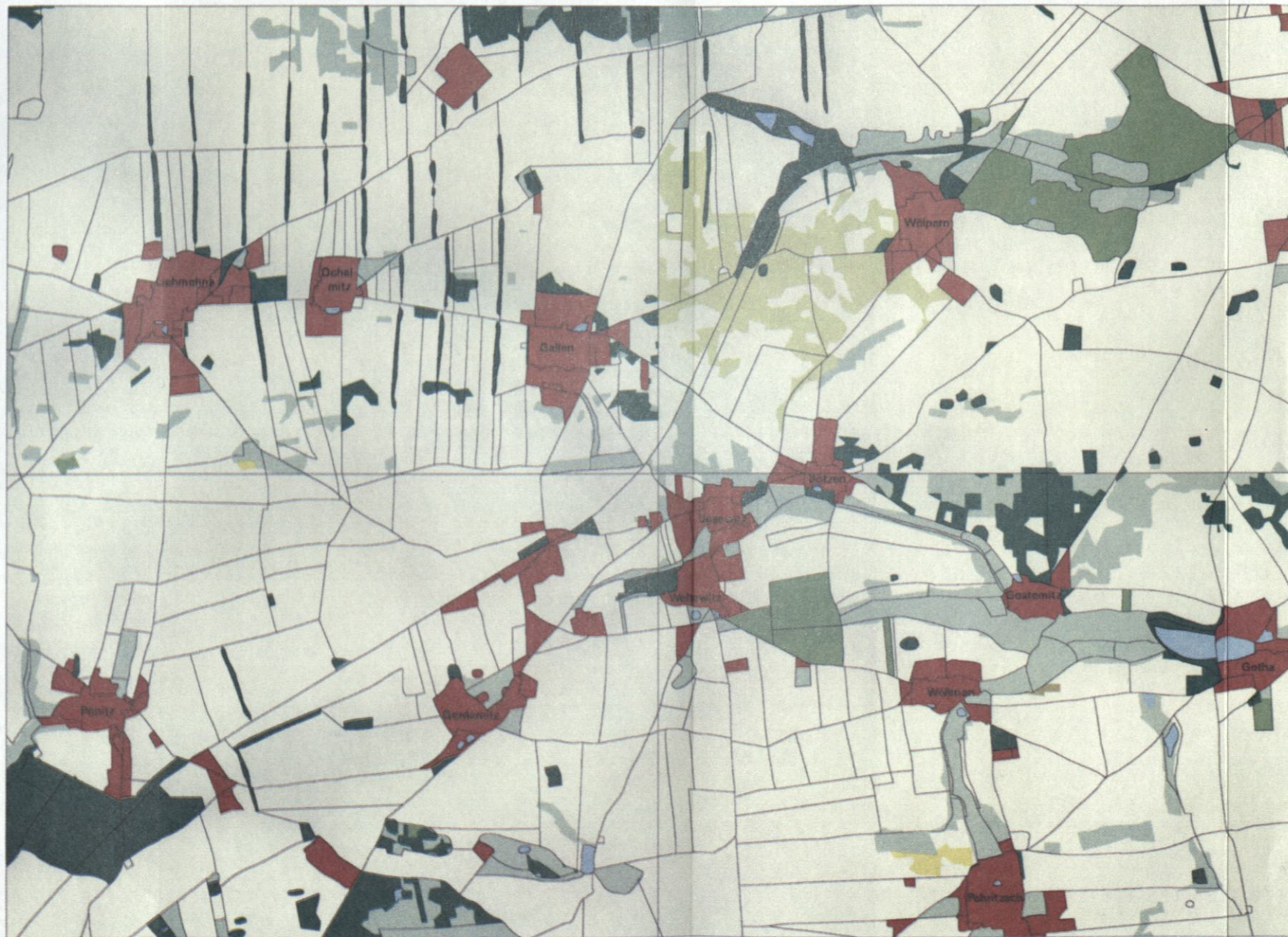
Umweltforschungszentrum

Leipzig-Halle GmbH

Quadranten:

1	2
4	3

Optimierung der Flächennutzung im Untersuchungsraum Jesewitz Maximierung der Grundwasserneubildung



Landnutzungsoptionen

Nutzung nach Optimierung

- Acker
- Acker oder Wald
- Acker oder Grünland
- Acker oder Grünland oder Wald
- Grünland
- Grünland oder Wald
- Wald
- Siedlungsflächen
- Gewässer

0 500 1000 1500 Meter

Bewertungsmethode:

Multikriterielle Optimierung nach GRABAUM (1996)
Es wurden nur Ackerflächen und Abgrabungen in das Verfahren einbezogen.
Optimierungsgrenzen und Restriktionen siehe Text in MEYER (1997).
Jeder Quadrant wurde einzeln bewertet.

Datengrundlage:

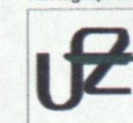
- Biotoptypenkartierung 1 : 10000 (MEYER 1994)
- digitales Geländemodell (50m * 50m)
- Bodenschätzungskarten 1 : 10000
- Klimadaten: Quadratkilometerraster-Werte nach MÜLLER-WESTERMEIER (1995) nach DWD
- Bewertung der Grundwasserneubildung (1 : 10000)
- Bewertung der Abflußregulationsfunktion (1 : 10000)
- Bewertung der Bodenerosionsgefährdung (1 : 10000)
- Bewertung der landwirtschaftlichen Produktionsfunktion (1 : 10000)

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Optimierung: Ralf Grabaum

GIS: Ralf Grabaum, Burghard Meyer, Gundula Schulz

Kartographie: Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ

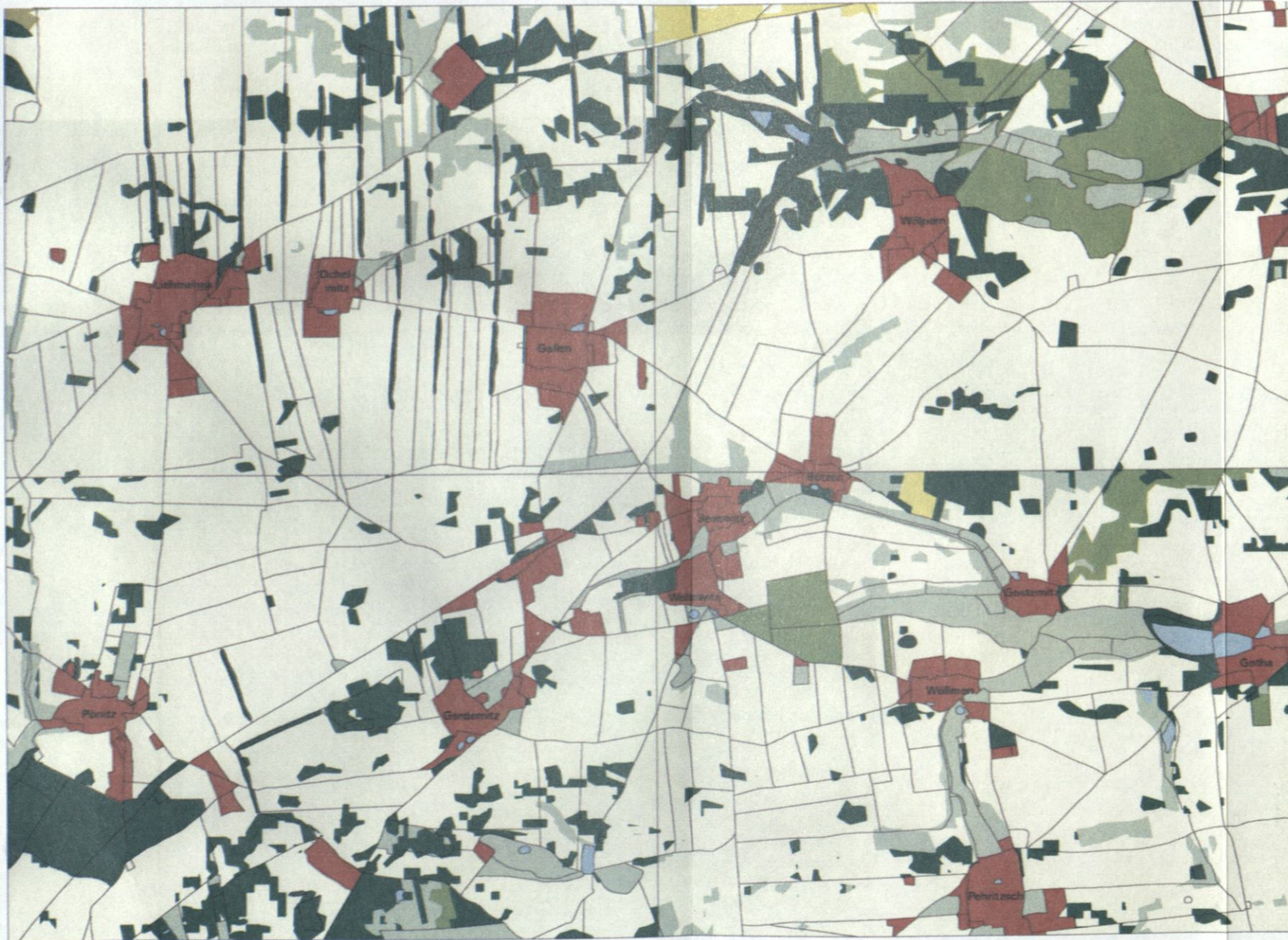
Umweltforschungszentrum

Leipzig-Halle GmbH

Quadranten:

1	2
4	3

Optimierung der Flächennutzung im Untersuchungsraum Jesewitz Maximierung der Abflußregulationsfunktion



Quadranten:

1	2
4	3

Landnutzungsoptionen

Nutzung nach Optimierung

- | | |
|---|-------------------------------|
|  | Acker |
|  | Acker oder Wald |
|  | Acker oder Grünland |
|  | Acker oder Grünland oder Wald |
|  | Grünland |
|  | Grünland oder Wald |
|  | Wald |
|  | Siedlungsflächen |
|  | Gewässer |



Bewertungsmethode:

Multikriterielle Optimierung nach GRABAUM (1996)

Es wurden nur Ackerflächen und Abgrabungen in das Verfahren einbezogen.

Optimierungsgrenzen und Restriktionen siehe Text in MEYER (1997).

Jeder Quadrant wurde einzeln bewertet.

Datengrundlage:

- Biotoptypenkartierung 1 : 10000 (MEYER 1994)
- digitales Geländemodell (50m * 50m)
- Bodenschätzungskarten 1 : 10000
- Klimadaten: Quadratkilometerraster-Werte nach MÜLLER-WESTERMEIER (1995) nach DWD
- Bewertung der Grundwasserneubildung (1 : 10000)
- Bewertung der Abflusregulationsfunktion (1 : 10000)
- Bewertung der Bodenerosionsgefährdung (1 : 10000)
- Bewertung der landwirtschaftlichen Produktionsfunktion (1 : 10000)

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Optimierung: Ralf Grabaum

GIS: Ralf Grabaum, Burghard Meyer, Gundula Schulz

Kartographie: Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz

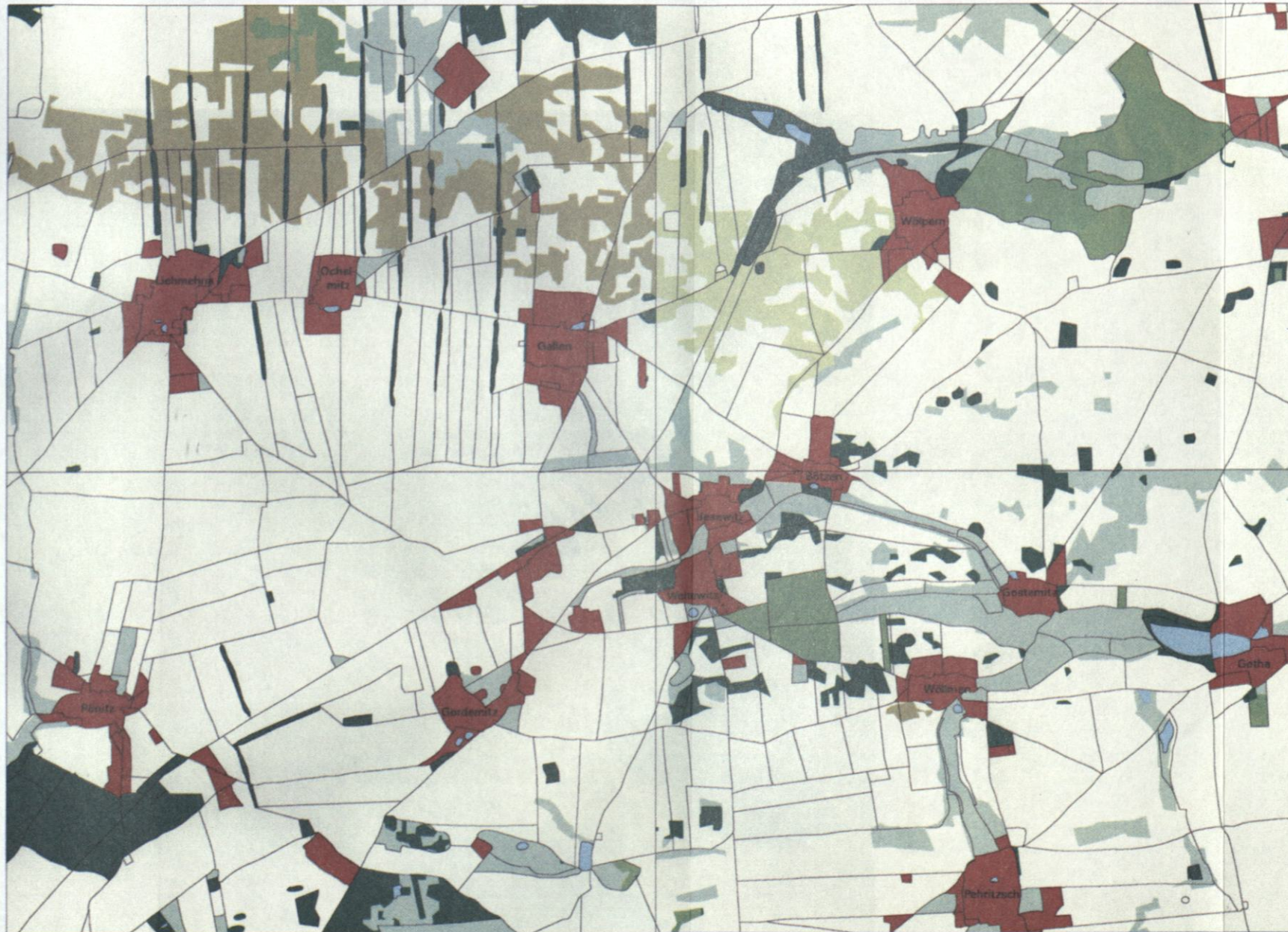


UFZ

Umweltforschungszentrum

Leipzig-Halle GmbH

Optimierung der Flächennutzung im Untersuchungsraum Jesewitz Maximierung der Produktionsfunktion



Landnutzungsoptionen

Nutzung nach Optimierung

- Acker
- Acker oder Wald
- Acker oder Grünland
- Acker oder Grünland oder Wald
- Grünland
- Grünland oder Wald
- Wald
- Siedlungsflächen
- Gewässer

0 500 1000 1500 Meter

Bewertungsmethode:

Multikriterielle Optimierung nach GRABAU (1996)
Es wurden nur Ackerflächen und Abgrabungen in das Verfahren einbezogen.
Optimierungsgrenzen und Restriktionen siehe Text in MEYER (1997).
Jeder Quadrant wurde einzeln bewertet.

Datengrundlage:

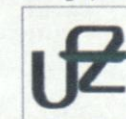
- Biotoptypenkartierung 1 : 10000 (MEYER 1994)
- digitales Geländemodell (50m * 50m)
- Bodenschätzungskarten 1 : 10000
- Klimadaten: Quadratkilometerraster-Werte nach MÜLLER-WESTERMEIER (1995) nach DWD
- Bewertung der Grundwasserneubildung (1 : 10000)
- Bewertung der Abflußregulationsfunktion (1 : 10000)
- Bewertung der Bodenerosionsgefährdung (1 : 10000)
- Bewertung der landwirtschaftlichen Produktionsfunktion (1 : 10000)

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Optimierung: Ralf Grabaum

GIS: Ralf Grabaum, Burghard Meyer, Gundula Schulz

Kartographie: Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



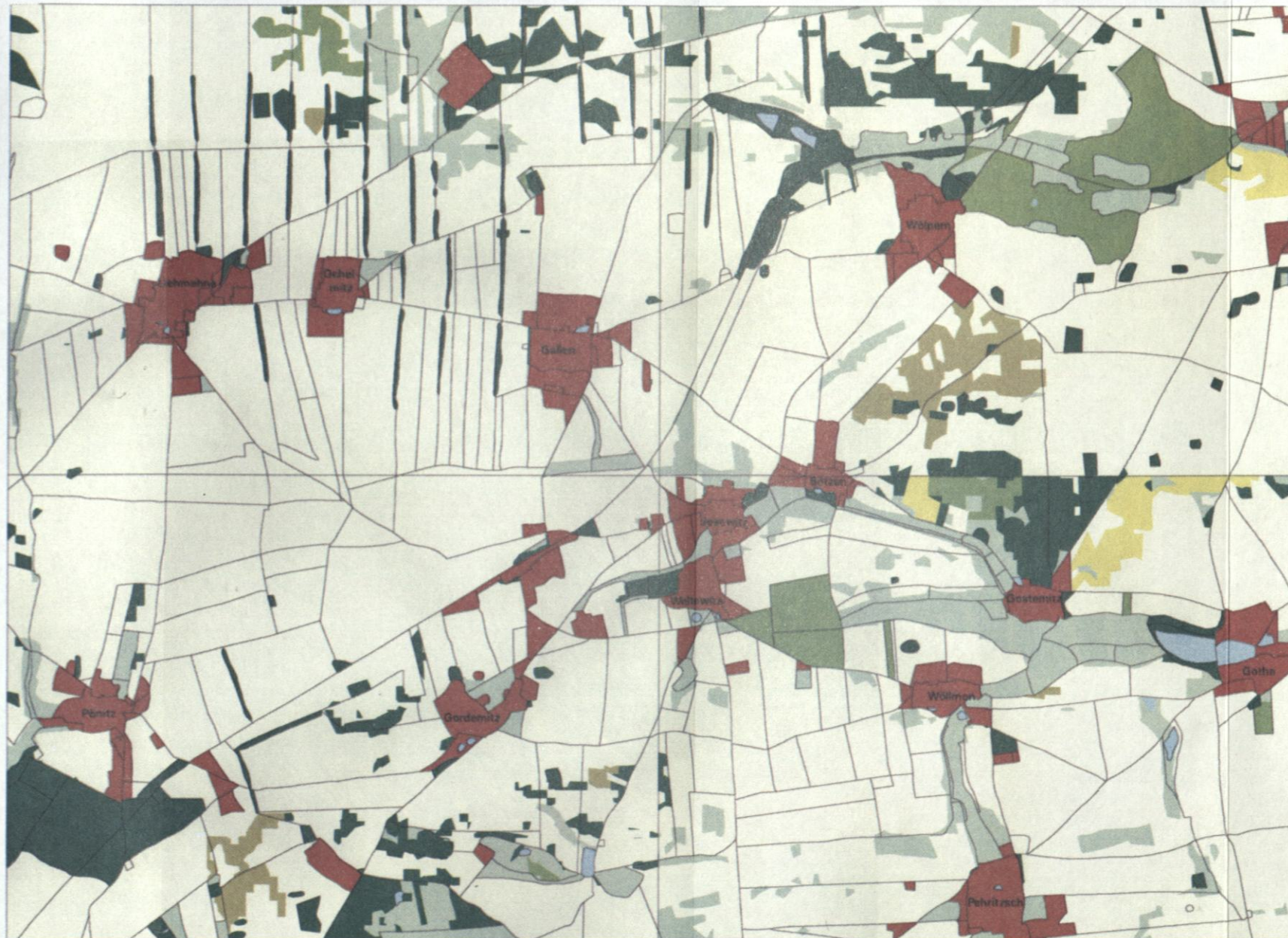
UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Quadranten:

1	2
4	3

Optimierung der Flächennutzung im Untersuchungsraum Jesewitz

Kompromiß 1: Gleichgewichtung der Funktionen



Landnutzungsoptionen

Nutzung nach Optimierung

- Acker
- Acker oder Wald
- Acker oder Grünland
- Acker oder Grünland oder Wald
- Grünland
- Grünland oder Wald
- Wald
- Siedlungsflächen
- Gewässer

0 500 1000 1500 Meter

Bewertungsmethode:

Multikriterielle Optimierung nach GRABAU (1996)
Es wurden nur Ackerflächen und Abgrabungen in das Verfahren einbezogen.
Optimierungsgrenzen und Restriktionen siehe Text in MEYER (1997).
Jeder Quadrant wurde einzeln bewertet.

Datengrundlage:

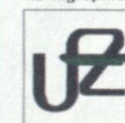
- Biotoptypenkartierung 1 : 10000 (MEYER 1994)
- digitales Geländemodell (50m * 50m)
- Bodenschätzungskarten 1 : 10000
- Klimadaten: Quadratkilometerraster-Werte nach MÜLLER-WESTERMEIER (1995) nach DWD
- Bewertung der Grundwasserneubildung (1 : 10000)
- Bewertung der Abflußregulationsfunktion (1 : 10000)
- Bewertung der Bodenerosionsgefährdung (1 : 10000)
- Bewertung der landwirtschaftlichen Produktionsfunktion (1 : 10000)

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Optimierung: Ralf Grabaum

GIS: Ralf Grabaum, Burghard Meyer, Gundula Schulz

Kartographie: Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ

Umweltforschungszentrum

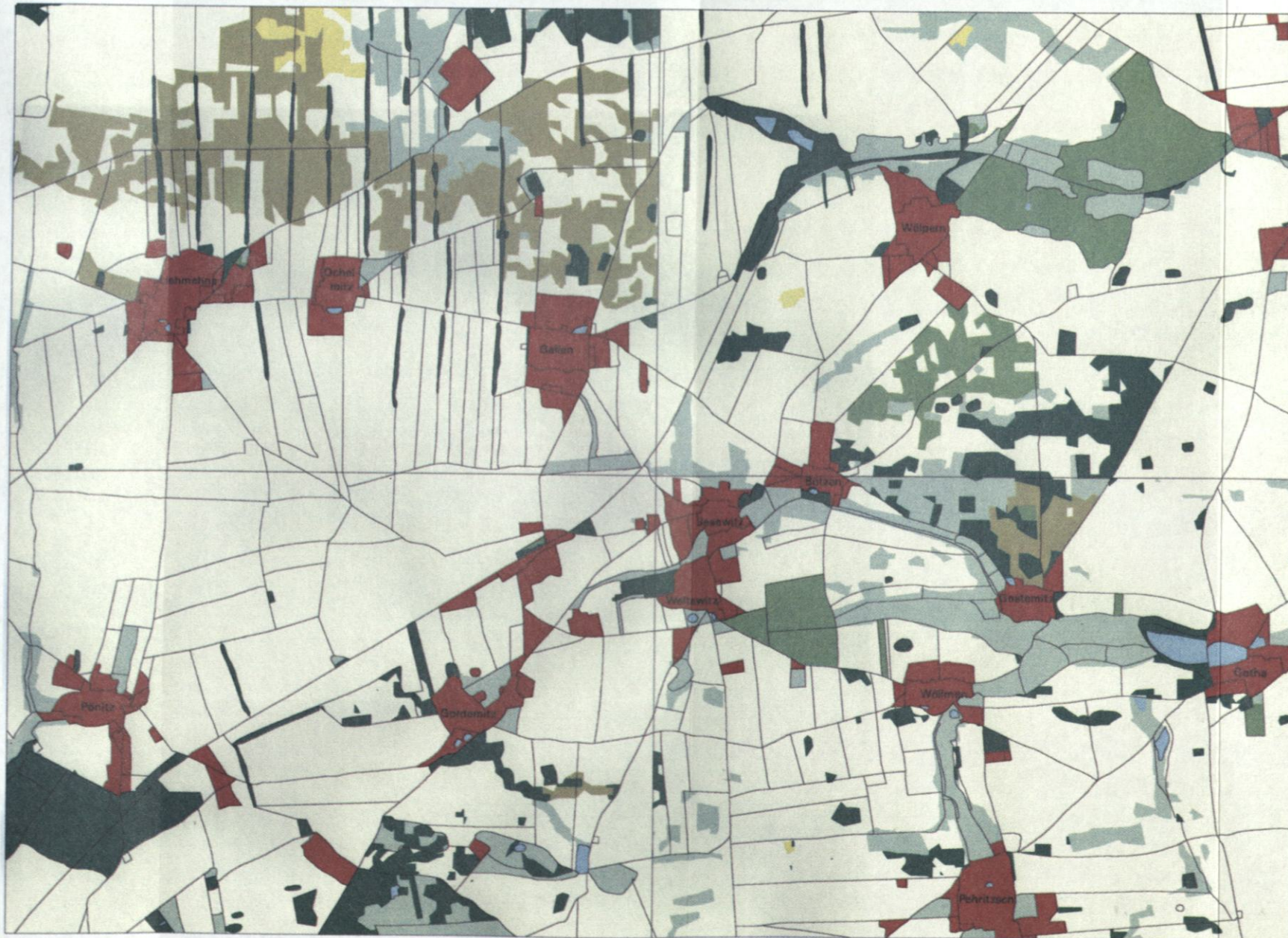
Leipzig-Halle GmbH

Quadranten:

1	2
4	3

Optimierung der Flächennutzung im Untersuchungsraum Jesewitz

Kompromiß 2: Höhergewichtung von Erosionsschutz u. Produktionsfunktion



Landnutzungsoptionen

Nutzung nach Optimierung

- Acker
- Acker oder Wald
- Acker oder Grünland
- Acker oder Grünland oder Wald
- Grünland
- Grünland oder Wald
- Wald
- Siedlungsflächen
- Gewässer

0 500 1000 1500 Meter

Bewertungsmethode:

Multikriterielle Optimierung nach GRABAUM (1996)
Es wurden nur Ackerflächen und Abgrabungen in das Verfahren einbezogen.
Optimierungsgrenzen und Restriktionen siehe Text in MEYER (1997).
Jeder Quadrant wurde einzeln bewertet.

Datengrundlage:

- Biotoptypenkartierung 1 : 10000 (MEYER 1994)
- digitales Geländemodell (50m * 50m)
- Bodenschätzungskarten 1 : 10000
- Klimadaten: Quadratkilometerraster-Werte nach MÜLLER-WESTERMEIER (1995) nach DWD
- Bewertung der Grundwasserneubildung (1 : 10000)
- Bewertung der Abflußregulationsfunktion (1 : 10000)
- Bewertung der Bodenerosionsgefährdung (1 : 10000)
- Bewertung der landwirtschaftlichen Produktionsfunktion (1 : 10000)

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Optimierung: Ralf Grabaum

GIS: Ralf Grabaum, Burghard Meyer, Gundula Schulz

Kartographie: Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Quadranten:

1	2
4	3

Gesamtlegende zu den Bodenartenkarten

Einschätzung der Bodenart nach Reichsbodenschätzung

	Sand
	Anlehmiger Sand
	Lehmiger Sand
	Stark lehmiger Sand
	Sandiger Lehm
	Lehm
	Schwerer Lehm
	Ton
	Lehm/Moor
	Moor

Sonstige Nutzung

	Sandgrube
	Bahnhof
	Hofffläche
	Siedlung/Ort
	Wald
	Wasserfläche
	Unland

Zustandsstufen des Grünlandes

	1
	2
	3

Zustandsstufen des Ackerlandes

	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7

Gesamtlegende zu den Biotoptypenkarten

Wald

-  Laubmischwald
-  Laubwald-Reinbestand
-  Nadelwald-Reinbestand
-  Nadelmischwald
-  Mischwald
-  Auwald

Gehölz

-  Gehölze (undifferenziert)
-  Streuobstwiese

Krautige Vegetation

-  Grünland
-  Staudenflur
-  Magerrasen
-  Flachmoor / Moor / Sumpf

Vegetationsfreie Fläche

-  Naturnah
-  Anthropogen, Müllplätze, frisch aufgeschlossene Bau- und Gewerbegebiete

Acker- und Gartenbau

-  Acker
-  Ackerbrache (1994)
-  Acker kleinparzelliert
-  Garten- und Obstbau, Hopfenanlagen

Bebauter Bereich

-  Dorf, Kernbereich
-  Wohnbebauung
-  Mischbebauung
-  Industrie, Landwirtschaft
-  Sonstige Bebauung im Siedlungs- und Außenbereich
-  Grünfläche, Kleingärten
-  Verkehrsfläche

Gewässer

-  Fließ- und Stillgewässer, Graben

Gesamtlegende zu den Karten der linearen Vegetationselemente

Hecken

	Lückig mit Bäumen
	Geschlossen mit Bäumen
	Geschlossen ohne Bäume
	Lückig ohne Bäume

Gebüsch

	Mit Bäumen
	Ohne Bäume

Gehölzpflanzung nicht standortgerecht

	Laubbaumbestand
	Laubmischbestand
	Mischbestand
	Nadelbaumbestand

Baumreihen

	Laubbaumbestand
	Laubmischbestand
	Nadelbaumbestand
	Mischbestand
	Kopfbaumbestand
	Obstbaumbestand

Datengrundlage:
Biotoptypenkartierung 1:10000, 1994, Burghard Meyer

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Kartographie und Geographisches Informationssystem (GIS):
Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Gesamtlegende zu den Veränderungskarten des Straßen- und Wegenetzes sowie des Gewässernetzes

	Eisenbahn / stillgelegte Eisenbahn
	Autobahn
	Straße
	Weg
	Bach, Fluß
	Graben
	Ortslagen, Einzelgehöfte

Datengrundlagen:

Jesewitz

Meßtischblatt 4541 Eilenburg (1935)
Topographische Karte 4541 (N), (1992)
Originalmaßstab 1 : 25000
Biotoptypenkartierung, 1 : 10000 (1994)

Nerchau-Ragewitz

Meßtischblatt 4742 Grimma (1936)
Meßtischblatt 4743 Mutzschen (1936)
Topographische Karte 4742 (1991)
Topographische Karte 4743 (1991)
Originalmaßstab 1 : 25000
Biotoptypenkartierung, 1 : 10000 (1994)

Barnstädt

Meßtischblatt 4636 Schafstädt (1936)
Meßtischblatt 4635 Querfurt (1936)
Topographische Karte 1205-11 (1978)
Topographische Karte 1205-12 (1978)
Topographische Karte 1105-33 (1978)
Originalmaßstab 1 : 25000
Biotoptypenkartierung, 1 : 10000 (1994)

Gimritz

Meßtischblatt 4437 Halle (Nord) (1936)
Meßtischblatt 4436 Wettin (1936)
Topographische Karte 1105-24 (1984)
Topographische Karte 1105-23 (1984)
Originalmaßstab 1 : 25000
Biotoptypenkartierung, 1 : 10000 (1994)

Inhaltliche Bearbeitung: Burghard Meyer

Kartographie und Geographisches Informationssystem (GIS):
Abteilung Geoinformation, Gundula Schulz



UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Sektion Angewandte Landschaftsökologie
UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig -Halle GmbH
Permoserstraße 15
D-04318 Leipzig
Telefon 0341/235-2166
Telefax 0341/235-2511