

Quantitative Untersuchungen zum Habitatwahlverhalten ausgewählter Singvogelarten (Passeres) in der halboffenen Kulturlandschaft

**ein multivariater Ansatz unter besonderer Berücksichtigung
der Verfügbarkeit von Vegetationsstrukturen**

Dissertation
zur Erlangung des
Doktorgrades
der Naturwissenschaften
(Dr. rer. nat.)
im Fachbereich VI
der Universität Trier

vorgelegt von
Ortwin Elle

erster Gutachter: Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Paul Müller
zweiter Gutachter: Prof. Dr. Alois Schäfer

Trier, 7. Juni 2000



Der Dekan: Prof. Dr. Christoph Becker

Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Paul Müller

Prof. Dr. Alois Schäfer

Letzte Prüfungsleistung: 7. Juni 2000

INHALT

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN	III
VERZEICHNIS DER TABELLEN	IV
VERZEICHNIS DES ANHANGS	V
VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN	V
1 EINLEITUNG	1
1.1 Zielsetzung	1
1.2 Theoretische Grundlagen	2
1.3 Untersuchungsgebiet	4
2 METHODEN	6
2.1 Methodischer Ansatz	6
2.2 Revierkartierung	8
2.2.1 Charakterisierung der Methode	8
2.2.2 Durchführung der Kartierung	9
2.2.3 Grenzen der Methode	12
2.3 Erfassung der Vegetationsstruktur	13
2.4 Statistik	21
2.5 Datenverwaltung und Datenverarbeitung	22
2.6 Datengrundlage	25
3 ERGEBNISSE	28
3.1 Charakterisierung der Vegetationsstrukturen	28
3.1.1 Schichtung und Offenheit der Habitats	28
3.1.2 Der integrative Ansatz – die Strukturklassen	32
3.1.3 Der schichtbezogene Ansatz – die Strukturtypen	40
3.1.4 Vegetationsmenge	53
3.1.5 Morphologie der Vegetation	54
3.1.6 Krautschicht	55
3.2 Nischenindices	55
3.2.1 Nischenbreite	55
3.2.2 Nischenüberlappung	57
3.3 Struktureignung und Selektivität.....	59
3.4 Interspezifische Assoziation	62

3.5 Multivariate Analysemethoden	65
3.5.1 Faktorenanalyse	65
3.5.2 Clusteranalyse	68
3.5.3 Diskriminanzanalyse	75
3.6 Interspezifische Konkurrenz	83
4 DISKUSSION	86
4.1 Vorüberlegungen	86
4.2 Vergleichende autökologische Untersuchungen.....	87
4.2.1 Mönchsgrasmücke	87
4.2.2 Gartengrasmücke	91
4.2.3 Dorngrasmücke.....	94
4.2.4 Klappergrasmücke	97
4.2.5 Zilpzalp	101
4.2.6 Heckenbraunelle	103
4.2.7 Goldammer	106
4.2.8 Buchfink	109
4.2.9 Neuntöter	112
4.3 Interspezifische Ähnlichkeiten	115
4.4 Mönchsgrasmücke und Gartengrasmücke – ein Beispiel interspezifischer Konkurrenz?	117
4.5 Einfluss des Strukturangebots auf die Strukturnutzung	119
5 ZUSAMMENFASSUNG	125
LITERATUR	128
ANHANG	134

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN:

Abb.1: Lage der Untersuchungsflächen	5
Abb.2: Zeitlicher Aufwand der Kartierungen	10
Abb.3: Tageskarte vom 19.05.1995 (Ausschnitt)	11
Abb.4: Artkarte der Gartengrasmücke (Ausschnitt)	11
Abb.5: Konvex-Polygon-Methode	12
Abb.6: Erfassung der Vegetationsstruktur	14
Abb.7: Definition der Strukturtypen.....	15
Abb.8: Aufnahmebogen der Strukturkartierung	20
Abb.9: Verschneidung im Geographischen Informationssystem	23
Abb.10: Entity-Relationship-Modell	25
Abb.11: Größe der Territorien	27
Abb.12: Berechnung von Schichtungsindex und Offenheitsindex	28
Abb.13: Schichtung und Offenheit (Angebot und Nutzung)	29
Abb.14: Oberste Vegetationsschicht	31
Abb.15: Unterste Vegetationsschicht	31
Abb.16: Strukturklassengrößen des Gesamtangebots	33
Abb.17: Prozentuale Strukturklassenanteile in den Durchschnittsterritorien	34
Abb.18: Prozentuale Strukturklassenanteile auf den Teilflächen A-E	40
Abb.19: Prozentuale Anteile der Strukturtypen in 8 Schichthöhen	41
Abb.20: Strukturtypen-Nutzung durch die Vogelarten	42
Abb.20.0: Legende zu den Artdiagrammen.....	42
Abb.20.1: Mönchsgrasmücke	43
Abb.20.2: Gartengrasmücke	44
Abb.20.3: Dorngrasmücke	45
Abb.20.4: Klappergrasmücke	46
Abb.20.5: Zilpzalp	47
Abb.20.6: Heckenbraunelle	48
Abb.20.7: Goldammer	49
Abb.20.8: Buchfink	50
Abb.20.9: Neuntöter	51
Abb.21: Vegetationsmenge pro Durchschnittsterritorium (schichtweise)	52
Abb.22: Gesamtvegetationsmenge pro Durchschnittsterritorium (1995-1998)	53
Abb.23: Morphologie der Vegetationskomplexe	54
Abb.24: Krautschicht in den Vegetationskomplexen	55
Abb.25: Struktureignung (schichtweise)	60
Abb.26: Gesamtstruktureignung	61
Abb.27: Dendrogramm der Clusteranalyse 1995 (Durchschnittsterritorium (pro Teilfläche)	69
Abb.28: Dendrogramm der Clusteranalyse 1997 (Durchschnittsterritorium pro Teilfläche)	70
Abb.29: Dendrogramm der Clusteranalyse 1998 (Durchschnittsterritorium pro Teilfläche)	71
Abb.30: Variablenprofil zur Clusteranalyse 1995	73
Abb.31: Dendrogramm der Clusteranalyse (Durchschnittsterritorium der Gesamtfläche)	75
Abb.32: Scatterplot der Diskriminanzwerte 1995 (Durchschnittsterritorium pro Teilfläche)	77
Abb.33: Scatterplot der Diskriminanzwerte 1997 (Durchschnittsterritorium pro Teilfläche)	78

Abb.34: Scatterplot der Diskriminanzwerte 1998 (Durchschnittsterritorium pro Teilfläche)	78
Abb.35: Scatterplot der Diskriminanzwerte 1995 (Territorien der Vogelindividuen)	81
Abb.36: Scatterplot der Diskriminanzwerte 1997 (Territorien der Vogelindividuen)	81
Abb.37: Scatterplot der Diskriminanzwerte 1998 (Territorien der Vogelindividuen)	82
Abb.38: Territoriumsgrenzen von Mönchsgrasmücke und Gartengrasmücke 1995 (Fläche D)	83
Abb.39: Territoriumsgrenzen von Mönchsgrasmücke und Gartengrasmücke 1997 (Fläche D)	83
Abb.40: Territoriumsgrenzen von Mönchsgrasmücke und Gartengrasmücke 1998 (Fläche D)	84
Abb.41: Scatterplot der Diskriminanzwerte 1995 (Artenpaar Mönchsgrasmücke / Gartengrasmücke)	85
Abb.42: Verbreitung der Mönchsgrasmücke im Untersuchungsgebiet	89
Abb.43: Verbreitung der Gartengrasmücke im Untersuchungsgebiet	92
Abb.44: Verbreitung der Dorngrasmücke im Untersuchungsgebiet	95
Abb.45: Verbreitung der Klappergrasmücke im Untersuchungsgebiet	98
Abb.46: Verbreitung des Zilpzalps im Untersuchungsgebiet	101
Abb.47: Verbreitung der Heckenbraunelle im Untersuchungsgebiet	104
Abb.48: Verbreitung der Goldammer im Untersuchungsgebiet	107
Abb.49: Verbreitung des Buchfinks im Untersuchungsgebiet	110
Abb.50: Verbreitung des Neuntöters im Untersuchungsgebiet	113

VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tab.1: Untersuchungsflächen	4
Tab.2: Untersuchte Vogelarten	6
Tab.3: Kartierungstermine	10
Tab.4: Klassifizierung der Unterschicht	17
Tab.5: Klassifizierung der Oberschicht	17
Tab.6: Charakterisierung der Strukturklassen	18
Tab.7: Datenbankstruktur	24
Tab.8: Anzahl der Vogelterritorien (Teilflächen).....	25
Tab.9: Anzahl der Vogelterritorien (Gesamtfläche).....	26
Tab.10: Flächenbezogene Rastergrundlage	26
Tab.11: Artbezogene Rastergrundlage	26
Tab.12: Schwerpunkte der Strukturklassen-Häufigkeitsverschiebungen durch die Vogelarten 1995-1998 (Gesamtfläche)	36
Tab.13: Schwerpunkte der Strukturklassen-Häufigkeitsverschiebungen durch die Vogelarten 1995 (Teilflächen)	37
Tab.14: Schwerpunkte der Strukturklassen-Häufigkeitsverschiebungen durch die Vogelarten 1997 (Teilflächen)	38
Tab.15: Schwerpunkte der Strukturklassen-Häufigkeitsverschiebungen durch die Vogelarten 1998 (Teilflächen)	39

Tab.16: Nischenbreite der Vogelarten (Gesamtfläche und Teilflächen)	58
Tab.17: Nischenüberlappung der Vogelarten	58
Tab.18: Vierfelder-Tafel	63
Tab.19: Interspezifische Assoziation 1995	64
Tab.20: Interspezifische Assoziation 1997	64
Tab.21: Interspezifische Assoziation 1998	64
Tab.22: Kenngrößen der Faktorenanalyse	66
Tab.23: Clusterzugehörigkeit der Durchschnittsterritorien pro Teilfläche	72
Tab.24: Charakterisierung des Variablenprofils	74
Tab.25: Kenngrößen der Diskriminanzanalyse	76
Tab.26: Klassifizierungsergebnisse des Diskriminanzmodells 1997 (Durchschnittsterritorium pro Teilfläche)	79
Tab.27: Klassifizierungsergebnisse des Diskriminanzmodells 1998 (Durchschnittsterritorium pro Teilfläche)	79
Tab.28: Klassifizierungsergebnisse des Diskriminanzmodells 1995 (Territorien der Vogelindividuen)	80
Tab.29: Klassifizierungsergebnisse des Diskriminanzmodells 1997 (Territorien der Vogelindividuen)	80
Tab.30: Klassifizierungsergebnisse des Diskriminanzmodells 1998 (Territorien der Vogelindividuen)	80
Tab.31: Anteil der Fehlklassifizierungen des Diskriminanzmodells für die einzelnen Arten (Territorien der Vogelindividuen)	82
Tab.32: Klassifizierungsergebnisse des Diskriminanzmodells für das Artenpaar Mönchsgrasmücke / Gartengrasmücke (Zwei-Gruppen-Modell)	84
Tab.33: Klassifizierungsergebnisse des Diskriminanzmodells für das Artenpaar Mönchsgrasmücke / Gartengrasmücke (Drei-Gruppen-Modell)	85

VERZEICHNIS DES ANHANGS

Anhang I: Häufigkeiten der Gestalttypen auf der Gesamtfläche	134
Anhang II: Beispiel zur Berechnung der Nischenbreite	134
Anhang III: Beispiel zur Berechnung der Nischenüberlappung	135
Anhang IV: Boxplots der 7 Strukturvariablen für Clusteranalyse und Diskriminanz- analyse (Durchschnittsterritorium pro Teilfläche, 1995)	135
Anhang V: Boxplots der 7 Strukturvariablen der Diskriminanzanalyse (Territorien der Vogelindividuen, 1995)	136
Anhang VI: Boxplots der 7 Strukturvariablen für Clusteranalyse und Diskriminanz- analyse (Artenpaar Mönchsgrasmücke / Gartengrasmücke, 1995)	136

VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

BU: Buchfink	GG: Gartengrasmücke	p <: Irrtumswahrscheinlichkeit
DG: Dorngrasmücke	GO: Goldammer	S: Schicht
FG: Anzahl der Freiheitsgrade	HE: Heckenbraunelle	Sig: Signifikanz
GES: Gesamtfläche	KG: Klappergrasmücke	ZI: Zilpzalp
	MG: Mönchsgrasmücke	
	NT: Neuntöter	

1 EINLEITUNG

1.1 Zielsetzung

Spricht man von der Habitatwahl einer bestimmten Vogelart, so ist damit in der Regel das typische oder auch durchschnittliche Habitatwahlverhalten von Populationen gemeint. Auf dieser Ebene ist Habitatwahl ein Abstraktum. Der eigentliche Prozess der Habitatwahl spielt sich auf der Individualebene ab (vgl. MARTIN 1983). Habitatwahl kann demnach zum einen als Auseinandersetzung einzelner Individuen mit ihrer Umgebung und zum anderen als gemeinschaftliche Eigenschaft von Teilpopulationen angesehen werden. Die Herausarbeitung des Typischen wird mit einem Informationsverlust über die Variabilität des individuellen Verhaltens erkauft (und umgekehrt). Das führt dazu, dass die Flexibilität einer Vogelart bei der Habitatwahl vielfach unterschätzt wird. Vor diesem Hintergrund wird in dieser Arbeit ein Modell zur Quantifizierung von Habitatwahl vorgestellt, auf dessen Grundlage die Ergebnisse individuellen und durchschnittlichen Habitatwahlverhaltens (nicht jedoch die Prozesse, die zu der beobachteten Habitatwahl führen) objektiv analysiert werden können.

Es ist unbestritten, dass in erster Linie die strukturellen Eigenschaften eines Lebensraumes den Vogel bei der Habitatwahl beeinflussen. In der Mehrzahl der Untersuchungen zu diesem Thema wurde jedoch gar nicht oder nicht ausreichend berücksichtigt, dass Habitatwahl ein dynamischer Prozess ist und als solcher vor dem Hintergrund des Strukturangebotes eines Standortes gesehen werden muss. Die durch eine Vogelart selektierten Flächen dürfen deshalb nicht losgelöst von der Landschaft betrachtet werden, deren Teil sie sind. Erst durch die gemeinsame Berücksichtigung von Strukturnutzung („Was wird selektiert?“) und Strukturangebot („Woraus wird selektiert?“) ist eine Bewertung möglich, ob eine Vogelart eher opportunistisches oder selektierendes Habitatwahlverhalten zeigt und ob bestimmte Strukturen bevorzugt oder gemieden werden. Ein Opportunist nutzt Habitate so, wie er sie vorfindet, ein Selektierer nutzt nur einen engen Bereich der angebotenen Strukturen, wobei der Übergang zwischen beiden Begriffen fließend ist.

Beispiele quantitativer Habitatanalysen sind in der Ornithologie sehr zahlreich. Stellvertretend nenne ich die Arbeiten von ANDERSON & SHUGART (1974), WILLSON (1974), PEARSON (1975), CODY & WALTER (1976), CYR (1977), WHITMORE (1977), CODY (1978), ERDELEN (1978, 1984), ROTENBERRY & WIENS (1980), BILCKE (1982a), JAMES & WAMER (1982), RICE et al. (1983), SAETHER (1983), MAGERL (1984), HELLE & JÄRVINEN (1986), PFISTER et al.

(1986), BLAKE & KARR (1987), KOSTRZEWA (1987), LOSKE (1987), FULLER et al. (1989), SCHREIBER (1989), BROOKS & TEMPLE (1990), SCHULZE-HAGEN & SENNERT (1990), BIBER (1993), MITSCHKE (1993), SCHÖN (1994), GOTTSCHALK (1995), KLOSKOWSKI & KROGULEC (1999).

Über einen Zeitraum von drei Jahren wurden die Habitatstrukturen von neun Singvogelarten analysiert. Das ca. 130 Hektar große Untersuchungsgebiet befindet sich im nördlichen Saarland (Südwest-Deutschland) und ist gekennzeichnet durch einen kleinräumigen Wechsel halboffener (nicht-waldartiger) Gehölzstrukturen, die sich aus Gebüsch, Hecken, Streuobstwiesen, Feldgehölzen etc. zusammensetzen. Das Ziel ist eine umfassende qualitative und quantitative Beschreibung des Habitatwahlverhaltens dieser neun Arten, die unterschiedliche Vorzugsbereiche in der Landschaft haben - von sehr offenen bis zu den geschlosseneren Strukturen des Waldes reichend. Folgende Fragen sollen beantwortet werden:

- In welchen Verhältnissen werden die Strukturelemente von den einzelnen Arten genutzt?
- Wie konstant (räumlich und zeitlich) sind die Strukturnutzungsmuster intraspezifisch?
- Wie flexibel sind die einzelnen Arten? Zeigen sie in Bezug auf das Strukturangebot eher opportunistisches oder selektierendes Habitatwahl-Verhalten?
- Wie groß sind die interspezifischen Ähnlichkeiten der Strukturnutzung?
- Gibt es Hinweise auf interspezifische Konkurrenz?
- Wie stark werden die „mutmaßlichen“ Habitatpräferenzen durch das Strukturangebot und damit die Verfügbarkeit bestimmter Strukturen beeinflusst?

1.2 Theoretische Grundlagen

Mehr als jeder anderen taxonomischen Gruppe wird den Vögeln ein beachtliches Potential an Habitatselektion zugesprochen (CODY 1985), denn ihre ausgeprägte Mobilität ermöglicht ihnen eine sehr effektive Suche nach geeigneten Lebensräumen. Man geht von der Vorstellung aus, dass ein Individuum einer Tierart von seinem artspezifischen Lebensraum ein „inneres Bild“ besitzt, welches Ökoschema genannt wird. Der artspezifisch relevante Lebensfaktorenkomplex, d.h. die Gesamtheit der dem Ökoschema in der Natur real entsprechenden Umweltgegebenheiten (Temperatur, Pflanzenwelt, Nahrung, Nistmöglichkeit etc.), wird als Monoplex bezeichnet. Das Habitat dagegen ist die Örtlichkeit, an der die zum Monoplex gehörenden Einzelfaktoren realisiert sind. Für die entsprechende Art können die

Habitate je nach Realisierungsgrad des Ökoschemas als optimal, suboptimal, medial, subpessimal oder pessimal eingestuft werden (BERNDT & WINKEL 1978, 1983).

Es muss bestimmte Mechanismen geben, die gewährleisten, dass ein Vogel mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Lebensraum auswählt, der ihm - über die nähere Zukunft hinaus - Überleben und Reproduktion ermöglicht. In diesem Zusammenhang ist das Konzept der „ultimate factors“ / „proximate factors“ (mittelbare Faktoren / unmittelbare Faktoren) von Bedeutung, welches von BAKER (1938) eingeführt wurde. Im Zusammenhang mit der Habitatwahl bei Vögeln werden als „ultimate factors“ diejenigen Einflussgrößen bezeichnet, die entscheidend für das Überleben der Art und somit die Ursache dafür sind, dass die Art in diesem spezifischen Lebensraum brütet. Dazu gehören die Faktoren „Nahrung“ und „Schutz vor Feinden und Witterung“, aber auch Anforderungen an das Habitat, die aufgrund artspezifischer Verhaltensweisen (Nestbauweise, Strategien des Nahrungserwerbes, Bewegungsabläufe etc.) oder morphologischer Anpassungen im Laufe der Stammesgeschichte unverzichtbar geworden sind (HILDEN 1965). Ein „proximate factor“ wird definiert als ein „Außenreiz, der einen biologischen Vorgang unter den (als Folge der selektionierenden mittelbaren Faktoren stammesgeschichtlich herausgebildeten) ökologisch vorteilhaftesten Bedingungen in Gang setzt oder weiterführt.“ (IMMELMANN 1972). Vor allem Strukturmerkmale des Territoriums (Deckungsgrad, Schichtung der Vegetation, Angebot an Singwarten etc.) fungieren als proximate factors. Proximate factors wirken räumlich oder zeitlich regulierend auf Reifungsphasen oder Verhaltensweisen, sie müssen aber nicht zwangsläufig über ihre Funktion als Auslöser hinaus irgendeine biologische Bedeutung im Sinne von überlebenswichtigen Faktoren für den Vogel haben (HILDEN 1965).

Man geht davon aus, dass der Prozess der Habitatselektion in mehreren Stufen abläuft (HUTTO 1985), als ein hierarchischer Entscheidungsprozeß, wobei als erste Orientierung generelle Charakteristika der Landschaft eine Rolle spielen, bis schließlich für die Wahl des Territoriums feinere Stimuli der Habitatstruktur wirksam werden. Überschreitet die Summe positiver und negativer Stimuli eine bestimmte, von der Motivation des Vogels abhängige Schwelle, wählt dieser das Habitat aus. Das Modell der ultimate / proximate factors begründet sich also in einer Unterscheidung zwischen stammesgeschichtlich selektionierenden und aktuell regulierenden Faktoren, oder - anders ausgedrückt - ursächlichen und auslösenden Faktorengruppen (IMMELMANN 1972). Die große Schwierigkeit besteht darin, die Relevanz der einzelnen Faktoren für den Vogel zu beweisen.

1.3 Untersuchungsgebiet

Ökotone sind Übergangszonen zwischen zwei Lebensräumen und zeichnen sich in der Regel durch eine größere Varianz der Standortfaktoren und daraus folgend auch eine größere Diversität und Abundanz in den Lebensgemeinschaften aus. Dieses Phänomen wird als Randeffekt bezeichnet. Vogelarten, die in anderen Habitaten räumlich getrennt sind, können aufgrund des hybriden Charakters eines Ökoton auf engstem Raum nebeneinander vorkommen. Der untersuchte Lebensraum nimmt zwischen den offenen Strukturen der Feldflur und den geschlossenen Strukturen des Waldes eine vermittelnde Position ein. Demzufolge findet man dort sowohl wald- als auch gebüschbewohnende Vogelarten, denen innerhalb der zahlreichen Vegetationsgradienten optimale, suboptimale und pessimale Strukturen auf engstem Raum angeboten werden. Aus diesem Grunde ist dieser Lebensraumtyp bezüglich seines Informationsgehaltes ideal für die Analyse von Habitatpräferenzen.

Das Untersuchungsgebiet „Wahlen“ (6°47'E, 49°29'N) liegt in Südwest-Deutschland, im nordwestlichen Saarland (Abb.1). Nach der Naturräumlichen Gliederung Deutschlands (SCHNEIDER 1972) gehört es zur sog. „Wahlener Platte“, einer Untereinheit der „Merziger Muschelkalkplatte“. Als sanft gewellte Fläche im Niveau um 350 m wird sie von verschiedenen verzweigten Systemen bewaldeter, steilwandiger Talschlüsse gegliedert und von einer Reihe bewaldeter Kuppen im Süden und Südosten eingerahmt. Der mittlere Jahresniederschlag beträgt 750-800 mm, als mittlere Jahrestemperatur werden 9 ° Celsius erreicht. Im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes herrscht auf den ebenen, mit Lößlehm bedeckten Flächen der Platte landwirtschaftliche Nutzung vor. Die gut bewerteten lehmig-tonigen Böden werden mit Getreide, Mais oder Feldfutter bestellt (SCHNEIDER 1972). Bei den bewaldeten Flächen handelt es sich überwiegend um Laubwald.

In dieser Studie stehen die Flächen mit nicht-waldartigen Gehölzstrukturen im Mittelpunkt, die v.a. in den ortsnahen Hanglagen zu finden sind. Dazu zählen unterschiedlich stark verbusste Streuobstwiesen, Feldgehölze sowie Hecken und Gebüsche in ganz unterschiedlichen Sukzessionsstadien, die kleinflächig mosaikartig ineinandergreifen. 5 Teilflächen (A-E) mit einer Gesamtfläche von etwa 130 ha wurden ausgegrenzt (Tab.1, Abb.1).

Fläche	Bezeichnung	Größe [ha]
Sermesberg	Fläche A	15,7
Hohberg	Fläche B	33,5
Bornberg	Fläche C	25,4
Helenenhof	Fläche D	42,8
Urwahlener Kapelle	Fläche E	10,8
Gesamtfläche	GES	128,2

Tab.1: Untersuchungsflächen

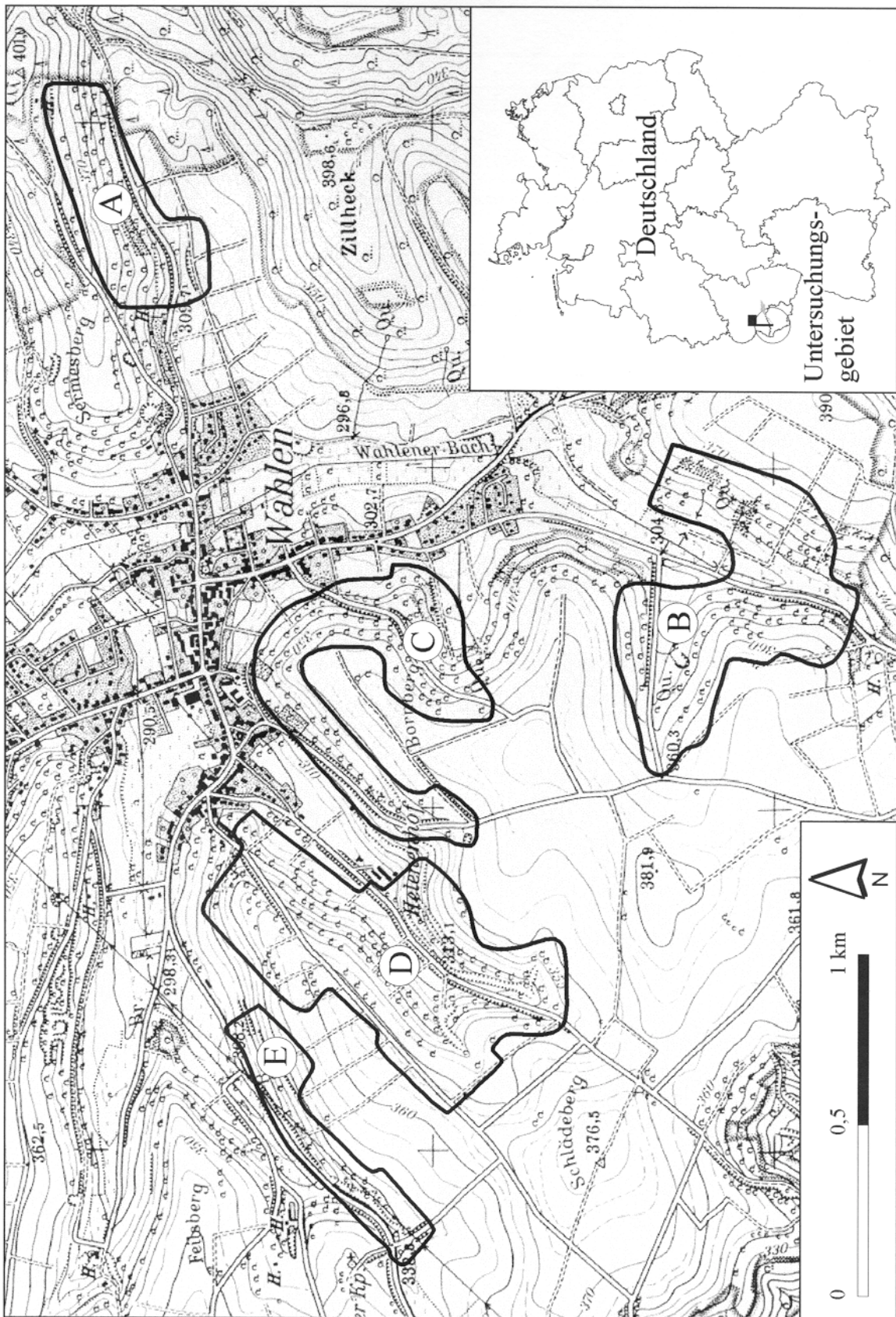


Abb.1: Lage der Untersuchungsflächen. (Kartengrundlage: TK 25 „6506 Reimsbach“, genehmigt durch Landesamt für Kataster-, Vermessungs- und Kartenwesen Saarland unter Nr. 10/2000)

2 METHODEN

2.1 Methodischer Ansatz

Für diese Untersuchung wurden 9 Singvogelarten ausgewählt (Tab.2), die folgende Kriterien erfüllen:

- Territoriales Verhalten
- Hohe Individuenzahlen
- Gute Erfassbarkeit im Gelände aufgrund des Gesangs oder anderer Verhaltensweisen
- Ausgewogenheit von Arten offener und geschlossener Strukturen

Tab.2: Untersuchte Vogelarten. Vogelnamen nach BARTHEL (1993)

Wissenschaftl. Name	Deutscher Name	Abkürzung
Sylviidae	Zweigsänger	
<i>Sylvia atricapilla</i>	Mönchsgrasmücke	MG
<i>Sylvia borin</i>	Gartengrasmücke	GG
<i>Sylvia communis</i>	Dorngrasmücke	DG
<i>Sylvia curruca</i>	Klappergrasmücke	KG
<i>Phylloscopus collybita</i>	Zilpzalp	ZI
Prunellidae	Braunellen	
<i>Prunella modularis</i>	Heckenbraunelle	HE
Emberizidae	Ammern	
<i>Emberiza citrinella</i>	Goldammer	GO
Fringillidae	Finken	
<i>Fringilla coelebs</i>	Buchfink	BU
Laniidae	Würger	
<i>Lanius collurio</i>	Neuntöter	NT

Eine Fläche bietet verschiedene Habitatstrukturen in bestimmten prozentualen Häufigkeiten an. Aus diesem Strukturangebot wählen die einzelnen Vogelarten Teile aus, wobei diejenigen Strukturen als selektiert definiert werden, die sich innerhalb der Territorien der jeweiligen Art befinden. Auf dieser Grundlage können genutzte und ungenutzte Untereinheiten des Untersuchungsgebietes für jede Art unterschieden und deren strukturelle Ausstattung quantifiziert werden. Damit ist auf der einen Seite ein intra- und interspezifischer Vergleich der Habitatwahl möglich. Auf der anderen Seite können aber auch die Strukturanteile der

selektierten Teilflächen dem Strukturangebot auf der Fläche quantitativ gegenübergestellt werden. Der Grad der Selektivität bzw. des Opportunismus bei der Habitatwahl, der Ausdruck der Flexibilität einer Vogelart in einem Lebensraum ist, kann durch diesen Ansatz objektiv bewertet werden.

Ein einfaches Beispiel soll dieses veranschaulichen. Angenommen, die Habitatwahl einer Vogelart besteht zu 70% aus einer bestimmten Vegetationsstruktur. Ein solcher Wert ist ganz unterschiedlich zu interpretieren, je nachdem ob er mit dem Strukturangebot der umgebenden Landschaft übereinstimmt, höher oder niedriger liegt. In einer Landschaft, welche die erwähnte Struktur zu 90% anbietet, bedeuten selbst 70% eine unterproportionale Nutzung. Im Gegensatz dazu würde ein Angebot von nur 30% dieser Struktur bedeuten, dass diese Vogelart diese Struktur stark überproportional auswählt und möglicherweise aktiv nach derartigen Strukturen sucht. Um einen solchen Ansatz durchführen zu können, müssen zwei Bedingungen erfüllt sein:

- Lage und Form der Territorien müssen präzise kartiert werden
- Habitatstrukturen müssen definiert werden und quantifizierbar sein

In Bezug auf den ersten Punkt ist die sog. Revierkartierung (auch als Kartierungsmethode bezeichnet) eine geeignete Methode. Dabei handelt es sich um eine feldornithologische Methode, die als Ergebnis die Abgrenzung von individuellen Vogelterritorien ermöglicht. Was den zweiten Punkt betrifft, liegen die Dinge wesentlich komplizierter, denn schon die grundlegende Frage „Was genau ist Habitatstruktur?“ ist nicht eindeutig zu beantworten. Grob formuliert umfasst Habitatstruktur alle Teile eines Habitates (Pflanzen und unbelebte Materie), die dessen räumliche Eigenschaften bestimmen. „Habitatstruktur“ ist somit keine eindeutig festgelegte Größe, sondern ein abstrakter Ausschnitt eines komplexen physischen Systems, der abhängig ist vom Habitattyp, der untersuchten Organismengruppe und dem räumlichen Maßstab einer Untersuchung. Für eine Übersicht zur Verwendung des Strukturbegriffes in der Ökologie verweise ich auf die Arbeit von MCCOY & BELL (1991). Jedes Habitatmodell ist eine Vereinfachung der Realität und schon die Auswahl der habitatbeschreibenden Strukturvariablen hat entscheidenden Einfluss auf die Untersuchungsergebnisse. Deshalb ist es wichtig, die Hintergründe der Variablenwahl transparent und für jeden nachvollziehbar zu halten. Es wurde eine Untersuchungsmethode entwickelt, die auf die Strukturvielfalt und Heterogenität des Untersuchungsgebietes zugeschnitten ist und sowohl die Definition als auch die Quantifizierung von Habitatstrukturen erlaubt. Sie liefert numerische

Strukturvariablen auf der Mikrohabitat-Ebene. Im Gegensatz zu vielen anderen Methoden müssen die Untersuchungsflächen dafür nicht homogen strukturiert sein.

2.2 Revierkartierung

2.2.1 Charakterisierung der Methode

Das Prinzip dieser Methode besteht darin, auf großmaßstäbigen Spezialkarten sämtliche revieranzeigenden Verhaltensweisen der Vögel lagegenau zu verzeichnen, so dass jeder Vogel als Individuum erkennbar bleibt. Die Summe der Beobachtungen über mehrere Gebietsbegehungen hinweg lässt dann über sog. gruppierte Registrierungen (cluster) Ausdehnung und Lage der Territorien in Form sog. Papierreviere erkennen.

Dieses Vorgehen ist zwar weit verbreitet, hat aber auch viele Kritiker, denn trotz vielfältiger Bemühungen um einheitliche Richtlinien zur Standardisierung von Datenerhebung und Auswertung (z.B. BIBBY et al. 1992, 1995, ERZ et al. 1968, IBCC 1969, OELKE 1975, 1980, PROJEKTGRUPPE 1995) birgt die Kartierungsmethode noch viele Fehlerquellen. Deren Art und Ursache sind zwar in vielen Fällen bereits erkannt worden, Ausmaß und Einfluss auf die Kartierungsergebnisse sind aber schwer abzuschätzen. Auch OELKE (1981:118) räumt ein: „territorial mappings have to be regarded as good or sometimes better approximations. A wide spectrum of different errors will always be inherent in this ecological field method.“ Zu dieser Problematik werden stellvertretend die Arbeiten von ERDELEN (1979) und RALPH & SCOTT (1981) genannt.

Die Kartierungsmethode ist beschränkt auf revierverteidigende, nicht koloniebildende Vögel während der Brutzeit und somit im wesentlichen für einen Großteil der Singvögel geeignet. Sie beruht auf der Grundannahme, dass Vögel paarweise in stabilen, abgegrenzten und nicht-überlappenden Revieren leben (BIBBY et al. 1995:74) - eine Annahme, die Anlass zu starker Kritik gibt, weil das Reviersystem eines Vogels in vielen Fällen wesentlich komplizierter ist. Diese und andere Schwächen sollen deshalb im folgenden kurz skizziert werden. Eine ausführliche Methodendarstellung und Kritik findet sich in den Arbeiten von BERTHOLD (1976), BEST (1975), BIBBY et al. (1992, 1995), BLANA (1978), FLADE (1994), GNIELKA (1990), OELKE (1980) und VERNER (1985).

Die Güte einer Methode lässt sich durch zwei unabhängige Größen ausdrücken: Die „Genauigkeit“ (precision), die sich in der Streuung von Werten äußert und die „Richtigkeit“ oder auch „methodische Korrektheit“ (accuracy) dieser Werte (BIBBY et al. 1995:42). Die optimale

Kombination „methodisch korrekte Ergebnisse mit hoher Genauigkeit“ ist bei ornithologischen Freilandmethoden schwer erreichbar. Messergebnisse können nämlich auch mit hoher Präzision falsch sein, wenn systematische Fehler vorliegen, und hier liegt das Problem.

Während Befürworter der Revierkartierung sowohl „Genauigkeit“ als auch „methodische Korrektheit“ als ausreichend erachten, sehen Kritiker in den vielen möglichen systematischen Fehlern eine Gefahr, denn ohne Kenntnis der wahren Werte sind systematische Verzerrungen der Ergebnisse gar nicht erkennbar und „genaue korrekte Werte“ von „genauen aber methodisch falschen (verzerrten) Werten“ nicht zu unterscheiden.

Diese systematischen Fehler haben ihre Ursache auf der einen Seite in dem intra- und interspezifisch unterschiedlichen Grad der Erfassbarkeit der Vögel im Gelände, in Abhängigkeit von Lebensraumtyp, Tages- oder Jahreszeit, Witterung oder Siedlungsdichte (BIBBY & BUCKLAND 1987, BILCKE 1982b, DIEHL 1981, EKMAN 1981, MAYFIELD 1981, ROBBINS 1981, SCOTT & RAMSAY 1981, SLAGSVOLD 1973). Der Einfluss der Flächengröße als Fehlerquelle bei Brutvogelbestandsaufnahmen wurde von SCHERNER (1981) untersucht. Auf der anderen Seite spielen aber auch bearbeiterspezifische Fehlerquellen selbst bei gut geschulten Kartierern eine Rolle (BEST 1975, SVENSSON 1974), denn trotz aller Standardisierungen müssen viele Sachverhalte vom Bearbeiter subjektiv entschieden werden. Zu etwas positiveren Ergebnissen kommen ENEMAR (1978) und O'CONNOR (1981). Die herausragende Bedeutung des territorialen Gesangs für die Revierkartierung wird von BERTHOLD (1976) kritisiert, der hervorhebt, dass die intra- und interspezifische Variabilität der Gesangsaktivität zu systematischen Fehlern führt, die nicht abschätzbar sind. Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass die Dynamik eines Territoriums (Verschiebung von Territoriumsgrenzen während der Untersuchungsperiode, gleichzeitiger Besitz mehrerer Territorien etc.) durch die Kartierungsmethode nicht aufgedeckt werden kann.

Trotz der zahlreichen Unsicherheiten dieser Methode betonen KAISER & BAUER (1994:225): „Soll die räumliche Verteilung der Brutvögel im Vordergrund stehen, ist die RK [Revierkartierung] die geeignetste Methode.“ Auch BIBBY et al. (1992:2) räumen ein: „In truth, the perfect bird count probably does not exist, but this need not prevent the extraction of useful results from a good study.“

2.2.2 Durchführung der Kartierung

Als Kartierungsgrundlage wurden von den einzelnen Untersuchungsflächen großmaßstäbige Spezialkarten im Maßstab von etwa 1:3000 angefertigt. Mit Hilfe der aktuellsten Luftbild-

karte des Blattes „6506 REIMSBACH NO“ (Befliegung vom 17.5.1989, Maßstab 1:10000) konnten auf diesen Spezialkarten mit hoher Genauigkeit sämtliche Gehölzkomplexe oder einzeln stehende Bäume sowie andere markante Bezugspunkte (Wege, Feldgrenzen, Schuppen etc.) eingezeichnet werden. Auf dieser Basis war eine optimale Orientierung im Gelände als Voraussetzung für die lagegetreue Kartierung der Vogelreviere gewährleistet.

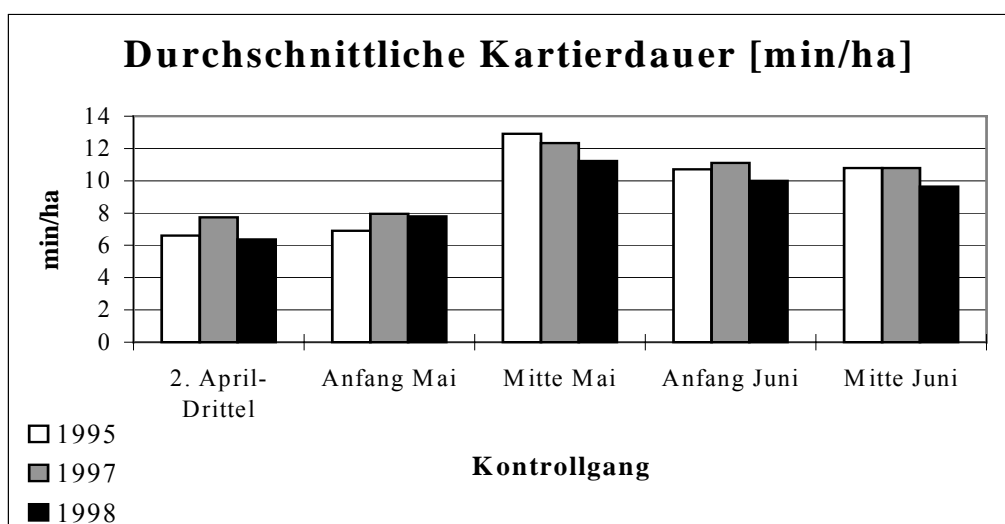
Insgesamt wurden 5 Begehungen der Untersuchungsflächen durchgeführt. Bei den Kartierungsergebnissen war zu berücksichtigen, dass sich die untersuchte Vogelartengruppe sowohl aus Standvögeln oder Kurzstreckenziehern als auch aus einer Reihe von Langstreckenziehern zusammensetzt, welche auch während des Vogelzuges territoriales Verhalten zeigen können

Tab.3: Kartierungstermine

Empfohlener Kartierungsbeginn	
Art	Datum
Mönchsgrasmücke	01.05.
Gartengrasmücke	15.05.
Dorngrasmücke	10.05.
Klappergrasmücke	10.05.
Zilpzalp	01.04.
Heckenbraunelle	15.03.
Goldammer	01.04.
Buchfink	15.03.
Neuntöter	15.05.

(MORITZ 1982, STEIOF 1986). Letztere wurden daher nicht vor Mitte Mai kartiert, um weitgehend auszuschließen, dass noch ziehende Vögel erfasst wurden. Als Richtlinie dienten die von HANDKE & PETERMANN (1986) in einer saarländischen Studie empfohlenen frühestmöglichen Kartierungstermine für die einzelnen Arten (Tab.3). Zeitpunkte und Zeitaufwand der 5 Begehungen sind aus Abb.2 ersichtlich.

Abb.2: Zeitlicher Aufwand der Kartierungen



Die Kartierungen fanden nur in den Morgenstunden statt. Der Beginn der Kartierung lag jeweils kurz vor Sonnenaufgang und endete am späten Vormittag mit nachlassender Aktivität der Vögel.

Auf vergleichbar günstige Wetterverhältnisse während des Kartierens wurde geachtet. An sehr windigen oder regnerischen Tagen, an denen Aktivität und Erfassbarkeit von Vögeln stark eingeschränkt sein können, fanden keine Kartierungen statt.

Sämtliche revieranzeigenden Verhaltensweisen, von denen dem Reviergesang des Männchens mengenmäßig die größte Bedeutung zukommt, wurden in Form eines Codes aus Kürzeln und Zeichen auf den Spezialkarten eingezeichnet. Für jede Begehung getrennt erfolgte dieses auf einer sog. Tageskarte, die die gesamten Informationen aller Arten dieser Begehung enthält (Abb.3). Zusätzlich wurde für jede Art eine sog. Artkarte erstellt, welche sämtliche Informationen dieser Art über alle Begehungen hinweg enthält (Abb.4). Die Artkarten wurden nach jeder Begehung aktualisiert und mit in das Untersuchungsgebiet genommen, so dass unklare Revierverhältnisse gezielt und verstärkt untersucht werden konnten.

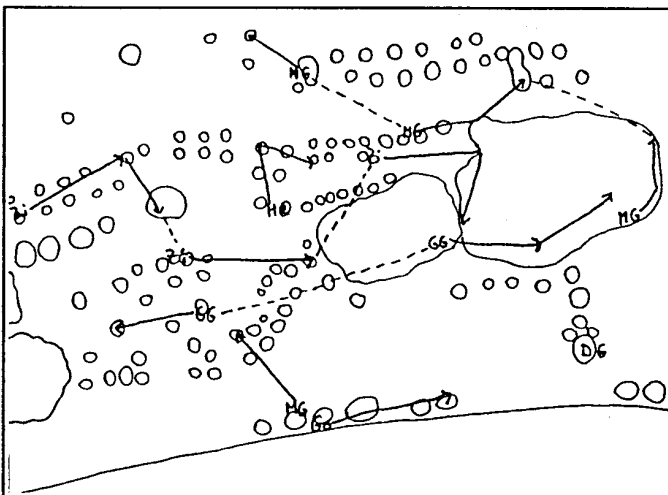


Abb.3: Tageskarte vom 19.05.1995 (Ausschnitt). Sie enthält die gesamten Informationen aller Arten einer Begehung

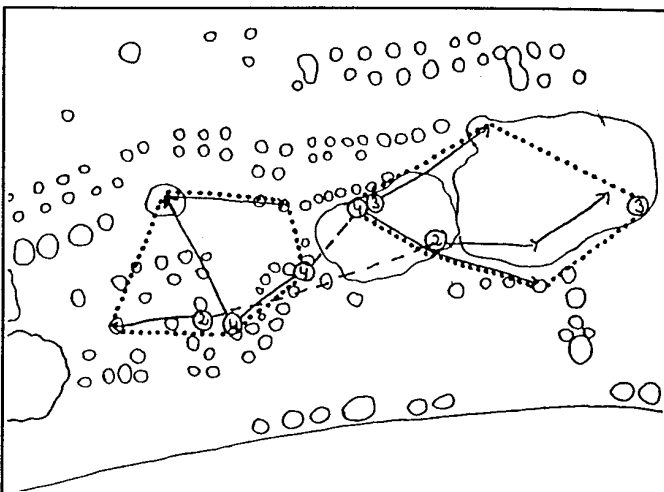


Abb.4: Artkarte der Gartengrasmücke (Ausschnitt). Sie enthält sämtliche Informationen einer Art über alle Begehungen hinweg

Die Art eines Individuums ist auf der Karte durch ein Kürzel aus zwei Buchstaben erkennbar (Tab.2), Ortsveränderungen werden durch einen Pfeil angezeigt. Bei Brutvögeln mit höherer Dichte ist es besonders wichtig, simultan singende Männchen zu identifizieren und diese als verschiedene Individuen zu kennzeichnen. Dieses ist in den Karten durch eine gestrichelte Linie symbolisiert. Über die verschiedenen Begehungen hinweg werden so auf den Artkarten sog. gruppierte Registrierungen (cluster) erkennbar, die unterschiedlich deutlich die Reviere der Vogel Männchen nachzeichnen. Bei 5 Begehungen muss ein solcher Cluster Daten von mindestens 2 Begehungen enthalten, um als gültiges Revier anerkannt zu werden (OELKE 1980). Um die Cluster der individuellen Nachweise herum wurden die Grenzen der Territorien nach der Konvex-Polygon-Methode konstruiert, d.h. alle Winkel innerhalb des Polygons müssen kleiner als 180° sein (Abb.5).

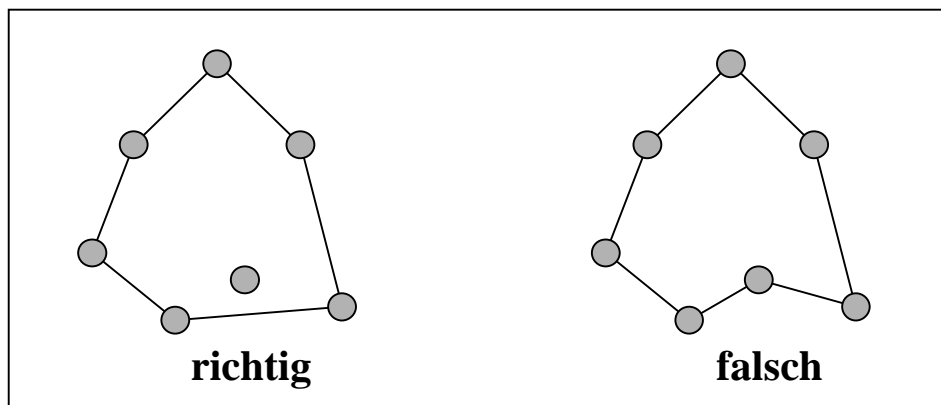


Abb.5: Konvex-Polygon-Methode. Bei der Verbindung der äußeren Punkte darf kein Innenwinkel größer als 180° sein.

Die Effektivität der Kartierung konnte durch den Einsatz einer Klangattrappe gesteigert werden. Der Gesang eines Vogels wurde im Gelände aufgezeichnet und der entsprechenden Vogelart vorgespielt, um revierverteidigendes Verhalten zu provozieren. Unklare Territoriumsgrenzen konnten so in vielen Fällen gezielt untersucht werden.

2.2.3 Grenzen der Methode

Die Kartierungsmethode liefert als Ergebnis Lage und Form der individuellen Vogel-Territorien. Man muss sich allerdings darüber im Klaren sein, dass ein Territorium kein starres, sondern ein dynamisches Gebilde ist. FALLS (1981:88) bemerkt dazu: „Territory boundaries do not exist in a vacuum but are defined by points of equilibrium between intrusion and defense.“ Selbst unter der Voraussetzung, dass akkurat kartiert wurde, weist ein Territorium von

Natur aus eine gewisse Unschärfe auf. Außerdem führt der Einsatz der Konvex-Polygon-Methode zu einer weiteren Vereinfachung der Realität. Es sollte deshalb nicht vergessen werden, dass die Papierreviere „konstruierte Produkte der speziellen Auswertemethode“ sind (BIBBY et al. 1995:65), die das reale Vogelterritorium mit seinen vielfältigen Funktionen (HINDE 1956) nur näherungsweise widerspiegeln. Trotzdem werden sie, wie allgemein üblich, in dieser Studie weiterhin als Territorien bezeichnet.

2.3 Erfassung der Vegetationsstruktur

Zahlreiche Methoden für eine quantitative Habitatstrukturanalyse sind bisher vorgeschlagen worden, wobei die Mehrzahl für Waldstandorte oder überwiegend homogene Lebensräume entwickelt wurde (EMLEN 1956, MACARTHUR & HORN 1969, JAMES & SHUGART 1970, CYR & OELKE 1976, BLONDEL & CUVILLIER 1977, ERDELEN 1978, ABER 1979, FOX 1979, MAGERL 1984, JEDICKE 1994, SCHÖN 1994). Daher waren diese Methoden nicht auf diese Studie anwendbar. Im Folgenden wird eine Methode vorgestellt, die geeignet ist, die Strukturen des Untersuchungsgebietes zu charakterisieren und zu quantifizieren. Die Untersuchungsflächen sind gekennzeichnet durch ein breites Spektrum von Gehölzstrukturen, angefangen vom einzelnen kleinen Strauch oder Baum, über Gebüsche und Hecken unterschiedlicher Größe bis zu größeren Gehölzen von fast waldartigem Charakter. Das Ziel ist, diese enorme strukturelle Vielfalt auf vergleichbare Einheiten zu reduzieren. Die zur Charakterisierung der Gehölzkomplexe benötigten Informationen lassen sich auf drei Faktoren reduzieren:

- Die vertikale Komponente (Schichtung)
- Die horizontale Komponente (räumliche Anordnung und Form)
- Die Vegetationsmenge

Als Basisinformation dieser Methode wird an bestimmten, räumlich festgelegten Punkten untersucht, ob sich dort Vegetation befindet oder nicht. Die Vegetationskörper werden damit buchstäblich in eine digitale Form überführt. Dafür wird über die Untersuchungsflächen ein regelmäßiges Raster mit einer Kantenlänge von 20 m gelegt (Abb.2a). Im Mittelpunkt jedes Rasterfeldes wird mittels einer an verschiedenen Höhen gekennzeichneten Messlatte geprüft, ob in einem Radius von ca. 50 cm belaubte Vegetation vorhanden ist (Abb.2b). Diese „stratifizierte Probenahme“ wird in 8 verschiedenen Höhen durchgeführt (Abb.2c). In jedem Feld werden um die erste Messung im Mittelpunkt herum 4 weitere Messungen in den

gleichen Höhengschichten durchgeführt. Diese Punkte sitzen auf den Enden zweier sich rechtwinklig kreuzender Achsen (Messkreuz), in deren Schnittpunkt die erste Messung liegt. Der horizontale Abstand dieser 4 Messungen zum Mittelpunkt beträgt jeweils ca. 5 m (Abb.2b). Das Untersuchungsgebiet wird somit in vergleichbare, drei-dimensionale Grundeinheiten (Rasterzellen) unterteilt, welche an 8 x 5 (Anzahl der Schichten x Anzahl der Messungen) Punkten daraufhin überprüft werden, ob sich dort Vegetation befindet oder nicht (Abb.2d). Der Sinn dieses Vorgehens wird aus Abb.3 deutlich. Jede Höhengschicht lässt sich einem der folgenden Strukturtypen zuordnen:

- Keiner der 5 Punkte des Messkreuzes ist mit Vegetation belegt, die Schicht ist vegetationsfrei. Bezeichnung: „OHNE“
- 1 oder 2 Punkte sind mit Vegetation belegt, die Schicht hat punkthafte Vegetation. Bezeichnung: „PUNKT“
- 3 oder 4 Punkte sind mit Vegetation belegt, es handelt sich um eine Schicht mit Randstruktur oder linienhafter Vegetation. Bezeichnung: „LINIE“
- Alle 5 Punkte sind mit Vegetation belegt, die Schicht ist flächenhaft ausgebildet. Bezeichnung: „FLÄCHE“

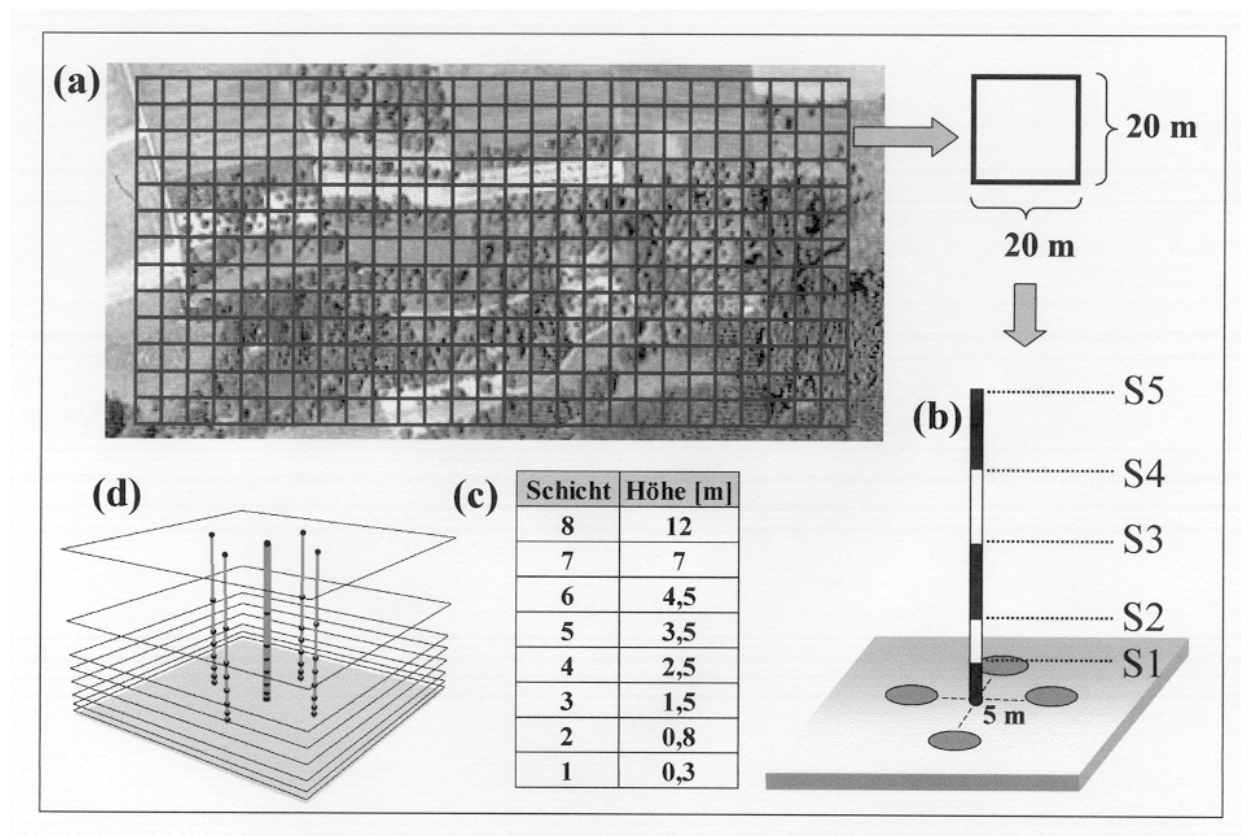


Abb.6: Erfassung der Vegetationsstruktur. a) Aufnahmeraster b) Messkreuz und stratifizierte Strukturaufnahme c) Schichthöhen d) Rasterzelle

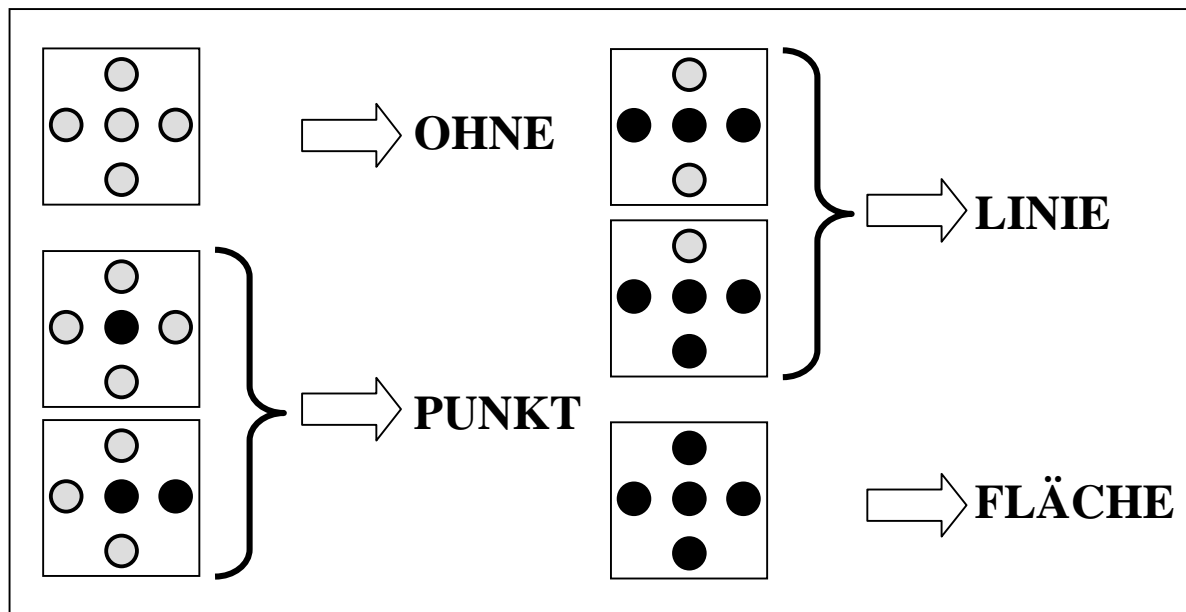


Abb.7: Definition der Strukturtypen. Nach der Anzahl der mit Vegetation belegten Punkte im Messkreuz (schwarze Punkte) werden 4 Strukturtypen unterschieden: OHNE, PUNKT, LINIE, FLÄCHE

Diese Methode bietet folgende Vorteile:

- Die Methode ist weitgehend standardisiert und lässt dem Bearbeiter wenig eigenen Ermessensspielraum (vgl. z.B. BLOCK et al. 1987).
- Die horizontale Komponente der Vegetation wird zweifach berücksichtigt: Neben der Information, ob überhaupt Vegetation vorhanden ist („Vegetationspunkte“), kann zusätzlich die Form über die Verhältnisse im Messkreuz kategorisiert werden (OHNE ... FLÄCHE). Der große Vorteil dieses Messkreuzes liegt in diesem Informationsgewinn!
- Die vorher genannten Informationen sind für 8 verschiedene Schichthöhen erhältlich.
- Die Quantifizierung der Vegetation ist auf 2 Ebenen möglich: Über das Hauptgitter kann die Anzahl von OHNE, PUNKT etc. pro Revier oder Fläche errechnet werden. Über die Anzahl der Vegetationspunkte pro Messkreuz ist eine Maßzahl über die Vegetationsmenge, bezogen auf eine bestimmte Flächeneinheit, abrufbar.
- Mit dem Grundraster als Bezugssystem beziehen sich alle Strukturen auf die gleiche Skala (Einheit ist das Rasterfeld) und werden so unmittelbar vergleichbar. Ein großes linienhaftes Element besteht dann z.B. aus 5 mal LINIE, ein kleineres dagegen nur aus 1 mal oder 2 mal LINIE. Aber auch Mengenangaben von PUNKT und FLÄCHE werden auf diese Weise vergleichbar.

- Die gewählten Kategorien unterscheiden sich in ihrem Habitus so wesentlich, dass anzunehmen ist, dass sie auch für einen Vogel von Bedeutung sind (z.B. im Sinne eines „proximate factors“).
- Aufgrund der Vielzahl der „Probenahmepunkte“ im Raum sind die Ergebnisse dieser Methode ein empfindlicher Gradmesser für unterschiedliche Ausprägungen der Vegetationsstruktur, welche durch das dreidimensionale Gitter im Raum quasi „fixiert“ und damit einer universellen Auswertung zugänglich gemacht wird.

Die Verarbeitung der Rohdaten bewegte sich in zwei unterschiedliche Richtungen. Auf der einen Seite konzentrierte sich die Analyse auf jede einzelne Vegetationsschicht, wobei der Zusammenhang der Schichten innerhalb des Vegetationskörpers aufgegeben wurde (schichtbezogener Ansatz). Auf der anderen Seite wurde der Vegetationskörper einer Rasterzelle als Einheit betrachtet und aufgrund seiner Schichtung charakterisiert (integrativer Ansatz). Dies bedeutete, auf einen Teil der schichtbezogenen Informationen zu verzichten, um die große Anzahl möglicher Kombinationen der Strukturtypen in den 8 Vegetationsschichten jeder Rasterzelle klassifizieren zu können (man bedenke, dass es $4^8 = 65536$ verschiedene Kombinationen gibt!). Hier wurde nach folgendem Schema vorgegangen:

Die Probenahmeschichthöhen wurden in 2 Gruppen unterteilt. S1-S6 werden als Unterschicht und S7-S8 als Oberschicht betrachtet. Von den 6 unteren Schichten werden die 3 höchstbesetzten (im Sinne von 0-5) ausgesondert. Befindet sich in dieser 3-er Gruppe ein Strukturtyp (FLÄCHE, LINIE, PUNKT) mindestens 2 mal, wird die gesamte Unterschicht diesem Typ zugeordnet. Sind jedoch 3 Typen in dieser Gruppe vertreten, ist der höchste Wert (FLÄCHE > LINIE > PUNKT > OHNE) entscheidend. Der Typ OHNE wird nur bei völlig fehlender Unterschicht (3 mal 0 in der 3-er Gruppe) vergeben.

Folgende Überlegungen stehen hinter diesem Vorgehen:

- Ein höherwertiger Strukturtyp hat einen prägenderen Einfluss auf die Gesamtgestalt eines Vegetationskörpers als ein geringerwertiger.
- Dieses Übergewicht kann kompensiert werden, wenn sich der nächstuntere Typ über mehrere Schichten erstreckt.
- Eine einzelne Vegetationsschicht – gleich welchen Typs – wird dagegen immer noch als dominant gegenüber dem Typ OHNE angesehen.

Tab.4 zeigt 5 Beispiele der höchstbesetzten Schichten der Unterschicht (S1 - S6). Die Oberschicht wird aufgrund der mächtigeren S8 klassifiziert, sofern diese nicht dem Typ „OHNE“ angehört. Ansonsten entscheidet S7 über die Zuordnung (Tab.5).

UNTERSCHICHT	
maximales "Schichttrio"	resultierender Strukturtyp
5 -- 4 -- 3	LINIE
5 -- 4 -- 1	FLÄCHE
5 -- 1 -- 1	PUNKT
2 -- 0 -- 0	PUNKT
0 -- 0 -- 0	OHNE

Tab.4: Klassifizierung der Unterschicht

OBERSCHICHT		
Schicht 8	Schicht 7	resultierender Strukturtyp
1	5	PUNKT
0	4	LINIE
0	0	OHNE

Tab.5: Klassifizierung der Oberschicht

Während die Betrachtung der Strukturtypen in den einzelnen Schichten (schichtbezogener Ansatz) 8 Informationen pro Rasterzelle liefert, werden diese durch die beschriebene Prozedur (integrativer Ansatz) auf nur eine Information, nämlich die Gesamtgestalt, reduziert.

Für jeden Punkt im Hauptgitter ergibt sich eine Kennung, die sich aus 2 Buchstaben zusammensetzt. Ein dritter wird noch hinzugefügt, nämlich A, wenn maximal 4 Schichten und B, wenn mehr als 4 Schichten Vegetation aufweisen. Hierzu 2 Beispiele:











(Unterschicht/ Oberschicht/ Anzahl der Vegetationsschichten)

POA = Unterschicht punkthaft, keine Oberschicht vorhanden, höchstens 4 Schichten mit Vegetation

FLB = Unterschicht flächig, Oberschicht linienhaft, mehr als 4 Schichten mit Vegetation.

Von allen Möglichkeiten waren im Untersuchungsgebiet 22 Kombinationen realisiert (Anhang I). Diese wurden nach bestimmten Kriterien in 10 Klassen zusammengefasst. Eine elfte Klasse beinhaltet alle Rasterzellen ganz ohne Gehölzvegetation, sog. „Leer-Raster“. Die Zusammensetzung der Klassen mit den Gruppierungskriterien sowie ein Habitusbild je eines typischen Vertreters sind in Tab.6 aufgeführt. Bei dieser Art von Daten wird im folgenden von Strukturklassen geredet.

Das gesamte Verfahren mag zwar kompliziert oder umständlich erscheinen, hat jedoch den Vorteil, dass jeder Fall zweifelsfrei einer Klasse zugeordnet werden kann und zwar aufgrund der Rohdaten der Vegetationsstrukturaufnahme. Die Quantifizierung erfolgt - genau wie bei der Betrachtung der Einzelschichten- über die Rasterzahl und ist somit gut vergleichbar.

STRUKTURKLASSEN										
HABITUS										
KLASSE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
KLASSEN-GRÖÖE	105	91	59	61	243	356	48	156	194	88
SCHICHTUNG	OHNE OBERSCHICHT						MIT OBERSCHICHT (ab S7)			
ZUSAMMEN-SETZUNG	POA (mit bodennaher Vegetation)	POA (ohne bodennahe Vegetation)	POB	LOA, FOA (mit bodennaher Vegetation)	LOA, FOA (ohne bodennahe Vegetation)	LOB, FOB	PPB, PPA	LPA, LPB, FPA, FPB	PLB, LLA, LLB, FLB	OFA, PFA, PFB, LFB, FFA, FFB
BESCHREIBUNG	punkthaft, S1-3 mit mindestens 2 Vegetationsschichten	punkthaft, S1-3 mit höchstens 1 Vegetationsschicht	hohe, punkthafte Vegetation	flächig oder linienhaft (sonst wie Klasse A)	flächig oder linienhaft (sonst wie Klasse B)	hohe, flächige oder linienhafte Vegetation	Oberschicht und Unterschicht punkthaft	punkthafte Oberschicht, Unterschicht nicht punkthaft	linienhafte Oberschicht	flächige Oberschicht

Tab.6: Charakterisierung der Strukturklassen. Klassengröße: Anzahl der Raster. Zusammensetzung: O = OHNE, P = PUNKT, L = LINIE, F = FLÄCHE. Erster Buchstabe = Unterschicht. Zweiter Buchstabe = Oberschicht. Dritter Buchstabe = Anzahl der Schichten (A: 1-4 Schichten mit Vegetation, B: 5-8 Schichten mit Vegetation). Weitere Erklärungen im Text.

Für jedes Rasterfeld mit Gehölzvegetation werden noch zwei weitere - zugegebenermaßen sehr grobe - Strukturparameter erhoben. Zum einen wird die äußere Erscheinung (hier als Morphologie bezeichnet) zwei Klassen zugeordnet:

- Klasse M: Mesomorphe („normale“) Vegetation
- Klasse S: Vegetationskörper enthält undurchdringliche, dornige, skleromorphe Vegetation vom Typ Schlehe (*Prunus spinosa*) oder Brombeere (*Rubus fruticosus*), evtl. neben mesomorpher Vegetation.

Zum anderen wird die Krautschicht klassifiziert (bzw. das Wuchspotential der Standorte):

- Klasse H: Hohe, dichte, gut entwickelte Krautschicht
- Klasse N: Niedrige, lückige oder fehlende Krautschicht

Trotz dieser unscharfen Definitionen ist eine Zuordnung in den meisten Fällen zweifelsfrei möglich. Abb.8 zeigt exemplarisch einen Aufnahmebogen für die Erfassung der Vegetationsstruktur im Untersuchungsgelände.

Abb.8: Aufnahmebogen der Strukturkartierung. Ein Blatt deckt 30 Rasterzellen ab, jede Zelle wird durch einen eindeutigen vierstelligen Code gekennzeichnet, der sich aus den Spalten- und Zeilennummern zusammensetzt. Das Vorhandensein von Vegetation in den Schichten S1 bis S8 wird mit Hilfe eines Punkt-Strich-Codes notiert, der wenig anfällig für Flüchtigkeitsfehler beim Schreiben und Ablesen ist (dunkles Kästchen = Zentralpunkt, X = Außenpunkte im Messkreuz). Das Summenzeichen (Σ) steht für die Anzahl der Vegetationspunkte in der jeweiligen Schicht. Die untere Zeile enthält die Information über die Krautschicht (K) und Morphologie (M) der Vegetationskörper. Für den Fall, dass die Rasterzelle keine Gehölzvegetation enthält, wird das Feld LR (Leer-Raster) angekreuzt, um die Zelle als bearbeitet zu kennzeichnen.

	32	33	34	35	36																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
19	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>.</td><td>4</td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td> </td><td>4</td></tr> <tr><td>6</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td> </td><td>4</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td> </td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>B</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1	.	.	.		3	2					3	3				.	4	4					4	5	.	.	.		4	6	.	.	.		4	7					1	8					0		K	H	M	B	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>5</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td> </td><td>4</td></tr> <tr><td>6</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>5</td></tr> <tr><td>7</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>5</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>B</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1					0	2					0	3					0	4					1	5	.	.	.		4	6					5	7					5	8					0		K	H	M	B	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>M</td><td>LR</td><td>X</td><td></td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1						2						3						4						5						6						7						8							K	M	LR	X		<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>M</td><td>LR</td><td>X</td><td></td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1						2						3						4						5						6						7						8							K	M	LR	X		<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>M</td><td>LR</td><td>X</td><td></td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1						2						3						4						5						6						7						8							K	M	LR	X	
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	.	.	.		3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3				.	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5	.	.	.		4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6	.	.	.		4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	B	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5	.	.	.		4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6					5																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					5																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	B	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	K	M	LR	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	K	M	LR	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	K	M	LR	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
20	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td>.</td><td>4</td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>6</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td> </td><td>4</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td> </td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>A</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1	.	.	.		3	2					3	3				.	4	4					4	5					4	6	.	.	.		4	7					1	8					0		K	H	M	A	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>6</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>7</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>A</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1					0	2					0	3	.	.	.		3	4					4	5					4	6					4	7					4	8					0		K	H	M	A	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td>.</td><td>4</td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>6</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>A</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1	.	.	.		3	2					3	3				.	4	4					4	5					4	6	.	.	.		4	7					0	8					0		K	H	M	A	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>.</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>5</td><td> </td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>6</td><td> </td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>7</td><td> </td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>8</td><td>.</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>A</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1					0	2					0	3	.				1	4					1	5					1	6					1	7					1	8	.				1		K	H	M	A	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>M</td><td>LR</td><td>X</td><td></td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1						2						3						4						5						6						7						8							K	M	LR	X	
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	.	.	.		3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3				.	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6	.	.	.		4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	A	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3	.	.	.		3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	A	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	.	.	.		3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3				.	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6	.	.	.		4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	A	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3	.				1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6					1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8	.				1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	A	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	K	M	LR	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
21	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td>.</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td>.</td><td>.</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td>.</td><td> </td><td> </td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>6</td><td> </td><td> </td><td>.</td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>7</td><td> </td><td> </td><td>.</td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>8</td><td>.</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>A</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1	2	2				.	2	3		.	.		3	4					3	5	.				4	6			.		4	7			.		2	8	.				1		K	H	M	A	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td>.</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>3</td><td>.</td><td>.</td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>6</td><td> </td><td> </td><td>.</td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>7</td><td> </td><td> </td><td>.</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>A</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1			.		1	2					1	3	.	.			3	4					4	5					4	6			.		4	7			.		3	8					0		K	H	M	A	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td>.</td><td>4</td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>6</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>A</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1	.	.	.		3	2					3	3				.	4	4					4	5					4	6	.	.	.		4	7					0	8					0		K	H	M	A	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>.</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>5</td><td> </td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>6</td><td>.</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>M</td><td>LR</td><td>X</td><td></td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1						2						3	.				1	4					1	5					1	6	.				1	7					0	8					0		K	M	LR	X																																																														
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2				.	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3		.	.		3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5	.				4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6			.		4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7			.		2																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8	.				1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	A	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1			.		1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3	.	.			3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6			.		4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7			.		3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	A	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	.	.	.		3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3				.	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6	.	.	.		4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	A	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3	.				1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6	.				1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	M	LR	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
22	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>5</td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>5</td></tr> <tr><td>5</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>5</td></tr> <tr><td>6</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>5</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>N</td><td>M</td><td>A</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1					0	2					0	3	5	4					5	5					5	6	5	7					0	8					0		K	N	M	A	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>6</td><td>.</td><td>.</td><td></td><td> </td><td>1</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>B</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1	.	.	.		3	2					3	3					3	4					3	5					3	6	.	.			1	7					0	8					0		K	H	M	B	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>4</td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td>.</td><td>4</td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>6</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>A</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1	4	2				.	4	3					3	4					3	5					3	6	.	.	.		3	7					0	8					0		K	H	M	A	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>.</td><td>.</td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>3</td><td>.</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td></td><td></td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>5</td><td> </td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>6</td><td>.</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>A</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1	.	.			1	2					1	3	.				2	4					2	5					1	6	.				1	7					0	8					0		K	H	M	A	LR																																																													
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					5																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					5																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	N	M	A	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	.	.	.		3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6	.	.			1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	B	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2				.	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6	.	.	.		3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	A	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	.	.			1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3	.				2																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					2																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6	.				1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	A	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
23	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>4</td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>B</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1	4	2					4	3					4	4					0	5					0	6					0	7					0	8					0		K	H	M	B	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>6</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>A</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1	.	.	.		3	2					3	3					3	4					3	5					3	6	.	.	.		3	7					0	8					0		K	H	M	A	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>5</td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>5</td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>5</td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>5</td></tr> <tr><td>5</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>5</td></tr> <tr><td>6</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>5</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>B</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1	5	2					5	3					5	4					5	5					5	6	5	7					0	8					0		K	H	M	B	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>4</td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>4</td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>4</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td> </td><td>1</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td> </td><td>1</td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td>.</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>B</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1	4	2					4	3					4	4					1	5					1	6			.		1	7					0	8					0		K	H	M	B	LR																																																													
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	B	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	.	.	.		3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6	.	.	.		3																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	A	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					5																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3					5																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					5																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					5																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	B	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4					1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6			.		1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	B	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
24	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>4</td><td>.</td><td>.</td><td></td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>B</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1	2	2					2	3					2	4	.	.			2	5					0	6					0	7					0	8					0		K	H	M	B	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>4</td><td>.</td><td>.</td><td></td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>B</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1	.	.	.		2	2					2	3					2	4	.	.			2	5					0	6					0	7					0	8					0		K	H	M	B	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>5</td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>5</td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>5</td></tr> <tr><td>4</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>5</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>A</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1	5	2					5	3					5	4	5	5					0	6					0	7					0	8					0		K	H	M	A	LR	<table border="1"> <thead> <tr><th>S</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>X</th><th>Σ</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>.</td><td>4</td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>4</td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>4</td></tr> <tr><td>4</td><td>.</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>K</td><td>H</td><td>M</td><td>B</td><td>LR</td></tr> </tbody> </table>	S	X	X	X	X	Σ	1	4	2					4	3					4	4	.				1	5					0	6					0	7					0	8					0		K	H	M	B	LR																																																													
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					2																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3					2																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	.	.			2																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	B	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	.	.	.		2																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					2																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3					2																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	.	.			2																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	B	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					5																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3					5																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	A	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	X	X	X	X	Σ																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	.				1																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
6					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
8					0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	K	H	M	B	LR																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

2.4 Statistik

Neben einfachen statistischen Verfahren (explorative und konfirmatorische Datenanalyse) kommen in dieser Untersuchung multivariate statistische Verfahren zum Einsatz. Dabei werden nicht die Strukturnutzungsmuster der Arten im Vergleich zum Strukturangebot analysiert, sondern die Arten in ihren Nutzungsmustern untereinander verglichen. Auf der Basis der Quantifizierung intra- und interspezifischer Ähnlichkeiten des Habitatwahlverhaltens sollen die untersuchten Arten charakterisiert und klassifiziert werden. Die klassische Methode zur Gruppierung von Objekten ist die Clusteranalyse, welche zu den sog. „Strukturen-entdeckenden Verfahren“ gehört. Das Ziel besteht darin, Objekte aufgrund bestimmter Merkmale so zusammenzufassen, dass diese innerhalb einer Gruppe (Cluster) möglichst ähnlich, die Gruppen untereinander dagegen möglichst unähnlich sind (BACKHAUS et al. 1994). Zwei wesentliche Fragen sind in dieser Untersuchung vorher zu klären:

- Welche Objekte sollen gruppiert werden?
- Aufgrund welcher Merkmale soll diese Gruppierung durchgeführt werden?

In Bezug auf die erste Frage werden in dieser Untersuchung drei Ebenen analysiert:

- 1.) Das Territorium eines Vogelindividuums
- 2.) Das durchschnittliche Territorium einer Vogelart auf einer Teilfläche (A-E)
- 3.) Das durchschnittliche Territorium einer Vogelart auf der Gesamtfläche (GES)

Was die zweite Frage angeht, sollen die Territorien durch eine Kombination von Variablen charakterisiert werden, die zum einen die Vegetationsmenge und zum anderen die Form der selektierten Vegetationseinheiten berücksichtigt. Die in Kapitel 2.3 vorgestellte Methode zur Habitatstrukturkartierung liefert beide Informationen für 8 Höhengschichten. Die Anzahl der Vegetationspunkte in jeder der 8 Schichten wird direkt als Maß für die Menge der Vegetation verwendet und führt zu 8 Variablen. Für die Information bezüglich der Form der Vegetationseinheiten werden die Häufigkeiten der 4 Strukturtypen (OHNE ... FLÄCHE), über die 8 Schichten hinweg, ausgezählt, wodurch sich 4 weitere Variablen ergeben. Folgendes ist aber noch zu bedenken. Die Anzahl der untersuchten Schichten ist eigentlich recht willkürlich, genauso gut hätten auch 20 oder nur 5 Schichten unterschieden werden können. Die Wahrscheinlichkeit, dass mehrere Variablen die gleiche Information liefern, ist - insbesondere bei benachbarten Schichten - sehr hoch. Diese Informationen würden in der Clusteranalyse (willkürlich) stärker gewichtet, als ihnen zusteht.

Ein Verfahren, das solche Zusammenhänge zwischen Variablen aufdeckt, ist die Faktorenanalyse. Aus einer Vielzahl von Variablen werden neue, komplexere Größen, sog. Faktoren, definiert, die voneinander unabhängig sind. Der große Vorteil liegt in der damit verbundenen Reduktion der Variablenzahl bei möglichst geringem Informationsverlust. Die Interpretation dieser Faktoren erfolgt über die Korrelationen mit den Ausgangsvariablen (BACKHAUS et al. 1994). Der Clusteranalyse wird deshalb eine Faktorenanalyse für die 8 Schichtvariablen (Vegetationsmenge) vorgeschaltet.

Abschließend werden die in der Clusteranalyse definierten Gruppen einer Diskriminanzanalyse unterzogen, einem Verfahren zur Analyse von Gruppenunterschieden, das also zu den „Strukturen-prüfenden Verfahren“ gehört. Mit Hilfe der Diskriminanzanalyse soll in dieser Untersuchung die Qualität der Gruppen statistisch untersucht werden.

Diese drei äußerst komplexen Verfahren werden hier nur so weit erklärt, wie es zum Verständnis und der Einordnung der Ergebnisse notwendig ist. Für weitere Informationen verweise ich auf BACKHAUS et al. (1994) - auf die sich auch das Kapitel 3.5 bezieht - BAHRENBERG et al. (1992), BROSIUS & BROSIUS (1995), DEICHSEL & TRAMPISCH (1985) und LEGENDRE & LEGENDRE (1983).

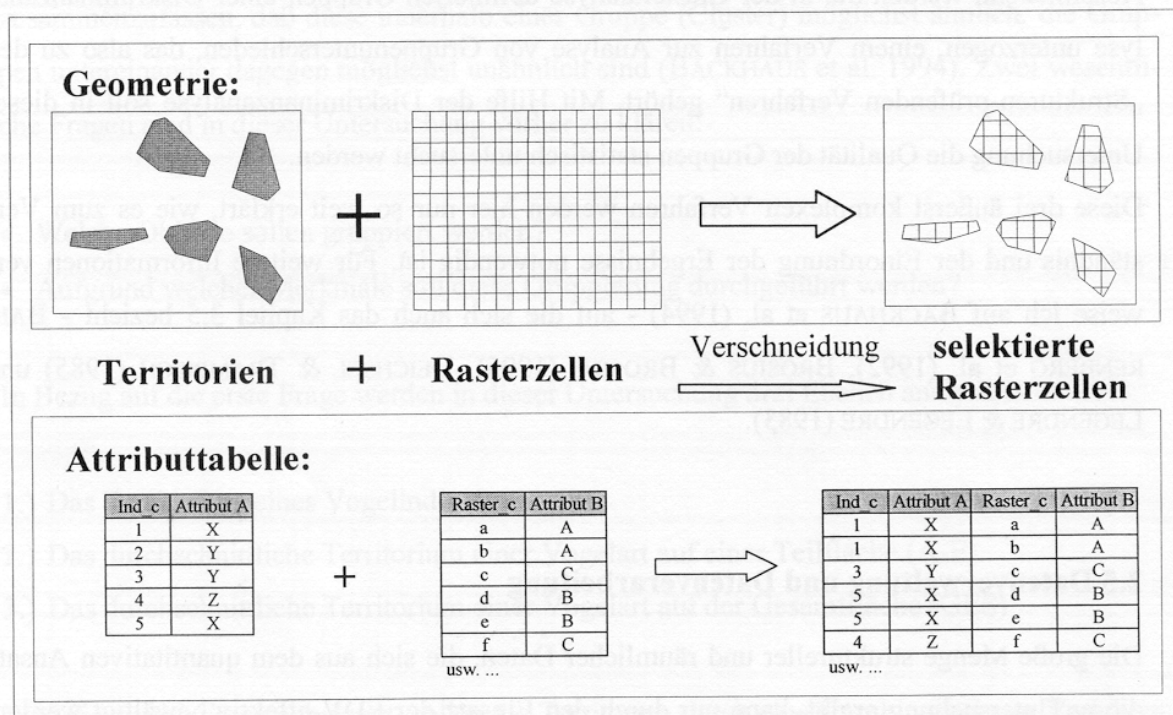
2.5 Datenverwaltung und Datenverarbeitung

Die große Menge struktureller und räumlicher Daten, die sich aus dem quantitativen Ansatz dieser Untersuchung ergibt, kann nur durch den Einsatz der EDV effektiv bewältigt werden. Da sich in dieser Studie Habitatselektion über die Lage der Territorien definiert, mussten zunächst die Ergebnisse der Revierkartierung (vgl. Kap. 2.2) mit der Strukturkartierung (vgl. Kap. 2.3) in Verbindung gebracht werden. Die dazu notwendige räumliche Überlagerung beider Kartierungen wurde mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS) durchgeführt. Dazu kamen die Programme ArcView und Arc/Info der Firma ESRI zum Einsatz. Geographische Informationssysteme ermöglichen durch die Kombination verschiedener Hard- und Software-Komponenten die Erzeugung, Speicherung, Verarbeitung, Analyse und Präsentation räumlicher Daten und sind somit ein effektives Instrument für die Bearbeitung räumlicher Fragestellungen.

Zunächst wurden die Vogelterritorien und das 20m-Raster der Strukturkartierung digitalisiert. Jede Geometrische Einheit („Entität“) dieser digitalen Karten („Territorium“ bzw. „Rasterzelle“) steht mit genau einem Datensatz der Datenbank-Komponente des GIS in Verbindung. Hier werden die beschreibenden Eigenschaften („Attribute“) der Entitäten verwaltet.

Der Entitätentyp „Vogelterritorium“ wird durch 4 Attribute beschrieben. Im Einzelnen sind das „Area“ (Größe des Territoriums, wird vom GIS berechnet), „Art_c“ (numerischer Schlüssel der Vogelarten), „Ind_c“ (numerischer Schlüssel der Vogelindividuen) und „Jahr“. Der Entitätentyp „Rasterzelle“ hat nur das eine Attribut „Raster_c“ (alphanumerischer Schlüssel der Rasterzellen). Das GIS ermöglicht eine sog. Verschneidung der beiden Entitätentypen, welche in dem neuen Entitätentyp „selektierte Rasterzelle“ resultiert, der sowohl die Geometrie als auch die Attribute beider Ausgangsentitäten vereinigt (vgl. Abb.9).

Abb.9: Verschneidung im Geographischen Informationssystem (schematisch). Ind_c und Raster_c sind Schlüsselattribute. Attribut A und Attribut B stehen für mögliche weitere Attribute. Die Anzahl der Datensätze in den Attributtabelle entspricht der Anzahl der geometrischen Objekte.



Für die strukturellen Daten der Kartierung und das Ergebnis der GIS-Verschneidung (Vogelterritorium und Rasterzelle) wurde eine Relationale Datenbank (Datenbankprogramm ACCESS, Microsoft) aufgebaut. Um eine korrekte und effektiv funktionierende Datenbank zu gewährleisten, wurde zuvor das Entity-Relationship-Modell nach CHEN (1976) erstellt (Abb.10). Dieses Modell führt zu den in Tab.7 dargestellten Datenbankstrukturen, aus denen alle erforderlichen Strukturvariablen (oder zumindest Vorstufen) ausgezählt bzw. berechnet werden können. Darauf aufbauende statistische Berechnungen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS (SPSS GmbH) und mit EXCEL (Microsoft) durchgeführt.

Tab.7: Datenbankstruktur. (Relationales Datenbankmodell)

Relation RASTER_STRUKTUR		
Attribut	Feld-Typ	Beschreibung
Raster_c	Text	Primärschlüssel der Rasterzellen
Schicht_1	Zahl	Anzahl der Vegetationspunkte in Schicht 1
Schicht_2	Zahl	Anzahl der Vegetationspunkte in Schicht 2
Schicht_3	Zahl	Anzahl der Vegetationspunkte in Schicht 3
Schicht_4	Zahl	Anzahl der Vegetationspunkte in Schicht 4
Schicht_5	Zahl	Anzahl der Vegetationspunkte in Schicht 5
Schicht_6	Zahl	Anzahl der Vegetationspunkte in Schicht 6
Schicht_7	Zahl	Anzahl der Vegetationspunkte in Schicht 7
Schicht_8	Zahl	Anzahl der Vegetationspunkte in Schicht 8
Klasse	Text	Strukturklassen A - K
u_Schicht	Zahl	Nummer der untersten Vegetationsschicht
o_Schicht	Zahl	Nummer der obersten Vegetationsschicht
Kraut	Text	Krautschicht-Klasse
Morph	Text	Morphologie-Klasse
Fläche_c	Text	Fremdschlüssel (siehe Relation FLÄCHE)

Relation TERRITORIUM		
Attribut	Feld-Typ	Beschreibung
Ind_c	Zahl	Primärschlüssel der Vogelindividuen
Art_c	Zahl	Fremdschlüssel (siehe Relation SPEZIES)
Jahr	Zahl	Untersuchungsjahr (1995, 1997, 1998)
Area	Zahl	Größe der Territorien

Relation RASTER_SELEKTION		
Attribut	Feld-Typ	Beschreibung
Selekt_c	Zahl	Primärschlüssel der selektierten Rasterzellen
Raster_c	Text	Fremdschlüssel (siehe Relation RASTER_STRUKTUR)
Ind_c	Zahl	Fremdschlüssel (siehe Relation Territorium)

Relation SPEZIES		
Attribut	Feld-Typ	Beschreibung
Art_c	Zahl	Primärschlüssel der Vogelarten
Name_wiss	Text	Wissenschaftlicher Artnamen
Name_deu	Text	Deutscher Artnamen
Abkürzung	Text	Abkürzung des Artnamens

Relation FLÄCHE		
Attribut	Feld-Typ	Beschreibung
Fläche_c	Text	Primärschlüssel der Untersuchungsflächen A-E
Fläche_Name	Text	Name der Untersuchungsfläche
Fläche_Größe	Zahl	Flächengröße
Veg_Raster	Zahl	Anzahl der Vegetations-Raster
Leer_Raster	Zahl	Anzahl der Leer-Raster

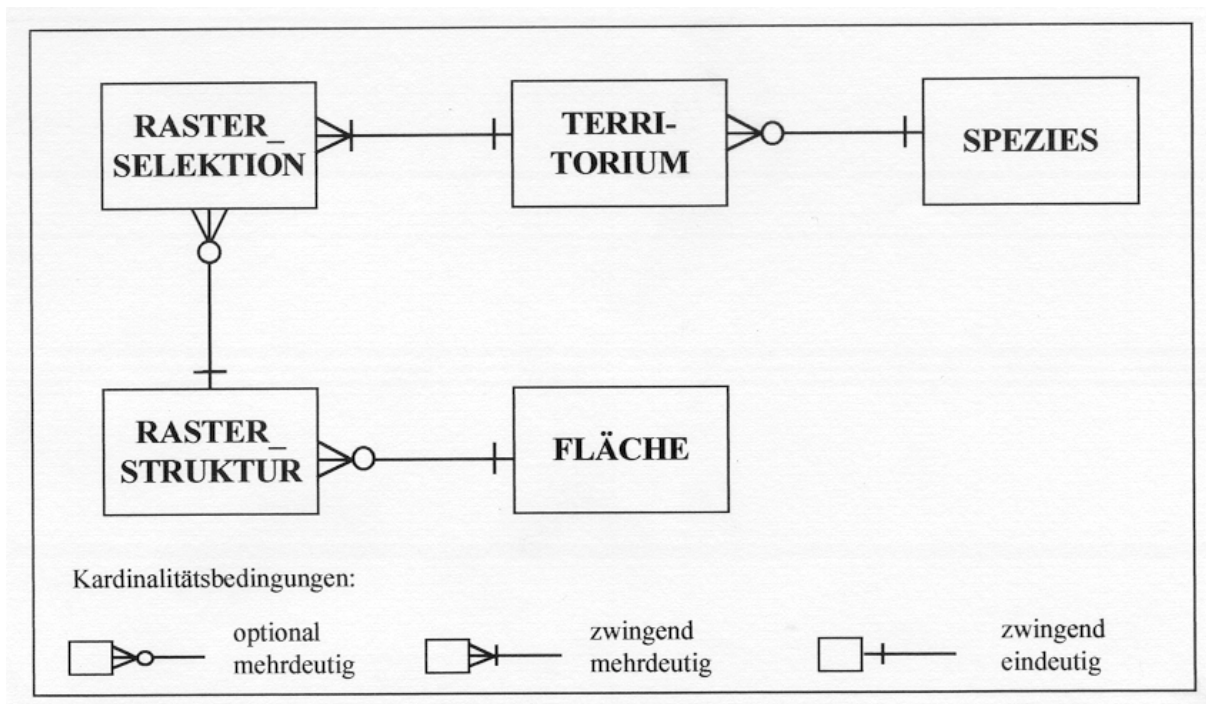


Abb.10: Entity-Relationship-Modell

2.6 Datengrundlage

Die untersuchten Vogelarten lassen sich nach ihrer Häufigkeit 3 Klassen zuordnen. Hohe Zahlen territorialer Männchen zeigen MG, GG, ZI und GO. DG, HE und BU gehören einer mittleren Klasse an, und KG und NT haben die niedrigsten Individuenzahlen. Insgesamt gründet sich diese Studie auf 944 Vogelterritorien. Die komplette Information ist aus Tab.8 und Tab.9 ersichtlich.

Tab.8: Anzahl der Vogelterritorien (Teilflächen) in den Jahren 1995 bis 1998

Art	Anzahl territorialer Männchen														
	Fläche A			Fläche B			Fläche C			Fläche D			Fläche E		
	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98
Mönchsgrasmücke	11	13	12	13	15	12	12	14	12	12	14	13	3	3	3
Gartengrasmücke	9	11	10	16	9	10	11	11	8	13	14	11	4	3	2
Dorngrasmücke	3	0	2	5	6	5	7	9	8	10	16	13	3	4	2
Klappergrasmücke	0	2	0	3	5	1	3	3	3	7	4	3	1	1	0
Zilpzalp	10	11	11	10	12	12	9	11	12	10	13	12	2	3	4
Heckenbraunelle	5	7	8	9	8	7	6	8	8	11	13	11	4	2	3
Goldammer	5	5	3	16	13	14	11	10	11	18	14	10	4	2	2
Buchfink	3	3	4	8	9	7	8	6	6	12	13	13	0	2	2
Neuntöter	2	1	1	4	5	4	0	1	0	1	0	1	1	2	2

Tab.9: Anzahl der Vogeltterritorien (Gesamtfläche) in den Jahren 1995 bis 1998

Art	terr. Männchen			
	95	97	98	95-98
Mönchsgrasmücke	51	59	52	162
Gartengrasmücke	53	48	41	142
Dorngrasmücke	28	35	30	93
Klappergrasmücke	14	15	7	36
Zilpzalp	41	50	51	142
Heckenbraunelle	35	38	37	110
Goldammer	54	44	40	138
Buchfink	31	33	32	96
Neuntöter	8	9	8	25

Tab.10: Flächenbezogene Rastergrundlage. Dargestellt ist die Anzahl der Vegetations-Raster und der Leer-Raster (Rasterzellen ohne Vegetation) auf der Gesamtfläche und den Teilflächen

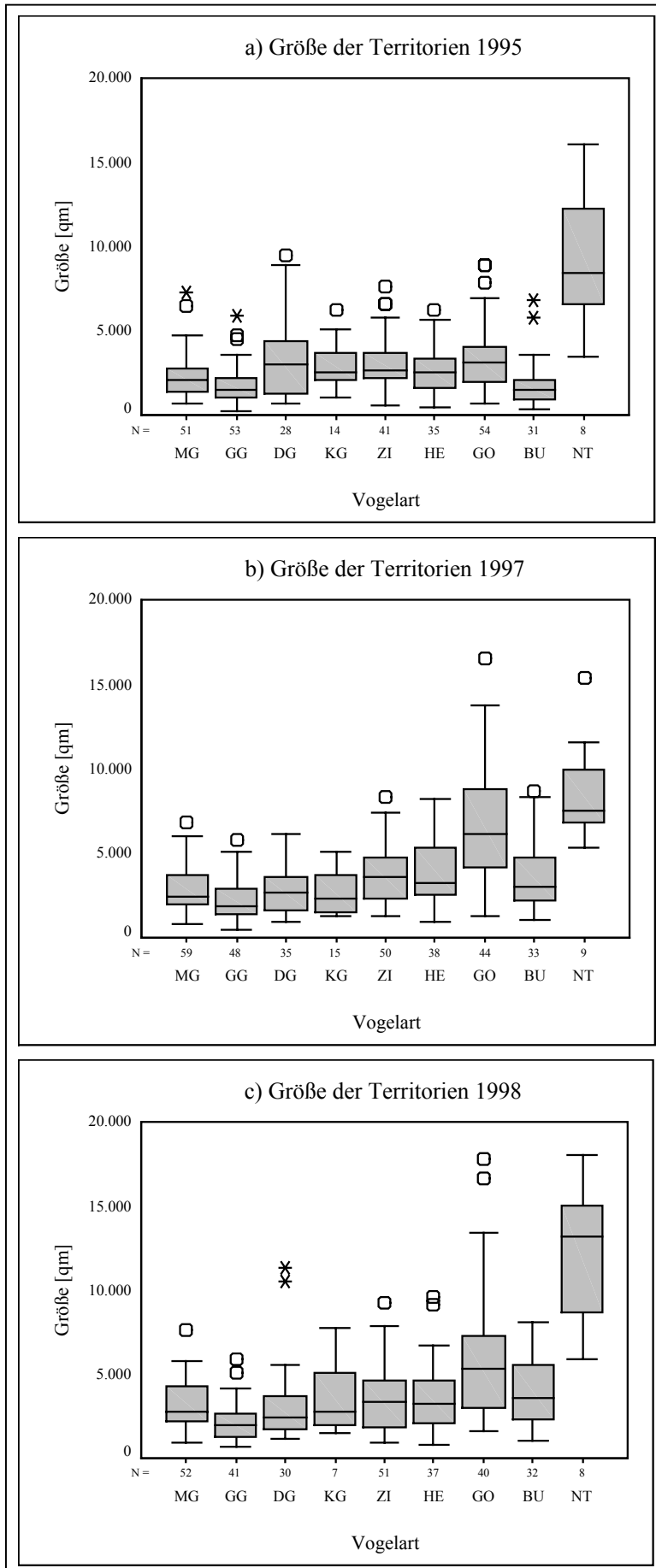
	GES	Teilfläche				
		A	B	C	D	E
Veg-Raster	1401	185	343	319	462	92
Leer-Raster	1269	149	335	208	449	128
Summe	2670	334	678	527	911	220

Tab.11: Artbezogene Rastergrundlage. Dargestellt ist die Anzahl der durch die einzelnen Arten selektierten Raster (Vegetations-Raster und Leer-Raster) in den Jahren 1995 bis 1998.

Art	1995		1997		1998	
	Veg-Raster	Leer-Raster	Veg-Raster	Leer-Raster	Veg-Raster	Leer-Raster
Mönchsgrasmücke	500	70	561	96	538	97
Gartengrasmücke	424	77	371	83	313	58
Dorngrasmücke	273	118	270	113	256	119
Klappergrasmücke	157	32	123	33	80	18
Zilpzalp	483	60	561	107	553	106
Heckenbraunelle	348	74	434	83	398	97
Goldammer	505	283	580	354	485	309
Buchfink	256	40	365	88	385	67
Neuntöter	122	115	140	99	163	106

Die strukturelle Datengrundlage wird durch Tab.10 charakterisiert. Da 2670 Rasterzellen in die Untersuchung eingehen, in denen an jeweils $8 \times 5 = 40$ Punkten die Anwesenheit bzw. Abwesenheit von Vegetation vermerkt wird, ergibt sich eine Gesamtsumme von 106800 Punkten, durch die der Untersuchungsraum (130 ha) bis zu einer Höhe von 12m für die Charakterisierung und Quantifizierung der Vegetation „digitalisiert“ wird. Lage und Ausdehnung der Vogeltterritorien entscheiden darüber, welche Strukturen als selektiert definiert werden (vgl. Kap. 2.1). Die Abb.11a-c zeigen für die drei Untersuchungsjahre die Verteilung der Territoriumsgrößen der kartierten Vogelindividuen. Aufgrund nicht vergleichbarer Varianzen in den einzelnen Untersuchungsjahren wurde eine ANOVA (Varianzanalyse) nicht durchgeführt (vgl. BACKHAUS et al. 1994, BROSIUS & BROSIUS 1995, FOWLER & COHEN o.D.). Tab.11 zeigt für jede Vogelart die sich aus den Territorien ergebende Anzahl der selektierten Rasterzellen. Insgesamt ergibt sich eine Grundlage von 12546 Datensätzen.

Abb.11: Größe der Territorien in den Jahren 1995-1998



3 ERGEBNISSE

3.1 Charakterisierung der Vegetationsstrukturen

3.1.1 Schichtung und Offenheit der Habitate

Eine erste Charakterisierung der Habitate erfolgt durch zwei grobe Indices, welche die Schichtung und die Offenheit der Gehölzstrukturen beschreiben. Beide Indices werden durch dieselbe Gleichung berechnet (Abb.12).

- Schichtungsindex (S), welcher durch das Verhältnis von Vegetations-Rastern mit und Vegetations-Rastern ohne Oberschicht definiert wird (Oberschicht = S7-S8)
- Offenheitsindex (O), welcher durch das Verhältnis von Vegetations-Rastern und Leer-Rastern definiert wird und die horizontale Dichte der Strukturelemente beschreibt

Schichtungsindex und Offenheitsindex werden nach folgender Gleichung berechnet:

$$\mathbf{S \ bzw. \ O = (X_1 - X_2) / (X_1 + X_2)}$$

Schichtungsindex (S):

X_1 = Anzahl der Vegetations-Raster ohne Oberschicht

X_2 = Anzahl der Vegetations-Raster mit Oberschicht

Offenheitsindex (O):

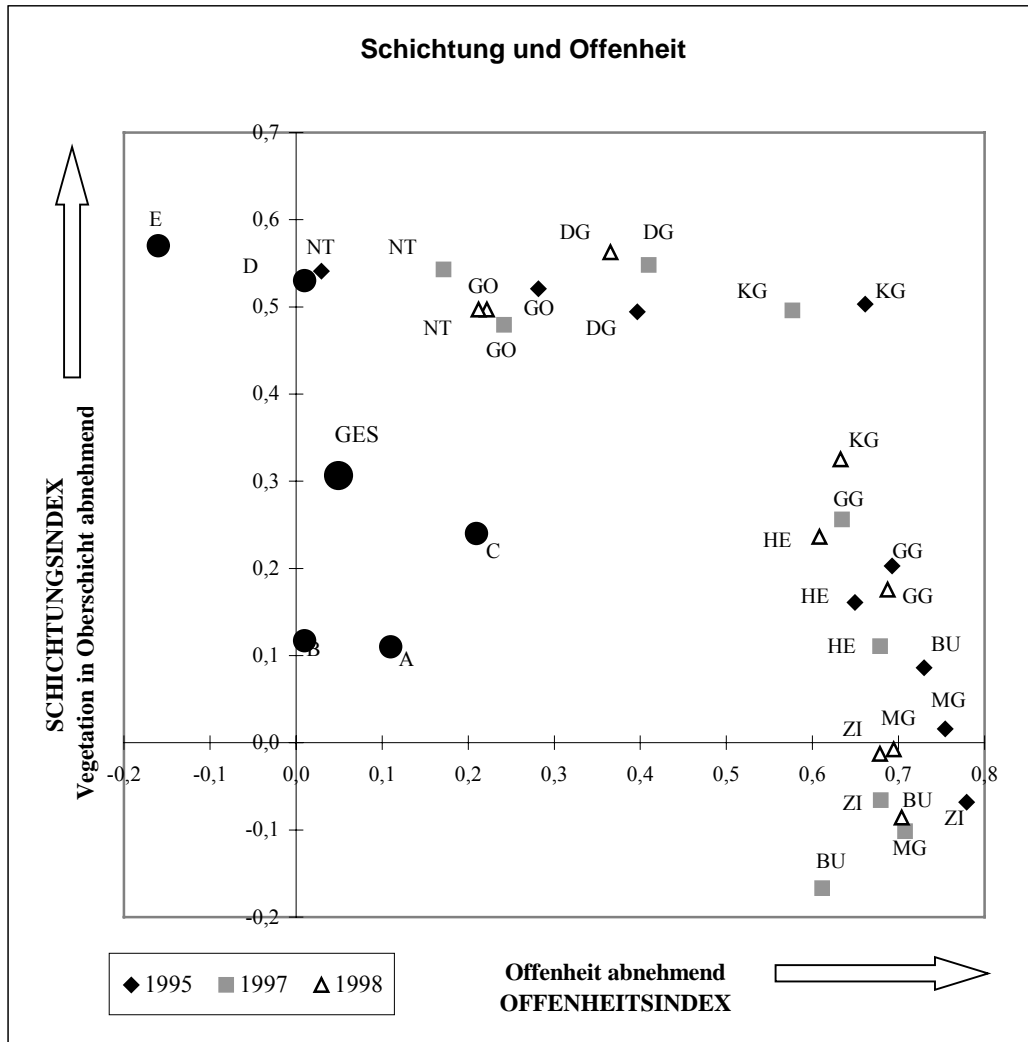
X_1 = Anzahl der Vegetations-Raster

X_2 = Anzahl der Leer-Raster (Raster ohne Gehölzvegetation)

Abb.12: Berechnung von Schichtungsindex und Offenheitsindex

Diese Indices decken für alle Verhältniszahlen von $X_1 : X_2$ einen Wertebereich von +1 bis -1 ab. Positive Werte stehen für das Überwiegen von „ X_1 -Rastern“, negative für das Überwiegen von „ X_2 -Rastern“. Gleiche Anteile von X_1 - und X_2 -Rastern führen zu dem Wert Null. In Abb.13 sind Schichtungs- und Offenheitsindex der Gesamtfläche und der Teilflächen A bis E (Strukturangebot) sowie der durch die Arten selektierten Teilflächen in den drei Untersuchungsjahren gegeneinander aufgetragen. Die „Vegetationsmächtigkeit“ (als Kombination von geringer Offenheit und großer Zahl von Vegetationsrastern mit Oberschicht) nimmt im Diagramm von links oben nach rechts unten zu. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Ergebnisse in den drei Untersuchungsjahren sehr konstant sind. Die Vogelarten sind in zwei Gruppen angeordnet. Die eine, bestehend aus NT, GO, DG und KG (1995, 1997) deckt einen wei-

Abb.13: Schichtung und Offenheit (Angebot und Nutzung). Dargestellt sind die Indexwerte für die Gesamtfläche und die Teilflächen A bis E und die Nutzung durch die Vogelarten in den Jahren 1995-1998. X-Achse: Offenheitsindex (mit ansteigenden Werten nimmt die Offenheit ab). Y-Achse: Schichtungsindex (mit ansteigendem Wert nimmt der Anteil von Rastern mit Oberschicht ab).



ten Bereich in Bezug auf die Offenheit ab, ist aber, was die Schichtung anbelangt, auf eine sehr enge Spanne beschränkt. Diese 4 Arten bilden deshalb eine X-Achsen-parallele Linie. Die zweite Gruppe, zu der KG (1998), GG, HE, BU, MG und ZI gehören, verhält sich dagegen genau umgekehrt. Diese Arten zeigen eine große Bandbreite bei der Schichtung und eine geringe Bandbreite bei der Offenheit, so dass eine Y-Achsen-parallele Ausrichtung resultiert. Weiterhin ist zu erkennen, dass alle Arten im Vergleich zum Strukturangebot auf der Gesamtfläche (GES) die Verhältnisse in eine bestimmte Richtung verschoben haben. Lediglich der Schichtungsindex der KG (1998) und der Offenheitsindex des NT (1995) entsprechen den auf der Gesamtfläche angetroffenen Proportionen. Bezüglich des Schichtungsindex gibt es Verschiebungen in beide Richtungen (d.h. Vegetationsraster mit Oberschicht werden über-

und unterproportional selektiert). Im Gegensatz dazu werden die Leer-Raster generell unterproportional selektiert. Daraus wurden Konsequenzen für die weitere Analyse gezogen. Um eine „Verwässerung“ der Daten zu vermeiden, wurden die Leer-Raster aus der Untersuchung ausgeschlossen und nur noch Raster mit Gehölzvegetation berücksichtigt. Statistisch nachgewiesene Verschiebungen von relativen Rasterfrequenzen der Strukturnutzung gegenüber dem Angebot beruhen dann nicht auf einer Bevorzugung von Gehölzstrukturen allgemein gegenüber gehölzfreien Rastern (welche bei den untersuchten Vogelarten ja auch zu erwarten ist), sondern auf Bevorzugungen bzw. Meidungen bestimmter Gehölzstrukturen gegenüber anderen.

Abb.13 zeigte lediglich, dass Rasterfelder mit Oberschicht in den Durchschnittsterritorien der Vogelarten sowohl häufiger als auch seltener auftreten, als es vom Angebot her zu erwarten wäre. Sind diese Abweichungen aber auch statistisch signifikant, oder könnten sie ebenso gut durch Zufall erklärt werden? Eine Antwort gibt Abb.14. Dargestellt sind die prozentualen Häufigkeiten von Rasterfeldern mit Oberschicht (oberste Vegetationsschicht = S7 oder S8) und Feldern ohne Oberschicht (oberste Vegetationsschicht = S3, 4, 5 oder 6) des Gesamtangebotes und des durch die Vogelarten genutzten Anteils. Mit den absoluten Häufigkeitswerten wurde ein χ^2 -Anpassungstest (SACHS 1992) durchgeführt, bei dem die Erwartungswerte aufgrund des Angebots mit den beobachteten Werten in den Vogelterritorien verglichen werden. Die Nullhypothese lautet: Die Klassenhäufigkeiten der genutzten Raster weichen nicht von den Häufigkeiten des Angebots ab. Aus den Einzelabweichungen errechnet sich eine Prüfgröße χ^2 , deren Wert die Signifikanz der Häufigkeitsverschiebungen und damit die Sicherheit der Aussage, dass die Abweichungen nicht zufälliger Natur sind, bestimmt. Die Signifikanzniveaus sind aus der unteren Leiste ersichtlich.

Bis auf drei Ausnahmen (KG 98, GG 97, HE 98) sind die Abweichungen vom Erwartungswert hochsignifikant ($p < 0,001$) bis noch-signifikant ($p < 0,05$, FG = 1). Bei DG, NT, GO und KG gibt es Verschiebungen zuungunsten und bei BU, MG, ZI, HE und GG zugunsten der Rasterzellen mit Oberschicht. Die gleiche Untersuchung wurde für die Unterkante der belaubten Vegetation durchgeführt (Abb.15). Die beiden Klassen können umschrieben werden mit „bodennahe Vegetationsschicht vorhanden“ (unterste Vegetationsschicht = S1 oder S2) und „keine bodennahe Vegetation vorhanden“ (unterste Vegetationsschicht = S3 oder S4). Auch hier wurden die Abweichungen vom Erwartungswert nach dem Angebot statistisch mit einem χ^2 -Anpassungstest untersucht. Für etwa 2/3 der Art/Jahr-Kombinationen sind die Abweichungen statistisch belegt ($p < 0,001$ bis $p < 0,05$, FG = 1). Am deutlichsten und kon-

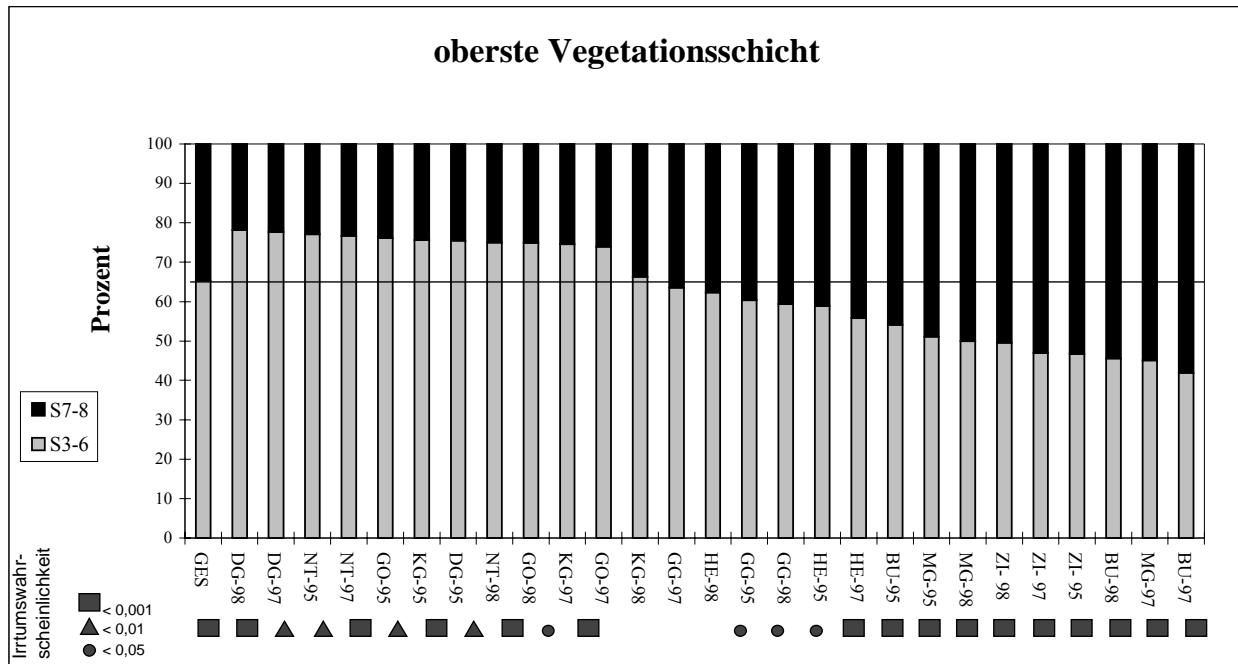


Abb.14: Oberste Vegetationsschicht. Prozentuale Anteile von Rasterzellen ohne Oberschicht (heller Balkenanteil, oberste Schicht zwischen S3 und S6) und Rasterzellen mit Oberschicht (dunkler Balkenanteil, S7-8) für das Strukturangebot (GES) und die Durchschnittsterritorien in den Jahren 1995 bis 1998. Darunter: Signifikanz der Abweichungen (Irrtumswahrscheinlichkeit) von einer zum Angebot proportionalen Nutzung nach χ^2 -Anpassungstest (FG = 1)

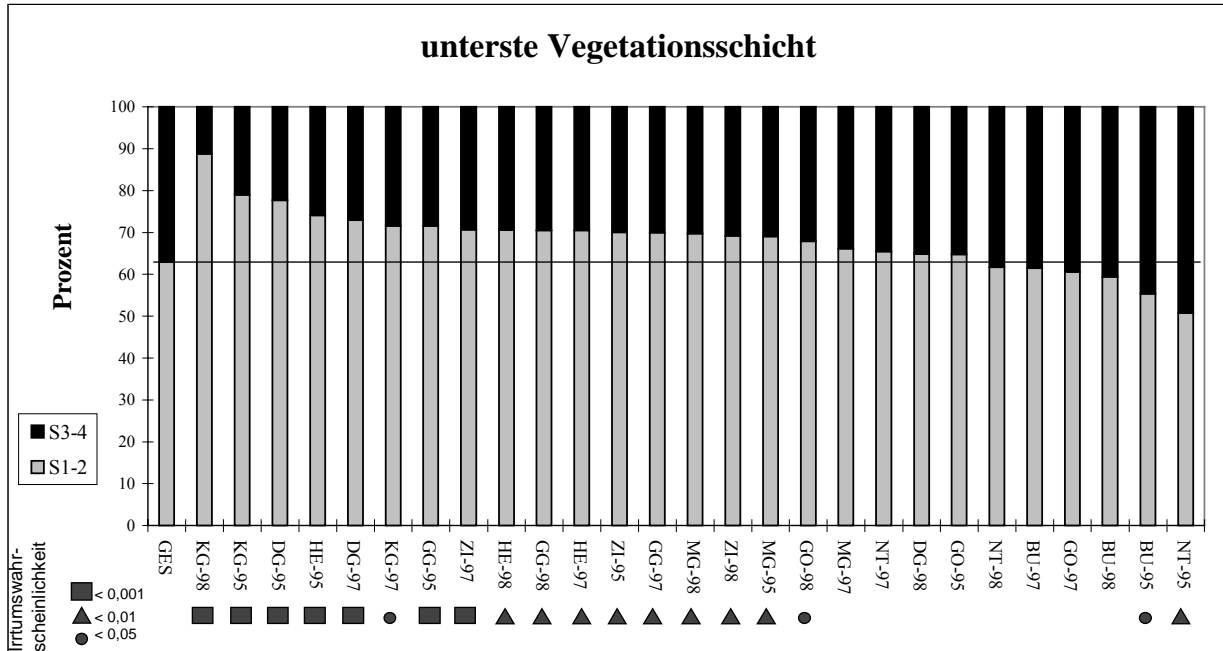


Abb.15: Unterste Vegetationsschicht. Prozentuale Anteile von Rasterzellen mit bodennaher Vegetation (heller Balkenanteil, unterste Schicht S1 oder S2) und Rasterzellen ohne bodennahe Vegetation (dunkler Balkenanteil, S3 oder S4) für das Strukturangebot und die Durchschnittsterritorien in den Jahren 1995 bis 1998. Darunter: Signifikanz der Abweichungen von einer zum Angebot proportionalen Nutzung nach χ^2 -Anpassungstest (FG = 1)

stantesten sind die Verschiebungen zugunsten von Rasterzellen mit bodennahe Vegetation, die v.a. bei KG, DG, GG, ZI, HE und MG zu beobachten sind. Eine überproportional große Zahl von Rasterzellen ohne bodennahe Vegetation wird regelmäßig (1995-98) nur vom BU selektiert, wobei dieser Befund nur für das Jahr 1995 statistisch noch-signifikant ($p < 0,05$) ist. Die stärkste Anreicherung derartiger Rasterzellen zeigt der NT im Jahr 1995 ($p < 0,01$). Über die drei Untersuchungsjahre hinweg betrachtet ist jedoch für diese Art, ebenso wie für die GO, keine deutliche Vorliebe für eine der beiden Klassen erkennbar.

3.1.2 Der integrative Ansatz – die Strukturklassen

Wie im Methodenteil (Kap. 2.3) beschrieben, wurden 10 Strukturklassen definiert. Die Analyse erfolgt nach folgendem Schema:

- Ermittlung der Rasterfrequenzen der 10 Strukturklassen auf der Gesamtfläche, wodurch das Angebot definiert wird
- Ermittlung der Rasterfrequenzen der 10 Strukturklassen in den Vogelterritorien, wodurch die Nutzung definiert wird
- Statistischer Vergleich von Erwartungswerten (Angebot) und Beobachtungswerten (Nutzung) mit Hilfe eines χ^2 -Anpassungs-Tests (SACHS 1992)

Die Nullhypothese lautet: Die Klassenhäufigkeiten der genutzten Raster weichen nicht von den Häufigkeiten des Angebots ab. Die absoluten Rasterzahlen der Strukturklassen des Gesamtangebots zeigt Abb.16. Die kleinste Klasse ist mit 48 Rastern besetzt. Der Schwerpunkt liegt bei den mittleren Strukturklassen E und F. Innerhalb der Strukturklassen mit Oberschicht überwiegen ebenfalls die mittleren Strukturen H und I. Der relative Anteil (in %) der 10 Strukturklassen in den Durchschnittsterritorien der einzelnen Arten und im Gesamtangebot ist aus Abb.17 ersichtlich.

Strukturklassen ohne Oberschicht (A-F)

Die punkthaften Strukturklassen (A-C) werden in erster Linie von den Offenlandarten DG, GO und NT selektiert. In den Territorien der anderen Arten (mit Ausnahme des BU, der teilweise Klasse B annähernd proportional nutzt) sind derartige Strukturen stark unterrepräsentiert. Niedrige Linien-, Rand- und Flächenstrukturen (Klasse D) werden von KG, DG, GO

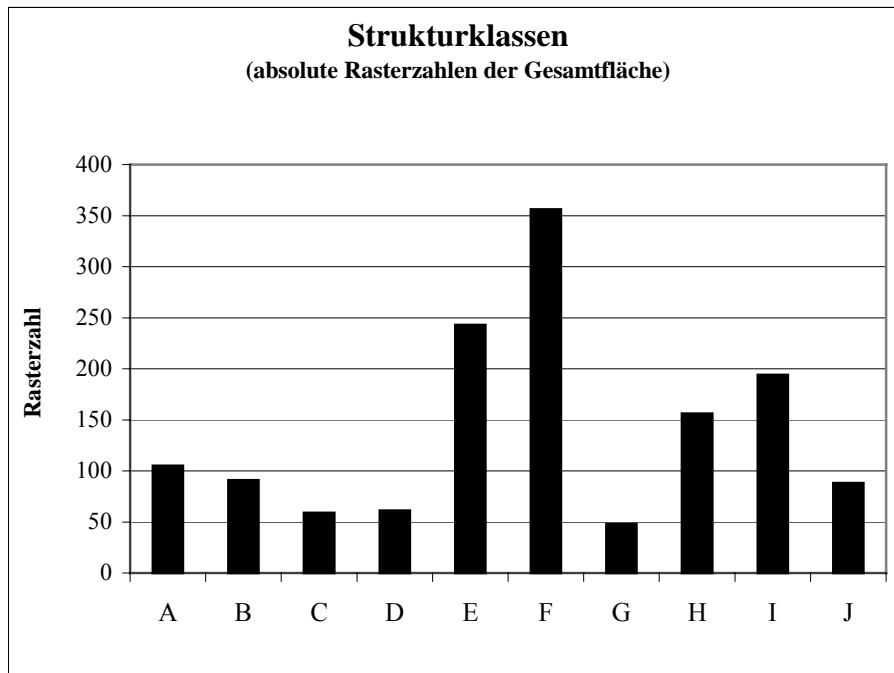


Abb.16: Strukturklassengrößen des Gesamtangebots

und NT (in abnehmender Intensität) bevorzugt selektiert und am deutlichsten vom BU gemieden. Klasse E (hohe Linien-, Rand- und Flächenstrukturen ohne bodennahe Vegetation) wird nur vom NT (1995, 1998) und BU (1995) deutlich überproportional genutzt, ansonsten nur etwa proportional zum Angebot (GG, DG, KG, GO) oder unterproportional selektiert (MG, ZI, HE). Die Strukturklasse F (wie E, mit bodennaher Vegetation) ist dagegen bei den meisten Arten überproportional häufig in den Territorien vertreten, am stärksten bei der KG. Nur BU und NT (vgl. Klasse E) nutzen diese Klasse konstant unterproportional.

Strukturklassen mit Oberschicht (G-J)

Die kleinste Klasse G mit punkthafter Vegetation lässt, wie bei den punkthaften Elementen ohne Oberschicht, eine leichte Bevorzugung durch DG, GO und NT erkennen. Die sich von dieser nur in der Unterschicht unterscheidende Klasse H ist die einzige, die von nur einer Vogelart deutlich gemieden wird. (NT 1997, 1998). Auffällig ist die leicht unterproportionale Nutzung durch die GO auf konstantem Niveau. Die Klassen I und J sind durch eine starke Dominanz der Oberschicht gekennzeichnet, was sich in einer Meidung dieser Strukturen (Klasse I) in den Revieren der Arten äußert, die eine Vorliebe für die Klassen A-D haben. Diese Arten (DG, KG, GO und NT) fallen dann fast völlig in der Klasse J aus. Eine deutliche Bevorzugung dieser Oberschicht-geprägten Klassen zeigen MG, GG, ZI, HE und BU, die in den ersten Klassen geringer vertreten sind.

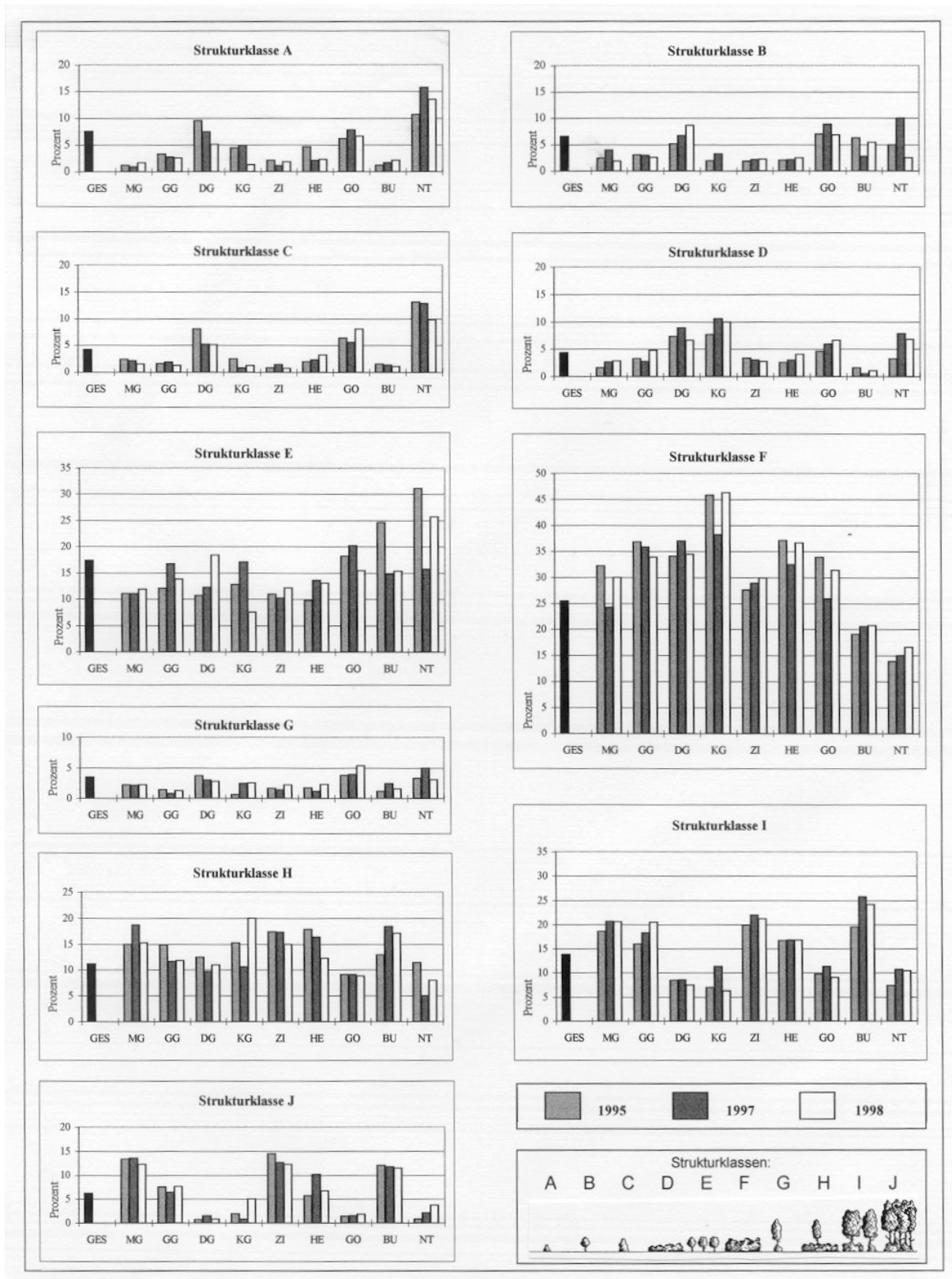


Abb.17: Prozentuale Strukturklassenanteile in den Durchschnittsterritorien in den Jahren 1995-1998 (im Vergleich zum Angebot auf der Gesamtfläche, GES)

Die Verschiebungen der Strukturklassenanteile innerhalb der Territorien im Vergleich zum Angebot sind so deutlich, dass sich ein Signifikanztest fast erübrigt. So waren diese auch für alle Arten hochsignifikant (χ^2 -Anpassungstest, $p < 0,001$, $FG=9$). Tab.12 schlüsselt die Frequenzverschiebungen artweise genauer auf. Zum einen wurde berechnet, welchen prozentualen Anteil die einzelnen Klassen zur Gesamtprüfgröße χ^2 beitragen. Dieser Wert wird sowohl von den Abweichungen der beobachteten von den erwarteten Häufigkeiten als auch von der Klassengröße bestimmt. Auf diese Weise wird die Relevanz der 10 Strukturklassen für jede Vogelart in 5 Prozentintervallen kategorisiert. Zum anderen ist aus dieser Tabelle ersichtlich, ob die einzelnen Abweichungen aufgrund größerer (Positive Selektion) oder geringerer beobachteter Häufigkeiten (Negative Selektion) als zu erwarten wären, zustande kommen. Die vertikale Leserichtung gibt schnell Auskunft darüber, welche Bedeutung eine Klasse für die unterschiedlichen Arten haben kann (Über- oder unterproportionale Nutzung? Große oder geringe Bedeutung?), wogegen die horizontale Leserichtung die gleichen Informationen für das Durchschnittsrevier einer Art aufschlüsselt.

Um Hinweise für eine weitere Ausgangsfrage, nämlich wie konstant bestimmte Nutzungsmuster innerhalb einer Art sind, zu bekommen, wurde das Datenmaterial räumlich weiter differenziert. Es wurden erneut, für jede Teilfläche (A-E) getrennt, Angebot und Nutzung der Strukturklassen (A-J) durch die Vogelarten errechnet und nach dem gleichen Schema wie für die Gesamtfläche statistisch analysiert (χ^2 -Anpassungstest, $FG=9$). Die prozentualen Häufigkeiten der Strukturklassen auf den Teilflächen sind Abb.18 zu entnehmen. Die statistische Auswertung - nach dem Vorbild von Tab.12 - zeigen die Tab.13, 14 und 15. Die Häufigkeitsverschiebungen der Klassenanteile sind zwar nicht mehr alle statistisch gesichert, in den meisten Fällen aber sehr konstant in Bezug auf die Eigenschaft „positive Selektion“ oder „negative Selektion“. Das gilt insbesondere für die Strukturklassen, denen in der Gesamtbetrachtung eine große Bedeutung zugeschrieben wurde (Flächen- oder Strichmuster in Tab.12). Die Anzahl der Teilflächen, auf denen die Selektionsrichtung (positiv / negativ) mit der Richtung der Gesamtfläche übereinstimmt, ist ebenfalls aus Tab.12 ersichtlich. Eine genauere Analyse der Tab.12 bis 15 erfolgt in der Diskussion (Kap. 4.2).

Tab.12: Schwerpunkte der Strukturklassen-Häufigkeitsverschiebungen durch die Vogelarten 1995-1998 (Gesamtfläche). Alle Verschiebungen gegenüber dem Angebot sind hochsignifikant ($p < 0,001$, χ^2 -Anpassungstest, $FG = 9$). Dargestellt wird der Anteil jeder Klasse an der Gesamtprüfgröße χ^2 in Prozentklassen (Anteil an Prüfgröße). Flächenmuster bzw. P oder (P) zeigen überproportionale Selektion dieser Klasse im Vergleich zum Strukturangebot durch die entsprechende Vogelart an (positive Selektion). Linienmuster bzw. N oder (N) zeigen unterproportionale Selektion dieser Klasse an (negative Selektion). Die Brüche (z.B. 4/5) zeigen an, auf wievielen Teilflächen die Selektionsrichtung (positiv / negativ) der entsprechenden Klasse mit der Gesamtfläche übereinstimmt (vgl. Tab.13-15).

Habitus der Strukturklassen	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
MG-95		5/5	N	5/5	N	4/5	N	5/5	P	5/5
MG-97	5/5	N	N	5/5	N	5/5	N	5/5	5/5	5/5
MG-98	5/5	5/5	N	5/5	N	3/5	N	5/5	5/5	5/5
GG-95		5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	N	5/5	P	5/5
GG-97		5/5	N	5/5	(N)	4/5	N	5/5	P	(P)
GG-98	4/5	5/5	5/5	(P)	N	4/5	N	5/5	(P)	P
DG-95	P	2/5	5/5	4/5	4/5	4/5	(P)	3/5	4/5	4/5
DG-97	(N)	4/4	P	4/4	N	4/4	(N)	2/4	3/4	3/4
DG-98	N	4/5	P	3/5	(P)	4/5	(N)	4/5	4/5	5/5
KG-95	N	4/4	N	3/4	N	2/4	N	4/4	N	4/4
KG-97	N	3/5	5/5	4/5	(N)	3/5	N	4/5	N	4/5
KG-98	N	2/3	N	2/3	3/3	3/3	(N)	2/3	N	(N)
ZI-95	4/5	5/5	N	3/5	N	5/5	N	5/5	P	5/5
ZI-97	5/5	5/5	N	5/5	N	5/5	N	5/5	5/5	5/5
ZI-98	5/5	5/5	5/5	5/5	N	4/5	N	4/5	5/5	5/5
HE-95	N	4/5	N	4/5	4/5	4/5	N	5/5	P	5/5
HE-97		4/5	N	3/5	N	1/5	N	5/5	P	5/5
HE-98	5/5	5/5	N	4/5	N	3/5	N	4/5	(P)	3/5
GO-95	N	3/5	5/5	(P)	(P)	3/5	(P)	3/5	N	4/5
GO-97	(P)	4/5	P	4/5	P	3/5	P	5/5	N	5/5
GO-98	(N)	3/5	(P)	P	N	4/5	P	5/5	N	5/5
BU-95		4/4	N	4/4	3/4	4/4	N	4/4	P	3/4
BU-97	5/5	3/5	N	5/5	N	2/5	(N)	4/5	5/5	4/5
BU-98	5/5	3/5	N	5/5	(N)	3/5	N	5/5	5/5	3/5
NT-95	P	3/4	4/4	3/4	3/4	3/4	(N)	3/4	N	4/4
NT-97		3/4	4/4	P	1/4	3/4	P	2/4	N	4/4
NT-98	2/4	N	3/4	P	4/4	3/4	(N)	4/4	N	4/4

	Positive Selektion
	Anteil an Prüfgröße > 30%
	Negative Selektion
	> 10% - 20%
	> 20% - 30%
	> 10% - 10% bis 1% (P)
	N (N)

Tab.13: Schwerpunkte der Strukturklassen-Häufigkeitsverschiebungen durch die Vogelarten 1995 (Teilflächen). Die statistische Signifikanz der Abweichungen vom Strukturangebot (χ^2 -Anpassungstest, $FG = 9$) ist aus der linken Spalte ersichtlich (Sig). Es werden drei Signifikanzniveaus unterschieden. Signifikante Abweichungen der Durchschnittsterritorien der Vogelarten auf den einzelnen Teilflächen vom Strukturangebot auf diesen Flächen werden wie in Tab.12 dargestellt (weitere Informationen dort). Für nicht-signifikante Abweichungen ($p > 0,05$) wird lediglich gekennzeichnet, ob diese positiv (P) oder negativ (N) sind.

Sig	Habitat der Strukturklassen											
		Art-Fläche	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	MG-A	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	
	MG-B	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	
	MG-C	N	N	N	N	N	(N)	(N)	P	P		
	MG-D		N	(N)				N	P	P	P	
	MG-E		(N)	N	N	N		N	P	P		
	GG-A	P	N	N	N			P	P	P		
	GG-B	N			P	(P)	P		P	P		
	GG-C		N	(N)	N			N	(P)	P	(N)	
	GG-D	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	P	(P)	
	GG-E		N		N	(N)		N	P	P	P	
	DG-A	N	N		N	N		N	N	N	N	
	DG-B	(P)	(N)	(P)	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)	
	DG-C		(N)				P	(P)	P	N		
	DG-D	(N)	(N)	(P)	(P)	(N)	(P)	(N)	(P)	(N)	(N)	
	DG-E	(N)	N		P	P		(P)			P	
***	KG-A	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
	KG-B	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(P)	(N)	(P)	(N)	(N)	
	KG-C	N	N	N	(P)	(P)		N	(N)	N		
	KG-D	(N)	N	(N)				N		N	N	
	KG-E	(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(N)	(P)	(N)	(N)	
	ZI-A	(P)	(N)	(P)	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	
	ZI-B	N			(P)	N	(P)	N		P		
	ZI-C			N	(N)	N	(P)	(N)	P	P		
	ZI-D	N	N	N	N		P	(N)		P		
	ZI-E		N		P	N		N	P			
	HE-A		N	N	P	P	N	N		(P)		
	HE-B			(P)	N			(N)	P	P		
	HE-C	(N)	N	N	N	N		N			N	
	HE-D		N	N	N			N		(P)	(P)	
	HE-E		N	N	N	N	P	N		P		
	GO-A	(P)	(P)	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)	(N)	
	GO-B	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)	
	GO-C	(P)			(N)	(P)		N	(N)	N		
	GO-D	N	N	(P)	(N)	(N)		(N)	N			
	GO-E	(N)	(N)	(P)	(P)	(N)	(P)	(P)	(N)	(P)	(N)	
	BU-A	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(N)	(P)	(P)	(N)	
	BU-B			N	N	(N)	(N)	N	(P)			
	BU-C	N	P	N	N	(P)		(N)	(N)	(N)		
	BU-D		P				N	N	P	(P)	P	
***	BU-E	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
	NT-A	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)	(P)	(N)	(N)	
	NT-B	(P)	(P)		(N)		N	(N)	N		N	
***	NT-C	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
	NT-D	(N)	(N)	(P)	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(N)	(N)	
	NT-E	P	(N)	P	N				N	N	N	

Irrtumswahrscheinlichkeit (Sig):	p < 0,001	p < 0,01	p < 0,05	*** Art fehlt auf dieser Teilfläche
Positive Selektion	> 30%	> 20% - 30%	> 10% - 20%	P (P)
Anteil an Prüfgröße				> 1% - 10% bis 1% bzw. nicht signifikant
Negative Selektion				N (N)

Tab.14: Schwerpunkte der Strukturklassen-Häufigkeitsverschiebungen durch die Vogelarten 1997 (Teilflächen). Für weitere Erklärungen siehe Tab.13.

Sig	Habitat der Strukturklassen	Habitats									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	MG-A	(N)	(N)	(P)	(P)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)
	MG-B				P	N	(N)	N		P	
	MG-C		N	N	N	N	(P)	N		(N)	
	MG-D		(N)	N	N		(P)	(N)	P		
	MG-E		(N)	N	N	(N)	(P)	N		P	
	GG-A	(N)	(P)	(N)	(N)	(P)	(N)	(N)	(P)	(P)	(N)
	GG-B	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(N)	(P)	(P)	(N)
	GG-C	N	N	N	(N)	N			N	(N)	
	GG-D			N	N	N		N	N	P	N
	GG-E		N	N	N	(N)	(P)	N			
***	DG-A	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	DG-B	(N)			P	(N)		(P)	N		
	DG-C		P	(P)	P	N		P	N	(P)	
	DG-D	N		(P)				N	P	N	N
	DG-E	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(P)
	KG-A	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)	(N)	(N)
	KG-B	P	(N)	N		N	P	(P)	P	N	
	KG-C	(P)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(N)	(P)	(N)	(N)
	KG-D	(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(N)	(N)	(N)	(N)
	KG-E		(N)	N	N	N	P	N	(N)		P
	ZI-A	(N)	(N)	(P)	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(N)
	ZI-B			N	(N)		(P)	N	P		
	ZI-C			N	(N)	N	(P)	N		P	
	ZI-D		N	N	N		P	N			
	ZI-E		N		(N)	(N)		N	P	P	
	HE-A	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)
	HE-B	N		N	N	P	(P)	N		(P)	
	HE-C	N		N	N			N	P	P	
	HE-D		N	(N)	N			N		P	(N)
	HE-E		(N)	N	(P)	N	P	N	P		
	GO-A	(P)	P	N	N		N	N	(N)	(N)	
	GO-B	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)	(N)
	GO-C	P	P			(N)	P	P	N	N	
	GO-D	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)	(N)
	GO-E	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(N)	(P)	(N)	(N)	(N)
	BU-A	(N)	(P)	(N)	(N)	(P)	(P)	(N)	(P)	(P)	(N)
	BU-B	N		N	N	N	N	N	P		
	BU-C	N		N	N	N	N	(N)	P		
	BU-D		(P)	N		(P)	N	(P)			(P)
	BU-E		N		(N)	(P)	P	N		(N)	(P)
	NT-A	N	N		N		N	N	N	N	(N)
	NT-B		(P)	P			P	(N)	N	(N)	N
	NT-C	P			N	P	N	P	N	N	N
***	NT-D	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	NT-E	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	(N)	(P)	(N)	(N)	(N)

Irrtumswahrscheinlichkeit (Sig):	p < 0,001	p < 0,01	p < 0,05	*** Art fehlt auf dieser Teilfläche
Positive Selektion	> 30%	> 20% - 30%	> 10% - 20%	P > 1% - 10% (P) bis 1% bzw. nicht signifikant
Negative Selektion				N (N)

Tab.15: Schwerpunkte der Strukturklassen-Häufigkeitsverschiebungen durch die Vogelarten 1998 (Teilflächen). Für weitere Erklärungen siehe Tab.13.

Sig	Habitus der Strukturklassen											
		Art-Fläche	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	MG-A	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	(N)	
	MG-B			N	(P)	N	P	N	P			
	MG-C			N	N	N	P	N	P			
	MG-D		N	N	N			(P)	P	P	P	
	MG-E	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	
	GG-A	(P)	(N)	(N)	(P)	(P)	(N)	(N)	(P)	(P)	(N)	
	GG-B	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)	(P)	(P)	
	GG-C	(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(N)	(P)	(P)	(N)	
	GG-D			N	(N)			N	P		P	
	GG-E		(N)	N	N	(N)		N	N	P		
	DG-A	N			N		N	N	(N)	N	N	
	DG-B	N	N	(P)		(P)		N	N	N	N	
	DG-C	P		(P)		P	N	P	(N)			
	DG-D	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)	
	DG-E					(P)	P	N	N	(P)	N	
***	KG-A	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
	KG-B	(P)	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)	
	KG-C	(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(N)	(P)	(N)	(P)	
	KG-D			N				N	P	N	N	
***	KG-E	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
	ZI-A	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	
	ZI-B			N	(N)	N	(N)	N	P			
	ZI-C	N		N	N	N	(P)	N	P			
	ZI-D		N	N	N			(N)	P	P		
	ZI-E	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	
	HE-A	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(N)	(P)	(P)	(N)	
	HE-B	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	
	HE-C	N		N	(N)	N		N	P	(N)	N	
	HE-D		N	(P)	(P)			(P)	N	P	P	
	HE-E	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(N)	(P)	(N)	(P)	
	GO-A	N	N	P	(P)	(N)			N	N		
	GO-B	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(P)	(P)	(N)	(N)	(N)	
	GO-C	P	(P)		N	(P)		(N)	(N)	N		
	GO-D	N	(N)	P				N	N		N	
	GO-E	(N)	(N)	(P)	(P)	(N)	(P)	(P)	(N)	(N)	(P)	
	BU-A	(N)	N	(N)	N			P	P		(N)	
	BU-B	N	N	N	N	N	N	N				
	BU-C		P	N		P			P		P	
	BU-D		(P)	N	N	P	N	N	P			
	BU-E	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(P)	(N)	
	NT-A	N	N	N				N	N	(P)	N	
	NT-B		N	P	(P)		(N)	N	(N)	N		
***	NT-C	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
	NT-D	P	N			P	N	(N)	N	N	N	
	NT-E	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)	(N)	

Irrtumswahrscheinlichkeit (Sig):	p < 0,001	p < 0,01	p < 0,05	*** Art fehlt auf dieser Teilfläche
Positive Selektion	> 30%	> 20% - 30%	> 10% - 20%	P > 1% - 10%
Negative Selektion	> 30%	> 20% - 30%	> 10% - 20%	(P) bis 1% bzw. nicht signifikant

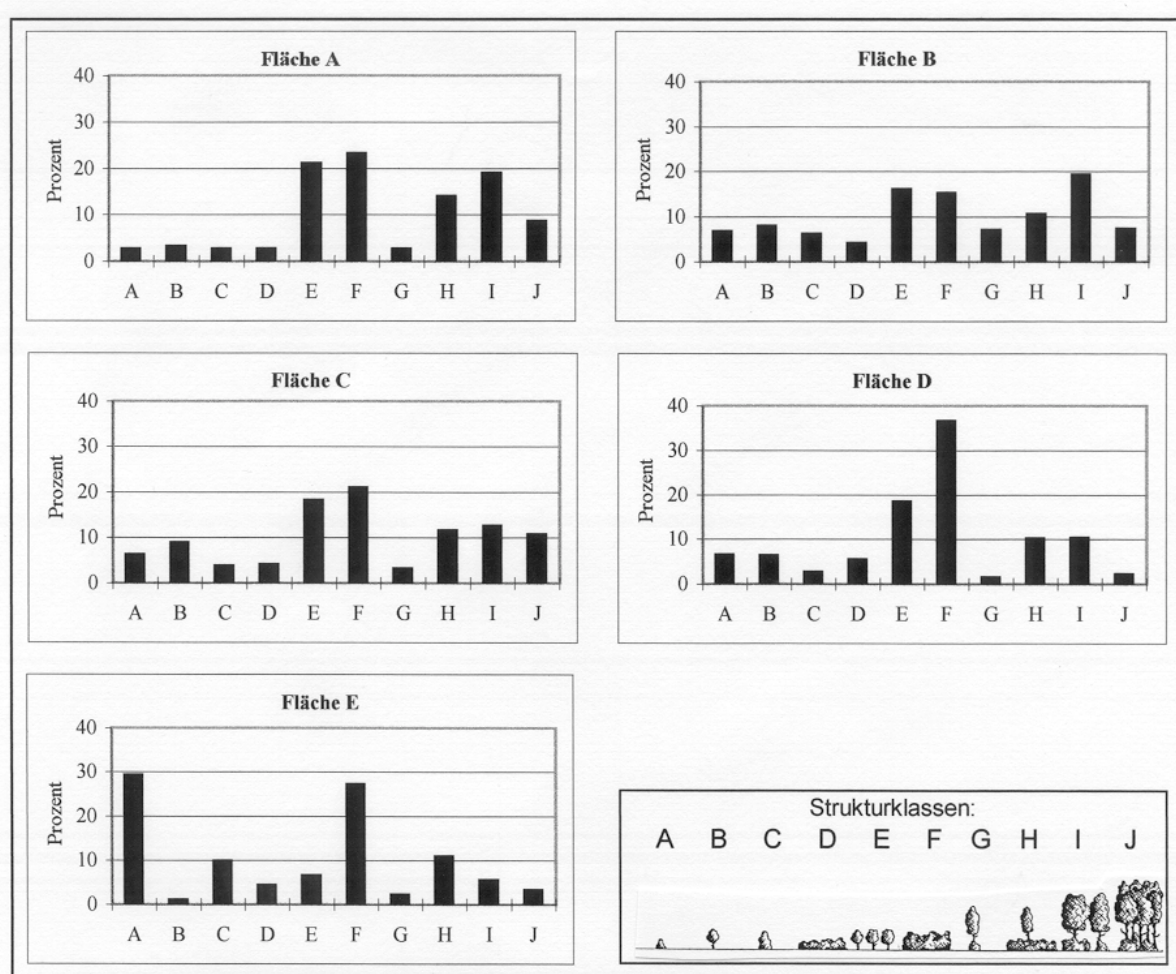


Abb.18: Prozentuale Strukturklassenanteile auf den Teilflächen A-E

3.1.3 Der schichtbezogene Ansatz – die Strukturtypen

Die Rasterfrequenzen der Strukturtypen (OHNE ... FLÄCHE) zeigt Abb.19. Für jede der 8 Schichthöhen sind die prozentualen Anteile der 4 Typen, die sich jeweils zu 100% aufsummieren, aufgetragen. In jeder Schicht ist optisch sofort erkennbar, welcher Strukturtyp dort am häufigsten, zweithäufigsten etc. zu finden ist. Zudem kann auch der Verlauf eines Typs über die 8 Schichten verfolgt werden, weil jeder Schicht die gleiche absolute Rasterzahl zugrundeliegt (in diesem Fall 1401 Raster). Gleiche Prozentwerte entsprechen demnach gleichen absoluten Werten, so dass die Schichten untereinander vergleichbar sind. Es kann also aus diesem Diagramm auch abgelesen werden, in welchen Höhen ein Strukturtyp sein Maximum oder Minimum hat.

Im nächsten Schritt soll die Nutzung der Strukturtypen durch die Vögel untersucht werden. Für jede Art wurde ein 5-teiliges Diagramm erstellt (Abb.20.1 bis 20.9). Die obere Reihe (a-c) zeigt für die drei Untersuchungsjahre nach dem Vorbild des in Abb.19 beschriebenen Dia-

grammtyps die genutzten Rasteranteile. Der Vergleich der Nutzung mit dem Angebot ist jeweils in der Tabelle unten links (d) zu finden, welche analog zu den Tab.12 bis 15 aufgebaut ist. In jeder Schicht wurden die Abweichungen (absolute Werte) der Rasterfrequenzen der Strukturtypen in den Territorien vom Angebot mit einem χ^2 -Anpassungstest (FG=3) untersucht (SIG = Signifikanz der Abweichungen) - insgesamt also 8 Tests pro Vogelart - und 3 Signifikanzniveaus unterschieden. Die Anteile der Einzelabweichungen an der Gesamtprüfgröße χ^2 werden, da es sich ja nur um 4 Typen gegenüber 10 Strukturklassen handelt, mit anderen Prozentintervallen als in Tab.12 klassifiziert (Legende in Abb.20.0). Diese haben natürlich nur in ihrer Schicht Gültigkeit, so dass innerhalb der Tabelle nur der horizontale Vergleich der Werte zulässig ist. Ein Strukturtyp kann deshalb nicht losgelöst für sich, sondern jeweils nur in seiner Bedeutung für die Schicht, im Vergleich zu den 3 anderen Typen, über die 8 Schichten hinweg verglichen und beurteilt werden. Schichten mit nicht signifikanten Abweichungen werden nicht weiter analysiert. Das Diagramm rechts unten (e) summiert die Anteile der 4 Strukturtypen über die 8 Schichthöhen hinweg auf, gewichtet nach den Schichtmächtigkeiten, und repräsentiert die Flächenanteile in Prozent, die die Strukturgraphen der Diagramme a-c jeweils zwischen sich und der Ordinate einschließen.

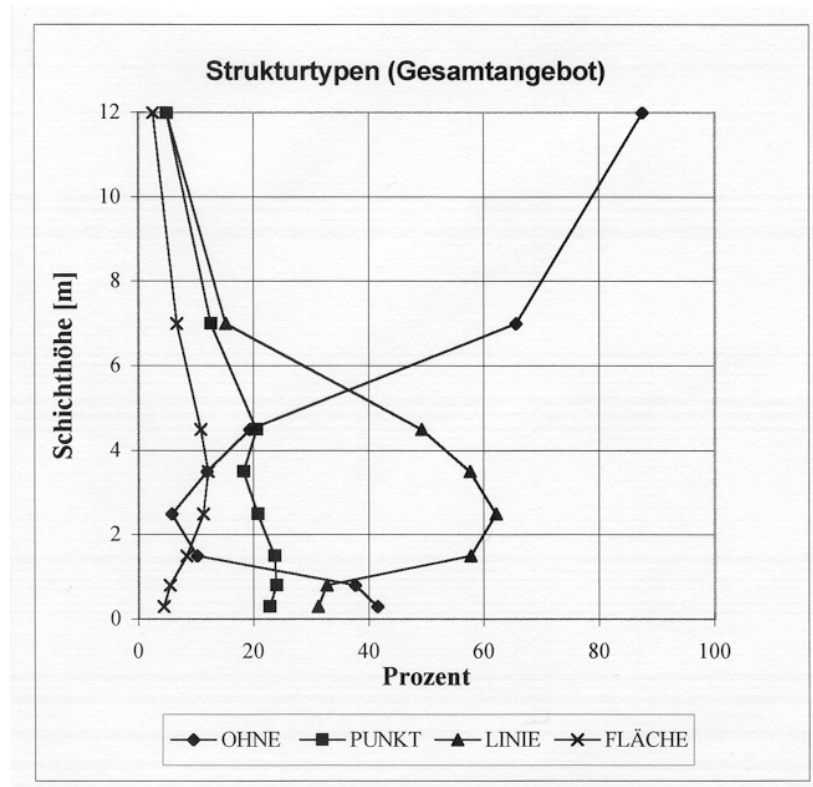


Abb.19: Prozentuale Anteile der Strukturtypen in 8 Schichthöhen

Abb.20: Strukturtypen-Nutzung durch die Vogelarten (Seite 44 bis 53). Abb.20.0: Legende zu den Selektionsschwerpunkten. Abb.20.1 bis 20.9: Die Vogelarten

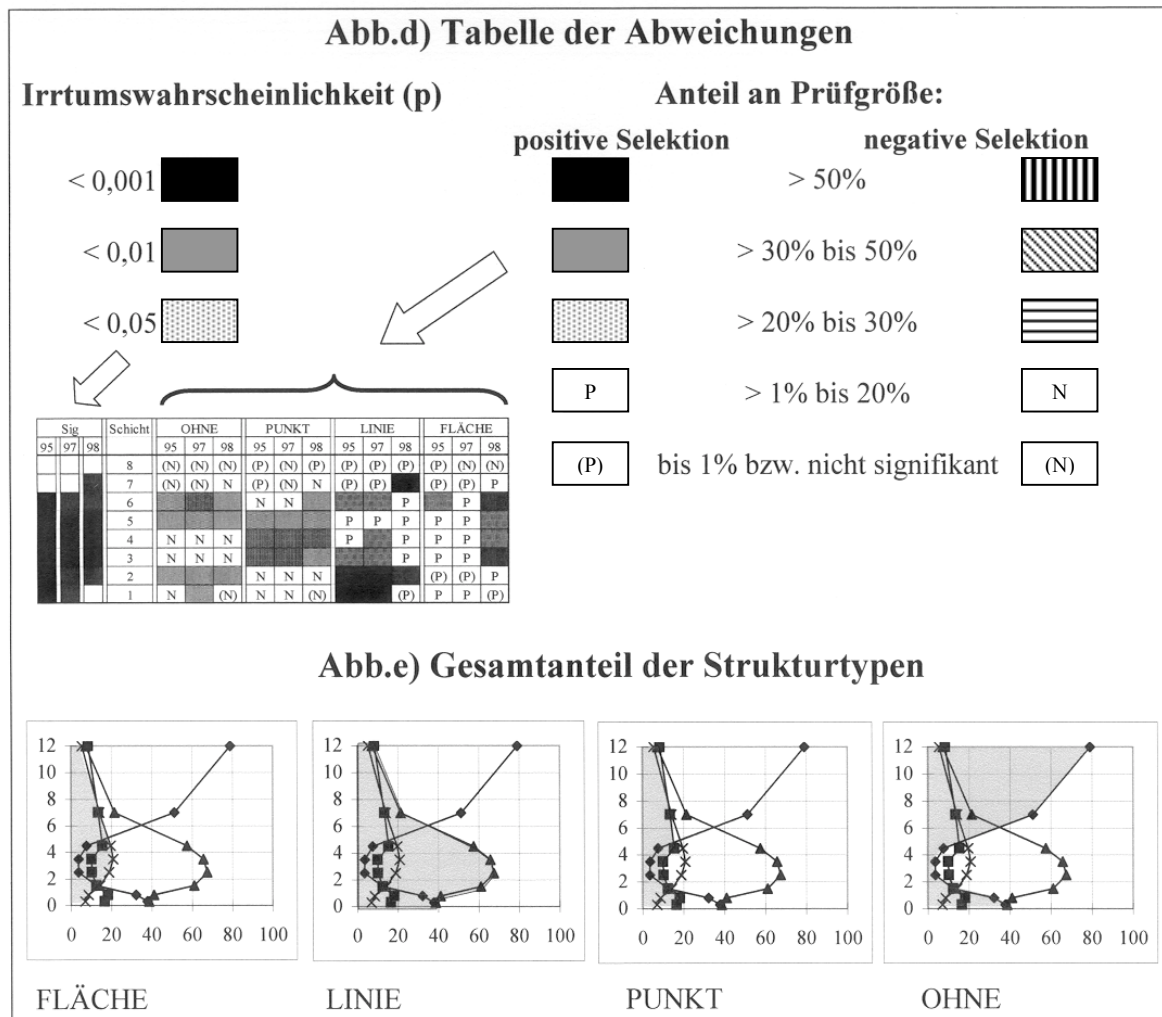
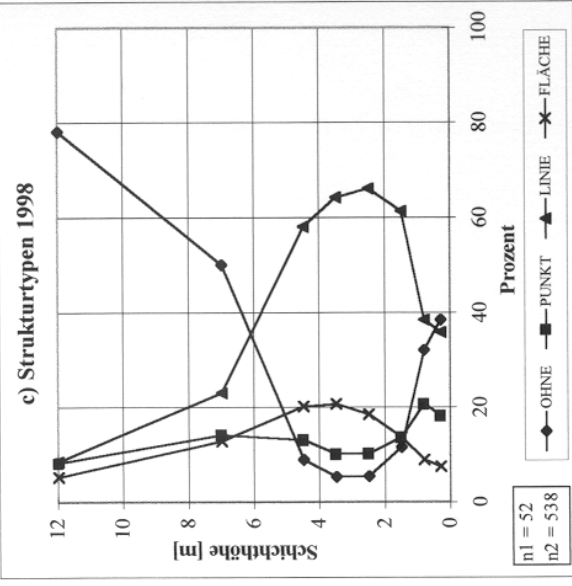
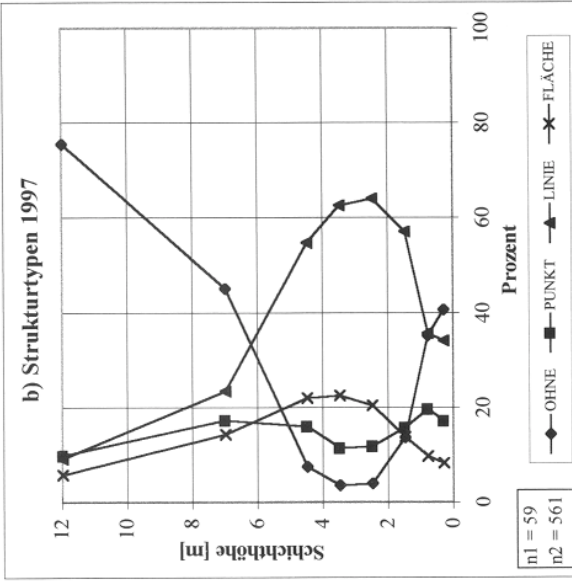
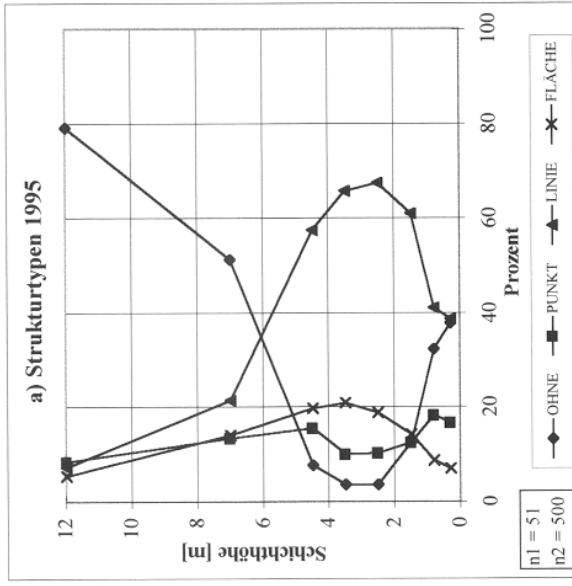


Abb.e) Gesamtanteil der Strukturtypen

Abb.20.0: Legende zu den Artdiagrammen in Abb.20.1 bis Abb.20.9

Abb.a-c) Prozentuale Anteile der Strukturtypen in den Durchschnittsterritorien der Vogelarten (vgl. Abb.19). n1 = Anzahl territorialer Männchen, n2 = Anzahl der selektierten Rasterzellen (vegetationsfreie Rasterzellen werden nicht berücksichtigt). **Abb.d)** Signifikanz (Sig) der Abweichungen der Strukturtypenwahl durch die Vogelarten von einer proportionalen Auswahl im Vergleich zum Strukturangebot (chi²-Anpassungstest, FG = 3). Dargestellt wird außerdem der Anteil jedes Strukturtyps an der Gesamtprüfgröße chi² aufgrund der Proportionalität seiner Auswahl in 5 Prozentklassen. Flächenmuster bzw. P oder (P) zeigen überproportionale Selektion eines Strukturtyps im Vergleich zum Strukturangebot an (positive Selektion). Linienmuster bzw. N oder (N) zeigen unterproportionale Nutzung an (negative Selektion). Für nicht-signifikante Abweichungen werden nur die Selektionsrichtungen „positiv“ bzw. „negativ“ angegeben. **Abb.e)** Gesamtanteil der Strukturtypen in Schicht 1-8. Als integrierendes Maß der Strukturtypenanteile über alle Schichten hinweg, werden die prozentualen Anteile der Flächen jeweils zwischen den Strukturtypenprofilen und der y-Achse dargestellt.



d) Tabelle der Abweichungen

Schicht	OHNE			PUNKT			LINIE			FLÄCHE		
	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98
8	N	N	N	(P)	P	P	P	P	P	P	P	P
7				N	N	N	P	P	P	P	P	P
6				N	N	N	P	P	P	P	P	P
5				N	N	N	P	P	P	P	P	P
4				N	N	(N)	P	(P)	P	P	P	P
3				P	P	P	P	(N)	P	P	P	P
2				N	N	N	N	N	N	N	N	N
1				N	(N)	N	N	N	N	N	N	N

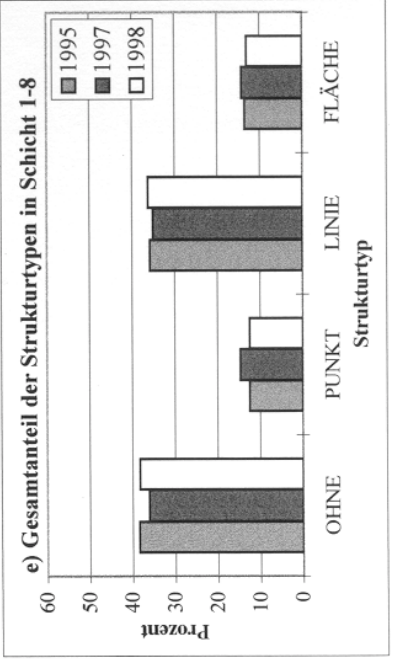
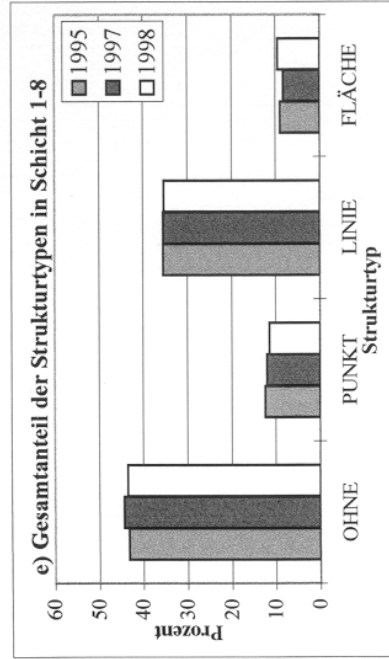
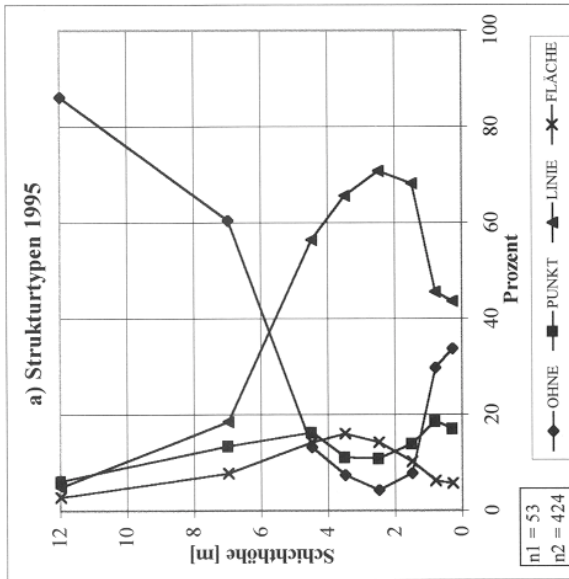
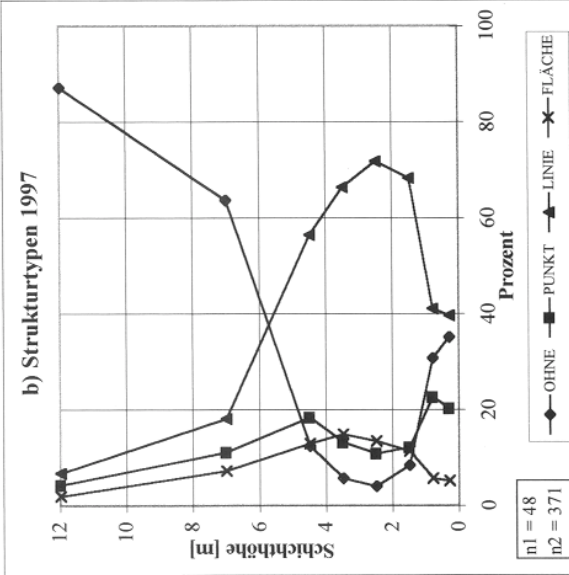
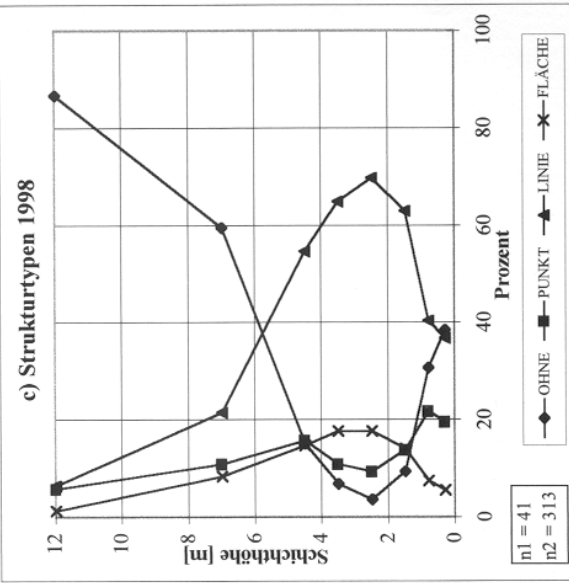


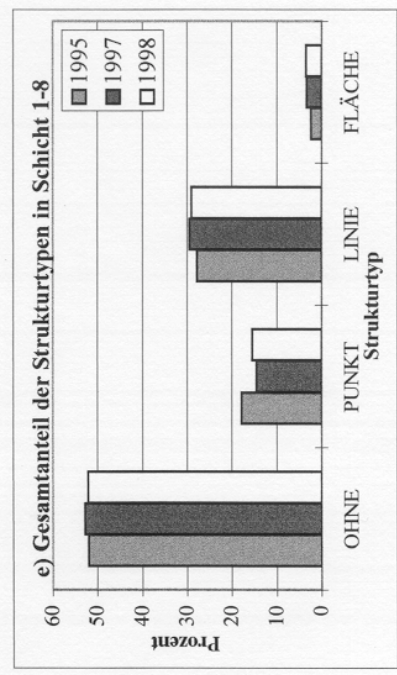
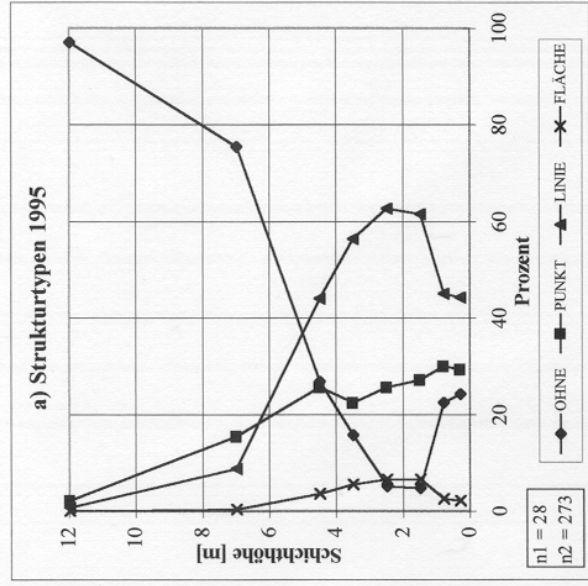
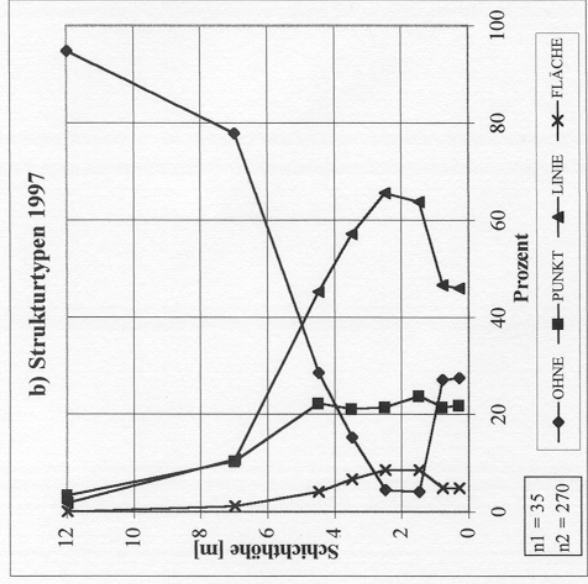
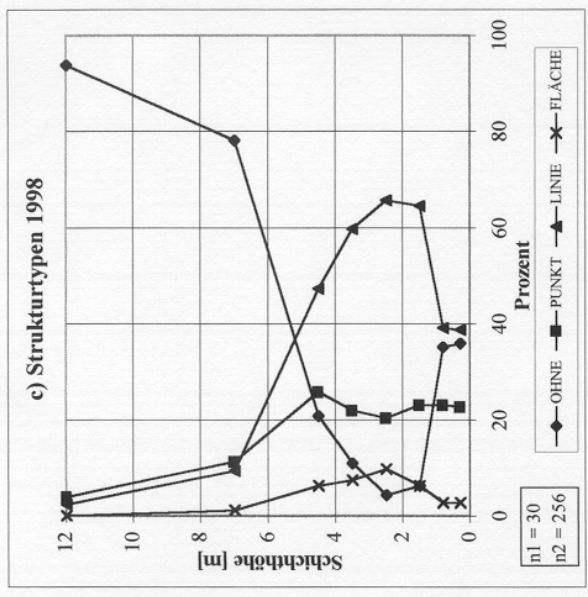
Abb.20.1: Mönchsgrasmücke



d) Tabelle der Abweichungen

Sig	Schicht			OHNE			PUNKT			LINIE			FLÄCHE		
	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98
				(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)
				(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)
				(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)
				(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)
				(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)
				(N)	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)

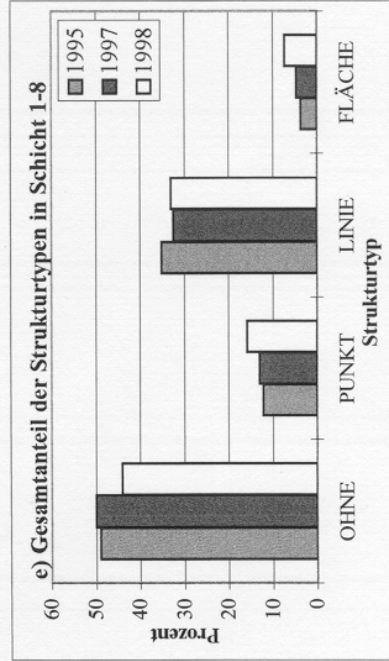
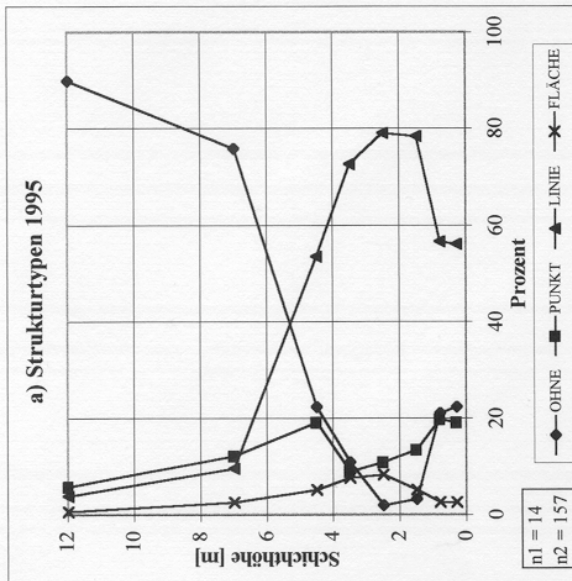
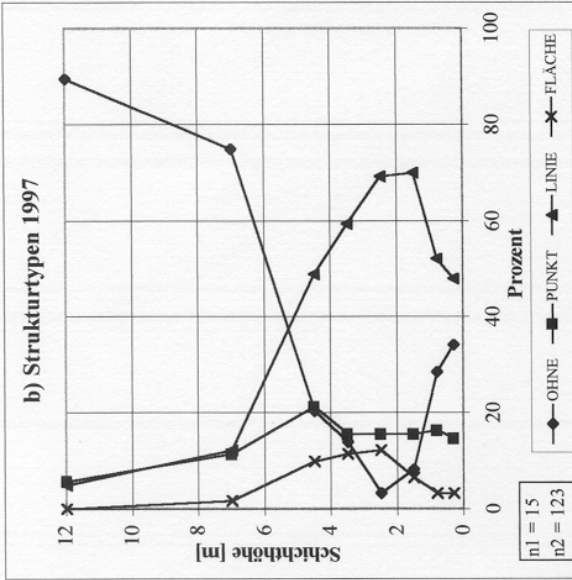
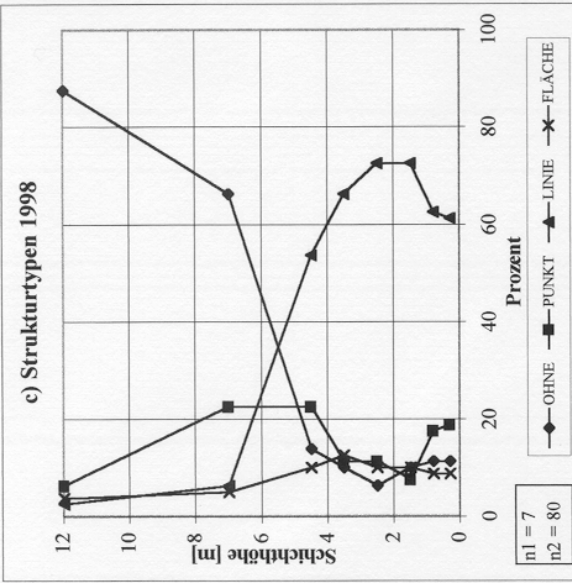
Abb.20.2: Gartengrasmücke



d) Tabelle der Abweichungen

Sig	Schicht			OHNE			PUNKT			LINIE			FLÄCHE		
	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98
8				P	P	P	N	N	N	N	N	N			
7				P			P								
6							P								
5							P								
4				N	(N)	(N)	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	(N)			
3							P	(P)	(P)	P	P	(P)			
2							P	N	(N)						
1							P	(N)	(N)						

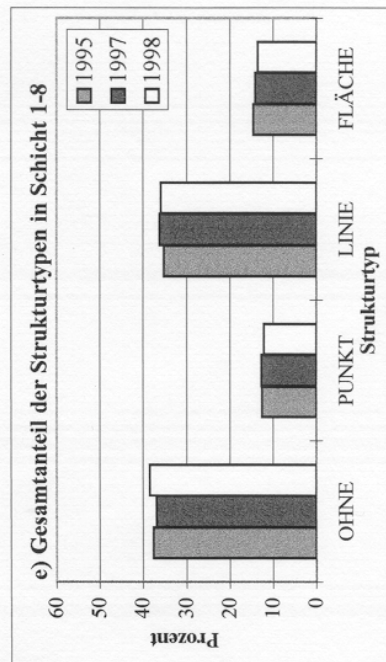
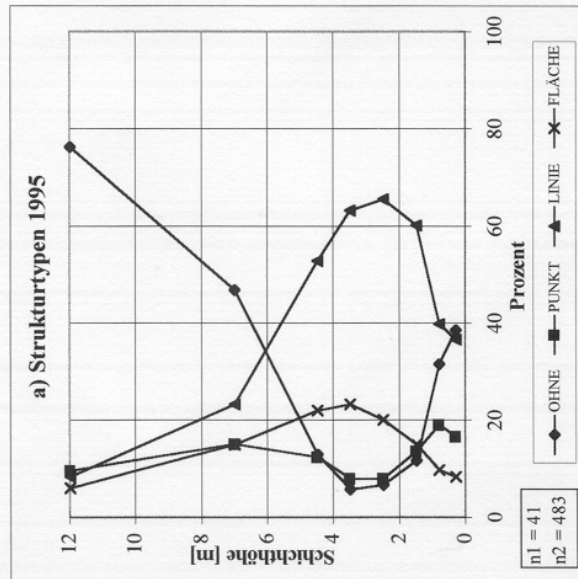
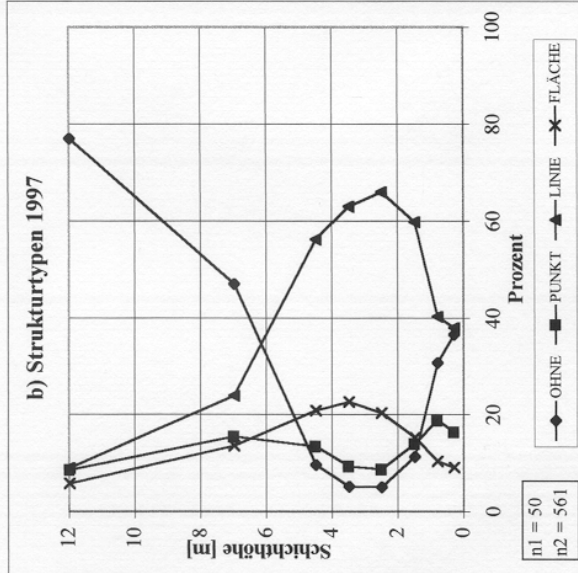
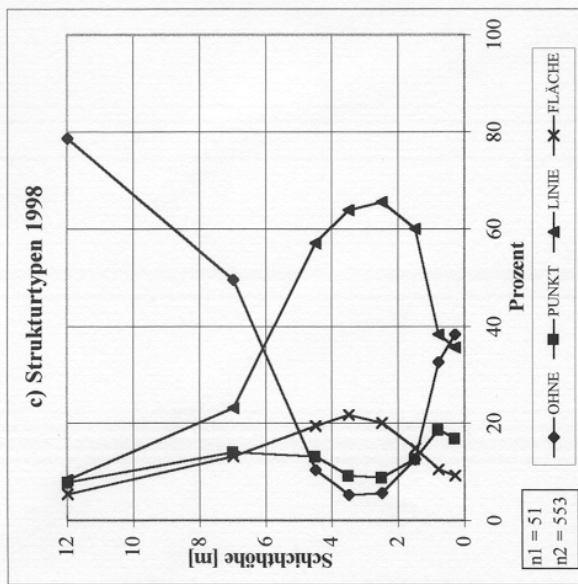
Abb.20.3: Dorngrasmücke



d) Tabelle der Abweichungen

Schicht	OHNE			PUNKT			LINIE			FLÄCHE		
	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98
8	(P)	(P)	(N)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)	(P)	(N)	(N)	(P)
7	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)	(P)	(N)	(N)	(P)	(N)	(N)	(N)
6	(P)	(P)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(N)	(N)
5	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)
4	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)
3	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)
2	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)
1	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)

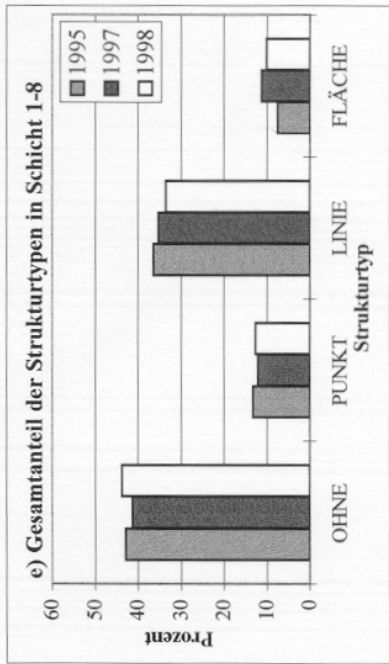
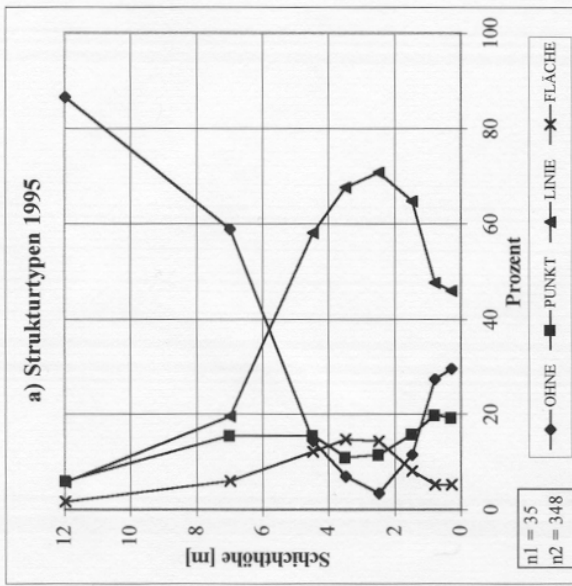
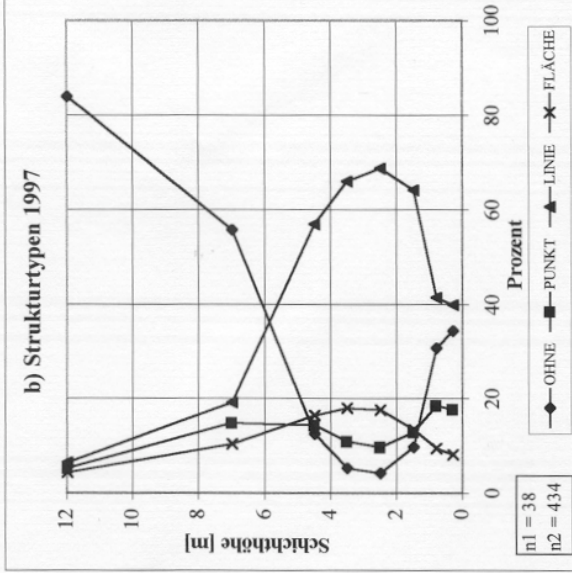
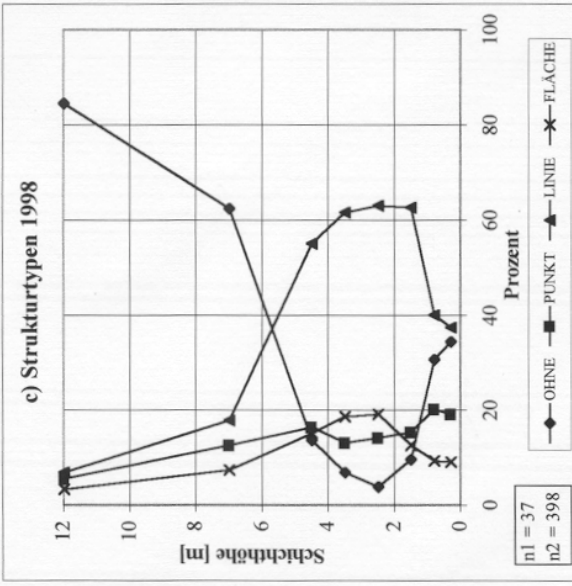
Abb.20.4: Klappergrasmücke



d) Tabelle der Abweichungen

Sig	Schicht		OHNE			PUNKT			LINIE			FLÄCHE			
	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98
			N	N	N	P	P	P	P	P	P	P			
			N	N	N	N	N	N	N	P	P	P			
			N	N	N	N	N	N	N	P	P	P			
			(P)	(N)	(N)					P	(P)	(P)			
			P	P	P					P	(P)	(P)			
			N	N	N	N	N	N	N						
			N	N	N					P	P	P			

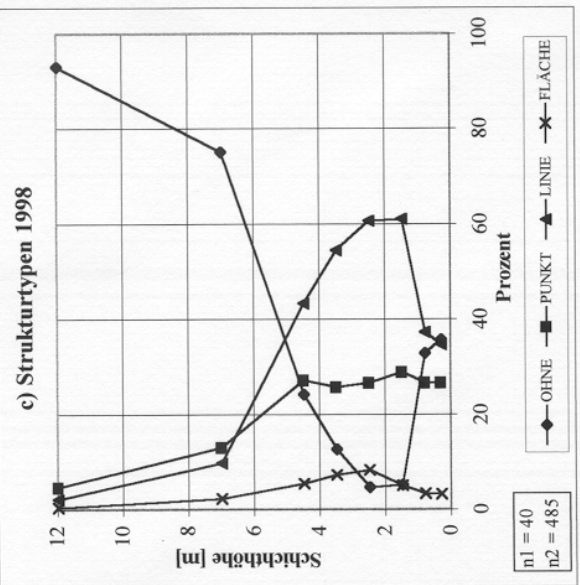
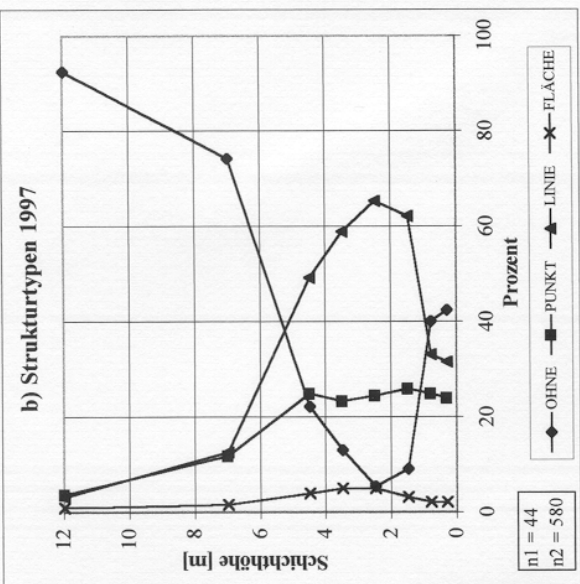
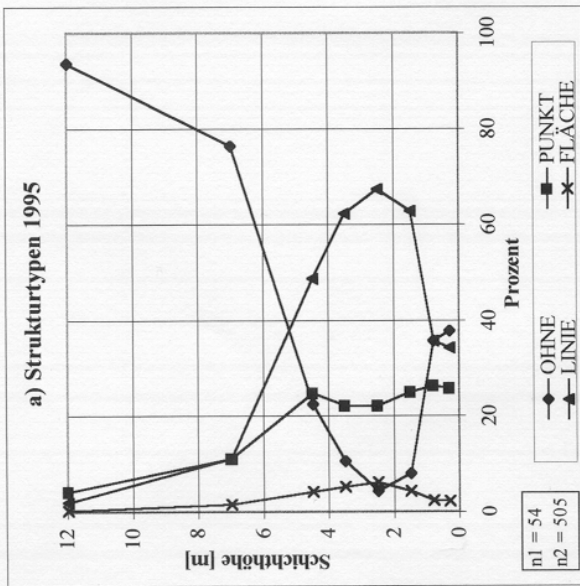
Abb.20.5: Zilpzalp



Sig	Schicht		OHNE		PUNKT		LINIE		FLÄCHE	
	95	97	95	97	95	97	95	97	95	97
8	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(P)
7	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(P)
6	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(P)
5	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(P)
4	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(P)
3	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(P)
2	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(P)
1	(N)	(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(N)	(P)

d) Tabelle der Abweichungen

Abb.20.6: Heckenbraunelle



d) Tabelle der Abweichungen

Sig	Schicht		OHNE			PUNKT			LINIE			FLÄCHE			
	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98
8				P	P	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N
7							N	N	(N)	N	N	N	N	N	(N)
6				P	P	P	P	P	(P)	P	P	P	P	P	P
5				N	N	(N)	P	P	(P)	P	P	P	P	P	P
4				N	(N)	N	P	P	N	P	P	P	P	P	P
3				N	N	N	P	P	P	P	P	P	P	P	P
2				N	N	P	P	P	(P)	P	P	P	P	P	P
1				N	(P)	N	P	(P)	P	P	(P)	P	P	(P)	N

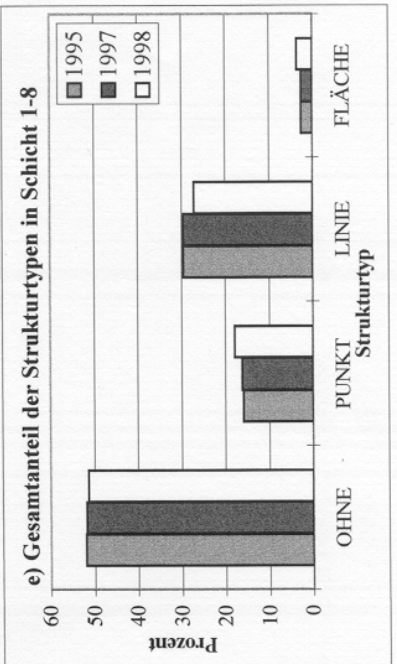
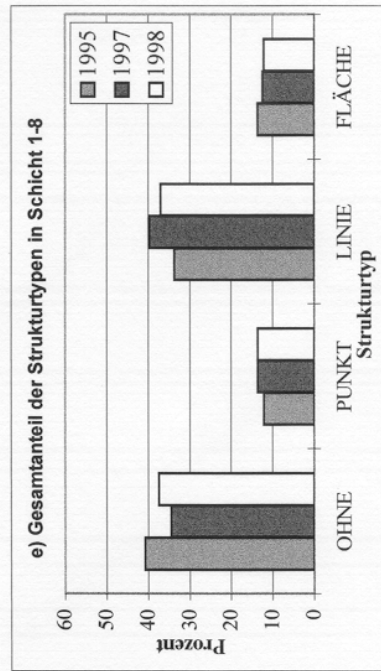
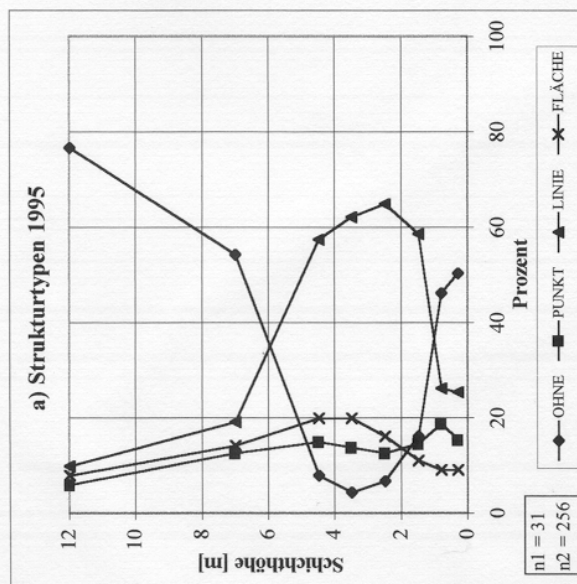
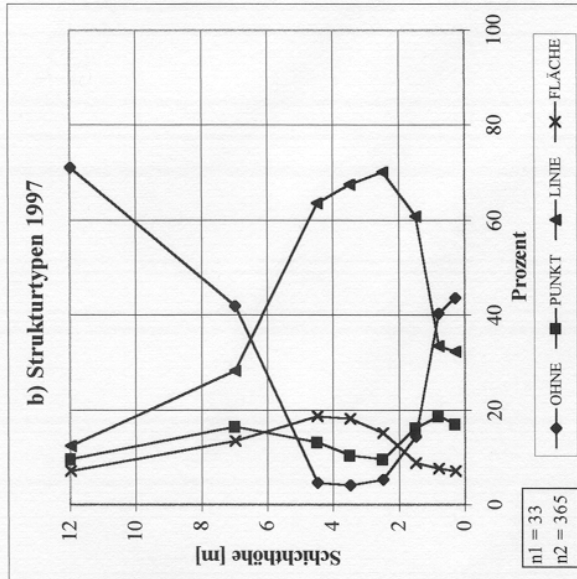
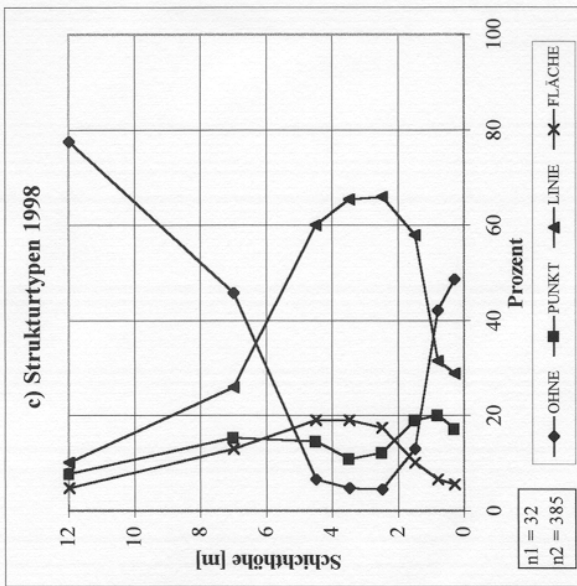


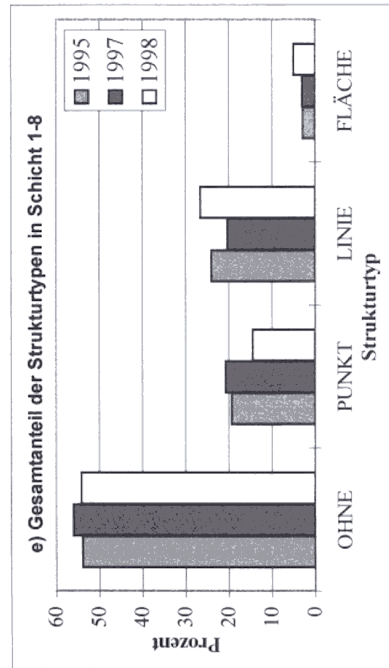
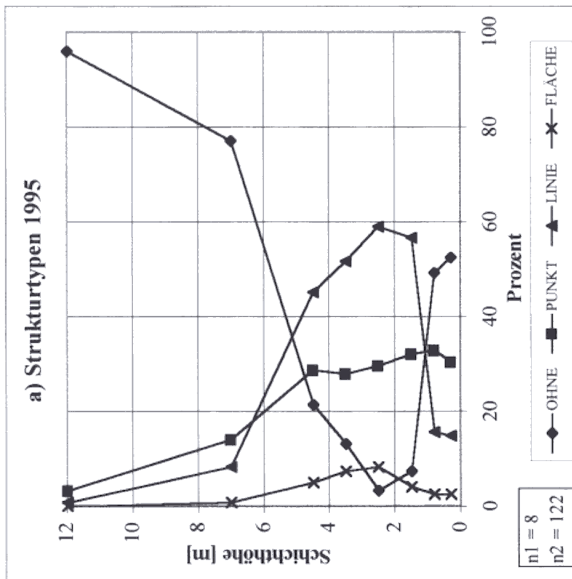
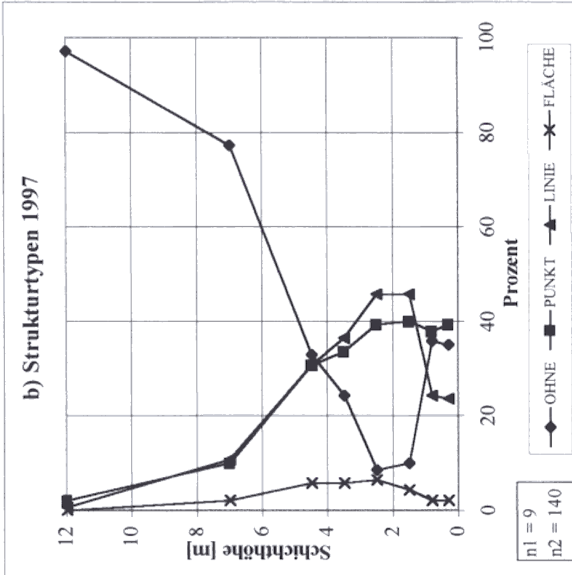
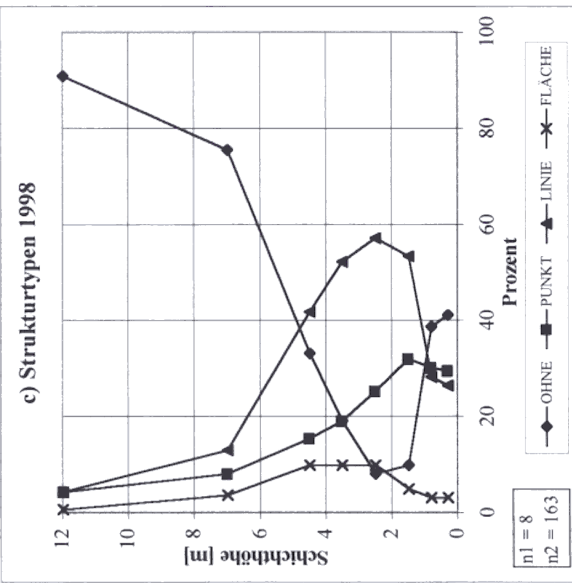
Abb.20.7: Goldammer



d) Tabelle der Abweichungen

Schicht	OHNE		PUNKT		LINIE		FLÄCHE		
	95	97	98	95	97	98	95	97	98
8	N	N	N	(P)	P	P			P
7	N	N		(N)	P	P			
6				N	N	N			
5				N					
4	P	(N)	N		P	P			
3				(P)	(P)	(P)	P	(P)	P
2				N		(P)	(N)	(P)	(P)
1	P	P			N	P			P

Abb.20.8: Buchfink



d) Tabelle der Abweichungen

Sig	Schicht		OHNE			PUNKT			LINIE			FLÄCHE			
	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98
8			P (P)	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
7			P	P	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
6			P	P	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
5			P	P	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)
4			(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)
3			(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)
2			(N)	(N)	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)
1			P	N	(N)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	(P)

Abb.20.9: Neuntöter

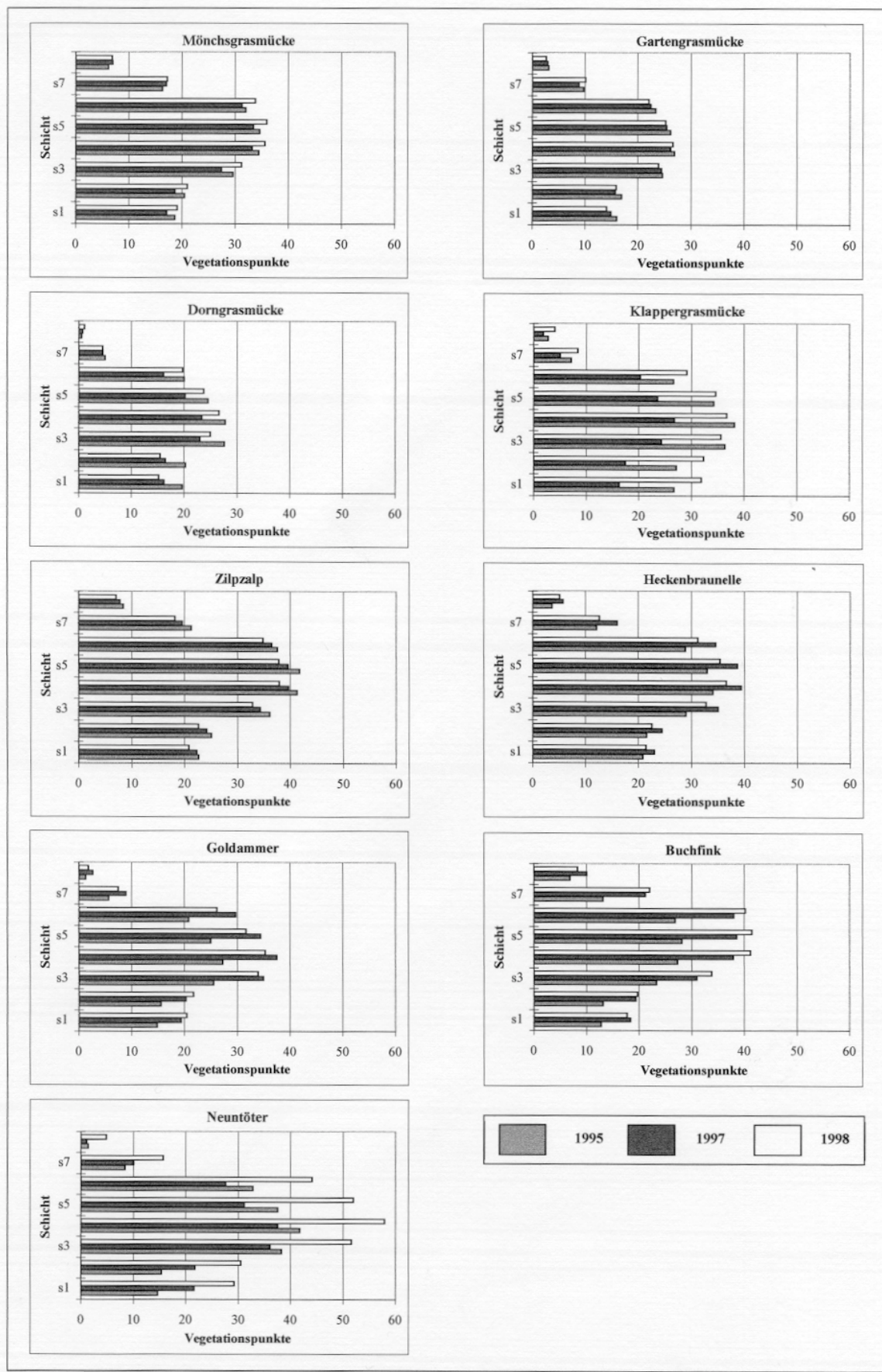


Abb.21: Vegetationsmenge pro Durchschnittsterritorium (schichtweise). Dargestellt wird die Anzahl der im Messkreuz mit Vegetation belegten Punkte (Vegetationspunkte).

3.1.4 Vegetationsmenge

Die Vegetationsmenge errechnet sich über die Anzahl der im Messkreuz mit Vegetation belegten Punkte (siehe Kap.2.3). Bei diesem Ansatz wird also nicht die Form, sondern ausschließlich das Vorhandensein von Vegetation quantifiziert und kann für jede Schichthöhe in Vegetationspunkten ausgedrückt werden. Abb.21 charakterisiert durch diese Werte den durch die jeweiligen Arten durchschnittlich genutzten Vegetationsraum innerhalb ihrer Territorien in Form eines Vegetationsprofils. In Abb.22 werden die 8 schichtbezogenen Werte unter Berücksichtigung der Schichtmächtigkeit zusammengefasst, so dass der Vegetationsraum in einem Wert ausgedrückt wird. Die Abbildung zeigt, für die drei Untersuchungsjahre getrennt, die 9 Arten nach der Vegetationsmenge pro Revier absteigend geordnet.

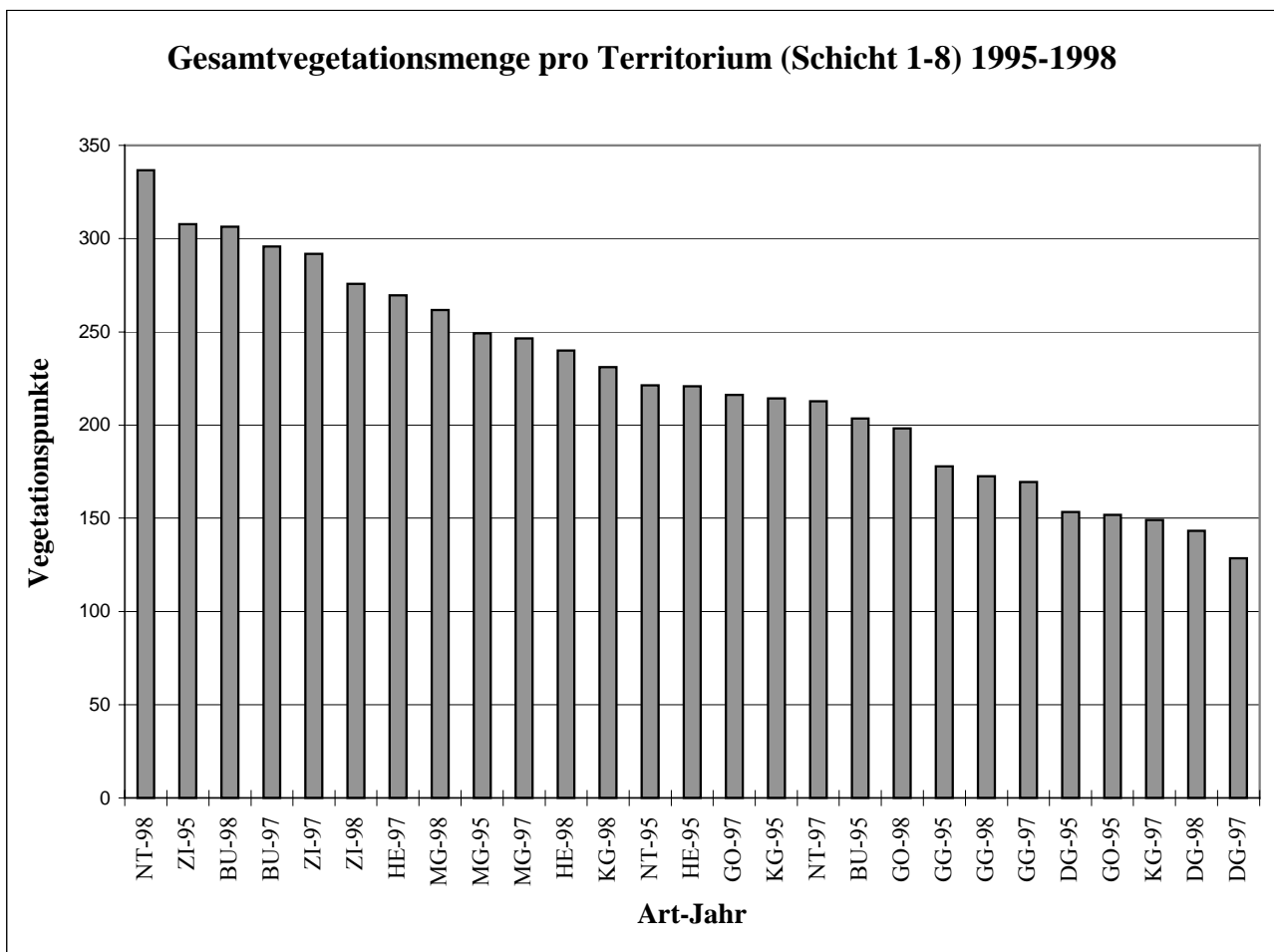


Abb.22: Gesamtvegetationsmenge pro Durchschnittsterritorium (1995-1998). Dargestellt wird die sich aus Abb.21 ergebende, nach der Schichtmächtigkeit gewichtete Gesamtmenge der Vegetationspunkte in den Schichten S1 bis S8.

3.1.5 Morphologie der Vegetation

Abb.23 zeigt für die drei Untersuchungsjahre die prozentualen Anteile der zwei Morphologie-Klassen A und B (vgl. Kap. 2.3) auf der Gesamtfläche (Angebot) und in den Territorien der Vogelarten. Von links nach rechts ist ein gleichmäßiger Übergang von überproportionaler Nutzung der Klasse A bis zu unterproportionaler Nutzung dieser Klasse (und damit überproportionaler Nutzung der Klasse B) erkennbar. Die Anteilsverschiebungen zugunsten einer Morphologie-Klasse können jedoch nur für etwa die Hälfte der Fälle statistisch untermauert werden (χ^2 -Anpassungstest, $FG=1$). Die Anreicherung von Vegetationskomplexen der Klasse A („mesomorphe Vegetation“) in den Territorien einer Vogelart ist besonders deutlich bei BU (95, 97, 98), MG (95, 97, 98) und ZI (95) und ist hochsignifikant ($p < 0,001$) bis noch-signifikant ($p < 0,05$). Die überproportionale Selektion von Rastern der Klasse B (Rasterzellen enthalten Vegetation vom Typ „Schlehe“ oder „Brombeere“) ist hochsignifikant bis noch-signifikant bei KG (95, 98), DG (95, 97), NT (97, 98) und GO (98).

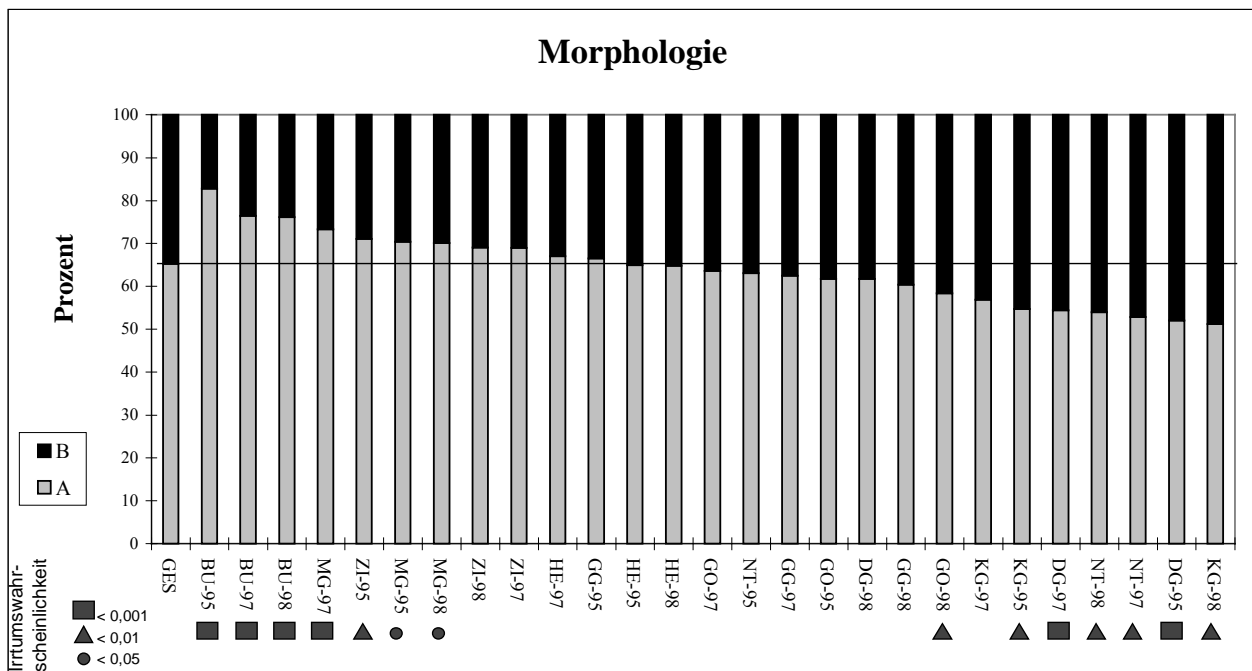


Abb.23: Morphologie der Vegetationskomplexe. Oben: Prozentuale Anteile der Klassen A (mesomorphe Vegetation, heller Balkenanteil) und B (Vegetationskomplex enthält Vegetation vom Typ „Schlehe / Brombeere“, dunkler Balkenanteil) für das Gesamtangebot und die Durchschnittsterritorien in den Jahren 1995 bis 1998. Darunter: Signifikanz der Abweichungen vom Angebot nach χ^2 -Anpassungstest ($FG = 1$).

3.1.6 Krautschicht

Das Wuchspotential der Krautschicht wurde in zwei Klassen (H und N, vgl. Kap. 2.3) unterteilt. Die Anteile beider Klassen auf der Gesamtfläche und in den Territorien der Arten sind Abb.24 zu entnehmen. Ein statistisch belegbarer, überproportionaler Anteil gut ausgeprägter Krautschicht (Klasse H) ist in den Territorien von DG (95, 97, 98), KG (95, 98), HE (95, 98) und MG (95) zu finden. Überproportional viele Raster mit niedriger, lückiger oder fehlender Krautschicht (Klasse N) zeigen NT (95, 97) und BU (95, 97, 98). Diese Befunde sind hochsignifikant ($p < 0,001$) bis noch-signifikant ($p < 0,05$, χ^2 -Anpassungstest, $FG = 1$).

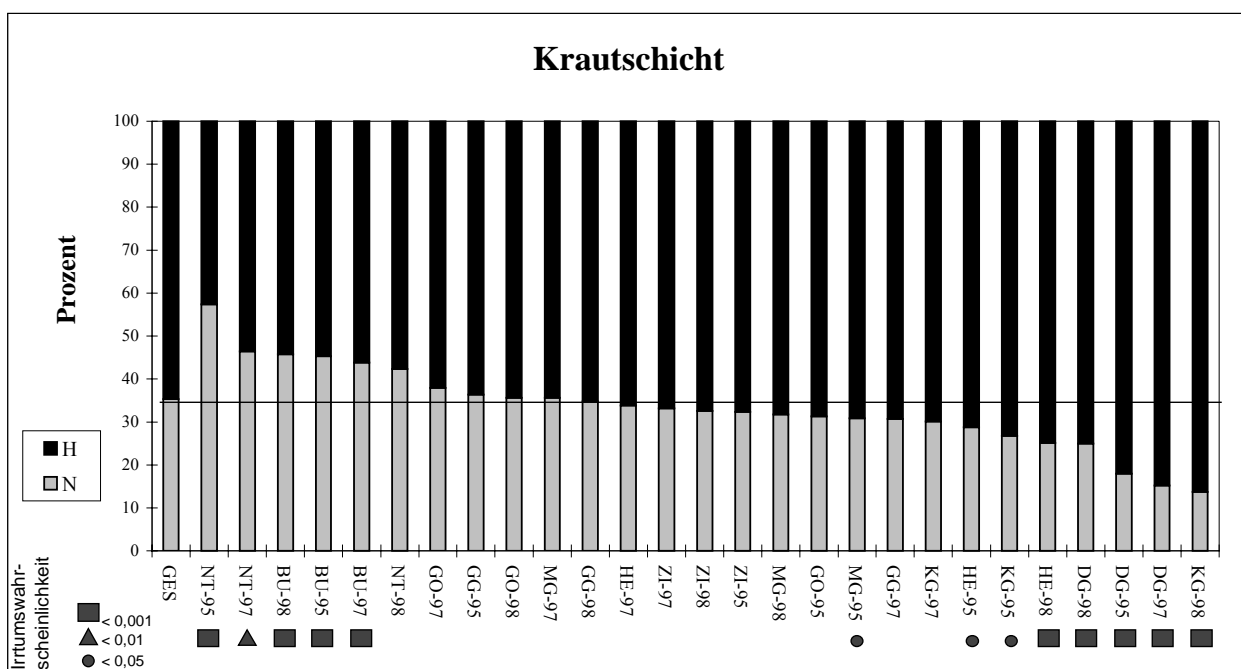


Abb.24: Krautschicht in den Vegetationskomplexen. Oben: Prozentuale Anteile der Klassen H (hohe gut ausgeprägte Krautschicht, dunkler Balkenanteil) und N (niedrige oder fehlende Krautschicht, heller Balkenanteil) für das Gesamtangebot und die Durchschnittsterritorien in den Jahren 1995 bis 1998. Darunter: Signifikanz der Abweichungen vom Angebot nach χ^2 -Anpassungstest ($FG = 1$).

3.2 Nischenindices

3.2.1 Nischenbreite

Die Nischenbreite ist ein Maß für die Nutzung von verschiedenen Ressourcen durch eine Gruppe von Individuen. In dieser Untersuchung soll die Habitatstrukturnische der Arten verglichen werden, so dass sich als Ressourcenkategorien die 10 Strukturklassen (Tab.6) anbieten. Auf die mit der Definition von Ressourcenklassen für Nischenberechnungen

verbundenen Schwierigkeiten weisen COLWELL & FUTUYMA (1971) hin. Insbesondere bei der Unterteilung eines Wertebereichs in Intervalle sind die Klassengrenzen oft sehr willkürlich. Die Strukturklassen dieser Untersuchung begründen sich jedoch in ihren strukturellen Eigenschaften und nicht in bestimmten Werten einer Messbaren Größe, so dass sie also eher als natürliche Einheiten anzusehen sind. Ein Manko vieler Nischenindices liegt darin, dass sie unterschiedliche Klassengrößen des Angebots nicht berücksichtigen (FEINSINGER et al. 1981). Ein geeigneter Index sollte die Anteile genutzter Ressourcen vor dem Hintergrund des Angebots quantifizieren, wie es schon für die Strukturtypen und Strukturklassen zuvor praktiziert wurde. Ein Index, der dieses leistet und damit als Maß für die Selektivität der Arten in Bezug auf die Strukturklassen verwendet werden kann, ist der folgende aus einer Arbeit von HURLBERT (1978:72, Gleichung 29):

$$B' = X^2 / [A \sum_i (x_i^2 / a_i)]$$

a_i = Häufigkeit der i-ten Strukturklasse im Angebot

A = Summe der Häufigkeiten aller Strukturklassen im Angebot

x_i = Häufigkeit der i-ten Strukturklasse in der Nutzung

X = Summe der Häufigkeiten aller Strukturklassen in der Nutzung

Im Anhang II ist ein Beispiel zur Berechnung der Nischenbreite zu finden.

Dieser Index misst den Grad, bis zu dem intraspezifisches Aufeinandertreffen dadurch minimiert wird, dass die vorhandenen Strukturklassen im Verhältnis ihres Auftretens genutzt werden. Eine im Vergleich zum Angebot proportionale Nutzung führt zu einem Wert von 1, eine minimale Nischenbreite ergibt sich bei ausschließlicher Nutzung der kleinsten Klasse. Dieser Minimalwert beträgt a_{\min}/A (a_{\min} = Häufigkeit der kleinsten Klasse). Eine Normierung auf die Wertespanne von 0 bis 1 wird durch folgende Transformation erreicht (HURLBERT 1978:72, Gleichung 31):

$$Ba' = (AB' - a_{\min}) / (A - a_{\min}) \quad (\text{siehe Anhang II})$$

Tab.16 zeigt für die drei Untersuchungsjahre die Nischenbreite der Vogelarten auf der Gesamtfläche und den Teilflächen A-E. Die Werte sind auf den Bereich 0 bis 1 normiert und somit untereinander vergleichbar. Auf der Gesamtfläche hat die GO die größte und der NT (1995, 1997) und die KG (1998) die geringste Nischenbreite. Aus den Werten der Teilflächen A-E ist abzulesen, wie stark eine Art im Vergleich zur Gesamtfläche auf einer Teilfläche die

Klassenanteile in den Durchschnittsterritorien verschoben hat und damit, wo sich die Vogelart stärker oder schwächer opportunistisch verhält. Die Werte dieser Tabelle werden in Kap. 4.2 diskutiert.

3.2.2 Nischenüberlappung

Auch für die Berechnung der Nischenüberlappung (in Bezug auf die Strukturklassen; Tab.6) wurde ein Index ausgewählt, der unterschiedliche Klassengrößen des Angebotes berücksichtigt (Hurlbert 1978:70, Gleichung 11):

$$L = (A / XY) \sum_i (x_i y_i / a_i)$$

a_i = Häufigkeit der i-ten Strukturklasse im Angebot

A = Summe der Häufigkeiten aller Strukturklassen im Angebot

x_i = Häufigkeit der i-ten Strukturklasse in der Nutzung durch Art X

X = Summe der Häufigkeiten aller Strukturklassen in der Nutzung durch Art X

y_i = Häufigkeit der i-ten Strukturklasse in der Nutzung durch Art Y

Y = Summe der Häufigkeiten aller Strukturklassen in der Nutzung durch Art Y

Anhang III gibt ein Berechnungsbeispiel. Der Wert der Nischenüberlappung gibt Auskunft darüber, inwieweit die Wahrscheinlichkeit interspezifischen Aufeinandertreffens höher oder niedriger ist als bei einer zum Angebot proportionalen Nutzung der Strukturklassen durch beide Arten:

- Ein Wert von 1 bedeutet, beide Arten nutzen die Klassen im Verhältnis ihres Angebots, wobei eine unterproportionale Nutzung der einen Art durch eine überproportionale Nutzung der anderen kompensiert wird. Macht z.B. eine Klasse 30% des Angebots aus, wird sie im Sinne der Nischenüberlappung also auch bei Werten von 20% bei Art X und 45% bei Art Y proportional genutzt.
- Werte > 1 besagen, dass bestimmte Klassen von beiden Arten überproportional genutzt werden
- Ein Wert von 0 tritt auf, wenn keine Strukturklasse von beiden Arten geteilt wird
- Übergänge zwischen diesem Extrem und proportionaler Nutzung werden durch Werte < 1 ausgedrückt

Tab.16: Nischenbreite der Vogelarten (Gesamtfläche und Teilflächen) 1995-98. Die Werte sind auf den Bereich 0 bis 1 normiert. Den Werten liegen die Strukturklassen-Anteile (A-J) zugrunde. Weitere Erklärungen im Text.

Fläche	MG			GG			DG			KG			ZI			HE			GO			BU			NT		
	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98
GES	0,79	0,77	0,80	0,86	0,87	0,86	0,83	0,84	0,87	0,73	0,79	0,63	0,76	0,76	0,80	0,83	0,84	0,88	0,91	0,94	0,88	0,81	0,74	0,78	0,68	0,69	0,79
A	0,95	0,90	0,97	0,74	0,84	0,95	0,31	***	0,49	***	0,57	***	0,87	0,93	0,95	0,72	0,89	0,91	0,83	0,77	0,74	0,79	0,87	0,74	0,63	0,38	0,37
B	0,89	0,87	0,77	0,82	0,77	0,80	0,70	0,60	0,43	0,75	0,56	0,32	0,79	0,71	0,75	0,79	0,81	0,80	0,91	0,95	0,92	0,78	0,69	0,70	0,54	0,69	0,82
C	0,65	0,71	0,75	0,70	0,75	0,92	0,75	0,80	0,76	0,55	0,77	0,60	0,61	0,75	0,70	0,69	0,75	0,84	0,83	0,86	0,77	0,61	0,62	0,80	***	0,39	***
D	0,75	0,62	0,76	0,89	0,82	0,75	0,87	0,87	0,89	0,78	0,70	0,67	0,69	0,71	0,80	0,79	0,79	0,79	0,90	0,95	0,82	0,81	0,69	0,72	0,83	***	0,31
E	0,45	0,46	0,63	0,58	0,49	0,43	0,66	0,77	0,44	0,41	0,33	***	0,52	0,60	0,62	0,62	0,42	0,61	0,77	0,63	0,69	***	0,54	0,50	0,38	0,69	0,81

*** Art kommt auf dieser Fläche nicht vor.

Tab.17: Nischenüberlappung der Vogelarten. Dargestellt ist die Wahrscheinlichkeit des interspezifischen Aufeinandertreffens 1995-98. Ist diese größer als bei jeweiliger proportionaler Nutzung der Strukturklassen, ergibt sich ein Wert > 1. Kleinere Wahrscheinlichkeiten werden durch Werte < 1 ausgedrückt.

Art	GG			DG			KG			ZI			HE			GO			BU			NT		
	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98
MG	1,17	1,11	1,17	0,93	0,90	0,92	1,06	0,95	1,15	1,27	1,28	1,24	1,17	1,19	1,14	0,94	0,88	0,91	1,14	1,28	1,21	0,79	0,76	0,84
GG				1,01	1,01	0,99	1,16	1,08	1,17	1,16	1,15	1,17	1,17	1,14	1,13	1,00	0,96	0,96	1,05	1,12	1,13	0,83	0,80	0,88
DG							1,16	1,17	1,14	0,90	0,93	0,92	1,04	0,98	1,02	1,10	1,06	1,10	0,82	0,84	0,88	1,07	1,06	1,01
KG										1,05	1,00	1,14	1,18	1,04	1,20	1,11	1,05	1,08	0,90	0,91	0,99	0,90	0,92	0,86
ZI													1,16	1,22	1,14	0,90	0,88	0,90	1,17	1,28	1,22	0,76	0,73	0,83
HE																1,01	0,92	1,00	1,02	1,18	1,08	0,84	0,77	0,90
GO																			0,91	0,88	0,86	1,07	1,10	1,06
BU																						0,94	0,74	0,85

Die (mathematische) Interpretation der Nischenüberlappung ist recht unkompliziert:

Ein Wert von 1,5 bedeutet, die Wahrscheinlichkeit, dass Art X und Art Y aufeinandertreffen, ist 1,5 mal höher als bei einer proportionalen Nutzung durch beide Arten. Bei einem Wert von 0,5 wäre die Wahrscheinlichkeit entsprechend halb so groß. Tab.17 zeigt für die drei Untersuchungsjahre die Werte der Nischenüberlappung für die einzelnen Artenpaare. Diese sind ein Maß dafür, wie stark zwei Arten auf den Flächen bei der Strukturnutzung koinzidieren. Eine Analyse der Tabelle folgt in Kap. 4.3.

3.3 Struktureignung und Selektivität

Zur Quantifizierung der Selektivität der Vogelarten bei der Habitatwahl werden den vier Strukturtypen (OHNE, PUNKT, LINIE, FLÄCHE) in den 8 Höenschichten artspezifische Struktureignungswerte zugeordnet. Beispielsweise hat eine flächige Struktur in Schicht 8 für eine Mönchsgrasmücke eine andere Attraktivität als für eine Goldammer. Diese Eignungswerte werden jedoch nicht a priori festgelegt, sondern ergeben sich a posteriori aufgrund des Habitatwahlverhaltens der Vogelarten in dieser Studie. Grundlage dieser Bewertung sind die über die drei Untersuchungsjahre gemittelten Anteile der vier Strukturtypen der selektierten Rasterzellen in Relation zu den Anteilen des Strukturangebotes. Nicht berücksichtigt werden Rasterzellen, die in allen 8 Schichten keine Gehölzvegetation enthalten. Beträgt der durchschnittliche Anteil des Strukturtyps X in Schicht Y in den durch Art Z selektierten Rasterzellen 30% und macht dieser Strukturtyp 20% des Strukturangebotes aus, so errechnet sich ein Struktureignungswert von $30 / 20 = 1,5$. Dieser Wert gilt nur für diesen Strukturtyp in dieser Schicht für diese Art. Er ist jedoch auf der gesamten Untersuchungsfläche gültig (genutzte und ungenutzte Rasterzellen, siehe unten). Der Eignungswert entspricht somit dem Grad der Proportionalität von Angebot und Nutzung. Der Wert 1 steht für Strukturtypen, die proportional zum Angebot genutzt werden. Auf diese Weise werden Strukturen, die in geringer Zahl angeboten werden und in großer Zahl genutzt werden, stärker gewichtet als Strukturen die ebenfalls in großer Zahl genutzt werden aber auch häufig angeboten werden. Somit ergeben sich für jede Vogelart 4×8 (Anzahl der Strukturtypen \times Anzahl der Schichten) Eignungswerte. Nach dieser Methode wird untersucht, inwieweit sich für die einzelnen Vogelarten die genutzten und ungenutzten Rasterzellen bezüglich ihrer (rechnerischen) Attraktivität unterscheiden. Als für eine Art ungenutzt werden all jene Raster definiert, die sich in keinem der drei Untersuchungsjahre innerhalb eines

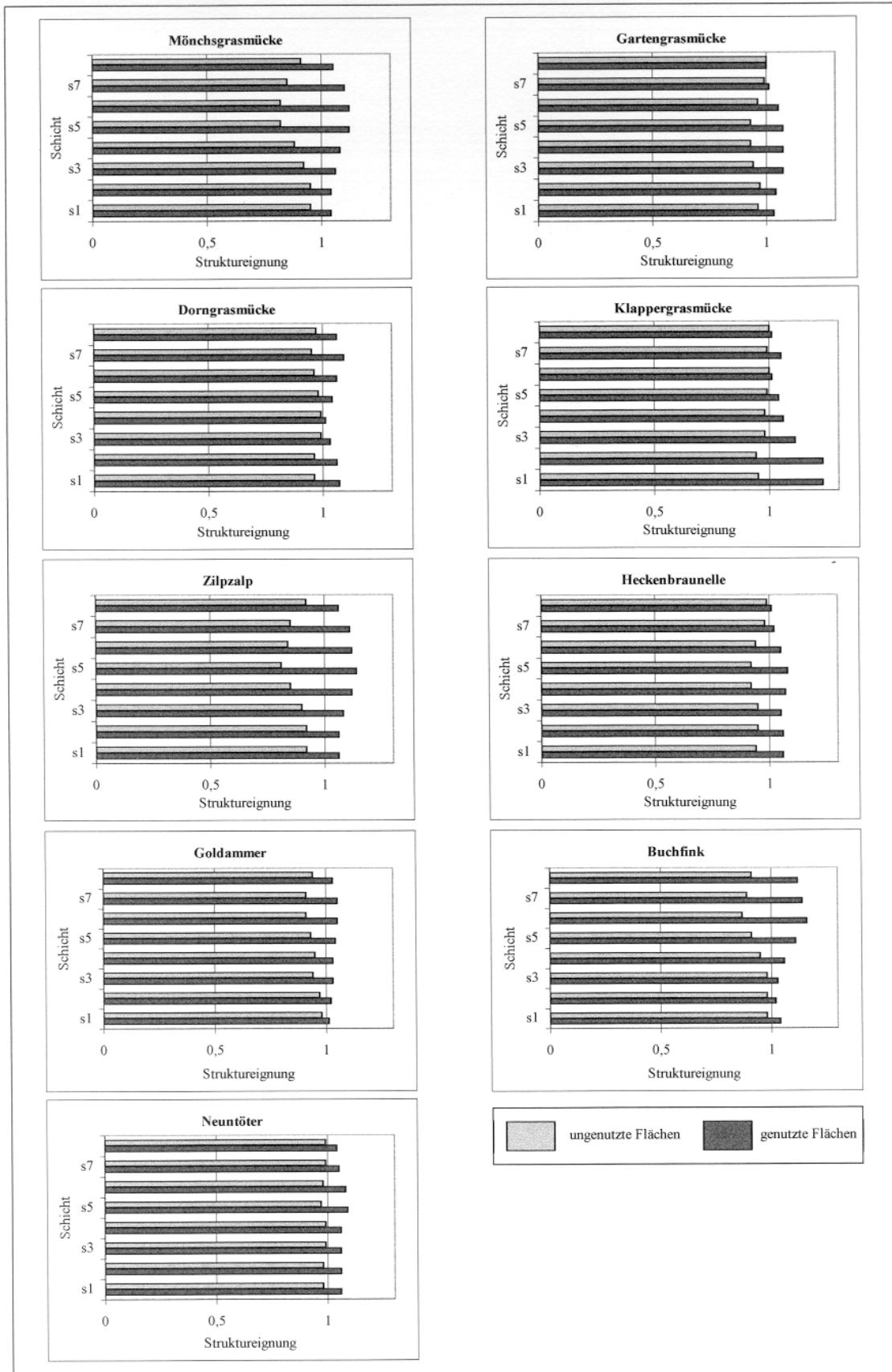


Abb.25: Struktureignung (schichtweise). Je stärker die Abweichungen in einer Schicht vom Neutralwert 1 („proportionale Nutzung“) sind, desto stärker ist der Grad der Selektivität der entsprechenden Art in dieser Schicht. Weitere Erklärungen im Text.

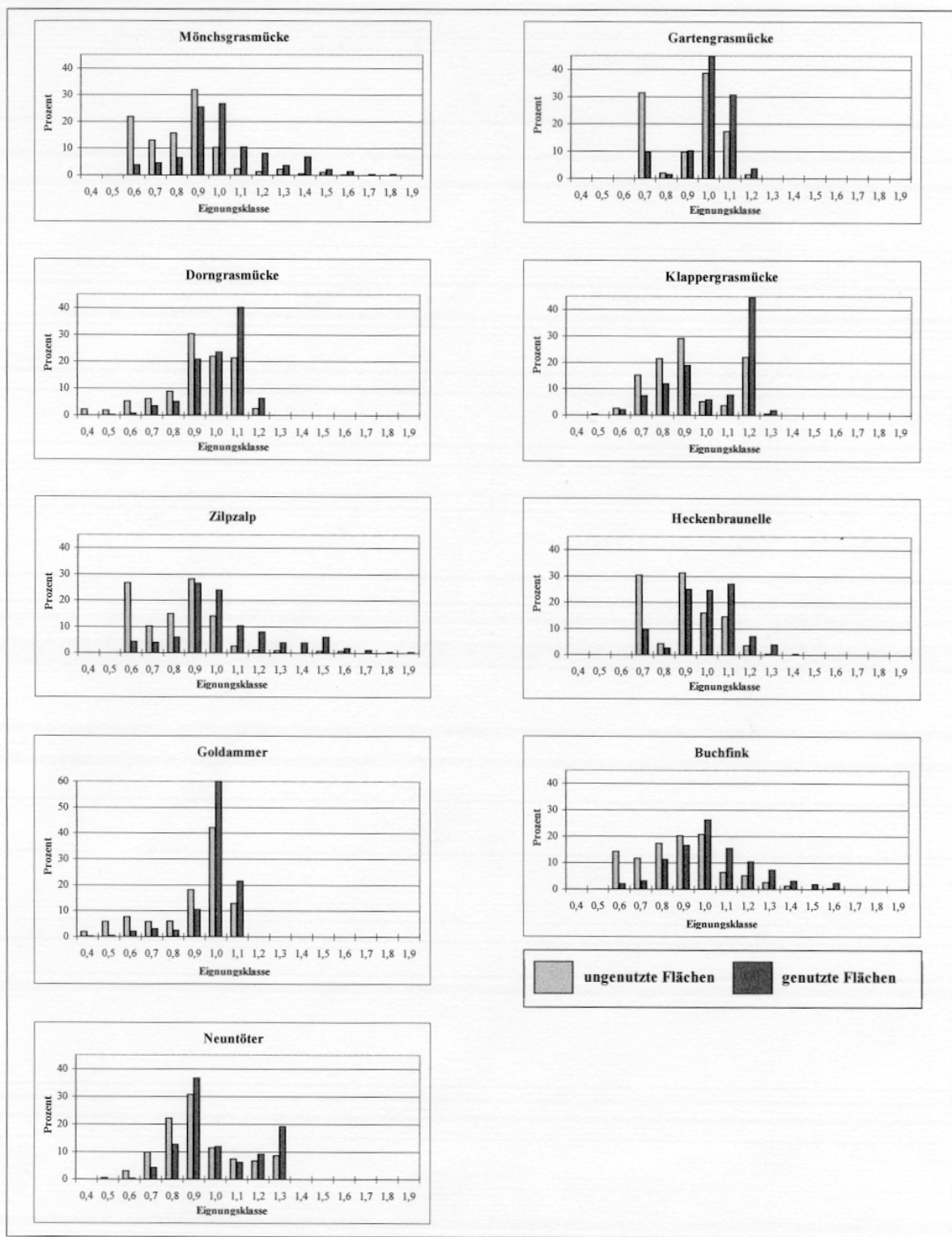


Abb.26: Gesamtstruktureignung. Diese Strukturgröße errechnet sich aus der über die 8 Schichten gemittelten Struktureignung der einzelnen Rasterzellen. Die sich daraus ergebenden Werte wurden auf Struktureignungsklassen verteilt. Die Zahlen der X-Achse geben die Untergrenze jeder Klasse an. Dargestellt wird der relative Anteil der Struktureignungsklassen jeweils für die genutzten und ungenutzten Rasterzellen. Weitere Erklärungen im Text.

Territoriums dieser Art befinden. Liegt eine Rasterzelle in mindestens einem Jahr innerhalb eines Territoriums einer Art, wird diese für die entsprechende Art als genutzt betrachtet. Zum einen wird die durchschnittliche Struktureignung (arithmetisches Mittel) von genutzten und ungenutzten Rasterzellen schichtweise gegenübergestellt, so dass deutlich wird, in welchen Schichten die Abweichung von einer proportionalen Strukturwahl und somit die Selektivität der entsprechenden Vogelart am stärksten ist (Abb.25). Bei mehr oder weniger proportionaler Nutzung der Strukturtypen bewegen sich die durchschnittlichen Eignungswerte von genutzten und ungenutzten Flächen um den Neutralwert 1. Bei nicht-proportionaler Nutzung entfernen sich beide Werte von diesem Neutralwert. Die Durchschnittswerte der ungenutzten Flächen nehmen ab, die der genutzten Flächen nehmen zu. Zum anderen wird für jede Rasterzelle aus den Einzelwerten von Schicht 1 bis Schicht 8 der arithmetische Mittelwert der Struktureignung berechnet, welcher Ausdruck der Gesamteignung dieser Zellen für die einzelnen Arten ist. Dadurch kann untersucht werden, ob eine selektierte Rasterzelle tendenziell in vielen oder nur in wenigen Schichten günstige Eigenschaften, d.h. selten angebotene und gleichzeitig häufig selektierte Strukturtypen, hat. Auch hier werden genutzte und ungenutzte Raster verglichen und Struktureignungsklassen zugeordnet (Abb.26).

Man bedenke jedoch, dass die Struktureignung der Flächen für die unterschiedlichen Vogelindividuen auf der Grundlage ihres eigenen Selektionsverhaltens a posteriori quantifiziert wird. Das hat zur Folge, dass bei nicht-proportionaler Nutzung der Strukturtypen durch eine Vogelart die Eignungswerte der ungenutzten Flächen zwangsläufig (aus mathematischen Gründen) schlechter bewertet werden als die der genutzten Flächen. Die bloße Tatsache, dass die ungenutzten Flächen niedrigere Werte aufweisen als die genutzten Flächen ist somit für die Interpretation der Diagramme belanglos. Der Verlauf der Profile ist entscheidend für die Charakterisierung der Selektivität einer Art. Ansatzpunkt dafür ist jeweils der neutrale Wert 1, der für nicht-selektierendes (opportunistisches) Verhalten steht sowie die Stärke der Abweichungen von diesem Bezugspunkt.

3.4 Interspezifische Assoziation

Eine Eigenschaft, die bisher noch nicht berücksichtigt wurde, ist die räumliche Lage der Territorien. Der interspezifische Assoziationskoeffizient nach COLE (1949) misst den Grad der räumlichen Assoziation von Artenpaaren mithilfe einer Vierfeldertafel (Tab.18).

Tab.18: Vierfelder-Tafel

		Art A	
		vor- handen	nicht vor- handen
Art B	vor- handen	a	b
	nicht vor- handen	c	d

Das Design der Raumeinheiten ist nicht unproblematisch und kann die Ergebnisse erheblich beeinflussen (siehe z.B. POOLE 1974:337-339). Die räumlichen Einheiten, die auf das Vorkommen bzw. Fehlen einer Art hin untersucht wurden, lieferte ein in das bestehende Raster eingehängtes, gröberes Raster, dessen Felder so groß gewählt wurden, dass jedes

kartierte Vogelterritorium zugeordnet werden konnte. Bei unklaren Verhältnissen wurde gelöst. Raster, die keine der 9 Arten enthielten, wurden nicht berücksichtigt, weil es sich dann gewöhnlich um Felder ohne Gehölzvegetation handelte. So ergab sich eine Grundlage von 156 (1995) bzw. 166 (1997) bzw. 148 (1998) Rasterfeldern. Je nachdem, ob positive ($ad > bc$) oder negative Assoziation ($ad < bc$) vorliegt, werden unterschiedliche Formeln zur Berechnung des Koeffizienten verwendet (LORENZ 1992:61):

Bei positiver Assoziation:

$$C = \frac{a \cdot d - b \cdot c}{(a + b) \cdot (b + d)}$$

Bei negativer Assoziation:

$$C = \frac{a \cdot d - b \cdot c}{(a + b) \cdot (a + c)}$$

Der Index bewegt sich in dem Wertebereich von +1 (vollständige positive Assoziation des Artenpaares) über den Wert 0 (Verteilung der Arten ist unabhängig voneinander) bis zum Wert -1 (vollständige negative Assoziation = gegenseitige Meidung der Arten). Für weitere Einzelheiten verweise ich auf die oben zitierten Arbeiten.

Die Tab.19 bis 21 zeigen den Grad der Assoziation für die Artenpaare. Die Signifikanz der Assoziation wurde mit Hilfe eines χ^2 -Vierfelder-Tests (FG=1) untersucht und 3 Signifikanzniveaus unterschieden. Die Werte vom NT sind aufgrund seiner geringen Individuenzahlen nicht berechnet worden. Die Interpretation der Tabelle erfolgt in Kap. 4.3.

Tab.19: Interspezifische Assoziation 1995. C = Assoziationskoeffizient nach COLE (1949). Signifikanz der Assoziationen nach χ^2 -Vierfeldertest, FG = 1. Positive Assoziationen sind nicht reziprok, daher ist die Leserichtung festgelegt: Es wird die Assoziation der Art aus Spalte 1 mit den Arten der folgenden Spalten quantifiziert.

	MG		GG		DG		KG		ZI		HE		GO		BU		
	C	sig	C	sig	C	sig	C	sig	C	sig	C	sig	C	sig	C	sig	
MG	*	*	0,03		-0,34		-0,53		0,39		0,09		-0,55		0,08		
GG	0,03		*	*	-0,25		0,06		0,17		0,18		-0,33		0,00		
DG	-0,34		-0,25		*	*	-0,14		-0,18		-0,04		0,02		-1,00		
KG	-0,53		0,31		-0,14		*	*	0,06		0,11		-0,56		-0,60		
ZI	0,53		0,23		-0,18		0,02		*	*	0,09		-0,72		0,06		
HE	0,15		0,31		-0,04		0,03		0,11		*	*	-0,34		0,01		
GO	-0,55		-0,33		0,01		-0,56		-0,72		-0,34		*	*	-0,33		
BU	0,16		0,00		-1,00		-0,60		0,10		0,01		-0,33		*	*	
Irrtumswahrscheinlichkeit:						p < 0,001				p < 0,01				p < 0,05			

Tab.20: Interspezifische Assoziation 1997. Für weitere Erklärungen siehe Tab.19.

	MG		GG		DG		KG		ZI		HE		GO		BU		
	C	sig	C	sig	C	sig	C	sig	C	sig	C	sig	C	sig	C	sig	
MG	*	*	0,01		-0,73		0,06		0,22		0,16		-0,43		0,07		
GG	0,01		*	*	-0,20		0,05		0,06		0,06		-0,37		-0,09		
DG	-0,73		-0,20		*	*	-0,66		-0,50		-0,32		0,03		-0,54		
KG	0,30		0,18		-0,66		*	*	-0,11		0,14		-0,21		-0,33		
ZI	0,25		0,05		-0,50		-0,11		*	*	0,18		-0,21		0,00		
HE	0,27		0,08		-0,32		0,05		0,27		*	*	-0,15		0,12		
GO	-0,43		-0,37		0,02		-0,21		-0,21		-0,15		*	*	-0,28		
BU	0,14		-0,09		-0,54		-0,33		0,00		0,14		-0,28		*	*	
Irrtumswahrscheinlichkeit:						p < 0,001				p < 0,01				p < 0,05			

Tab.21: Interspezifische Assoziation 1998. Für weitere Erklärungen siehe Tab.19.

	MG		GG		DG		KG		ZI		HE		GO		BU		
	C	sig	C	sig	C	sig	C	sig	C	sig	C	sig	C	sig	C	sig	
MG	*	*	0,04		-0,63		-0,60		0,31		-0,17		-0,57		0,13		
GG	0,07		*	*	-0,14		-0,47		0,16		0,00		-0,15		-0,36		
DG	-0,63		-0,14		*	*	0,02		-0,52		0,02		-0,11		-0,66		
KG	-0,60		-0,47		0,10		*	*	-0,59		0,24		0,03		-0,27		
ZI	0,33		0,11		-0,52		-0,59		*	*	0,08		-0,63		0,10		
HE	-0,17		0,00		0,02		0,04		0,13		*	*	-0,38		0,06		
GO	-0,57		-0,15		-0,11		0,00		-0,63		-0,38		*	*	-0,61		
BU	0,30		-0,36		-0,66		-0,27		0,21		0,08		-0,61		*	*	
Irrtumswahrscheinlichkeit:						p < 0,001				p < 0,01				p < 0,05			

3.5 Multivariate Analysemethoden

3.5.1 Faktorenanalyse

Das Ziel einer Faktorenanalyse besteht darin, Gruppen von zusammenhängenden Variablen zu identifizieren und auf komplexere Größen, sog. Faktoren, zu reduzieren. Diese sind als hinter den Variablengruppen stehende, kausale Größen zu interpretieren. Analysiert werden zunächst die durchschnittlichen Territorien einer Vogelart auf einer Teilfläche. Jede Art geht also mit maximal 5 Fällen in die Untersuchung ein, wenn sie auf allen 5 Teilflächen vorkommt. Da das nicht für alle Arten zutrifft, ergeben sich für das Jahr 1995 42 Fälle, für 1997 43 Fälle und für 1998 42 Fälle. Mit Hilfe einer Faktorenanalyse sollte untersucht werden, inwieweit die 8 Schichtvariablen zur Vegetationsmenge S1 bis S8 (vgl. Abb.21) zusammenhängen und deren Informationsgehalt durch eine geringere Anzahl von Variablen reproduziert werden kann. Eine erste Datenanalyse des im folgenden kurz beschriebenen Verfahrens ergab, dass die Variable zur Vegetationsmenge in Schicht 8 (S8, obere Baumschicht) für eine Faktorenanalyse ungeeignet ist; d.h. die Variable ist zu eigenständig. Sie wurde deshalb aus der Analyse ausgeschlossen.

Tab.22 zeigt einen Teil des SPSS-Outputs zur Faktorenanalyse. Zunächst wird aufgrund der z-standardisierten Werte eine Korrelationsmatrix aller Variablenpaare errechnet (Tab.22a). In diesem Fall treten, wie zu erwarten, z.T. recht hohe Werte auf. Es gibt allerdings keine absolut verbindlichen Richtlinien, die darüber entscheiden, ob ein Datensatz für eine Faktorenanalyse geeignet ist. Das beste zur Verfügung stehende Maß, das sowohl über die Eignung der Korrelationsmatrix insgesamt als auch über die Eignung einzelner Variablen Auskunft gibt, ist das sog. „Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium“, auch „Measure of Sampling Adequacy“ (MSA) genannt. Es deckt einen Wertebereich von 0 bis 1 ab. Für die untersuchte Korrelationsmatrix ergibt sich ein Wert von 0,769, der mit dem Begriff „middling“ („ziemlich gut“) umschrieben wird. Die MSA-Werte für die Datensätze der beiden anderen Untersuchungsjahre lagen bei 0,715 (1997) bzw. 0,677 (1998). Die MSA-Werte der einzelnen Variablen sind aus der Diagonalen der Anti-Image-Korrelationsmatrix ersichtlich (Tab.22d). Keine Variable unterschreitet den kritischen Wert 0,5 („unacceptable, untragbar“), der zu ihrem Ausschluss führen würde. Einen weiteren Hinweis auf die Eignung gibt die sog. Anti-Image-Kovarianz-Matrix (Tab.22c). Das Anti-Image beschreibt den Anteil der Varianz einer Variablen, der von den anderen unabhängig ist. Das Image dagegen stellt den Anteil dar, der durch die anderen Variablen mit Hilfe einer multiplen Regressionsanalyse erklärt werden kann. Definitionsgemäß sollte das Anti-Image einer geeigneten Matrix möglichst klein sein. Der Anteil der nicht-dia-

gonal-Elemente, die ungleich Null (>0,09) sind, darf konventionsgemäß nicht größer als 25% sein. Diese Forderung wird hier erfüllt. Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass die Faktorenanalyse für die 7 Schichtvariablen (Vegetationsmenge) zulässig und sinnvoll ist. Besonders wichtig für die Interpretation der Faktorenanalyse sind die Tabellen 22e) bis 22g). Zu ihrem Verständnis müssen noch die folgenden Begriffe geklärt werden:

Tab.22: Kenngrößen der Faktorenanalyse (Durchschnittsterritorien pro Teilfläche, 1995).

a) Korrelationsmatrix

	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ZS5	ZS6	ZS7
ZS1	1						
ZS2	0,985	1					
ZS3	0,811	0,845	1				
ZS4	0,670	0,722	0,946	1			
ZS5	0,603	0,674	0,877	0,963	1		
ZS6	0,378	0,452	0,705	0,856	0,934	1	
ZS7	0,140	0,202	0,273	0,465	0,599	0,688	1

b) MSA (Measure of Sampling Adequacy) = 0,769

c) Anti-Image-Kovarianz

	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ZS5	ZS6	ZS7
ZS1	0,020						
ZS2	-0,018	0,017					
ZS3	-0,002	-0,003	0,030				
ZS4	-0,003	0,005	-0,018	0,022			
ZS5	0,007	-0,008	-0,001	-0,010	0,017		
ZS6	-0,006	0,008	0,005	0,003	-0,023	0,059	
ZS7	-0,006	-0,001	0,048	-0,009	-0,019	-0,018	0,334

d) Anti-Image-Korrelation

	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ZS5	ZS6	ZS7
ZS1	0,701						
ZS2	-0,949	0,695					
ZS3	-0,088	-0,120	0,824				
ZS4	-0,159	0,286	-0,710	0,807			
ZS5	0,379	-0,455	-0,050	-0,518	0,756		
ZS6	-0,159	0,268	0,118	0,070	-0,726	0,816	
ZS7	-0,077	-0,019	0,476	-0,102	-0,246	-0,127	0,787

Diagonalwerte (fett umrahmt) = MSA der Einzelvariablen

e) Kommunalitäten

ZS1	0,928
ZS2	0,938
ZS3	0,940
ZS4	0,935
ZS5	0,971
ZS6	0,934
ZS7	0,777

f) Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Eigenwert	% der Varianz	Kumul. %
1	5,065	72,352	72,352
2	1,358	19,397	91,749

g) Rotierte Komponentenmatrix

	Komponente	
	1	2
ZS1	0,961	0,073
ZS2	0,956	0,156
ZS3	0,868	0,432
ZS4	0,707	0,660
ZS5	0,604	0,778
ZS6	0,356	0,899
ZS7	-0,039	0,881

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.
Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

- Kommunalität: Umfang der Varianzerklärung, den die Faktoren gemeinsam für eine Ausgangsvariable liefern
- Eigenwert eines Faktors: Anteil der durch einen Faktor erklärten Varianz
- Faktorladung: Korrelation zwischen einem Faktor und einer Ausgangsvariablen als Maß für die Stärke und Richtung des Zusammenhangs

Eine Hauptkomponentenanalyse führte zu zwei Faktoren (Hauptkomponenten) mit einem Eigenwert >1 (Kaiser-Kriterium), d.h. diese Faktoren erklären einen größeren Varianzanteil als jeweils die Ausgangsvariablen (51,16% bzw. 40,59%). Insgesamt werden 91,75% der Varianz durch diese beiden Faktoren reproduziert (Tab.22f). Für die Untersuchungsjahre 1997 und 1998 wurden ebenfalls jeweils zwei Faktoren extrahiert, welche gemeinsam 87,3% (1997) bzw. 91,4% (1998) der Gesamtvarianz erklären. Der Blick auf die Kommunalitäten zeigt, dass alle Variablen durch die beiden Faktoren gut erklärt werden (Tab.22e). Es kommt jedoch zu einem gewissen Informationsverlust gegenüber der Ausgangsmatrix, der aber akzeptiert wird, weil die Vorteile der Variablenreduktion diesen überwiegen. Schlechte MSA-Werte und niedrige Werte der Kommunalitäten für die Variable S8 in allen drei Untersuchungsjahren führten zu dem eingangs erwähnten Ausschluss dieser Variablen aus der Faktorenanalyse.

Die Interpretation der Faktoren erfolgt mit Hilfe der Faktorladungsmatrix (Tab.22g). Konventionsgemäß wird eine Variable ab Werten $\geq 0,5$ einem Faktor zugeordnet. Besonders günstig für die Faktoren-Charakterisierung ist dabei, wenn die Variablen jeweils einem Faktor besonders deutlich zugeordnet werden können. Eine Optimierung in diesem Sinne bewirkt eine sog. Rotation (Varimax), deren Verständnis nur bei genaueren Kenntnissen des Verfahrens möglich ist, so dass hier der Hinweis auf ihre Funktion genügen soll. Die rotierte Faktorladungsmatrix lässt eine erfreulich eindeutige Interpretation der Faktoren zu:

Auf Faktor 1 laden die unteren Schichtvariablen S1 bis S5 besonders hoch, mit zunehmender Schichthöhe nehmen die Werte ab. Bei Faktor 2 ist es genau umgekehrt. Es treten hohe Faktorladungen in den oberen Schichthöhen S7 bis S4 und geringe in den Schichten darunter auf. Faktor 1 wird daher von mir als STRAUCH1-Faktor, welcher die Vegetationsmenge der unteren Strauchschichten beschreibt, und Faktor 2 als STRAUCH2-Faktor, welcher die Vegetationsmenge in den oberen Strauchschichten beschreibt, bezeichnet. Diese beiden Strauchschicht-Faktoren konnten auch in den Untersuchungsjahren 1997 und 1998 herausgearbeitet werden. Für jedes Objekt können die Werteausprägungen im Hinblick auf die extrahierten

Faktoren berechnet und wie gewöhnliche Variablen behandelt werden. Die Faktorenanalyse hat also folgende Vorarbeit für die Clusteranalyse geleistet:

Die Informationen der 7 (willkürlich) definierten Schichtvariablen wurden auf zwei unabhängige Variablen (Faktoren) verteilt. Gemeinsam mit der Variablen zur Vegetationsmenge in Schicht 8 und den 4 Strukturtypen-Variablen, die aus sachlogischen Überlegungen heraus ihre Berechtigung haben, gehen - statt der ursprünglich 12 - nur noch 7 Variablen in die Clusteranalyse ein, die zudem alle in ihrer Bedeutung gut nachvollziehbar sind. Dieser Vorteil wird mit einem Informationsverlust erkauft (kumulierter Eigenwert in den drei Untersuchungsjahren zwischen 87,3% und 91,7%), der akzeptabel ist.

3.5.2 Clusteranalyse

Die Durchschnittsterritorien jeder Art auf einer Teilfläche wurden als Objekte einer Clusteranalyse unterzogen. Jedes Territorium ist durch die folgenden 7 Variablen charakterisiert:

- BAUM: berücksichtigt die Vegetationsmenge in Schicht 8 (obere Baumschicht)
- STRAUCH1: berücksichtigt die Vegetationsmenge der unteren Strauchschichten
- STRAUCH2: berücksichtigt die Vegetationsmenge der oberen Strauchschichten
- FLÄCHE: Anzahl des Strukturtyps „FLÄCHE“ über die 8 Schichten hinweg
- LINIE: Anzahl des Strukturtyps „LINIE“ über die 8 Schichten hinweg
- PUNKT: Anzahl des Strukturtyps „PUNKT“ über die 8 Schichten hinweg
- OHNE: Anzahl des Strukturtyps „OHNE“ über die 8 Schichten hinweg

Die Clusteranalyse wurde mit den z-standardisierten Werten durchgeführt. Die Verteilungen der Variablenwerte zeigen, stellvertretend für das Jahr 1995, die Boxplots im Anhang IV. Die Clusteranalyse erfolgte nicht aufgrund eines Distanzmaßes (z.B. Euklidische Distanz), sondern aufgrund eines Ähnlichkeitsmaßes (Pearson-Korrelation). Ein Distanzmaß hätte nämlich strukturell ähnlich aufgebaute Territorien, die sich nur in der Größe unterscheiden, als relativ unähnlich klassifiziert. Wenn es dagegen stärker auf die relative Ausprägung der Variablen jeweils im Vergleich zueinander - d.h. auf das Variablenprofil - ankommt, wenn also der primäre Ähnlichkeitsaspekt im Gleichlauf zweier Profile und nicht im absoluten Abstand zwischen den Objekten liegt, ist ein Ähnlichkeitsmaß geeigneter (BACKHAUS et al. 1994:277).

Die Dendrogramme sind in Abb.27 bis Abb.29 zu sehen. Tab.23 stellt die Clusterzugehörig-

Abb.27: Dendrogramm der Clusteranalyse 1995 (Durchschnittsterritorium pro Teilfläche). Label: Buchstabe 1+2 = Artabkürzung, Buchstabe 3 = Flächenabkürzung.

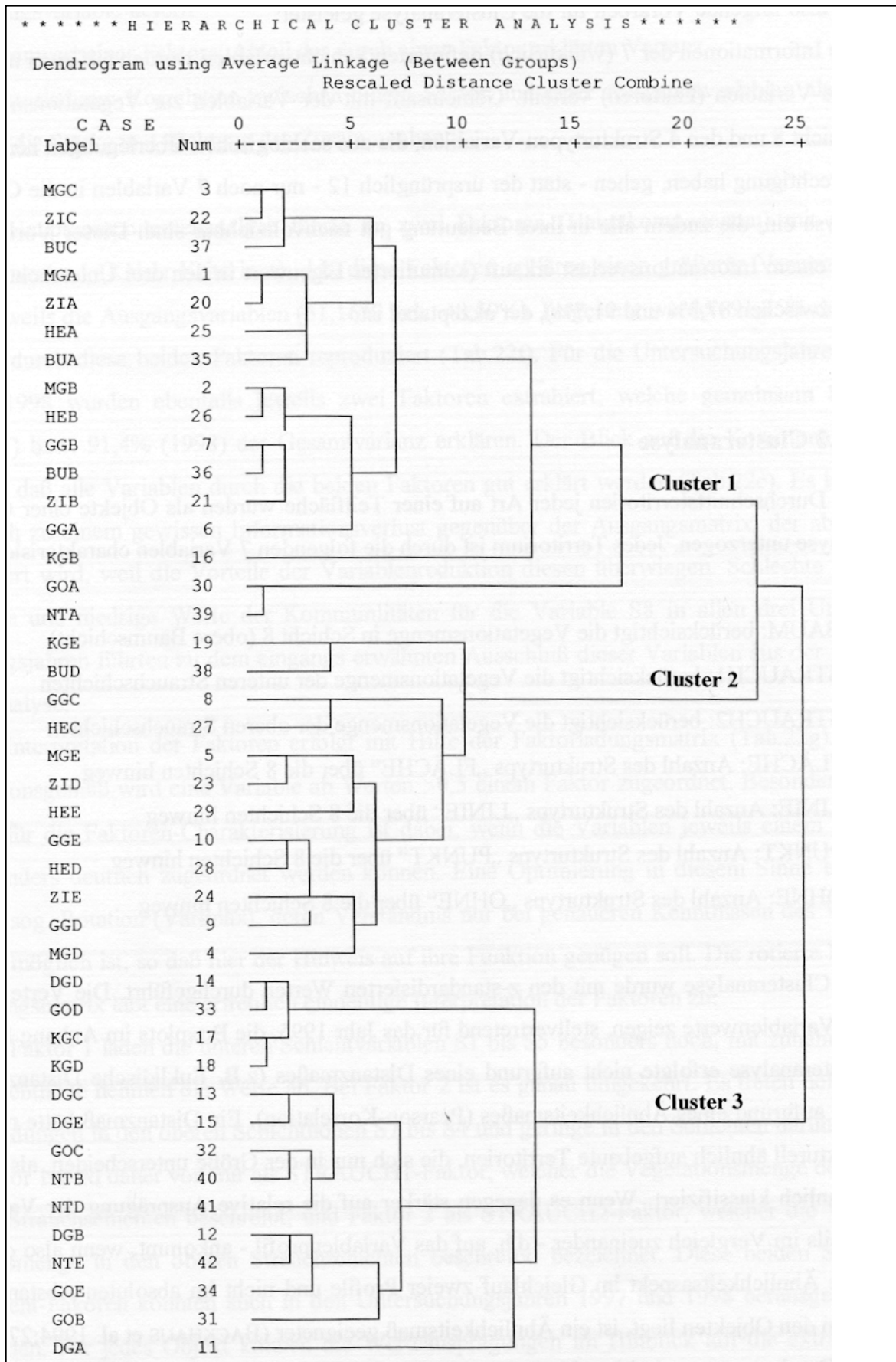


Abb.28: Dendrogramm der Clusteranalyse 1997 (Durchschnittsterritorium pro Teilfläche). Label: Buchstabe 1+2 = Artabkürzung, Buchstabe 3 = Flächenabkürzung.

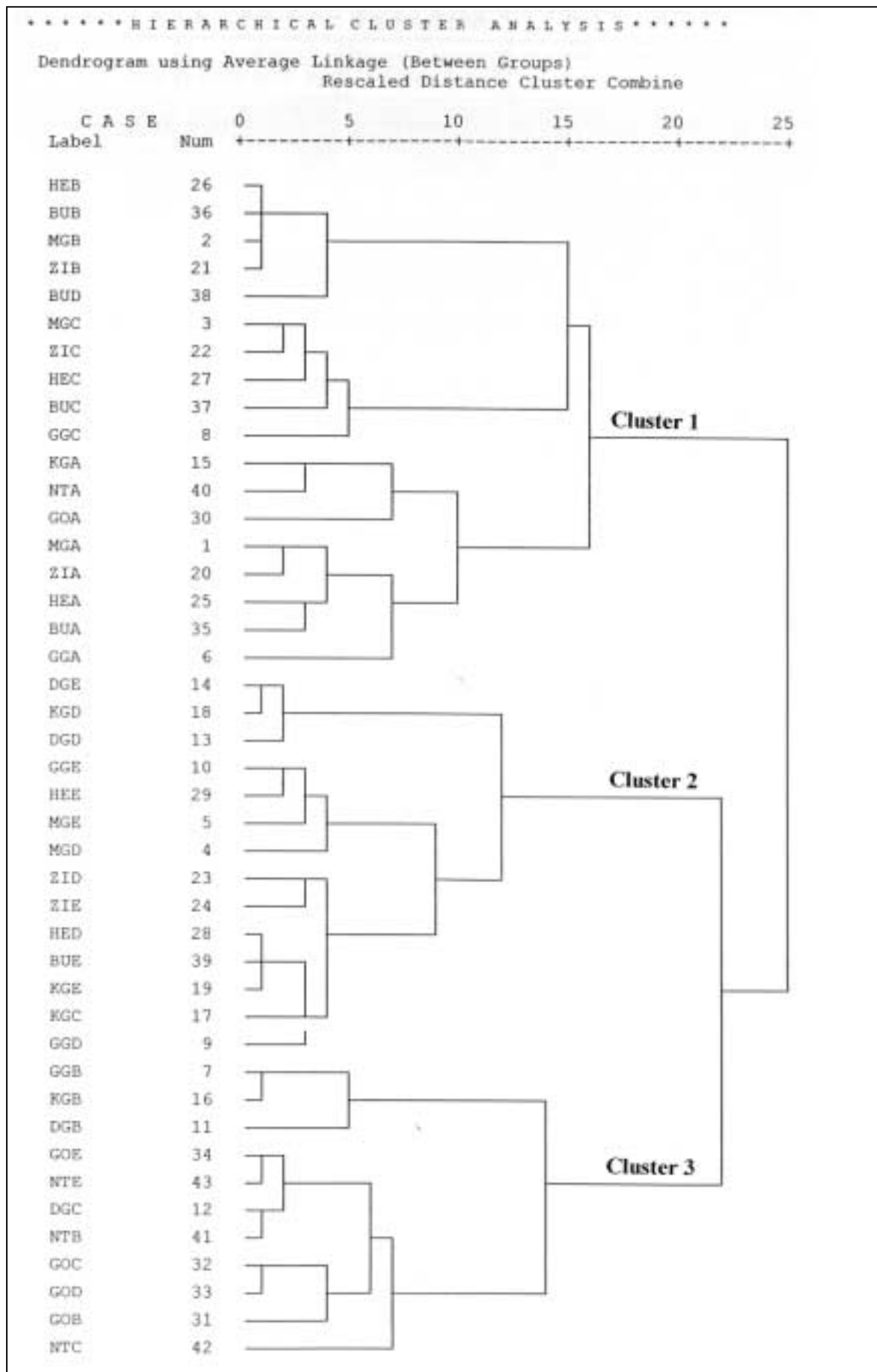
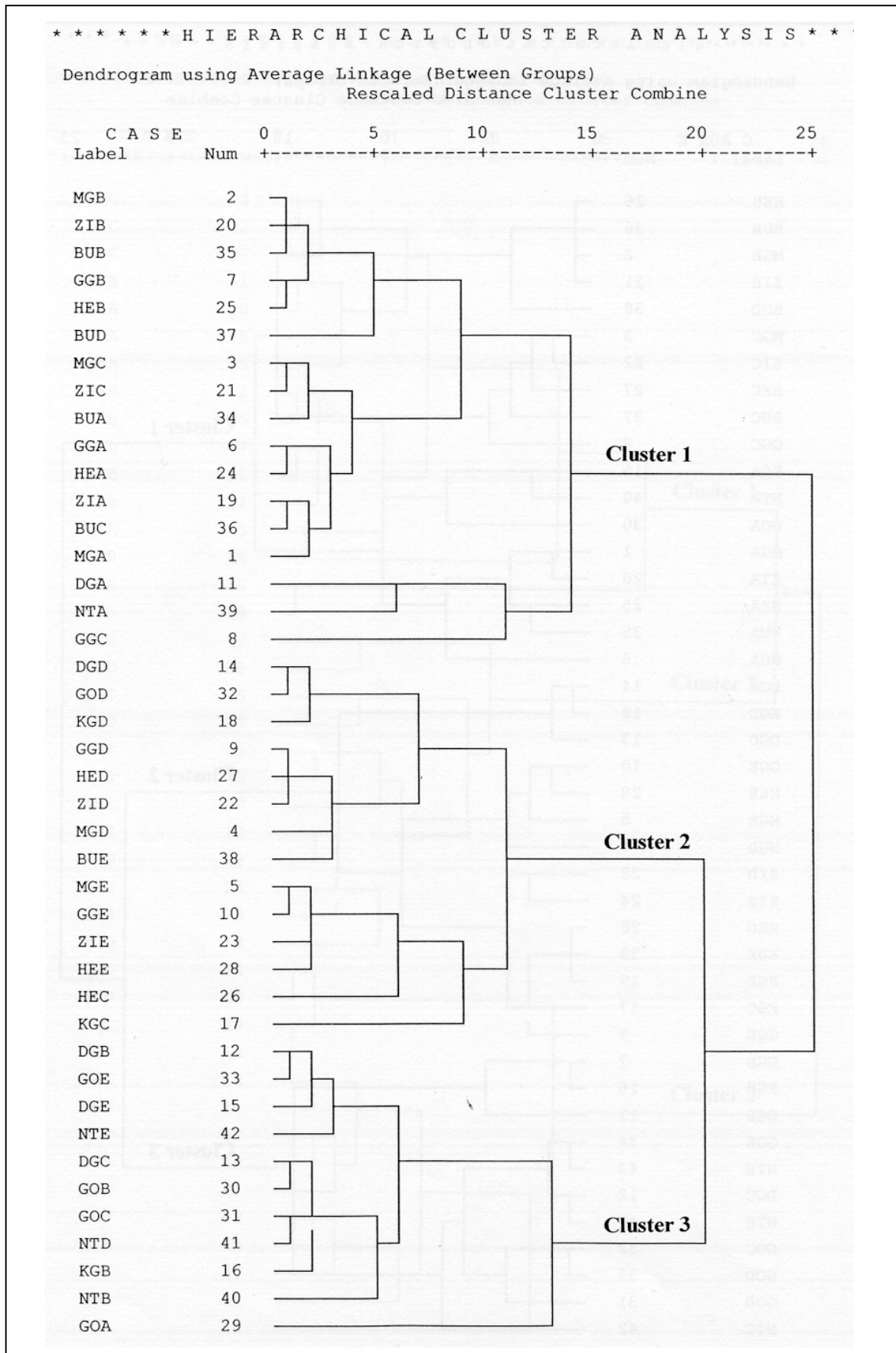


Abb.29: Dendrogramm der Clusteranalyse 1998 (Durchschnittsterritorium pro Teilfläche). Label: Buchstabe 1+2 = Artabkürzung, Buchstabe 3 = Flächenabkürzung.



Tab.23: Clusterzugehörigkeit der Durchschnittsterritorien pro Teilfläche (vgl. Abb.27-29).
 *** = Art nicht vorhanden

Struktureller Charakter der Untersuchungsflächen: „geschlossen“ ↔ „intermediär“ ↔ „offen“															
Art	Untersuchungsfläche und Jahr														
	A			B			C			D			E		
	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98	95	97	98
Mönchsgrasmücke	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Gartengrasmücke	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Dorngrasmücke	■	***	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Klappergrasmücke	***	■	***	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	***
Zilpzalp	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Heckenbraunelle	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Goldammer	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Buchfink	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	***	■	■
Neuntöter	■	■	■	■	■	■	***	■	***	■	■	■	■	■	■

Struktur-Nutzung durch die Vogelarten:	■ Cluster 1 „geschlossen“	■ Cluster 2 „intermediär“	□ Cluster 3 „offen“
--	---------------------------	---------------------------	---------------------

keit für die drei Untersuchungsjahre, geordnet nach Arten und Flächen, dar (Wie nachfolgend ausgelegt wird, sind die einzelnen Hauptcluster in den drei Jahren inhaltlich vergleichbar). In jedem Untersuchungsjahr sind deutlich drei Hauptcluster zu erkennen. Für die Interpretation der Clusterzugehörigkeiten der Arten auf den Teilflächen ist eine genauere Kenntnis der strukturellen Eigenschaften der drei Cluster von großem Vorteil. Stellvertretend für den gesamten Untersuchungszeitraum werden in Abb.30 für das Jahr 1995 die 42 Profile der 7 zugrundegelegten Strukturvariablen dargestellt und der Profilverlauf in Tab.24 charakterisiert. Cluster 1 ist durch hohe Werte bei den Variablen BAUM, STRAUCH2 und FLÄCHE und relativ niedrige Werte bei STRAUCH1 gekennzeichnet. In Cluster 3 ist es genau umgekehrt. Die Variablen BAUM, STRAUCH2 und FLÄCHE weisen (relativ gesehen) geringe Werte und STRAUCH1 gemeinsam mit PUNKT und OHNE hohe Werte auf. Cluster 2 ist gekennzeichnet durch hohe Werte bei STRAUCH1 und LINIE und geringe Werteausprägungen bei den anderen Variablen. Cluster 1 bis 3 stellen somit einen Vegetationsgradienten dar. Cluster 1 steht für Territorien mit eher geschlossenen Strukturen (Schwerpunkt: FLÄCHE und höhere Vegetationsschichten), Cluster 3 für offener strukturierte Territorien (Schwerpunkt: PUNKT, OHNE) und Cluster 2 für „intermediäre“ Strukturen (Schwerpunkt: LINIE). Diese Struktureigenschaften gelten auch für die Cluster 1 bis 3 der Untersuchungsjahre 1997 und 1998. Bei Betrachtung der Dendrogramme (Abb.27 bis 29) fällt folgendes auf:

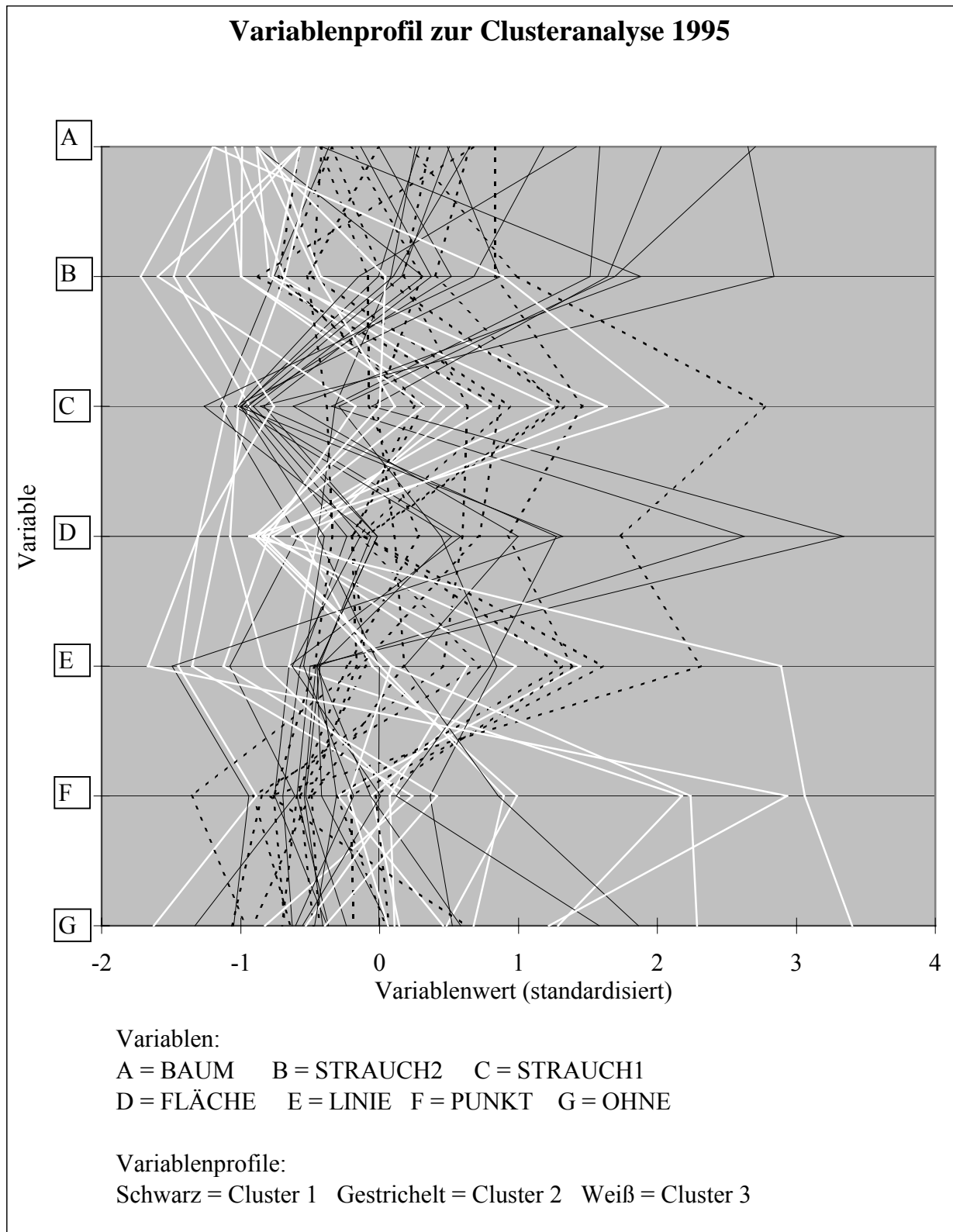





Abb.30: Variablenprofil zur Clusteranalyse 1995. Dargestellt sind die der Abb.27 zugrundeliegenden Werte der 7 Strukturvariablen.

Variable	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
BAUM	H	N	N
STRAUCH2	H	N	N
STRAUCH1	N	H	H
FLÄCHE	H	N (M)	N
LINIE	N (M)	H (M)	N (H)
PUNKT	M	N	H
OHNE	M (N)	N	H
relative Variablenwerte:	hoch 	mittel 	niedrig 

Tab.24: Charakterisierung des Variablenprofils (in Abb.30). Unterschieden werden jeweils innerhalb eines Profils aus den 7 Strukturvariablen die relativen Variablenausprägungen „hoch“, „mittel“ und „niedrig“.

- In Cluster 3 sind fast ausschließlich Offenlandarten (DG, KG, GO, NT) vereinigt, Cluster 1 und 2 teilen sich die anderen Arten. Bei MG, ZI, und BU überwiegt die Anzahl der Objekte in Cluster 1. KG und HE sind überwiegend in Cluster 2 vertreten und die GG ist (über die gesamte Untersuchungszeit hinweg betrachtet) gleichmäßig auf Cluster 1 und 2 verteilt (Tab.23).
- Die Fläche hat großen Einfluss auf die Ähnlichkeit der Durchschnittsterritorien. Die größten Ähnlichkeiten (die ersten Vereinigungen der Äste von links nach rechts) bestehen fast ausschließlich zwischen verschiedenen Arten einer Fläche und nicht innerhalb einer Art auf unterschiedlichen Flächen. Fast sämtliche Objekte (Ausnahme: DG95, GO98) der Fläche A sind in Cluster 1 zusammengefasst. Auf Fläche D werden 2 und auf Fläche E wird kein Objekt Cluster 1 zugeordnet.

Eine weitere Clusteranalyse mit vorgeschalteter Faktorenanalyse wurde für die Durchschnittsterritorien der Arten auf der Gesamtfläche für die drei Untersuchungsjahre gemeinsam durchgeführt (27 Objekte). Die Faktorenanalyse ergab auch hier eine STRAUCH1- und eine STRAUCH2-Hauptkomponente, so dass die Clusteranalyse auf den gleichen 7 Variablen beruht (siehe oben). Das Ergebnis ist in Abb.31 zu sehen. Auch hier kristallisieren sich 3 Gruppen heraus, nämlich Cluster 1 mit MG, GG, ZI, HE und BU, Cluster 2 nur mit der KG und Cluster 3 mit DG, GO und NT.

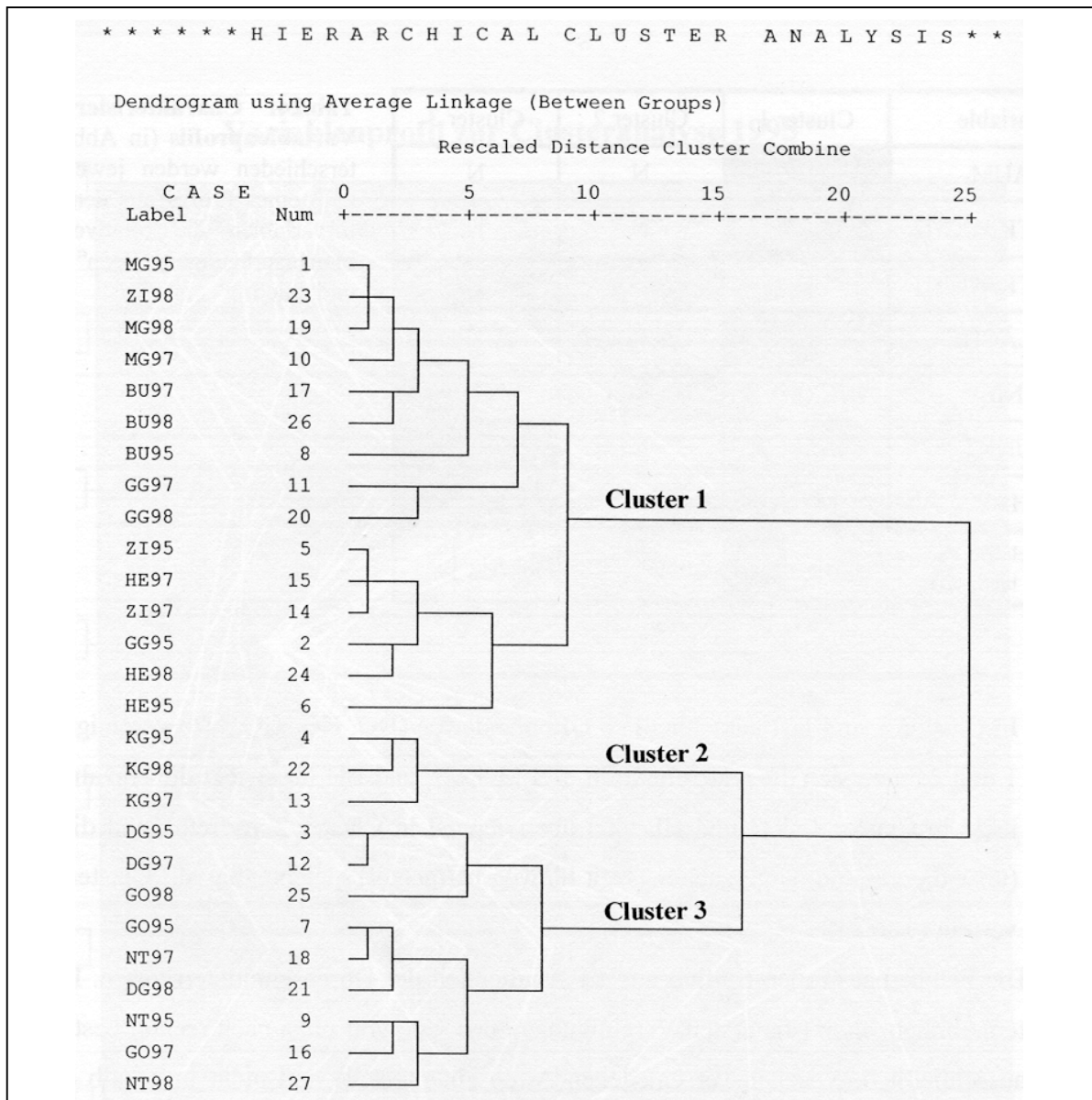


Abb.31: Dendrogramm der Clusteranalyse (Durchschnittsterritorium der Gesamtfläche). Label: Art/Jahr

3.5.3 Diskriminanzanalyse

Die Diskriminanzanalyse ist ein multivariates Verfahren zur Analyse von Gruppenunterschieden, welches formal die Abhängigkeit einer nominalskalierten Variablen (Gruppierungsvariable) von metrisch skalierten Variablen (Merkmalsvariablen der Objekte) untersucht. Die Gruppenzugehörigkeit der Durchschnittsterritorien pro Teilfläche wurde in der Clusteranalyse (Kap. 3.5.2) bestimmt. Die Qualität dieser 3 Hauptcluster in Bezug auf die 7 dort zur Habitatbeschreibung verwendeten Strukturvariablen soll nun für die drei Untersuchungsjahre analysiert werden.

Eine qualitativ gute Gruppierung zeichnet sich durch eine geringe Streuung der Variablenwerte innerhalb eines Clusters und eine große Streuung zwischen den einzelnen Clustern aus. Tab.25 zeigt, stellvertretend für das Jahr 1995, einen Teil des SPSS-Outputs zur Diskriminanzanalyse.

Tab.25: Kenngrößen der Diskriminanzanalyse (Durchschnittsterritorien pro Teilfläche, 1995).

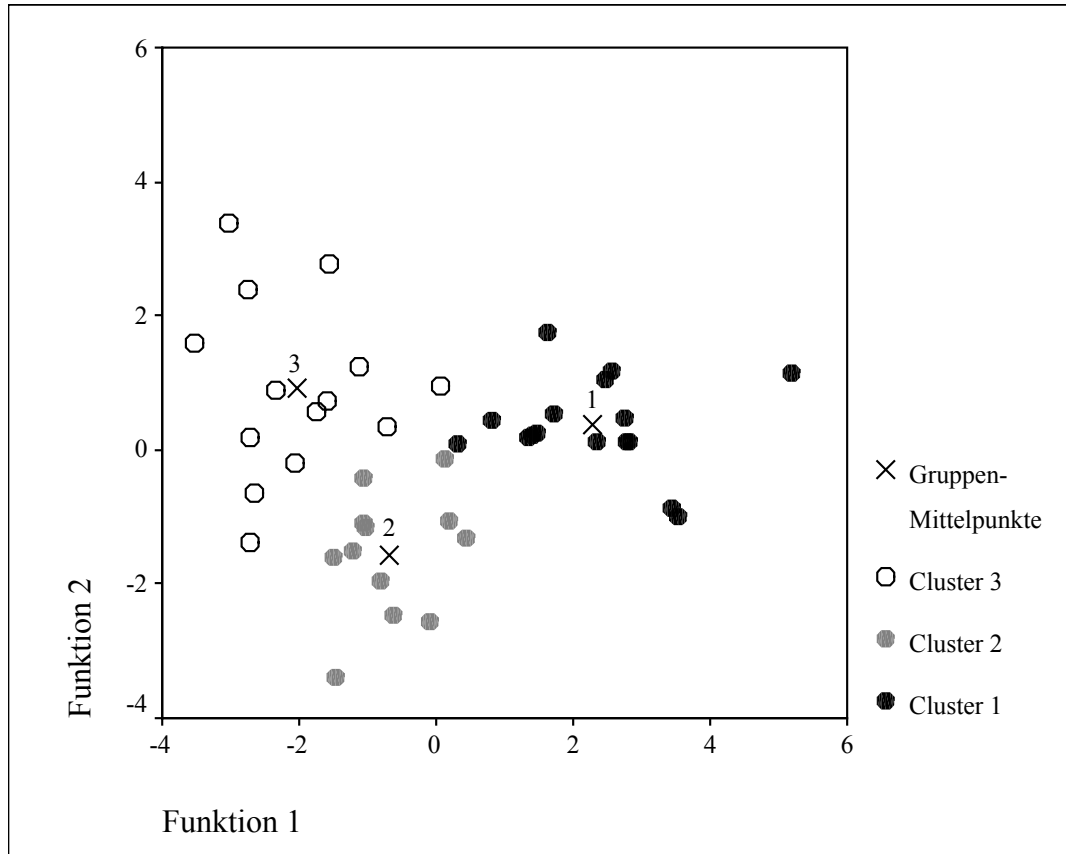
a) Eigenwerte					b) Wilks' Lambda				
Funktion	Eigenwert	% der Varianz	% kumuliert	Kanonische Korrelation	Test der Funktion	Wilks Lambda	Chi Quadrat	df	Signifikanz
1	3,780	77,4	77,4	0,889	1 bis 2	0,100	83,048	14	0,000
2	1,101	22,6	100	0,724	2	0,476	26,725	6	0,000

c) Klassifizierungsergebnisse			
tatsächliche Gruppenzugehörigkeit	vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit		
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Cluster 1 (16 Fälle)	15 (93,8%)	1 (6,3%)	0 (0%)
Cluster 2 (12 Fälle)	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)
Cluster 3 (14 Fälle)	0 (0%)	1 (7,1%)	13 (92,9%)

95,2% der ursprünglich gruppierten Fälle wurden korrekt klassifiziert

Aufgrund der 7 Strukturvariablen wird ein Diskriminanzmodell erstellt. Bei 3 Gruppen ergeben sich 2 Diskriminanzfunktionen, auf deren Basis Diskriminanzwerte errechnet werden, die innerhalb einer Gruppe möglichst wenig und zwischen den Gruppen möglichst stark streuen. Die Güteeigenschaften dieser Funktionen sind in Tab.25a (Eigenwerte) abzulesen. Der Eigenwert einer Funktion errechnet sich aus dem Verhältnis der Streuung zwischen den Gruppen (erklärte Streuung) zur Streuung in den Gruppen (nicht erklärte Streuung). Definitionsgemäß werden für ein gutes Diskriminanzmodell möglichst hohe Eigenwerte gewünscht. Die Spalte „% der Varianz“ besagt, dass 77,4% der Streuung zwischen den Gruppen auf die erste Funktion und 22,6% auf die zweite Funktion zurückgehen. Die erste Funktion trägt also wesentlich stärker zur Trennung der Gruppen bei. Wilks' Lambda (Tab.25b) ist ein weiteres Gütemaß und errechnet sich aus dem Verhältnis der nicht erklärten Streuung zur Gesamtstreuung, so dass möglichst geringe Werte gefordert werden. Bei Berücksichtigung beider Funktionen ergibt sich ein Wert von etwa 0,1, der - wie gefordert - sehr klein ist. Die Werte rechts (Signifikanz) zeigen, dass sich die Gruppenmittelwerte der Funktionswerte jeweils bei beiden

Funktionen signifikant unterscheiden (Irrtumswahrscheinlichkeit annähernd 0%). In der Zusammenschau aller Gütekriterien kann also festgestellt werden, dass beide Funktionen des Diskriminanzmodells gute Trenneigenschaften besitzen. Eine graphische Darstellung der 3 Cluster aufgrund ihrer Diskriminanzwerte liefert Abb.32 in Form eines sog. Scatterplots. Für jedes Objekt sind (bei 2 Diskriminanzfunktionen) 2 Diskriminanzwerte in der Diskriminanzebene dargestellt. Die drei Gruppen sind deutlich gegeneinander abgegrenzt, mit weit auseinanderliegenden Gruppenzentroiden (Mittelwerten). Cluster 1 wird von Cluster 2 und 3 durch die 1. Diskriminanzfunktion getrennt und weist hier höhere Diskriminanzwerte als die beiden anderen auf. Die Trennung von Cluster 2 und 3 erfolgt stärker über die 2. Diskriminanzfunktion, wobei die Diskriminanzwerte von Cluster 3 höher als die von Cluster 2 sind. Die Scatterplots der Untersuchungsjahre 1997 und 1998 zeigen die Abb.33 und 34. Da bei Korrelationen zwischen den Merkmalsvariablen nicht ohne weiteres von den einzelnen Diskriminanzkoeffizienten auf deren Erklärungsgehalt geschlossen werden kann (BROSIUS & BROSIUS 1995:781), wurde auf eine genauere Analyse der Diskriminanzfunktionen verzichtet.



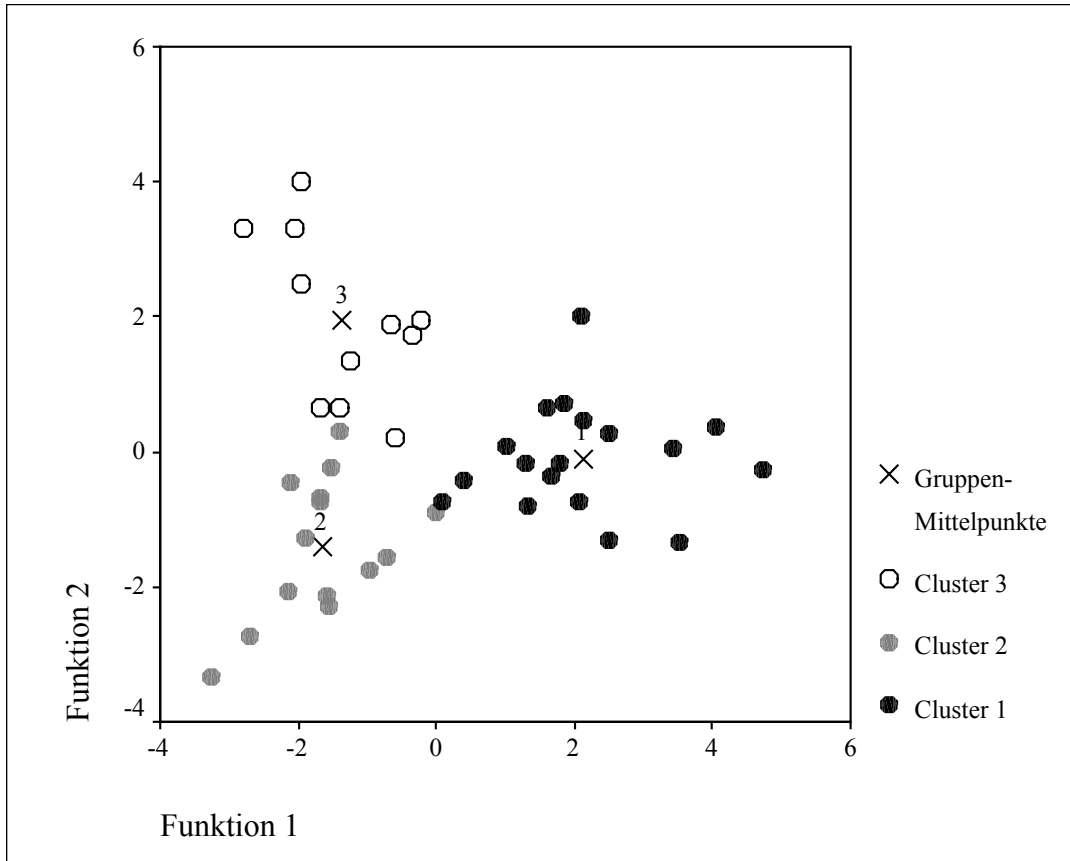


Abb.33: Scatterplot der Diskriminanzwerte 1997 (Durchschnittsterritorium pro Teilfläche)

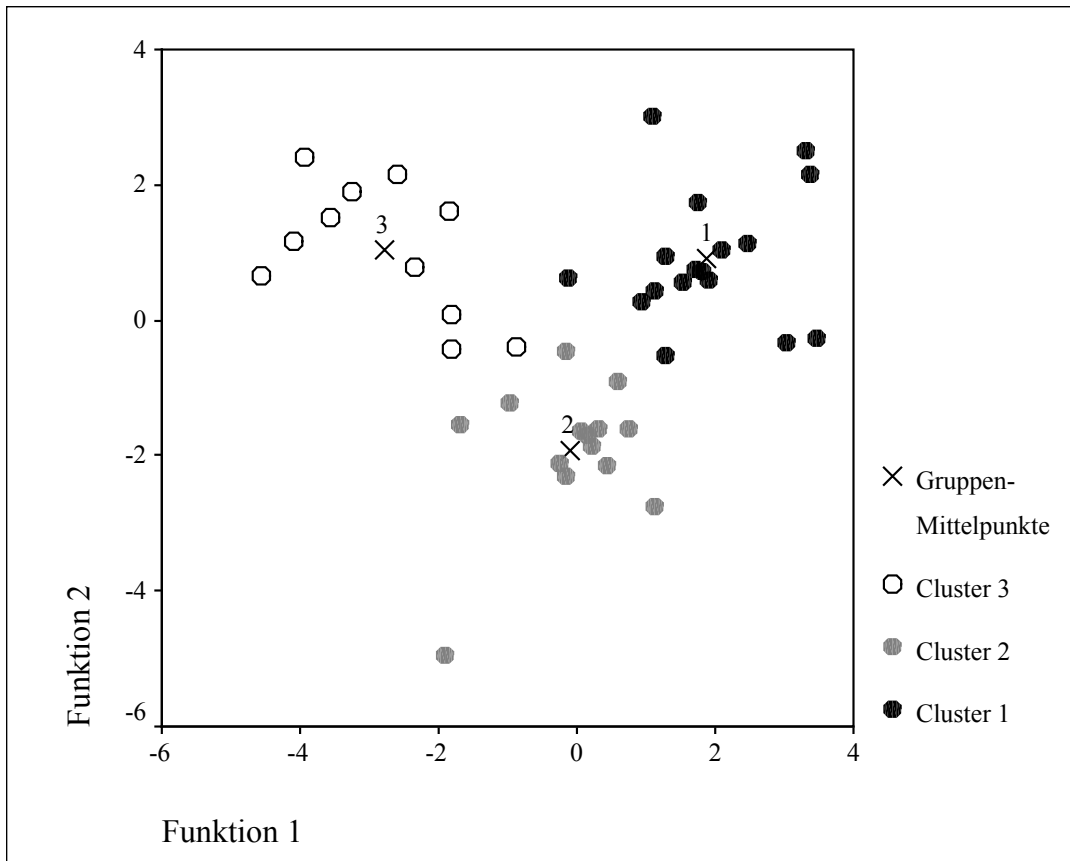


Abb.34: Scatterplot der Diskriminanzwerte 1998 (Durchschnittsterritorium pro Teilfläche)

Tab.25c zeigt die aufgrund des Diskriminanzmodells vorgenommenen Gruppenzuordnungen der Objekte im Vergleich zu deren tatsächlichen Gruppenzugehörigkeit und kann als das „greifbarste“ Maß für die Qualität des Modells angesehen werden. Lediglich 2 Objekte wurden aufgrund der Diskriminanzwerte falsch klassifiziert, was einer Trefferquote von 95,2% entspricht. Die Klassifizierungsergebnisse von 1997 (Trefferquote: 95,3%) und 1998 (Trefferquote: 97,6%) sind den Tab.26 und 27 zu entnehmen. Diese Ergebnisse sprechen also für eine sinnvolle Klassifizierung der Objekte durch die Clusteranalyse.

tatsächliche Gruppenzugehörigkeit	vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit		
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Cluster 1 (18 Fälle)	17 (94,4%)	1 (5,6%)	0 (0%)
Cluster 2 (14 Fälle)	0 (0%)	13 (92,9%)	1 (7,1%)
Cluster 3 (11 Fälle)	0 (0%)	0 (0%)	11 (100%)

95,3% der ursprünglich gruppierten Fälle wurden korrekt klassifiziert

Tab.26: Klassifizierungsergebnisse des Diskriminanzmodells 1997 (Durchschnittsterritorium pro Teilfläche)

tatsächliche Gruppenzugehörigkeit	vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit		
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Cluster 1 (17 Fälle)	17 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
Cluster 2 (14 Fälle)	0 (0%)	14 (100%)	0 (0%)
Cluster 3 (11 Fälle)	0 (0%)	1 (9,1%)	10 (90,9%)

97,6% der ursprünglich gruppierten Fälle wurden korrekt klassifiziert

Tab.27: Klassifizierungsergebnisse des Diskriminanzmodells 1998 (Durchschnittsterritorium pro Teilfläche)

Abschließend soll der Frage nachgegangen werden, wie konstant die strukturellen Charakteristika der Territorien im intraspezifischen Vergleich sind, denn es ist denkbar, dass die Durchschnittswerte der zuvor durchgeführten Analyse auf sehr stark streuenden Einzelwerten beruhen. Deshalb wurde erneut eine Diskriminanzanalyse durchgeführt, und zwar mit den individuellen Territorien der 9 Arten (1995: 315 Objekte, 1997: 331 Objekte, 1998: 298 Objekte). Eine vorgeschaltete Faktorenanalyse resultierte in den beiden bekannten Faktoren STRAUCH1 und STRAUCH2 aus den Schichtvariablen zur Vegetationsmenge S1 bis S7, so dass die gleichen 7 Variablen (STRAUCH1, STRAUCH2, BAUM, OHNE, PUNKT, LINIE, FLÄCHE) verwendet werden konnten. Die Verteilung der z-standardisierten Variablenwerte (1995) ist in den Boxplots in Anhang V dargestellt. Die Gruppenzugehörigkeiten richteten

sich weiterhin nach den Durchschnittswerten einer Art auf einer Teilfläche (Tab.23). Wenn also die Mönchsgrasmücke auf Teilfläche A zu Cluster 1 gehört und 11 MG auf Fläche A vorkamen, wurden alle 11 diesem Cluster zugeordnet. Die Scatterplots in Abb.35 bis 37 lassen weiterhin die 3 Gruppen deutlich erkennen, die Gruppenzentroide sind gegenüber den Abb.32 bis 34 allerdings enger zusammengerückt und die Gruppenüberschneidungen sind stärker. Die Tab.28 bis 30 zeigen die Trefferquoten der Zuordnung. Ungefähr 2/3 (63,5% - 70,8%) aller Fälle wurden korrekt klassifiziert, was im Vergleich zu einer zufälligen Trefferquote von 33,3% (bei drei Gruppen) ein äußerst hoher Wert ist. Tab.31 schlüsselt für die einzelnen Arten auf, wieviele Individuen (absolut und prozentual) jeweils durch das Diskriminanzmodell falsch klassifiziert werden.

tatsächliche Gruppenzugehörigkeit	vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit		
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Cluster 1 (133 Fälle)	87 (65,4%)	21 (15,8%)	25 (18,8%)
Cluster 2 (89 Fälle)	15 (16,9%)	63 (70,8%)	11 (12,4%)
Cluster 3 (93 Fälle)	18 (19,4%)	25 (26,9%)	50 (53,8%)

63,5% der ursprünglich gruppierten Fälle wurden korrekt klassifiziert

Tab.28: Klassifizierungsergebnisse des Diskriminanzmodells 1995 (Territorien der Vogelindividuen)

tatsächliche Gruppenzugehörigkeit	vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit		
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Cluster 1 (160 Fälle)	108 (67,5%)	34 (21,3%)	18 (11,3%)
Cluster 2 (95 Fälle)	14 (14,7%)	69 (72,6%)	12 (12,6%)
Cluster 3 (76 Fälle)	13 (17,1%)	17 (22,4%)	46 (60,5%)

67,4% der ursprünglich gruppierten Fälle wurden korrekt klassifiziert

Tab.29: Klassifizierungsergebnisse des Diskriminanzmodells 1997 (Territorien der Vogelindividuen)

tatsächliche Gruppenzugehörigkeit	vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit		
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Cluster 1 (147 Fälle)	100 (68,0%)	35 (23,8%)	12 (8,2%)
Cluster 2 (98 Fälle)	12 (12,2%)	77 (78,6%)	9 (9,2%)
Cluster 3 (53 Fälle)	8 (15,1%)	11 (20,8%)	34 (64,2%)

70,8% der ursprünglich gruppierten Fälle wurden korrekt klassifiziert

Tab.30: Klassifizierungsergebnisse des Diskriminanzmodells 1998 (Territorien der Vogelindividuen)

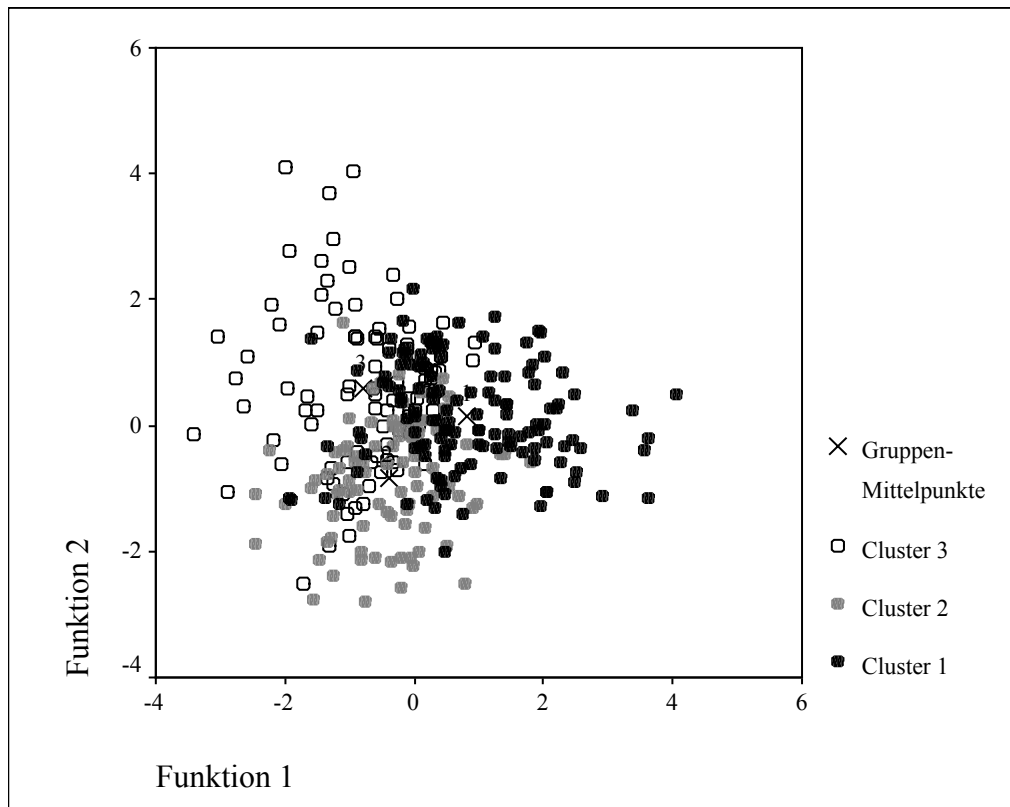


Abb.35: Scatterplot der Diskriminanzwerte 1995 (Territorien der Vogelindividuen)

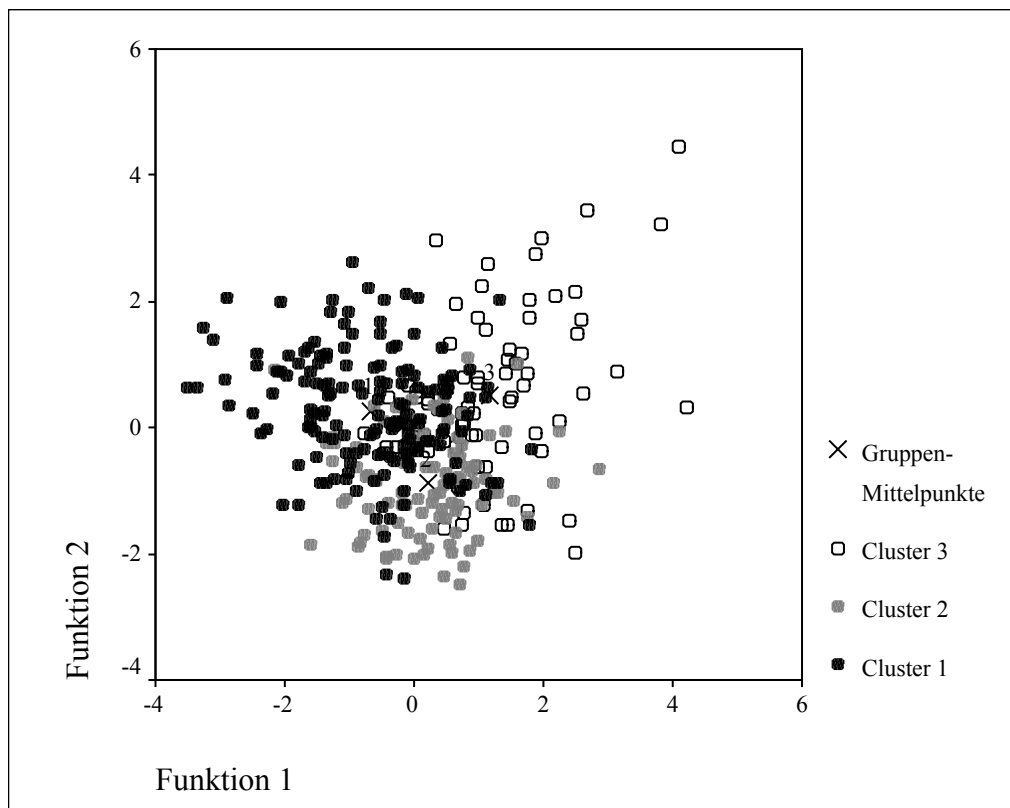


Abb.36: Scatterplot der Diskriminanzwerte 1997 (Territorien der Vogelindividuen)

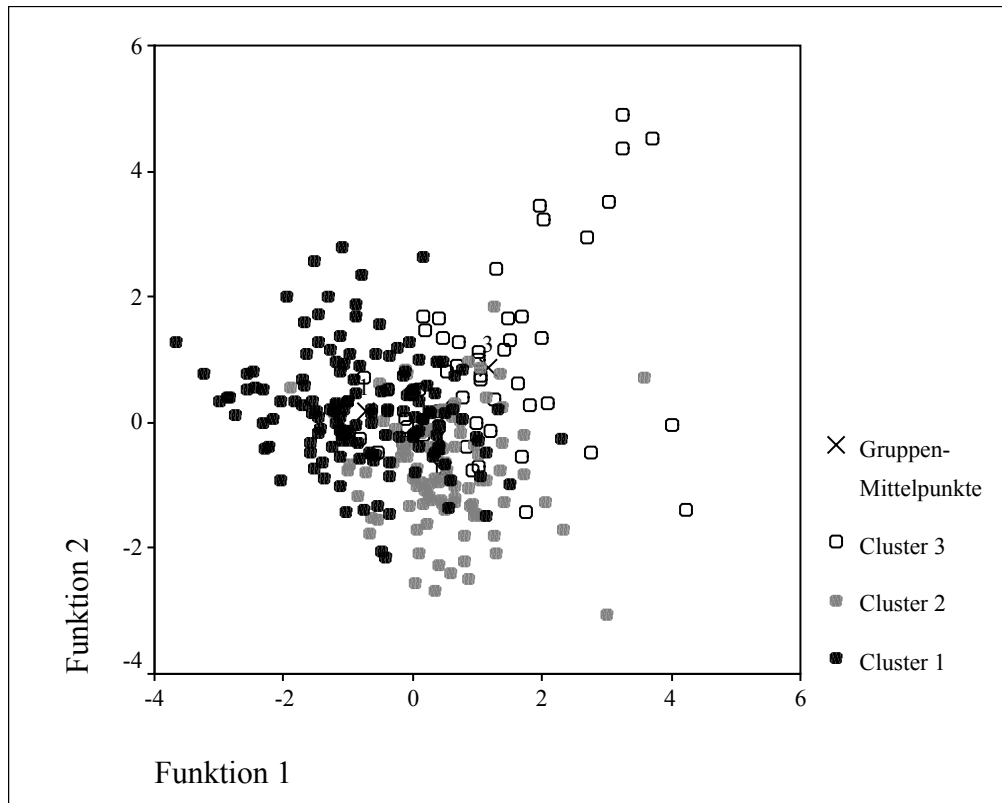


Abb.37: Scatterplot der Diskriminanzwerte 1998 (Territorien der Vogelindividuen)

Tab.31: Anteil der Fehlklassifizierungen des Diskriminanzmodells für die einzelnen Arten (Territorien der Vogelindividuen) 1995-1998.

	Fehlklassifizierungen des Diskriminanzmodells					
	absolute Anzahl der Individuen			relativer Anteil in Prozent		
	1995	1997	1998	1995	1997	1998
Mönchsgrasmücke	13	20	14	25,5	33,9	26,9
Gartengrasmücke	17	23	12	32,1	47,9	29,3
Dorngrasmücke	8	15	15	28,6	42,9	50,0
Klappergrasmücke	9	6	1	64,3	40,0	14,3
Zilpzalp	12	11	14	29,3	22,0	27,5
Heckenbraunelle	14	11	8	40,0	28,9	21,6
Goldammer	30	15	11	55,6	34,1	27,5
Buchfink	11	6	12	35,5	18,2	37,5
Neuntöter	1	1	0	12,5	11,1	0,0

3.6 Interspezifische Konkurrenz

Dieses Kapitel soll die Grundlage für die Diskussion einer möglichen interspezifischen Konkurrenz zwischen Mönchsgrasmücke (MG) und Gartengrasmücke (GG) liefern (vgl. Kap. 4.4). Ein wichtiger Hinweis auf Konkurrenzerscheinungen ist die räumliche Verteilung der untersuchten Individuen (MARTIN 1983). Die Abb.38 bis 40 zeigen die Grenzen der Territorien von MG und GG auf Teilfläche D in den Jahren 1995-98. Es ist deutlich zu erkennen, dass es nur geringe räumliche Überschneidungen zwischen beiden Arten gibt. Auf den anderen Teilflächen waren die Verhältnisse nicht ganz so eindeutig wie auf Fläche D. Eine gegenseitige räumliche Meidung beider Arten ist aber auch dort erkennbar.

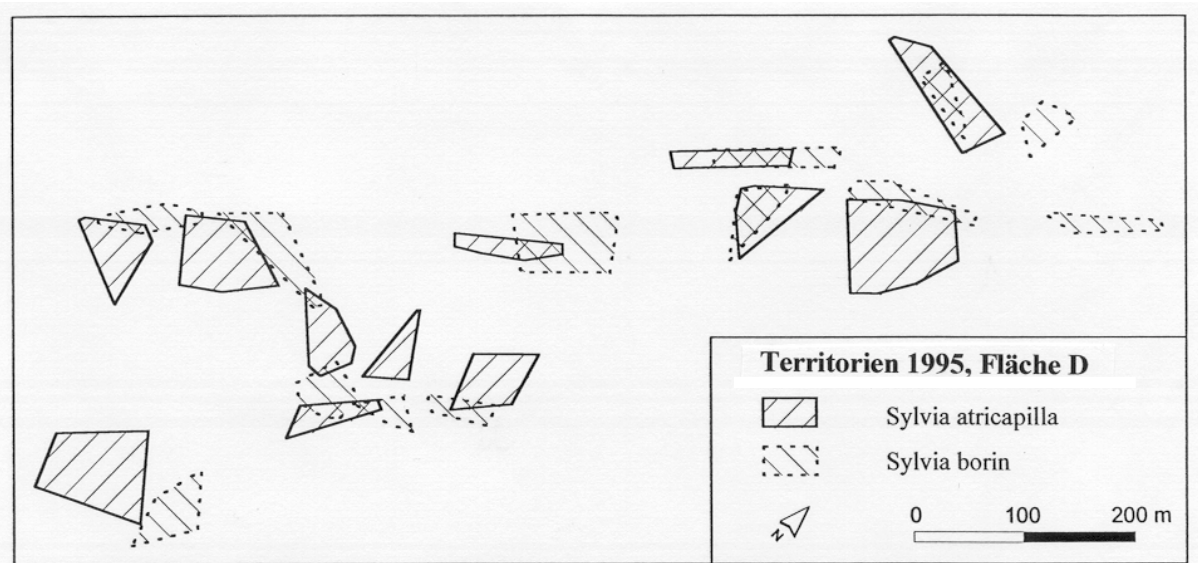


Abb.38: Territoriumsgrenzen von Mönchsgrasmücke und Gartengrasmücke 1995 (Fläche D)

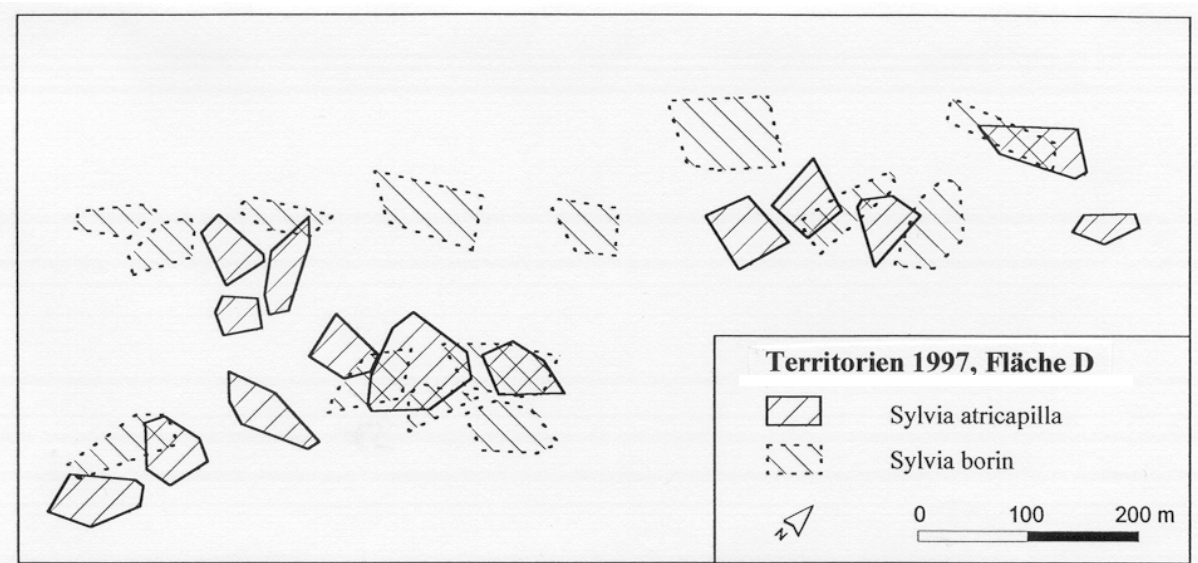


Abb.39: Territoriumsgrenzen von Mönchsgrasmücke und Gartengrasmücke 1997 (Fläche D)

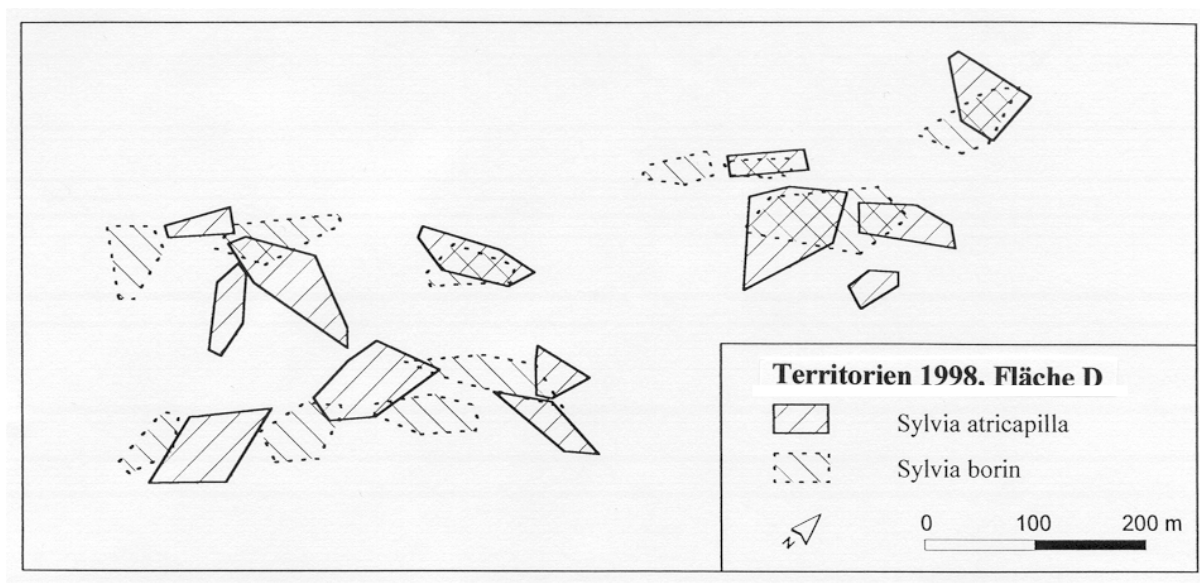


Abb.40: Territoriumsgrenzen von Mönchsgrasmücke und Gartengrasmücke 1998 (Fläche D)

Die Analyse der selektierten Habitatstrukturen des Artenpaares wurde analog zu Kap. 3.5, getrennt für jedes Jahr, durchgeführt. Mit Hilfe einer Diskriminanzanalyse (mit vorgeschalteter Faktorenanalyse) auf der Basis der bereits bekannten 7 Strukturvariablen BAUM; STRAUCH1, STRAUCH2, OHNE, PUNKT, LINIE, FLÄCHE (Boxplots der Variablenwerte 1995 im Anhang VI) wurde getestet, ob MG und GG aufgrund ihres Habitatwahlverhaltens statistisch getrennt werden können (Zwei-Gruppen-Modell). Tab.32 ist zu entnehmen, dass die Ergebnisse dieses Diskriminanzmodells sehr schlecht sind, mit durchgängig geringen Anteilen korrekt klassifizierter Vogelterritorien.

Tab.32: Klassifizierungsergebnisse des Diskriminanzmodells für das Artenpaar Mönchsgrasmücke / Gartengrasmücke (Zwei-Gruppen-Modell)

tatsächliche Gruppenzugehörigkeit (Art)	vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit					
	1995		1997		1998	
	Mönchsgrasmücke	Gartengrasmücke	Mönchsgrasmücke	Gartengrasmücke	Mönchsgrasmücke	Gartengrasmücke
Mönchsgrasmücke	58,8%	41,2%	64,4%	35,6%	63,5%	36,5%
Gartengrasmücke	28,3%	71,7%	22,9%	77,1%	22,0%	78,0%
Korrekte Zuordnung (Gesamtanteil)	65,4%		70,1%		69,9%	

Jahr	Anteil korrekter Zuordnung [%]
1995	93,3
1997	83,2
1998	91,4

Tab.33: Klassifizierungsergebnisse des Diskriminanzmodells für das Artenpaar Mönchsgrasmücke / Gartengrasmücke (Drei-Gruppen-Modell)

Dabei werden mehr MG-Territorien der GG zugeordnet als umgekehrt. Eine zufällige Trefferquote eines Zwei-Gruppen-Modells läge bei 50%. Die Quoten des Diskriminanzmodells liegen mit Werten zwischen 65,4% und 70,1% nur geringfügig darüber. Das schlechte Trennvermögen dieses Modells war Anlass für ein weiteres Diskriminanzmodell. Für jedes Untersuchungs-jahr getrennt wurden die MG- und GG-Territorien jeweils gemeinsam einer Clusteranalyse unterzogen, basierend auf den oben erwähnten 7 Strukturvariablen. Als Ergebnis konnten drei Hauptcluster unterschieden werden, von denen keiner eindeutig durch eine Art zahlenmäßig dominiert wurde. Die nachfolgende Diskriminanzanalyse sollte die Qualität dieser drei Hauptcluster, welche die Gruppenzugehörigkeit der Vogelindividuen bestimmen, untersuchen (Drei-Gruppen-Modell). Für jedes Untersuchungs-jahr können sehr gute Klassifizierungsergebnisse konstatiert werden (Tab.33), von 83,2% bis 93,3% reichend. Der Scatterplot von 1995 in Abb.41 bietet, stellvertretend für den gesamten Untersuchungszeitraum, einen optischen Eindruck der drei Gruppen, die als deutliche Cluster mit geringer gegenseitiger Durchdringung erkennbar sind.

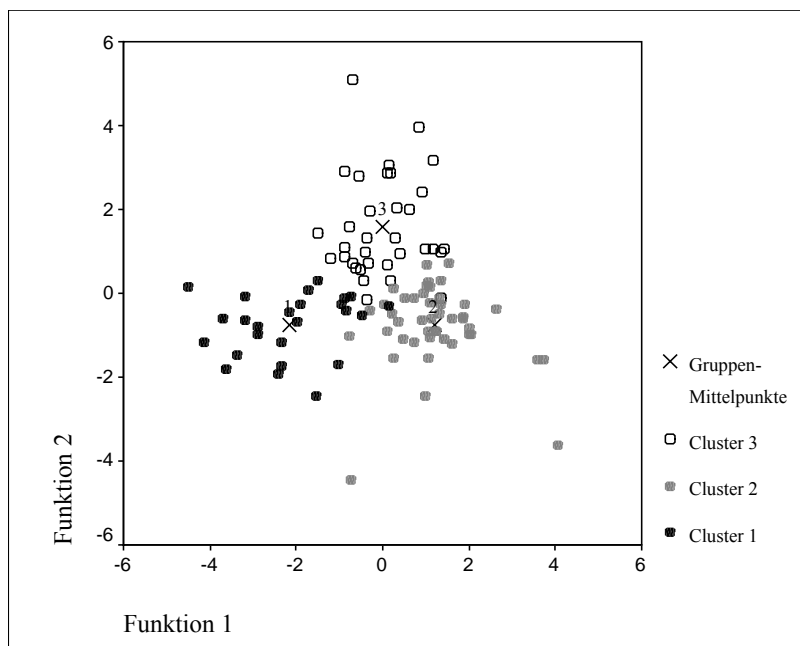


Abb.41: Scatterplot der Diskriminanzwerte 1995 (Artenpaar Mönchsgrasmücke / Gartengrasmücke)

4 DISKUSSION

4.1 Vorüberlegungen

Die selektierten Anteile der auf einer Fläche angebotenen Habitatstrukturen sind das Ergebnis eines mehrstufigen Entscheidungsprozesses der untersuchten Vogelindividuen (vgl. Kap. 1.2). Nach der Art der Habitatselektion lassen sich sog. Generalisten und Spezialisten unterscheiden. Ein Generalist ist eine unspezialisierte Art mit hoher ökologischer Potenz und entsprechender Breite der ökologischen Nische. Er ist in der Lage, aus einem weiten Ressourcenspektrum auszuwählen. Im Gegensatz dazu nutzt ein Spezialist nur einen engen Bereich der angebotenen Ressourcen und nimmt dementsprechend eine relativ enge ökologische Nische ein.

Bei der Anwendung dieser beiden Begriffe treten allerdings zwei Schwierigkeiten auf. Auf der einen Seite ist der Maßstab der Betrachtungsweise entscheidend. Es muss deutlich sein, welche Habitate der Definition, ob eine Art Spezialist oder Generalist ist, zugrundegelegt werden. Eine Art kann als Spezialist bezeichnet werden, wenn sie beispielsweise ausschließlich in Wäldern vorkommt. Innerhalb dieses Lebensraumes kann diese Art jedoch ein Generalist sein, der in der Lage ist, die unterschiedlichsten Waldgesellschaften gleichermaßen zu nutzen. Auf der anderen Seite liegt eine Schwierigkeit darin, dass in Bezug auf die Habitatwahl zwischen den Fähigkeiten bzw. dem Potential einer Art („ability“) und dem tatsächlichen Habitatwahlverhalten der Vogelindividuen („behaviour“) unterschieden werden muss. Während das Begriffspaar „Generalist / Spezialist“ die Fähigkeiten kennzeichnet, sollen für das Habitatwahlverhalten die Begriffe „Opportunist“ bzw. „Selektierer“ verwendet werden. Ein Opportunist nutzt Habitate so, wie er sie vorfindet, ein Selektierer wählt bestimmte Ressourcen aus, wobei der Übergang zwischen beiden Begriffen fließend ist. Es ist nun durchaus denkbar, dass es Generalisten gibt, die in einem Lebensraum selektierendes Verhalten zeigen (ROSENZWEIG 1985:518).

Für die Interpretation der Ergebnisse dieser Studie ist zu beachten, dass die verwendeten Verfahren zwar statistische Zusammenhänge aufdecken, eine kausale Bedeutung für den Vogel damit aber nicht zwangsläufig verbunden ist. Es kann zunächst nur festgestellt werden, dass bestimmte Strukturen in den Territorien proportional häufiger oder seltener vorkommen als sie angeboten werden, aber nicht, ob diese Verschiebungen auf aktiven Auswahlvorgängen des Vogels beruhen (geschweige denn das Habitatwahlpotential einer Art widerspiegeln). Derartige Aussagen sind nur auf der Grundlage ökologischer Experimente möglich, die im Freiland schwer durchführbar sind (vgl. z.B. HAIRSTON 1989, JAMES & MCCULLOCH 1985).

Statistische Ergebnisse liefern aber eine objektive Argumentationsbasis für eine kausale Interpretation. Die Grundannahme zur Interpretation der beobachteten Häufigkeitsverschiebungen lautet, dass eine Vogelart, die sich opportunistisch verhält, die Strukturen proportional zum Angebot nutzt. Dieser Nutzungstyp definiert den Erwartungswert der Strukturvariablen. Abweichungen von den erwarteten Häufigkeiten nach oben bzw. unten werden als Bevorzugung bzw. Meidung von Strukturen, also als positive bzw. negative Formen selektierenden Verhaltens, interpretiert.

Die Raumeinheiten werden jedoch als Ganzes dem Vogel angeboten und auch als Ganzes vom Vogel ausgewählt. Es ist denkbar, dass bestimmte Strukturen sich nur deshalb in den Territorien „anreichern“, weil andere, benachbarte Strukturen stark gemieden werden. Umgekehrt ist es möglich, dass Strukturen besonders selten in den Territorien gefunden werden, weil der Vogel andere bevorzugt selektiert. Im ersten Fall kann man ebenso wenig von Bevorzugung wie im zweiten Fall von Meidung der entsprechenden Strukturen sprechen, sondern eher von einer passiven Auswahl. Wir wissen aber nicht, welche Faktoren als „Schlüsselstrukturen“ wirklich relevant sind und ob es neutrale Strukturen gibt, welche die Habitatwahl weniger beeinflussen. Trotzdem bietet das Datenmaterial Möglichkeiten, durch die Kombination verschiedener Informationsquellen (Stärke der Häufigkeitsverschiebungen von Strukturklassen und -typen, räumliche und zeitliche Konstanz der Nutzungsmuster etc.) und die Auswertung von Literaturdaten Rückschlüsse auf die Bedeutung der einzelnen Faktoren zu ziehen.

Beim interspezifischen Vergleich der strukturellen Ausstattung der Territorien darf bei großer Ähnlichkeit aber nicht automatisch auf Konkurrenz geschlossen werden (HURLBERT 1978, COLWELL & FUTUYMA 1971). Genau das Gegenteil kann der Fall sein, wenn andere Mechanismen wie z.B. Nahrungswahl oder unterschiedliche Jagdstrategien eine Trennung gewährleisten.

4.2 Vergleichende autökologische Untersuchungen

4.2.1 Mönchsgrasmücke

Die Mönchsgrasmücke (MG) besiedelt alle Waldtypen und höheren Gebüschformationen und wird von BERTHOLD et al. (1990) als die vielseitigste aller Grasmücken bezeichnet. Sie bevorzugt frische, halbschattige Lagen gegenüber offenen, sonnigen Gebieten und meidet baumfreie Strauchbestände (BERTHOLD & SCHLENKER 1991, BEZZEL 1993). Auch BLANA (1978)

und MAGERL (1984) betonen, dass das Vorhandensein von Bäumen entscheidend für ihr Vorkommen ist. Ein Hinweis von BERTHOLD et al. (1990:57) zeigt allerdings die Flexibilität dieser Grasmücke: „selbst in niedrigen Gebüschern der offenen Feldflur, z.B. in Schlehengebüschern auf trockenen Steinriegeln, wo normalerweise die Dorngrasmücke siedelt, kann sie gelegentlich brüten.“

Gesangs- und Hauptaufenthaltort sind die höheren Vegetationsschichten. Die Nahrungssuche findet auch in den unteren Schichten statt (KOPP 1970, MAGERL 1984). Die Nester sind überwiegend in der unteren Strauchschicht zu finden. BAIRLEIN et al. (1980) stellten in Süddeutschland eine durchschnittliche Nesthöhe von $1,04 \pm 0,59$ m fest. BOCHENSKI (1985) nennt für Polen 1,08 m. MASON (1976) kommt für Großbritannien allerdings mit ca. 0,7 m zu einem deutlich niedrigeren Wert. Für die Umgebungsvegetation, die für die Anlage und Deckung des Nestes wesentlich ist, nennt BAIRLEIN (1978) eine Durchschnittshöhe von $2,02 \pm 0,75$ m (0,75-4,00 m). PFISTER et al. (1986) bemerkten bei der MG eine leichte Bevorzugung flächig geschlossener Hecken. Eine gut ausgebildete Strauchschicht ist daher wichtig, nach Einschätzung von MAGERL (1984) aber nicht zwingend notwendig. BERTHOLD et al. (1990:59) stellen fest: „In der Habitatwahl kommt es zu vielfältigen Überschneidungen mit anderen Grasmückenarten. In Mitteleuropa treten sie am stärksten mit der Gartengrasmücke auf, von der sich die Habitate nur graduell unterscheiden lassen.“ (vgl. auch CODY 1978). Ähnlichkeiten und Unterschiede beider Arten werden in Kapitel 4.2.2 erörtert.

Abb.42 zeigt die Verbreitung der MG im Untersuchungsgebiet. Es ist deutlich zu erkennen, dass diese Art sowohl halboffene Strukturen als auch Waldstandorte mit hohen Rasterfrequenzen besiedelt, was ihre Vielseitigkeit bei der Habitatwahl unterstreicht. Analysiert man die Verhältnisse innerhalb der halboffenen Strukturen genauer, so zeigt Tab.12 in allen drei Untersuchungsjahren eine starke Bevorzugung der Strukturklasse J, bei gleichzeitig starker Meidung der Klasse A. Deutlich werden auch die sich im Vegetationsgradienten direkt anschließenden Strukturklassen gemieden (Klasse B) bzw. bevorzugt (Klasse I). Generell werden die Klassen ohne Oberschicht unterproportional genutzt, mit Ausnahme der Klasse F, die den Typ „Hohe Gebüsch“ repräsentiert. Tab.12 belegt auch, dass das Selektionsverhalten bezüglich der einzelnen Strukturklassen sowohl zeitlich als auch räumlich sehr konstant ausgeprägt ist. Die Selektionsrichtungen (über- bzw. unterproportionale Nutzung) der wichtigsten, in Tab.12 durch Flächen- oder Strichmuster gekennzeichneten Strukturklassen stimmen in den drei Untersuchungsjahren auf jeweils 4 von 5 bis 5 von 5 Teilflächen mit den Verhältnissen auf der Gesamtfläche überein.

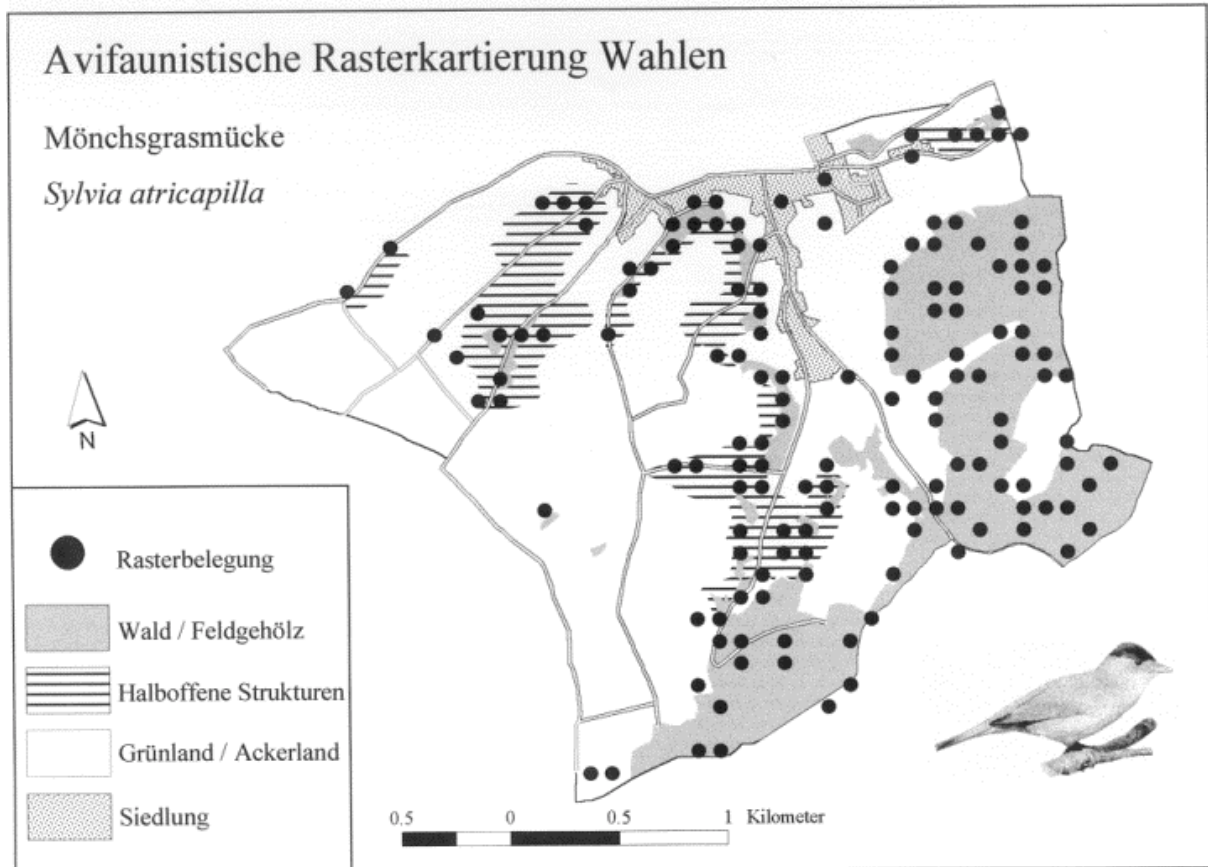


Abb.42: Verbreitung der Mönchsgrasmücke im Untersuchungsgebiet. Brutvogelrasterkartierung nach EBERHARDT & ELLE (1994).

Die große Bedeutung der Oberschicht (ab 7m Höhe) für die MG wird aus der im gesamten Untersuchungszeitraum hochsignifikanten Häufigkeitsverschiebung zugunsten von Oberschicht-Rastern deutlich (Abb.14, oberste Schicht S7-8). Trotz der starken Meidung der Strauchklassen ist die untere Vegetationsschicht gekennzeichnet durch leichte, in zwei Untersuchungsjahren signifikante Verschiebungen zugunsten von Rastern mit bodennaher Vegetation (Abb.15, unterste Schicht S1-2), was für einen Einfluss dieser unteren Schichten bei der Habitatwahl spricht. Bezüglich der Krautschicht (Abb.24) sind in der Gesamtbetrachtung keine deutlichen Abweichungen vom Gesamtangebot der Untersuchungsflächen erkennbar.

Die Nischenbreite liegt im mittleren Bereich (Tab.16). Insbesondere auf Fläche A ist für die MG die strukturelle Zusammensetzung sehr günstig. Das äußert sich darin, dass die Nischenwerte dort höher als auf der Gesamtfläche sind und die Strukturklassennutzung nicht signifikant von einer proportionalen Nutzung abweicht (Tab.13-15). Die Ursache dafür ist in der geringen Anzahl der Strukturklassen A bis D und den zugleich hohen Werten der Klassen H bis J auf dieser Fläche zu sehen (Abb.18).

Die Strukturtypenprofile in Abb.20.1a-c sehen für die MG in den Jahren 95-98 nahezu identisch aus. Das spricht für eine hohe Konstanz des Habitatwahlverhaltens. Abb.20.1d zeigt,

dass in allen 8 Schichten hochsignifikante Verschiebungen gegenüber dem Angebot auftreten. Die Verhältnisse sind in Unter- Mittel- und Oberschicht zugunsten flächiger Strukturen verschoben, in der Unter- und Oberschicht in Kombination mit linienhaften Strukturen, zu denen in der Oberschicht noch überproportional viele punkthafte Strukturen dazukommen. Gleichzeitig werden Flächen mit nicht vorhandener Ober- und Mittelschicht sowie eine punkthafte Mittel- und Unterschicht gemieden. Punkthafte Elemente sind also nur in der Baumschicht attraktiv. Der hohe Anteil der beiden Strukturtypen FLÄCHE und LINIE (Abb.20.1e) führt zu einem relativ großen Vegetationsraum (Abb.22). Die MG liegt hier auf den Plätzen 8, 9 und 10. Die Vegetationsmenge in den einzelnen Schichten zeigt Abb.21. Auffällig sind die über die Jahre sehr konstanten Werte der Vegetationspunkte in jeder Schicht. Vergleichsweise hohe Werte in allen Vegetationsschichten mit höchsten absoluten Werten in den Schichten S3 bis S6 kennzeichnen das Vegetationsmengen-Profil dieser Vogelart.

In Bezug auf die Morphologie der selektierten Vegetationskomplexe (Abb.23) wird eine konstante, statistisch belegbare Meidung von Rasterzellen der Klasse B (Typ „Schlehe / Brombeere“) gegenüber „normaler“, mesomorpher Vegetation deutlich, was evl. ein sekundärer Effekt der starken Bevorzugung einer gut ausgeprägten Baumschicht sein könnte.

Ein Vergleich der durch die MG genutzten und ungenutzten Teilbereiche des Untersuchungsgebietes im Hinblick auf die Struktureignung in den verschiedenen Schichten (Abb.25) zeigt die größten Diskrepanzen zwischen beiden Kategorien in den oberen Schichten (v.a. S5 – S7). Daraus kann ein starkes selektierendes Verhalten dieser Art in diesen Schichten auf den genutzten Flächen sowie dort fehlende geeignete Strukturen auf den ungenutzten Flächen abgeleitet werden. Limitierender Faktor bei der Besiedlung des Gebietes sind also wahrscheinlich die oberen Vegetationsschichten. Das Häufigkeitsdiagramm der Gesamtstruktureignung der einzelnen Rasterzellen in Abb.26 lässt für die besiedelten Flächen einen glockenförmigen Verlauf mit weiter Amplitude erkennen. Besetzte Eignungsklassen reichen bis in den Bereich von 1,8 bis $< 1,9$. Diese hohen Eignungswerte stehen für Rasterzellen, deren Strukturtypenkombination aus den einzelnen Schichten sich aus einer großen Zahl hochbewerteter (überproportional selektierter) Strukturtypen zusammensetzt. Mit anderen Worten ausgedrückt, handelt es sich um (rechnerisch gesehen) ideale Rasterzellen mit Eigenschaften, die viel seltener angeboten als genutzt werden. Sie sind somit in allen (oder vielen) Schichten für den Vogel nach der dieser Untersuchung zugrundegelegten Definition der Struktureignung (vgl. Kap. 3.3) attraktiv. Derartig hoch bewertete Raster sind in den nicht genutzten Teilbereichen wesentlich geringer vertreten. Die Klassenbesetzung zeigt für diese Flächen zwei Maxima. Eines

liegt knapp unter dem Neutralpunkt 1 („leicht ungeeignete Rasterzellen“), das andere in der Klasse 0,6 bis < 0,7. Diese stark besetzte Eignungsklasse mit niedrigem Eignungswert steht für einen relativ großen Anteil ungünstiger Rasterzellen auf den ungenutzten Flächen. Genutzte und ungenutzte Flächen unterscheiden sich also deutlich. Zusammenfassend betrachtet ist das Habitatwahlverhalten dieser Art in diesem Lebensraum durch einen relativ großen Selektivitätsgrad gekennzeichnet.

4.2.2 Gartengrasmücke

Auf die Ähnlichkeit bezüglich der Habitatwahl von Gartengrasmücke (GG) und Mönchgrasmücke (MG) wurde bereits hingewiesen (Kap.4.2.1). Nach BAIRLEIN (1991c) brütet die GG allerdings mehr in gebüschreichem, offenem Gelände und kleineren Feldgehölzen. Geschlossene Wälder mit dichtem Kronenschluss meidet sie. So werden beispielsweise gehölzreiche Park- und Heckenlandschaften in großer Dichte besiedelt. Auch nach MAGERL (1984) ist die GG die Grasmücke mit der deutlichsten Bevorzugung von Gebüsch. Er stellte in seiner Untersuchung eine Vorliebe für Büsche fest, die nicht von Bäumen überwachsen sind. Wenn Bäume genutzt wurden, dann solche mit Büschen im Unterbau. PFISTER et al. (1986) ermittelten, wie für die MG, eine leichte Bevorzugung flächig geschlossener Hecken. Nach übereinstimmender Meinung mehrerer Autoren benötigt die GG dichteren Unterwuchs als die MG, mit gut ausgebildeter (Hoch-)Stauden- und Strauchschicht (BAIRLEIN 1991c, BERTHOLD & SCHLENKER 1991, BEZZEL 1993, MAGERL 1984). Die GG brütet durchschnittlich tiefer als die MG. BAIRLEIN et al. (1980) nennen eine Höhe von $0,76 \pm 0,48$ m (Süddeutschland), BOCHENSKI (1985) ermittelte 0,62 m (Polen) und MASON (1976) etwa 0,5 m Durchschnittshöhe (Großbritannien). Bei syntopem Vorkommen beider Arten hält sich die MG eher in höheren Schichten auf (BERTHOLD & SCHLENKER 1991). Nach KOPP (1970) benötigt die GG die Baumschicht weniger zum Singen als die MG. Wenn sie in höheren Schichten singt, dann am ehesten an sehr dicht belaubten, versteckten Plätzen, die somit Strauchcharakter haben. Die Futtersuche findet bevorzugt in der Strauchschicht statt. Auch nach MAGERL (1984) sucht die GG höhere Baumbereiche (8-9 m) selten auf.

Die Verbreitung der GG im Untersuchungsgebiet (Abb.43) ist im Wesentlichen auf die halboffenen Strukturen beschränkt. Vereinzelt werden noch Waldränder besiedelt. Geschlossene Waldstrukturen werden im Gegensatz zur MG vollständig gemieden. In den von GG und MG gemeinsam besiedelten, halboffenen Strukturen des Untersuchungsgebietes bestehen beim Habitatwahlverhalten große Ähnlichkeiten zwischen beiden Arten.

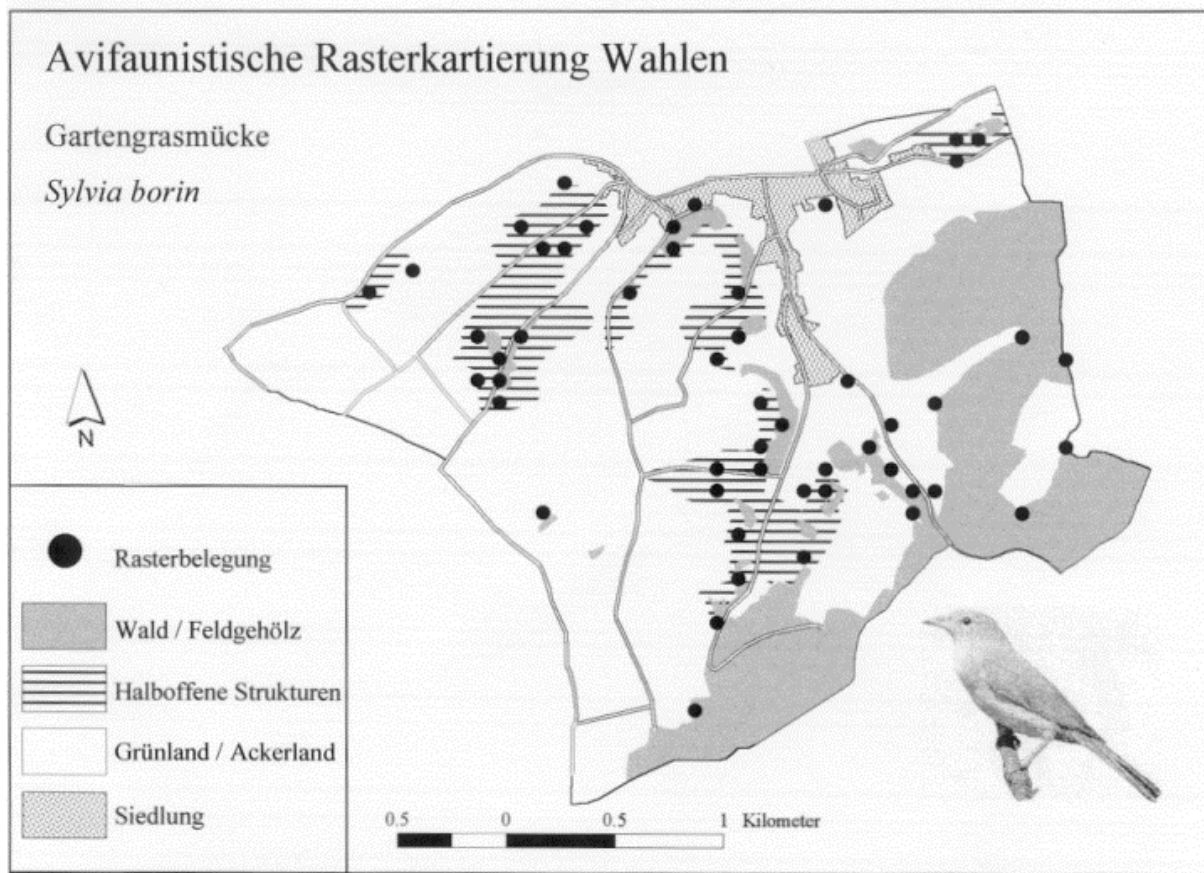


Abb.43: Verbreitung der Gartengrasmücke im Untersuchungsgebiet. Brutvogelrasterkartierung nach EBERHARDT & ELLE (1994).

Die Selektionsrichtungen (positiv bzw. negativ) der einzelnen Strukturklassen stimmen mit denen der MG überein. Es ist eine Meidung der Klassen ohne Oberschicht außer Klasse F und eine Bevorzugung von Oberschicht-geprägten Klassen außer Klasse G festzustellen. Die Schwerpunkte sind allerdings gegenüber der MG verschoben (Tab.12). Klasse J wird nicht in der Intensität wie von der MG positiv selektiert. Diese Klasse wird auf zwei (1995, 1998) bzw. drei (1997) Teilflächen sogar unterproportional häufig genutzt. Am deutlichsten wird die Klasse F bevorzugt (hohe Gebüsche). Diese Präferenz ist sowohl räumlich als auch zeitlich sehr konstant ausgeprägt und auf 4 von 5 (1997, 1998) bis 5 von 5 (1995) Teilflächen festzustellen.

Die Baumschicht hat also offensichtlich im Untersuchungsgebiet für die GG eine geringere Bedeutung als für die MG, was sich auch in den weniger deutlichen Häufigkeitsverschiebungen zugunsten von Rasterzellen mit Oberschicht (oberste Schicht S7-8) äußert, die 1997 nicht signifikant und 95 und 98 nur noch-signifikant sind (Abb.14). Etwas deutlicher als bei der MG sind dagegen die Verschiebungen zugunsten bodennaher Vegetation (unterste Schicht S1-2, Abb.15). Eine gut ausgebildete Krautschicht (Klasse H, Abb.24) ist in den Territorien

dagegen nicht signifikant gegenüber dem Angebot angereichert, was daran liegen könnte, dass das Angebot der GG bereits ausreicht.

Die GG hat auf der Gesamtfläche eine größere Nischenbreite als die MG (Tab.16). Nur auf Teilfläche E sind die Werte konstant niedrig. Auf den anderen Teilflächen A bis D sind in zumindest einem Jahr hohe Nischenwerte zu konstatieren, so dass keine dieser Flächen eine wirklich ungünstige Strukturklassen-Zusammensetzung für die GG besitzt.

Die relativ geringe Bedeutung der Baumschicht und große Bedeutung einer gut ausgeprägten Strauchschicht spiegelt sich auch in den Verhältnissen der Strukturtypen wider. Obwohl die Strukturtypen-Profile von MG (Abb.20.1a-c) und GG (Abb.20.2a-c) auf den ersten Blick sehr ähnlich sind, ist bei genauerer Betrachtung erkennbar, dass die GG die Oberschicht so nutzt, wie sie angeboten wird (Ausnahme: S7, 1998). Es treten keine signifikanten Verschiebungen auf (Abb.20.2d). Auch daraus kann geschlossen werden, dass die Ausprägung der Baumschicht bei der Wahl des Territoriums eine untergeordnete Rolle spielt (siehe oben). In der Mittel- und Unterschicht werden dagegen vegetationsfreie und punkthafte Einheiten gemieden und linienhafte und flächige positiv selektiert bzw. (im Fall des Typs FLÄCHE in der Unterschicht) zumindest proportional genutzt. Diese Strukturtypen-Kombination repräsentiert eine gut ausgeprägte Strauchschicht. Abb.20.2e offenbart im Vergleich zur MG (Abb.20.1e) bei einem geringeren Anteil des Typs FLÄCHE einen größeren des Typs OHNE, insbesondere durch die weniger ausgeprägte Vegetationsanreicherung in der mächtigen Oberschicht. Die relativen Anteile der Strukturtypen sind in den drei Untersuchungsjahren mit nahezu identischen Werten realisiert.

Diese Verhältnisse führen zu einem relativ geringen Vegetationsraum (Abb.22). Die GG nimmt im letzten Drittel die Plätze 20, 21 und 22 ein. Abb.21 zeigt ein recht ähnliches Profil der Vegetationsmenge zwischen MG und GG, allerdings mit weniger Vegetation in allen Schichten bei der GG, was zum einen mit der vergleichsweise geringeren Selektion flächiger Strukturen zusammenhängt, zum anderen auch seine Ursache in den durchschnittlich kleineren Territorien der GG hat (Abb.11). Die Morphologie der Vegetationskomplexe (Abb.23) hat anscheinend keine große Bedeutung für die Habitatwahl der GG, jedenfalls nicht in Bezug auf die im Untersuchungsgebiet herrschenden Verhältnisse (keine signifikanten Verschiebungen). Die Struktureignungswerte der durch die GG genutzten und ungenutzten Flächen in Abb.25 zeigen kaum Unterschiede in den höheren Schichten (S7-8) und liegen hier nahe dem neutralen Wert 1, der für proportionale Auswahl steht. In diesen Schichten wird demnach wenig selektiert. Die größten Unterschiede treten in den mittleren Schichten S3 bis S5 auf. Sie sind jedoch auch hier relativ gering. Die Werte der Gesamtstruktureignung (Abb.26) der genutzten

Rasterzellen zeigen eine sehr geringe Amplitude mit einer Wertespanne von 0,7 bis $< 1,3$. Der größte Anteil der Raster verteilt sich dabei auf nur zwei Klassen, die die Werte von 1,0 bis $< 1,2$ abdecken. Diese Klassen repräsentieren Rasterzellen mit Strukturtypen-Kombinationen, die nur geringfügig seltener angeboten als genutzt werden. Auch die Eignungswerte der ungenutzten Flächen gruppieren sich zum größten Teil um den Neutralwert 1. Die ungünstigsten Rasterzellen werden in der Klasse 0,7 bis $< 0,8$ vereinigt, welche zwar immerhin über 30% der ungenutzten Raster und 10% der genutzten Raster ausmacht. 90% der genutzten bzw. ungefähr 70% der ungenutzten Raster sind dennoch für die GG weder besonders attraktiv noch unattraktiv in ihrer Strukturtypen-Zusammensetzung (Werte von 0,8 bis $< 1,3$) und werden eher opportunistisch genutzt. Genutzte und ungenutzte Flächen unterscheiden sich also weniger stark voneinander als das bei der MG der Fall ist. Zusammenfassend lässt sich das Habitatwahlverhalten der GG daher als weniger selektiv als das der MG charakterisieren.

4.2.3 Dorngrasmücke

Die Dorngrasmücke (DG) besiedelt in höchster Dichte trockene Gebüsch- und Heckenlandschaften und meidet das Innere geschlossener Waldgesellschaften. Sie hält sich in ausgedehnten Strauchformationen an sich auflösende Randzonen mit anschließendem niedrigem Bewuchs, begnügt sich aber auch mit im Frühjahr nicht gemähten Staudendickichten oder kaum mannshohen, von Altgras umwucherten Einzelbüschen (BAIRLEIN 1991b). Als Minimalausstattung werden zumindest kleine Komplexe mit Dornsträuchern, eine gut ausgebildete Krautschicht und zwei bis drei aus dem Bestand ragende Singwarten genannt (BEZZEL 1993, MACDONALD 1979, PERSSON 1971). Nach MAGERL (1984) sind Baumstrukturen als Singwarten nicht von Bedeutung für die DG.

Die Nester werden häufig in der Krautschicht angelegt. Die Nesthöhe ist von den 4 untersuchten Grasmücken die niedrigste. BAIRLEIN et al. (1980) geben einen Durchschnittswert von $0,46 \pm 0,35$ m an, SPITZNAGEL (1978) kommt auf 0,39 m (beide Süddeutschland). MASON (1976) nennt für Großbritannien ca. 0,3 m und BOCHENSKI (1985) 0,34 m für Polen.

Wie in Abb.44 deutlich zu erkennen ist, ist die Verbreitung der DG im Untersuchungsgebiet an die halboffenen bis offenen Lebensräume gebunden, wobei zumindest Einzelbüsche vorhanden sein müssen.

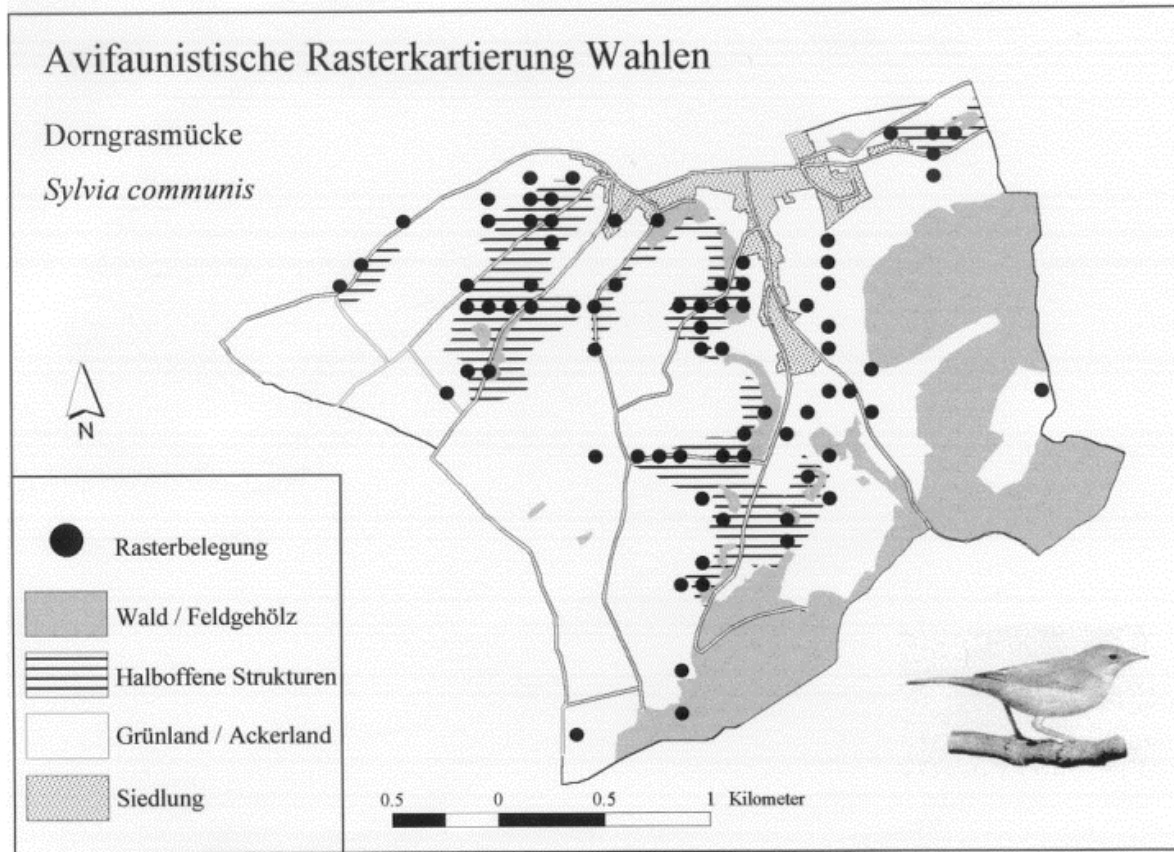


Abb.44: Verbreitung der Dorngrasmücke im Untersuchungsgebiet. Brutvogelrasterkartierung nach EBERHARDT & ELLE (1994).

Die DG bevorzugt eindeutig die Strukturklassen ohne Oberschicht, v.a. die Klassen C, D und F (Tab.12). Die niedrigen punkthaften Elemente der Klasse A, die man eigentlich am ehesten mit der DG in Verbindung bringen würde, werden dagegen in zwei von drei Jahren leicht negativ und nur 1995 leicht positiv selektiert. Auch Strukturklassen ohne bodennahe Vegetation werden, betrachtet man das Gesamtbild des Selektionsverhaltens auf den einzelnen Flächen von 1995 bis 1998, eher gemieden. 1995 ist eine unterproportionale Nutzung der Klasse B auf 5 von 5 Teilflächen und 1997 und 1998 auf je zwei Teilflächen festzustellen, und Klasse E wird 1995 und 1997 noch deutlicher gemieden (vgl. Tab.12-15). Weitere Belege einer Vorliebe für bodennahe Vegetation durch diese Art sind zum einen die in zwei Jahren hochsignifikante überproportionale Nutzung von solchen Rastern (unterste Schicht S1-2, Abb.15), zum anderen die durchgängig hochsignifikante Bevorzugung einer gut ausgeprägten Krautschicht (Klasse H, Abb.24), die nur noch von der Klappergrasmücke 1998 übertroffen wird.

Bis zu einem gewissen Grad der Vegetationsmächtigkeit scheint die DG aber auch baumartige Strukturen zu dulden, was sich in einer ungefähr proportionalen (1995) bis nur leicht unterproportionalen (1997, 98) Nutzung der Klassen G und H äußert. Eine Funktion als Singwarte ist denkbar. Eine starke negative Selektion gilt erst für die Klassen I und J mit ihrer von li-

nienhaften bzw. flächigen Strukturen geprägten, mächtigeren Oberschicht. Die negative Wirkung einer Oberschicht äußert sich auch in der im gesamten Untersuchungszeitraum hochsignifikanten Verschiebung der selektierten Rasterzellen zuungunsten solcher Strukturen (oberste Schicht S1-8, Abb.14) in den Territorien der DG.

Die Nischenbreite der DG ist für die Gesamtfläche relativ hoch und mit dem Wert der Gartengrasmücke vergleichbar (Tab.16). Das weist diesen halboffenen Lebensraum als gut geeignet für diese Art aus. Deutlich ist zu erkennen, dass Teilfläche A eine ungünstige Strukturklassen-Kombination aufweist. Die Werte sind auf dieser Fläche 1995 und 1998 sehr niedrig, und 1997 wurde diese Fläche sogar vollständig von der DG gemieden. Auf Fläche D liegen dagegen die Nischenwerte konstant über den Werten der Gesamtfläche. Die Habitatpräferenzen dieser Art sind dort also besonders gut verwirklicht.

Die Strukturtypen-Profile in Abb.20.3a-c zeigen im Vergleich zu den untereinander sehr ähnlichen Profilen von MG und GG starke Unterschiede. Die wesentlich größere Bedeutung der punkthaften Elemente und der geringe Anteil flächiger Strukturen sind dabei am auffälligsten. Die oben diskutierten Verhältnisse der Strukturklassen spiegeln sich deutlich in den Strukturtypen wider. Die stärksten Verschiebungen treten in den obersten und den untersten Schichten auf (hochsignifikant). Die Oberschicht wird v.a. durch die Meidung linienhafter und flächiger Strukturen bestimmt, in der Mittelschicht sind es ausschließlich die flächigen Strukturen, die negativ selektiert werden. Punkthafte und vegetationsfreie Einheiten treten hier überproportional häufig auf. Die linienhaften Strukturen wirken in der Mittelschicht schon nicht mehr stark negativ auf die Habitatwahl. Die Unterschicht ist dagegen v.a. durch eine Meidung von vegetationsfreien Einheiten und die Bevorzugung von linienhaften Elementen charakterisiert. Flächige Strukturen sind hier noch leicht unterrepräsentiert. Von den oberen zu den unteren Schichten wird also zunehmend mehr Vegetation „akzeptiert“.

Die konstant geringen Anteile der Strukturtypen LINIE und FLÄCHE innerhalb der DG-Territorien (Abb.20.3e), v.a. in der Baumschicht, führen zu einem sehr geringen Vegetationsraum. Abb.22 zeigt im interspezifischen Vergleich die DG auf den Plätzen 23, 26 und 27 am Ende liegend. Das Profil der Vegetationsmenge in den einzelnen Schichten (Abb.21) ist in den mittleren und unteren Schichten mit den Werten der Gartengrasmücke vergleichbar. Man bedenke aber, dass die DG-Territorien im Durchschnitt größer als die Territorien der Gartengrasmücke sind (Abb.11). Die Oberschicht ist dagegen durch deutlich geringere Werte der Vegetationsmenge gekennzeichnet.

Die Morphologie der Vegetationskomplexe (Abb.23) hat vermutlich großen Einfluss auf die Habitatwahl der DG. So ist die Anreicherung von Strukturen der Morphologie-Klasse B (Typ

„Schlehe / Brombeere“) durchgängig ausgeprägt und in den Jahren 95 und 97 auch hochsignifikant.

Ein Vergleich der Struktureignungswerte der genutzten und ungenutzten Flächen (Abb.25) zeigt für die DG die größten Unterschiede und damit die stärkste Selektivität in den unteren und oberen Schichten. Die geringste Selektivität ist in den mittleren Schichten S3 bis S5 zu verzeichnen. Generell sind die Werte in den einzelnen Schichten aber noch relativ dicht um den Neutralwert 1 („proportionale Nutzung“) verteilt. Die Häufigkeitsverteilung der Gesamtstruktureignung für die genutzten Rasterzellen (Abb.26) ist gekennzeichnet durch eine geringe Amplitude in den Bereich oberhalb des Wertes 1. Die äußerste noch besetzte Eignungsklasse deckt den Wertebereich $1,2 \text{ bis } < 1,3$ ab. Auf sie entfallen jedoch nur etwa 7% der genutzten Rasterzellen. Es gibt demnach für die DG keine Rasterzellen, die sich durch eine selten angebotene, aber besonders günstige Strukturtypen-Kombination auszeichnen. Dagegen reicht das linke Ende der besetzten Klassen für die ungenutzten Raster bis zu der Klasse $0,4 \text{ bis } < 0,5$. Diese geringen Eignungswerte dieser und der sich daran anschließenden Klassen stehen für in ihrer Zusammensetzung ungünstige Strukturtypen-Kombinationen in den verschiedenen Schichten. Es gibt also auf der einen Seite eine nicht unbeachtliche Zahl von Rasterzellen, die aufgrund ihrer ungünstigen Eigenschaften nicht selektiert werden. Auf der anderen Seite ist aber auch eine große Zahl von Rasterzellen zu verzeichnen, die trotz relativ guter Werte in keinem Jahr selektiert wurden. Allein die beiden Klassen, die einen Wertebereich von $1,0 \text{ bis } < 1,2$ abdecken, enthalten über 40% der nicht genutzten Rasterzellen. Die Selektivität dieser Art bei der Habitatwahl ist in diesem Lebensraum also eher durch Meidung ungünstiger Strukturen als durch Bevorzugung günstiger (in geringer Zahl angebotener) Strukturen gekennzeichnet und zusammenfassend betrachtet eher gering.

4.2.4 Klappergrasmücke

Die Klappergrasmücke (KG) besiedelt offenes bis teilweise offenes Gelände mit dichten Gruppen niedriger Sträucher oder vom Grund bis in 1-3m Höhe dichten Bäumen. Einzelne oder licht stehende hohe Bäume werden von ihr toleriert, geschlossene ältere Waldbestände und Dickichte aus krautigen Pflanzen meidet sie (BAIRLEIN 1991a). MAGERL (1984) charakterisiert den zentralen Bereich des Klappergrasmücken-Habitats durch geschlossene Strukturen in mittlerer (2-6 m) und größerer (8-10 m) Höhe. Zur Peripherie hin nehmen die offenen Strukturen aber zu, so dass er ein Mosaik aus offenen und geschlossenen Strukturen als günstig ansieht. Auch BYARS et al. (1991) sprechen der KG eine Vorliebe für Mosaikstrukturen

aus überwiegend dornigen und stacheligen Pflanzenarten zu und sehen die Höhe bis 1m als besonders bedeutungsvoll an. Allgemein wird ihr eine Bevorzugung von Koniferen oder anderen besonders dichten Gehölzen nachgesagt (BAIRLEIN et al. 1980, BEZZEL 1993, BOCHENSKI 1985). CODY (1978) weist auf eine große Ähnlichkeit in der Habitatwahl mit der DG hin. Nach MASON (1976) bevorzugt die KG aber eine stärkere vertikale Strukturierung gegenüber der DG. Er spricht ihr von den britischen *Sylvia*-Arten die stärkste Bindung an Hecken zu.

Von den untersuchten Grasmückenarten brütet die KG am höchsten, so dass MAGERL (1984) die Bedeutung der Krautschicht für die Nestanlage gering einschätzt. BAIRLEIN et al. (1980) ermittelten in Süddeutschland eine mittlere Nesthöhe von $1,20 \pm 0,52$ m, MASON (1976) bzw. BOCHENSKI (1985) nennen allerdings mit 0,95 m (Großbritannien) bzw. 0,959 m (Polen) etwas geringere Durchschnittshöhen.

Die Verbreitung der KG im Untersuchungsgebiet (Abb.45) ist aufgrund der geringen Rasterzahl nicht so deutlich bestimmten Lebensräumen zuzuordnen. Neben den halboffenen bis offenen Strukturen gibt es Rasterbelegungen im Siedlungsbereich und am Waldrand. Geschlossene Waldstrukturen werden strikt gemieden.

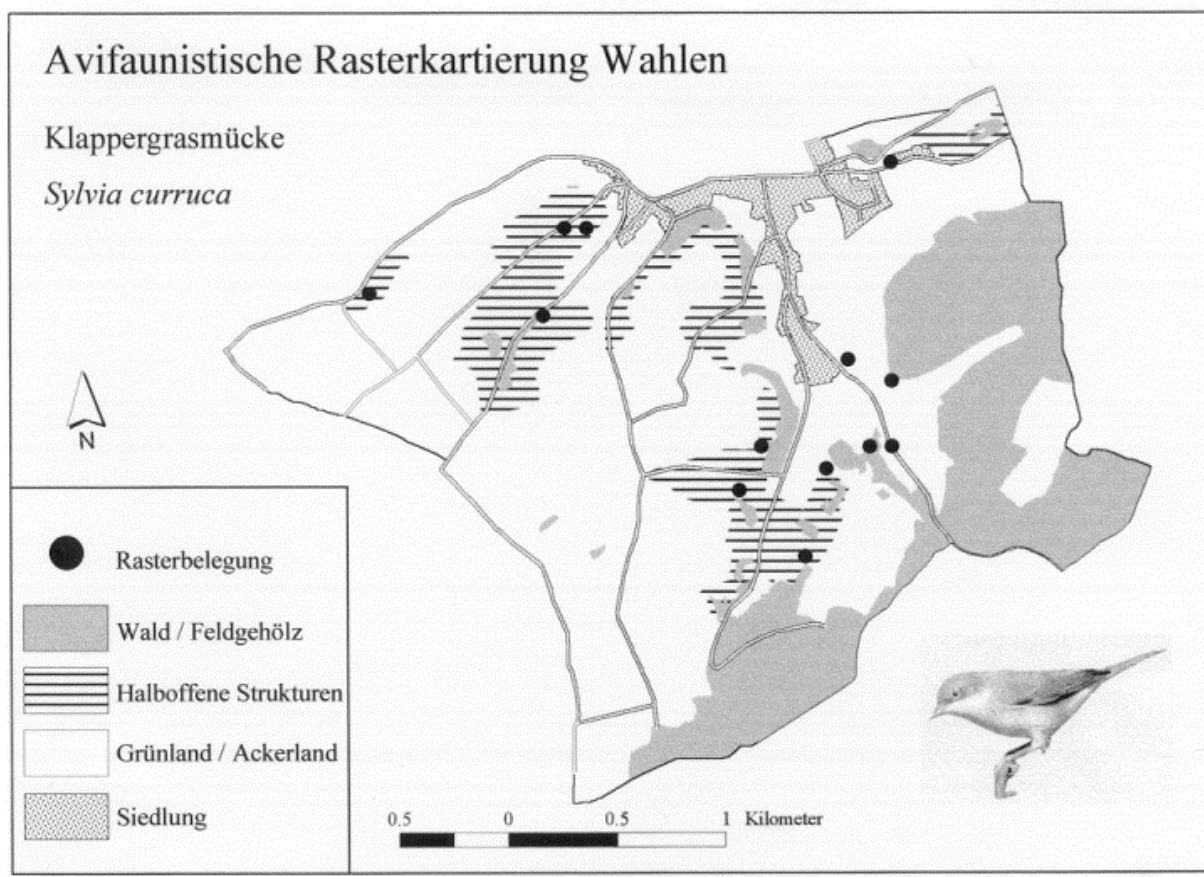


Abb.45: Verbreitung der Klappergrasmücke im Untersuchungsgebiet. Brutvogelrasterkartierung nach EBERHARDT & ELLE (1994).

Die Habitatwahl der KG in den halboffenen Strukturen ist gekennzeichnet durch eine in allen drei Untersuchungsjahren ausgeprägte Bevorzugung der Strukturklassen D und F (hohe bzw. niedrige linienhafte bzw. flächige Strukturen mit bodennaher Vegetation). Diese Klassen werden mit maximal einer Abweichung pro Jahr auch auf den Teilflächen jeweils positiv selektiert (Tab.12-15). Die anderen Strukturklassen ohne Oberschicht werden generell unterproportional häufig ausgewählt. Strukturklassen mit Oberschicht werden nur bei punkthafter Baumschicht akzeptiert (Klasse H), sofern die Unterschicht nicht auch punkthaft ausgebildet ist (Klasse G). Die Klassen I und J werden dagegen räumlich und zeitlich konstant gemieden. Dies bestätigt die oben erwähnten Angaben aus der Literatur. Die negative Wirkung einer Oberschicht in der Habitatwahl der KG äußert sich in einer Meidung von Rastern mit Oberschicht (oberste Schicht S7-8, Abb.14), die in den Jahren 1995 und 1997 auch statistisch nachweisbar ist, 1998 dagegen nicht zu beobachten ist. Die positiven Eigenschaften einer gut ausgeprägten Unterschicht sind aus Abb.15 abzuleiten. Rasterzellen mit bodennaher Vegetation (unterste Schicht S1-2) werden statistisch nachweisbar bevorzugt. Eine Präferenz für eine gut ausgebildete Krautschicht (Klasse H, Abb.24) ist in zwei Untersuchungsjahren deutlich zu erkennen und statistisch belegt.

Die Nischenbreite (Tab.16) liegt im mittleren Bereich und ist somit geringer als bei der DG. Die Flächen A und E stellen sich als besonders ungeeignet für diese Art heraus. Die KG konnte auf Fläche A deshalb auch nur im Jahr 1997 nachgewiesen werden. Z.T niedrige Nischenwerte treten auch auf den Flächen B und C auf, wogegen die Fläche D eine eher günstige Zusammensetzung der Strukturklassen für diese Art hat.

Ein Blick auf die Strukturtypen-Profile (Abb.20.4a-c) zeigt eine leichte Bevorzugung von vegetationsfreien Einheiten in der Oberschicht. Gleichzeitig ist eine Meidung einer gut ausgeprägten Baumschicht (linienhaft und flächig) und „Duldung“ punkthafter Strukturen in dieser Höhe (nahezu proportionale Nutzung) zu beobachten. Auffällig ist, dass die Häufigkeitsverschiebungen in der obersten Schicht S8 nicht signifikant sind (Abb.20.4d). Diese Schicht ist allgemein nur noch relativ wenig von flächigen oder linienhaften Strukturen beherrscht (siehe Abb.19), so dass die Verhältnisse offensichtlich für die KG noch akzeptabel sind. Die deutlichsten Verschiebungen gegenüber dem Angebot (hochsignifikant) treten bei der KG in den Schichten S1 bis S2 auf. Mittel- und Unterschicht sind gekennzeichnet durch eine negative Selektion von vegetationsfreien und punkthaften Einheiten bei gleichzeitig starker positiver Selektion von linienhaften Strukturen. Flächige Strukturen werden leicht unterproportional genutzt (Abb.20.4d). Die oben zitierte Vorliebe für Hecken, die i.d.R. linienhaft sind, spiegelt sich also auch in diesem Datenmaterial wider.

Abb.22 zeigt, dass 1995 und 1998 der durchschnittliche Vegetationsraum dieser Art deutlich größer als bei der DG ist (1997 etwa gleich). Dieses erklärt sich durch die nicht so starke Meidung von Baumstrukturen und die Bevorzugung von linienhaften Strukturen gegenüber punkthaften bei der DG. Das Profil der Vegetationsmenge in den einzelnen Schichten (Abb.21) ähnelt im Verlauf dem der DG, allerdings auf einem durchgängig höherem Niveau. Die konstant niedrigeren Werte des Jahres 1997 gegenüber den Jahren 1995 und 1998 sind auffällig, aber nicht unmittelbar interpretierbar, denn die Strukturtypen-Profile der Abb.20.4a-c, welche direkt mit den Werten der Vegetationsmenge zusammenhängen, zeigen keine gravierenden Abweichungen im Jahr 1997 und auch aus Abb.11 sind nur geringfügig kleinere Territorien in diesem Jahr erkennbar. Aufschluss gibt Tab.11, die belegt, dass die Anzahl der Vegetationsraster (in Relation zu der Individuenzahl) 1997 deutlich geringer als in den anderen Jahren ist.

Die Morphologie der Vegetationskomplexe ist bei der KG deutlich zugunsten der Klasse B (Typ „Schlehe / Brombeere“, Abb.23) verschoben, wenn auch 1997 diese Präferenz nicht signifikant ist.

Die Struktureignungswerte in den einzelnen Schichten (Abb.25) zeigen die deutlichsten Unterschiede zwischen genutzten und ungenutzten Flächen in S1 und S2. Hier selektiert die KG folglich am stärksten. Die Gesamtstruktureignung (Abb.26) der genutzten Rasterzellen ist gekennzeichnet durch eine hochbesetzte Klasse mit Werten von 1,2 bis $< 1,3$. Sie enthält ca. 45% aller Rasterzellen, so dass hier der Schwerpunkt der Selektivität dieser Art liegt. Dennoch gehören auch über 20% der ungenutzten Rasterzellen dieser Klasse an. Raster mit höheren Eignungswerten sind fast nicht vorhanden. Die Amplitude der Eignungswerte in dem Bereich > 1 ist also nicht groß. Auch für die ungenutzten Raster ist die Amplitude der besetzten Werteklassen in dem Bereich < 1 relativ gering. Die am stärksten besetzten Klassen reichen vom Eignungswert 0,7 bis $< 1,0$ und machen etwa $2/3$ aller ungenutzten Raster aus. Minimalwerte reichen bis in die Klasse 0,5 bis $< 0,6$. Es gibt für diese Art also weder besonders attraktive Rasterzellen auf den genutzten noch besonders unattraktive Rasterzellen auf den ungenutzten Flächen. Das Selektivitätsverhalten der KG ist dennoch unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Eignungsklasse 1,2 bis $< 1,3$ als mittelstark zu bezeichnen.

4.2.5 Zilpzalp

Der Zilpzalp (ZI) bevorzugt mehrschichtige Baumbestände mit lückigem bis sehr offenem Oberbestand (mindestens Einzelbäume) und lückigem bis offenem Unterbestand. Optimal sind gestuft ungleichaltrige Bestände. Die Strauchschicht sollte mindestens stellenweise gut ausgebildet sein. Bestände mit geschlossenem Kronendach werden eher gemieden, ebenso alle Kleinbaum- und Großstrauchgesellschaften (HAFFER 1991). SCHÖNFELD (1978) betont ebenfalls die Bedeutung von Großbäumen und sieht eine obere Baumschicht mit Strauchschicht als unbedingt erforderlich an. Auch nach UTSCHIK (1978) benötigt der ZI zumindest Baum- oder Buschgruppen oder Einzelbäume. Er hält sich überwiegend in der Baumschicht auf (KOPP 1970, SAETHER 1983). Das Nest befindet sich meist etwas über dem Boden (14-40 cm) in der Kraut- oder niedrigen Strauchschicht (BEZZEL 1993). Die Krautschicht wird als lückig bis flächendeckend, eher schwach bis mäßig wüchsig charakterisiert (BEZZEL 1993, HAFFER 1991).

Das Verteilungsmuster des ZI im Untersuchungsgebiet (Abb.46) zeigt große Ähnlichkeiten mit dem der Mönchsgrasmücke (MG). Sowohl halboffene Lebensräume als auch geschlos-

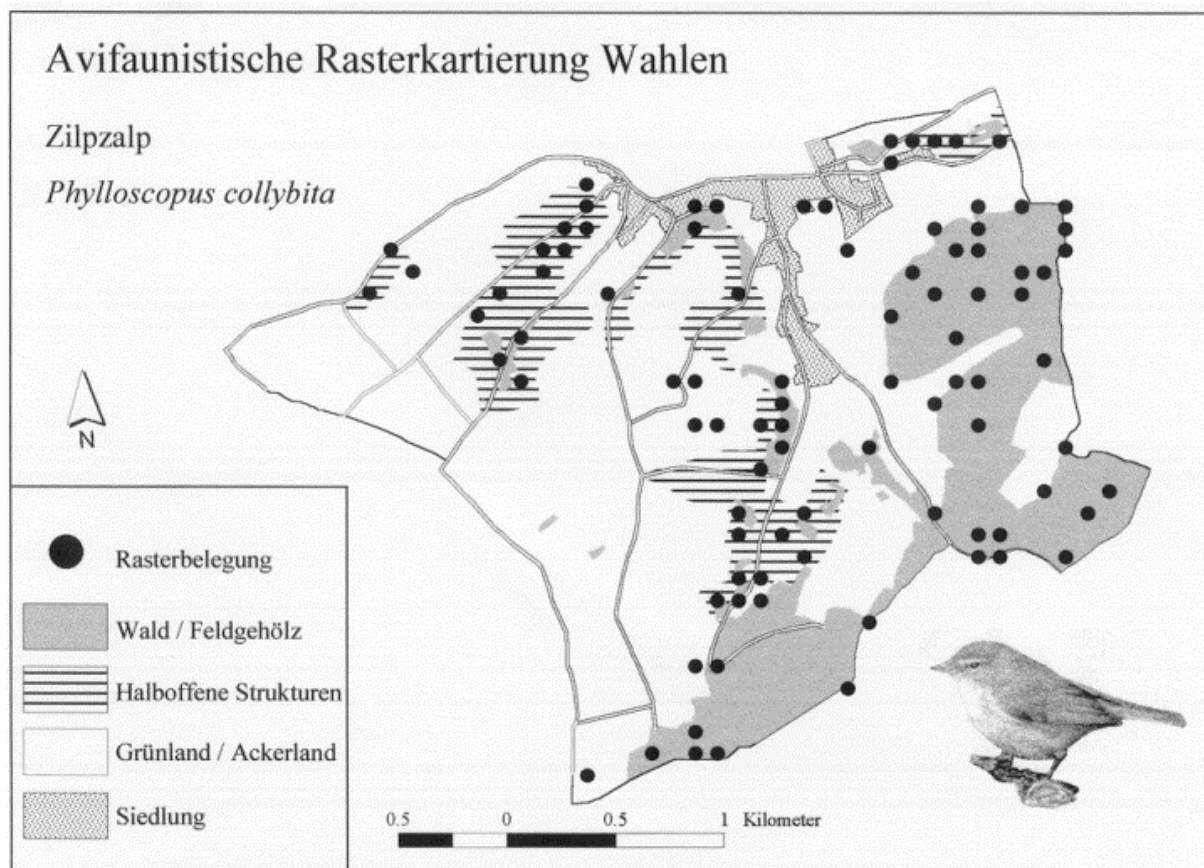


Abb.46: Verbreitung des Zilpzalps im Untersuchungsgebiet. Brutvogelrasterkartierung nach EBERHARDT & ELLE (1994).

sene Waldstrukturen werden mit hohen Rasterfrequenzen besiedelt, was den ZI ebenfalls als einen Generalisten in der Kulturlandschaft kennzeichnet. Der ZI zeigt im Untersuchungsgebiet eine deutliche Abneigung gegenüber den Strukturklassen ohne Oberschicht, mit Ausnahme von Klasse F (etwa proportionale bis leicht überproportionale Nutzung). Die Klassen mit Oberschicht werden dagegen (mit Ausnahme von Klasse G) überproportional bis stark überproportional positiv selektiert (Tab.12). Die Selektionsrichtung (positiv bzw. negativ) der deutlichsten Häufigkeitsverschiebungen auf der Gesamtfläche (gekennzeichnet durch Flächen- bzw. Strichmuster) ist mit 4 von 5 bis 5 von 5 Teilflächen, auf denen diese in gleicher Form realisiert ist, sehr konstant. Insbesondere die durchgängige Bevorzugung der Klassen H, I und J spricht für die große Bedeutung der Baumschicht bei der Habitatwahl, die sich auch in der konstant hochsignifikanten Bevorzugung von Oberschicht-Rastern (oberste Schicht S7-8, Abb.14) durch diese Art zeigt. Die Vorliebe auch für niedrige Vegetationsschichten ist aus den signifikanten bis hochsignifikanten Häufigkeitsverschiebungen zugunsten von Rastern mit bodennaher Vegetation erkennbar (unterste Schicht S1-2, Abb.15). Die generelle Meidung der Klassen A bis E und der Oberschicht-Klasse G ist jedoch ein Indiz dafür, dass insbesondere die Kombination von Strauch- und Baumschichtstrukturen für den ZI attraktiv ist. Bezüglich der Krautschicht sind in keinem Jahr Abweichungen vom Angebot feststellbar (Abb.24).

Mit diesen Habitatpräferenzen liegt die Nischenbreite in einem mittleren Bereich (Tab.16), etwas niedriger als bei der MG, weil der ZI noch stärker auf die Oberschicht-Klassen fixiert ist. Genau wie bei der MG passt die Fläche A besonders gut in Bezug auf die Strukturklassen-Zusammensetzung. Auf den anderen Flächen verhält sich der ZI unter Berücksichtigung des gesamten Untersuchungszeitraumes stärker selektierend.

Die Strukturtypen-Profile (Abb.20.5a-c) sind untereinander nahezu identisch und sind denen der MG (Abb.20.1a-c) außerordentlich ähnlich. Die Gesamt-Strukturtypenanteile (Abb.20.5e) zeigen konstant hohe Werte für die Strukturtypen FLÄCHE und LINIE. Auch hier sind die Ähnlichkeiten mit der MG nicht zu übersehen (Abb.20.1e). In allen 8 Schichten sind die Verschiebungen der Strukturtypenanteile hochsignifikant. Das Fehlen von Vegetation ist in den oberen Schichten deutlich unterrepräsentiert. Jegliche Form von Vegetation wird hier vom ZI positiv selektiert, wobei flächige Strukturen am attraktivsten sind. Für die Mittel- und Unterschicht wählt der ZI keine punkthaften, sondern bevorzugt flächige oder linienhafte Strukturen, wobei die Mittelschicht nur leicht überproportional vom Typ LINIE aufgebaut wird.

Diese Vorlieben führen zu einem sehr großen Vegetationsraum in den Durchschnitts-Territorien (Abb.22). Der ZI liegt hier auf Platz 2, 5 und 6, deutlich vor der MG. Das Profil der Ve-

getationsmenge in den einzelnen Schichten (Abb.21) ist nahezu identisch im Verlauf mit dem der MG, wobei der ZI in allen Schichten durchweg etwas höhere Werte zeigt. Das liegt an den durchschnittlich etwas größeren Territorien des ZI (Abb.11).

In Bezug auf die Morphologie der Vegetationskomplexe (Abb.23) zeigt der ZI eine leichte Bevorzugung „normal“ ausgeprägter Vegetation (Klasse A), die allerdings nur 1995 signifikant ist und evtl. eine Folge seiner generellen Bevorzugung gut ausgeprägter Baumstrukturen ist.

Die Struktureignung der Rasterzellen (Abb.25) ist gekennzeichnet durch große Unterschiede zwischen den genutzten und ungenutzten Flächen in allen Schichten. Am deutlichsten sind diese in den Schichten S4 – S7 ausgeprägt. Dort ist das selektierende Verhalten am stärksten, ähnlich wie bei der MG. Auch das Häufigkeitsdiagramm der Gesamtstruktureignung (Abb.26) der Rasterzellen zeigt Parallelen zu dem der MG. Der ZI ist somit ebenfalls in Bezug auf den untersuchten halboffenen Lebensraum ein starker Selektierer (vgl. auch Kap 4.2.1). Die genutzten Flächen zeichnen sich durch einen relativ hohen Anteil hochbewerteter Rasterzellen aus. Die Maximalwerte liegen beim ZI sogar noch höher als bei der MG (1,9 bis $< 2,0$). Diese „Idealzellen“ sind exklusiv nur auf den genutzten Flächen zu finden. Rechnerisch ungünstige Rasterzellen (Werte von 0,6 bis $< 0,9$) werden fast nur auf den nicht genutzten Flächen gefunden. Genutzte und ungenutzte Flächen unterscheiden sich beim ZI also deutlich.

4.2.6 Heckenbraunelle

Nach HAFFER (1985) bewohnt die Heckenbraunelle (HE) halbdunkle bis dunkle Gehölzdickichte mit kleinen freien Flächen. In vielerlei Hinsicht ist die Fichte eine optimale Gehölzart. Das bestätigen auch Untersuchungen von TUOMENPURO (1989, 1990). Seiner Meinung nach sind die Strauch- und untere Baumschicht am bedeutungsvollsten. Er stellte außerdem fast durchweg in allen HE-Territorien Randstrukturen in irgendeiner Form fest. BLANA (1978) spricht der HE zwar eine enge Bindung an die Strukturkomponente „Strauch“ zu, aber nicht an eine bestimmte Strauchausprägung bezüglich Höhe und Deckungsgrad. Auch BEVINGTON (1991) misst einer gut ausgebildeten Strauchschicht große Bedeutung bei, ohne diese näher zu charakterisieren. BISHTON (1986) erwähnt eine Vorliebe für überwachsene Hecken als Ort der Nahrungssuche. Das Nest wird in dichter Gehölzvegetation angelegt, vorzugsweise in Höhen $< 0,75$ m (BEZZEL 1993).

Im Untersuchungsgebiet ist die HE schwerpunktmäßig in den halboffenen Strukturen zu finden, daneben kommt sie noch in der Peripherie von Wäldern und Siedlungen vor (Abb.47).

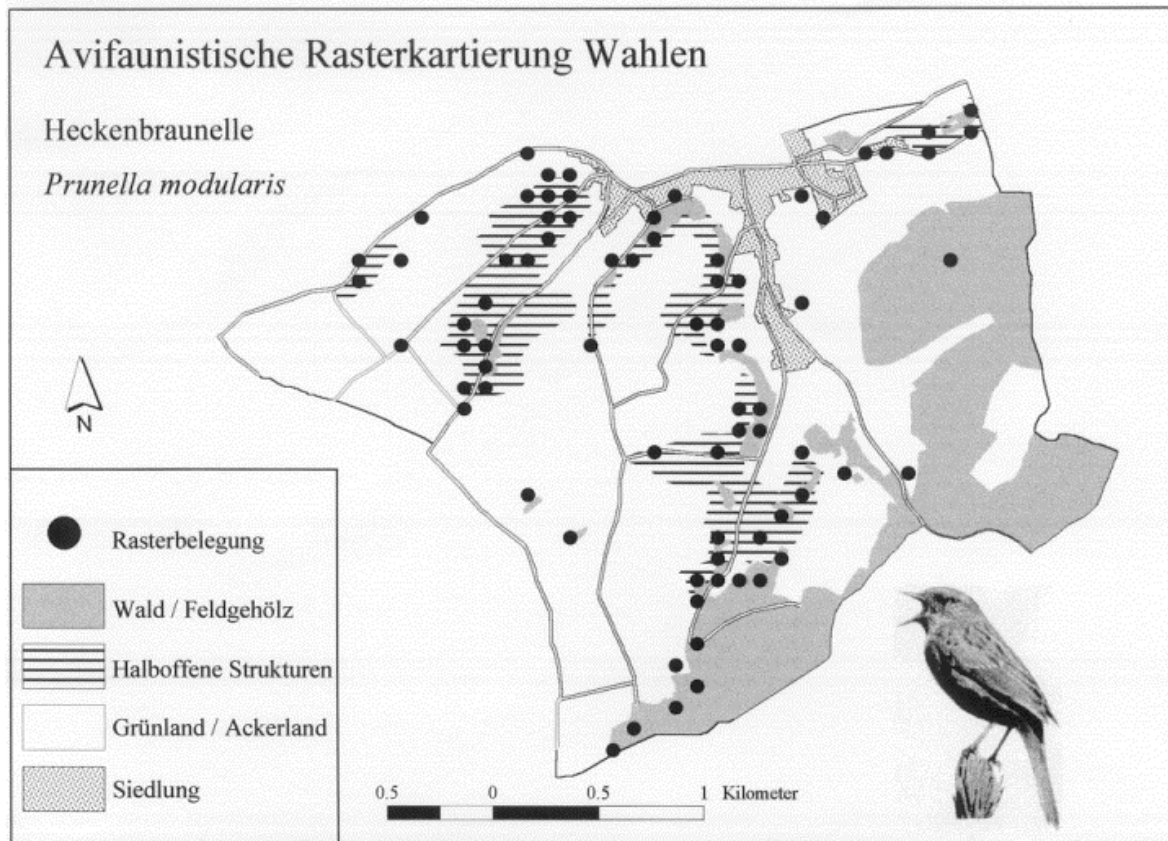


Abb.47: Verbreitung der Heckenbraunelle im Untersuchungsgebiet. Brutvogelrasterkartierung nach EBERHARDT & ELLE (1994).

Die HE nutzt die Strukturklassen A bis E unterproportional (Tab.12), besonders deutlich die den Beginn des Vegetationsgradienten markierenden Klassen A und B. Die Klassen F und H werden am deutlichsten bevorzugt. Für die Klassen I und J ist eine leichte Präferenz festzustellen. Die Bevorzugung bzw. Meidung der Klassen A, B und F sind auch auf den Teilflächen sehr konstant ausgeprägt. Die Selektionsrichtung weicht nur auf jeweils maximal einer Teilfläche von den Verhältnissen der Gesamtfläche ab (Tab.12-15). Wie Abb.14 zu entnehmen ist, werden Raster mit einer Oberschicht (oberste Schicht S7-8) überproportional häufig selektiert, allerdings wesentlich schwächer als bei Buchfink, Mönchsgrasmücke und Zilpzalp. Deutlicher ist die Präferenz für bodennahe Vegetation, welche in allen drei Untersuchungsjahren statistisch signifikant bis hochsignifikant ist (unterste Schicht S1-2, Abb.15). Eine gut ausgebildete bodennahe Strauchschicht in Kombination mit einer nicht zu bestimmenden Baumschicht scheint also im Untersuchungsgebiet für die Habitatwahl der HE entscheidend zu sein. Eine gut ausgeprägte Krautschicht (Klasse H, Abb.24) wird dagegen von 1995 bis 98 unterschiedlich stark bevorzugt.

Die Nischenbreite dieser Art ist relativ hoch und mit dem Wert der Dorngrasmücke vergleichbar (Tab.16). Konstant geringe Nischenwerte sind nur auf Teilfläche E zu verzeichnen.

Ansonsten sind die Werte bis auf wenige Ausnahmen relativ hoch. Die HE verhält sich also überwiegend opportunistisch auf den Flächen.

Abb.20.6d zeigt, dass in Bezug auf die Strukturtypen die deutlichsten Abweichungen vom Angebot in Unter- und Mittelschicht (S1 bis S6) auftreten (signifikant bis hochsignifikant). Die Schicht 8 wird in zwei Jahren proportional zum Angebot genutzt. Daraus ist zu schließen, dass die höhere Baumschicht - zumindest im Untersuchungsgebiet - nicht entscheidend die Habitatwahl der HE beeinflusst. Die Profile (Abb.20.6a-c) sind denen der Gartengrasmücke (Abb.20.2a-c) sehr ähnlich. Die Verschiebungen gegenüber dem Angebot stellen sich folgendermaßen dar. Vegetationsfreie Struktureinheiten werden negativ selektiert. Linienhafte Strukturen werden konstant bevorzugt. Punkthafte Elemente sind nur in der Oberschicht häufiger zu finden, als sie angeboten werden, sonst werden auch sie gemieden. Flächige Strukturen werden in zwei Untersuchungsjahren in S1 bis S6 stark überproportional genutzt. Auffällig ist aber, dass die Bevorzugung flächiger Strukturen in der Oberschicht nur 1997 deutlich ausgeprägt ist. Das spricht dafür, dass die Oberschicht nicht zu mächtig sein darf.

Der durchschnittlich genutzte Vegetationsraum dieser Art schwankt über die Jahre 1995 bis 1998. Die HE nimmt im Spektrum der Arten eine Mittelstellung ein (Abb.22). Betrachtet man die Vegetationsmenge in den einzelnen Schichten (Abb.21), so fällt eine Ähnlichkeit mit dem Profil der Mönchsgrasmücke auf, wobei in den höheren Schichten etwas weniger und in den unteren Schichten etwas mehr Vegetation zu finden ist.

Die Morphologie der Vegetationskomplexe hat im Untersuchungsgebiet offensichtlich keinen Einfluss auf die Habitatwahl der HE. Jedenfalls treten keine signifikanten Abweichungen vom Angebot auf (Abb.23). Angebot und Nutzung sind nahezu identisch.

Die Struktureignungswerte kennzeichnen die HE als eine in allen Schichten wenig selektierende Vogelart (Abb.25). Das gilt insbesondere für die Oberschicht S7-8, in der die Werte der genutzten und ungenutzten Flächen relativ dicht am Neutralwert 1 („opportunistische Nutzung“) liegen. Die Gesamtstruktureignung (Abb.26) bestätigt dieses. Die Amplitude der besetzten Klassen ist äußerst gering und reicht von 0,7 bis $< 1,5$. Genutzte und ungenutzte Flächen unterscheiden sich in ihren Eignungswerten nicht gravierend voneinander. Es ist lediglich ein starkes Überwiegen von Rastern mit den Eignungswerten 0,7 bis $< 0,8$ auf den ungenutzten Flächen feststellbar. 30% aller ungenutzten Raster gehören dieser Klasse an, wogegen es von den genutzten Rastern nur 10% sind. Die Selektivität dieser Art äußert sich überwiegend in dieser Eignungsklasse. Es gibt für diese Art aber weder besonders günstige Strukturtypen-Kombinationen auf den genutzten noch besonders ungünstige Kombinationen auf den ungenutzten Flächen. Die HE verhält sich demnach in diesem Lebensraum eher op-

portunistisch, wenn auch weniger deutlich als Gartengrasmücke und v.a. Goldammer (vgl. Kap. 4.2.7).

4.2.7 Goldammer

Die Goldammer (GO) brütet in offenen bis halboffenen, abwechslungsreichen Landschaften mit Büschen, Hecken und Gehölzen und vielen Randlinien zwischen unterschiedlichen Vegetationshöhen (BEZZEL 1993). Allgemein wird eine große Flexibilität in der Nutzung der Gehölzstrukturen festgestellt: „Bei der Goldammer lässt sich bei der vorliegenden Untersuchung kein Strukturelement erkennen, welches absolut unerlässlich für ihr Vorkommen wäre.“ (MAGERL 1984:34). „Goldammern besiedeln zur Brutzeit Hecken und Gehölze mit den unterschiedlichsten Eigenschaften.“ (BIBER 1993:126). Ähnlich äußert sich BLANA (1978). Eine gut ausgeprägte Niederstrauchschicht in Kombination mit einer dichten Kraut- oder Staudenschicht wird von BIBER (1993) als förderlich angesehen. Er stellte die Schlehe als dominierende Strauchart fest, die in 70% aller Hecken vertreten war. Ihr Vorhandensein oder Fehlen bewertete er allerdings nicht als entscheidend für das Vorkommen der Goldammer. PFISTER et al. (1986) erkannten in ihren Untersuchungen eine leichte Meidung von flächig geschlossenen Hecken durch die GO. Das Nest wird vorzugsweise am Boden oder niedrig in Büschen (Höhe < 1 m) angelegt (BEZZEL 1993).

Die Verbreitung der GO im Untersuchungsgebiet ist eindeutig an die halboffenen Lebensräume gebunden (Abb.48) und strahlt vereinzelt auf die offenen Flächen aus.

Sie nutzt innerhalb der halboffenen Strukturen v.a. die Strukturklassen C und F überproportional häufig, welche für hohe Elemente mit bodennaher Vegetation (ohne Oberschicht) stehen. Die anderen Strukturklassen ohne Oberschicht werden überwiegend proportional oder leicht überproportional zum Angebot selektiert (Tab.12). Das gleiche gilt für die Klasse G, welche als Oberschicht-Klasse mit der geringsten Vegetationsmächtigkeit zu den Klassen mit dominierenderer Oberschicht überleitet. Diese Klassen werden mit zunehmender Intensität von Klasse H bis J deutlich von der GO gemieden. Die Selektionsrichtungen (überproportional / unterproportional) der wichtigsten Klassen (gekennzeichnet durch Flächen- oder Strichmuster in Tab.12) sind auf den einzelnen Teilflächen sehr konstant und auf 4 von 5 bis 5 von 5 Flächen wie auf der Gesamtfläche ausgebildet. Aus der Nutzung der Strukturklassen lässt sich also deutlich eine Abneigung gegenüber Baumstrukturen ablesen, die durch die hochsignifikante Verschiebung zugunsten von Rastern ohne Oberschicht (oberste Schicht S3

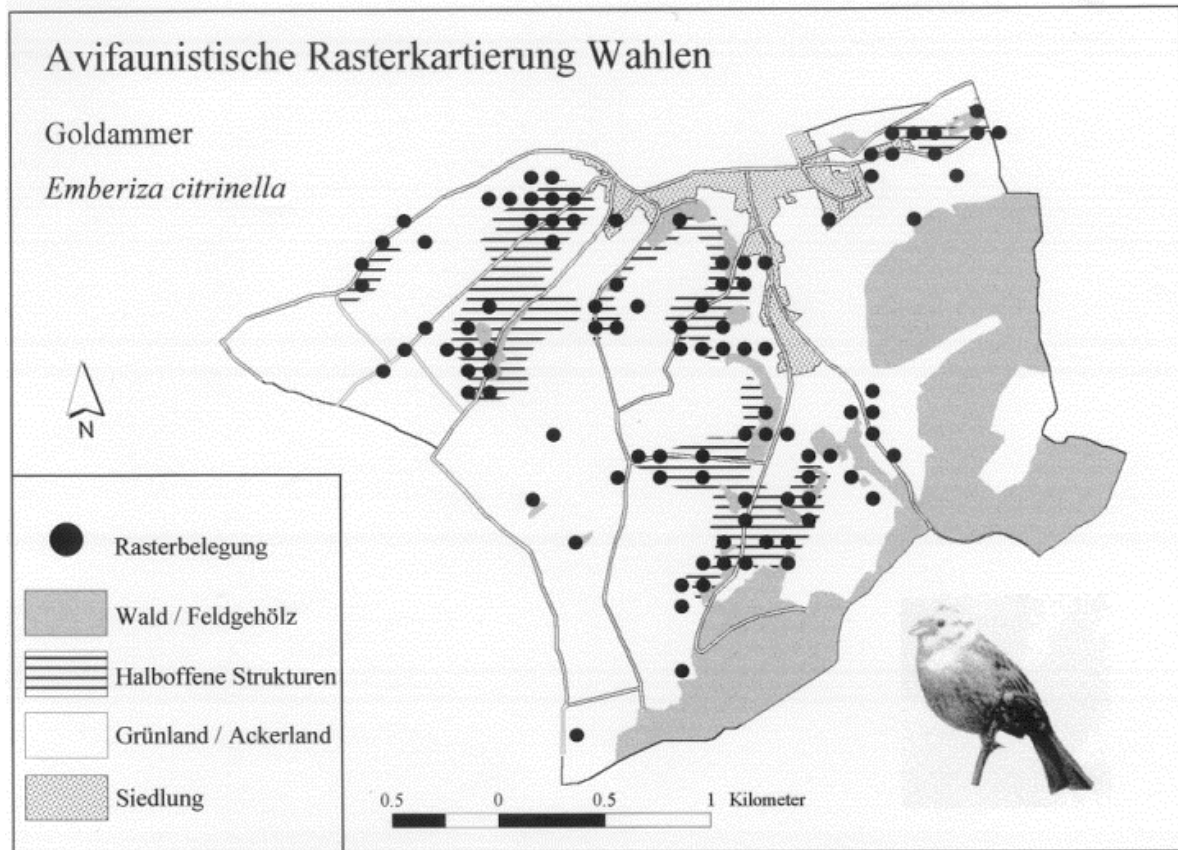


Abb.48: Verbreitung der Goldammer im Untersuchungsgebiet. Brutvogelrasterkartierung nach EBERHARDT & ELLE (1994).

bis 6, Abb.14) bestätigt wird. Bodennahe Vegetation scheint für die GO allerdings nicht entscheidend zu sein, denn nur 1998 ist eine noch-signifikante Verschiebung gegenüber dem Angebot zugunsten solcher Raster (unterste Schicht S1-2, Abb.15) festzustellen.

Die GO hat die größte Nischenbreite von allen Arten (Tab.16) mit verhältnismäßig hohen Werten auf allen Teilflächen, v.a. aber auf Fläche B und D. Selbst auf der für andere Offenlandarten (Dorngrasmücke, Klappergrasmücke, Neuntöter) so ungünstigen Fläche A sind relativ hohe Nischenwerte zu konstatieren.

Eine Analyse der Strukturtypen (Abb.20.7) macht deutlich, dass die Habitatwahl der GO eher auf Abneigung als auf Bevorzugung bestimmter Strukturen beruht. Abb.20.7d zeigt, dass die Verschiebungen der Rasterfrequenzen in den höheren und mittleren Schichten (S3 bis S8) deutlicher sind als in den niedrigen Schichten (überwiegend hochsignifikant). Am schwächsten sind die Abweichungen in S1. In der Oberschicht wird der Typ OHNE bevorzugt, bei gleichzeitig starker Meidung von linienhaften und flächigen Strukturen. Punkthafte Elemente werden leicht unterproportional genutzt. Diese Verhältnisse treten besonders deutlich in der hohen Baumschicht (S8) auf. In S7 wirken sich die linienhaften Strukturen offensichtlich nicht mehr ganz so negativ aus, was zu einer nur noch leicht unterproportionalen Nutzung

führt. In der Mittelschicht werden die punkt- und linienhaften Vegetationsteile sogar leicht positiv selektiert, PUNKT bereits in größerer Höhe (S6) als LINIE (S5). Es hat also den Anschein, dass Vegetationsstrukturen mit abnehmender Höhe zunehmend für die GO „akzeptabel“ werden, sofern sie nicht flächig ausgeprägt sind. Der Typ FLÄCHE wird nämlich in Ober-, Mittel- und Unterschicht durchgängig stark negativ selektiert. Dieser negative Faktor ist im Untersuchungsgebiet offensichtlich bei der Habitatwahl ausschlaggebend. Die Strukturtypen-Profile (Abb.20.7a-c) zeigen große Ähnlichkeiten mit denen der Dorngrasmücke (Abb.20.3a-c), wie auch aus den Diagrammen Abb.20.7e und Abb.20.3e abzulesen ist. Die Unterschiede sind nur graduell und am ehesten in den unteren Schichten auszumachen. Hier treten bei der GO mehr vegetationsfreie Abschnitte in den Strukturkomplexen auf („OHNE“). Außerdem ist aus Abb.13 zu erkennen, dass bei der GO mehr Leer-Raster vorhanden sind, so dass das GO-Habitat in den unteren Schichten etwas offener als das der DG gestaltet ist.

Diese Vorlieben resultieren in einem mittlerem (1997, 1998) bis geringen (1995) Vegetationsraum (Abb.22). Das Profil der Vegetationsmenge in den einzelnen Schichten (Abb.21) zeigt zwar große Unterschiede bezüglich der absoluten Werte zwischen den Jahren 1997 und 98 auf der einen Seite und 1995 auf der anderen Seite. Der Grund dafür liegt in den wesentlich kleineren Territorien dieser Art 1995 (Abb.11). Der Verlauf des Profils ist aber in den drei Jahren recht ähnlich und gekennzeichnet durch relativ viel Vegetation in der Mittelschicht, wenig Vegetation in der Oberschicht und eine mittelstark besetzte Unterschicht. Die Profile ähneln in ihrem Verlauf von S1-S6 dem der Mönchsgrasmücke. Die Vegetation verteilt sich bei der GO jedoch auf ein durchschnittlich wesentlich größeres Territorium (Abb.11).

In Bezug auf die Krautschicht treten keine signifikanten Verschiebungen gegenüber dem Angebot auf (Abb.24). Für die Morphologie der Vegetationskomplexe sind mögliche Präferenzen höchstens angedeutet und äußern sich in einer signifikanten Bevorzugung der Klasse B (Typ „Schlehe / Brombeere“, Abb.23) im Jahr 1998.

Als Gesamteindruck lässt sich festhalten, dass die GO sich in vieler Hinsicht von allen 9 Arten im Untersuchungsgebiet am stärksten opportunistisch verhält, was sie als Charaktervogel derartiger halboffener Lebensraumtypen ausweist.

Dieser Eindruck wird gestützt durch die Struktureignungswerte in den einzelnen Schichten (Abb.25). Deutlich ist zu erkennen, dass die Unterschiede der Werte auf den genutzten und ungenutzten Flächen zwar zu den höheren Schichten bis S7 hin zunehmen, die absoluten Werte aber dennoch gering sind und nur geringe Abweichungen vom Neutralwert 1 („opportunistische Nutzung“) auftreten. Auch die Gesamtstruktureignung der Rasterzellen (Abb.26) weist die GO als die Art aus, welche das stärkste opportunistische Habitatwahlverhalten zeigt.

Über 90% der genutzten Rasterzellen verteilen sich auf die drei Klassen, die den Wertebereich von 0,9 bis < 1,2 abdecken. Davon gehören allein 60% zu der Klasse 1,0 bis < 1,1. Höhere Werte als 1,2 treten nicht auf. Es gibt also auf den selektierten Flächen keine Idealraster mit seltenen Strukturklassen-Kombinationen. Etwas anders sieht es bezüglich der ungenutzten Raster aus. Hier reichen die Werte bis in die Klasse 0,4 bis < 0,5 herein. Es gibt also eine Anzahl von Rastern, die aufgrund ungünstiger Eigenschaften in den einzelnen Schichten gemieden werden. Über die Hälfte der ungenutzten Rasterzellen haben aber Werte von 1,0 bis < 1,2 und damit rechnerisch neutrale bis leicht günstige Eigenschaften. Ein großer Teil der genutzten und ungenutzten Flächen unterscheidet sich somit bezüglich ihrer Struktureignung nur unwesentlich voneinander.

4.2.8 Buchfink

Der Buchfink (BU) ist ein Brutvogel in Wäldern aller Art sowie in kleineren und größeren Baumgruppen (BEZZEL 1993). Auch BERGMANN (1993) betont seine Anspruchslosigkeit bei der Habitatwahl und meint, auf den ersten Blick könne man die Lebensraumansprüche des Buchfinken auf die einfache Formel bringen „Wo ein Baum ist, ist auch ein Buchfink.“ Bestimmte Minimalanforderungen müssen aber auch für diese Art erfüllt sein. Die beiden wichtigsten sind in einem gewissen Freiraum unter den Baumkronen und einer nicht zu dichten Bodenbedeckung zu sehen, damit eine ungehinderte Nahrungssuche gewährleistet ist. Kraut- und Strauchschicht sollten daher nur spärlich ausgeprägt sein oder fehlen (BEZZEL 1993, BLANA 1978, SCHREIBER 1989). MACIEJOK et al. (1995) fanden allerdings heraus, dass die Nahrungssuche des Buchfinken überwiegend außerhalb seines durch Gesang abgegrenzten Territoriums stattfindet - ähnliche Beobachtungen machten HANSKI & HAILA (1988) - und dass die derart genutzten Aktionsräume (home-ranges) bis zu 100 mal so groß wie das Territorium sein können. Sie sehen in den Revieren daher hauptsächlich den Ort für Fortpflanzung, Nestbau und Gesang. Das Nest wird in Bäumen oder Büschen in einer Höhe von 0,5 bis 25 m angelegt (BEZZEL 1993). SCHREIBER (1989) fand fast 87% aller Nester zwischen 1 und 4 m Höhe.

Abb.49 spiegelt die Vielseitigkeit des BU bei der Habitatwahl wider. Deutlich gemieden werden im Untersuchungsgebiet nur die offenen Flächen. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt auf den Waldstandorten. Auch die in dieser Studie untersuchten halboffenen Lebensräume werden noch mit hoher Stetigkeit besiedelt.

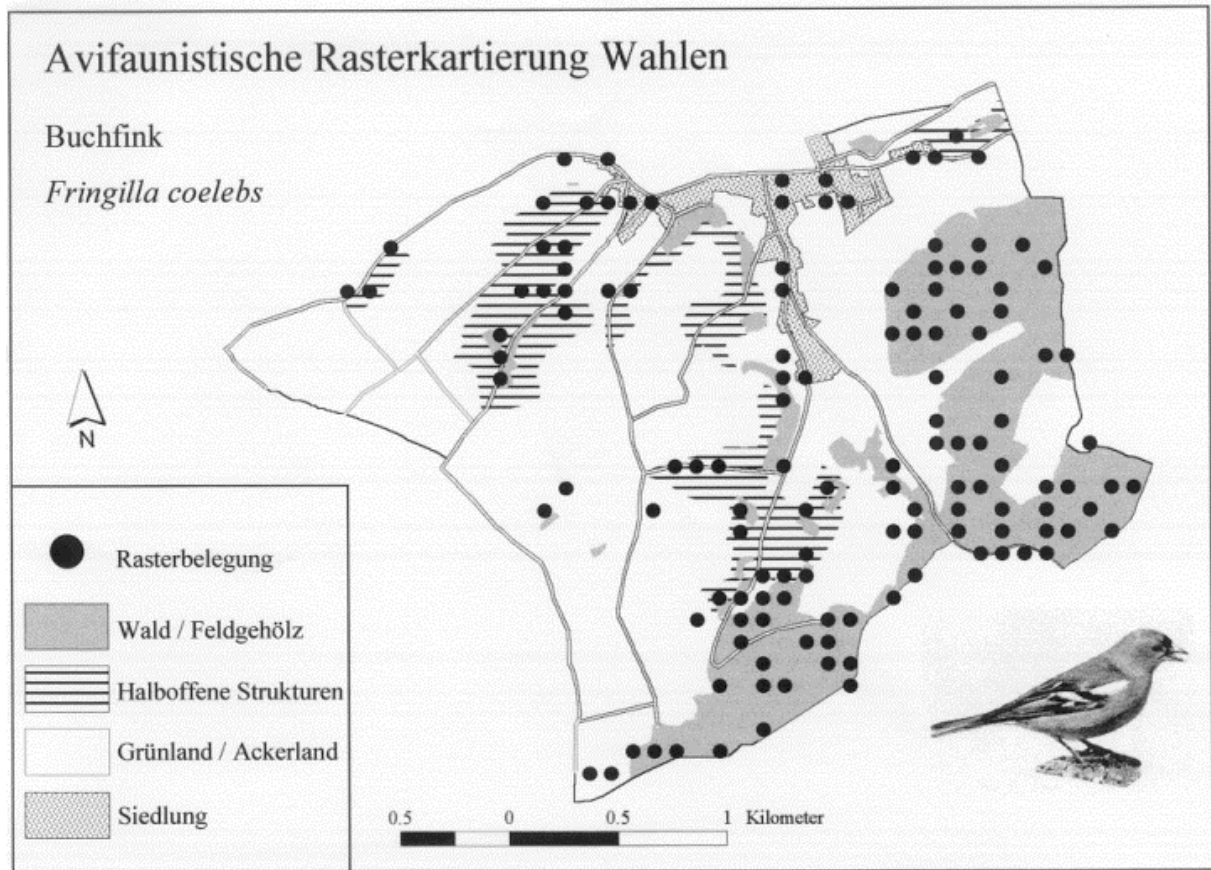


Abb.49: Verbreitung des Buchfinks im Untersuchungsgebiet. Brutvogelrasterkartierung nach EBERHARDT & ELLE (1994).

Eine Analyse dieser Strukturen zeigt, dass der BU die Strukturklassen A bis G mit einer Ausnahme (Klasse E 1995) unterproportional selektiert (Tab.12). Am stärksten trifft das für die Klasse A zu. Die von einer Oberschicht dominierten Strukturklassen H bis J sind dagegen durchgängig stark überproportional häufig in den Territorien des BU zu finden. Auch die oben zitierte Vorliebe für Freiraum unter den Baumkronen lässt sich aus dem Datenmaterial herauslesen. Betrachtet man die Selektionsverhältnisse auf den Teilflächen, so fällt auf, dass die Klassen B und E in den Jahren 1995 bis 1997 in der Hälfte aller Fälle überproportional häufig selektiert werden (Tab.13-15). Außerdem spricht dafür, dass eine gut ausgebildete Krautschicht (Klasse H, Abb.24) während des gesamten Untersuchungszeitraumes hochsignifikant gemieden wird und Rasterzellen mit bodennaher Vegetation (unterste Schicht S1-2, Abb.15) konstant unterrepräsentiert sind. Letzteres ist allerdings nur 1995 statistisch belegbar. Bezüglich der Morphologie der Vegetationskomplexe (Abb.23) werden vom BU so deutlich wie von keiner zweiten Art Raster der Morphologie-Klasse B („Schlehe / Brombeere“) unterproportional selektiert. Dieses Verhalten ist während des gesamten Untersuchungszeitraumes hochsignifikant. Obwohl also möglicherweise die Nahrung überwiegend außerhalb der Terri-

torien gesucht wird, weisen die Reviere trotzdem eine für die Nahrungssuche am Boden günstige Struktur auf. Die Bevorzugung von Rastern mit Oberschicht, die aus den Verhältnissen der Strukturklassenselektion abgeleitet wurde, zeigt sich ebenfalls deutlich in Abb.14. Von 1995 bis 1998 werden Oberschicht-Raster (oberste Schicht S7-8) im Vergleich zum Angebot hochsignifikant bevorzugt.

Die Nischenbreite des BU ist relativ hoch (Tab.16), vergleichbar mit dem Wert der MG. Auf den Flächen C und E sind die Werte am niedrigsten. Auf Fläche A treten in den Jahren 1995 und 1997 keine signifikanten Abweichungen der Strukturklassennutzung vom Angebot auf (Tab.13 + 14). Das äußert sich auch in den relativ hohen Nischenwerten auf dieser Fläche.

Bei Betrachtung der Strukturtypen-Profile (Abb.20.8a-c) fallen zwei Eigenschaften auf. Zum einen ist das die große Bedeutung des Typs FLÄCHE und zum anderen der große Anteil von OHNE in den unteren Schichten. Wie Abb.20.8d zeigt, sind die Häufigkeitsverschiebungen im Vergleich zum Angebot mit einer Ausnahme in allen Schichten statistisch untermauert, ab Schicht 5 aufwärts sogar durchgängig hochsignifikant. Die Analyse der Strukturtypen bestätigt also die oben beschriebenen Vorlieben für einen gut ausgeprägten Vegetationsraum in mittleren und höheren Schichten - hier werden die flächigen und in der Oberschicht auch die linienhaften Strukturen bevorzugt - und für eine Offenheit im bodennahen Bereich. Diese wird durch überproportionales Auftreten des Typs OHNE in den unteren Schichten angezeigt. Für die Vegetation in der Unterschicht bevorzugt der BU ebenfalls flächige Strukturen. Punkthafte Strukturen werden in Unter- und Mittelschicht stark gemieden und nur in der Oberschicht leicht positiv selektiert.

Der Vegetationsraum des durchschnittlichen BU-Territoriums ist in den Jahren 1997 und 1998 wesentlich größer als 1995 (Abb.22). Das liegt an den größeren Territorien dieser Art in den Jahren 97 und 98 (Abb.11). So liegt der BU im interspezifischen Vergleich auf den Plätzen 3, 4 und 18. Diese Zweiteilung zeigt sich auch im Profil der Vegetationsmenge in den einzelnen Schichten (Abb.21). In allen Schichten ist verhältnismäßig viel Vegetation vorhanden.

Das Profil der Struktureignung (Abb.25) zeigt die größten Abweichungen zwischen genutzten und ungenutzten Rastern in S5 bis S8 und ist dem Profil der Mönchsgrasmücke (MG) sehr ähnlich. Das Habitatwahlverhalten des BU ist demnach ebenfalls durch ein stark selektierendes Verhalten in den oberen Vegetationsschichten gekennzeichnet. Auch die Gesamtstruktureignung (Abb.26) weist nur geringe Unterschiede zur MG auf. Die höchsten Eignungswerte der genutzten Raster sind beim BU geringer und reichen nur bis in die Klasse 1,6 bis < 1,7. Auf den ungenutzten Flächen gehören beim BU mehr Raster den Klassen mit Werten > 1 an.

Es werden also mehr rechnerisch günstige Rasterzellen vom BU nicht selektiert. Dafür gehören deutlich weniger Rasterzellen der untersten Klasse 0,6 bis $< 0,7$ an (etwa 15% beim BU gegenüber etwa 22% bei der MG). Der Selektivitätsgrad des BU ist also etwas geringer in diesem Lebensraum als bei der MG, aber dennoch relativ hoch. Genutzte und ungenutzte Flächen unterscheiden sich deutlich voneinander.

4.2.9 Neuntöter

HAFFER (1993) kennzeichnet den Neuntöter (NT) als Bewohner kleinräumig gegliederter und extensiv bewirtschafteter Weidewirtschafts- und Grünlandgebiete. Nistplatzangebot und Nahrungsraum bestimmen gleichermaßen die Eignung eines Lebensraumes. Eine günstige Kombination sieht er in intensiv besonnten Flächen mit größeren offenen oder zumindest stellenweise kurzgrasigen Gras-, Kraut- oder Staudenfluren und einem dispersen oder geklumpten Gehölzbestand, der etwa 5-50% Deckung erreicht und zumindest teilweise aus Sträuchern von 1-3m Höhe besteht. Ähnlich äußern sich JAKOBER & STAUBER (1981, 1987), die außerdem eine Bevorzugung von dornen- und stachelbewehrten Nestunterlagen hervorheben. Sie betonen allerdings auch, dass er beim Fehlen solcher Sträucher flexibel genug für andere Strukturen ist. So sind beispielsweise auch Baumbruten in Streuobstbeständen möglich. Die Nesthöhe liegt zwischen 0,2 und 8,0 m. Bevorzugt werden Höhen zwischen 0,8 und 1,8 m (JAKOBER & STAUBER 1987). SONNABEND & POLTZ (1979) nennen einen Bereich von 0,1 bis 5,0 m bei einer Durchschnittshöhe von 1,21 m.

Die offenen, kurzgrasigen Flächen sind v.a. für die Bodenjagd bei schlechter Witterung von Bedeutung. Eine nicht zu intensive Weidewirtschaft ist deshalb positiv für den NT, weil sie kurze Bodenbedeckung dauerhaft garantiert und außerdem durch koprophage Großinsekten das Nahrungsangebot erhöht (BEZZEL 1993, BRANDL et al. 1986, HAFFER 1993). Entscheidend für die Ansitzjagd sind aber auch geeignete Sitzwarten (DURANGO 1956). HÖPFNER (1989) hat solche Sitz- und Sichtwarten genauer untersucht und konnte eine Bevorzugung von Warten bis 2 m gegenüber solchen ab 3 m Höhe beobachten. Die geringere Höhe erleichtert das Entdecken von Bodentieren. Hohe Bäume haben somit eine relativ geringe Bedeutung für die Ansitzjagd. Im übrigen stellte er eine negative Wirkung von Kraut- und Staudenwuchs in der Umgebung solcher Warten fest. Im Gegensatz dazu spricht HAFFER (1993) auch einer Hochstauden- bzw. Staudenschicht eine wichtige Funktion für den Nahrungserwerb des NT zu.

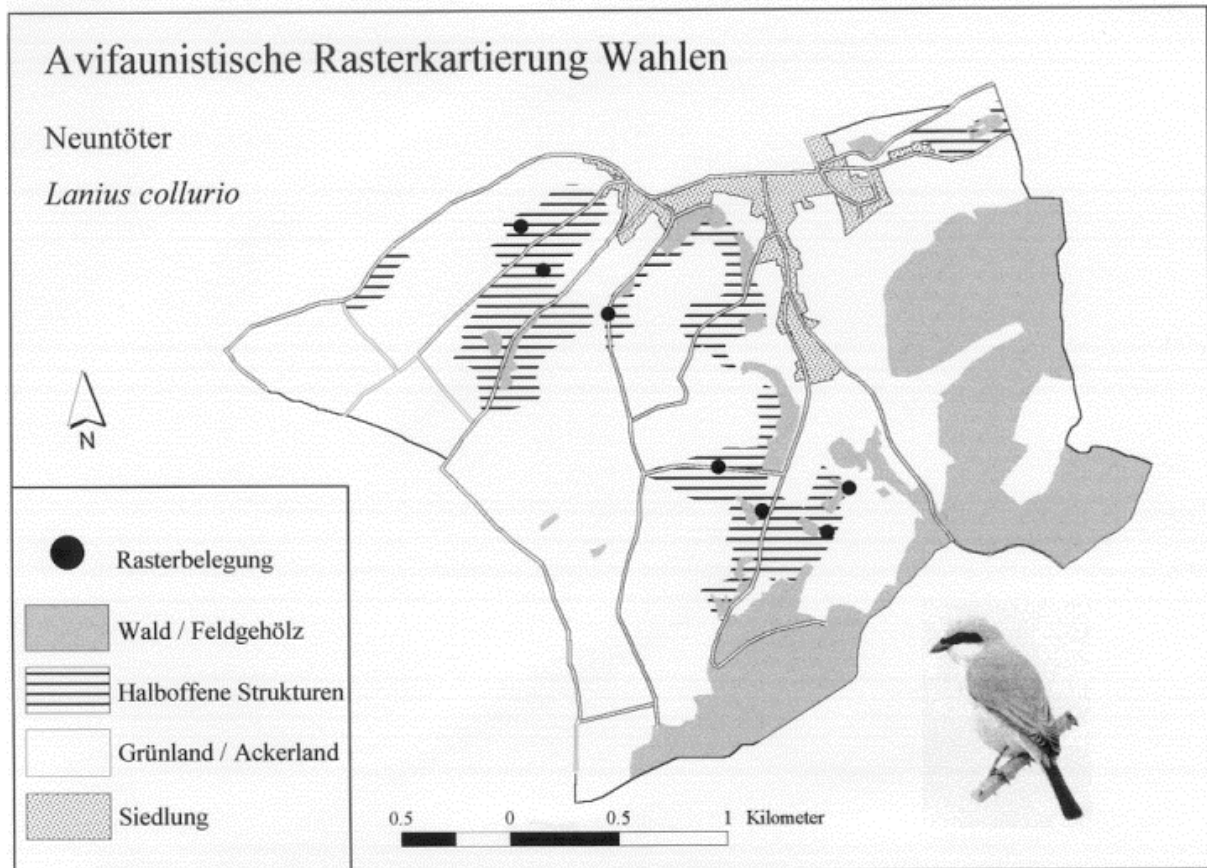


Abb.50: Verbreitung des Neuntötters im Untersuchungsgebiet. Brutvogelrasterkartierung nach EBERHARDT & ELLE (1994).

Der NT ist im Untersuchungsgebiet auf die halboffenen Strukturen beschränkt (Abb.50). Aufgrund der durchgängig niedrigen Individuenzahlen des NT in den einzelnen Untersuchungsjahren beschränkt sich die Interpretation der Strukturdaten auf die Gesamtfläche.

Auffällig ist die Meidung der Oberschicht-Strukturklassen, insbesondere der Klassen I und J mit linienhafter bzw. flächiger Oberschicht (Tab.12). Punkthafte Strukturen in der Oberschicht werden nicht mehr generell gemieden. Klasse F, die für hohe Gebüsche steht, ist dagegen in den Territorien des NT deutlich unterrepräsentiert. Positiv selektiert werden die punkthafte Elemente ohne Oberschicht (Klasse A und deutlicher Klasse C). Generell kann dem NT also im Untersuchungsgebiet eine Vorliebe für punkthafte Elemente, deren Funktion als Sing- und Sitzwarten nahe liegt, und eine Abneigung gegenüber zu mächtigen Baum- und Strauchstrukturen nachgesagt werden. Letzteres äußert sich auch in einer signifikanten Meidung von Oberschicht-Rastern allgemein (oberste Schicht S7-8, Abb.14). Eine Vorliebe für Strukturen ohne bodennahe Vegetation ist durch die in zwei Jahren positive Selektion der Klasse E zwar angedeutet. Abb.15 ist aber zu entnehmen, dass derartige Strukturen (unterste Schicht S3-4) nur 1995 noch-signifikant bevorzugt werden. In den anderen Jahren sind dage-

gen keine Abweichungen vom Angebot nachweisbar. Die Nischenbreite ist 1995 und 1997 bei dieser Art sehr gering (Tab.16). 1998 ist der Wert etwas höher und mit dem der Mönchsgrasmücke vergleichbar.

Ein Blick auf die Strukturtypen-Profile (Abb.20.9a-c) bestätigt die große Bedeutung der punkthaften Strukturen, die nur in der Oberschicht gemieden werden, und zeigt den hohen Anteil des Typs OHNE in den mittleren und oberen Schichten. Auffällig ist außerdem der geringe Anteil flächiger und linienhafter Strukturen in den unteren und – besonders deutlich – den oberen Schichten.

Das Profil der Vegetationsmenge (Abb.21) zeigt hohe absolute Werte in den Schichten S1 bis S7. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass der NT von den untersuchten Vogelarten mit Abstand die größten Territorien aufweist (Abb.11). Die Territoriumsgrößen schwanken auch intraspezifisch sehr stark. Das führt zu den herausragenden Werten 1998. Diese großen Unterschiede sind auch in den Werten des Gesamt-Vegetationsraumes erkennbar (Abb.22). Der Grund dafür ist in der geringen Individuenzahl dieser Art zu sehen.

Deutlich ist die Bevorzugung einer niedrigen, lückigen oder fehlenden Krautschicht (Klasse N, Abb.24) während des gesamten Untersuchungszeitraumes festzustellen. Der NT zeigt 1995 und 97 die beiden stärksten Häufigkeitsverschiebungen aller Arten. Auch in Bezug auf die Morphologie der Vegetationskomplexe sind die Abweichungen vom Angebot in zwei Jahren groß. Hier zeigt der NT statistisch signifikante Präferenzen für die Klasse B (Abb.23), welche für Vegetation vom Typ „Schlehe / Brombeere“ steht. 1995 weichen die Verhältnisse allerdings nicht signifikant von den vorgefundenen Anteilen ab.

Die Struktureignung der genutzten und ungenutzten Flächen (Abb.25) lässt keine Schicht erkennen, in der vom NT stark selektiert wird. In allen Schichten gruppieren sich die Werte dicht um den Neutralwert 1, der für opportunistisches Selektionsverhalten steht. Die Werte der Gesamt-Struktureignung (Abb.26) machen deutlich, dass die genutzten und ungenutzten Flächen sich nicht stark unterscheiden. Es gibt auf der einen Seite viele rechnerisch günstige Raster (Klassenwerte von 1,0 bis $< 1,4$) auf den ungenutzten Flächen, deren Anteil mehr als $1/3$ beträgt. Auf der anderen Seite sind mehr als die Hälfte aller genutzten Raster auf die Klassen mit dem Wertebereich von 0,7 bis $< 1,0$ verteilt. Darüber hinaus gibt es einen kleinen Anteil ($< 5\%$) von Rasterzellen mit Werten zwischen 0,5 bis $< 0,7$. Diese rechnerisch ungünstigen Zellen sind fast ausschließlich auf den ungenutzten Flächen zu finden. Der Selektivitätsgrad dieser Art ist dennoch eher als gering einzuschätzen.

4.3 Interspezifische Ähnlichkeiten

Die einfachste Form der Klassifizierung der 9 Vogelarten zeigt Abb.13. Kriterium der Ähnlichkeit zwischen den Arten sind die zwei Strukturindices zur Schichtung und Offenheit (vgl. Kap. 3.1.1), die gemeinsam die Vegetationsmächtigkeit in den Territorien beschreiben. Deutlich lassen sich zwei Artengruppen unterscheiden. Die eine umfasst mit NT, GO und DG die Arten der offeneren Strukturen. Diese Arten trennen sich interspezifisch ohne Überlappungsbereiche durch den Grad der Offenheit in den Territorien, welche vom NT bis zur DG abnimmt. Der Anteil der Oberschicht-Strukturen ist bei diesen Arten durchgängig gering. Die zweite Gruppe vereinigt mit ZI, MG, BU, HE und GG die Gebüsch- und Waldarten dieser Untersuchung. Die Territorien unterscheiden sich im Grad der Oberschicht-Ausprägung und sind generell durch eine geringe Offenheit gekennzeichnet. Die Anteile der Oberschicht-Strukturen sind bei GG und HE innerhalb dieser Gruppe eher gering und nehmen bei ZI, MG und BU deutlich zu. Beide Gruppen verhalten sich also genau gegensätzlich und zeigen dort eine weite Amplitude der Indexwerte, wo die jeweils andere Gruppe auf eine sehr geringe Wertespanne beschränkt ist. Die KG scheint eine Zwischenstellung in Bezug auf diese beiden Gruppen einzunehmen. 1995 zeigt sie sowohl die geringen Anteile von Oberschicht-Rastern der ersten Gruppe als auch die geringe Offenheit der zweiten Gruppe. 1997 ist sie näher an Gruppe 1 und 1998 näher an Gruppe 2 angeschlossen.

Wesentlich detaillierter beschreiben die der Clusteranalyse zugrundeliegenden 7 Variablen die strukturelle Ausprägung der Territorien, denn es werden sowohl Informationen zur Vegetationsmenge in der Strauch- und Baumschicht als auch zur Form der die Territorien aufbauenden Vegetationseinheiten berücksichtigt. Das Dendrogramm der durchschnittlichen Art-Territorien auf der Gesamtfläche (Abb.31) lässt drei Hauptcluster erkennen. Cluster 1 wird durch MG, GG, ZI, HE und BU gebildet. NT, GO und DG bauen Cluster 3 auf. Deutlich von diesen beiden Clustern abgesetzt vereinigt Cluster 2 die untereinander als sehr ähnlich klassifizierten Territorien der KG in den Jahren 1995 bis 1998. Die Zusammensetzung der Cluster entspricht also exakt der Gruppierung, die aus Abb.13 herausgelesen wurde. Zugegebenermaßen geht die Aussage dieser Klassifizierung nur wenig über das hinaus, was in Kap. 1.1 als „ornithologisches Allgemeinwissen“ bezeichnet wird. Es werden die Arten offener Strukturen von denen geschlossenerer Strukturen getrennt. Auffällig sind allerdings die große Eigenständigkeit und Ähnlichkeit der KG-Territorien und weitere große, sich über den gesamten Untersuchungszeitraum erstreckende intraspezifische Ähnlichkeiten bei MG, BU, HE und NT. Diese werden durch die frühe Vereinigung der entsprechenden Äste im Dendrogramm angezeigt. Der eigentliche Wert dieses Dendrogramms liegt jedoch in der Verifikation der Eignung der

verwendeten habitatbeschreibenden Strukturvariablen. Die sinnvolle Klassifizierung der Gesamt-Durchschnitts-Territorien spricht dafür, dass die Strukturvariablen die Vogeltterritorien adäquat charakterisieren, also auch auf der Ebene des Teilflächen-Durchschnitts und des individuellen Territoriums (vgl. Kap. 4.4 und Kap. 4.5).

Zunächst sollen die in Abb.31 dargestellten interspezifischen Ähnlichkeiten vor dem Hintergrund der Nischenüberlappung (NÜ, Tab.17) und der interspezifischen Assoziation (ASS, Tab.19-21) analysiert werden. Die NÜ errechnet sich aufgrund der Nutzung der Strukturklassen. Die Artengruppe des Clusters 1 zeigt in allen Kombinationen Werte der NÜ, die > 1 sind. Besonders hohe Werte (deutlich $> 1,2$) sind bei den Paarungen MG/ZI, MG/BU und ZI/BU zu verzeichnen. Die Strukturklassen werden von den Arten des Clusters 1 also so genutzt, dass die (rechnerische) Wahrscheinlichkeit des interspezifischen Aufeinandertreffens größer ist als bei einer sich jeweils proportional zum Angebot verhaltenden Strukturklassen-Nutzung (vgl. Kap. 3.2.2). Geht diese strukturelle Ähnlichkeit der Territorien mit einer Ähnlichkeit der räumlichen Verteilungsmuster einher? Hinweise darauf liefern die Werte der ASS. Hohe Werte treten v.a. in den Kombinationen zwischen MG, ZI und BU auf. Die Paarung MG/GG ist durch Werte gekennzeichnet, die nahe bei 1 liegen und somit für die Kategorie „nicht assoziiert“ stehen. Die Schlussfolgerungen aus diesem Befund werden gemeinsam mit weiteren Fakten zu diesem Artenpaar in Kap. 4.4 diskutiert. Stärkere positive Assoziationen zeigt die GG mit dem ZI, wogegen sie mit der HE in zwei Jahren nicht assoziiert und mit dem BU sogar negativ assoziiert ist. Die HE ist mit ZI und MG überwiegend positiv assoziiert und mit dem BU nicht assoziiert. Die räumlichen Verteilungsmuster gestalten sich zwischen diesen Arten also heterogener als es die Zugehörigkeit zu einem gemeinsamen Cluster vermuten lässt.

Auch die Arten des Clusters 3 zeigen in allen Kombinationen NÜ-Werte > 1 , allerdings weniger deutlich als die Arten des Clusters 1. Innerhalb dieser Gruppe ist die (rechnerische) Wahrscheinlichkeit des interspezifischen Aufeinandertreffens also gegenüber proportionaler Nutzung nur leicht erhöht. Die ASS der Paarung DG/GO ist trotz hoher Individuenzahlen beider Arten sogar neutral („nicht assoziiert“, 1995, 1997) bis negativ (1998). Die in Kap. 4.2.7 herausgearbeiteten, graduellen Unterschiede der Habitatwahl schlagen sich also schon in einer räumlichen Trennung beider Arten nieder. Die ASS des NT mit den anderen Arten wurde aufgrund zu geringer Individuenzahlen nicht berechnet.

Die KG aus Cluster 2 hat nur mit BU und NT deutlich unter 1 liegende Werte der NÜ. Mit den anderen Arten treten überwiegend Werte > 1 auf, besonders deutlich bei GG, HE und DG. Die NÜ zwischen DG/KG ist sogar deutlich größer als zwischen der DG und den anderen

Arten aus Cluster 3 (siehe oben), und auch CODY (1978) weist auf die Ähnlichkeit beider Arten bezüglich der Habitatwahl hin. Trotzdem können in Kap. 4.2.4 eindeutige Unterschiede herausgearbeitet werden. Zwischen KG/MG bzw. KG/ZI ist jeweils 1997 die geringste, 1998 die höchste und 1995 eine mittlere NÜ zu konstatieren. Das deckt sich mit der Interpretation von Abb.13 (s. oben), wonach die KG 1997 näher bei den Offenland-Arten, 1998 näher bei den Arten der geschlosseneren Strukturen und 1995 zwischen beiden Gruppen liegt. Die ASS der KG mit den anderen Arten ist, über den gesamten Untersuchungszeitraum betrachtet, sehr wechselhaft. Sie liefert somit kein klares Bild. Insgesamt unterstreichen alle diese Befunde die Mittelstellung dieser Vogelart im interspezifischen Vergleich des Habitatwahlverhaltens. Die Paarungen aus jeweils einer Art des 1. und 3. Clusters lassen sich zwei Typen zuordnen. Auf der einen Seite gibt es Kombinationen, die durch sehr niedrige NÜ-Werte gekennzeichnet sind, d. h. die (rechnerische) Wahrscheinlichkeit des interspezifischen Aufeinandertreffens ist aufgrund unterschiedlicher Nutzungsschwerpunkte der Strukturklassen gegenüber proportionaler Nutzung deutlich herabgesetzt. Dazu gehören alle Kombinationen aus MG, ZI, BU mit DG, GO, NT. Auf der anderen Seite zeigen die Paarungen aus GG bzw. HE mit DG bzw. GO tendenziell Werte um den Neutralwert 1. Das Habitatwahlverhalten bezüglich der Strukturklassen unterscheidet sich innerhalb dieser Gruppe also weniger gravierend als zwischen den oben genannten Vertretern aus Cluster 1 und 3. Die Kombinationen von GG und HE mit dem NT sind dagegen eindeutig durch niedrige NÜ-Werte gekennzeichnet. Betrachtet man das Habitatwahlverhalten dieser 9 Arten vor dem Hintergrund eines Kontinuums von offenen zu geschlossenen Strukturen, so markieren demnach MG, ZI und BU den äußeren Rand zu den geschlossenen Strukturen und der NT den äußeren Rand zu den offenen Strukturen. GG, HE, KG, DG und GO besetzen den Übergang zwischen beiden Extremen. Die Unterschiede zwischen dem Selektionsverhalten innerhalb der Cluster 1 und 3 sind jedoch so stark, dass mit Ausnahme der Paarung HE/DG durchgängig starke negative ASS zwischen den Art-Kombinationen beider Cluster auftritt, die in vielen Fällen statistisch signifikant ist.

4.4 Mönchsgrasmücke und Gartengrasmücke – ein Beispiel interspezifischer Konkurrenz?

Interspezifische Territorialität bei Vögeln (vgl. ORIAN & WILLSON 1964) ist ein äußerst interessantes Phänomen und konnte bereits für zahlreiche Artenpaare nachgewiesen werden (z.B. BECKER 1977, CODY 1978, CODY & WALTER 1976, RICE 1978, SAETHER 1983,

SORJONEN 1986, SVENSSON 1978). Für das Paar Mönchs- und Gartengrasmücke (MG bzw. GG) wurde sie schon sehr früh postuliert (RAINES 1945) und von GARCIA (1983) auch experimentell im Freiland untersucht. Er schloss aus seinen Experimenten, dass die MG der GG überlegen war, denn er stellte fest, dass es offensichtlich Habitattypen gab, die von beiden Arten besiedelbar waren, faktisch aber ausschließlich von der früher im Gebiet eintreffenden MG besetzt wurden. Erst nach dem Wegfang sämtlicher MG aus dem Untersuchungsgebiet nahmen die GG diese Flächen in Besitz. Andere wurden dagegen trotz des Fehlens der MG nicht von den GG übernommen, repräsentierten also evtl. einen spezifischen MG-Habitattyp. In diesem Kapitel soll der Frage nachgegangen werden, ob es auch in dieser Studie Hinweise auf verstärkte interspezifische Konkurrenz zwischen diesen beiden Arten gibt.

Obwohl in Kap.4.2.1 und 4.2.2 graduelle Unterschiede zwischen MG und GG herausgearbeitet werden konnten, ist die große Übereinstimmung in den genutzten Habitatstrukturen beider Arten doch sehr auffällig. Diese Ähnlichkeit alleine impliziert aber noch keine Konkurrenz. Das stärkste Argument für interspezifische Konkurrenz ist die ausgeprägte räumliche Trennung beider Arten im gesamten Untersuchungszeitraum (vgl. Abb.38 bis Abb.40). Die in dieser Untersuchung zur Abgrenzung der Territorien verwendete Konvex-Polygon-Methode übertreibt eher noch den Überlappungsgrad benachbarter Territorien. Das mag auch der Grund dafür sein, dass die Verhältnisse nicht auf allen Teilflächen so deutlich wie auf Fläche D sind.

Eine starke räumliche Trennung von MG und GG müsste sich eigentlich auch in hohen negativen Werten der interspezifischen Assoziation (Tab.19 bis Tab.21) niederschlagen. Fakt sind für den gesamten Untersuchungszeitraum nahe bei Null liegende Koeffizienten („nicht assoziiert“). Für die Interpretation dieser Werte ist jedoch zu bedenken, dass zur Berechnung der interspezifischen Assoziation sämtliche Raster berücksichtigt wurden, die mit mindestens einer Vogelart belegt waren (vgl. Kap. 3.4). Das führt zu einer großen Anzahl von Rastern, die weder von MG noch von GG genutzt werden, weil sie ihrem Habitattyp nicht entsprechen und somit zu einem hohen d -Wert in der Vierfelder-Tafel. Hohe d -Werte erschweren den Nachweis negativer Assoziation. Die Werte der interspezifischen Assoziation sind demnach wie folgt zu deuten: Trotz relativ ähnlicher Habitatvorlieben beider Arten und Berücksichtigung des gesamten Habitatspektrums im Untersuchungsgebiet ist keine deutliche, positive Assoziation feststellbar, weil eine relativ starke räumliche Trennung beider Arten das verhindert.

Dass die Habitatpräferenzen von MG und GG tatsächlich sehr ähnlich sind, zeigen die schlechten Trenneigenschaften der Zwei-Gruppen-Modelle der Diskriminanzanalysen, bei

denen die Gruppenzugehörigkeit durch die Artzugehörigkeit bestimmt wird (Tab.32). Die Drei-Gruppen-Modelle, deren Gruppenzugehörigkeit auf einer Clusteranalyse basiert, besitzen dagegen sehr gute Trenneigenschaften (Tab.33, Abb.41). Dieser Befund lässt die Interpretation zu, dass beide Arten ein vergleichbares Spektrum von Habitattypen, welches sich in den drei Hauptclustern manifestiert, gemeinsam nutzen. Weder MG noch GG können jedoch einen dieser Typen für sich reklamieren. Das äußert sich in der Tatsache, dass kein Cluster durch das Vorherrschen einer Art gekennzeichnet ist. Die interspezifische Konkurrenz äußert sich in dem geringen Überlappungsgrad ihrer Territorien, ist also mit hoher Wahrscheinlichkeit ein bedeutender Faktor. Eine Überlegenheit der MG gegenüber der GG lässt sich aus den Daten dieser Untersuchung allerdings nicht ableiten. Es ist jedoch denkbar, dass die 7 betrachteten Strukturvariablen nicht die Qualität der Territorien widerspiegeln. Dieses Problem kann ohne Kenntnis des Reproduktionserfolges beider Arten in ihren Territorien aber nicht gelöst werden (vgl. SCHREIBER 1989). Gegen eine absolut zwingende räumliche Trennung von MG und GG sprechen aber Beobachtungen von BERTHOLD & QUERNER (1984), die minimale interspezifische Nestabstände von 6,5 m und 2,1 m feststellten. Sie betonen aber, dass diese Distanzen große Ausnahmen seien und evtl. auf die schlechte Vegetationsentwicklung des Untersuchungsjahres zurückzuführen seien.

4.5 Einfluss des Strukturangebots auf die Strukturnutzung

Die Abb.27 bis 29 zeigen die Dendrogramme der durchschnittlichen Territorien auf den Teilflächen A-E in den drei Untersuchungsjahren und liefern Hinweise auf die Rolle des Strukturangebots bei der Habitatselektion. Die der Clusteranalyse zugrundeliegenden Strukturvariablen entsprechen den für den Gesamt-Durchschnitt verwendeten 7 Variablen zur Vegetationsmenge und zur Form der Vegetationseinheiten. In Kap. 4.3 konnte herausgearbeitet werden, dass diese Variablen für eine adäquate Beschreibung der Territorien geeignet sind.

Wie bereits in Kap. 3.5.2 festgestellt wurde, bestehen die größten Ähnlichkeiten innerhalb der Dendrogramme in der Mehrzahl der Fälle nicht jeweils innerhalb einer Art auf verschiedenen Teilflächen, sondern zwischen verschiedenen Arten, die derselben Teilfläche angehören. Die Ursache dafür ist nicht zwangsläufig darin zu sehen, dass die interspezifischen Übereinstimmungen der Habitatpräferenzen bestimmter Vogelindividuen die intraspezifischen Ähnlichkeiten übertreffen. Es ist vielmehr ein Beleg dafür, dass das Strukturangebot einer Fläche großen Einfluss auf die Habitatwahl einer Art hat und diese insofern beeinflusst, als das Spektrum der angebotenen Strukturen in seiner Gesamtheit den Charakter dieser Fläche

bestimmt und die Rahmenbedingungen des Selektionsverhaltens definiert. Die Vogelindividuen suchen aufgrund ihres Ökoschemas nach der Verwirklichung des artspezifischen Monoplexes (vgl. Kap. 1.2) und gelangen auf diese Weise auf die einzelnen Untersuchungsflächen. Dort müssen sie auf das vorgegebene Strukturangebot reagieren, denn sie können weder die räumliche Anordnung noch die quantitative Zusammensetzung der Strukturen verändern. Je nach dem Grad der Verwirklichung des Ökoschemas ist eine Vogelart auf den verschiedenen Flächen mal stärker und mal weniger stark zu selektierendem Habitatwahlverhalten gezwungen. Die großen interspezifischen Ähnlichkeiten bestimmter Arten, die auf der jeweils gleichen Fläche siedeln, sind also in erster Linie das Ergebnis des identischen Strukturangebots für die beteiligten Individuen, auf das die entsprechenden Arten in ähnlicher Weise reagieren. Eine solch große Ähnlichkeit der Habitatwahl ist intraspezifisch auf verschiedenen Teilflächen – mit unterschiedlichem Strukturangebot (Abb.18) – offensichtlich rechnerisch nicht zu erzielen. Umso bedeutungsvoller sind die Ähnlichkeiten, die sich dennoch intraspezifisch auf unterschiedlichen Flächen ergeben.

Vor diesem Hintergrund ist es eher unwahrscheinlich, dass die gesamte strukturelle Ausstattung eines Vogelterritoriums das Ergebnis von Auswahlvorgängen im Sinne von Bevorzugung bzw. Meidung ist. Bestimmte Strukturen haben möglicherweise eine geringere Bedeutung und sind als „neutrale Matrix“ der Territorien anderen Strukturen gegenüberzustellen, welche als Schlüsselstrukturen die Habitatwahl entscheidend beeinflussen. Während Schlüsselstrukturen auf der untersten Ebene des hierarchischen Entscheidungsprozesses bei der Feinabstimmung der Habitatwahl eine Rolle spielen (vgl. Kap. 1.2) und damit ein wichtiges steuerndes Element bei der Dispersion der Vogelindividuen sind, haben die hier als neutral bezeichneten Strukturen zuvor im Entscheidungsprozess zumindest dazu beigetragen, die strukturelle Grundeignung der Fläche für die Arten zu gewährleisten. Es darf an dieser Stelle aber nicht vergessen werden, dass es weitere, die Dispersion beeinflussende Faktoren gibt, welche die strukturabhängigen Ursachen der räumlichen Verteilung überlagern bzw. modifizieren können. Dazu gehören neben dem Faktor „Zufall“ v.a. intra- und interspezifische Interaktionen zwischen den Vogelindividuen (vgl. Kap. 4.4).

Die Bedeutung einer Struktur bei der Habitatwahl einer Vogelart wird in dieser Studie durch quantitativ belegbare Abweichungen (positiv bzw. negativ) zwischen Strukturangebot und Nutzung wahrscheinlich gemacht und durch Konstanz auf den einzelnen Flächen bekräftigt. Der Umkehrschluss, dass Strukturen keine Bedeutung für die Arten haben, wenn jene in den Territorien nicht signifikant von den Anteilen des Strukturangebots abweichen, ist allerdings nicht zwingend. Möglicherweise genügt die strukturelle Zusammensetzung des Angebots dem

Ökoschema bereits, so dass kein Anlass zu selektierendem Verhalten besteht. Die Dynamik der Habitatwahl einer Art wird erkennbar, wenn man deren Reaktion auf unterschiedliche Strukturangebote analysiert. Z.B. ist die MG auf der Gesamtfläche eine stark selektierende Vogelart (vgl. Kap. 4.2.1), die sich durch eine deutliche Meidung der Strukturklassen A-E und eine starke Bevorzugung der Klassen F-J auszeichnet (Tab.12). Betrachtet man dagegen das Habitatwahlverhalten auf Teilfläche A, so ist deutlich zu erkennen, dass diese Fläche eine für die MG so günstige Strukturklassen-Zusammensetzung hat (Abb.18, Tab.16), dass die MG dort in keinem Jahr quantitativ nachweisbares selektierendes Verhalten zeigt (Tab.13 bis 15). Die eigentlich stark bevorzugte Klasse J wird 1998 sogar unterproportional häufig genutzt. Das Angebot einer Fläche entscheidet also darüber, ob eine Struktur „Schlüsselstruktur-Charakter“ für eine Art hat. Dieser Begriff hat demnach nur in Bezug auf einen bestimmten Lebensraum Gültigkeit. In diesem Fall ist das die halboffene Kulturlandschaft mit ihren spezifischen, strukturellen Eigenschaften.

Die Ursachen dafür, dass sich bestimmte Struktureinheiten innerhalb eines Territoriums einer Art befinden (oder nicht), können also recht vielfältig sein:

- Aktive Auswahl durch Bevorzugung bzw. Meidung
- Passive Auswahl durch räumliche Nähe zu ausgewählten Strukturen
- Intra- und interspezifische Beeinflussung der räumlichen Verteilung
- Zufall

In allen Fällen sind die selektierten Strukturen das Ergebnis eines komplexen, dynamischen Prozesses, der entscheidend durch den strukturellen Charakter einer Fläche beeinflusst wird.

Wie in Kap. 3.5.2 bereits dargelegt, repräsentieren die drei Hauptcluster der Dendrogramme von 1995 - 1998 (Abb.27 bis 29) jeweils einen Vegetationsgradienten von großer Vegetationsmächtigkeit mit eher geschlossenen Strukturen (Cluster 1) über eine mittlere Ausprägung von Mächtigkeit und Geschlossenheit der Strukturen (Cluster 2) bis zu offeneren, geringmächtigen Strukturen (Cluster 3). Die genauen strukturellen Charakteristika der einzelnen Cluster sind aus Tab.24 ersichtlich. Die strukturellen Unterschiede dieser drei Cluster wurden mit Hilfe einer Diskriminanzanalyse statistisch untersucht. Die hohen Quoten korrekter Zuordnung der Territorien durch das Modell von über 95% (Tab.25c bis 27) unterstreichen die strukturelle Eigenständigkeit der drei Gruppen (vgl. auch Abb.32 bis 34). Abb.13 und Abb.18 lassen erkennen, dass die 5 Teilflächen im Hinblick auf ihren strukturellen Gesamtcharakter ebenfalls einen Gradienten beschreiben. Die größte Vegetationsmächtigkeit ist auf Fläche A

zu verzeichnen und nimmt über die Flächen B, C und D bis zu Fläche E kontinuierlich ab. Aus Tab.23 ist abzulesen, wie die einzelnen Arten auf die unterschiedlichen Rahmenbedingungen des Strukturangebotes reagieren. Zunächst soll das Verhalten der Gebüsch- und Waldarten MG, GG, ZI, HE und BU (vgl. Abb.31) auf den Teilflächen analysiert werden. MG, ZI und BU sind überwiegend in Cluster 1 zu finden. GG und HE sind zu etwa gleichen Teilen auf Cluster 1 und Cluster 2 verteilt. Entscheidend für die Differenzierung dieser Artengruppe ist die Teilfläche C, welche eine mittlere Stellung bei der Vegetationsmächtigkeit der angebotenen Strukturen einnimmt und sich bezüglich der Clusterzugehörigkeit ihrer Durchschnitts-Territorien am hererogensten präsentiert. GG und HE neigen offensichtlich eher dazu, auf intermediäre Strukturen überzugehen, wenn das Strukturangebot zu diesen intermediären Strukturen tendiert. Das zeigt sich darin, dass diese Arten dort zumindest teilweise Cluster 2 angehören, während MG, ZI und BU auch auf dieser Fläche noch ausschließlich Territorien vom Typ „Cluster 1“ besetzen. Auf den Flächen D und E resultiert das durch noch offenere Strukturen gekennzeichnete Strukturangebot bei MG, GG, ZI und HE ausschließlich in Territorien vom intermediären Typ (Cluster 2). Der BU zeigt dagegen diesen Übergang von Cluster 1 zu Cluster 2 erst eine Stufe später als MG und ZI, nämlich auf Fläche E. Auf Fläche D sind in zwei Untersuchungsjahren die Territorien des BU noch dem Typ „Cluster 1“ zugeordnet. Fazit: Bei offener werdendem Gesamtcharakter der Teilflächen tendiert der BU am stärksten zu einem Habitattyp mit großer Vegetationsmächtigkeit und Geschlossenheit der Strukturen (Cluster 1), gefolgt von MG und ZI. GG und HE haben innerhalb dieser Gruppe die schwächste Affinität zu derartigen Strukturen.

Für die Offenland-Arten NT, GO, DG und KG stellen sich die Verhältnisse folgendermaßen dar: DG, GO und NT sind nur auf Fläche A Cluster 1 zugeordnet, die KG 1995 auch auf Fläche B. Das Strukturangebot dieser Fläche lässt offensichtlich andere Typen von durchschnittlichen Territorien nur schwer zu (vgl. DG 1995, GO 1998). Derartige Ausprägungen der Durchschnitts-Territorien von DG, GO, KG und NT auf dieser Fläche sind nicht etwa Ausdruck ihrer Habitatpräferenzen, sondern ihrer Möglichkeiten, pessimale Bedingungen zu tolerieren. Das spiegelt sich in den geringen Individuenzahlen dieser Arten bzw. ihrem Totalausfall auf Fläche A in bestimmten Jahren wider. NT und GO sind außerhalb der Fläche A fast ausschließlich in Cluster 3 zu finden, welcher für die offeneren Strukturen mit geringster Vegetationsmächtigkeit in den Territorien steht. Bei DG und KG sind dagegen auf der offeneren Seite des Vegetationsgradienten des Teilflächen-Strukturangebots (Fläche D und E) eher Tendenzen zu intermediären Strukturen (Cluster 2) und auf den geschlosseneren Flächen (Fläche B) zu offeneren Strukturen (Cluster 3) zu beobachten. Differenzierende

Fläche dieser beiden Arten ist wiederum Fläche C, auf der für die KG der Übergang von Cluster 3 zu Cluster 2 bereits vollzogen wird, die DG aber noch vollständig Cluster 3 angehört. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass der hohe Anteil von geschlossenen Strukturen auf Fläche B und C die DG und KG dazu zwingt, sich stärker von diesen „abschreckenden“ Strukturen abzusetzen und auf die offensten Bereiche dieser Flächen auszuweichen. Dieses Verhalten ist auf den Flächen D und E am anderen Ende des Gradienten der Vegetationsmächtigkeit der angebotenen Strukturen nicht in dem Maße erforderlich. Eine größere Akzeptanz der KG gegenüber geschlossenen Strukturen als bei der DG (vgl. Kap. 4.2.4) steht im Einklang mit dem früheren Wechsel der KG von Cluster 3 in Cluster 2 auf Fläche C.

Bisher wurden ausschließlich verschiedene Aggregationsebenen der artspezifischen Habitatselektion diskutiert. Der eigentliche Vorgang der Habitatwahl spielt sich jedoch auf der Individualebene ab, und auch die Flexibilität einer Art begründet sich in den Fähigkeiten der einzelnen Individuen, auf bestimmte Rahmenbedingungen des Strukturangebots zu reagieren. In Kap. 3.5.3 wurde mit Hilfe einer Diskriminanzanalyse getestet, wie konstant die auf der Basis der Durchschnitts-Territorien auf den Teilflächen definierten Strukturnutzungsmuster (vgl. Tab.23) auf der Ebene des Individuums sind. Setzt sich das Abstraktum „Durchschnittliches Territorium“ aus einer Menge stark streuender oder strukturell ähnlich aufgebauter Einzelterritorien zusammen? Hinweise darauf bieten die in den Tab.28 bis 30 dargestellten Trefferquoten der Diskriminanzmodelle für die Jahre 1995 bis 1998. Die korrekte Zuordnung von 63,5% bis 70,8% aller individuellen Territorien lässt folgende Interpretationen zu: Auf der einen Seite sind diese Werte im Vergleich zu einer zufälligen Trefferquote von 33,3% (bei drei Gruppen) vergleichsweise hoch. Das spricht für ein relativ konstantes Habitatwahlverhalten der untersuchten Arten und damit für eine Relevanz der durchschnittlichen Nutzungsmuster auch auf der Individualebene. Auf der anderen Seite ist in den drei Untersuchungsjahren ein Anteil von jeweils etwa 1/3 aller Territorien zu konstatieren, der durch das Diskriminanzmodell falsch klassifiziert wird, d.h. die tatsächliche und die durch das Modell aufgrund der Strukturwerte prognostizierte Gruppenzugehörigkeit stimmen bei diesen Territorien nicht überein. Die Scatterplots der Diskriminanzwerte in den Abb.35 bis 37 zeigen sehr anschaulich, dass es zwischen den drei Gruppen einen Überlappungsbereich gibt, innerhalb dessen keine mathematische Trennung der individuellen Territorien aufgrund ihrer Strukturwerte möglich ist. Territorien, die auf der Ebene des Teilflächen-Durchschnitts weit auseinanderliegen und eindeutig zu trennen sind, setzen sich also zu einem gewissen Prozentsatz aus gleichen bzw. sehr ähnlichen Bausteinen („individuellen Territorien“) zusammen. So werden auf

der Ebene des Teilflächen-Durchschnitts in keinem Fall durch das Diskriminanzmodell Objekte aus Cluster 1 dem Cluster 3 zugeordnet (und umgekehrt, vgl. Tab.25c bis 27). Auf der Individualebene treten dagegen derartige Fehlklassifizierungen auf (Tab.28 bis 30). Je höher demnach die Ebene der Aggregation und damit der Abstraktion vom Individuum ist, desto klarer werden die Konturen der Habitatpräferenzen einer Vogelart, weil Abweichungen von der Norm sich gegenseitig aufheben. Mit zunehmender Deutlichkeit der Habitatpräferenzen geht allerdings auch ein Verlust der aus dem Datenmaterial ableitbaren Informationen über die individuelle Flexibilität der Arten bei der Habitatwahl einher, wie bei der Interpretation auf der Ebene des Gesamtflächen-Durchschnitts (Abb.31) in Kap. 4.3 bereits deutlich geworden ist. Es sind nämlich genau diese Abweichungen von der Norm, welche die Flexibilität einer Vogelart bei der Habitatwahl beschreiben.

Teilweise hohe Anteile falsch klassifizierter individueller Territorien treten v.a. bei DG, KG und GO auf, weniger deutlich auch bei GG und HE (Tab.31), welche als Arten der intermediären Strukturen offensichtlich flexibler in der Habitatwahl sind. Relativ hohe Werte sind auch beim BU festzustellen. Die Präferenzen für bestimmte Strukturen sind bei diesen 6 Arten somit auf der Individualebene weniger voraussagbar als das bei MG, ZI und NT der Fall ist, welche eher die Ränder des von offenen zu geschlossenen Strukturen reichenden Gradienten besiedeln. Diese Arten sind in diesem Lebensraum stärker auf bestimmte Schlüsselstrukturen festgelegt. Das geringe Potential, auf unterschiedliche Strukturangebote auf den Flächen flexibel zu reagieren, äußert sich in relativ niedrigen Werten der Fehlklassifizierung durch das Diskriminanzmodell für diese Arten.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der in dieser Studie untersuchte, durch halboffene Strukturen gekennzeichnete Lebensraum aufgrund seines vermittelnden Charakters den Arten geschlossener Strukturen ein Vordringen in offenere Strukturen und umgekehrt den Arten offener Strukturen in Richtung auf geschlossenerere Strukturen ermöglicht. Die Voraussetzungen dafür sind mit Sicherheit in der großen Heterogenität dieses Lebensraumes aufgrund des kleinflächigen Wechsels der Strukturen zu sehen. Dadurch werden bestimmte Strukturen, die großflächig die Habitatwahl negativ beeinflussen würden, in ihrer Wirkung gedämpft. Ansonsten in ihren Optimalhabitaten getrennte Vogelarten rücken hier also sowohl räumlich als auch strukturell näher zusammen. Für andere Arten wiederum stellt dieser halboffene Lebensraum selbst ein optimales Habitat dar, was sich in einer vergleichsweise geringen Selektivität dieser Arten im Habitatwahl-Verhalten äußert.

5 ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Studie wird über einen Zeitraum von drei Jahren das Habitatwahlverhalten von 9 Singvogelarten (*Sylvia atricapilla*, *S. borin*, *S. communis*, *S. curruca*, *Phylloscopus collybita*, *Prunella modularis*, *Emberiza citrinella*, *Fringilla coelebs*, *Lanius collurio*) in einem halboffenen Übergangsbereich (Ökoton) verglichen. Dieser Lebensraum ist durch eine große strukturelle Diversität gekennzeichnet und vermittelt zwischen den offenen Strukturen der Feldflur und den geschlossenen Strukturen des Waldes. Für die neun Vogelarten, die unterschiedliche Vorzugsbereiche bezüglich der Vegetationsstruktur in der Landschaft haben, wird ein Modell zur Quantifizierung von Habitatwahl erstellt, auf dessen Grundlage individuelles und durchschnittliches Habitatwahlverhalten vergleichend analysiert sowie die Rolle des Strukturangebots bei der Habitatwahl eingeschätzt werden kann. Das Untersuchungsgebiet liegt im nördlichen Saarland (Südwest-Deutschland) und umfasst 5 Teilflächen mit einer Größe von insgesamt ca. 130 Hektar.

Es wird mit quantitativen Methoden der Einfluss bestimmter, v.a. auf der Form von Vegetationseinheiten beruhender Strukturparameter auf die Dispersion der Vögel analysiert. Dafür wird eine weitgehend standardisierte Methode vorgeschlagen, die eine Unterscheidung zwischen dem Strukturangebot auf den Flächen und den durch die einzelnen Vogelarten tatsächlich genutzten Strukturen ermöglicht. Auf dieser Grundlage kann eingeschätzt werden, ob eine Vogelart eher opportunistisches oder selektierendes Habitatwahlverhalten zeigt. Eine opportunistische Vogelart nutzt die Habitatstrukturen proportional zum Strukturangebot. Zur Charakterisierung und Quantifizierung der Strukturen wird die Vegetation durch ein dreidimensionales Gitter in vergleichbare Einheiten (sog. Rasterzellen) zerlegt, die daraufhin untersucht werden, ob sie flächige, linien- oder punkthafte Vegetation enthalten oder vegetationsfrei sind. Daraus ergeben sich die sog. Strukturtypen FLÄCHE, LINIE, PUNKT, OHNE. Diese strukturellen Basiseinheiten werden in 8 verschiedenen Höhen kartiert. Auf der einen Seite werden die strukturellen Eigenschaften in diesen Schichten getrennt untersucht (schichtbezogener Ansatz). Auf der anderen Seite wird der Vegetationskörper einer Rasterzelle als Einheit betrachtet und aufgrund seiner Strukturtypen-Kombination in den einzelnen Schichten charakterisiert (integrativer Ansatz). Auf dieser Grundlage werden 10 sog. Strukturklassen unterschieden. Weitere Strukturgrößen ergänzen den Variablensatz. Die Nutzung definiert sich über die durch die sog. Revierkartierung ermittelte Lage der Territorien. Insgesamt basiert diese Studie auf der Analyse von 944 Vogelterritorien, 2670 Rasterzellen (Strukturangebot) und 12546 selektierten Rasterzellen (Strukturnutzung). Die EDV-technischen Voraus-

setzungen für eine effektive Handhabung dieser großen Datenmengen werden detailliert vorgestellt.

Strukturpräferenzen und Abneigungen, räumliche und zeitliche Konstanz des Habitatwahlverhaltens sowie der Grad der Selektivität in diesem Lebensraum bei der Auswahl der Habitatstrukturen werden für jede Vogelart ausführlich diskutiert. Außerdem werden die Territorien der einzelnen Vogelarten untereinander in ihrer strukturellen Ausstattung mit Hilfe multivariater statistischer Verfahren verglichen (Faktorenanalyse, Clusteranalyse, Diskriminanzanalyse). Dieses geschieht auf der Grundlage von 7 Strukturvariablen, welche die Vegetationsmenge in der Strauch- und Baumschicht sowie die Form der Vegetationseinheiten quantifizieren. Die räumliche Verteilung der Territorien in Kombination mit ähnlichen Strukturpräferenzen von *S. atricapilla* und *S. borin* spricht für das Wirken interspezifischer Konkurrenz zwischen beiden Arten. Eine Überlegenheit von *S. atricapilla* kann nicht festgestellt werden. Eine Clusteranalyse zur Klassifizierung der durchschnittlichen Art-Territorien pro Teilfläche führt zu drei Hauptclustern. Diese repräsentieren drei Grundtypen von Territorien, die sich bezüglich der Geschlossenheit der Vegetationsstrukturen unterscheiden. Typ 1 steht für die geschlossensten Strukturen dieses Lebensraumes, Typ 2 für intermediäre Strukturen und Typ 3 für die offensten Strukturen in den Territorien. Die genauen strukturellen Eigenschaften werden ausführlich diskutiert. Eine Diskriminanzanalyse mit einer hohen Quote korrekter Zuordnung von über 95% aller Territorien bekräftigt die strukturelle Eigenständigkeit dieser drei Typen. Die Analyse der Clusterzugehörigkeiten der einzelnen Arten auf den 5 Teilflächen, deren struktureller Gesamtcharakter ebenfalls einen Gradienten von geschlossenen über intermediäre bis zu offeneren Strukturen beschreibt, macht deutlich, dass das Strukturangebot einer Fläche großen Einfluss auf die Habitatwahl der Arten hat. Die Zusammensetzung des Strukturangebots gibt die Rahmenbedingungen der Habitatwahl vor und entscheidet darüber, ob eine Art stärker oder weniger stark zu selektierendem Verhalten gezwungen wird. *F. coelebs*, *S. atricapilla* und *P. collybita* sind am stärksten an Habitattypen mit geschlossenen Strukturen gebunden und selektieren diese bei geringem Angebot solcher Strukturen. *S. borin* und *P. modularis* haben eine schwächere Affinität zu geschlossenen Strukturen. Diese beiden Arten neigen viel früher dazu, auf intermediäre Strukturen überzugehen, wenn das Strukturangebot zu derartigen Strukturen tendiert. *E. citrinella* und *L. collurio* haben die stärkste Bindung an die offenen Strukturen. Bei *S. communis* und *S. curruca* sind dagegen auf der offeneren Seite des Vegetationsgradienten des Teilflächen-Strukturangebots eher Territorien vom intermediären und auf den geschlossenen Flächen eher vom offeneren Typ zu beobachten. Diese beiden Arten müssen sich offensichtlich auf Flächen

mit hohen Anteilen geschlossener Strukturen stärker von diesen absetzen und auf die offeneren Teilbereiche ausweichen.

Mit Hilfe einer Diskriminanzanalyse konnte nachgewiesen werden, dass die auf dem Teilflächen-Durchschnitt beruhenden Strukturnutzungsmuster auch auf der Ebene der individuellen Territorien eine Relevanz haben. Etwa 2/3 (63,5% bis 70,8% in den drei Untersuchungsjahren) aller individuellen Territorien, die aufgrund des Teilflächen-Durchschnitts gruppiert wurden, konnten durch das Modell korrekt zugeordnet werden. Etwa 1/3 aller Territorien wird jedoch durch das Diskriminanzmodell falsch klassifiziert, weil es zwischen den drei Gruppen einen weiten Überlappungsbereich gibt, innerhalb dessen eine Trennung aufgrund der Strukturwerte nicht möglich ist. Je höher also die Ebene der Aggregation der Territorien und damit der Abstraktion vom Individuum ist, desto klarer werden die Konturen der Habitatpräferenzen einer Vogelart. Die Flexibilität der Vogelarten in diesem Lebensraum zeigt sich jedoch in den Fähigkeiten der einzelnen Individuen, auf verschiedene Rahmenbedingungen des Strukturangebots mit opportunistischem Habitatwahlverhalten zu reagieren. Es wird quantitativ belegt, dass der durch halboffene Strukturen gekennzeichnete Lebensraum aufgrund seines vermittelnden Charakters und seiner großen strukturellen Heterogenität Vogelarten unterschiedlicher Lebensräume sowohl räumlich als auch strukturell näher zusammenrücken lässt.

LITERATUR

- ABER, J.D. (1979): Foliage-height profiles and succession in northern hardwood forests. *Ecology* 60:18-23
- ANDERSON, S.H. & H.H. SHUGART (1974): Habitat selection of breeding birds in an East-Tennessee deciduous forest. *Ecology* 55:828-837
- BACKHAUS, K., B. ERICHSON, W. PLINKE & R. WEIBER (1994): *Multivariate Analysemethoden*. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo
- BAHRENBERG, G., E. GIESE & J. NIPPER (1992): *Statistische Methoden in der Geographie 2. Multivariate Statistik*. Stuttgart
- BAIRLEIN, F. (1978): Über die Biologie einer südwestdeutschen Population der Mönchsgrasmücke (*Sylvia atricapilla*). *J.Orn.* 119:14-51
- BAIRLEIN, F. (1991a): *Sylvia curruca* - Klappergrasmücke. In: *Handbuch der Vögel Mitteleuropas Bd 12 II, Passeriformes (3. Teil)*(U.N. Glutz von Blotzheim, Hg). Aula, Wiesbaden, pp 795-837
- BAIRLEIN, F. (1991b): *Sylvia communis* - Dorngrasmücke. In: *Handbuch der Vögel Mitteleuropas Bd 12 II, Passeriformes (3. Teil)*(U.N. Glutz von Blotzheim, Hg). Aula, Wiesbaden, pp 837-888
- BAIRLEIN, F. (1991c): *Sylvia borin* - Gartengrasmücke. In: *Handbuch der Vögel Mitteleuropas Bd 12 II, Passeriformes (3. Teil)*(U.N. Glutz von Blotzheim, Hg). Aula, Wiesbaden, pp 888-948
- BAIRLEIN, F., P. BERTHOLD, U. QUERNER & R. SCHLENKER (1980): Die Brutbiologie der Grasmücken *Sylvia atricapilla*, *borin*, *communis* und *curruca* in Mittel- und N-Europa. *J.Orn.* 121:325-369
- BAKER, J.R. (1938): The evolution of breeding seasons. In: *Evolution. Essays on aspects of evolutionary biology presented to E.S. Goodrich* (G.R. DeBeer). Oxford, pp 161-177
- BARTHEL, P.H. (1993): Artenliste der Vögel Deutschlands. *J.Orn.* 134:113-135
- BECKER, P.H. (1977): Verhalten auf Lautäußerungen der Zwillingsart, interspezifische Territorialität und Habitatansprüche von Winter- und Sommergoldhähnchen (*Regulus regulus*, *R. ignicapillus*). *J.Orn.* 118:233-260
- BERGMANN, H.H. (1993): Der Buchfink: Neues über einen bekannten Sänger. *Minden*
- BERNDT, R. & H. STERNBERG (1969): Über Begriffe, Ursachen und Auswirkungen der Dispersion bei Vögeln. *Vogelwelt* 90:41-53
- BERNDT, R. & W. WINKEL (1977): Glossar für Ornitho-Ökologie. *Vogelwelt* 98:161-192
- BERNDT, R. & W. WINKEL (1978): Zur Definition der Begriffe Biotop, Zootop, Ornitop - Ökoschema, Monoplex, Habitat. *Vogelwelt* 99:141-146
- BERNDT, R. & W. WINKEL (1983): Öko-ornithologisches Glossarium. *Vogelwelt Beiheft 3*
- BERTHOLD, P. (1976): Methoden der Bestandserfassung in der Ornithologie: Übersicht und kritische Betrachtung. *J.Orn.* 117:1-69
- BERTHOLD, P. & U. QUERNER (1984): Minimale Nestabstände bei Garten- und Mönchsgrasmücke (*Sylvia borin* und *S. atricapilla*) *Vogelwarte* 32:304-305
- BERTHOLD, P., U. QUERNER & R. SCHLENKER (1990): Die Mönchsgrasmücke, NBB 603. Wittenberg Lutherstadt
- BERTHOLD, P. & R. SCHLENKER (1991): *Sylvia atricapilla* - Mönchsgrasmücke. In: *Handbuch der Vögel Mitteleuropas Bd 12 II, Passeriformes (3. Teil)*(U.N. Glutz von Blotzheim, Hg). Aula, Wiesbaden, pp 949-1020
- BEST, L.B. (1975): Interpretational errors in the „mapping method“ as a census technique. *Auk* 92:452-460
- BEVINGTON, A. (1991): Habitat selection in the Dunnock *Prunella modularis* in northern England. *Bird Study* 38:87-91
- BEZZEL, E. (1993): *Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Passeres, Singvögel*. Wiesbaden
- BIBBY, C.J. & S.T. BUCKLAND (1987): Bias of bird census results due to detectability varying with habitats. *Acta Oecol. / Oecol. Gen.* 8:103-112
- BIBBY, C.J., N.D. BURGESS & D.A. HILL (1992): *Bird census techniques*. Academic Press, London
- BIBBY, C.J., N.D. BURGESS & D.A. HILL (1995): *Methoden der Feldornithologie*. Neumann Verlag, Radebeul

- BIBER, O. (1993): Angebot und Nutzung der Hecken und Gebüsch als Nistorte der Goldammer *Emberiza citrinella* in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft (Schweizer Mittelland). *Orn.Beob.* 90:115-132
- BILCKE, G. (1982a): Breeding songbird community structure: influences of plot size and vegetation structure. *Acta Oecol./Oecol.Gen.* 3:511-521
- BILCKE, G. (1982b): Der Einfluß von Wetter, Jahres- und Tageszeit auf die Ergebnisse von Brutvogelbestandsaufnahmen. *J.Orn.* 123:85-92
- BISHTON, G. (1986): The diet and foraging behaviour of the Dunnock *Prunella modularis* in a hedgerow habitat. *Ibis* 128:526-539
- BLAKE, J.G. & J.R. KARR (1987): Breeding birds of isolated woodlots: area and habitat relationships. *Ecology* 68:1724-1734
- BLANA, H. (1978): Die Bedeutung der Landschaftsstruktur für die Vogelwelt. Modell einer ornithologischen Landschaftsbewertung. Beiträge zur Avifauna des Rheinlandes 12. Greven
- BLOCK, W.M., K.A. WITH & M.L. MORRISON (1987): On measuring bird habitats. Influence of observer variability and sample size. *Condor* 89:241-251
- BLONDEL, J. & R. CUVILLIER (1977): une methode simple et rapide pour decire les habitats d'oiseaux: le stratiscope. *Oikos* 29:326-331
- BOCHENSKI, Z. (1985): Nesting of the *Sylvia* warblers. *Acta Zoologica Cracoviensia* 29:241-328
- BRANDL, R., W. LÜBCKE & W. MANN (1986): Habitatwahl beim Neuntöter. *J.Orn.* 127:69-78
- BREWER, R. & K. HARRISON (1974): The time of habitat selection by birds. *Ibis* 117:521-522
- BROOKS, B.L. & S.A. TEMPLE (1990): Habitat availability and suitability for Loggerhead Shrikes in the upper midwest. *American Midland Naturalist* 123:75-83
- BROSIUS, G. & F. BROSIUS (1995): SPSS. Base System und Professional Statistics. International Thomson Publishing, Bonn
- BYARS, T., D.J. CURTIS & I. MCDONALD (1991): The breeding distribution and habitat requirements of the Lesser Whitethroat in Strathclyde. *Scottish Birds* 16:66-76
- CHEN, P.P.S. (1976): The Entity-Relationship Model – Toward a Unified View of Data. *ACM Transactions on Database Systems* 1:9-36
- CODY, M.L. (1978): Habitat selection and interspecific territoriality among the sylviid warblers of England and Sweden. *Ecological Monographs* 48:351-396
- CODY, M.L. (Hg) (1985a): Habitat selection in birds. Academic Press, Orlando, London, 560pp
- CODY, M.L. (1985b): An introduction to habitat selection in birds. In: *Habitat selection in birds* (M.L. Cody, Hg). Academic Press, Orlando London, pp 3-56
- CODY, M.L. & H. WALTER (1976): Habitat selection and interspecific interactions among Mediterranean sylviid warblers. *Oikos* 27:210-238
- COLE, L.C. (1949): The measurement of interspecific association. *Ecology* 30:411-424
- COLWELL, R.K. & D.J. FUTUYMA (1971): On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology* 52:567-576
- CYR, A. (1977): Beziehungen zwischen Strukturdiversität und Vogelpopulationen in der Umgebung des Verdichtungsraumes von Saarbrücken. Dissertation Univ. Saarbrücken
- CYR, A. & H. OELKE (1976): Vorschläge zur Standardisierung von Biotopbeschreibungen bei Vogelbestandsaufnahmen im Waldland. *Vogelwelt* 97:161-175
- DEICHSEL, G. & H.J. TRAMPISCH (1985): Clusteranalyse und Diskriminanzanalyse. Stuttgart, New York
- DIEHL, B. (1981): Bird populations consist of individuals differing in many respects. In: *Estimating the number of terrestrial birds* (C.J. Ralph & J.M. Scott, Hg). *Stud.Avian Biol.* 6:225-229
- DURANGO, S. (1956): Territory in the Red-backed Shrike *Lanius collurio*. *Ibis* 98:476-484
- EBERHARDT, R. & O. ELLE (1994): Brutvogelrasterkartierung im Untersuchungsgebiet „Wahlen“ (Nord-West-Saarland). Abschlußbericht des Biogeographischen Großpraktikums 1994, Universität des Saarlandes, Institut für Biogeographie (unveröffentlicht).
- EKMANN, J. (1981): Problems of unequal observability. In: *Estimating the number of terrestrial birds* (C.J. Ralph & J.M. Scott, Hg). *Stud.Avian Biol.* 6:230-234
- EMLEN, J.T. (1956): A method for describing and comparing avian habitats. *Ibis* 98:565-576
- ENEMAR, A. (1978): The effect of observer variability on bird census results obtained by a territory mapping technique. *Orn.Scand.* 9:31-39

- ERDELEN, B. (1979): Untersuchungen zum Kartierungsverfahren bei Brutvogel-Bestandsaufnahmen. Dissertation Univ. Köln
- ERDELEN, M. (1978): Quantitative Beziehungen zwischen Avifauna und Vegetationsstruktur. Dissertation Univ. Köln
- ERDELEN, M. (1984): Bird communities and vegetation structure: I Correlations and comparisons of simple and diversity indices. *Oecologia* 61:277-284
- ERZ, W., H. MESTER, R. MULSOW, H. OELKE & K. PUCHSTEIN (1968): Empfehlungen für Untersuchungen der Siedlungsdichte von Sommervogelbeständen. *Vogelwelt* 89:69-78
- FALLS, J.B. (1981): Mapping territories with playback: an accurate census method for songbirds. In: Estimating the number of terrestrial birds (C.J. Ralph & J.M. Scott, Hg). *Stud. Avian Biol.* 6:86-91
- FEINSINGER, P., E.E. SPEARS & R.W. POOLE (1981): A simple measure of niche breadth. *Ecology* 62:27-32
- FLADE, M. (1994): Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands. Grundlagen für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in der Landschaftsplanung. Eching
- FOWLER & COHEN (o.D.): Statistics for ornithologists. BTO-Guide No 22
- FOX, B.J. (1979): An objective method of measuring the vegetation structure of animal habitats. *Australian Wildlife Research* 6:297-303
- FULLER, R.J., P. STUTTARD & C.M. RAY (1989): The distribution of breeding songbirds within mixed coppiced woodland in Kent, England, in relation to vegetation age and structure. *Ann. Zool. Fenn.* 26:265-275
- GARCIA, E.F.J. (1983): An experimental test of competition for space between Blackcaps *Sylvia atricapilla* and Garden Warblers *Sylvia borin* in the breeding season. *J. Anim. Ecol.* 52:795-805
- GNIELKA, R. (1990): Anleitung zur Brutvogelkartierung. *Apus* 7:145-239
- GOTTSCHALK, T. (1995): Habitatanalyse von Singvogelarten unter Verwendung eines Geographischen Informationssystems (GIS). *Vogelwelt* 116:273-284
- HAFFER, J. (1985): Prunellidae. In: Handbuch der Vögel Mitteleuropas Bd 10 II, Passeriformes (1. Teil)(U.N. Glutz von Blotzheim, Hg). Aula, Wiesbaden, pp 1075-1158
- HAFFER, J. (1991): Phylloscopus collybita - Zilpzalp. In: Handbuch der Vögel Mitteleuropas Bd 12 II, Passeriformes (3. Teil)(U.N. Glutz von Blotzheim, Hg). Aula, Wiesbaden, pp 1232-1292
- HAFFER, J. (1993): Lanius collurio - Rotrückenvürger, Neuntöter. In: Handbuch der Vögel Mitteleuropas Bd 13 II, Passeriformes (4. Teil)(U.N. Glutz von Blotzheim, Hg). Aula, Wiesbaden, pp 1140-1220
- HAIRSTON, N.G. (1989): Ecological experiments. Purpose, design, and execution. Cambridge University Press, Cambridge.
- HANDKE, K. & P. PETERMANN (1986): Atlas der Vögel des Saarbrücker Raumes. Saarbrücken
- HANSKI, I.P. & Y. HAILA (1988): Singing territories and home ranges of breeding Chaffinches: visual observations vs radio-tracking. *Ornis Fennica* 65:97-103
- HARDIN, G. (1960): The competitive exclusion principle. *Science* 131:1292-1297
- HELLE, P. & O. JÄRVINEN (1986): Population trends of north Finnish land birds in relation to their habitat selection and changes in forest structure. *Oikos* 46: 107-115
- HILDEN, O. (1965): Habitat selection in birds. *Ann. Zool. Fenn.* 2:53-75
- HINDE, R.A. (1956): The biological significance of the territories of birds. *Ibis* 98:340-369
- HÖPFNER, E. (1989): Zur Sitzwarte des Neuntöters. *Falke* 36:215-219
- HURLBERT, S.H. (1978): The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology* 59:67-77
- HUTTO, R.L. (1985): Habitat selection by nonbreeding, migratory landbirds. In: Habitat selection in birds (M.L. Cody, Hg). Academic Press, Orlando London, pp 455-476
- IBCC (INTERNATIONAL BIRD CENSUS COMMITTEE) (1969): Recommendations for an international standard for a mapping method in bird census work. *Bird Study* 16:248-255
- IMMELMANN, K. (1972): Erörterungen zur Definition und Anwendbarkeit der Begriffe „Ultimate Factor“, „Proximate Factor“ und „Zeitgeber“. *Oecologia* 9:259-264
- IMMELMANN, K. (1982): Wörterbuch der Verhaltensforschung. Berlin, Hamburg
- JAKOBER, H. & W. STAUBER (1981): Habitatsprüche des Neuntöters *Lanius collurio*. Ein Beitrag zum Schutz einer gefährdeten Art. *Ökol. Vögel* 3:223-247

- JAKOBER, H. & W. STAUBER (1987): Habitatsansprüche des Neuntötters (*Lanius collurio*) und Maßnahmen für seinen Schutz. Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 48:25-53
- JAMES, F.C. & C.E. MCCULLOCH (1985): Data analysis and the design of experiments in ornithology. *Current Orn.* 2:1-63
- JAMES, F.C. & H.H. SHUGART (1970): A quantitative method of habitat description. *Audubon Field Notes* 24:727-736
- JAMES, F.C. & N.O. WAMER (1982): Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. *Ecology* 63:159-171
- JEDICKE, E. (1994): Ornithologische Punktaufnahmen und Erfassung der Habitatstruktur im Wald. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 26:53-59
- KAISER, A. & H.G. BAUER (1994): Zur Bestimmung der Populationsgröße von Brutvögeln mit der Fang-Wiederfang-Methode und gängigen Kartierungsmethoden. *Vogelwarte* 37:206-231
- KLOSKOWSKI, J. & J. KROGULEC (1999): Habitat selection of Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola* in Poland: consequences for conservation of the breeding areas. *Vogelwelt* 120:113-120
- KOPP, F. (1970): Untersuchungen über die Stratifikation von 9 Vogelarten. *Luscinia* 41:21-35
- KOSTRZEWA, A. (1987): Quantitative Untersuchungen zur Habitattrennung von Mäusebussard (*Buteo buteo*), Habicht (*Accipiter gentilis*) und Wespenbussard (*Penis apivorus*). *J.Orn.* 128:209-229
- LEGENDRE, L. & P. LEGENDRE (1983): *Numerical ecology*. Amsterdam, Oxford, New York
- LORENZ, R.J. (1992): *Grundbegriffe der Biometrie*. Stuttgart, Jena, New York
- LOSKE, K.H. (1987): Habitatwahl des Baumpiepers (*Anthus trivialis*). *J.Orn.* 128:33-47
- MACARTHUR, R.H. & H.S. HORN (1969): Foliage profile by vertical measurements. *Ecology* 50:802-804
- MACDONALD, D. (1979): Notes on the Whitethroat in Sutherland. *Scottish Birds* 10:296-305
- MACIEJOK, J., B. SAUR & H.H. BERGMANN (1995): Was tun Buchfinken (*Fringilla coelebs*) zur Brutzeit außerhalb ihrer Reviere? *J.Orn.* 136:37-45
- MAGERL, C.H. (1984): Habitatstrukturanalyse bei Singvögeln zur Brutzeit im nordöstlichen Erdinger Moos. *Verhandlungen der Ornithologischen Gesellschaft in Bayern* 24:1-85
- MARTIN, T.E. (1983): Competition in breeding birds. On the importance of considering processes at the level of the individual. *Current Orn.* 4:181-210
- MASON, C.F. (1976): Breeding biology of the *Sylvia* warblers. *Bird Study* 23:213-232
- MAUERSBERGER, G. (1970): Biotop, Habitat und Nische. *Beitr.Vogelk.* 16:260-266
- MAYFIELD, H.F. (1981): Problems in estimating population size through counts of singing males. In: *Estimating the number of terrestrial birds* (C.J. Ralph & J.M. Scott, Hg). *Stud.Avian Biol.* 6:220-224
- MCCOY, E.D. & S.S. BELL (1991): Habitat structure: The evolution and diversification of a complex topic. In: *Habitat structure: the physical arrangement of objects in space* (S.S. Bell, E.D. McCoy & H.R. Mushinsky, Hg). Chapman and Hall, London, New York, Tokyo, Melbourne, Madras
- MITSCHKE, A. (1993): Multivariate Analysen von Brutvogelgemeinschaften im Hamburger Raum. *Hamburger Avifaunistische Beiträge* 25:1-123
- MORITZ, D. (1982): Territoriale Verhaltensweisen während der Rast auf dem Zuge. *Vogelwelt* 103:16-18
- O'CONNOR, R.J. (1981): The influence of observer and analyst efficiency in mapping method censuses. In: *Estimating the number of terrestrial birds* (C.J. Ralph & J.M. Scott, Hg). *Stud.Avian Biol.* 6:372-376
- OELKE, H. (1975): Empfehlungen für Siedlungsdichte-Untersuchungen sog. schwieriger Arten. *Vogelwelt* 96:148-158
- OELKE, H. (1980): Siedlungsdichte. In: *Praktische Vogelkunde* (P.Berthold, E. Bezzel & G. Thielke, Hg). Greven, pp 34-45
- OELKE, H. (1981): Limitations of the mapping method. In: *Estimating the number of terrestrial birds* (C.J. Ralph & J.M. Scott, Hg). *Stud.Avian Biol.* 6:114-118
- ORIAN, G.H. & M.F. WILLSON (1964): Interspecific territories of birds. *Ecology* 45:736-745

- PARTRIDGE, L. (1981): Habitatwahl. In: Öko-Ethologie (J.R. Krebs & N.B. Davies, Hg), Parey, Berlin, Hamburg, pp 273-291
- PEARSON, D.L. (1975): The relation of foliage complexity to ecological diversity of three Amazonian bird communities. *Condor* 77:453-466
- PERSSON, B. (1971): Habitat selection and nesting of a south Swedish Whitethroat *Sylvia communis* Lath. Population. *Orn.Scand.* 2:119-126
- PFISTER, H.P., B. NAEF-DAENZER & H. BLUM (1986): Qualitative und quantitative Beziehungen zwischen Heckenvorkommen im Kanton Thurgau und ausgewählten Heckenbrütern: Neuntöter, Goldammer, Dorngrasmücke, Mönchsgrasmücke, Gartengrasmücke. *Orn.Beob.* 83:7-34
- POOLE, R. W. (1974): An introduction to quantitative ecology. New York
- PROJEKTGRUPPE "ORNITHOLOGIE UND LANDSCHAFTSPLANUNG" DER DOG (1995): Qualitätsstandards für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in raumbedeutsamen Planungen. Minden
- RAINES, R.J. (1945): Notes on the territory and breeding behaviour of Blackcap and Garden Warbler. *British Birds* 38:202-204
- RALPH, C.J. & J.M. SCOTT (Hg)(1981): Estimating the number of terrestrial birds. *Stud.Avian Biol.* 6. Lawrence, Kan., 630 pp
- RICE, J. (1978): Ecological relationships of two interspecifically territorial vireos. *Ecology* 59:526-538
- RICE, J., R.D. OHMART & B.W ANDERSON (1983): Habitat selection attributes of an avian community: a discriminant analysis investigation. *Ecol. Monographs* 53:263-290
- ROBBINS, C.S. (1981): Effect of time of day on bird activity. In: Estimating the number of terrestrial birds (C.J. Ralph & J.M. Scott, Hg). *Stud.Avian Biol.* 6:275-286
- ROSENZWEIG, M.L. (1985): Some theoretical aspects of habitat selection. In: Habitat selection in birds (M.L. Cody, Hg). Academic Press, Orlando London, pp 517-540
- ROTENBERRY, J.T. & J.A. WIENS (1980): Habitat structure, patchiness and avian communities in north American steppe vegetation: a multivariate analysis. *Ecology* 61:1228-1250
- SACHS, L. (1992): *Angewandte Statistik*. 7.Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg, New York
- SAETHER, B.E. (1983): Habitat selection, foraging niches and horizontal spacing of Willow Warbler *Phylloscopus trochilus* and Chiffchaff *P. collybita* in an area of sympatry. *Ibis* 125:24-32
- SCHERNER, E.R. (1981): Die Flächengröße als Fehlerquelle bei Brutvogel-Bestandsaufnahmen. *Ökol.Vögel* 3:145-175
- SCHNEIDER, H. (1972): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 159 Saarbrücken / Naturräumliche Gliederung Deutschlands. Bonn Bad Godesberg
- SCHÖN, M. (1994): Kennzeichen des Raubwürger-Lebensraumes (*Lanius e. excubitor*) im Gebiet der südwestlichen Schwäbischen Alb: Jahreszeitliche Nutzung und Reviergröße, Strukturmerkmale und -veränderungen, Kleinstrukturen und Bewirtschaftung. *Ökol.Vögel* 16:253-495
- SCHÖNFELD, M (1978): *Der Weidenlaubsänger*, NBB 511. Wittenberg Lutherstadt
- SCHREIBER, M. (1989): Habitatstrukturen als Einflußgrößen in der Reproduktionsbiologie des Buchfinken (*Fringilla coelebs* Linnaeus 1758). Dissertation Univ. Osnabrück
- SCHULZE-HAGEN, K. & G. SENNERT (1990): Teich- und Sumpfrohrsänger *Acrocephalus scirpaceus*, *A. palustris* in gemeinsamem Habitat: Zeitliche und räumliche Trennung. *Vogelwarte* 35:215-230
- SCOTT, M.J. & F.L. RAMSEY (1981): Length of count period as a possible source of bias in estimating bird densities. In: Estimating the number of terrestrial birds (C.J. Ralph & J.M. Scott, Hg). *Stud.Avian Biol.* 6:409-413
- SLAGSVOLD, T (1973): Critical remarks on bird census work performed by means of the mapping method. *Norwegian Journal of Zoology* 21:29-31
- SONNABEND, H. & W. POLTZ (1979): Daten zur Brutbiologie des Neuntöters *Lanius collurio* am nordwestlichen Bodensee. *J.Orn.* 120:316-321
- SORJONEN, J. (1986): Mixed singing and interspecific territoriality - consequences of secondary contact of two ecologically and morphologically similar nightingale species in Europe. *Orn.Scand.* 17:53-67
- SPITZNAGEL, A. (1978): Zur Brutbiologie einer süddeutschen Population der Dorngrasmücke *Sylvia communis*. *Anz.Orn.Ges.Bayern* 17:99-123

- STEELE, B.B. & C.J. WHELAN (1994): Proximate and ultimate cues in habitat selection: the importance of spatial scale. *J.Orn.* 135:486-487
- STEIOF, K. (1986): Brutvogel-Bestandserfassungen und Durchzug von Kleinvögeln. *Vogelwelt* 107:41-52
- SVENSSON, S. (1974): Interpersonal variation in species map evaluation in bird census work with the mapping method. *Acta Ornithologica.* 14:322-338
- SVENSSON, S.E. (1978): Territorial exclusion of *Acrocephalus schoenobaenus* by *A. scirpaceus* in reedbeds. *Oikos* 30:467-474
- TUOMENPURO, J. (1989): Habitat preferences and territory size of the Dunnock *Prunella modularis* in southern Finland. *Ornis Fennica* 66:133-141
- TUOMENPURO, J. (1990): Population increase and breeding biology of the Dunnock *Prunella modularis* in Southern Finland. *Ornis Fennica* 67:33-44
- UTSCHIK, H. (1978): Zur ökologischen Einnischung von 4 Laubsängerarten (*Phylloscopus*) im Murnauer Moos, Oberbayern. *Anz.Orn.Ges.Bayern* 17:209-224
- VERNER, J. (1985): Assessment of counting techniques. *Current Orn.* 2:247-302
- WHITMORE, R.C. (1977): Habitat partitioning in a community of passerine birds. *Wilson Bulletin* 89:253-265
- WILLSON, M.F. (1974): Avian community and habitat structure. *Ecology* 55:1017-1029

Abkürzungen im Verzeichnis:

Acta Oecol./Oecol.Gen.....	Acta Oecologica / Oecologica Generalis
Ann.Zool.Fenn.....	Annales Zoologici Fennici
Anz.Orn.Ges.Bayern.....	Anzeiger der Ornithologischen Gesellschaft in Bayern
Beitr.Vogelk.....	Beiträge zur Vogelkunde
Current Orn.....	Current Ornithology
J.Anim.Ecol.....	Journal of Animal Ecology
J.Orn.....	Journal für Ornithologie
NBB.....	Die Neue Brehm Bücherei
Ökol.Vögel.....	Ökologie der Vögel
Orn.Beob.....	Der Ornithologische Beobachter
Orn.Scand.....	Ornis Scandinavica
Stud.Avian Biol.....	Studies in Avian Biology

ANHANG

Anhang I: Häufigkeiten der Strukturklassen-Elemente auf der Gesamtfläche (siehe Kap. 2.3)

Häufigkeiten der Gestalttypen			
TYP	ANZAHL	TYP	ANZAHL
OFA	1	LPB	135
POA	196	LLA	19
POB	59	LLB	159
PPA	13	LFB	2
PPB	35	FOA	27
PLB	4	FOB	50
PFA	2	FPA	1
PFB	1	FPB	16
LOA	277	FLB	12
LOB	306	FFA	14
LPA	4	FFB	68
Summe: 1401 Raster mit Vegetation (außerdem: 1269 Raster ohne Vegetation)			

Anhang II: Beispiel zur Berechnung der Nischenbreite (siehe Kap. 3.2.1)

$$B' = X^2 / [A \sum_i (x_i^2 / a_i)]$$

a_i = Häufigkeit der i-ten Strukturklasse im Angebot

A = Summe der Häufigkeiten aller Strukturklassen im Angebot

x_i = Häufigkeit der i-ten Strukturklasse in der Nutzung

X = Summe der Häufigkeiten aller Strukturklassen in der Nutzung

Klasse	Angebot [%]	Nutzung [%]
A	30	50
B	20	30
C	40	10
D	10	10
Summe	100	100

Aus den Beispielwerten errechnet sich folgende Nischenbreite:

$$B' = 100^2 / [100 (50^2 / 30 + 30^2 / 20 + 10^2 / 40 + 10^2 / 10)] = 0,71$$

Normierung auf den Wertebereich 0 bis 1:

$$Ba' = (AB' - a_{\min}) / (A - a_{\min})$$

a_{\min} = Häufigkeit der kleinsten Klasse

$$Ba' = (100 * 0,71 - 10) / (100 - 10) = 0,678$$

Anhang III: Beispiel zur Berechnung der Nischenüberlappung (siehe Kap. 3.2.2)

Klasse	Angebot [%]	Nutzung durch Art X [%]	Nutzung durch Art Y [%]
A	30	50	40
B	20	30	30
C	40	10	20
D	10	10	10
Summe	100	100	100

$$L = (A / XY) \sum_i (x_i y_i / a_i)$$

a_i = Häufigkeit der i-ten Strukturklasse im Angebot

A = Summe der Häufigkeiten aller Strukturklassen im Angebot

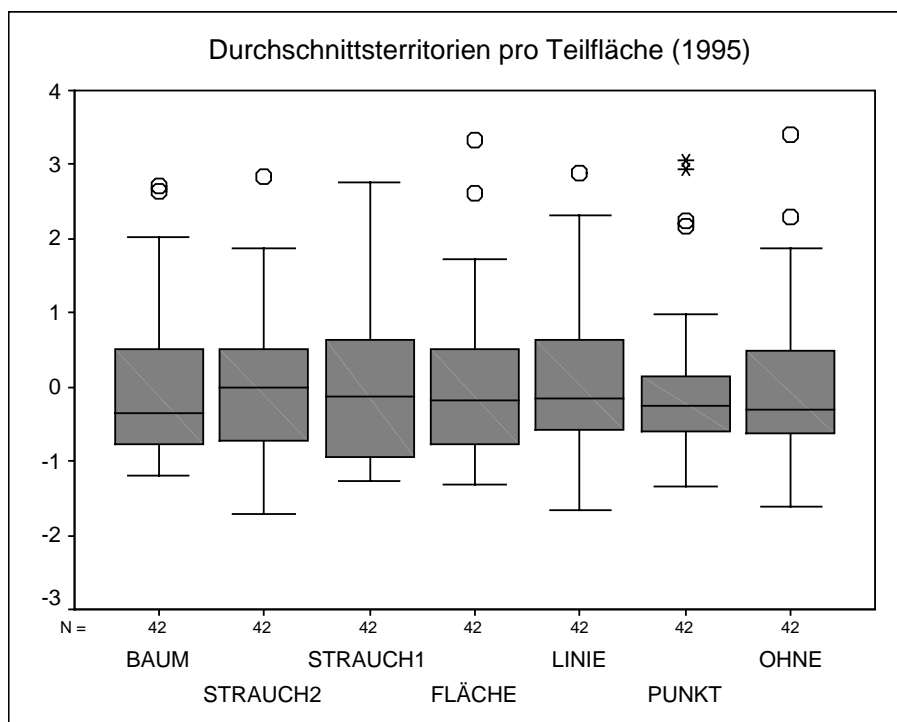
x_i = Häufigkeit der i-ten Strukturklasse in der Nutzung durch Art X

X = Summe der Häufigkeiten aller Strukturklassen in der Nutzung durch Art X

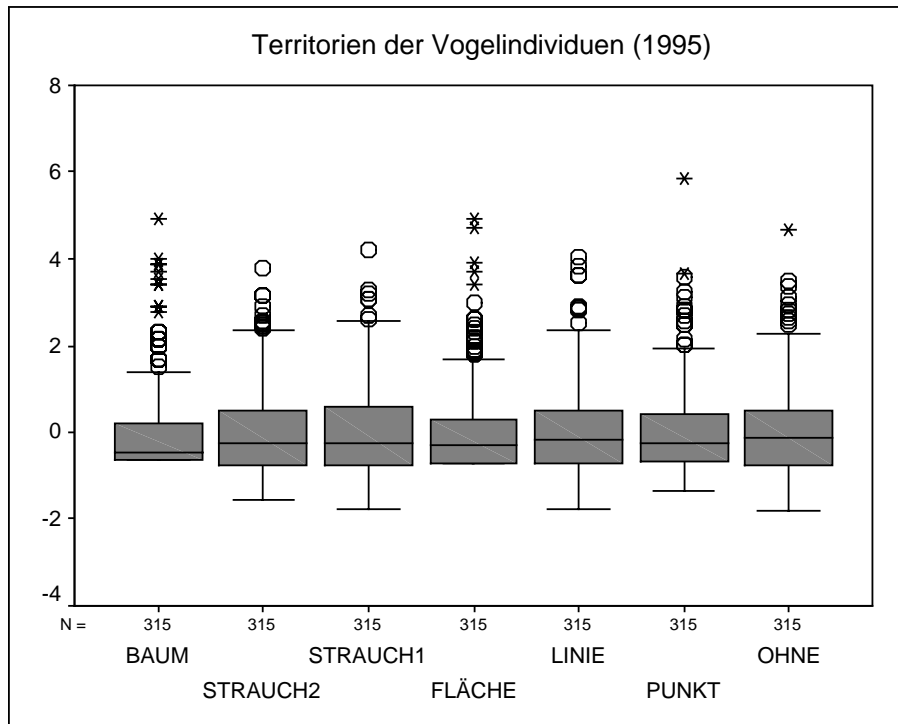
y_i = Häufigkeit der i-ten Strukturklasse in der Nutzung durch Art Y

Y = Summe der Häufigkeiten aller Strukturklassen in der Nutzung durch Art Y

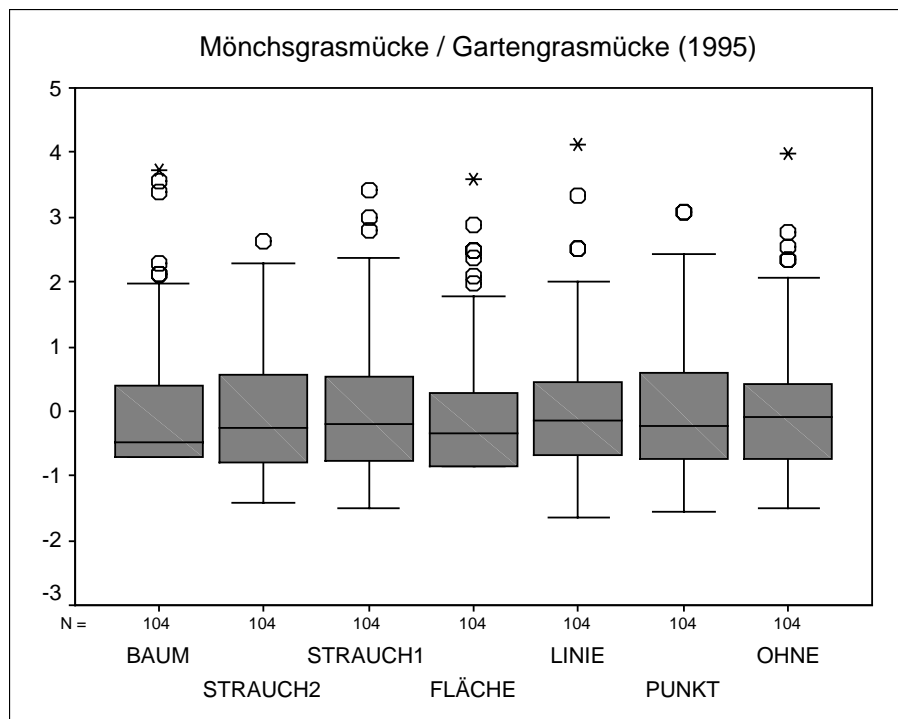
$$L = (100 / 100 * 100) * [(50 * 40 / 30) + (30 * 30 / 20) + (10 * 20 / 40) + (10 * 10 / 10)] = 1,2$$

Anhang IV: Boxplots der 7 Strukturvariablen für Clusteranalyse und Diskriminanzanalyse (Durchschnittsterritorium pro Teilfläche, 1995). Die Werte sind z-standardisiert (siehe Kap. 3.5).

Anhang V: Boxplots der 7 Strukturvariablen der Diskriminanzanalyse (Territorien der Vogelindividuen, 1995). Die Werte sind z-standardisiert (siehe Kap. 3.5).



Anhang VI: Boxplots der 7 Strukturvariablen für Clusteranalyse und Diskriminanzanalyse (Artenpaar Mönchsgrasmücke / Gartengrasmücke, 1995). Die Werte sind z-standardisiert (siehe Kap. 3.6).



Danksagung

Ich danke meinem akademischen Lehrer, Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Paul Müller, für die Vergabe des interessanten Themas und die Möglichkeit, diese Untersuchung im Raum Wahlen durchführen zu können. Meinem Bruder Dietbert Elle danke ich für die kritische Durchsicht dieser Arbeit und wertvolle Anregungen zu Inhalt und Form.

Lebenslauf

Name: Ortwin Elle
Geburtsdatum: 19.05 1969
Geburtsort: Marl / Westf.
Familienstand: ledig
Staatsangehörigkeit: deutsch

Wohnorte:

1969-1974: Herne / Wanne Eickel
1974-1982: Dortmund
1982-1990: Kassel
1990-1999: Saarbrücken
seit Dez. 1999: Trier

Schulbildung:

Aug. 1975 - Juli 1979: Diesterweg-Grundschule Dortmund
Aug. 1979 - Juni 1982: Stadtgymnasium Dortmund
Aug. 1982 - Juni 1988: Friedrichsgymnasium Kassel, Allg. Hochschulreife

Zivildienst:

Aug. 1988 – März 1990: Städtische Kliniken Kassel

Studium:

WS 1990/91 – SS 96: Biogeographie an der Universität des Saarlandes
Okt. 1992: Diplomvorprüfung in Geographie
Juli – Sept. 1994: Praktikum an der Vogelwarte Helgoland
Sept. 1996: Diplomprüfung in Geographie
Jan. 1997 – Sept. 1999: Wiss. Mitarbeiter der Biogeographie an der Universität Saarbrücken
April 1997 bis Juni 2000: Promotion bei Prof. Müller
Seit Okt. 1999: Wissenschaftl. Mitarbeiter der Biogeographie an der Universität Trier