

**Vogelgemeinschaften in verschieden ausgeprägten
Fichten-Tannen-Buchenwäldern der Ennstaler Alpen im
Nationalpark Gesäuse**

Diplomarbeit

Vorgelegt an der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan
für Ernährung, Landnutzung und Umwelt
der Technischen Universität München.

Freising-Weihenstephan, am 4. September 2009

Bearbeitung:

Jürgen Hengsberger

Betreuung:

Dr. Hans Utschick

Lehrstuhl für Tierökologie

Department für Ökologie und Ökosystemmanagement

Danksagungen

Besonders danken möchte ich Dr. Hans Utschick vom Lehrstuhl für Tierökologie an der Technischen Universität München für die intensive und ausführliche Betreuung in allen Bereichen dieser Arbeit während der gesamten Bearbeitungsphase.

Ein großer Dank geht auch an den Nationalpark Gesäuse, insbesondere an Dr. Lisbeth Zechner und Mag. Daniel Kreiner für die großzügige Unterstützung mit Datenmaterial, Software, Nationalpark-Know-How und einer steten Offenheit für Fragen.

Darüber hinaus danke ich B. Sc. Sven-Erik Rabe, der mich durch zahlreiche konstruktive Gespräche und besonders hinsichtlich Statistik und GIS sehr unterstützt hat.

Danken möchte ich auch dem Lehrstuhl für Geodäsie, insbesondere Dr.-Ing. Peter Wasmeier für die Leihgabe von GPS-Vermessungsinstrumenten, und dem Fachgebiet für Geoinformationssysteme, insbesondere Dipl. Ing. (FH) Roland Dietrich für das portable GIS.

Zu guter Letzt danke ich Melanie Hegenbarth und Luise Schmidt herzlichst für die Korrektur von Grammatik und Rechtschreibung.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung und Ziele der Arbeit	2
2.	Beschreibung des Projektgebietes	3
2.1	Lage und Entwicklungsziele des Nationalparks Gesäuse	3
2.2	Naturräumliche Ausformungen	5
2.3	Witterungsverhältnisse	7
3.	Material und Methoden	7
3.1	Untersuchungsgebiete	7
3.2	Vogelbestandsaufnahmen	10
3.2.1	Linientaxierung	11
3.2.2	Punkttaxierung	11
3.3	Waldbestandsparameter	12
3.3.1	Daten aus dem Waldmanagementplan	12
3.3.2	Daten nach dem HABILALP Interpretation Key II	13
3.3.3	Daten aus eigenen Erhebungen	14
3.3.4	Erstellung des Parameterdatensatzes	14
3.4	Statistische Auswertung	18
4.	Ergebnisse	21
4.1	Charakterisierung der Untersuchungsflächen	21
4.2	Ergebnisse der Linientaxierung	24
4.3	Ergebnisse der Punkttaxierung	35
4.4	Auswirkungen der Waldstrukturen auf die Vogelzönosen	43
4.5	Ableitung von Indikatorarten	53
5.	Diskussion	59
5.1	Methodendiskussion	59
5.1.1	Fehlerdiskussion	59
5.1.2	Methodenvergleich	60
5.2	Übertragbarkeit der Ergebnisse	62
5.3	Monitoringprogramme	63
5.4	Relevanz der Waldstrukturen	64
6.	Handlungsempfehlungen	68
6.1	Methodenwahl	68
6.2	Forschungsbedarf	68
6.3	Waldstrukturen	69
7.	Zusammenfassung	72
8.	Quellen- und Literaturverzeichnis	73
9.	Erklärung	77
	Anhang 1: Projektgebiet	78
	Anhang 2: Parametersatz	83
	Anhang 3: Charakterisierung der Untersuchungsflächen	85
	Anhang 4: Ergebnisse der Linientaxierung	89
	Anhang 5: Ergebnissen der Punkttaxierung	93
	Anhang 6: Auswirkungen der Waldstrukturen auf die Vogelzönosen	97

1. Einleitung und Ziele der Arbeit

Die Vogelwelt ist ein bedeutender Bestandteil vieler Ökosysteme. Deren besondere Eignung als Indikator hinsichtlich naturschutzbezogener Planungen ist unter anderem auf folgende Eigenschaften zurückzuführen:

- gut erfassbar (Nipkow, 1995)
- hoher autökologischer und faunistischer Kenntnisstand (Nowak, 1982) bei überschaubarem Artenreichtum
- enge Bindung zu Habitat- und Raumstrukturen (Nipkow, 1995) und damit gute Vergleichbarkeit von Siedlungsdichteuntersuchungen in ähnlichen Landschaftseinheiten (Steiof, 1983)
- hohe Empfindlichkeit gegenüber Umweltveränderungen (Steiof, 1983)

Rutschke & Kalbe (1980) betonen darüber hinaus physiologische Eigenschaften, wie die hohe Stoffwechselintensität und die Regulation der Körpertemperatur, die eine „starke Abhängigkeit der Population von Umweltfaktoren“ verursacht. Auf Veränderungen der Umweltfaktoren reagieren deshalb Individuen und im Weiteren die Population entsprechend sensibel.

Diese hohe Indikationsleistung der Vogelwelt wurde auch für die Weiterentwicklung des Nationalparks Gesäuse (Ennstaler Alpen) genutzt. So wurden im Jahr 2000 die Brutvogelgemeinschaften in montanen und subalpinen Wäldern des Buchsteingebiets (im Norden des Nationalparks) kartiert (Zechner, 2001). Fragestellungen zur Veränderung von Vogelgemeinschaften entlang eines Höhengradienten wurden im Jahr 2007 im Rahmen einer Diplomarbeit bearbeitet (Klosius, 2008). Dazu kommt ein Monitoring ausgewählter, für den europäischen Naturschutz besonders wichtiger Brutvogelarten (wie beispielsweise Auerhuhn, Zwergschnäpper und Spechte) im Rahmen eines Life-Projektes (LIFE05NAT/A/78) sowie zahlreiche Arbeiten zu einzelnen Vogelarten (insbesondere zu Raufußhühnern). Hinsichtlich der Vogelgemeinschaften der mit Abstand dominierenden Waldgesellschaft im Gebiet des Nationalparks Gesäuse, der Fichten-Tannen-Buchenwälder, mit ihren standörtlich sehr unterschiedlichen Ausprägungsformen fehlten jedoch bislang Untersuchungen, obwohl nach Schmidt (1997) naturnahe, montane Fichten-Tannen-Buchenwälder „Rückzugsgebiete zahlreicher gefährdeter Vogelarten“, wie beispielsweise Auerhuhn und Weißrückenspecht, sind, da der Strukturreichtum solcher Wälder „zahlreiche ökologische Nischen“ bedingt.

Die vorliegende Arbeit spezialisiert sich daher auf die Fichten-Tannen-Buchenwaldregion des Gesäuses und greift vor allem folgende Fragestellung auf: Welche Waldbestandsparameter (wie beispielsweise Baumartenzusammensetzung und Totholzreichtum) sind für die Zusammensetzung der Vogelwelt dieser Wälder verantwortlich? Daraus lassen sich Indikatorarten für bestimmte, naturschutzfachlich unterschiedlich zu bewertende Ausprägungsformen von Fichten-Tannen-Buchenwäldern des Gesäuses ableiten, wobei diese Ausprägungen vor allem durch unterschiedliche Laubholz-beziehungsweise Nadelholzanteile (Naturnähegradient) und variable Waldkomplexgrößen beziehungsweise -homogenitäten gekennzeichnet sind. Schlussendlich soll auch geprüft werden, welche Vogelkartierungsmethoden in diesem schwer zugänglichen Berggebiet effektiv in der Landschaftsplanung verwertbare Ergebnisse liefern können (Vergleich von Punkt- und Linientaxierung).

2. Beschreibung des Projektgebietes

2.1 Lage und Entwicklungsziele des Nationalparks Gesäuse

Das Projektgebiet liegt in den Ennstaler Alpen im Nord-Westen des österreichischen Bundeslandes Steiermark im politischen Bezirk Liezen (Abb. 1). Die Ennstaler Alpen bestehen aus drei Gebirgsgruppen: den Haller Mauern, den Eisenerzer Alpen und dem Gesäuse. 11054 Hektar des im Zentrum der Ennstaler Alpen gelegenen Gesäuses (Abb. 2) wurden im Jahr 2002 als sechster Nationalpark Österreichs unter Schutz gestellt und entsprechen den IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) Kriterien der Schutzgebietskategorie II. Das Bild des Nationalparks wird von der Enns und den umliegenden Gebirgsmassiven (Hochtor- und Buchsteinmassiv) geprägt. Auf 86 % der Fläche des Nationalparks (Naturzone) soll die Naturlandschaft erhalten beziehungsweise anthropogen beeinflusste Bereiche (wie beispielsweise Fichtenmonokulturen) durch Initialmaßnahmen allmählich in einen naturnahen Zustand zurückgeführt werden. Auf der übrigen Fläche von 14 % (Bewahrungszone) stehen der Erhalt beziehungsweise die Förderung einer nachhaltig bewirtschafteten Kulturlandschaft, wie beispielsweise Almen, im Vordergrund.

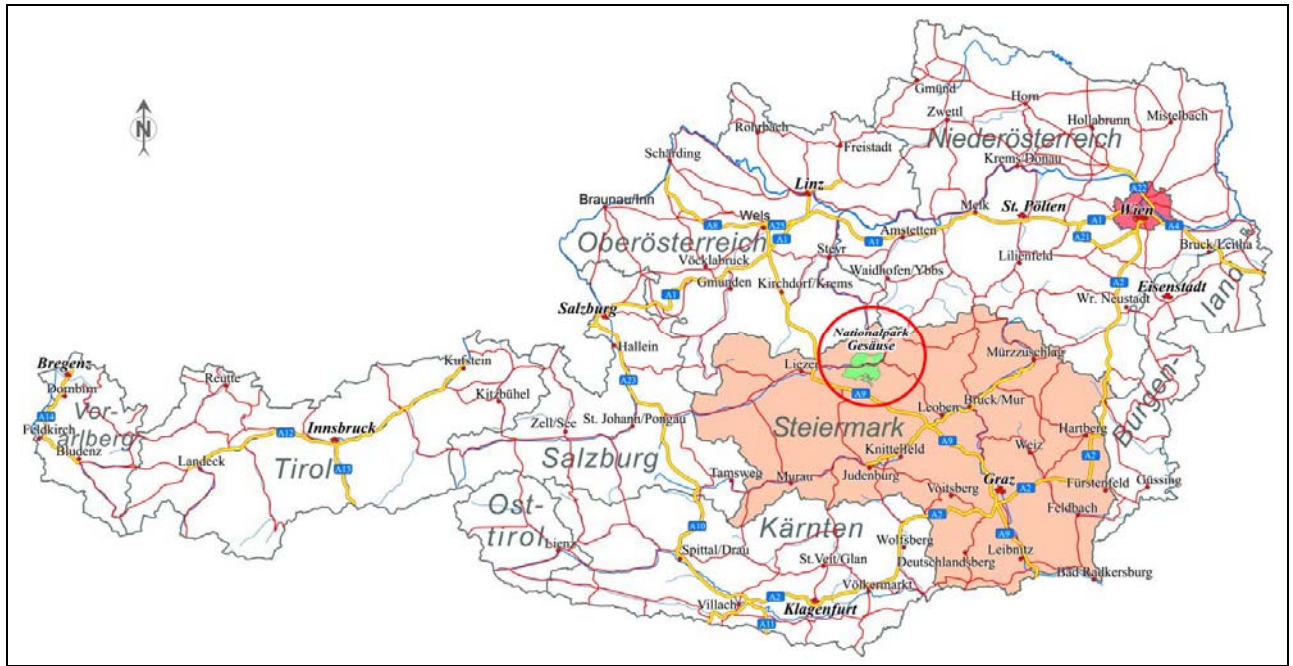


Abb. 1: Übersichtskarte von Österreich mit dem Nationalpark Gesäuse

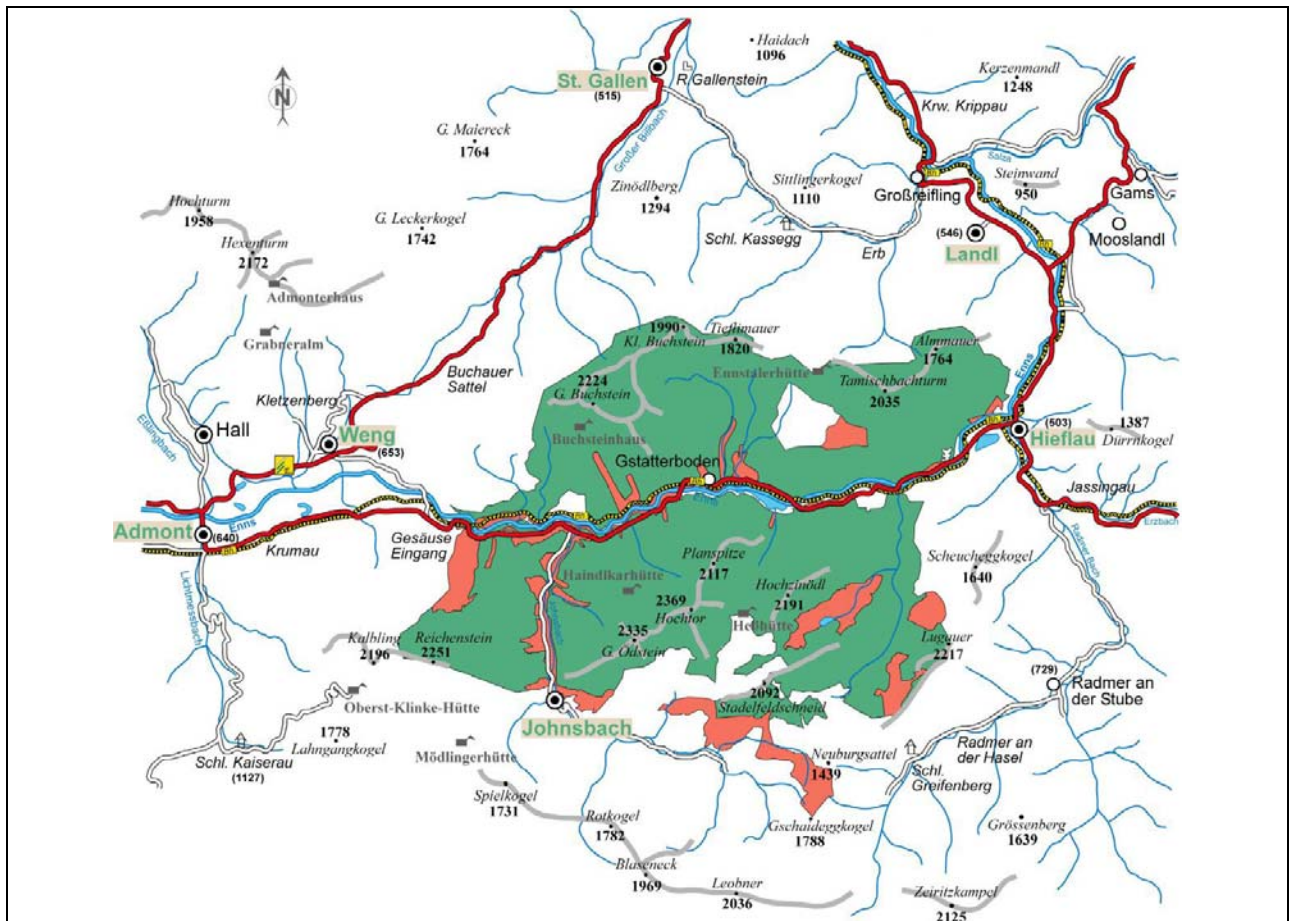


Abb. 2: Übersichtskarte des Nationalparks Gesäuse. Grün: Naturzone; Rot: Bewahrungszone

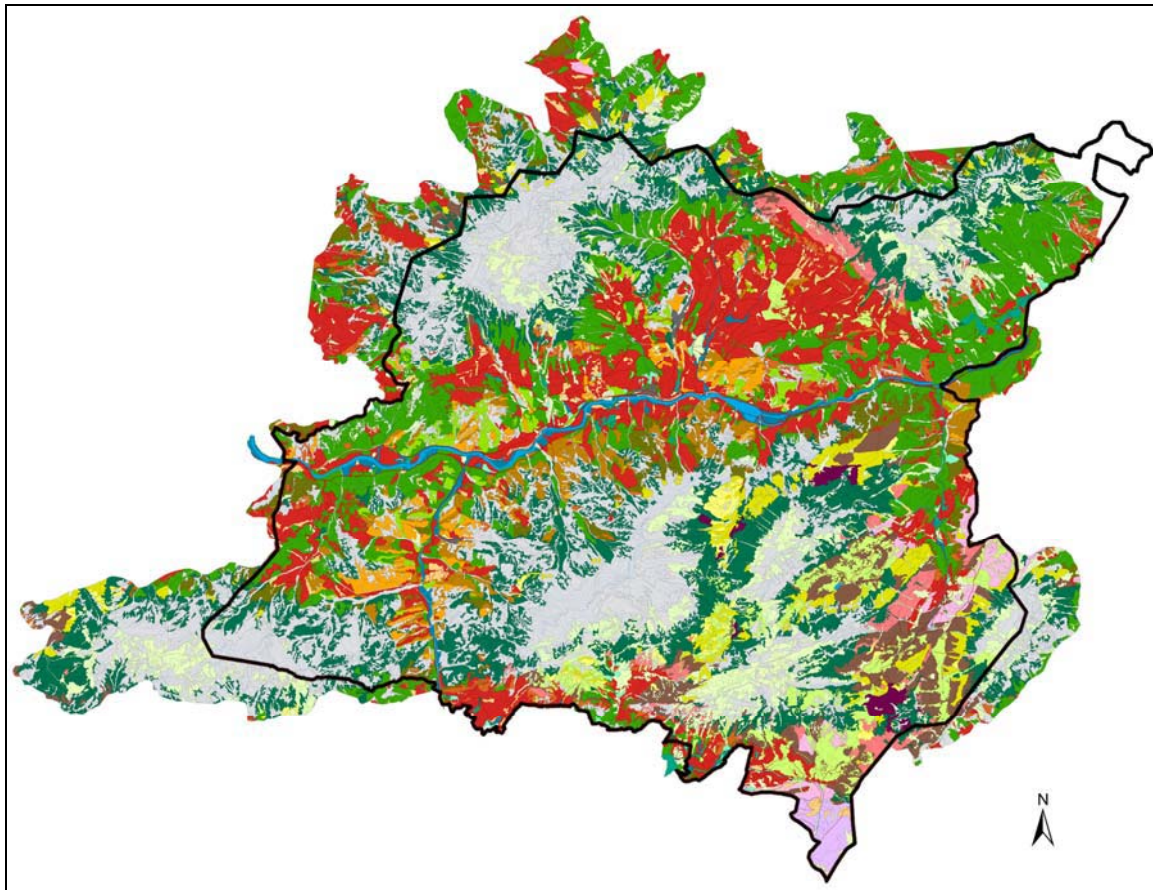
2.2 Naturräumliche Ausformungen

Die dominierenden Naturräume sind Wald (65,6 %) und alpine Flächen (22,2 %; Hoffert & Anfang, 2006), aber auch die Auenbereiche entlang der Enns und des Johnsbaches spielen eine bedeutende naturräumliche Rolle. Die potentielle natürliche Vegetation im Projektgebiet wäre weitgehend ein Tannen-Fichten-Rotbuchen-Bergmischwald auf Karbonatgestein (Wagner, 1972). Diese sind nach Freitag (1962) den Bergmischwäldern der Alpen und des Alpenvorlandes zuzuordnen. Kennzeichnend ist eine je nach Standort und Höhenlage variierende Zusammensetzung von Fichte, Tanne und Buche. Mit zunehmender Höhe steigt der Anteil der Fichte. Der Buchenanteil nimmt bis hin zur Obergrenze der Buche bei 1400 bis 1500 Meter ü. NN stetig ab (Ewald, 2001)¹. Durch intensiv betriebene Forstwirtschaft sind im Laufe der Vergangenheit jedoch weite Teile stark verändert beziehungsweise vielerorts in standortfremde Fichtenmonokulturen umgewandelt worden. Erste große Eingriffe gehen laut Hasitschka (2005) auf das 11. Jahrhundert zurück. Die Wälder des Gesäuses standen zu diesem Zeitpunkt im Besitz des Stifts Admont und wurden bis zum Verkauf im Jahre 1871 durch verschiedene Gesellschaften zum Zwecke der Holzkohlegewinnung genutzt (Hasitschka, 2005). Mit sinkender Nachfrage an Holzkohle schwand auch das wirtschaftliche Interesse.

Im Jahr 1889 wurden die Wälder des heutigen Nationalparks vom Land Steiermark erworben (Hasitschka, 2005). Es folgte die Gründung der Steiermärkischen Landesforste, die das Gebiet bis zur Gründung des Nationalparks im herkömmlichen, forstlichen Sinne mit dem Ziel der Holzproduktion beziehungsweise der Schutzfunktion entlang der Bahn- und Straßentrassen bewirtschafteten. Dennoch sind bestimmte Bereiche, vor allem aufgrund der problematischen Zugänglichkeit, in einem naturnahen Zustand.

Die Karte der aktuellen Vegetation setzt sich aus Untersuchungen von Carli (2007), Hoffert & Anfang (2006), Zimmermann (2008) und Egger & Hassler (2007) zusammen und veranschaulicht sehr deutlich die Ist-Situation (siehe Abb. 3). Auf den Waldstandorten dominieren vor allem rote (Nr. 54: Nadelforste) und grüne (Nr. 51: Fichten-Tannen-Buchenwälder) Flächen, was die große, potentielle Bedeutung der Bergmischwälder im Vergleich zu anderen Waldstrukturen unterstreicht. „Rote“, standortfremde Fichtenbestände finden sich besonders im Zentrum des Gesäuses nördlich der Enns, während im Westen und Osten naturnahe Fichten-Tannen-Buchenwälder vorherrschen.

¹ Im Bezug auf das Projektgebiet wird im Folgenden für die erläuterte Waldzusammensetzung, der Tannen-Fichten-Rotbuchen-Bergmischwälder auf Karbonatgestein beziehungsweise der Bergmischwälder der Alpen und des Alpenvorlandes die Bezeichnung Fichten-Tannen-Buchenwald verwendet.



Legende	
11	Straßen und Geleise
12	Gebäude, Gärten, Sport- Lager- und Abbauflächen
13	Gewässer
14	Fels, Runsen, offene Schutthalden
15	Wiesen, Felsrasen und Waldlichtungen
16	Almweiden
21	Kahlschläge und Windwürfe
31	Weiden-Grauerlen-Auen und Ahorn-Eschenwälder
32	Ahorn-Eschenreiche Lehm-Buchenwälder
33	Edellaubreiche Sukzessionen
41	Sonnseitige Kiefernwälder
42	Sonnseitige Kiefern-Buchenwald-Übergänge
43	Bodensaure Schattstandorte, Kiefernvariante
44	Bodensaure Schattstandorte, Fichten- und Lärchenvariante
51	Fichten-(Tannen)-Buchenwälder
52	Bodensaure Fichtenwälder über Jurasedimenten und Werfener Schiefer
53	Bodensaure Fichtenwälder über Grauwacke
54	Nadelholzforste der montanen Stufe
55	Sonnseitige Steilhang-Fichten-(Lärchen)-Wälder
61	Subalpine sonnseitige Kalkhang-Fichtenwälder
62	Subalpine Hochstauden-Fichtenwälder
63	Subalpine Schattseit-Lärchenwälder
64	Subalpine Lärchen-Sukzessionen
65	Lärchen-Zirbenwälder
71	Latschen-(Grünerlen)-Gebüsche
Nationalparkgrenze	

Abb. 3: Karte der aktuellen Vegetation im Nationalpark Gesäuse und dem Natura 2000 Gebiet Ennstaler Alpen/Gesäuse (verändert nach Kreiner & Zimmermann, 2008)

Diese deutliche Abfolge von naturnahen zu, durch intensive forstliche Nutzung, stark verformten Beständen im potentiellen Verbreitungsgebiet der Fichten-Tannen-Buchenwälder war Grundlage für die Auswahl der Testräume (siehe Kap. 3.1). Auch die naturnahen Bestände wurden aber seit Jahrhunderten forstlich genutzt. Südlich der Enns, im Schatten der Hochtorgruppe, herrschen Fichten-Kiefernwälder vor. Der Süd-Osten unterscheidet sich vom großräumig strukturierten Norden vor allem durch ein vielfältiges Mosaik aus

verschiedenen Vegetationstypen, wie beispielsweise Almweiden, Fichten-, Lärchen- und Zirbenwälder. Hier liegt auch der einzige Urwaldrest im Gebiet des Nationalparks, der Zinödlwald mit rund 17 Hektar.

2.3 Witterungsverhältnisse

In der Region des Nationalparks Gesäuse ist das Klima nach Wakonigg (1978) dem Nordstaugebiet der nördlichen Kalkalpen zuzuordnen. Es erstreckt sich über den gesamten Norden der Steiermark und ist das Hauptstaugebiet sämtlicher Strömungen aus westlicher bis nordöstlicher Richtung. Infolgedessen sind für diese Region „häufige und anhaltende Niederschlagsperioden mit beachtlichen Mengen charakteristisch“. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge beträgt im Raum zwischen Admont, Gstatterboden und Hieflau rund 1500 Millimeter im Jahr. Das Niederschlagsmaximum wird in den Sommermonaten zwischen Juni und August mit durchschnittlich 190 Millimeter pro Monat erreicht. Durch den Stau südlicher Strömungen kommt es vor allem im Herbst zu langanhaltenden Schönwetterperioden mit Niederschlägen von nur noch rund 100 Millimetern pro Monat. In den Wintermonaten nehmen dann die Niederschläge weiter bis auf etwa 85 Millimeter pro Monat ab. Die Anzahl der Tage mit Schneedecke liegt bei etwa 110 Tagen pro Jahr. Das Jahresmittel der Temperatur liegt in Hieflau (492 Meter ü. NN) bei 7,6 und in Admont (615 Meter ü. NN) bei 6,3 Grad Celsius. (Wakonigg, 1978)

Die durchschnittlichen Temperaturen im Untersuchungsgebiet selbst (500 und 850 Meter ü. NN) liegen vermutlich etwas unter den Durchschnittswerten von Admont und Hieflau. Am ehesten entspricht der ermittelte durchschnittliche Jahresniederschlag der Station in Gstatterboden (560 Meter ü. NN), welcher nach Wakonigg (1978) bei 1456 Millimeter pro Jahr liegt, den Verhältnissen im Untersuchungsgebiet.

3. Material und Methoden

3.1 Untersuchungsgebiete

Als Testräume wurden auf der Basis von Abb. 3 vier Gebiete im potentiellen Verbreitungsraum der Fichten-Tannen-Buchenwälder im Nationalpark Gesäuse vorausgewählt (Abb. 4). Diese unterscheiden sich zum einen hinsichtlich der aktuellen Vegetation als Folge der vormals forstwirtschaftlichen Nutzung der jeweiligen Standorte (Gradient vom naturnahen Fichten-Tannen-Buchenwald bis zum standortfremden Fichtenforst). Vergleichbarkeit wurde durch Einhaltung definierter Rahmenbedingungen

gewährleistet. So liegen alle Gebiete in Höhenlagen zwischen 500 und 850 Meter ü. NN und an südostexponierten Hängen. Zum anderen wurde der Einbettungstyp der Testräume in die Hochgebirgslandschaft variiert (Gradient von der Einbettung in große Waldkomplexe bis zur intensiven Verzahnung eines kleinen Waldkomplexes mit anderen Lebensraum- und Nutzungstypen).

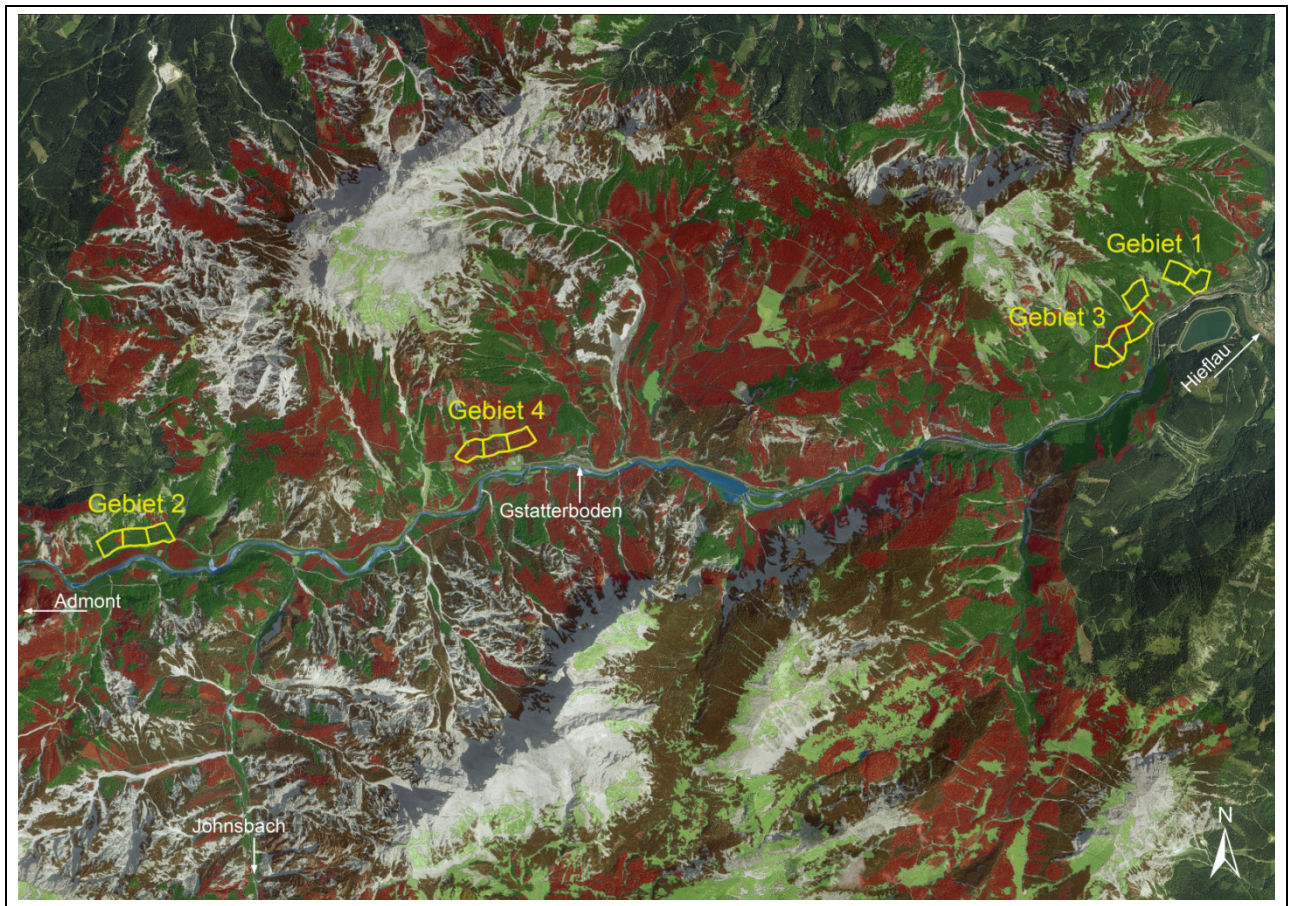


Abb. 4: Lage der Untersuchungsgebiete, hinterlegt mit der Karte der aktuellen Vegetation, Rot: nadelholzdominierte Bestände; Grün: laubholzdominierte Bestände

Im zweiten Schritt erfolgte in den vorausgewählten Testräumen eine konkrete Festlegung der Aufnahmegebiete, unter besonderer Berücksichtigung der Zugänglichkeit und der Begehrbarkeit. Diese orientierte sich überwiegend an Forststraßen, Wegen und Steigen und wurde auf einer Vorbegehung überprüft. Anschließend wurde festgelegt, auf welchen Begangslinien die Aufnahmegebiete bearbeitet werden können.

Im dritten Schritt wurden die ausgewählten Begangslinien pro Aufnahmegebiet in drei möglichst gut vergleichbare Transekte untergliedert und mittels GPS-Empfänger eingemessen (vergleiche Anhang 1, Tab. 17). Zum Einsatz kam ein Leica GPS System 500. Die ermittelten Daten wurden in das Geografische Informationssystem ESRI ArcMap übertragen, um sie mit den Waldbestandsparametern verschneiden zu können (vergleiche Kap. 3.3) Die Nummerierung der Transekte von 1 bis 12 folgt einem Naturnähegradienten,

der sich im Wesentlichen an der Baumartenzusammensetzung natürlicher Fichten-Tannen-Buchenwälder orientiert (siehe Anhang 1, Abb. 34, 36, 38 und 40).

Entlang der 12 Transekte wurden in einem 200 Meter breiten Gürtel um die Begangslinie zwei Typen von Aufnahmeflächen (Bänder und Kreise) ausgewiesen. Für die Linientaxierung wurden pro Transekt 200-Meter-Bänder entlang der Begangslinie ausgewiesen (Kap. 3.2.1), während bei der Punkttaxierung zentral im Transekt gelegene Bezugsflächen mit einem Radius von 100 Metern eingerichtet wurden (Kap. 3.2.2).

Gebiet 1 (Aufnahmeflächen 1 bis 3): Hagelwald

Das erste Gebiet liegt in einem der unzugänglichsten und aus diesem Grund auch von der Forstwirtschaft am wenigsten beeinflussten Bereiche im Nordosten des Nationalparks (siehe auch Anhang 1, Abb. 33 und 34). Es wird geprägt durch einen **naturnahen** Fichten-Tannen-Buchenwald, der hier einen etwa 190 Hektar **großen**, weitgehend geschlossenen, zusammenhängenden Waldkomplex bildet. Die Buche (*Fagus sylvatica*) erreicht einen Anteil von rund 53 %. Neben der Fichte (*Picea abies*) (etwa 22 %) zählen Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) (etwa 9 %) und Esche (*Fraxinus excelsior*) (etwa 5 %) zu den bestandsbildenden Baumarten. Rund 10 % der Fläche sind baumfrei, die Bestände sind dementsprechend überwiegend lückig, die Kronendächer jedoch meist geschlossen. Der Totholzanteil ist im Vergleich zu den übrigen Gebieten mit etwa 30 Festmeter pro Hektar relativ hoch. Aufgrund der Unzugänglichkeit mussten die Aufnahmeflächen an den südöstlichen Rand des Gebietes gelegt werden, wodurch Einflüsse der nahegelegenen Fichtenforstgebiete nicht ganz ausgeschlossen werden können.

Gebiet 2 (Aufnahmeflächen 4 bis 6): Gesäuse-Eingang

Im Gegensatz zum ersten Gebiet stellt dieses einen **naturnahen** Fichten-Tannen-Buchenwald in einem **kleinen**, durch Fichtenwälder isolierten Fichten-Tannen-Buchenwaldkomplex (70 Hektar) im Westen des Nationalparks dar (siehe auch Anhang 1, Abb. 35 und 36). Der Anteil der Buche liegt bei rund 55 %. Die Fichte nimmt bereits rund 33 % ein. Die Anteile weiterer Nadelholzarten wie Lärche (*Larix decidua*) und Kiefer (*Pinus sylvestris*) liegen zusammen bei rund 5 %, jene weiterer Laubholzarten wie Birke (*Betula pedula*), Ulme (*Ulmus glabra*), Eberesche (*Sorbus aucuparia*), Grünerle (*Alnus viridis*) und Hasel (*Corylus avellana*) bei etwa 4 %. Bestandesalter, -entwicklung, -aufbau und -dichtigkeit entsprechen den Ausprägungen in Gebiet 1.

Gebiet 3 (Aufnahmeflächen 7 bis 9): Scheibenbauer

Dieses Gebiet schließt im Südwesten an das erste, sehr naturnahe Gebiet an und stellt einen **mosaikartig** strukturierten Bereich aus **naturnahen** Fichten-Tannen-Buchenwald und **naturfernen** Fichtenforsten dar (260 Hektar) (siehe auch Anhang 1, Abb. 37 und 38). Nach Osten geht es allmählich in einen von Fichtenforsten dominierten Bereich über und nimmt daher auf Landschaftsebene eine Zwischenstellung ein. Die Baumartenanteile von Laub- und Nadelholz sind in etwa ausgeglichen. Die Wuchsklassen sind stark gemischt, wodurch ein kleinteiliges Mosaik von Dickungen, Stangenholz und Baumholzbereichen entsteht. Die Bestände sind vorwiegend geschlossen und die Waldentwicklungsphasen relativ gleichmäßig verteilt. Das Gebiet ist vergleichsweise eher totholzarm.

Gebiet 4 (Aufnahmeflächen 10 bis 12): Gstatterboden

Der Gstatterbodener Kessel ist einer der ehemals forstwirtschaftlich intensiv genutzten Bereiche im Zentrum des Nationalparks. Dementsprechend hoch ist auch der Anteil an **naturfernen**, standortfremden Fichtenforsten (siehe auch Anhang 1, Abb. 39 und 40). Die Aufnahmeflächen liegen im Südwesten dieses etwa 140 Hektar **großen** Fichtenwaldkomplexes. Der Nadelholzanteil liegt bei etwa 70 %, während die Buche als vorherrschender Laubbaum etwa 6 % erreicht. Weitere Nadelholzarten wie Lärche und Kiefer nehmen zusammen rund 13 % ein. Etwa 10 % der Fläche sind baumfrei. Die Transekte unterscheiden sich im Bestandesalter, bezüglich der Waldentwicklungsphasen und der (verhältnismäßig geringen) Totholzmengen.

3.2 Vogelbestandsaufnahmen

Zur Erfassung der Vogelmenschen der einzelnen Untersuchungsflächen wurden Punkt- und Linientaxierungen durchgeführt. Die Punkte lagen dabei direkt auf der Begehungsrouten der Linientaxierung. Dies hatte den Vorteil, die Erhebungen kombinieren zu können. Jede der 12 Untersuchungsflächen wurde im Zeitraum vom 10. April bis zum 14. Juni 2009 dreimal begangen. Pro Tag wurde jeweils ein Gebiet mit seinen drei Transekten kartiert. Um die Vergleichbarkeit der erhobenen Daten sicherzustellen fanden alle Erhebungen am frühen Morgen und nur an Tagen ohne starken Wind, Nebel oder Regen statt (vergleiche Bilcke, 1982; Bibby et al., 1995). Zudem erfolgten die Aufnahmen in den vier Untersuchungsflächen jeweils an aufeinanderfolgenden Tagen. Um die sich im Verlauf der Brutzeit ändernden Aktivitätsmuster der verschiedenen Vogelarten zu interpretieren, wurden die erhobenen Vogelarten (Vogelart, Anzahl und Individuen pro Art)

für die statistische Auswertung linien- beziehungsweise punktweise pro Zählabschnitt über die drei Erhebungsphasen summiert.

3.2.1 Linientaxierung

Das Prinzip der Linientaxierung besteht darin, entlang einer vordefinierten Route ein Gebiet mit normierter Schrittgeschwindigkeit zu durchqueren und dabei alle akustisch und visuell wahrgenommenen Vögel nach Art und Häufigkeit zu notieren (Bibby et al., 1995). Für diese Arbeit wurde eine durchgehende Route (von je 900 Metern) in jedes der vier Untersuchungsgebiete gelegt. Die Linienführung wurde so gewählt, dass das jeweilige Gebiet möglichst repräsentativ abgebildet war. Teilweise musste diese Ideallinie aber aufgrund eingeschränkter Zugänglichkeit zugunsten der Begehrbarkeit optimiert werden. Die vier Routen wurden jeweils in drei zusammenhängende Unterabschnitte (von je 300 Metern) geteilt, wodurch sich insgesamt 12 Vogeldatensätze ergaben. Da für die statistischen Auswertungen im Sinne der Zielsetzungen ausreichend, wurden Arten und Individuen nur über Strichlisten erfasst und auf eine Darstellung in Karten mit genauer Position der Individuen verzichtet (keine Revierabgrenzungen etc.). Die Routenabschnitte wurden bei den Aufnahmen in unterschiedlichen Richtungen so begangen, dass die Kartierbedingungen in der Summe optimal vergleichbar waren (Berücksichtigung der „Vogeluhr“ etc.). Die Kartierungsgeschwindigkeit lag mit 30 Minuten pro Unterabschnitt (Strecke von 300 Metern) vergleichsweise niedrig, erwies sich jedoch in Anpassung an den vorgefundenen Vogelreichtum, die abwechslungsreiche Waldlandschaft und die schwierigen Begangungsverhältnisse als sehr sinnvoll. Zur genauen Lage der Routen vergleiche Anhang 1 (Tab. 17).

3.2.2 Punkttaxierung

Im Gegensatz zur Linientaxierung werden bei einer Punkttaxierung (auch Punkt-Stopp-Zählung) alle Individuen nach Art und Häufigkeit an definierten Punkten im Gelände gezählt (akustisch und visuell). Aus Effektivitätsgründen wurde die Punkttaxierung im Gesäuse parallel zur Linientaxierung durchgeführt. Die Punkte lagen direkt auf der Route der Linientaxierung in einem Abstand von 300 Metern. Jedem der 12 Unterabschnitte der Linientaxierung kann somit ein Aufnahmepunkt der Punkttaxierung zugeordnet werden. Innerhalb eines 50-Meter-Radius wurden sämtliche Vogelindividuen gezählt. Die erhobenen Daten wurden analog zur Linientaxierung in Strichlisten geführt. Als effektivste Zähldauer pro Punkt wurden 12 Minuten ermittelt, wobei es während der ersten sieben Minuten zu den meisten Registrierungen

(rund 65 %) kommt. Zur genauen Lage der Probenkreise vergleiche Anhang 1 (Tab. 17).

3.3 Waldbestandsparameter

Ein Großteil der Grundlegendaten zur Erstellung eines Parameterdatensatzes zur Beschreibung der Waldhabitate konnte aus bestehenden Datensätzen herangezogen werden. Die erst in den vergangenen 3 Jahren erhobenen Waldzustandsdaten zur Erstellung eines Waldmanagementplans (Quelle: Nationalpark Gesäuse) bilden dabei den Kern des Parameterdatensatzes. Daten aus dem Projekt Alpine Habitat Diversity (HABITALP) dienen der Präzisierung der Baumartenzusammensetzung. Im Rahmen dieser Arbeit zusätzlich erfasst wurden im Juni 2009 Daten zur Kraut- und Strauchschicht (unter Verwendung der Probenkreis-Methode nach Cyr & Oelke, 1976).

3.3.1 Daten aus dem Waldmanagementplan

Im Oktober 2005 begannen, unter Kooperation der Steiermärkischen Landesforste und dem Nationalpark Gesäuse, die Arbeiten zur Erstellung eines Waldmanagementplanes, unter anderem mit dem Ziel, Daten zu erhalten, auf deren Basis eine sinnvolle Überführung der vielerorts dominanten Fichtenbestände in standorttypische Waldgesellschaften möglich ist (Nationalpark Gesäuse, 2006). Im Zuge dieser Arbeiten wurden in sämtlichen Waldgebieten des Nationalparks Waldzustandsparameter erhoben. Die Erhebung erfolgte in Teams (je ein Vertreter des Nationalparks Gesäuse und der Steiermärkischen Landesforste) durch eine Begehung. Tab. 1 enthält alle Parameter aus diesen Erhebungen, die für die in dieser Arbeit verfolgten Zielsetzungen potentiell relevant sind.

Parameter	Beschreibung	
Baumartenmischung	prozentuale Baumartenzusammensetzung, gemessen an vitalen Bäumen mit einer Mindesthöhe von 1 m	
Wuchsklasse	Blöße	Keimungsstadium, Anwuchs
	Jungwuchs	Höhe bis 1,3 m
	Dickung	BHD bis 7 cm
	Stangenholz	BHD 7 bis 14 cm
	Baumholz	BHD 14 bis 56 cm
	Altholz	BHD ab 56 cm
Waldentwicklungsphase	Wachstums-, Übergangs-, Optimal-, Terminal-, Zerfalls-, Verjüngungs-, Plenterphase	
Baumhöenschichtung	ein-, zwei-, mehrschichtig	
Schlussgrad	licht, locker, geschlossen, dicht	
Gesamtstruktur	gleichmäßig, lückig	
wildökologische Parameter	Äsungspotential und Deckungspotential anhand einer 11-stufigen Skala von 0 (nicht vorhanden) bis 10 (sehr hoch)	
Verjüngungshöhe	keine, Knöchel-, Knie-, Brust-, Körperhöhe	
Totholz	stehendes und liegendes Totholz in Festmeter pro Hektar und Häufigkeit von Stöcken anhand einer 5-stufigen Skala	
Besonderheiten	Kleinstrukturen wie Quellaustritte, Tümpel, Feuchtfelder, Felsnasen, Rinnen, Trockenstandorte, Lawinengang, Windwürfe	

Tab. 1: Ausgewählte Parameter aus den Datensätzen zum Waldmanagementplan. Erläuterungen der Wuchsklassen nach Burschel & Huss (2003).

3.3.2 Daten nach dem HABILALP Interpretation Key II

Im Nationalpark Gesäuse wurden gemäß des HABILALP Interpretation Key II (siehe dazu BfN, 2002) Luftbildinterpretationen an analogen Stereo-Infrarot-Luftbildern und digitalen Farborthofotos durchgeführt. Die Grundlagen für diesen Interpretationsschlüssel wurde im Rahmen des Projektes Alpine Habitat Diversity (HABILALP) erarbeitet. Ziel war es, die „naturräumliche Ausstattung“, die „landschaftliche Vielfalt“ und die „aktuellen Entwicklungen“ in alpinen Schutzgebieten abzubilden (Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, 2006). Die Klassifizierung der Habitats erfolgte nach der Art der Oberflächenbedeckung (wie beispielsweise Siedlung, Landwirtschaft, Gewässer und Wald) und deren Deckungsgraden in Prozent. Darüber hinaus wurden für Waldhabitats die Baumartenanteile angegeben. Letztere wurden für diese Arbeit, wie bereits eingangs erwähnt, zur Präzisierung des Datenmaterials mit der Baumartenmischung aus dem Waldmanagementplan verrechnet. Der so entstandene Mittelwert beinhaltet die Vorteile der Luftbildinterpretation und der für den Waldmanagementplan durchgeführten Freilandhebungen. So können zum einen die Verteilungen von Laub- und Nadelholz auf großen

Waldflächen mittels Luftbildinterpretation bei vergleichbarem Aufwand deutlich präziser bestimmt werden als durch Geländestichproben. Andererseits ist es häufig erst im Gelände möglich, bestimmte Baumarten (vor allem Laubbaumarten) eindeutig zu unterscheiden.

3.3.3 Daten aus eigenen Erhebungen

Zusätzlich erhoben wurde der Deckungsgrad der Kraut- und Strauchschicht auf den Untersuchungsflächen. Zum Einsatz kam eine standardisierte Probenkreis-Methode, wie sie von Cyr & Oelke (1976) beschrieben wird. Auf jeder Untersuchungsfläche wurden drei Probenkreise mit einer Fläche von 0,04 Hektar (was einem Durchmesser von 22,5 Metern entspricht) zufällig verteilt, wobei zwei davon in den Kreisflächen der Punkttaxierung zu liegen kamen. Die Mittelwerte der Deckungen berechneten sich demnach für die Punkttaxierung aus zwei Probenkreisen und für die Linientaxierung aus allen drei Probenkreisen.

3.3.4 Erstellung des Parameterdatensatzes

In den Datensatz der Waldbestandparameter wurden die zuvor beschriebenen Parameter aus dem Waldmanagementplan, der HABITALP Luftbildinterpretation und den eigenen Erhebungen zusammengeführt. Die Daten des Waldmanagementplans und der HABITALP-Luftbildinterpretation sind Bezugsflächen (Transekte) zugeordnet, die sich über den gesamten Nationalpark verteilen. Diese Transektdaten enthalten Angaben zu den Anteilen von Lebensraum- oder Nutzungstypen wie Siedlungen, Straßen, Gewässern, Felsbereichen oder verschiedenen Vegetationseinheiten und sind nicht deckungsgleich mit den Untersuchungsflächen in dieser Arbeit. Unter Verwendung des Geografischen Informationssystems ESRI ArcMap wurden daher die Flächenpolygone aus Transekten und Testflächen miteinander verschnitten und dann die Transektdaten flächengewichtet den Untersuchungsflächen zugeordnet (prozentuale Anteile der Parameter). In gewisser Weise werden dadurch auch Umgebungseffekte in den Waldparameterdatensatz integriert.

Insgesamt bieten sich als Parameterdatensatz zunächst elf Parameterdaten-gruppen mit insgesamt 51 Parametern an (vergleiche Anhang 2, Tab. 18), welche aber im Laufe der statistischen Auswertungen auf die wesentlichen beziehungsweise aussagekräftigen Parameter beschränkt werden (vergleiche Kap. 4.1). Neben inhaltlichen Angaben wird dabei auch auf die jeweilige Datenqualität eingegangen. Nach Leyer & Wesche (2007) wird unter Datenqualität jedoch nicht die Schärfe der Daten verstanden, sondern deren unterschiedliche Skalenniveaus. Für diese Arbeit sind zwei Skalenniveaus zu

definieren: das nominale und das rationale. Bei Nominalskalierung spricht man von gruppenspezifischen Variablen oder Kategorisierung. Die Einteilung kann binär erfolgen (mit nur zwei Niveaus, beispielsweise Ja oder Nein) oder auch mit mehreren Variablen, wie zum Beispiel unterschiedlichen Höhenbereichen einer Verjüngung. Im Gegensatz dazu stehen so genannte quantitative Variablen, welche intervall- oder rationalskaliert sein können. Letztere haben immer einen definierten Nullpunkt, wie zum Beispiel prozentuale Anteile oder Längen (Leyer & Wesche, 2007). Bei der Parametrisierung ist gruppenbezogen auf Folgendes hinzuweisen:

Baumartenanteile

Bei den Baumartenanteilen wurde zum einen nach Nadel- und Laubholz, zum anderen nach den Hauptbaumarten unterschieden: Fichte (*Picea abies*), Lärche (*Larix decidua*), Buche (*Fagus sylvatica*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Tanne (*Abies alba*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Kiefer (*Pinus sylvestris*). Seltene Baumarten wurden in zwei weiteren Parametern zusammengefasst. Den Parameter „sonstige Laubbaumarten“ wurden Birke (*Betula pendula*), Faulbaum (*Frangula alnus*), Grünerle (*Alnus viridis*), Hasel (*Corylus avellana*), Kreuzdorn (*Rhamnus catharticus*), Spitzahorn (*Acer platanooides*), Ulme (*Ulmus glabra*) und Weide (*Salix alba*) zugeordnet, dem Parameter „sonstige Funktionsbaumarten“ Berberitze (*Berberis vulgaris*), Eberesche (*Sorbus aucuparia*), Eibe (*Taxus baccata*), Holunder (*Sambucus nigra*) und Mehlbeere (*Sorbus aria*), die als fruchttragende Arten Nahrungsquellen für Vögel darstellen. Die prozentualen Anteile an der Gesamtfläche errechneten sich aus den jeweiligen Flächenanteilen der Untersuchungsflächen am Waldmanagementplan und der HABITALP Luftbildinterpretation (siehe Kap. 3.3.1 und 3.3.2). Die Gesamtsumme von Nadel- und Laubholzanteil beziehungsweise der Hauptbaumarten und sonstigen Baumarten muss jedoch nicht 100 % betragen, da beispielsweise Straßen und Bahnkörper in diesem Parametersatz nicht berücksichtigt wurden.

Kraut- und Strauchschicht

Die Deckung der Kraut- und Strauchschicht ist direkt den in Kap. 3.3.3 beschriebenen Erhebungen entnommen. Die Parameter beziehen sich auf die durchschnittliche Deckung in Prozent. Die häufigsten Arten der Strauchschicht sind je nach Untersuchungsfläche Fichte (*Picea abies*), Buche (*Fagus sylvatica*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) oder Esche (*Fraxinus excelsior*). Ihre Anteile pro Fläche folgen meist den Baumartenzusammensetzungen des Waldbestandes.

Wuchsklassen

Unterschieden wird zwischen Blöße, Jungwuchs, Dickung, Stangenholz, Baumholz und Altholz. Der prozentuale Anteil der einzelnen Wuchsklassen errechnete sich aus dem Flächenanteil der Untersuchungsflächen an der jeweiligen Referenzfläche des Waldmanagementplans. Da häufig mehrere Wuchsklassen auf einer Untersuchungsfläche auftreten, diese aber nur qualitativ aufgelistet wurden, kann die Gesamtsumme der Anteile aller Wuchsklassen einer Referenzfläche trotz Flächengewichtung auch mehr als 100 % betragen. Analog zu anderen Parametern kann die Summe jedoch auch bei weniger als 100 % liegen, da wie bereits erwähnt beispielsweise Straßen und Bahnkörper nicht berücksichtigt wurden.

Waldentwicklungsphasen

Auf den Untersuchungsflächen sind vier der sechs für den Waldmanagementplan erhobenen Waldentwicklungsphasen vorhanden: die Wachstums-, Übergangs-, Optimal- und Terminalphase. Die Berechnung erfolgte analog zu den Wuchsklassen anhand des jeweiligen Flächenanteils. Auch hier kann es zu Werten über und unter 100 % kommen.

Baumhöenschichtungen

Bei der Baumhöenschichtung wird zwischen einschichtigen, zweischichtigen und mehrschichtigen Beständen unterschieden. Die Parameter ergeben sich aus dem Flächenanteil der Untersuchungsflächen des Waldmanagementplans an der jeweiligen Referenzfläche. Da jeder Untersuchungsfläche nur eine Kategorie zugewiesen wurde und nichtbewaldete Flächen unberücksichtigt blieben, liegen die Anteile der Baumhöenschichtung nie über 100 %.

Schlussgrade

Die Parameterdatengruppe Schlussgrade umfasst die Anteile lichter, lockerer, geschlossener und dichter Bestandesteile an der Gesamtfläche der Untersuchungsflächen. Bei den Aufnahmen zum Waldmanagementplan war es nicht immer möglich, den einzelnen Waldflächen nur einen Schlussgrad zuzuordnen. Aus diesem Grund gibt es für manche Flächen mehrere Angaben zum Schlussgrad. Die Summe der prozentualen Anteile je Untersuchungsfläche muss deshalb nicht 100 % ergeben.

Gesamtstruktur

Zur Ermittlung der Gesamtstruktur der Waldbestände wurden für den Waldmanagementplan die Anteile gleichmäßiger beziehungsweise lückiger

Bestandesteile erhoben. In diese Parameterdatengruppe wurde zusätzlich der Anteil an Flächen mit ungünstigen Lichtbedingungen für die Keimung aufgenommen. Dieser Parameter (Lichtmangel) wurde bei den Aufnahmen zum Waldmanagementplan als Grund für unzureichende Verjüngung angeführt und dient zusätzlich als Maß für die Dichtigkeit der Bestände.

Verjüngung

Die Grundlage für diese Parameterdatengruppe bilden die für den Waldmanagementplan erhobenen Höhen der Verjüngung. Die Höhenangaben beziehen sich auf eine Skala von 0 bis 4 (0 = keine Verjüngung vorhanden; 1 = Verjüngung bis Knöchelhöhe; 2 = Verjüngung bis Kniehöhe; 3 = Verjüngung bis Brusthöhe; 4 = Verjüngung bis Körperhöhe). Die durchschnittliche Struktur der Verjüngung errechnet sich aus den jeweiligen Verjüngungshöhen der einzelnen Unterflächen einer Untersuchungsfläche. Um die Unterschiede in der Verjüngungsstruktur deutlich zu machen, sind die Ergebnisse mit zwei Dezimalstellen angegeben. Andererseits wird, anhand der erwähnten Skala, mit dem Parameter maximale Verjüngungshöhe die maximale Höhe der Verjüngung berücksichtigt. Ein dritter Parameter in dieser Gruppe steht in Korrelation mit der Verjüngungsstruktur und bezieht sich aus forstlicher Sicht auf die Notwendigkeit von Verjüngungsmaßnahmen.

Totholz

Die Parameter liegendes beziehungsweise stehendes Totholz sowie Stöcke bilden die Parameterdatengruppe Totholz. Die Werte für liegendes und stehendes Totholz errechneten sich aus den prozentualen Anteilen der Unterflächen an der gesamten Untersuchungsfläche und sind in Festmeter pro Hektar angegeben. Die Häufigkeit von Stöcken wird durch eine Skala von 0 bis 5 (0 = keine Stöcke vorhanden; 5 = Stöcke in hohem Maße vorhanden) dargestellt.

Biotopstrukturen

Die Parameterdatengruppe Biotopstrukturen gibt die Flächenanteile von Quellen, Tümpeln, Feuchtflächen, Felsnasen, Rinnen, Trockenstandorten, Lawinengängen, Windwürfen, Verblockungen und Biotopbäumen wieder. Die Daten hierfür sind auf das Vorhandensein beziehungsweise Fehlen der jeweiligen Biotopstrukturen beschränkt. Der Prozentsatz gibt demnach den Flächenanteil der Untersuchungsfläche an, in welchem beispielsweise Quellen, Tümpel oder Trockenstandorte zumindest kleinflächig auftreten. Der Parameter Biotopbäume setzt sich aus der für den Waldmanagementplan erhobenen Kategorie „Besondere Bäume“ zusammen. Diese beinhaltet

Höhlen-, Uralt-, und Horstbäume sowie Bäume mit Stammfäulnis, Konsolen, Bizarrrformen oder Käferbefall.

Wildökologische Parameter

Aufgrund möglicher Parallelen zu wildökologischen Gegebenheiten wurden die Parameter Äsungs- und Deckungspotential in die statistische Auswertung miteinbezogen. Die Erhebung fand in Form einer qualitativen Einschätzung statt, wobei die Einteilung entlang einer Skala von 0 (nicht vorhanden) bis 10 (in hohem Maße vorhanden) erfolgte. Diese richtete sich im Falle des Äsungspotentials am Deckungsgrad von Gräsern und Kräutern. Die Einschätzung des Deckungspotentials orientierte sich an den vorhandenen Waldstrukturen, dem Relief, der Einsehbarkeit und den Rückzugsmöglichkeiten des Wildes.

3.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung kann in drei Phasen untergliedert werden: In der ersten wurden die Waldbestandparameter der 12 Untersuchungsflächen verglichen, in der zweiten wurden die erhobenen Vogeldaten auf Ähnlichkeiten geprüft. In der dritten Phase flossen dann beide Datenblocks in die Auswertung ein, um die Beziehungen zwischen Vögeln und Lebensraum zu hinterfragen. Die Analyse wurde für Punkt- und Linientaxierung jeweils getrennt durchgeführt.

Die Auswertungen der ersten Phase dienten vor allem dazu, den bei der Auswahl der Untersuchungsflächen angestrebten Naturnähe- und Landschaftsgradienten statistisch zu untermauern (siehe Kap. 4.1). Diese Charakterisierung der Untersuchungsflächen erfolgte gesondert für die Flächen der Punkt- und der Linientaxierung. Zu diesem Zweck wurden mit dem Statistikprogramm SPSS explorative und deskriptive Testverfahren durchgeführt. Die Überprüfung der Daten hinsichtlich Normalverteilung und Varianzhomogenität erfolgte mittels Shapiro-Wilk- und Levene-Test und zeigte, dass etwa 70 % der Daten weder normalverteilt noch varianzhomogen sind. Aus diesem Grund wurden die Unterschiede der Waldbestandparameter zwischen den vier Untersuchungsgebieten mit Hilfe des Kruskal-Wallis H-Tests und des Mann-Whitney U-Tests auf Signifikanz geprüft. Die H-Tests nach Kruskal-Wallis ergaben dabei eine Liste an Parametern oder Parametergruppen, die sich bezüglich des gesamten Untersuchungsflächensets des Projektgebietes signifikant voneinander unterschieden. In weiterer Folge analysierte der U-Test nach Mann-Whitney die signifikanten Unterschiede der einzelnen Aufnahmegebiete zueinander. In getrennten Berechnungsschritten wurden die einzelnen Gebiete miteinander verglichen

und die signifikanten Unterschiede der Waldbestandparameter eindeutig auf die jeweiligen Gebiete bezogen, was eine statistisch gesicherte Charakterisierung der Untersuchungsflächen ermöglichte.

Im Anschluss daran wurden die Untersuchungsflächen ausschließlich im Bezug auf die erhobenen Vogeldaten, das heißt ohne Berücksichtigung der Waldbestandparameter analysiert (siehe Kap. 4.2 und 4.3). Zur Verdeutlichung der Stellung der Transekte beziehungsweise der Zählpunkte zueinander wurden die Vogeldaten einer Clusteranalyse unterzogen. Um die Häufigkeit von Nullwerten zu reduzieren und so zu vermeiden, dass „sehr unähnliche Objekte als sehr ähnlich erscheinen“ (Leyer & Wesche 2007), wurden zielorientiert alle Arten mit einer Häufigkeit von < 2 % in Artengruppen mit ähnlichem Gildencharakter zusammengefasst. Zu den 11 Hauptarten kamen so fünf „Gilden“ hinzu (Tab. 2): Naturnähezeiger (typische Vogelarten der reifen, laubholzreichen Fichten-Tannen-Buchen- und Feuchtwälder), Strukturzeiger (Indikatorarten für geschlossene, kleinstruktur- und phasenreiche Nadel- und Fichten-Tannen-Buchenwälder), Waldlücken- und Lichtwaldzeiger (typische Vogelarten nach Verjüngungsmaßnahmen in Fichten-Tannen-Buchenwäldern), Wald-Offenland-Arten (typische Waldrand- und Flurgehölzarten) sowie sonstige Arten.

Art/Artengruppe	Arten
Dominante Arten (Anteil > 2 %)	Amsel, Blaumeise, Buchfink, Kleiber, Kohlmeise, Rotkehlchen, Singdrossel, Tannenmeise, Waldbaumläufer, Wintergoldhähnchen, Zilpzalp
Naturnähezeiger	Haselhuhn, Hohltaube, Kuckuck, Schwarzspecht, Sumpfmeise, Trauerschnäpper, Waldlaubsänger, Waldschnepfe, Weißrückenspecht
Strukturzeiger	Buntspecht, Berglaubsänger, Fichtenkreuzschnabel, Haubenmeise, Sommergoldhähnchen, Tannenhäher, Weidenmeise, Zaunkönig
Waldlücken- und Lichtwaldzeiger	Baumpieper, Fitis, Grünfink, Heckenbraunelle
Wald-Offenland-Arten	Grünspecht, Mäusebussard, Misteldrossel, Rabenkrähe, Ringeltaube, Turmfalke, Wacholderdrossel
Sonstige Arten	Gimpel, Hausrotschwanz, Mönchsgrasmücke

Tab. 2: Parameterliste der Vogelzönosen für die Clusteranalyse (11 dominante Arten, 5 Gilden mit weiteren 31 Arten < 2 %)

Die Clusteranalyse selbst erfolgte mittels der Wards-Methode (im Ordinationsprogramm PC-ORD), wobei für die Berechnung der Abweichungsquadrate, wie von Leyer & Wesche (2007) empfohlen, die Euklidische Distanz als metrisches Abstandsmaß gewählt wurde.

Um Ähnlichkeiten zwischen den Untersuchungsgebieten zu erkennen, wurden die erhobenen Vogeldaten zudem mit Hilfe des Ordinationsprogrammes PC-ORD einer Korrespondenzanalyse unterzogen. Hier entscheidet die Gradientenlänge, gemessen in SD-Einheiten, über das zu verwendende

Analyseverfahren. Bei einer Gradientenlänge von < 2 SD-Einheiten kommt eine Hauptkomponentenanalyse (PCA – *Principal Component Analysis*) zum Einsatz. Beträgt die Gradientenlänge jedoch mehr als 3 SD-Einheiten, dann werden die Berechnungen mittels *Detrended Correspondence Analysis* (DCA) durchgeführt. Da beide Vogeldatensätze eine Gradientenlänge von < 2 SD aufweisen, kam die Hauptkomponentenanalyse zum Einsatz. Ergebnis der Analyse ist neben den beschreibenden Werten, wie der erklärten Varianz der einzelnen Achsen, ein Graph, der die Lage der Gebiete zueinander abbildet. Zwischen den Gebieten verteilen sich die einzelnen Arten. Diese Verteilungsmuster ermöglichen es, Ähnlichkeiten (durch enge Gruppierung) beziehungsweise Unähnlichkeiten (durch weite Distanzen) der Gebiete hinsichtlich der kartierten Arten festzustellen. Um signifikante Unterschiede zwischen den Gebieten festzustellen, wurden auch hier H-Tests nach Kruskal-Wallis und U-Tests nach Mann-Whitney durchgeführt. Getestet wurden die asymptotischen Signifikanzen der Arten- und Individuensummen, der einzelnen Artensummen in Form der Gildengruppierung der Clusteranalyse sowie die Individuensummen der Nahrungs- und Nestgilden.

In der dritten Phase der statistischen Auswertungen wurden nun die Vogeldaten mit den Waldparametern verglichen (siehe Kap. 4.4). Dazu wurde anfangs die zuvor durchgeführte Hauptkomponentenanalyse mit den Waldbestandsparametern überlagert (*biplot*) und mittels SPSS die Spearman-Korrelation zu den Achsen errechnet. So konnte ein erster Bezug der Vogeldaten zu den Waldbestandsparametern hergestellt werden. Im Anschluss daran wurden mittels multivariater Analysen (ebenfalls mit dem Ordinationsprogramm PC-ORD) die Vogeldaten mit den Waldparametern zusammengeführt. Dies geschah mittels Kanonischer Korrespondenzanalyse (CCA – *Canonical Correspondence Analysis*). Hier wird eine Primärmatrix, bestehend aus den erhobenen Vogeldaten, einer Sekundärmatrix aus Waldbestandsdaten gegenübergestellt. Ziel ist es, Artenzusammensetzungen festzustellen, welche in Beziehung zu den Waldbestandsparametern stehen (Leyer & Wesche 2007). Die Analyse wurde sowohl mit der Primärmatrix der Gesamtartenlisten als auch mit der Primärmatrix der Gildensortierung der Clusteranalyse durchgeführt, um im Anschluss daran die stichhaltigeren Ergebnisse zu wählen. Dabei ergab sich analog zur Hauptkomponentenanalyse neben den beschreibenden Werten ein Graph, der die Lage der Gebiete zueinander abbildet. Bevor die Sekundärmatrix in die endgültige Berechnung der Kanonischen Korrespondenzanalyse eingeführt werden kann, ist jedoch aufgrund der Vielzahl an Parametern eine schrittweise Erweiterung beziehungsweise Reduktion mittels *forward selection* nötig. Dieser Vorgang umfasste die Berechnung von Spearman'schen Korrelationen der Waldbestandsparameter zueinander, um korrelierende Parameter von

vorneherein zusammenzufassen, sowie das schrittweise Einführen der Parameter in die Analyse (siehe auch Kap. 4.4).

4. Ergebnisse

4.1 Charakterisierung der Untersuchungsflächen

Eine Gegenüberstellung aller Waldbestandsparameter der einzelnen Transekt- und Kreisflächen findet sich in Anhang 3 (Tab. 19). Der H-Test nach Kruskal-Wallis ergab für die Flächen der Punkt- und der Linientaxierung bei 12 Parametern ähnliche Ergebnisse (siehe Anhang 3, Tab. 20). Im Bezug auf das gesamte Untersuchungsflächen-set differenzierten sich nur 18 Parameter signifikant (Tab. 3). 33 Parameter waren in allen vier Untersuchungsgebieten ähnlich ausgeprägt. Mittels der Ergebnisse des U-Tests nach Mann-Whitney konnten darüber hinaus signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Transekt- beziehungsweise Kreisflächen festgestellt werden (siehe Anhang 3, Tab. 21). In Bezug auf den Gebietsgradienten trennten hier Nadelholz-, Fichten- und Buchenanteile sowie der Deckungsgrad der Krautschicht besonders gut. Auffällig sind auch die Unterschiede bezüglich der Anteile von Lawinengängen.

Parameter	Asymptotische Signifikanzen auf Transektefläche	Asymptotische Signifikanzen auf Kreisfläche
Nadelholz	0,024	0,033
Fichte	0,024	0,027
Buche	0,024	0,031
Ahorn	0,036	0,033
Kiefer	0,024	0,023
Sonstige Laubbaumarten	0,038	0,035
Krautschicht	0,021	0,028
Baumholz	0,033	0,046
Zweischichtige Bestandesteile	0,048	0,045
Lückige Bestandesteile	0,047	0,038
Stehendes Totholz	0,037	0,031
Lawinengang	0,021	0,021
Laubholz	0,050	-
Esche	0,034	-
Strauchschicht	0,041	-
Felsnasen	0,037	-
Windwurf	0,036	-
Gleichmäßige Bestandesteile	-	0,038

Tab. 3: In den vier Testgebieten signifikant unterschiedliche Parameter nach dem Kruskal-Wallis H-Test (zur Definition der Parameter siehe Anhang 2, Tab. 18)

Der Flächenanteil von Lawinengängen variiert sehr stark sowohl zwischen den vier Aufnahmegebieten als auch den 12 Untersuchungsflächen (siehe Abb. 5). In Gebiet 1 sind die Flächenanteile mit 57,93 bis 100 % (Transekt 3 beziehungsweise 1) am höchsten, eine Folge der starken Geländeneigung, die für die vergleichsweise extensive Nutzung dieses Gebietes mitverantwortlich ist. Die größten Variationen treten in Gebiet 3 auf. Hier liegen die Anteile zwischen 14,26 und 91,13 % (Kreise 7 und 9). Die Gebiete 2 und 4 sind dagegen bis auf zwei Ausnahmen (0,68 % in Transekt 3 sowie 4,35 und 5,09 % in Transekt beziehungsweise Kreis 6) frei von Lawinengängen. In Gebiet 2 ist dies allerdings auf Lawinenverbauungen in den südlichen Bereichen des Untersuchungsgebietes zurückzuführen. Eine Differenzierung der Untersuchungsflächen durch diesen Parameter ist demnach nur zwischen Gebiet 1, 3 und 4 sinnvoll, wobei sich ein deutlicher und signifikanter Anstieg parallel zum Naturnähegradienten zeigt. In Gebiet 2 wurde dieser Zusammenhang durch Verbauungen aufgelöst.

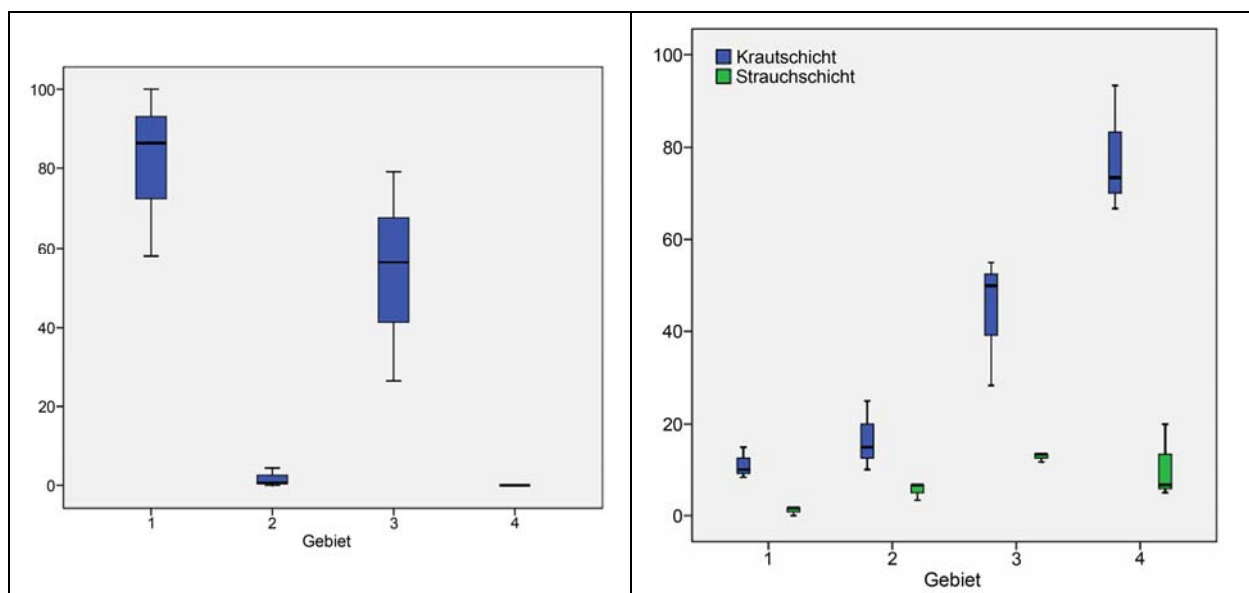


Abb. 5: Flächenanteile von Lawinengängen (bezogen auf die Transektfläche) in den vier Untersuchungsgebieten

Abb. 6: Deckungsgrad der Kraut- und Strauchschicht (bezogen auf die Transektfläche) in den vier Untersuchungsgebieten

Auch beim Deckungsgrad der Krautschicht ergaben sich signifikante Unterschiede im Gebietsgradienten (Abb. 6), allerdings nicht zwischen den Gebieten 1 und 2. Diese können, mit Ausnahme der Untersuchungsfläche 6, bezüglich der Krautschicht als vergleichbar eingestuft werden (Deckungsgrad 8 bis 15 %). In den Gebieten 3 und 4 stieg der Deckungsgrad dagegen bis auf maximal 93,33 % (Transekt 10). Der Deckungsgrad der Krautschicht war somit in den naturnahen Buchenbereichen um rund 80 % niedriger als in naturfernen Fichtenforsten. Im Vergleich hierzu veränderte sich die Deckung

der Strauchschicht von naturnahen zu naturfernen Beständen nur wenig. Hier traten Schwankungen zwischen 0 und 20 % auf und lediglich die Flächen in Gebiet 1 (mit Ausnahme von Transekt 1) unterschieden sich signifikant von den übrigen Gebieten.

Die Anteile der Hauptbaumarten Buche und Fichte am Gesamtbestand unterschieden sich signifikant in den Gebieten 1 und 4 (Abb. 7) und bestätigen damit eine erfolgreiche Anwendung der Kriterien für die Gebietswahl, auch wenn sich Gebiet 1 und 2 bezüglich des Buchenanteils kaum unterscheiden. Die Gebiete 2 und 3 unterschieden sich allerdings nur in den Buchen-, nicht durch die Fichtenanteile und die Nadelholz- und Laubholzanteile (Abb. 8), da in Gebiet 2 verstärkt die Kiefer zur Fichte tritt und in Gebiet 3 Ahorn und Esche zur Buche. Somit kommt hier zur vergleichsweise hohen „Fragmentierungskomponente“ in Gebiet 2 und 3 eine „Mischbaumkomponente“ hinzu.

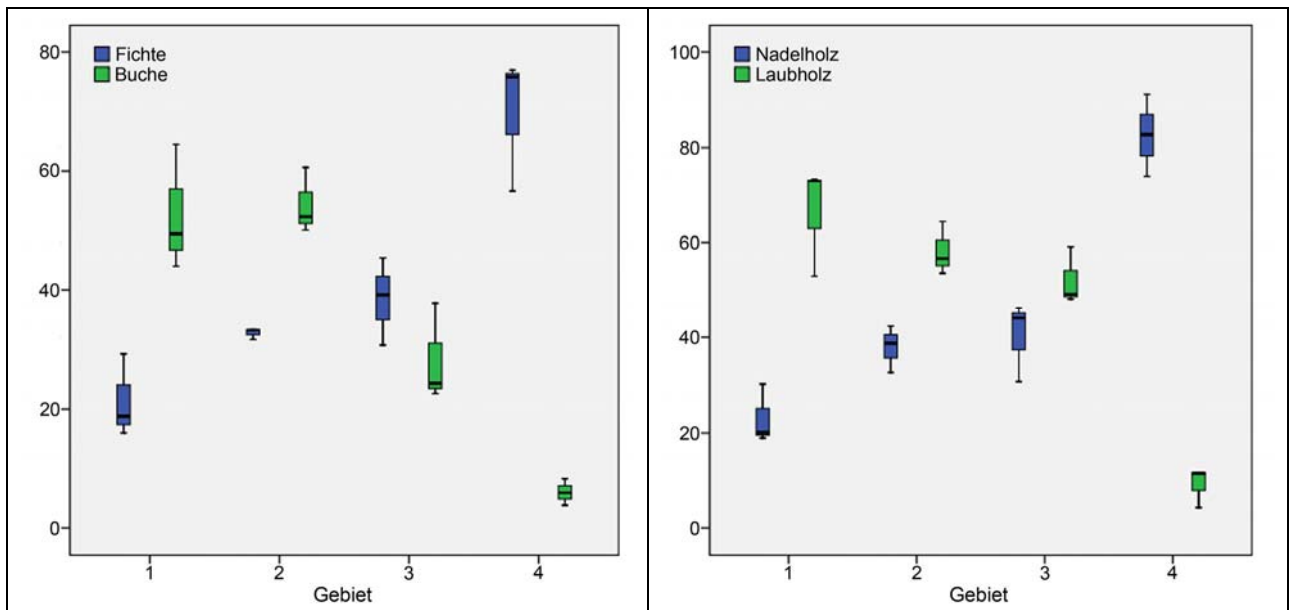


Abb. 7: Anteile von Fichte und Buche am Gesamtbestand (bezogen auf die Transektfläche)

Abb. 8: Anteile von Nadel- und Laubholz (bezogen auf die Transektfläche)

Bei den Wuchsklassen unterschieden sich beim Parameter Baumholz die Transekte und Kreise in Gebiet 1 signifikant von jenen der Gebiete 2 und 3 sowie die von Gebiet 2 von jenen der Gebiete 3 und 4. Bei den übrigen Wuchsklassen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede (Ausnahme Stangenholzanteil in den Gebieten 2 und 4).

Das Alter der Bestände schwankte sehr stark, auch innerhalb der Untersuchungsflächen. Signifikante Unterschiede konnten aus diesem Grund nur bezüglich der Wachstumsphase (Transekte des Gebiets 2 zu den übrigen Flächen) und der Optimalphase (signifikante Unterschiede der Transekte und Kreise zwischen Gebiet 3 und den Gebieten 1 und 2) gefunden werden.

Des Weiteren bestanden signifikante Unterschiede in der Baumhöhen-schichtung sowie der Gesamtstruktur. Letztere variierte mit Ausnahme der Transekte 4 bis 6 sehr stark. Besonders deutlich veränderte sich auch die Schichtigkeit entlang des Naturnähegradienten. Auf den naturnahen Untersuchungsflächen dominierten zweischichtige Bestände. Die naturfernen und mosaikartigen Untersuchungsflächen wurden hingegen von einschichtigen Beständen geprägt.

Der Reichtum an liegendem und stehendem Totholz stieg im Allgemeinen parallel zum Naturnähegradienten an. Im Falle des liegenden Totholzes bestanden signifikante Unterschiede zwischen Gebiet 1 und den Gebieten 2, 3 und 4 sowie zwischen den Gebieten 2 und 3. Letztere unterscheiden sich auch hinsichtlich der Menge an stehendem Totholz. Dieses erreichte in Gebiet 4 ihr Minimum, mit signifikanten Unterschieden zu den Gebieten 1 und 2.

4.2 Ergebnisse der Linientaxierung

Im Zuge der Linientaxierung wurden 42 Vogelarten mit zusammen 887 Vögeln kartiert. In Tab. 4 sind die Vogelsummen aus den drei Begehungen bezogen auf die Transekte der Linientaxierung sowie die Stetigkeit der jeweiligen Art dargestellt. Eine detaillierte Auflistung der Ergebnisse der einzelnen Begehungen findet sich im Anhang 4 (Tab. 22). Wie in Fichten-beziehungsweise Fichten-Tannen-Buchenwäldern zu erwarten, war die häufigste Arte mit einem Anteil von mehr als 16 % an der gesamten Individuensumme der Buchfink, gefolgt von Tannenmeise (14,88 %) und Rotkehlchen (11,61 %) (siehe Abb. 9). Sechs weitere Arten (Amsel, Kleiber, Kohlmeise, Singdrossel, Waldbaumläufer und Zilpzalp), alles typische Bewohner des gesamten Gehölzraums und trotz höherer Dichten in den laubholzbetonten Wäldern ohne große Ansprüche an bestimmte Waldtypen, erreichten jeweils Anteile von mehr als 4 %. Mehr als 60 % der Arten wiesen mit einer Anzahl von 1 bis 7 kartierten Individuen pro Art einen Anteil von weniger als 1 % auf. Bei der Gesamtartenzahl beziehungsweise der Gesamt-individuensumme fielen die fragmentierten Gebiete 2 und 3 gegenüber den großen, homogenen Waldkomplexen in den Gebieten 1 und 4 etwas ab, allerdings bei starken Schwankungen zwischen den Transekten (Abb. 10). Dies wird in den Abb. 11 und 12 noch deutlicher, wobei vor allem die erheblich höhere Individuendichte in Gebiet 1 betont wird (32 Arten, 263 Individuen). Gebiet 4 als naturfernste Untersuchungsfläche war mit 220 Individuen und 30 Arten um rund 16 % individuen- und 7 % artenärmer. Gebiet 3 unterscheidet sich von Gebiet 4 kaum (213 Individuen, 19 Arten). Zwischen Gebiet 3 und 4 bestanden auch die geringsten Unterschiede beim Artenspektrum (siehe Tab. 5).

Art	Nahr- glieder	Nest- glieder	Trans. 1		Trans. 2		Trans. 3		Trans. 4		Trans. 5		Trans. 6		Trans. 7		Trans. 8		Trans. 9		Trans. 10		Trans. 11		Trans. 12		Σ						
			AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST		AZ	ST				
Amsel			CBo	Ba, St	1	I	2	II	2	II	3	II	2	II	6	III	4	III	4	III	4	II	4	II	3	II	4	III	40	28			
Baumpieper			CBo	Bo	2	II	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2	II	0	-	1	I	0	-	1	I	0	-	5	5			
Berglaubsänger			CBa	Bo	1	I	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	0	-	0	-	1	I	0	-	0	-	0	-	3	3			
Blaumeise			CBa	Hö	5	III	3	II	3	II	1	I	1	I	1	I	1	I	0	-	2	I	1	1	1	I	0	-	21	14			
Buchfink			CBa	Ba	18	III	12	III	10	II	13	III	11	III	16	III	11	III	14	III	7	III	9	III	7	III	12	III	145	35			
Buntspecht			Stk	Hö	1	I	0	-	0	-	2	I	0	-	1	I	0	-	0	-	1	I	1	1	1	I	1	0	-	6	5		
Fichtenkreuzschnabel			HBa	Ba	0	-	0	-	1	I	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	1	1		
Fitis			CBa	Bo	1	I	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	0	-	1	I	0	-	1	I	0	-	2	1	5	4	
Gimpel			HBa	Ba	3	II	3	II	0	-	0	-	0	-	0	-	2	I	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	9	6			
Grünfink			HBa	Ba, St	0	-	2	I	2	I	0	-	0	-	0	-	1	I	0	-	1	I	0	-	1	I	0	-	6	4	4		
Grünspecht			CBo	Hö	0	-	0	-	0	-	2	II	0	-	0	-	0	-	1	I	0	-	1	I	0	-	0	-	3	3	3		
Hauseluhn			HBa	Hö	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	0	-	1	I	0	-	1	1	1		
Haubenmeise			CBa	Hö	0	-	2	II	1	I	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	0	-	1	I	0	-	1	I	6	6	6		
Hausrotschwanz			AWI	Fe, Ge	1	I	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	1	1		
Heckenbraunelle			CBo	St	1	I	1	I	1	I	0	-	0	-	2	II	2	I	1	I	0	-	1	I	0	-	1	I	2	1	11	9	
Hohlfabe			HBa	Hö	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	0	-	1	I	0	-	0	-	1	1	1	1	
Kleiber			Stk	Hö	6	III	8	III	5	III	0	-	1	I	4	II	3	II	5	III	3	III	0	-	2	II	1	I	38	23			
Kohlmeise			CBa	Hö	11	III	8	III	6	III	5	II	2	II	6	III	4	III	5	II	4	II	6	II	6	II	2	I	64	28			
Kuckuck			CBo	Bp	2	II	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	0	-	2	II	1	I	0	-	2	II	1	I	7	7	7		
Mäusebussard			AWI	Ba	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2	II	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	3	3	3		
Misteldrossel			CBo	Ba	2	I	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2	1	1	1	
Mönchsgrasmücke			CBa	St	1	I	2	II	1	I	1	I	1	I	1	I	0	-	2	II	0	-	2	II	0	-	1	I	11	11	11		
Rabenkrähe			Om	Ba	0	-	1	I	0	-	0	-	0	-	2	I	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	3	3	3		
Ringeltaube			HBa	Ba, St	1	I	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	1	1	1	1	
Rotkehlchen			CBo	Bo	10	III	10	III	7	III	10	III	12	III	7	III	7	III	4	III	6	II	8	III	12	III	10	III	103	35			
Schwarzspecht			Stk	Hö	2	I	2	II	0	-	1	I	1	I	2	II	1	I	2	II	1	I	2	II	0	-	1	I	13	12	12		
Singdrossel			CBo	Ba, St	4	III	6	III	3	II	5	III	7	III	6	III	6	III	5	III	6	III	7	III	6	III	3	II	5	III	62	34	
Sommersgoldhähnchen			CBa	Ba	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	0	-	1	I	0	-	1	1	1
Sumpfmeise			CBa	Hö	2	I	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2	1	1	1	
Tannenhäher			HBa	Ba	1	I	0	-	0	-	1	I	0	-	1	I	0	-	2	II	0	-	2	II	0	-	0	-	0	-	2	1	1
Tannenmeise			CBa	Hö	16	III	11	III	10	III	6	III	8	III	8	III	11	III	8	III	13	III	12	III	17	III	14	III	132	36	36		
Trauerschnäpper			AWI	Hö	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	0	-	2	2	2
Turmfalke			AWI	Fe, Ba	0	-	0	-	1	I	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	1	1	1	1
Wacholderdrossel			CBa	Ba	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	0	-	1	I	0	-	1	I	0	-	1	I	4	4	4	4	
Waldbaumläufer			Stk	Hö	6	III	3	II	5	III	2	I	4	III	4	III	4	III	2	I	6	III	2	I	6	III	8	III	7	II	53	27	
Waldlaubsänger			CBa	Bo	0	-	0	-	0	-	1	I	0	-	0	-	0	-	1	I	0	-	0	-	0	-	0	-	2	2	2	2	2
Waldschnepfe			CBo	Bo	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2	1	1	1	1
Weidenmeise			CBa	Hö	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	1	1	1	I	0	-	2	1	1	1	1
Weißrückenspecht			Stk	Hö	0	-	2	I	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2	1	1	1	1
Wintergoldhähnchen			CBa	Ba	3	I	2	II	0	-	6	II	2	I	5	III	0	-	3	II	1	I	3	II	4	III	6	II	35	19	19		
Zaunkönig			CBo	Bo	4	III	2	I	0	-	0	-	0	-	4	II	0	-	1	I	0	-	1	I	0	-	0	-	1	1	1	1	1
Zilpzalp			CBa	Bo	7	III	5	III	3	II	8	III	4	III	6	III	4	III	5	III	5	III	5	III	5	III	4	III	2	II	58	32	32
Artensumme					26	26	20	87	64	65	51	75	77	64	65	16	16	18	64	72	69	20	20	15	71	80	23	42	42	42	42	42	
Individuensumme					112	112	87	87	64	65	51	75	77	64	65	16	16	18	64	72	69	20	20	15	71	80	23	42	42	42	42	42	

Tab. 4: Ergebnisse der Linientaxierung der 12 Transekte (Trans. 1 - 12). AZ = Individuensumme aus drei Begehungen, ST = Steigtigkeit (Anzahl der Begehungen mit Artnachweis) Erläuterung der Gildenkürzungen siehe Tabelle 6 und 7

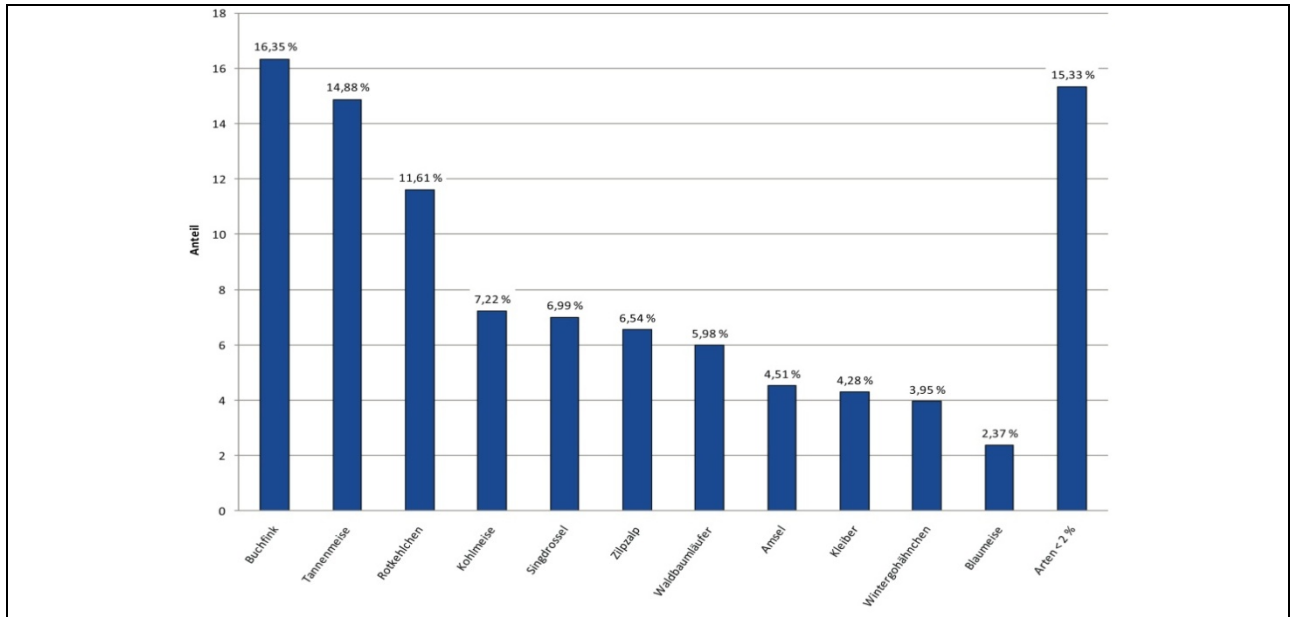


Abb. 9: Dominanzverhältnisse laut Daten der Linientaxierung; Arten < 2% beinhalten Schwarzspecht (1,47%, 13 Ind.), Heckenbraunelle (1,24%, 11 Ind.), Mönchsgrasmücke (1,24%, 11), Zaunkönig (1,24%, 11), Gimpel (1,01%, 9 Ind.), Kuckuck (0,79%, 7 Ind.), Haubenmeise, Buntspecht und Grünfink (je 0,68%, 6 Ind.), Tannenhäher, Baumpieper und Fitis (je 0,56 %, 5 Ind.), Weidenmeise und Wacholderdrossel (je 0,45%, 4 Ind.), Grünspecht (0,34%, 3 Ind.), Mäusebussard, Rabenkrähe, Ringeltaube und Berglaubsänger (je 0,34%, 3 Ind.), Sumpfmeise, Weißrückenspecht, Trauerschnäpper, Misteldrossel, Waldschnepfe und Waldlaubsänger (je 0,23%, 2 Ind.), Haselhuhn, Hohltaube, Fichtenkreuzschnabel, Sommergoldhähnchen, Turmfalke und Hausrotschwanz (je 0,11%, 1 Ind.)

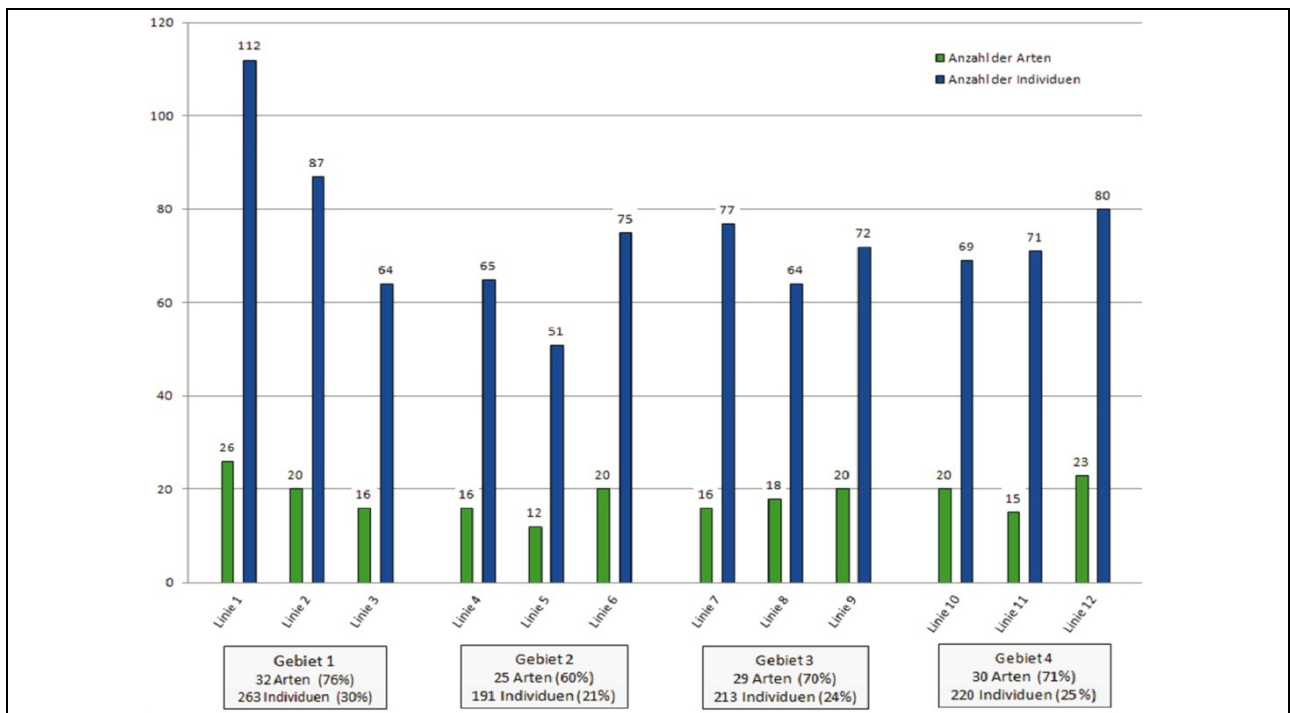


Abb. 10: Artenzahlen und Individuensummen aus der Linientaxierung; der Prozentsatz der Arten bezieht sich auf die Gesamtartensumme von 42, der Prozentsatz der Individuen auf die Gesamtsumme von 887.

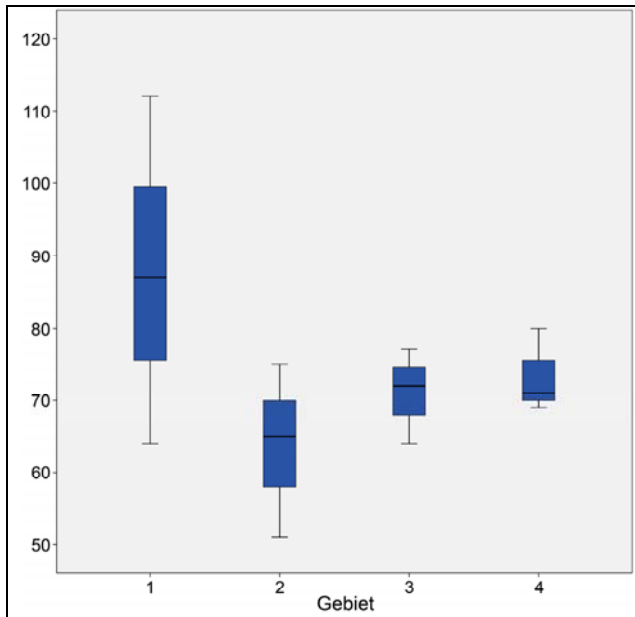


Abb. 11: Individuensummen der Linientaxierung der vier Gebiete

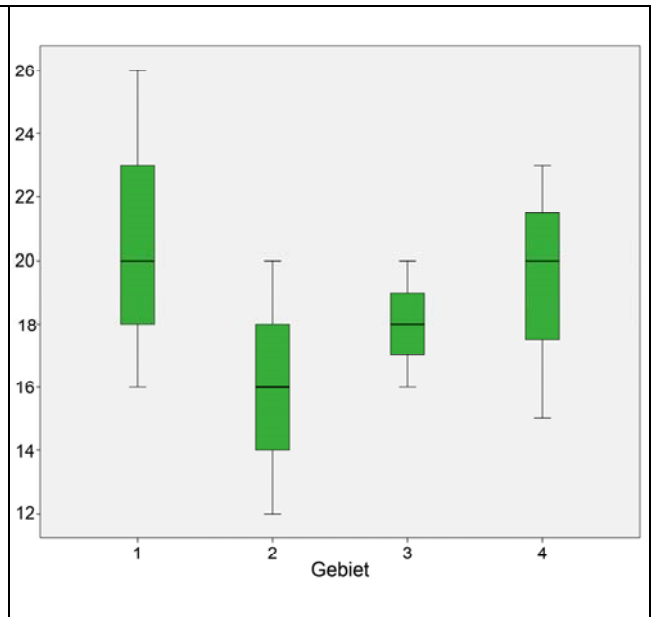


Abb. 12: Artensummen der Linientaxierung der vier Gebiete

Am arten- und individuenärmsten war Gebiet 2. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass es sich bei dieser naturnahe Untersuchungsfläche um einen kleinflächigen, in die umliegenden fichtendominierten Wälder eingebetteten Bereich handelt. Untersuchungen mit vergleichbarer Verteilung der Waldkomplexe (Utschick, 2002) zeigten einen geringeren Vogelreichtum in solch kleinen abgesonderten Gebieten. Hinsichtlich des Artenspektrums bestehen zwischen den Gebieten 1 und 2 die größten Unterschiede (Arten-Turnover von 30 %, siehe Tab. 5). Lediglich 20 der insgesamt 37 Arten wurden in beiden Gebieten kartiert. Der Arten-Turnover zwischen Gebiet 1 und den Gebieten 3 und 4 war mit 21 % beziehungsweise 26 % geringer als zwischen den Gebieten 1 und 2, was die Sonderstellung des zweiten Gebietes als artenärmsten Untersuchungsraum unterstreicht.

Gebiete	Unterschiede in der Individuensumme	Arten-Turnover
1-2	-27 %	0,30
1-3	-19 %	0,21
1-4	-16 %	0,26
2-3	+10 %	0,22
2-4	+13 %	0,23
3-4	-3 %	0,18

Tab. 5: Gegenüberstellung der Gebiete im Bezug auf die Individuendichte und das Artenspektrum (Arten-Turnover) der Linientaxierung

Die Clusteranalyse der Vogeldaten aus der Linientaxierung gruppierte die vier Gebiete und die 12 Transekte, insbesondere jene der Gebiete 2, 3 und 4, relativ eindeutig als getrennte Einheiten (siehe Abb. 13). Am ähnlichsten waren demnach die Transekte 7 und 9 in Gebiet 3. Die drei Transekte des Gebietes 2 waren, verglichen mit den anderen Gebieten, am ähnlichsten und gruppierten sich eher zu Gebiet 3 als zu Gebiet 4 oder 1. Gebiet 4 grenzte sich ebenso deutlich von den übrigen Gebieten ab. Eine Sonderstellung nimmt Gebiet 1 ein, was auf den deutlich höheren Artenreichtum im Vergleich mit den übrigen Gebieten beruht. Gebiet 1 weist als einziges Gebiet keine direkte Verknüpfung aller drei Transekte auf. Zwar sind die ersten beiden Transekte ähnlich, der dritte ist jedoch deutlich den Transekten von Gebiet 3 zugeordnet. Die Ähnlichkeit zwischen den Transekten 3 und 8 geht vor allem auf vergleichbare Individuensummen von Buchfink, Waldbaumläufer, Amsel und Kleiber und im Vergleich zu den Transekten 1 und 2 auf die unterschiedlichen Individuensummen von Buchfink, Rotkehlchen, Zilpzalp, Naturnähezeigern und sonstigen Arten zurück.

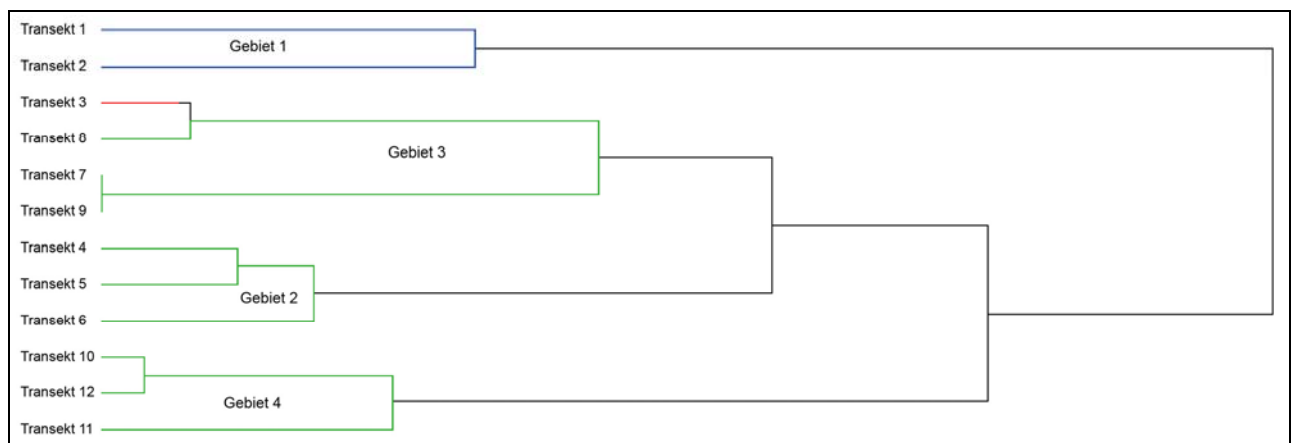


Abb. 13: Ähnlichkeitsdendrogramm der Vogeldaten bezogen auf die Transekte der Linientaxierung; Kettenbildung: 15,15 %

Die Variation der Artenzusammensetzung wurde aufgrund einer Gradientenlänge von < 1 SD-Einheiten mittels Hauptkomponentenanalyse (PCA – *Principal Component Analysis*) ermittelt (siehe Abb. 14). Die Grafik zeigt zum einen die Lage der Gebiete zueinander, und zum anderen, wie sich die einzelnen Arten dazwischen verteilen. Auffallend ist, dass die Transekte 1 bis 3 (Gebiet 1) bezogen auf die Achse 1 einen großen Abstand aufweisen. Dies ist auf deutliche Unterschiede bei der Arten- und Individuensumme (bedingt vor allem durch das Auftreten von Sumpfmeise, Misteldrossel und Hausrotschwanz) in Transekt 1 zurückzuführen. Die Transekte 7 bis 9 (Gebiet 3) hingegen liegen aufgrund der ähnlichen Artenspektren sowohl entlang der ersten als auch der zweiten Achse verhältnismäßig eng beieinander. Darüber hinaus lässt die Verteilung entlang der ersten Achse einen Zusammenhang

zum Naturnähegradienten erkennen. Für die zweite Achse ist eine solche Interpretation allein aus der Verteilung der Gebiete bezogen auf die Vogeldaten nicht möglich. In Kap.4.4 werden die Ergebnisse der Hauptkomponentenanalyse deshalb nochmals aufgegriffen und mit den Waldparametern überlagert (*joint plot*).

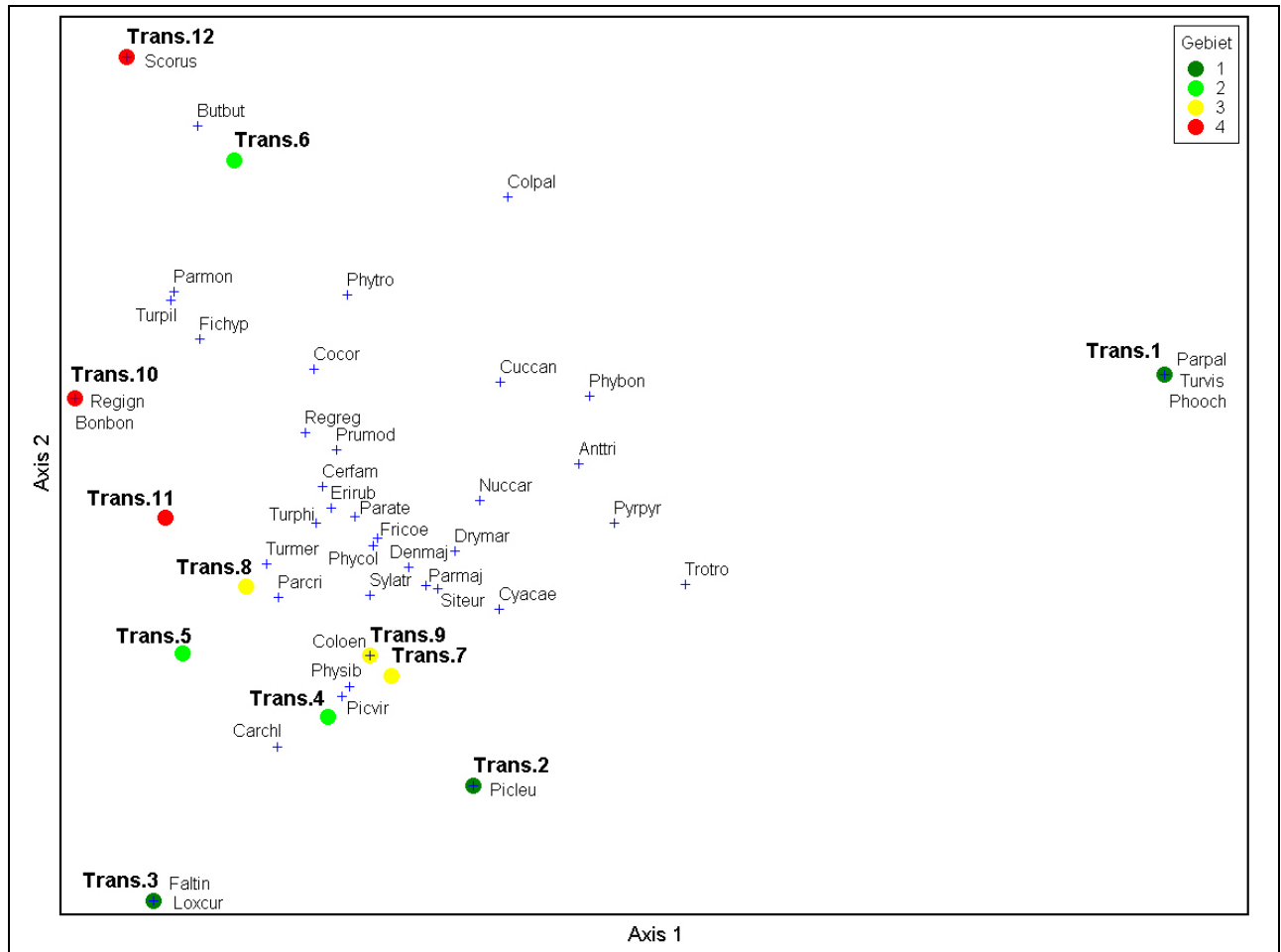


Abb. 14: PCA der Artzusammensetzung in den 12 Transekten nach Ergebnissen der Linientaxierung; Artenkürzel vgl. Anhang 4, Tab. 22

Häufige, verbreitete Arten wie beispielsweise der Buchfink, das Rotkehlchen, die Tannen- und die Kohlmeise verteilen sich im Zentrum zwischen den Gebieten. Hingegen sind seltene (differenzierende) Arten wie zum Beispiel der Fichtenkreuzschnabel, das Haselhuhn, die Hohltaube, die Waldschnepfe und der Weißrückenspecht direkt den jeweiligen Transekten zugeordnet. Die Positionierung von Baumpeiper, Berggläubänger, Blaumeise, Gimpel, Ringeltaube, Tannenhäher und Zaunkönig im Mittelabschnitt von Achse 1 ist vor allem auf den Einfluss von Transekt 1 (isolierte Position) zurückzuführen. Die Position von Mäusebussard, Ringeltaube, Trauerschnäpper und Wacholderdrossel erklärt sich aus der Sonderstellung von Transekt 6 entlang der zweiten Achse. Der Mäusebussard kommt sonst nur noch in Transekt 12

vor, die Ringeltaube zudem in Transekt 1 (was die Lage auf der ersten Achse erklärt), der Trauerschnäpper nur auf dem Transekt 11 und die Wacholderdrossel auf den Transekten 8, 10 und 12. Neben diesen Arten sind der Fitis (Transekte 1, 6, 9, 10 und 12) und der Kuckuck (Transekte 1, 8, 10 und 12) am weitesten vom „Zönoseschwerpunkt“ entfernt. Der Grünfink ordnet sich zwischen den Transekten 2, 3, 8 und 11 ein, der Grünspecht und der Waldlaubsänger zwischen den Transekten 4 und 9.

Die kartierten Arten wurden in einem weiteren Auswertungsschritt Nahrungs- und Nestgilden zugeordnet. Die Tab. 6 und 7 beinhalten die herangezogenen Gilden (siehe Tab. 4 für die zugeordneten Gilden und Tab. 23 in Anhang 4 für eine Sortierung der Ergebnisse anhand der Gilden).

Nahrungsgilde	Abk.	Nestgilde	Abk.
Carnivore Bodenvögel	CBo	Bodenbrüter	Bo
Herbivore Bodenvögel	HBo	Strauchbrüter	St
Stammkletterer	Stk	Baumbrüter	Ba
Carnivore Baumvögel	CBa	Höhlenbrüter	Hö
Herbivore Baumvögel	HBa	Felsbrüter	Fe
Ansitzjäger Wirbeltiere	AWi	Brutparasit	Bp
Ansitzjäger wirbellose Tiere	AWI		
Omnivore	Om		

Tab. 6: Nahrungsgilden (verändert nach Wartmann & Furrer, 1978 sowie Zechner, 2001)

Tab. 7: Nestgilden (verändert nach Zechner, 2001)

Innerhalb der Nahrungsgilden (siehe Abb. 15) dominierten in allen Transekten die carnivoren Baumvögel mit Buchfink und Tannenmeise als dominante Arten. Die zweitmächtigste Gilde waren die carnivoren Bodenvögel mit Rotkehlchen und Singdrossel, gefolgt von den Stammkletterern, vor allem Kleiber und Waldbaumläufer. Die herbivoren Baumvögel und die herbivoren Bodenvögel kamen in geringer Anzahl (15 beziehungsweise 11 Individuen) noch in allen vier Gebieten vor. Die restlichen Gilden beschränkten sich auf wenige Transekte oder Gebiete: die Ansitzjäger auf Wirbeltiere (4 Individuen) auf die Transekte 3, 6 und 12, die Ansitzjäger auf wirbellose Tiere (3 Individuen) auf die Transekte 1, 6 und 11 und die Omnivoren mit 3 Individuen, vertreten durch die Rabenkrähe, auf die Transekte 2 und 6.

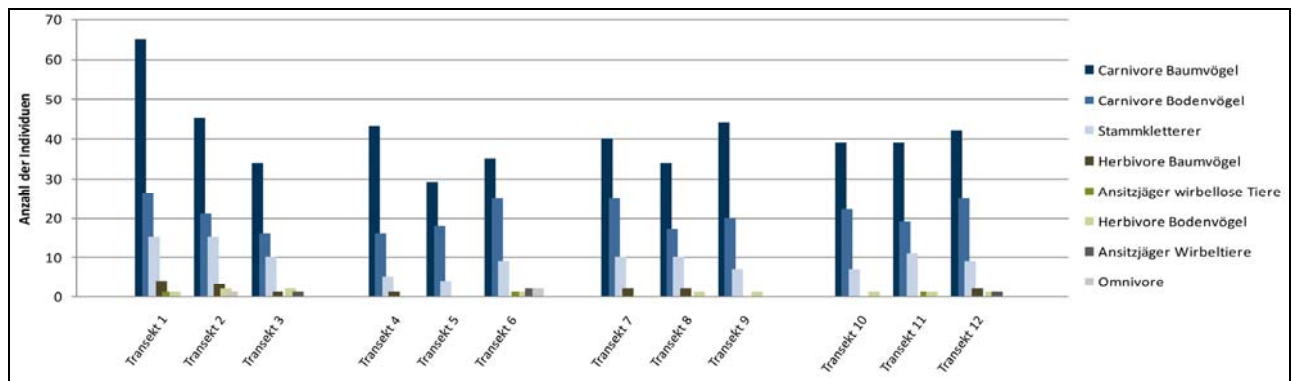


Abb. 15: Individuensummen von Nahrungsgilden in der Linientaxierung

Die individuenreichste Nestgilde (siehe Abb.16) waren (in aufsteigender Reihenfolge) die Höhlenbrüter (vor allem Meisen und Spechte), die Baumbrüter (vor allem Buchfink), die Bodenbrüter (vor allem Rotkehlchen) und die Baum- und Strauchbrüter (vor allem Singdrossel und Amsel). Die übrigen Nestgilden fanden sich nicht in allen Transekten. Die Strauchbrüter (22 Individuen) fehlen in den Transekten 5 und 9 und der Kuckuck als Brutparasit fand sich zwar in allen Gebieten, jedoch nur in einzelnen Transekten (1, 6, 9, 10 und 12). Die Fels- und Strauchbrüter (Hausrotschwanz) sowie die Fels- und Baumbrüter (Turmfalke) gingen lediglich auf Einzelkartierungen in den Transekten 1 beziehungsweise 3 des ersten Gebietes zurück.

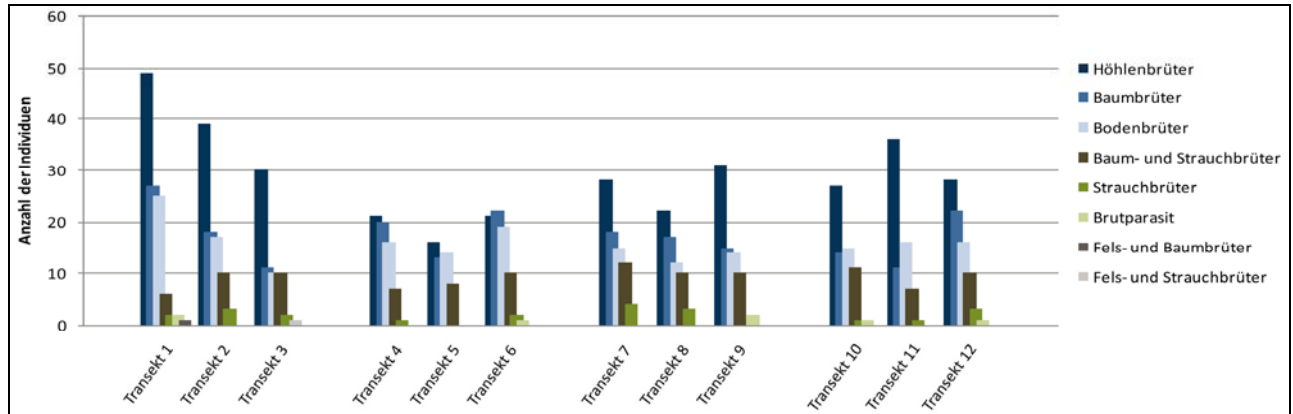


Abb. 16: Individuensummen von Nestgilden in der Linientaxierung

Signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Nahrungsbeziehungsweise Nestgilden bestanden bei der Gilde der Stammkletterer und der Höhlenbrüter (siehe Abb. 17 und 18, sowie Tab. 8). Gebiet 2 unterscheidet sich durch die geringeren Individuensummen bei den Stammkletterern signifikant von Gebiet 1 ($p=0,046$) und bei Höhlenbrütern von allen drei Gebieten (jeweils $p=0,046$). Aus den Abbildungen geht ebenso deutlich die Sonderstellung der beiden Gilden in Gebiet 1 hervor.

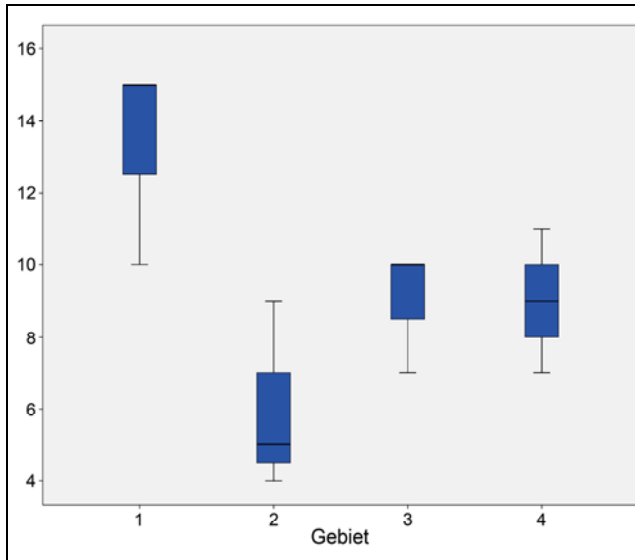


Abb. 17: Individuenzahl der Stammkletterer in den vier Untersuchungsgebieten

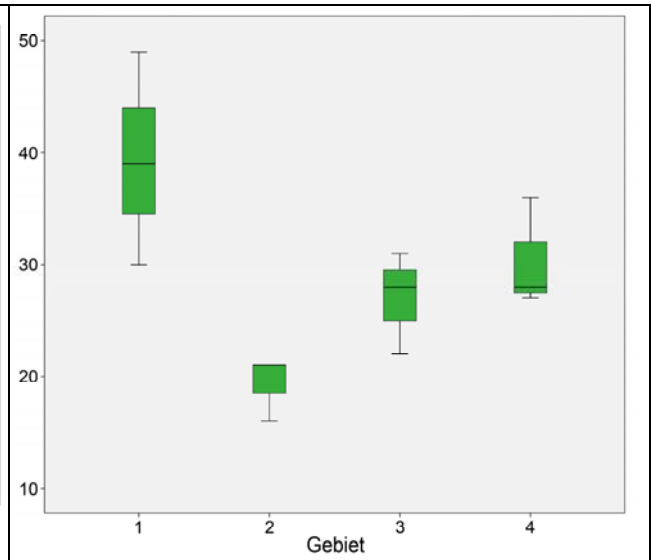


Abb. 18: Individuenzahl der Höhlenbrüter in den vier Untersuchungsgebieten

In Tab. 8 sind des Weiteren die Ergebnisse des Mann-Whitney U-Tests und des Kuskal-Wallis H-Tests für Unterschiede zwischen den gebietspezifischen Arten- und Individuensummen sowie der Individuensummen der einzelnen Arten und Gilden angeführt. Für diesen Berechnungsschritt wurde die für die Clusteranalyse vorgenommene Gruppierung seltener Arten (< 2 %) übernommen, um einen Vergleichbarkeit der bereits erwähnten (differenzierenden) Arten zu ermöglichen. Signifikante Unterschiede traten weder bei der Arten- noch bei der Individuensumme auf. Jedoch wurden Unterschiede beim Signifikanzniveau deutlich; dieses lag für unterschiedliche Artensummen von Gebiet 1 und 2 bei $p=0,261$ und bezüglich der Individuendichte bei $p=0,275$. Diese Werte waren im Vergleich zu den Unterschieden zwischen den Gebieten 3 und 4 verhältnismäßig gering ($p=0,658$ beziehungsweise $0,827$). Bei dem direkten Vergleich der Summen der einzelnen Arten bestanden ebenso kaum signifikante Unterschiede. Am häufigsten kam es zu signifikanten Unterscheidungen zwischen Gebiet 1 und 2 (Tannenmeise, Kohlmeise, Kleiber und Waldlücken- und Lichtwaldzeiger). Hingegen unterschieden sich Gebiet 1 und Gebiet 4 lediglich bei Kleiber und Blaumeise signifikant (hohe Dichten vor allem in Gebiet 1).

	Asymptotische Signifikanzen zwischen den Gebieten					
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
Artensumme	0,261	0,500	0,658	0,500	0,376	0,658
Individuensumme	0,275	0,376	0,513	0,513	0,275	0,827
Buchfink	1,000	0,827	0,184	0,376	0,184	0,127
Tannenmeise*	0,046	0,658	0,275	0,072	0,046	0,127
Rotkehlchen	0,637	0,072	0,487	0,077	0,822	0,050
Kohlmeise	0,046	0,077	0,077	0,487	1,000	0,500
Singdrossel	0,268	0,246	0,658	0,814	0,637	0,653
Zilpzalp	0,513	0,817	0,376	0,369	0,184	0,346
Waldbaumläufer*	0,121	0,268	0,077	0,456	0,046	0,046
Amsel	0,817	0,268	0,507	0,043	0,068	0,197
Kleiber**	0,050	0,072	0,050	0,268	0,822	0,046
Wintergoldhähnchen	0,184	0,822	0,077	0,127	1,000	0,077
Blaumeise*	0,099	0,046	0,043	0,487	0,197	0,637
Naturnähezeiger	0,513	1,000	0,658	0,822	0,822	0,822
Strukturzeiger	0,127	0,822	0,487	0,376	0,178	0,817
Waldlücken- u. Lichtwaldzeiger	0,043	0,507	0,361	0,346	0,099	0,817
Wald-Offenland-Arten	0,825	0,197	0,637	0,369	0,658	0,637
sonstige Arten	0,068	0,268	0,178	0,246	0,346	0,500
carnivore Bodenvögel	0,658	0,827	0,827	0,658	0,376	0,658
herbivore Bodenvögel*	0,068	0,099	0,114	0,456	0,114	0,317
Stammkletterer*	0,046	0,099	0,121	0,121	0,184	1,000
carnivore Baumvögel	0,275	0,376	0,507	0,513	0,507	0,825
herbivore Baumvögel	0,072	0,268	0,121	0,239	0,796	0,456
Ansitzjäger Wirbeltiere	0,796	0,317	1,000	0,317	0,796	0,317
Ansitzjäger wirbellose Tiere	1,000	0,317	1,000	0,317	1,000	0,317
Ominivore	0,796	0,317	0,317	0,317	0,317	1,000
Bodenbrüter	0,827	0,513	0,507	0,184	0,817	0,072
Strauchbrüter	0,105	0,653	0,361	0,376	0,487	0,653
Baumbrüter	0,827	0,658	0,658	0,513	0,658	0,513
Höhlenbrüter**	0,046	0,127	0,127	0,046	0,046	0,658
Brutparasit	0,796	1,000	0,814	0,796	0,456	0,814
Baum- u. Strauchbrüter	0,817	0,197	0,487	0,105	0,500	0,487
Fels- u. Baumbrüter	0,317	0,317	0,317	1,000	1,000	1,000
Fels- u. Strauchbrüter	0,317	0,317	0,317	1,000	1,000	1,000

Tab. 8: Unterschiede zwischen den einzelnen Gebieten (U-Test nach Mann-Whitney) nach den Ergebnissen der Linientaxierung

** Gilden beziehungsweise Arten mit signifikanten Unterschiede (< 0,05; Kruskal-Wallis H-Test)

* Gilden beziehungsweise Arten mit einem Signifikanzniveau von < 0,1 (Kruskal-Wallis H-Test; Ergebnisse des Tests für den gesamten Gebietsgradienten siehe Anhang 4, Tab. 24)

Neben besonders hohen Arten- und Individuensummen unterscheidet sich Gebiet 1 von allen anderen Gebieten auch durch viele Höhlenbrüter (mit 118 Individuen dominante Gilde). Diese unterteilen sich weiter in die Nahrungsgilden „carnivore Baumvögel“ (Kohl-, Blau-, Hauben-, Sumpf-, und Tannenmeise) und „Stammkletterer“ (Waldbaumläufer, Kleiber, Bunt-, Schwarz- und Weißrückenspecht). Zweitgrößte Gilde waren die ebenfalls meist carnivoren Baumbrüter, darunter besonders häufig der Buchfink, aber auch carnivore Bodenvögel wie Amsel und Singdrossel. Für Gebiet 1 typisch waren zudem die Einzelnachweise von Fichtenkreuzschnabel, Misteldrossel, Sumpfmehlschäfer und Weißrückenspecht (nur hier kartiert). Ähnliches gilt für die Rabenkrähe, die auch in Gebiet 2 anzutreffen war. Auch die Summe an

Naturnähe-, Struktur-, Waldlücken- und Lichtwaldzeiger war in Gebiet 1 am höchsten, die Anzahl der Wald-Offenland-Arten dagegen in Gebiet 2.

Im Vergleich mit allen anderen Gebieten waren in Gebiet 2, das laut Clusteranalyse dem Gebiet 3 und 4 näher steht als Gebiet 1, die vergleichsweise niedrigen Arten- und Individuensummen besonders auffällig. Diese sind auf die abgesonderte Lage und die geringe Größe des Gebiets zurückzuführen. Einer der Hauptunterschiede zu Gebiet 1 war der um etwa 50 % niedrigere Höhlenbrüteranteil. Die Anzahl und Verteilung der baumbrütenden Arten, insbesondere von Buchfink, Wintergoldhähnchen, Singdrossel und Amsel, war jedoch mit Gebiet 1 vergleichbar. Differenzierende Arten fehlen dagegen in Gebiet 2.

In Gebiet 3 waren die Arten- und Individuensummen deutlich geringer als in Gebiet 1, jedoch höher als in Gebiet 2. Im Vergleich zu Gebiet 1 sank sowohl die Anzahl an Stammkletterern als auch an carnivoren Baumvögeln. Dies lag vor allem an den reduzierten Häufigkeiten von Kleiber, Waldbaumläufer, Tannen- und Kohlmeise. Die Anzahl an Individuen der baum- und höhlenbrütenden Gilden war dagegen nahezu identisch. Gebietspezifisch war nur die Hohltaube. Bezüglich beider fragmentierter Gebiete (2 und 3) galt dies für den Grünspecht und überraschenderweise auch für den Waldlaubsänger (in beiden Fällen Transekt 4 beziehungsweise 9). Alle drei Arten sind zumindest im Gebirge typisch für reifen Laubwald und ganz offensichtlich auf dessen kleinräumigen Wechsel mit anderen Lebensraumtypen angewiesen. Für Grünspecht und Hohltaube ist dies bekannt (Nahrungsansprüche häufig in Wald- oder Offenland), für den Waldlaubsänger neu und die Ursachen hierfür sind unbekannt.

Gebiet 4 und Gebiet 3 wiesen nahezu identische Verhältnisse bei Arten-, Individuen- und Nahrungsgildensummen auf, Unterschiede gab es dagegen bei den Nestgilden. So gab es in Gebiet 4 erheblich mehr Höhlenbrüter als in Gebiet 3 (Meisen maßgebend), während die Baumbrüter, insbesondere der Buchfink, relativ selten waren. Gegenüber Gebiet 1 war auch die Anzahl der Stammkletterer um etwa ein Drittel niedriger. Hingegen erreichten Tannenmeise und Waldbaumläufer in Gebiet 4 die höchsten Individuensummen. Der Mäusebussard und der Trauerschnäpper traten wie bereits erwähnt nur in Gebiet 2 und 4 auf. Waldschnepfe, Haselhuhn und Sommergoldhähnchen waren für Gebiet 4 spezifisch (nur in diesem Gebiet kartiert); diese sind vermutlich typisch für relativ offene, südexponierte, nicht zu trockene Nadelwälder. Für Gebiet 3 und 4 war die Weidenmeise (im Gebirge typische Nadelwaldart) und für Gebiet 2 und 4 Trauerschnäpper und Mäusebussard spezifisch. Bei den letzten beiden Arten könnte die Lage der Gebiete 2 und 4 im Westteil, dem aufgeweiteten Ennstal zugewandten Teil, des Nationalparks eine Rolle spielen. Zudem ist der direkte Gebietsbezug nicht

eindeutig, beim Trauerschnäpper handelte es sich eventuell um einen „Durchzügler“ und beim Mäusebussard um einen Nahrungsgast.

Tab. 4 gibt neben der Anzahl der Individuen pro Art auch die jeweilige Stetigkeit des Auftretens einer Art in drei Abstufungen, die der Anzahl an Begehungen entspricht, in denen eine Art angetroffen werden konnte, an. Diese Stetigkeit korreliert nach Matthäus (1991) häufig mit dem Verhaltensmuster bezüglich der Besetzung von Brutrevieren. So kann eine einmalige Beobachtung (in Tab. 4 gekennzeichnet mit I) einer für das Gebiet „untypischen Art“ auf einen „Durchzügler“ hinweisen. Wird eine Art bei jeder Begehung beobachtet (gekennzeichnet mit III), dann ist die Art ein sicherer „Brutvogel“ in der Fläche beziehungsweise in benachbarten Bereichen (dann zumindest Nutzung als Teilrevier oder als Nahrungsgast). Bei Stetigkeit I besteht somit allenfalls Brut- oder Nahrungshabitatverdacht, während bei Stetigkeit II wohl meist schon Brutvogelcharakter zutrifft.

In allen Transekten erreichte nur die Tannenmeise eine Stetigkeit von III. Bei fünf weiteren Arten (Buchfink, Rotkehlchen, Singdrossel, Zilpzalp und Waldbaumläufer) überwog im Transektspektrum Stetigkeit III (eindeutiger Brutvogelstatus). Ähnliches gilt für Amsel und Kohlmeise (Stetigkeit zwar nur in fünf Transekten, jedoch Stetigkeitssumme über alle Transekte > 24, vergleiche Tab. 4) und vermutlich auch den Kleiber (Stetigkeitssumme 23). 16 weitere Arten erreichten zumindest in einem der Transekte eine Stetigkeit von mindestens II. Auch hier sind somit Bezüge zu Untersuchungsflächen- und Transektstrukturen zu erwarten. Für die restlichen 19 Arten (Stetigkeit von I) stellen die jeweiligen Untersuchungsflächen aufgrund von Zufalls- oder Zugeffekten eventuell nur potentielle oder temporäre Nahrungs- beziehungsweise Bruthabitate dar (beispielsweise bei Haselhuhn, Waldschnepfe oder Weißrückenspecht). Die jeweils vorgefundenen Lebensraumstrukturen korrelieren allerdings in der Regel mit den für diese Arten bekannten Habitatansprüchen sehr gut.

4.3 Ergebnisse der Punkttaxierung

Die Punkttaxierung ergab 29 Vogelarten. In Tab. 9 sind die Vogelsummen der drei Begehungen bezogen auf die Punkte (Kreise) der Punkttaxierung und die Stetigkeiten der jeweiligen Art dargestellt. Eine detaillierte Auflistung der Ergebnisse der einzelnen Begehungen findet sich in Anhang 5 (Tab. 25). Die häufigsten Arten waren wie bei der Linientaxierung der Buchfink mit einem Anteil von knapp 20 % an der gesamten Individuensumme, die Tannenmeise (15,29 %) und das Rotkehlchen (10,92 %) (Abb. 19). Fünf weitere Arten (Amsel, Kohlmeise, Singdrossel, Waldbaumläufer und Zilpzalp) erreichten Anteile von mehr als 4 %.

Art	Nähr- gilde	Nest- gilde	Punkt 1		Punkt 2		Punkt 3		Punkt 4		Punkt 5		Punkt 6		Punkt 7		Punkt 8		Punkt 9		Punkt 10		Punkt 11		Punkt 12		Σ				
			AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST	AZ	ST					
Amsel	CBo	Ba, St	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-	4	III	1	1	1	1	1	5	III	2	2	1	2	II	19	15	
Baubleier	CBo	Bo	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	1	1	1	1	2	1	0	-	0	-	4	3		
Blauameise	CBa	Hö	0	-	3	II	1	1	1	1	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0	-	1	0	-	7	6			
Buchfink	CBa	Ba	9	III	8	III	4	III	6	III	6	III	6	III	10	III	8	III	9	III	6	III	6	III	6	III	4	II	82	35	
Buntspecht	Stk	Hö	0	-	0	-	0	-	1	1	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0	-	0	-	2	2		
Gimpel	HBa	Ba	1	I	0	-	0	-	0	-	0	-	1	1	1	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2	2		
Grüfink	HBa	Ba, St	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	1	1	0	-	1	1	0	-	0	-	0	-	0	-	2	2		
Grünspecht	CBo	Hö	0	-	0	-	0	-	1	1	2	1	0	-	0	-	0	-	1	1	0	-	0	-	0	-	4	3			
Haubenmeise	CBa	Hö	0	-	0	-	1	1	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0	-	2	2		
Heckenbraunelle	CBo	St	1	I	0	-	0	-	0	-	0	-	1	1	0	-	1	1	0	-	0	-	0	-	0	-	2	II	5	5	
Kleiber	Stk	Hö	2	I	1	I	0	-	0	-	0	-	3	II	2	II	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	8	6	
Kohlmeise	CBa	Hö	4	II	2	II	4	III	6	II	1	1	1	1	4	II	1	1	2	1	1	1	1	1	2	II	1	I	29	19	
Kuckuck	CBo	Bp	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	2	2	
Mäusebussard	AWi	Ba	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	1	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0	-	0	-	2	2		
Misteldrossel	CBo	Ba	1	I	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	0	2	
Mönchsgrasmücke	CBa	St	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	1	0	-	0	-	2	II	0	-	2	II	0	-	1	4	4
Rothkehlchen	CBo	Bo	4	III	6	III	2	II	4	II	7	III	5	III	4	III	4	III	1	I	0	-	0	-	3	II	5	III	45	28	
Schwarzspecht	Stk	Hö	0	-	1	1	0	-	0	-	1	1	1	1	1	1	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	4	4	
Singdrossel	CBo	Ba, St	2	II	2	II	0	-	2	II	2	II	4	II	3	II	2	II	3	II	2	II	7	III	5	III	4	III	36	25	
Sommeregoldhähnchen	CBa	Ba	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	1	1	
Tannenhäher	HBa	Ba	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2	1	0	-	1	I	3	2	
Tannenmeise	CBa	Hö	5	III	7	III	6	III	1	1	3	II	7	III	4	II	6	II	6	III	6	III	6	II	6	II	6	III	63	29	
Wacholderdrossel	CBo	Ba	0	-	0	-	0	-	1	1	0	-	0	-	0	-	1	1	0	-	0	-	0	-	0	-	2	I	4	3	
Waldbaumläufer	Stk	Hö	1	I	2	I	5	III	2	II	1	1	3	II	2	II	2	1	0	-	6	III	4	II	4	II	4	II	32	20	
Weidenmeise	CBa	Hö	0	-	1	1	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	1	0	-	0	-	0	-	0	-	1	I	3	3	
Weißrückenspecht	Stk	Hö	0	-	2	I	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2	1	
Wintergoldhähnchen	CBa	Ba	0	-	2	I	0	-	2	I	0	-	2	I	0	-	1	1	0	-	1	0	-	1	1	1	1	1	10	7	
Zaunkönig	CBo	Bo	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	1	0	-	1	0	-	1	0	-	0	-	3	3	
Zilpzalp	CBa	Bo	1	I	1	I	0	-	4	III	1	1	3	I	3	II	4	III	0	-	6	III	4	III	4	III	3	II	30	20	
Artensumme			11		14		8		14		10		14		14		12		15		10		14		12		16		29		
Individuensumme			31		39		24		39		25		39		39		39		35		26		47		36		39		412		

Tab. 9: Ergebnisse der Linientaxierung der 12 Punkte. AZ = Individuensumme aus drei Begehungen, ST = Steifigkeit (Anzahl der Begehungen mit Arfnachweis) Erläuterung der Gildenabkürzungen siehe Tabelle 6 und 7

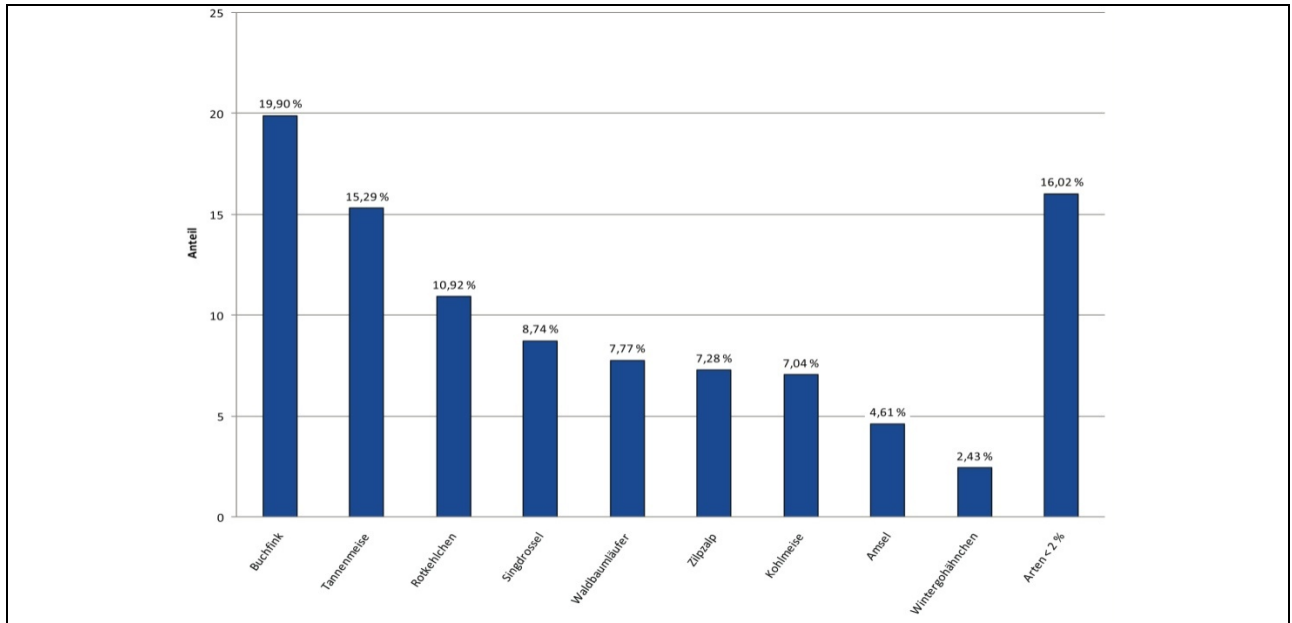


Abb. 19: Dominanzverhältnisse laut Daten der Punkttaxierung; Arten < 2% beinhalten Kleiber (1,94%, 8 Ind.), Blaumeise (1,70%, 7 Ind.), Heckenbraunelle (1,21%, 5 Ind.), Mönchsgrasmücke, Wacholderdrossel, Baumpieper, Grünspecht und Schwarzspecht (je 0,97%, 4 Ind.), Weidenmeise, Zaunkönig und Tannenhäher (je 0,73%, 3 Ind.), Mäusebussard, Haubenmeise, Kuckuck, Misteldrossel, Gimpel, Grünfink, Buntspecht und Weißrückenspecht (je 0,49%, 2 Ind.), Sommergoldhähnchen (0,24%, 1 Ind.)

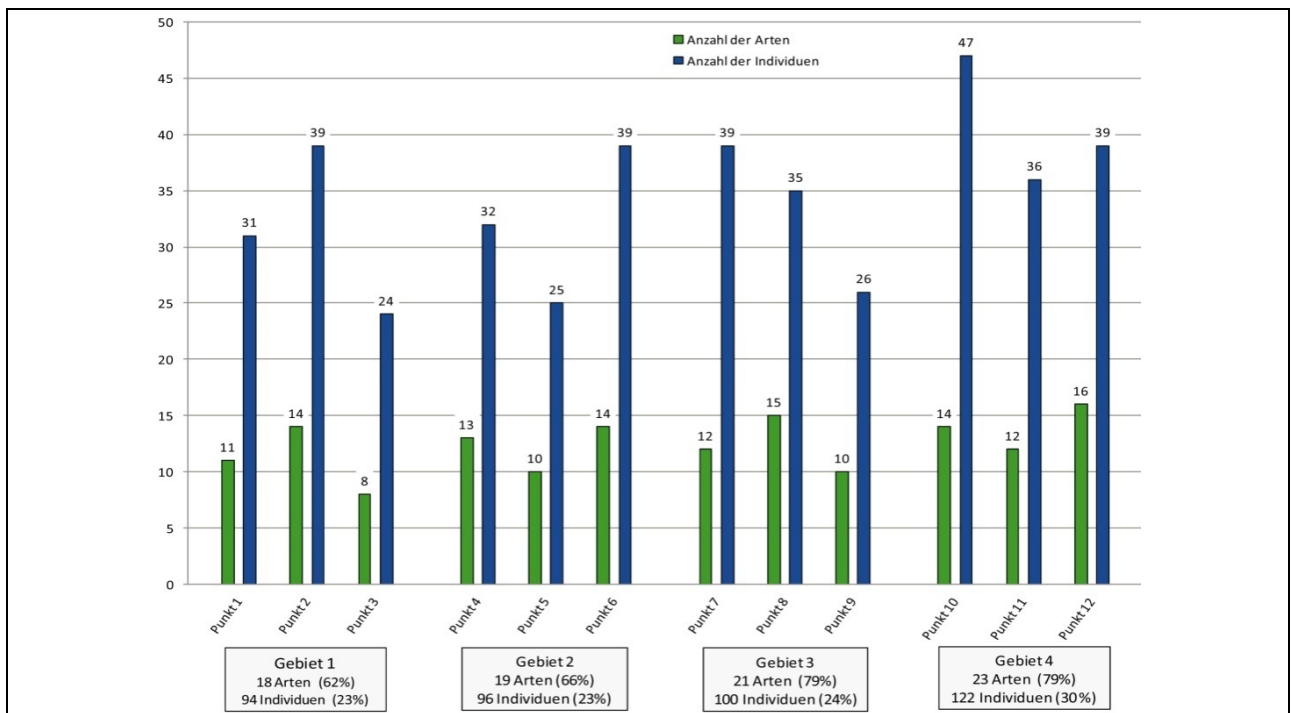


Abb. 20: Artenzahlen und Individuensummen aus der Punkttaxierung; der Prozentsatz der Arten bezieht sich auf die Gesamtartensumme von 29, der Prozentsatz der Individuen auf die Gesamtsumme von 412.

Auffällige Unterschiede zur Linientaxierung ergaben sich nur beim Kleiber (Anteile von 1,97 % bei der Punkttaxierung gegenüber 4,28 % bei der Linientaxierung). So war, trotz der zwangsläufig kleineren Stichprobe, die Anzahl „seltener Arten“ (Arten < 1 %) überraschenderweise in beiden Kartierungen sehr ähnlich (rund 60 %, bei der Linientaxierung allerdings bezogen auf 1 bis 7 Individuen, bei der Punkttaxierung nur auf 1 bis 4).

Im Gebietsvergleich unterschieden sich Linien- und Punkttaxierung vor allem dadurch, dass bei der Punkttaxierung die Arten- und Individuensummen von Gebiet 4 (naturfernstes Untersuchungsgebiet; 23 Arten, 122 Individuen) hervorstechen (siehe Abb. 20), bei der Linientaxierung dagegen jene von Gebiet 1 (Abb. 10). Die Gesamtindividuumsumme betrug 412 und stieg, wie tendenziell auch die Artenzahl, kontinuierlich von Gebiet 1 zu Gebiet 4 an, während bei der Linientaxierung Gebiet 1 die höchsten und Gebiet 2 die niedrigsten Werte aufwies. In Abb. 21 werden dieser Anstieg und die Sonderstellung von Gebiet 4 hinsichtlich der Individuumsummen noch deutlicher. Die Artensummen wiesen keinen so eindeutigen Gradienten auf (Abb. 22), sehr wohl aber die Artenspektren (Arten-Turnover, vergleiche Tab. 10).

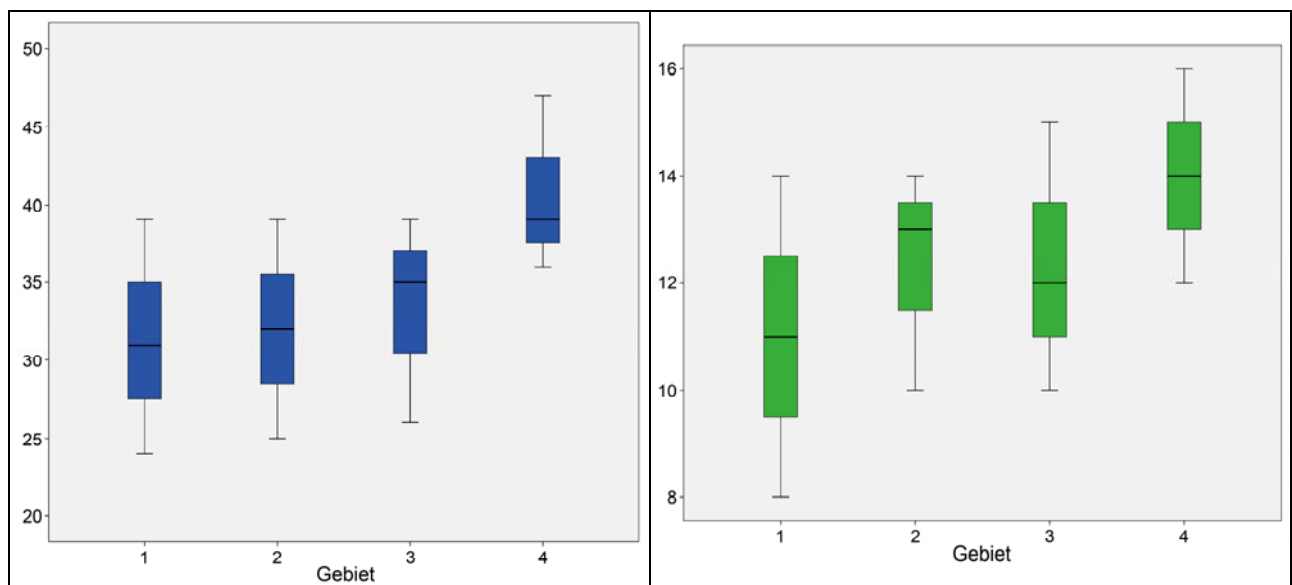


Abb. 21: Individuumsummen der Punkttaxierung der vier Gebiete

Abb. 22: Artensummen der Punkttaxierung der vier Gebiete

Hier zeigt sich abermals ein umgekehrtes Bild zur Linientaxierung. Dies beruht auf der verhältnismäßig hohen Anzahl an seltenen Arten, die während der Linientaxierung im ersten Gebiet aufgenommen wurden, und dem daraus resultierenden Unterschied zu den übrigen Gebieten. Der größte Unterschied besteht erwartungsgemäß zwischen den Gebieten 1 und 4 (Arten-Turnover von 31 %) beziehungsweise 2 und 4 (Arten-Turnover von 33 %).

Gebiete	Unterschiede in der Individuensumme	Arten-Turnover
1-2	+1 %	0,24
1-3	+2 %	0,28
1-4	+11 %	0,31
2-3	+2 %	0,20
2-4	+12 %	0,33
3-4	-10 %	0,23

Tab. 10: Gegenüberstellung der Gebiete im Bezug auf die Individuendichte und das Artenspektrum (Arten-Turnover) der Punkttaxierung

Diese Ergebnisse bestätigen die These, dass in Laubwäldern und vor allem Buchenwäldern Beta-Diversität für hohen Artenreichtum verantwortlich ist, in Nadelwäldern und vor allem Fichtenwäldern dagegen Alpha-Diversität (Utschick, 2002) (siehe auch Kap. 5.1.1).

Die in der Punkttaxierung nur bedingt zuverlässige Datenschärfe bestätigt auch die Clusteranalyse, die nur bei den stärker nadelholzbetonten Gebieten 3 und 4 eine dem Gebietsgradienten folgende Sortierung ergibt (Abb. 23).

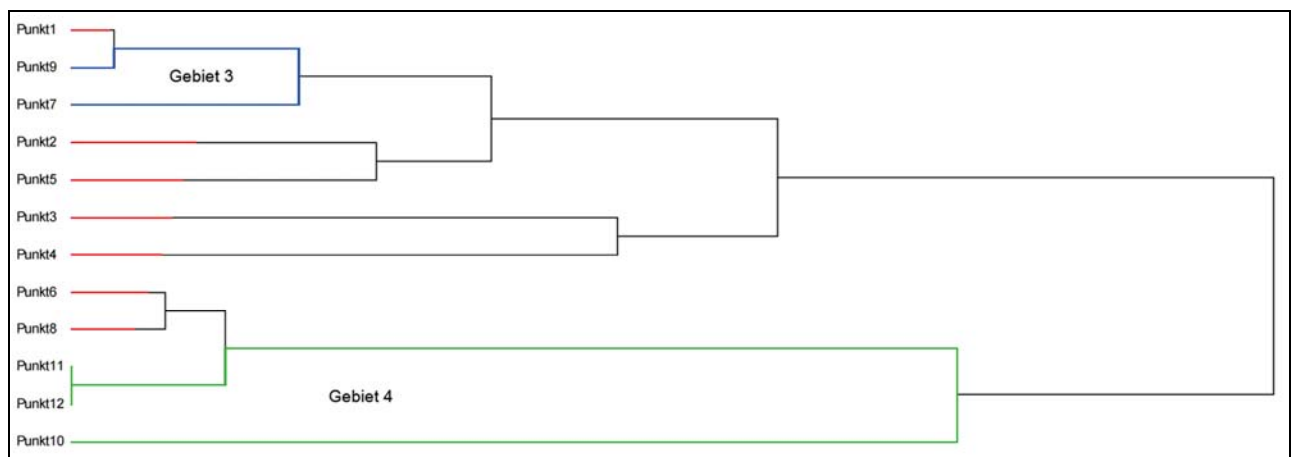


Abb. 23: Ähnlichkeitsdendrogramm der Vogeldaten bezogen auf die Zählpunkte der Punkttaxierung (Kettenbildung: 6,06 %)

Auch bei der Hauptkomponentenanalyse (Abb. 24) ist trotz der aus der Gebietsauswahl zu erwartenden, tendenziellen Sortierung der Gebiete zumindest bezüglich Achse 1 die Trennung der Gebiete erheblich schlechter als bei der Linientaxierung (vor allem im Laubholzsektor, Gebiet 1 und 2).

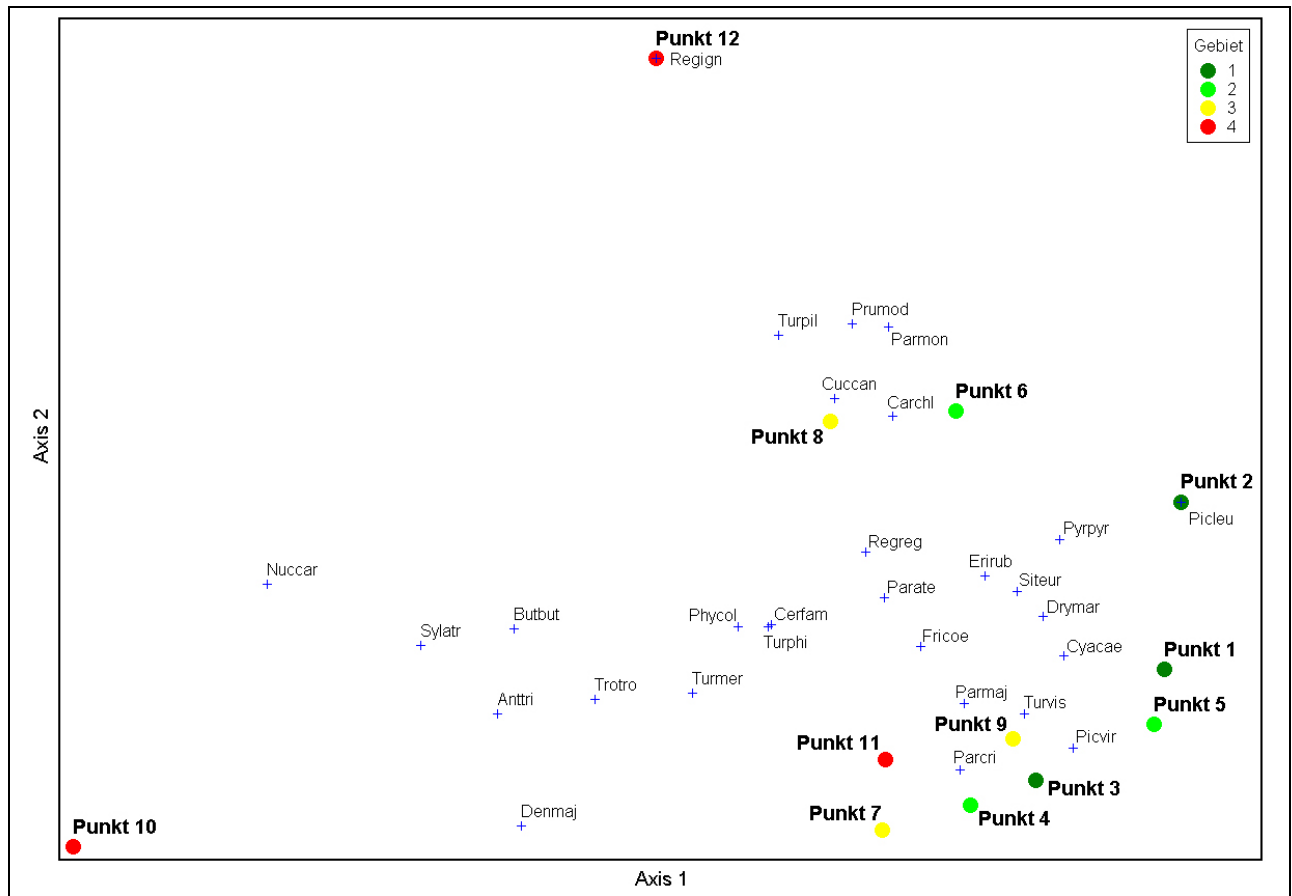


Abb. 24: PCA der Artenzusammensetzung in den 12 Kreisen nach Ergebnissen der Punkttaxierung; Artenkürzel vgl. Anhang 5, Tab. 25

Bezüglich der Nahrungs- und Nestgilden (vergleiche Tab. 6, 7 und 9 beziehungsweise Tab. 27 in Anhang 5) sind die Ergebnisse in Abb. 25 und 26 dargestellt. Wie bei der Linientaxierung dominierten bei den Nahrungsgilden in allen Gebieten (mit Ausnahme von Punkt 5) die carnivoren Baumvögel (vor allem Buchfink und Tannenmeise). Bei den carnivoren Bodenvögeln (vor allem Rotkehlchen und Singdrossel) waren die Unterschiede zwischen den Gebieten 2 und 4 dagegen nicht mehr so deutlich wie in der Linientaxierung. Allerdings fiel diese Gilde in Gebiet 1 weitgehend aus (Abb. 27), obwohl sie bei der Linientaxierung gegenüber dem für diese Gilde wichtigsten Lebensraum (Gebiet 4) vergleichbare Werte erreichte (Unterschätzung der Gilde in Punkttaxierung). Auffällig war auch der geringe Anteil der in der Linientaxierung drittgrößten Gilde, der Stammkletterer (vor allem von Kleiber und Waldbaumläufer), insbesondere in Punkt 9. Die Individuensummen der übrigen Gilden war sehr gering (herbivore Baumvögel mit Tannenhäher und Gimpel, herbivore Bodenvögel mit dem Grünfink, Ansitzjäger Wirbeltiere mit dem Mäusebussard) und deren Vorkommen auf wenige Punkte beschränkt. Insgesamt sind die Nahrungsgilden-Verteilungen jedoch in Linien- und Punkttaxierung relativ ähnlich und differieren zwischen den vier Gebieten nur wenig.

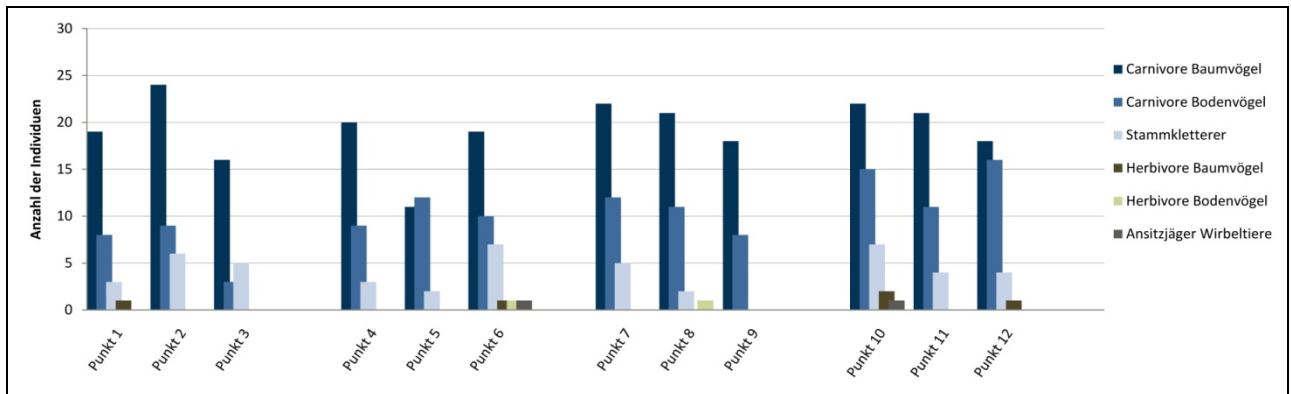


Abb. 25: Individuensummen von Nahrungsgilden in der Punkttaxierung

Auch bei den Nestgilden streuten die Daten bei der Punkttaxierung stärker als bei der Linientaxierung und dies sowohl zwischen den Gebieten als auch den Punkten (Abb. 26). Bei beiden Kartiermethoden war die durchgehende Dominanz der Höhlenbrüter (vor allem Meisen und Spechte) ähnlich, wobei auch deren Schwankungen analog waren (Maximum in Gebiet 1, Minimum in den Gebieten 2 und 3). Gegenüber der Linientaxierung abweichend war vor allem die hohe Zahl an Baum- und Strauchbrütern (vor allem Singdrossel und Amsel) in Gebiet 4 (vergleiche Abb. 28; bei der Linientaxierung ebenfalls von Gebiet 1 zu Gebiet 3 ansteigend, in Gebiet 4 aber wieder auf 87,5 % des Wertes in Gebiet 3 absinkend). Diese Gilde wird bei der Punkttaxierung offensichtlich überbewertet (auffällig vor allem in lichten Nadelwäldern).

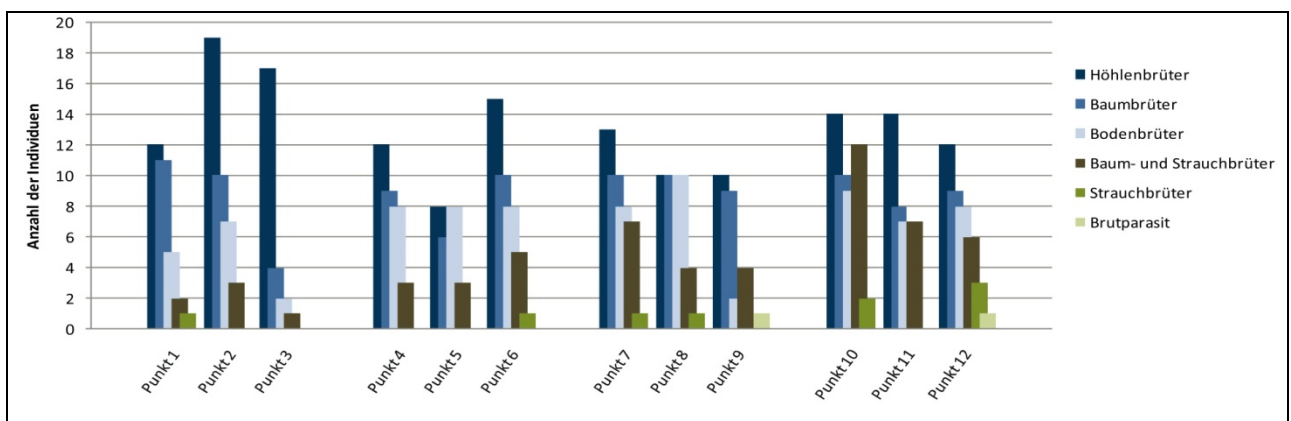


Abb. 26: Individuensummen von Nestgilden in der Punkttaxierung

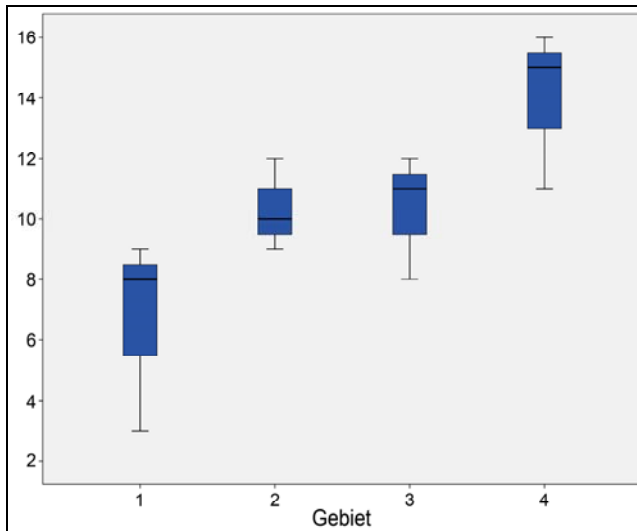


Abb. 27: Individuenzahl der carnivoren Bodenvögel in den vier Untersuchungsgebieten

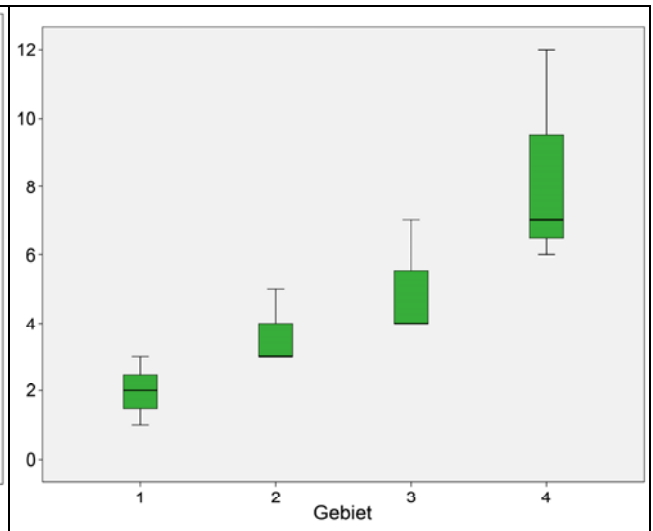


Abb. 28: Individuenzahl der Baum- und Strauchbrüter in den vier Untersuchungsgebieten

Tab. 11 zeigt die Ergebnisse des Mann-Whitney U-Tests und des Kuskal-Wallis H-Tests bezüglich der Gebietsunterschiede bei den Vogeldaten der Punkttaxierung. Im Vergleich mit der Linientaxierung (Tab. 8) sind ganz andere Arten und Gilden für die Gebietsunterschiede verantwortlich, was die Plausibilität und Verwertbarkeit der Punktkartierungsdaten stark einschränkt. Lediglich Waldbaumläufer (signifikante Unterschiede zwischen den Gebieten 2 beziehungsweise 3 und 4) sowie Amsel (Gebiet 2 und 4) scheinen geeignete Indikatorarten für die Gebietsunterschiede, zumindest im nadelholzbetonten Bereich, zu sein.

Auf in der Punkttaxierung nicht ausreichende Stichprobendichten weisen auch die geringen Stetigkeiten hin (vergleiche hierzu auch Ausführungen in Kap. 4.2 sowie 5.1.2). Lediglich beim verbreiteten und durch ständige Rufe auffälligen Buchfink sind die Stetigkeiten mit denen der Linientaxierung vergleichbar (vergleiche Tab. 4). Aber schon bei den übrigen dominanten Arten wie Singdrossel, Waldbaumläufer, Zilpzalp, Kohlmeise und Amsel wirken bereits starke Zufallseffekte, die zu einer drastischen Senkung der Stetigkeit und damit der Verwertbarkeit bezüglich der Lebensraumindikation führen.

	Asymptotische Signifikanz zwischen den Gebieten					
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
Artensumme	,658	,513	,184	1,000	,376	,376
Individuensumme	,658	,658	,184	,658	,184	,184
Buchfink	,487	,261	,369	,037	,317	,046
Tannenmeise	,376	,487	1,000	,507	,487	,317
Rotkehlchen	,376	,487	,513	,105	,184	,825
Kohlmeise	,500	,346	,068	,817	,796	,346
Singdrossel**	,197	,099	,046	,814	,072	,046
Zilpzalp	,105	,369	,046	,822	,261	,261
Waldbaumläufer	,822	,487	,268	,487	,046	,043
Amsel*	1,000	,197	,043	,197	,043	,261
Kleiber	,817	,637	,121	,796	,317	,317
Wintergoldhähnchen	,456	,796	,480	,239	,480	,114
Blaumeise	,346	,346	,346	1,000	1,000	1,000
Naturözeiger	,814	,814	,796	1,000	,456	,456
Strukturzeiger	,456	,637	,105	,346	,072	,184
Waldlücken- u. Lichtwaldzeiger	,796	,346	,239	,487	,456	1,000
Wald-Offenland-Arten	,068	,456	,099	,099	,456	,197
sonstige Arten	1,000	1,000	,346	1,000	,346	,346
carnivore Bodenvögel*	,077	,184	,050	1,000	,127	,184
herbivore Bodenvögel	,317	,317	1,000	1,000	,317	,317
Stammkletterer	,658	,184	,825	,376	,369	,268
carnivore Baumvögel	,658	,827	,827	,275	,275	1,000
herbivore Baumvögel	1,000	,317	,346	,317	,346	,121
Ansitzjäger Wirbeltiere	,317	1,000	,317	,317	1,000	,317
Bodenbrüter	,037	,376	,077	1,000	1,000	1,000
Strauchbrüter	1,000	,456	,246	,456	,246	,369
Baumbrüter	,658	,817	,658	,346	,822	,346
Höhlenbrüter	,184	,121	,369	,825	,653	,116
Brutparasit	1,000	,317	,317	,317	,317	1,000
Baum- u. Strauchbrüter**	,105	,046	,050	,261	,046	,178

Tab. 11: Unterschiede zwischen den einzelnen Gebieten (U-Test nach Mann-Whitney) nach den Ergebnissen der Punkttaxierung

** Gilden beziehungsweise Arten mit signifikanten Unterschiede (< 0,05; Kruskal-Wallis H-Test)

* Gilden beziehungsweise Arten mit einem Signifikanzniveau von < 0,1 (Kruskal-Wallis H-Test; Ergebnisse des Tests für den gesamten Gebietsgradienten siehe Anhang 5, Tab. 26)

4.4 Auswirkungen der Waldstrukturen auf die Vogelzönosen

Eine Überlagerung der Ergebnisse der Hauptkomponentenanalyse mit den, die vier Untersuchungsgebiete differenzierenden, Waldbestandsparametern ergab für die Linientaxierung bezüglich Achse 1 sechs hochsignifikante Korrelationen: Nadelholz (Korrelationskoeffizient $r=0,839$), Fichte (0,832), Kiefer (0,825), Lawingänge (0,826), Rinnen (-0,722) und Ahorn (-0,783). Dazu kamen sechs signifikante Korrelationen: Laubholz (-0,699), Lärche (0,657), Tanne (-0,591), Esche (-0,629), Krautschicht (0,639) und Blöcke (0,661). Zu Achse 2 ergaben sich drei signifikante Korrelationen: Stangenholz (0,641), Stöcke (0,608) und Trockenstandorte (-0,606). Achse 3 korreliert lediglich mit dem Anteil an Laubholz (-0,639) signifikant. Die Verteilung der Arten,

insbesondere entlang Achse 1, lässt somit Zusammenhänge mit dem über Nadel- und Laubholzanteile definierten Naturnähegradienten erkennen (Abb. 29), wobei in den lichterem, nadelholzreichen (meist überblockten) Gebieten eine ausgeprägte Krautschicht typisch ist. In den Gebieten mit überwiegenden Laubholzanteilen ist dagegen neben dem Edellaubholz auch die Tanne relativ häufig. Dies gilt vor allem auf forstlich kaum nutzbaren Sonderstandorten wie Rinnen (Schluchtwaldcharakter). Vermutlich ist dies auch für den Reichtum an stehendem beziehungsweise liegendem Totholz verantwortlich, einem für Waldvögel anerkannt wichtigem Parameter, der auf Achse 1 eng mit dem Laubholzanteil korreliert und daher nicht mehr als kausaler Parameter aufscheint.

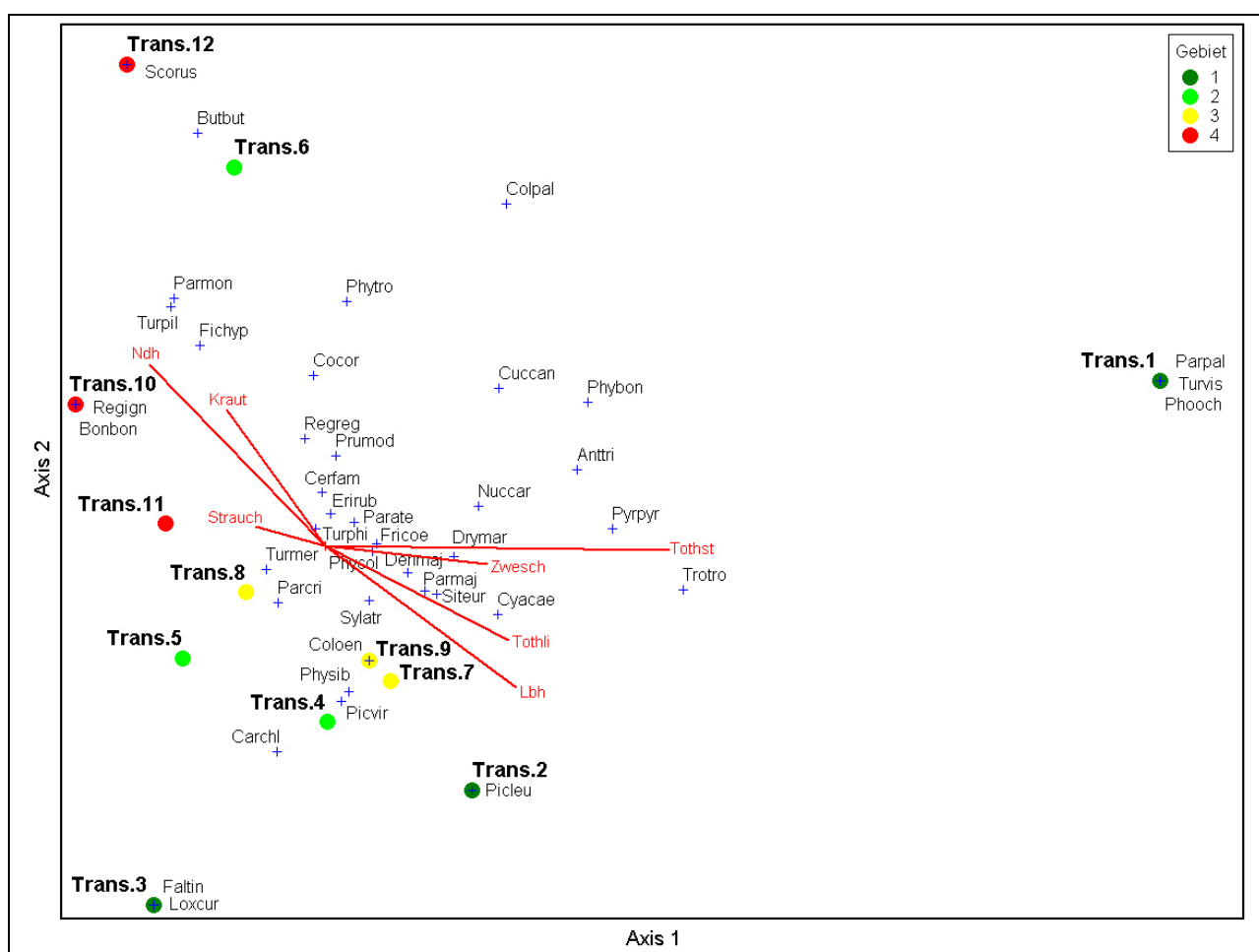


Abb. 29: Überlagerung der Artenzusammensetzung in den 12 Transekten der Linientaxierung mit den wichtigsten Waldbestandsparametern (PCA), Artenkürzel vgl. Anhang 4, Tab. 22

Ähnliche Zusammenhänge entstehen zwischen zweischichtigen Beständen und dem Laubholzanteil beziehungsweise der Strauchschicht und dem Anteil an Nadelholz. Berücksichtigt man die Sonderstellung von Transekt 1, dann konzentrieren sich die naturferne, jedoch kraut- und strauchschichtreiche, nadelholzdominierte Bestände bevorzugenden Arten bei negativen Achse 1- und positiven Achse 2-Werten, die naturnahe, totholzreiche, laubholz-

dominierte Bestände bevorzugenden Arten bei positiven Achse 1- und negativen Achse 2-Werten. Zur zweiten Gruppe gehören zum Beispiel Blaumeise, Kleiber, Kohlmeise sowie Schwarzspecht und dies entspricht auch weitgehend den bekannten Habitatansprüchen dieser Arten (Sackl & Samwald 1997). Andere Arten wie Wintergoldhähnchen, Waldbaumläufer und Heckenbraunelle gehören zur ersten Gruppe, was ebenso deren Habitatpräferenzen widerspiegelt. Großflächige Nadel- beziehungsweise Laubwälder (Gebiete 1 und 4) bevorzugende Arten wurden von den eher mosaikartig gestaltete Wälder (Gebiet 2 und 3) präferierenden Arten vor allem durch Achse 2 getrennt, was bei den Transekten 2 und 3 bereits den Einfluss von Umgebungs- und Fragmentierungseffekten vermuten lässt. Im weitgehend noch geschlossenen Transekt 6 scheinen neben einem integrierten größeren Nadelwaldkomplex vor allem der südlich angrenzende, große Nadelwaldkomplex entlang der Enns (vergleiche Abb. 36) die Zönose zu überprägen (hohe Ähnlichkeit mit Vogelzönose in Transekt 12).

Vergleicht man die Ergebnisse der Linientaxierung mit jenen der Punkttaxierung (Abb. 30), dann wird Achse 1 von acht hochsignifikant korrelierten Waldparametern wie Nadelholz (0,781), Laubholz (-0,865), Fichte (0,788), Buche (-0,876), Krautschicht (0,888), zweischichtige Bestandesteile (-0,716), stehendes Totholz (-0,739) und Flächen mit Rinnen(-0,744) sowie fünf signifikant korrelierende wie Strauchschicht (0,680), Baumholz (-0,608), gleichmäßige Bestandesteile (0,676), lückige Bestandesteile (-0,676) und liegendes Totholz (-0,596) bestimmt. Achse 2 lassen sich keine Parameter signifikant zuordnen und signifikante Zusammenhänge zu Achse 3 bestehen nur zum Tannenanteil (0,640). Die in Abb. 30 dargestellten Beziehungen ähneln grundsätzlich den in der Linientaxierung festgestellten, auch wenn der Parameter „Stangenholz“ durch seinen Gegenspieler „Baumholz“ ausgetauscht wird. Blaumeise, Kleiber, Kohlmeise und Schwarzspecht scheinen noch stärker mit naturnahen und totholzreichen Bestände zu korrelieren. Die auf Achse 2 in Richtung von Punkt 12 verschobene Positionierung von Punkt 6 und 3 geht auf die Arten Gimpel und Grünfink zurück, die nur hier auftreten. Bei Punkt 10 wirken sich im Vergleich mit Punkt 11 und 12 vor allem die höheren Anteile an lichten und mehrschichtigen Bestandesteilen, Totholz sowie Biotopbäume und anderen Raumstrukturen aus (vergleiche Abb. 40), wovon besonders Baumpieper und Buntspecht profitieren.

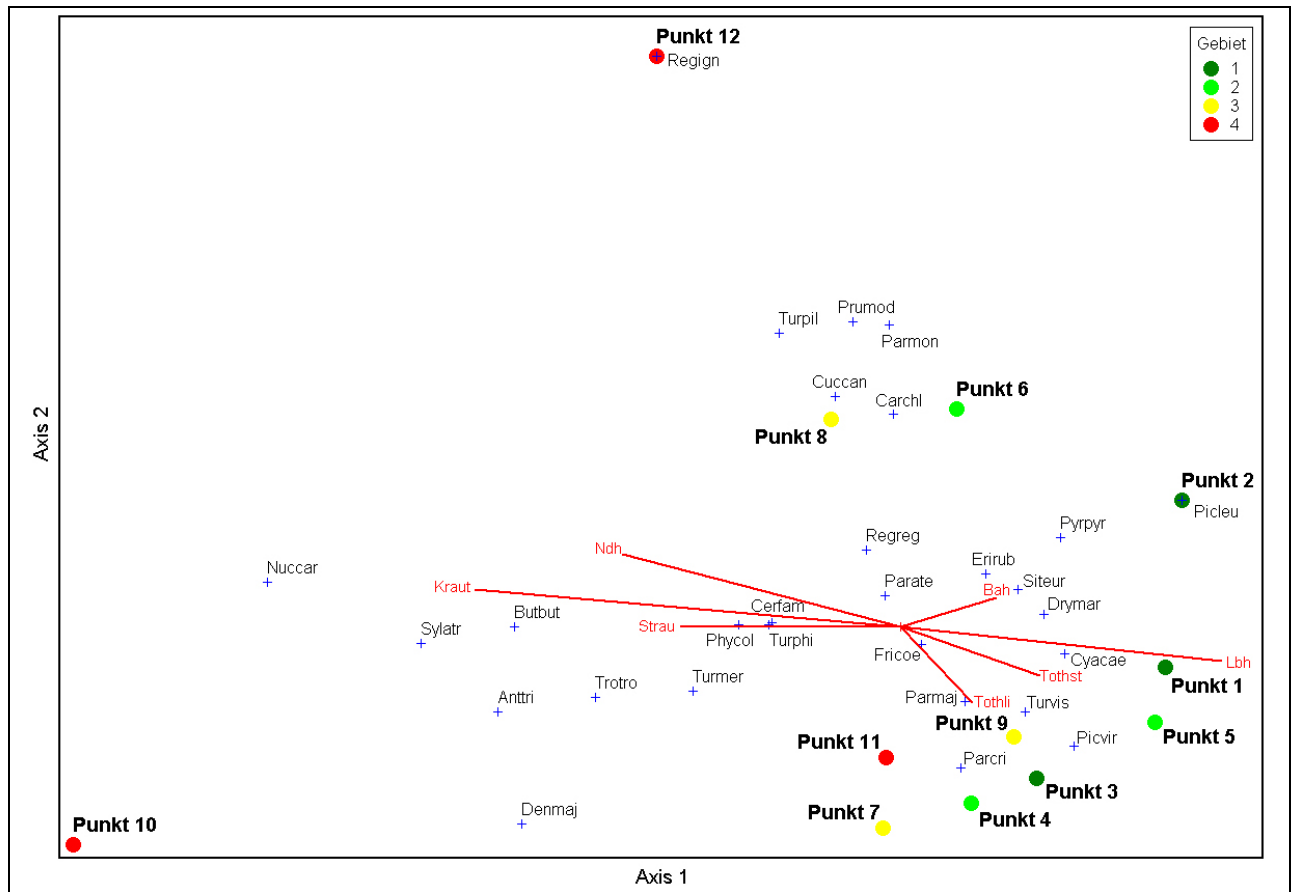


Abb. 30: Überlagerung der Artenzusammensetzung der 12 Punkte der Punkttaxierung mit den wichtigsten Waldbestandsparametern (PCA), Artenkürzel vgl. Anhang 4, Tab. 25

In die Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA) fließen im Unterschied zur Hauptkomponentenanalyse (PCA) sowohl die Vogeldaten als auch die Datensätze der Waldbestandsparameter ein. Wie bereits angesprochen war es vor Beginn der Analyse nötig, den Umfang der Waldbestandsparameter mittels so genannter *forward selection* auf aussagekräftige beziehungsweise korrelierte Parameter zu reduzieren. Dieser Vorgang reduzierte den Parameterset auf die vier entscheidenden Parameter Nadelholzanteil, Anteil an Baumholz, Anteil an lichten Bestandesteilen sowie dem Anteil an Flächen mit Biotopbäumen. Alle anderen wichtigen Parameter waren eng mit diesen vier Variablen korreliert, so zum Beispiel die einschichtigen beziehungsweise zweischichtigen Bestandesteile mit dem Nadelholzanteil beziehungsweise dem Anteil an Baumholz. Tab. 12 zeigt die Beziehungskomplexe um diese vier Hauptparameter, geordnet nach positiven und negativen Korrelationen.

	Nadelholz		Baumholz
Fichte	+ 0,993	lückige Bestandesteile	+ 0,931
Krautschicht	+ 0,870	Optimalphase	+ 0,860
Strauschicht	+ 0,643	Verjüngungsstruktur	+ 0,825
einschichtige Bestandesteile	+ 0,613	zweischichtige Bestandesteile	+ 0,739
Lärche	+ 0,601	stehendes Totholz	+ 0,733
Kiefer*	+ 0,549	Altholz	+ 0,646
Lawinengänge	- 0,683	Blöße	+ 0,646
Esche*	- 0,266	Dickung	- 0,606
Ahorn*	- 0,413	Stangenholz	- 0,660
Tanne	- 0,591	dichte Bestandesteile	- 0,656
liegendes Totholz	- 0,714	Wachstumsphase	- 0,879
Rinnen	- 0,820	gleichmäßige Bestandesteile	- 0,899
Buche	- 0,797		
Laubholz	- 0,916		

	Lichte Bestandesteile		Biotopbäume
Jungwuchs	+ 0,619	Blöcke	- 0,582

Tab. 12: Korrelationen der Parameter in der Kanonischen Korrespondenzanalyse (CCA) mit den entscheidenden Waldbestandsparametern. Nicht aufgeführte Parameter wiesen entweder keine Korrelationen zu diesen vier Hauptparametern auf oder wurden im Laufe der forward selection aussortiert. Dies betrifft die Parameter Übergangsphase, Terminalphase, mehrschichtige Bestandesteile, lockere Bestandesteile, geschlossene Bestandesteile, Lichtmangel, Trockenstandorte, sonstiges Laubholz, sonstige Funktionsbaumarten, Felsnasen, Windwurf, Quellen, Feuchtflächen und Tümpel.

* Korrelation nicht signifikant

Neben den Korrelationen der Waldbestandsparameter untereinander wurden auch die Korrelationen mit den Vogeldaten errechnet. In **Anhang 6** findet sich eine vollständige Tabelle dieser Korrelationen, unterteilt in Punkt- und Liniendaten (Tab. 28). In den folgenden Ausführungen zu den Kanonischen Korrespondenzanalysen der Linien- und Punkttaxierung werden nur die aussagekräftigen Korrelationen dieser Berechnung herangezogen.

Die Kanonische Korrespondenzanalyse mit den Vogeldaten der Linientaxierung und den Waldbestandsparametern der Transektflächen lieferte sehr plausible Ergebnisse. Die Ergebnisse werden bezüglich der Achse 1 und 3 dargestellt, da diese die höchsten Korrelationen mit den Parametern aufwiesen (Achse 1 zu Nadelholz, Achse 3 zu Baumholz und lichten Bestandesteilen). Zudem ist bezüglich beider Achsen die Korrelation zwischen Vogeldaten und Waldparametern höher als jene zu Achse 2. (vergleiche Tab. 13).

	Achse 1	Achse 2	Achse 3
erklärte Varianz	18.5 %	9.6 %	7.6 %
Eigenwert	0.102 (p=0.003)	0.053 (p=0.633)	0.042 (p=0.463)
Korrelationen der Parameter (<i>Inter-Set-Correlations</i>)			
Nadelholz	-0.872	-0.237	0.180
Baumholz	0.063	0.064	-0.531
Lichte Bestandesteile	-0.292	-0.352	0.833
Biotopbäume	0.637	-0.652	0.304
Korrelationen zwischen Vogelarten und Waldparametern (<i>Species-Environment-Correlations</i>)			
	0.987 (p=0.020)	0.945 (p=0.417)	0.953 (p=0.217)

Tab. 13: Ergebnisse der Kanonischen Korrespondenzanalyse mit den Daten aus der Linientaxierung

In Abb. 31 gruppieren sich die jeweiligen Transekte der Gebiete 1 bis 3 in relativ kleinen, voneinander vor allem entlang Achse 1 klar getrennten Clustern, wobei Gebiet 3 vor allem wegen der besseren Ausstattung mit Biotopbäumen enger mit Gebiet 1 korreliert als Gebiet 2. In letzterem schlagen vor allem die höheren Baumholzanteile zu Buche. Gebiet 4 unterscheidet sich bezüglich Achse 1 von allen anderen Gebieten, ist aber im Bezug auf Achse 3 sehr inhomogen. Vergleicht man einzelne Transekte, dann hebt sich Transekt 3 von den Transekten 1 und 2 vor allem durch höhere Nadelholzanteile ab. Die Transekte 4 bis 6 des Gebiets 2 sind trotz der etwas geringeren Nadelholzanteile stärker nadelholzbeeinflusst als die Transekte in Gebiet 3, was sich durch den Einfluss der umliegenden fichtendominierten Bestände erklärt. Dieser so durch die vergleichsweise kleine Gebietsgröße entstehende Umgebungseffekt macht sich sowohl in den Arten- und Individuensummen als auch im Artenspektrum bemerkbar. Im Gegensatz dazu liegt Gebiet 3, wie auch Gebiet 1, in einem laubholzdominierten Umfeld. Die Transekte von Gebiet 3 splitten allerdings auf Achse 3 stärker als jene von Gebiet 1 und Transekt 8 ist zusätzlich auf Achse 1 zu laubholzreichen Bedingungen verschoben. Die Anteile an Nadel- beziehungsweise Laubholz sowie deren Größenverteilung im Mosaikkomplex liegen für diesen Transekt jedoch zwischen den Werten der Transekte 7 und 9 und können diese Reaktion somit nicht erklären. Dagegen sind die Anteile an zweischichtigen Bestandesteilen und an Flächen mit Biotopbäumen in Transekt 8 besonders hoch und bestimmen daher dessen Lage. Durch den Parameter Baumholzanteil, welcher stark positiv (0,739) mit dem Parameter zweischichtige Bestandesteile korreliert, wird das achte Transekt (ausgehend vom siebenten Transekt) so nach unten und durch den deutlich höheren Anteil an Flächen mit Biotopbäumen nach rechts versetzt. Hinzu kommen Umgebungseffekte, die durch die räumliche Nähe dieser Untersuchungsflächen zu Gebiet 1 entstehen (vergleiche Abb. 4) und in der CCA überraschend deutlich

aufscheinen. Die Transekte 7 und 9 unterscheiden sich kaum in ihren Bestandesstrukturen, jedoch deutlich in der Dichtigkeit der Bestände und auch im Anteil der Flächen mit Biotopbäumen. Die Dichtigkeit korreliert außerdem stark negativ (-0,656) mit dem Parameter Baumholz. Somit lassen sich die Unterschiede zwischen den Transekten 7 und 9 vor allem durch die Parameter lichte Bestandesteile und Baumholz erklären.

In Gebiet 4 unterscheiden sich die Transekte 10 und 12 besonders stark sowohl von den übrigen Transekten als auch untereinander, während Transekt 11 eine Zwischenstellung einnimmt. Transekt 10 wird charakterisiert durch einen hohen Anteil an lückigen beziehungsweise lichten, mehrschichtigen Bestandesteilen, während Transekt 12 weitgehend einschichtig und lückig und Transekt 11 einschichtig und geschlossen ist.



Abb. 31: CCA mit den Daten der Linientaxierung, Artenkürzel vgl. Anhang 4, Tab. 22

Bei den Vogeldaten waren Blaumeise, Gimpel, Grünfink, Kleiber, Kohlmeise und Zaunkönig, mit Verbreitungsschwerpunkten in Gebiet 1, eindeutig den naturnahen Beständen zuzuordnen. Misteldrossel, Sumpfmehle und Weißrückenspecht waren ganz auf Gebiet 1 beschränkt (Einzelnachweise). Schwarzspecht und Berglaubsänger traten in Gebiet 1 und 2 auf und weisen ebenfalls auf naturnahe Verhältnisse hin. Bei den direkten Korrelationen der Vogeldaten mit den Waldbestandsparametern reagierten Blaumeise (-0,703), Kleiber (-0,630), Kohlmeise (-0,701) und Zaunkönig (-0,567) meist signifikant negativ auf den Parameter Nadelholz. Gimpel und Kleiber korrelierten positiv mit dem Parameter Biotopbäume (0,647 und 0,514) und der Schwarzspecht signifikant positiv mit dem Parameter Laubholz (0,589).

Andere Arten wie Haselhuhn, Singdrossel, Sommergoldhähnchen, Wacholderdrossel, Waldbaumläufer, Waldschnepfe, Weidenmeise und Wintergoldhähnchen, mit dem Verbreitungsschwerpunkt in beziehungsweise einer Beschränkung auf Gebiet 4, waren eher typisch für Nadelwald. Dies bestätigten auch positive Korrelationen von Wacholderdrossel (0,563), Weidenmeise (0,685) und Wintergoldhähnchen (0,520) mit dem Parameter Nadelholz beziehungsweise eine negative Korrelation des Waldbaumläufers (-0,501) mit dem Parameter Laubholz.

Das Vorkommen von Baumpeper, Grünspecht, Heckenbraunelle, Rotkehlchen, Tannenmeise und Tannenhäher konnte nicht direkt den naturnahen, laubholzreichen oder den nadelholzreichen Beständen zugeordnet, aber durch gebietsspezifische Waldparameterkombinationen und damit verbundene Korrelationen erklärt werden. So ist der Baumpeper als Waldlücken- und Lichtwaldzeiger auf offene und lückenhafte Bestandesteile angewiesen. Während der Linientaxierung fand er sich auf den Transekten 1, 8 und 10. Die Transekte 1 und 8 sind allerdings eher durch geschlossene beziehungsweise dichte Bestände charakterisiert. Der hohe Flächenanteils an Lawinengängen (bei 1 100 % und bei 8 > 50 %) bewirkt jedoch die erforderliche Auflichtung der Bestände. Transekt 10 weist eine licht-lückige Bestandesstruktur auf und bietet so ausreichend Freiflächen. Der Grünspecht wurde auf den Transekten 4 und 9 kartiert. Als Wald-Offenland-Art ist er für den Nahrungserwerb auf offene Flächen angewiesen. Diese Voraussetzung ist in beiden Transekten gegeben: Transekt 4 besteht zu 100 % aus lückigen Bestandesteilen und Transekt 9 weist einen beachtlichen Lawinengang auf, der den eher gleichmäßigen, geschlossenen Bestand stark auflockert. Wie bereits bei der Hauptkomponentenanalyse angesprochen, bevorzugte die Heckenbraunelle aufgelockerte, nadelholzreiche Jungwüchse. Diese fanden sich vor allem in nadelholzreichem, bereits in Verjüngung stehendem Baumholz.

Rotkehlchen und Tannenmeise zählten in allen Transekten zu den häufigsten Arten und sollten daher nahe dem Nullpunkt bezüglich Achse 1 und 3

positioniert sein (vergleiche Abb. 31). Die Individuensummen waren jedoch in den nadelholzreichen Gebieten am höchsten, was eine Verschiebung in Richtung des Parameters Nadelholzanteil bewirkt. Dies entspricht auch den Habitatansprüchen der Tannenmeise. Das Rotkehlchen zeigt bekanntlich keine besonderen Ansprüche hinsichtlich der Baumartenzusammensetzung, bevorzugt jedoch unterholzreiche Bestände (Sackl & Samwald 1997). Die höheren Individuensummen in den nadelholzreichen Gebieten lassen sich auch durch die signifikant positive Korrelation von Strauchschicht und Nadelholzanteil (0,643) erklären. Die Tannenmeise korrelierte zudem signifikant negativ mit dem Anteil der Buche (-0,583) sowie positiv mit stehendem Totholz (0,507). Aus diesem Grund können beide Arten eher den nadelholzreichen Beständen zugeordnet werden. Der Tannenhäher wurde zwar in allen Gebieten kartiert, ist jedoch im Bezug auf seine Habitatansprüche ebenfalls eher den nadelholzreichen Beständen zuzuordnen. Die Vorkommen von Haubenmeise, Trauerschnäpper und Waldlaubsänger lassen sich mit den vorliegenden Waldbestandsparametern aufgrund der geringen Datenmenge nicht eindeutig erklären. Die Haubenmeise bevorzugt aber bekanntlich nadelholzreiche Bestände. Trotzdem wurde sie am häufigsten in Gebiet 1 kartiert, ein Hinweis auf die Bevorzugung naturnaher Strukturen (wie beispielsweise Totholz) auch im Nadelwald. Der Trauerschnäpper wurde auf den Transekten 6 und 11 kartiert. Beide Transekte weisen verhältnismäßig geringe Laub- und Totholzanteile auf, was den Anforderungen des Trauerschnäppers widerspricht (vermutlich nur Durchzug). Nadelholzreiche Gebieten können zwar zu dessen Verbreitungsraum zählen, sollten als Bruthabitat jedoch über ausreichend Höhlen verfügen (Sackl & Samwald 1997). Der Waldlaubsänger bevorzugt das Innere naturnaher Laubholzbestände mit weiten Stammabständen (Sackl & Samwald 1997). Er wurde aber lediglich auf den Transekten 4 und 9 kartiert und ordnet sich demnach weder den laubholz- noch den nadelholzreichen Beständen zu. Es besteht jedoch eine positive Korrelation mit dem Parameter lockerer Bestandaufbau, was mit den Habitatansprüchen übereinstimmt.

Die Kanonischen Korrespondenzanalyse der Vogeldaten aus der Punktaxierung und den Waldbestandsparametern der Probekreise kam im Vergleich mit der Linientaxierung zu ganz anderen Ergebnissen. Auch hier betrafen die höchsten Korrelationen zwischen Parametern und Achsen (Tab. 14) die Achse 1 (Nadelholz, lichte Bestandesteile) und 3 (Baumholz, Biotopbäume). Die Achse 2 erklärt allerdings einen deutlich höheren Anteil der Varianz bei den Vogeldaten. Aufgrund der Korrelationen und zum besseren Vergleich der beiden Methoden wurden auch hier die Achsen 1 und 3 für die graphische Darstellung gewählt.

	Achse 1	Achse 2	Achse 3
erklärte Varianz	18,9 %	11,6 %	6,8 %
Eigenwert	0,149 (p=0,068)	0,092 (p=0,062)	0,053 (p=0,712)
Korrelationen der Parameter (<i>Inter-Set-Correlations</i>)			
Nadelholz	-0,796	-0,521	0,033
Baumholz	0,496	-0,208	-0,607
Lichte Bestandesteile	-0,815	0,365	0,150
Biotopbäume	0,125	0,222	0,736
Korrelationen der Arten und der Parameter (<i>Species-Environment-Correlations</i>)			
	0,941 (p=0,274)	0,981 (p=0,050)	0,915 (p=0,474)

Tab. 14: Ergebnisse der Kanonischen Korrespondenzanalyse mit den Daten aus der Punkttaxierung

Abb. 32 unterscheidet sich von Abb. 31 vor allem bezüglich der Verteilung der Gebiete und Transekte entlang von Achse 3 und bei den Gebieten 2 und 3 durch die enge Gruppierung der Transekte bezüglich Achse 1. Dafür verantwortlich sind vermutlich eine intensivere Kombination von hohen Nadelholzanteilen mit lichtem Bestandescharakter und eine stärkere Trennung von Baumholzcharakter und Biotopbaumreichtum. Die im Vergleich mit der Linientaxierung erheblich größere Streuung der Punkte bei den Gebieten 1 und 3 ist die Folge nicht ausreichender Stichprobenzahlen in diesem laubholzreichen Teil des Nationalparks. Die drei Punkte des Gebiets 2 sind verhältnismäßig eng angeordnet und in Richtung des laubholzdominierten Bereichs verschoben. Die in der Linientaxierung erkennbaren Umgebungseffekte scheinen sich auf den kleinen Probenkreisen nicht so stark auszuwirken wie auf die Transekten der Linientaxierung.

Auffällig ist vor allem die starke Streuung entlang Achse 3. Ein Grund hierfür könnte in den großen Unterschieden bei den Wuchsklassen und den Waldentwicklungsphasen zwischen den Probenkreisen liegen. Die Punkte des vierten Gebietes sind entlang beider Achsen stark verschoben. Auffallend ist die Lage von Punkt 12, der im Vergleich mit den Punkten 10 und 11 am stärksten in Richtung dunkles Laubholz tendiert (Achse 1) sowie auf Achse 3 zu Baumholz. Da hierfür weder Arten- oder Individuensummen (Punkt 11 ist laut Hauptkomponentenanalyse am ehesten den laubholzdominierten Bereichen zuzuordnen) noch die Baumartenzusammensetzung verantwortlich sein können und laut Clusteranalyse Punkt 10 gegenüber den Punkten 11 und 12 eher eine Sonderstellung einnimmt, ist diese Reaktion von Punkt 12 in der CCA wohl ein Problem der zu geringen Stichprobengröße.

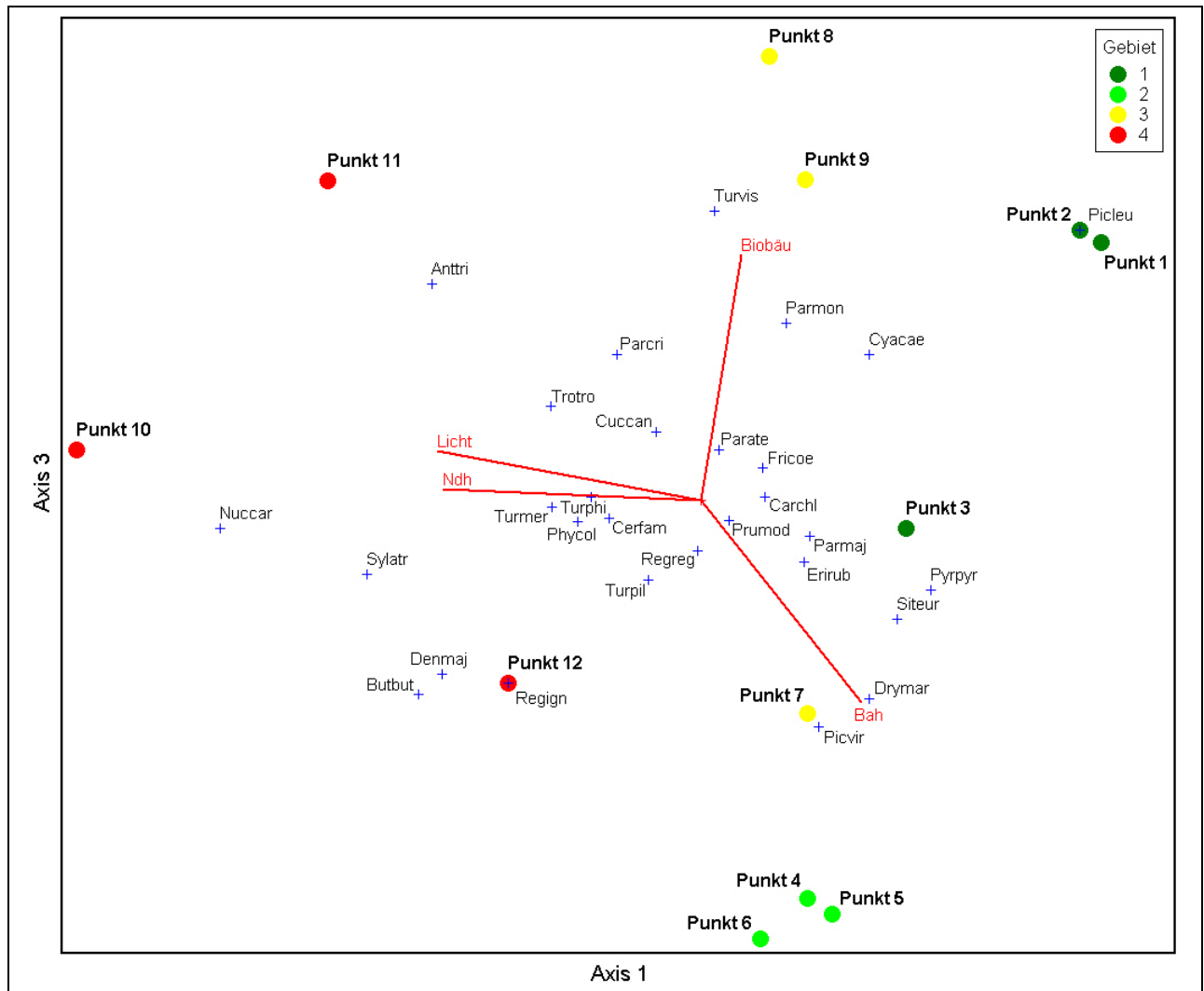


Abb. 32: CCA mit den Daten der Punkttaxierung Artenkürzel vgl. Anhang 4, Tab. 25

4.5 Ableitung von Indikatorarten

In den Kap. 4.1 bis 4.4 wurde geklärt, wie die kartierten Vogelarten auf naturschutzfachlich unterschiedlich hochwertige Lebensraumausprägungen reagieren und welche Waldstrukturen dafür maßgeblich verantwortlich sind. Als wertvollste Ausprägungsformen der Fichten-Tannen-Buchenwälder im Nationalpark Gesäuse erwiesen sich (1.) naturnahe, laub- und totholzreiche Formen, (2.) naturnahe, lichte Formen sowie (3.) strauch- und krautreiche, nadelholzdominierte Formen. Eine Ableitung der für diese „Ziel-Ausprägungen“ der Nationalparkwälder wertgebenden Vogelarten soll für das Naturschutz- und Waldmanagement Grundlagen bereitstellen, mit denen der Erfolg von Optimierungsmaßnahmen durch Monitoring indiziert und bewertet werden kann. Spezifische Artenschutzmaßnahmen für die „Zielarten“ werden häufig in einer strukturellen Verbesserung dieser wertvollen

Lebensraumstrukturen (Ausprägungen) münden. Naturraumtypische, gefährdete Arten sollten dabei besonders hoch gewichtet werden.

Ausschlaggebend für die Ableitung von Indikatorarten (vergleiche Tab. 15) waren in erster Linie die Ergebnisse der statistischen Auswertungen. Berücksichtigt wurden zudem die Indikatorarten der Gesäuseregion nach Zechner (2001), „deren Bestandssituation [...] besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte“, und Arten, deren Verbreitung nach dem Atlas der Brutvögel der Steiermark im Bezug auf das Gesäuse von Bedeutung sind (Sackl & Samwald, 1997). Der aktuelle Schutzstatus (Rote Listen) soll zusätzlich die Bedeutung der Arten in der gesamten Steiermark, in Österreich und in Europa hervorheben. Bei seltenen Arten reichte bereits deren Auftreten auf einer Probefläche für eine potentielle Eignung als Indikatorart, während bei den dominanten Arten (> 10 Individuen) auch die Individuendichte bewertet wurde.

Berücksichtigt wurden aufgrund der größeren Aussagekraft ausschließlich die Ergebnisse aus der Linientaxierung.

Der Schwarzspecht bevorzugt Wälder mit viel Alt- und Totholz und ist im Nationalpark auf naturnahe, buchendominierte Waldbestände mit entsprechend hohem Alt- und Totholzanteil angewiesen. Neben dem erwarteten Vorkommen in Gebiet 1 und 2 kam er aufgrund der Verzahnung großflächiger, laubholzdominierter Wälder des Umfelds und einem vergleichsweise höheren Bestandesalter auch in Gebiet 3 vor. Somit ist der Schwarzspecht eine gute Indikatorart für naturnahe, laub- und totholzreiche Fichten-Tannen-Buchenwälder. Zudem wird er in der Europäischen Vogelschutzrichtlinie als Anhang-1-Art geführt.

Ein deutlich seltener Indikator für derart ausgeformte Bestände ist der Weißrückenspecht. Im Stichprobenset war er auf Transekt 2, welches auch den höchsten Buchenanteil aufweist, zu finden. Die gesamte Waldausprägung entspricht hier gut den Beschreibungen der Ansprüche im Verbreitungsgebiet nach Sackl & Samwald (1997). Demnach bevorzugt der Weißrückenspecht steile und kaum bewirtschaftete Fichten-Tannen-Buchenwälder mit einem trotz lichter Bestandesteile hohen Anteil an Alt- und Totholz, wodurch Teile des Gesäuses einen der wenigen Rückzugsräume dieser Art in der Steiermark darstellen. Von Scherzinger (1989) wird der Weißrückenspecht als „Urwaldspezialist“ bezeichnet. Laut Roter Liste steigt die Gefährdung des Weißrückenspechts österreichweit, was die Berücksichtigung als Indikatorart hinsichtlich unter Schutz gestellter Rückzugsräume zusätzlich rechtfertigt.

Art		RL-E/VSR	RL-Ö	RL-St	Ind.art	Verbr.	Leitart	Ind.	%
Buchfink	Fringilla coelebs						La.Lbh.	145	16,4
Tannenmeise	Parus ater						La.Ndh	132	14,9
Rotkehlchen	Erithacus rubecula						La.Ndh	103	11,6
Kohlmeise	Parus major						La.Lbh.	64	7,22
Singdrossel	Turdus philomelos						La.Ndh	62	6,99
Zilpzalp	Phylloscopus collybita						-	58	6,54
Waldbaumläufer	Certhia familiaris						La.Ndh	53	5,98
Amsel	Turdus merula						-	40	4,51
Kleiber	Sitta europaea						La.Lbh.	38	4,28
Wintergoldhähnchen	Regulus regulus						La.Ndh	35	3,95
Blaumeise	Cyanistes caeruleus						La.Lbh.	21	2,37
Schwarzspecht	Dryocopus martius	VSR			x		La.Lbh.	13	1,47
Zaunkönig	Troglodytes troglodytes						La.Lbh.	11	1,24
Heckenbraunelle	Prunella modularis						La.Ndh	11	1,24
Mönchsgrasmücke	Sylvia atricapilla						-	11	1,24
Gimpel	Pyrrhula pyrrhula						-	9	1,01
Kuckuck	Cuculus canorus						-	7	0,79
Buntspecht	Dendrocopos major						-	6	0,68
Haubenmeise	Parus cristatus	SPEC 2					-	6	0,68
Grünfink	Carduelis chloris						-	6	0,68
Tannenhäher	Nucifraga caryocatactes						-	5	0,56
Baumpieper	Anthus trivialis		NT				-	5	0,56
Fitis	Phylloscopus trochilus						-	5	0,56
Weidenmeise	Parus montanus						-	4	0,45
Wacholderdrossel	Turdus pilaris						-	4	0,45
Berglaubsänger	Phylloscopus bonelli	SPEC 2			x		-	3	0,34
Grünspecht	Picus viridis	SPEC 2		DD	x		-	3	0,34
Mäusebussard	Buteo buteo						-	3	0,34
Rabenkrähe	Corvus corone corone						-	3	0,34
Ringeltaube	Columba palumbus						-	3	0,34
Sumpfmeise	Parus palustris	SPEC 3					-	2	0,23
Trauerschnäpper	Ficedula hypoleuca		NT	NT	x	x	-	2	0,23
Waldlaubsänger	Phylloscopus sibilatrix	SPEC 2			x		-	2	0,23
Waldschnepfe	Scolopax rusticola	SPEC 3	NT	DD	x	x	-	2	0,23
Weißrückenspecht	Picoides leucotos		NT	DD	x	x	-	2	0,23
Misteldrossel	Turdus viscivorus						-	2	0,23
Haselhuhn	Bonasa bonasia	VSR	NT	DD	x		-	1	0,11
Hohltaube	Columba oenas		NT	VU			-	1	0,11
Fichtenkreuzschnabel	Loxia curvirostra						-	1	0,11
Sommergoldhähnchen	Regulus ignicapillus						-	1	0,11
Turmfalke	Falco tinnunculus						-	1	0,11
Hausrotschwanz	Phoenicurus ochruros						-	1	0,11

Tab. 15: Eigenschaften der kartierten Arten im Hinblick auf ihre Indikationsleistung

RL-E/VSR: Arten von gesamteuropäischer Bedeutung (Species of European Conservation Concern, SPEC 2 = stark gefährdet, SPEC 3 = gefährdet (BirdLife International, 2004) sowie Arten nach Anhang 1 der Europäischen Vogelschutzrichtlinie (VSR: RL 79/409/ EWG); **RL-Ö/RL-ST:** Rote Liste gefährdeter Tiere Österreichs nach Zulka (2005) beziehungsweise Rote Liste der gefährdeten Brutvögel der Steiermark nach Sackl & Samwald (1997), NT: Gefährdung droht (Vorwarnlist), VU: potentiell gefährdet, DD: Datenlage ungenügend; **Ind.art:** Indikatorarten der Gesäuseregion nach Zechner (2001); **Verbr.:** Arten mit Bedeutung für den Nationalpark aufgrund der im Atlas der Brutvögel der Steiermark (Sackl & Samwald, 1997) beschriebenen Verbreitung; **Leitart:** Leitart für Nadelholz (La.Ndh.) beziehungsweise Laubholz (La.Lbh.) nach Ergebnissen dieser Arbeit (ausschließlich Arten mit >10 Individuen).

Der Buchfink erreicht neben dem Schwarz- und Weißrückenspecht in laubholzreichen Altbeständen mit spärlich ausgebildeter Strauch- und Krautschicht seine höchsten Dichten und ist damit auch dort eine gute Indikatorart, wo die seltenen Spechte aufgrund zu kleiner Probeflächen nicht mehr greifen. Dies gilt auch für Kleiber, Blau- und Kohlmeise, welche aufgrund der statistischen Auswertung, insbesondere der Kanonischen Korrespondenzanalyse und den Spearman-Korrelationen der Vogeldaten mit den Waldbestandsparametern, eindeutig den naturnahen Beständen zuzuordnen sind (zumindest im Bergwald des Gesäuses). Der Zaunkönig würde ebenso in diese Gruppe fallen. Wegen weiterer spezieller Habitatansprüche (wie beispielsweise Unterholzreichtum) scheidet die Art aber als Indikatorart eher aus.

Wie bereits erwähnt weist der Waldlaubsänger durch sein Vorkommen in den Transekten 4 und 9 eine positive Korrelation mit dem Parameter „lockerer Bestandaufbau“ auf. Der Berglaubsänger, welcher eher als Vertreter der naturnahen Bestände einzustufen ist, wurde in den Transekten 1, 6 und ebenfalls 3 festgestellt. Transekt 9 in Gebiet 3 ist somit offensichtlich besonders attraktiv für Bewohner lichter Fichten-Tannen-Buchenwälder mit Berg- und Waldlaubsänger als Indikatorarten für derart ausgeformte Bereiche. Dies bestätigt auch die Einordnung der beiden Arten nach Zechner (2001), wonach diese zu den Indikatorarten für lichte Wälder zählen. Zudem zählen Berg- und Waldlaubsänger zu den „Species of European Conservation Concern“ der Kategorie 2 (BirdLife International 2004). Diese steht für Arten mit dem Verbreitungsschwerpunkt in Europa und einem ungünstigen Erhaltungsstatus.

Während den Kartierungen kam es in Transekt 9 außerdem zu einer Sichtbeobachtung der Hohltaube. Nach Sackl & Samwald (1997) ist eine Brut im Untersuchungsraum möglich, jedoch nicht nachgewiesen. Für die Brut bevorzugt die Hohltaube Schwarzspechthöhlen. In Fichtenbeständen ist sie demnach auf Restbestände alter Buchen angewiesen (Sackl & Samwald 1997). Auch der Schwarzspecht kam in Transekt 9 vor, das im Vergleich mit den Transekten 7 und 8 besonders eng mit großflächigen, laubwaldbetonten Beständen verzahnt ist. In Transekt 9 selbst beträgt der Laubholzanteil etwa 50 %. Positiv auf das Vorkommen der „Wald-Offenland-Art“ Hohltaube wirkt sich vermutlich auch der große Anteil an Lawinengängen aus. Die Hohltaube kann somit ebenfalls als Indikatorart lichter Fichten-Tannen-Buchenwälder eingestuft werden. Die Art ist darüber hinaus in der Steiermark gefährdet und befindet sich österreichweit auf der Vorwarnliste.

Der Grünspecht zählt wie der Schwarzspecht zu den Indikatorarten der Altbeziehungsweise Totholzpräferenten und wurde in den Transekten 4 und 9 nachgewiesen. Die Bestände dort sind zwar relativ lückig (vergleiche Waldlaubsänger), aber totholzarm. Für den Grünspecht scheint im Bergwald damit das Totholz eine geringere Rolle zu spielen als im Flachland, eventuell

eine kompensatorische Folge der höheren Anteile an extensiv genutztem Offenland (Ameisenreichtum).

Das Haselhuhn wurde ausschließlich in Transekt 10 kartiert, in welchem sowohl bei Kraut- als auch Strauchschicht die höchsten Deckungsgrade im Untersuchungsraum erreicht wurden. Zusätzlich handelt es sich um die lichtesten Bestände mit einem vorwiegend lückigen Aufbau. Diese Beschreibung der Waldbestandsparameter entspricht, bis auf den niedrigen Anteil an Laubholz, sehr gut den Habitatansprüchen des Haselhuhns und der damit verbundenen Indikatorfunktion nach Zechner (2001) für die Gesäuseregion. Demnach kann das Haselhuhn als Indikatorart für strauch- und krautreiche, nadelholzdominierte Fichten-Tannen-Buchenwälder eingestuft werden. Die Art befindet sich zudem auf der Vorwarnliste der Roten Liste gefährdeter Tiere Österreichs sowie auf der Roten Liste der gefährdeten Brutvögel der Steiermark, wobei hier eine unzureichende Datenlage eine genauere Einstufung verhindert. Auch europaweit gelten die Lebensräume des Haselhuhns als Anhang-1-Art der Europäischen Vogelschutzrichtlinie als besonders schützenswert.

Nach Sackl & Samwald (1997) hat die Waldschnepfe ihr Verbreitungsgebiet in alpinen Fichten-Tannen-Buchenwäldern, fehlt jedoch in weiten Teilen der Kalkalpen aufgrund von Trockenheit. In den Ennstaler Alpen hingegen liegen auch Brutnachweise vor. Das Vorkommen in Gebiet 4 fällt in einen Bereich mit verhältnismäßig hohen Deckungsgraden von Strauch- und Krautschicht sowie hohem Bestandesalter (vorwiegend Baum- und Altholz). Dies entspricht auch den Habitatansprüchen, welche die Waldschnepfe als Indikatorart der Gesäuseregion an Bestände stellt. Neben dem Haselhuhn kann demnach auch die Waldschnepfe als seltene Indikatorart strauch- und krautreicher, nadelholzdominierter Fichten-Tannen-Buchenwälder dienen. Österreichweit wird die Art in der Vorwarnliste der Roten Liste und europaweit als SPEC-3-Art (ungünstiger Erhaltungsstatus in Europa, Hauptverbreitung jedoch nicht in Europa) geführt.

Die Tannenmeise kann, ähnlich wie der Buchfink, als dominante Art Indikationsdienste leisten, wo die seltenen Arten aufgrund der geringeren Stichproben ausfallen. Aufgrund ihrer Habitatpräferenzen ist sie eine gute Leitart strauch- und krautreicher, nadelholzdominierter Bestände des Gesäuses. Wie die statistischen Auswertungen zeigten, gilt dies auch für andere häufige Arten wie Singdrossel, Waldbaumläufer und Wintergoldhähnchen.

Heckenbraunelle und Rotkehlchen sind dagegen bezüglich der Lebensraumansprüche in Fichten-Tannen-Buchenwäldern ubiquitär und scheiden für diese Waldformen als Indikatorarten aus. Die Heckenbraunelle zeigte eindeutige Tendenzen zu aufgelockerten, nadelholzreichen Jungwüchsen und damit ähnliche Präferenzen an „Sonderstrukturen“ wie der Zaunkönig. Im Gegensatz dazu zeigte das Rotkehlchen nur eine Tendenz zu strauchreichen Beständen, jedoch keine bezüglich der Baumartenzusammensetzung.

Die Zuordnung der Indikatorarten zu den drei Zielformen des Fichten-Tannen-Buchenwaldes im Gesäuse zeigt Tab. 16. Die naturnahen, laub- und totholzreichen beziehungsweise lichten Fichten-Tannen-Buchenwälder sind dabei naturschutzfachlich allgemein wertvoll, während die strauch- und krautreichen, nadelholzdominierten Fichten-Tannen-Buchenwälder aufgrund der intensiven Bewirtschaftung in der Vergangenheit eher naturfern sind, trotzdem aber speziell für Bergwaldvögel einen wertvollen Lebensraum darstellen.

Naturnahe, laub- und totholzreiche Fichten-Tannen-Buchenwälder		
<u>Lage:</u>	<u>Seltene Arten:</u>	<u>Häufige Arten:</u>
Gebiet 1 (Transekte 1-3) und Transekt 7: Hagelwald und Scheibenbauer	Weißrückenspecht Schwarzspecht	Buchfink Kleiber Blau- und Kohlmeise
Naturnahe, lichte Fichten-Tannen-Buchenwälder		
<u>Lage:</u>	<u>Seltene Arten:</u>	<u>Häufige Arten:</u>
Transekt 9: Lawinengänge im Bereich Scheibenbauer	Hohltaube Grünspecht Berglaubsänger Waldlaubsänger	-
Strauch- und krautreiche, nadelholzdominierte Fichten-Tannen-Buchenwälder		
<u>Lage:</u>	<u>Seltene Arten:</u>	<u>Häufige Arten:</u>
Gebiet 4 (Transekte 10-12): Gstatterboden	Haselhuhn Waldschnepfe	Singdrossel Tannenmeise Wintergoldhähnchen Waldbaumläufer

Tab. 16: Indikatorarten für bedeutende Ausprägungsformen der Fichten-Tannen-Buchenwälder des Gesäuses.

5. Diskussion

5.1 Methodendiskussion

5.1.1 Fehlerdiskussion

Die Routenwahl beziehungsweise Transekt- und Probenkreis-Festlegung orientierte sich zunächst an einer an der Waldbestandsparameterverteilung orientierten Idealroute mit dem Ziel, das Untersuchungsgebiet möglichst repräsentativ in den Testflächen abzubilden. Wegen zunächst nicht ausreichender Gebietskenntnisse enthielt diese Idealroute allerdings unzugängliche Bereiche, die durch weniger „ideale“ Testgebiete ersetzt werden mussten. Dadurch kam es zu systematischen Fehlern kommen, wenn man Aussagen zum Gesamtgebiet anstrebt (Bibby et al. 1995), vor allem da Wege häufig Höhenlinien folgen oder an leichter erschließbare Landschafts- und Vegetationsstrukturen gebunden sind. Artenzusammensetzung, Anzahl und Verteilung der Vogelindividuen könnten dadurch an Repräsentativität verlieren. Daher erfolgten die Begehungen in dieser Arbeit zu rund 85 % im weglosen Gelände. Ein systematischer Fehler kann demnach weitgehend ausgeschlossen werden.

Die Transektlänge richtet sich laut Bibby et al. (1995) nach dem Untersuchungsziel, dem möglichen Arbeitsaufwand und dem jeweiligen Habitat mit seinem typischen Vogelreichtum. Um beispielsweise die Vogelwelt eines individuenarmen Offenlandgebietes repräsentativ abzubilden, sind wesentlich längere Routen erforderlich als in individuenreichen Waldbiotopen (Bibby et al. 1995). Für die statistische Auswertung der Daten kann es von Vorteil sein, eine Route in Unterabschnitte zu teilen. Hierfür geben Bibby et al. (1995) beispielsweise eine Länge von 1000 Metern für artenarme und 100 Metern für artenreiche Biotope an. Für diese Arbeit erwiesen sich Transekte mit einer Länge von 300 Metern als optimal bearbeitbar.

Der Zeitaufwand soll bei der Punkttaxierung laut Bibby et al. (1995) zwischen zwei und 20 Minuten pro Punkt liegen und muss bei allen Zählpunkten identisch sein. Die exakte Dauer ergibt sich je nach Individuendichte und Biotopstruktur und kann beispielsweise in artenarmen und gut einsehbaren Habitaten im Vergleich zu dichten Waldgebieten mit hoher Individuendichte deutlich geringer sein (Bibby et al. 1995). Die in dieser Arbeit verwendete, an Zugänglichkeit und Bearbeitbarkeit der Testfläche ausgerichtete Zähldauer von 12 Minuten erwies sich bei den ersten Aufnahmen im April und Mai als optimal, während sie bei den Aufnahmen im Juni durchaus um fünf Minuten hätte verkürzt werden können. Für die Behebungsgeschwindigkeit bei der Linientaxierung erwies sich eine verhältnismäßig langsame Fortbewegung (30 Minuten pro 300 Meter) besonders in den Gebieten 1, 2 und 4 in Anpassung

an die Geländesituation als sinnvoll. In Gebiet 3, in dem Teile der Strecke auf Wegen verliefen, wären auch höhere Geschwindigkeiten möglich gewesen. Es wurde darauf geachtet, dass alle Transekte bei gleichem Entwicklungsstand der Vegetation und unter vergleichbaren Witterungsbedingungen begangen wurden. Letzteres begründet sich darin, dass die Witterung zum einen die Aktivität der Vögel positiv und negativ beeinflussen kann und zum anderen die Wahrnehmung von Vogelstimmen durch den Beobachter bei starkem Wind oder Regen nahezu unmöglich ist. Aus diesem Grund wurden Begehungen bei schlechtem Wetter vermieden beziehungsweise bei einer Verschlechterung abgebrochen, was sich in Anbetracht der Witterungsverhältnisse im Hochgebirge besonders negativ auf das Zeitmanagement einer gesamten Aufnahme phase auswirken kann und die Anzahl an bearbeitbarer Flächen stark reduziert.

Darüber hinaus müssen nach Bibby et al. (1995) sowohl bei Punkttaxierungen als auch bei Linientaxierungen Doppelzählungen möglichst vermieden werden, die vor allem bei sehr häufigen, aber schwer zu kartierenden Arten die Ergebnisse verfälschen können. Bei den Probenkreisen der Punkttaxierung wurde dies gemäß der Empfehlung von Bibby et al. (1995) durch einen Mindestabstand von 200 Meter zwischen den Zählpunkten vermieden. Bei den direkt angrenzenden Transekten sind Doppelzählungen dagegen unvermeidbar. Gegenüber der Beeinflussung der Daten durch Effekte der (außerhalb der Transekte liegenden) Umgebung ist deren Einfluss auf die Ergebnisse vernachlässigbar beziehungsweise optimiert diese.

Hinsichtlich der angesprochenen Biodiversität (vergleiche Kap. 4.3) konnte festgestellt werden, dass man im nadelwaldgeprägten Gebiet 4 bereits mit kleinen Stichproben nahe an das Gesamtartenspektrum herankommt, während in naturnahen, laubwaldgeprägten Lebensräumen wie in Gebiet 1 infolge der viel inhomogeneren Revierverteilungen und vermutlich der lebensraumtypischen „Zufallseffekte“ zu kleine Stichproben zu einer massiven Unterschätzung der Biodiversität führen können. Erst in der Linientaxierung (mit im vorliegenden Fall sieben- bis achtfacher Vergrößerung der Stichprobenfläche) wird dieser Fehler korrigiert. Um in der Punkttaxierung ähnlich gut vergleichbare Ergebnisse wie in der Linientaxierung zu erhalten, hätte man beim gewählten 50-Meter-Radius vermutlich auf mindestens sechs Punkte pro Gebiet verdichten müssen.

5.1.2 Methodenvergleich

Der bereits eingangs erwähnte Methodenvergleich soll folgende Fragen klären: Worin unterscheiden sich die Ergebnisse der Punkt- und der Linientaxierung und wie wirken sich die Unterschiede auf die Untersuchung aus?

In Kap. 4.3 und 4.4 wurde bereits auf eine Reihe von Unterschieden hingewiesen, aus diesem Grund wird im Folgenden nur auf wesentliche und für den Vergleich der Methoden maßgebende Unterschiede eingegangen. Als auffallendster Unterschied ist die geringe Datenmenge der Punkttaxierung vor allem im ersten Gebiet zu nennen. Dies lässt sich darauf zurückzuführen, dass es in diesen vergleichsweise heterogenen Gebieten scheinbar leichter fällt, Arten mittels Linientaxierung zu entdecken. Dies wird auch von Bibby et al. (1995) bestätigt, wonach sich bei der Punkttaxierung - im Gegensatz zu Individuen in unmittelbarer Nähe des Beobachters, vor allem in dichten Waldbiotopen - weiter entfernte Individuen häufig nur schwierig erkennen lassen. Dementsprechend ließen sich nadelholzdominierte, meist einschichtige Bestände mittels Punkttaxierung vergleichsweise gut erfassen, wodurch Unterschiede zum Beispiel zwischen den Punkten 10, 11 und 12 offensichtlicher wurden als zwischen den Transekten der Linientaxierung (vergleiche größeren Anteil an lichten und mehrschichtigen Bestandteilen beziehungsweise Totholz sowie Biotopbäumen und anderen Raumstrukturen in den Punkten 11 und 12 und dadurch hohen Dichten vor allem von Singdrossel und Waldbaumläufer).

Umgebungseffekte wie in Gebiet 2 können dagegen in Punkttaxierungen kaum erkannt werden. So werden die drei Punkte 4, 5 und 6 in der CCA zusammen gruppiert und eher laubholzdominierten Bereichen zugeordnet, während die Linientaxierung den nadelholzdominierten Umgriff integriert und so eher die nadelwaldtypische Zuordnung anzeigt. In der Punkttaxierung kam es auch zu einer starken Streuung der Punkte 4 bis 6 entlang der Achse 3, vermutlich eine Folge der sehr unterschiedlichen Verteilung von Wuchsklassen und Waldentwicklungsphasen in den einzelnen Probenkreisen. Bei der Linientaxierung hingegen lagen die Transekte von Gebiet 3 vergleichsweise nah beieinander. Diese scheinen daher die Bestandssituation in solch inhomogenen Gebieten besser abzubilden, was sich positiv auf die Vergleichbarkeit der einzelnen Abschnitte auswirkt.

Zudem wurde bei der Punkttaxierung eine deutlich geringere Anzahl an Kleibern und seltenen Arten kartiert. Vor allem in den artenreichen Gebieten 1, 3 und 4 wirkte sich dies stark verfälschend aus, indem zum Beispiel wertgebende Arten wie Berglaubsänger, Haselhuhn oder Waldschnepfe übersehen wurden. Verglichen mit den von Klosius (2008) kartierten Arten ergibt sich ein erstaunlich ähnliches Bild. Auch hier wurden Arten wie beispielsweise Waldlaubsänger, Waldschnepfe oder Haselhuhn bei Punkttaxierungen nicht erfasst.

Eine eingehende Interpretation der Wald- und Vogeldaten, wie beispielsweise die Ableitung von Indikatorarten, wäre alleine durch Punktdaten daher kaum möglich gewesen. Bemerkenswert sind auch die Unterschiede aus der Hauptkomponentenanalyse, wonach Arten wie Tannenhäher,

Mönchsgrasmücke, Mäusebussard, Zaunkönig, Baumpieper und Buntspecht bei der Linientaxierung eher den naturnahen und bei der Punkttaxierung eher den nadelholzdominierten Bestände zuzuordnen sind.

Das Ähnlichkeitsdendrogramm der Clusteranalyse auf Transektbasis lieferte, verglichen mit den Punktdaten, deutlich aussagekräftigere Ergebnisse. Dies ist eine Folge der deutlich höheren Anzahl an Nullwerten in der Punkttaxierung. Mit der dadurch zunehmenden Heterogenität der Datensätze, ausgedrückt durch einen Anstieg der Gradientenlänge (bei Punkttaxierung: 1,234 und bei Linientaxierung: 0,699), werden die Dendrogramme immer unübersichtlicher und Zusammenhänge sind immer schwerer feststellbar.

5.2 Übertragbarkeit der Ergebnisse

Ein bedeutender Aspekt für die Übertragbarkeit der Ergebnisse ist die „Qualität“ der kartierten Arten. Nach Bezzel et al. (1974) orientiert sich diese so genannte Qualität am Anteil seltener Vögel beziehungsweise Arten. Verglichen mit montanen Fichten-Tannen-Buchenwäldern trifft man beispielsweise in Parks oder Siedlungen erheblich mehr Vögel und mehr Arten. Für Vogelgemeinschaften im Hochgebirge ist demnach die „Artenzahl allein [...] kaum brauchbares Indiz“ (Bezzel et al. 1974). Vielmehr kommt es darauf an, welche Arten vorgefunden werden und, wie auch die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, in welchem Verhältnis diese Arten zueinander stehen. Deshalb bezieht sich die folgende Diskussion speziell auf das Vorkommen der abgeleiteten Indikatorarten (Tab. 16).

Zunächst stellt sich die Frage, ob die Ergebnisse dieser Arbeit im Gebiet des Nationalparks auf Fichten-Tannen-Buchenwälder höherer Lagen (> 900 Meter ü. NN) übertragbar sind. Hierzu kann die bereits angesprochene Untersuchung des Vogelreichtums entlang eines Höhengradienten im Gebiet südlich des Großen Buchsteins Aufschluss geben (Klosius, 2008). Zusätzlich zu den hier kartierten Arten wurden in dieser Arbeit Auerhuhn und Ringdrossel als typische Vertreter der Fichten-Tannen-Buchenwälder höherer Lagen kartiert. Zudem wurden mit dem Dreizehenspecht und dem Grauspecht zwei weitere Spechtarten festgestellt. Es müsste demnach geprüft werden, ob und wie sich diese vier Arten in das Indikatorensystem einbauen lassen. Eine Zuordnung des Auerhuhns und des Grauspechts zu den naturnahen, lichten Fichten-Tannen-Buchenwäldern ist durchaus denkbar. Für den Dreizehenspecht hingegen könnte eine Zuordnung zu den strauch- und krautreichen, nadelholzdominierten Fichten-Tannen-Buchenwäldern erfolgen, wobei es aufgrund der fehlenden Naturnähe (Totholzarmut) dieser Bestände zusätzlicher Untersuchung bedarf (vergleiche Kap. 6.2).

Ebenfalls mit höher liegenden Waldzonen befasste sich eine Untersuchung aus der Hohen Rhone (Alpenbereich der Schweiz) (Koch, 1976). Auch hier wurden Vogelgemeinschaften montaner Fichten-Tannen-Buchenwälder untersucht, jedoch in Höhen von 900 bis 1225 Meter ü. NN. Ein Vergleich der Artenpräferenzen für nadel- beziehungsweise laubholzdominierte Bestände ergab, außer beim Schwarzspecht, eine völlige Übereinstimmung (ohne im Gebiet fehlende Arten wie der Weißrückenspecht). Der Schwarzspecht ist im oberen Rhonetal laut Koch (1976) eher nadelholzdominierten Bereichen zuzuordnen, allerdings mit eindeutiger Präferenz für naturnahe Bereiche. Bei Auerhuhn und Dreizehenspecht decken sich die Ergebnisse mit denen von Klosius (2008). Buchfink und Singdrossel zeigten in diesen Höhenlagen dagegen kaum noch Abundanzreaktionen auf die Baumartenverteilung (Koch, 1976).

Die Übertragbarkeit des in dieser Arbeit formulierten Indikatorensystems auf die gesamten Fichten-Tannen-Buchenwälder des Gesäuses, der Ennstaler Alpen beziehungsweise im Weiteren auf die gesamte Steiermark ist aufgrund der in die Erstellung des Indikatorsystems eingeflossenen Indikatorarten für die Gesäuseregion (Zechner, 2001) und die dort beschriebenen Beziehungen zu den unterschiedlichen Ausprägungsformen der Fichten-Tannen-Buchenwälder durchaus denkbar. Auch nach Schmidt (1997) zählen, neben den in dieser Arbeit abgeleiteten Indikatorarten wie Weißrückenspecht, Schwarzspecht oder Haselhuhn, auch die oben erwähnten Arten Auerhuhn oder Dreizehenspecht zu den Leit- und Begleitarten der Fichten-Tannen-Buchenwälder. Relativ unsicher ist die Übertragbarkeit auf die Fichten-Tannen-Buchenwälder tieferer Lagen (< 500 Meter ü. NN) beziehungsweise im Voralpen-Bereich. Hier sind weitere Untersuchungen erforderlich (vergleiche Kap. 6.2).

5.3 Monitoringprogramme

Im Gstatterbodener Kessel (östlich von Gebiet 4) und im Hagelwald bei Hieflau (Gebiete 1 und 3) finden im Rahmen eines Life-Projektes (LIFE05NAT/A/78) seit dem Jahr 2006 Monitorings der vorkommenden Spechtarten statt. Im Hagelwald bei Hieflau betrifft dies Weißrückenspecht, Schwarzspecht, Grünspecht und Grauspecht. Im Gstatterbodener Kessel kommen zu diesen Arten Buntspecht und Dreizehenspecht hinzu. Das Auerhuhn-Monitoring nimmt bei den Monitoringprogrammen des Nationalparks eine zentrale Rolle ein und wird laufend von zahlreichen weiteren Untersuchungen begleitet. Die Verbreitungsschwerpunkte liegen neben dem Gstatterbodener Kessel und dem Goldeck (im Osten des Nationalparks) vor allem im Bereich des Gscheideggkogels (im Südosten des Nationalparks).

Zudem werden die Zwergschnäpperbestände im Bereich des Hagelwaldes bei Hieflau laufend kartiert.

Betreffend der Übereinstimmung dieser Monitoringprogramme mit den abgeleiteten Indikatorarten dieser Arbeit kann festgehalten werden, dass zum einen die Ergebnisse des Spechtmonitorings bei Artenspektrum und Verbreitungsmuster die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigen. Zum anderen ist eine Integration des hier abgeleiteten Indikatorensystems in das Monitoringprogramm und somit eine Verortung der Spechtarten in die verschiedenen Ausprägungsformen der Fichten-Tannen-Buchenwälder durchaus möglich.

Im Rahmen dieser Arbeit kam es aufgrund des betrachteten Höhenbandes von 500 bis 850 Meter ü. NN zu keinen Auerhuhsichtungen. Wie jedoch im vorangegangenen Kapitel dargelegt wurde, handelt es sich beim Auerhuhn um eine bedeutende Art der naturnahen Fichten-Tannen-Buchenwälder, was sich auch mit den Durchführungsgebieten des Monitorings deckt. So wäre es zusammen mit den umfassenden Bearbeitungen dieser Art im Gesäuse möglich, weiterführende Untersuchungen hinsichtlich der in dieser Arbeit behandelten Themen anzustellen (vergleiche Kap. 6.2). Beim im Gebiet sehr seltenen, auf den Probeflächen fehlenden Zwergschnäpper ist eine Tendenz zu den naturnahen Beständen gut bekannt. Demnach können auch die Daten des Zwergschnäpper-Monitorings für weiterführende Betrachtungen herangezogen werden.

5.4 Relevanz der Waldstrukturen

Nach den für die abgeleiteten Indikatorarten maßgebenden Ausprägungsformen der Fichten-Tannen-Buchenwälder sind im Gesäuse vor allem die Baumartenzusammensetzung, der Anteil lichter Bestandesteile, die Deckungen der Strauch- und Krautschicht sowie der Totholzanteil und das damit verbundene Alter und der Aufbau der Bestände kennzeichnend. Wie durch die Ergebnisse in Gebiet 2 deutlich wurde, sind zudem die Gebietsgröße und die damit zusammenhängenden Umgebungseffekte durch umliegende Waldbestände Strukturmerkmale, die sich entscheidend auf die Vogelzönosen auswirken. Letzteres zeigte sich auch in Gebiet 3 durch dessen Verflechtung nadel- beziehungsweise laubholzdominierter Bestände mit einer großflächig laubholzdominierten Umgebung. Diese Strukturmerkmale decken sich weitgehend mit den nach Kaule (1991) definierten Kriterien zur Bewertung von Gebietseigenschaften wie der Gebietsgröße, der Verflechtung mit Außenstrukturen und der Homogenität beziehungsweise der Komplexität im Bezug auf die innere Struktur der Bestände. Letztere wird durch Bestandeseigenschaften wie Baumartenzusammensetzung und Bestandesalter bestimmt. In fichtendominierten Gebieten spielt nach Utschick (2002) zudem

die Struktur beziehungsweise die Größenverteilung der Laubholzvorkommen eine bedeutende Rolle für Vogelzönosen. In laubholzdominierten Beständen hingegen ist für Arten wie den Schwarzspecht die Verteilung von Nadel- und alten Laubholzinseln ein maßgebender Strukturfaktor (Klenke et al. 2004). Demnach ist in erster Linie die **Baumartenzusammensetzung** als maßgebendes Strukturmerkmal zu nennen. Die Ergebnisse dieser Arbeit belegen dies für die Fichten-Tannen-Buchenwälder der Gesäuses, insbesondere durch die gezeigten Unterschiede des ersten und vierten Gebietes.

Mit den Parametern Waldentwicklungsphase und Wuchsklasse gingen auch das **Bestandesalter** und der **Bestandaufbau** in die statistischen Auswertungen ein. Nach Jedicke (1999) sind neben einem mehrschichtigen Bestandaufbau vor allem die Heterogenität der Baumhöhen und -stärken für Vogelzönosen bedeutende Waldstrukturen. Einzelnen Arten können hingegen auch nur für bestimmte Phasen der Waldentwicklung Präferenzen zeigen, wie dies Untersuchungen von Sikora (2005) zeigen, wonach vom Schwarzspecht zur Anlage von Bruthöhlen Bäume mit einem Brusthöhendurchmesser zwischen 51 und 60 Zentimeter bevorzugt werden. Im Bezug auf das Alter der Bestände weist auch Sperber (1999) auf die besondere Bedeutung von alten Beständen (beispielsweise für Buchenbestände > 120 Jahre) für gefährdete Arten hin. Im Laufe der Gebietscharakterisierung stellte sich jedoch heraus, dass im Falle der Wuchsklassen, bis auf Ausnahmen bei den Parametern Baumholz und Stangenholz, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Untersuchungsflächen bestehen. Das Alter der Bestände schwankt darüber hinaus sehr stark, so dass wiederum bis auf Einzelfälle bei den Parametern Optimalphase und Wachstumsphase keine signifikanten Unterschiede zwischen den Untersuchungsflächen festgestellt werden konnten. Demnach konnten über die Unterschiede der einzelnen Untersuchungsflächen bezüglich Bestandesalter und Bestandaufbau keine Aussagen getroffen werden. Es war jedoch, wie des Öfteren gezeigt wurde, sehr wohl möglich, Beziehungen zwischen einzelnen Parametern der beiden genannten Gruppen und den Vogeldaten herzustellen.

Darüber hinaus zeigen die vorliegenden Daten der Waldbestandsparameter, dass die Waldentwicklungsphasen und Wuchsklassen naturnaher Beständen eindeutig mit den **Totholz mengen** in Zusammenhang stehen. Abgesehen von den nadelholzdominierten Bereichen mit verhältnismäßig geringen Totholz mengen handelt es sich, wie bei den Flächen in Gebiet 3, bei Beständen mit den höchsten Totholzanteilen durchgehend um vergleichsweise alte Bestände. Die Relevanz des Parameters Totholz begründet sich vor allem durch die sehr enge Bindung von Stammkletterern und Höhlenbrütern, wie auch die als Indikatorarten abgeleiteten Spechtarten, an totholzreiche Wälder. So sind beispielsweise der Weißrückenspecht und der Dreizehenspecht besonders auf Totholz angewiesen (Blume, 1983). Aber auch

andere Spechtarten wie der Schwarzspecht sind gleichermaßen von stehendem oder liegendem Totholz abhängig (Zahner, 2001). Der Schwarzspecht gilt nach Scherzinger (1989) zudem als Altholzindikator und einige weitere Spechtarten wie beispielsweise Grünspecht oder Buntspecht weisen eine enge Bindung zu Altholzbeständen auf (Jedicke, 1997). Darüber hinaus profitiert wiederum eine Vielzahl von anderen höhlenbrütenden Arten wie beispielsweise die Hohltaube von Spechthöhlen. Die Höhlenbrüter haben des Weiteren nach Jedicke (1996) eine besondere Bedeutung in montanen Buchenwäldern, wie Untersuchungen von Flade (1994) zeigen, wonach ein Großteil der dort definierten Leitarten wie beispielsweise Kleiber oder Hohltaube zu dieser Nestgilde zählen. Auch in der vorliegenden Arbeit handelt es sich bei der artenreichsten Nestgilde um Höhlenbrüter. Hier lässt sich wieder der Bezug zum Bestandesalter herstellen, da laut Zahner (1999) der Anteil an Höhlenbrütern ein „wichtiger Indikator für alte, nischenreiche Wälder“ ist. Des Weiteren betonen Sikora & Seiffert (2003) den Zusammenhang von Alter und Totholz und stellen die Waldentwicklungsphasen direkt mit den einzelnen Spechtarten in Beziehung. Dies führt zu dem Schluss, dass beispielsweise der Schwarzspecht und, vorausgesetzt, es sind ausreichend Nadelholzstrukturen vorhanden, auch der Dreizehenspecht vor allem in Wäldern vorkommen, die sich in der Terminal- und Zerfallsphase befinden (Sikora & Seiffert, 2003).

Unter **Biotopbäumen** versteht man im weitesten Sinne jene Bäume, „die aufgrund ihrer Beschaffenheit eine besondere Bedeutung für Fauna und Flora“ aufweisen (LWF, 2004). Der Parameter Biotopbäume steht so in einem engen Zusammenhang zum Parameter Totholz, dem Angebot an Höhlen- und Nahrungsbäumen und somit auch der Naturnähe der Untersuchungsflächen. Der Anteil an Flächen mit Biotopbäumen ist in Gebiet 1 mit Abstand am höchsten. Müller (2005) weist in diesem Zusammenhang auf die große Bedeutung von Biotopbäumen als Höhlenbäume und als wichtige Nahrungsquelle für alle insektivoren Arten hin. Wie die Bedeutungen und vor allem die Zusammenhänge von Bestandesalter, Bestandaufbau, Totholz und Biotopbäumen gezeigt haben, handelt es sich hierbei um unverzichtbare Waldstrukturparameter.

Die Bedeutung der **Strauch- und Krautschicht** ging eindeutig aus den Reaktionen seltener Arten wie Haselhuhn oder Waldschnepfe hervor. Besonders bei der Verteilung der Strauchbrüter konnten Zusammenhänge zu den Untersuchungsflächen festgestellt werden. In den Gebieten mit hoher Strauchschicht (3 und 4) fanden sich auch Strauch- beziehungsweise Baum- und Strauchbrüter, darunter Arten wie die Heckenbraunelle und die Singdrossel, die vor allem deshalb nadelholzdominierten Beständen zugeordnet werden können. Auch bei den Untersuchungen von Müller (2005) stellte sich die Strauchschicht als wesentlicher Parameter in Buchenwäldern

heraus, jedoch war in diesem Fall nicht allein die Deckung, sondern auch die Höhe ein „wichtiger vertikaler Strukturfaktor“ (Müller, 2005). Darüber hinaus kam Sturm (1984) bei Untersuchungen in Buchen- und Eichenwälder zu dem Ergebnis, dass strauchreiche Altholzbestände die höchsten Artendichten aufwiesen.

Speziell für Wald-Offenland-Arten sind Waldlichtungen beziehungsweise größere baumfreie Bereiche in den Bestände wichtige Strukturparameter. Der Parameter **Lawinengänge** stellte sich im Laufe der Arbeit des Öfteren als Indikator für wertvolle, offene Bereiche in den jeweiligen Beständen heraus. Vor allem im Bereich von Transekt 9 (Gebiet 3) zeigt sich die Bindung solcher Wald-Offenland-Arten, wie beispielsweise der Hohltaube oder dem Grünspecht, an die durch Lawinengänge offengehaltenen Flächen. Wie Untersuchungen von Utschick (2004) zeigten, tritt ähnliches bei Bestandesauflichtungen durch Sturmwurf ein. So profitierten besonders Arten wie der Grünspecht, die Blaumeise und der Kleiber von den neu entstandenen baumfreien Flächen (Utschick, 2004). Ohne eine solche Auflichtung sind Wald-Offenland-Arten auf die in den Waldentwicklungsphasen, vor allem in der Zerfallsphase, entstehenden baumarmen Bereiche angewiesen. Dies gilt beispielsweise für den Grünspecht, der sich in solchen Fällen in Beständen der Zerfallsphase und den darauf folgenden Freiflächen findet (Sikora & Seifert, 2003). Wie die Erhebungen zum Waldmanagementplan des Nationalparks Gesäuse zeigten, sind solche Entwicklungsstadien äußerst selten und die Wald-Offenland-Arten demnach besonders auf Bestandesauflichtungen durch Lawinen oder Sturm angewiesen.

Wie aus den Auswertungen hervorging, ist ein weiterer einflussreicher Parameter die **Gebietsgröße**. Die von Cieslak & Dombrovski (1993) formulierten Schwellenwerte für Waldgrößen besagen, dass es erst bei Flächengrößen von über 100 Hektar zu einer Stabilisierung des Artenreichtums kommt. An den hier vorliegenden Ergebnissen der Vogelbestandsaufnahmen bestätigt sich dies im Bezug auf Gebiet 2 (etwa 70 Hektar). Die Flächen der übrigen Gebiete lagen deutlich über 100 Hektar und waren dadurch artenreicher. Hinzu kommt, dass sich in fichtendominierten Waldflächen Laubholzreinbestände oder laubholzdominierte Bestandesteile erst ab einer Mindestgröße von 4 bis 10 Hektar positiv auf die Avizönosen auswirken (Utschick, 2002).

Besonders bei geringen Gebietsgrößen (Kaule, 1991) und auch im Randbereich großflächiger Gebiete kommt es durch Randeinflüsse häufig zu **Umgebungseffekten**. Aus diesem Grund ist es von großer Bedeutung, die umliegenden Bestände in die jeweiligen Betrachtungen mit einzubeziehen, selbst wenn diese nicht so intensiv bearbeitet werden können wie die Probeflächen selbst.

6. Handlungsempfehlungen

6.1 Methodenwahl

Wie der Methodenvergleich bereits veranschaulichte, führte die Punkttaxierung zu weniger brauchbarem Datenmaterial. Das größte Problem bereiteten im Vergleich zur Linientaxierung die geringere Datenmenge und der daraus resultierende, verhältnismäßig hohe Anteil an Nullwerten in der Datenmatrix. Dies wirkte sich auf den gesamten statistischen Prozess sowie auf die anschließende Interpretation der Ergebnisse eher negativ aus. Durch die Daten der Linientaxierung wurden zudem die Umgebungseffekte in Gebiet 2 und die relativ hohe Heterogenität von Gebiet 3 besser berücksichtigt. Wie der Methodenvergleich jedoch auch zeigte, waren die Ergebnisse der Punkttaxierung in gut einsehbaren homogenen Beständen wie in Gebiet 4 mit jenen der Linientaxierung halbwegs vergleichbar. Daraus lässt sich schließen, dass für heterogene Bestände, in diesem Fall naturnahe Fichten-Tannen-Buchenwälder, die Linientaxierung besser geeignet ist. Alternativ wäre hier eine deutliche Verdichtung der Probenkreise denkbar, was aber im gesamten Alpenraum aufgrund der dort in weiten Teilen sehr problematischen Zugänglichkeit schnell ineffektiv wird (zu ungünstiges Datenmenge/Zeitaufwand-Verhältnis).

6.2 Forschungsbedarf

Aus der Diskussion der Ergebnisse ergaben sich drei Schwerpunkte mit relevanten Fragestellungen bezüglich des Wissens zu Vogelmgemeinschaften in Fichten-Tannen-Buchenwäldern des Gesäuses.

Um die den abgeleiteten Indikatorengruppen zugeordneten Bestandsausprägungsformen weiter zu differenzieren, wäre es notwendig, diese im Detail zu untersuchen. Dies wäre beispielsweise durch die Anordnung mehrere Untersuchungsflächen innerhalb einer Ausprägungsform und mit einem ähnlichen Vorgehen wie in dieser Arbeit gut denkbar. Wie die Daten der vorliegenden Untersuchung zeigen, war es kaum möglich, die Teilbereiche in Gebiet 4 begründet als naturfern oder naturnah zu bezeichnen. So würden sich beispielsweise weitere Untersuchungen im Gstatterbodener Kessel sehr gut anbieten, wo auch innerhalb der nadelholzdominierten Bestände ein Naturnähegradient entwickelt werden könnte.

Ein weiterer sehr wichtiger Aspekt ist die bereits diskutierte Übertragung der vorliegenden Ergebnisse auf Bestände über 850 Meter ü. NN. Analog zu dieser Arbeit wären Untersuchungen in höheren Lagen sehr wünschenswert. Hierfür wäre es sinnvoll, Daten aus dem Auerhuhn-Monitoring und anderen

Untersuchungen zur Verbreitung dieser Art zu integrieren. Eventuell könnte dies auch mit dem Zwergschnäpper geschehen. Beides würde zu Ergänzungen und Abrundungen des Indikatorartensystems in Bezug zu den entsprechenden Ausprägungsformen führen.

Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob die bestehenden Monitoringprogramme auf weitere bedeutende Arten ausgeweitet werden sollten. Ein Monitoringbedarf könnte beispielsweise bei Arten mit geringen oder bedrohten Beständen wie Haselhuhn oder Waldschnepfe (Sackl & Samwald, 1997) bestehen. Dies könnte, gerade im Bereich eines Nationalparks, auch wichtige Informationen zu Konflikten, welcher durch die Bejagung dieser beiden Arten entstehen, liefern.

6.3 Waldstrukturen

Sofern eine Waldpflege im Gebiet des Nationalparks überhaupt nötig ist, sollte diese ohnehin unter dem Vorbild eines naturnahen Waldbaus, zur Schaffung standorttypischer und somit naturnaher und reich strukturierter Wälder, erfolgen. Im Hinblick auf die Förderung der Vogelgemeinschaften des Gesäuses schlug bereits Zechner (2001) mögliche Managementmaßnahmen vor. Aufgrund der Komplexität von Waldlebensräumen ist es sehr schwierig, einzelne Parameter als alles verbessernd herauszustellen. Vielmehr ist es nötig, bestimmte Parameter zu finden, die eine möglichst breite Wirkung erzielen. Für den Bereich der Fichten-Tannen-Buchenwälder sollte demnach im Gesäuse folgenden Punkten besondere Aufmerksamkeit zukommen:

Baumartenzusammensetzung

In vormals intensiv forstwirtschaftlich genutzten Beständen, wie Gebiet 4, sollte die Fichte speziell auf Jungwuchsf Flächen und lichten Bestandesteilen reduziert werden, um standorttypischen Baumarten Vorteile zu verschaffen. Dies gilt auch für die Randzonen und den Umgriff der Gebiete 1 und 3, welche im Prinzip meist zufriedenstellende Strukturen und auch Baumartenzusammensetzungen aufweisen. Darüber hinaus weist Schmidt (1997) darauf hin, dass gerade in Fichten-Tannen-Buchenwälder die Schalenwildbestände ein entscheidender Faktor für die Naturverjüngung sind.

Kraut- und Strauchschicht

Vor allem in Gebiet 4 zeigten sich positive Auswirkungen von flächiger Kraut- und Strauchschicht auf Arten wie beispielsweise Haselhuhn und Waldschnepfe. Diese sollten aus diesem Grund erhalten beziehungsweise

gefördert werden. Zusammen mit der Förderung von gemischten Beständen könnten so wertvolle Lebensräume für die genannten Arten entstehen.

Schichtigkeit

Wie die Ergebnisse zeigen, sind laubholzdominierte naturnahe Bestände häufig zwei- oder mehrschichtig und nadelholzdominierte zum Großteil einschichtig aufgebaut. Ein mehrschichtiger Bestandaufbau ist so vor allem in den nadelholzdominierten Bereichen zu fördern. Auch Jedicke (1999) betonte bereits die Bedeutung mehrschichtiger Bestände im Hinblick auf eine ökologische Waldwirtschaft.

Bestandesalter

In Bezug auf das Alter der Bestände sei trotz der dahingehenden Zielsetzungen des Nationalparks nochmals auf die Bedeutung später Waldentwicklungsphasen wie auch besonders auf jene der Zerfallsphase hingewiesen. Letztere liefert beispielsweise für Arten wie den Weißrückenspecht einen wichtigen Lebensraum. Die folgenden Strukturparameter gehen mit dieser Forderung meist konform, doch sind dabei jeweils noch weitere Punkte zu beachten:

Totholz

Nach Utschick (1991) läge (bezogen auf Wirtschaftswälder) ein optimaler Totholzvorrat an Stämmen mit einem Brusthöhendurchmesser von > 10 cm zwischen 20 und 60 Festmeter pro Hektar. Zieht man stehendes und liegendes Totholz zusammen, so erreicht man in den naturnahen Beständen des Gesäuses in etwa diese Menge. Das stehende Totholz alleine erreicht diesen Schwellenwert (mindestens 20 Festmeter pro Hektar) jedoch keineswegs. Auch nach Bütler & Schlaepfer (2004) sollte die Menge an stehendem Totholz beispielsweise im Falle des Dreizehenspechtes 20 Festmeter pro Hektar nicht unterschreiten. Eine gezielte Förderung der Totholz mengen wäre demnach durchaus sinnvoll.

Biotopbäume

Aufgrund der bereits dargelegten Bedeutung von Biotopbäumen sollten diese in allen Bereichen der Fichten-Tannen-Buchenwälder gefördert werden. Die Anzahl an Biotopbäumen sollte nach Müller (2005) in etwa bei 10 Exemplaren pro Hektar liegen, wobei hier das Verhältnis der jeweiligen Funktionen der Biotopbäume (wie beispielsweise Höhlenbäume oder Bäume als indirekte Nahrungsquelle) berücksichtigt werden muss. Bei der Exposition der Biotopbäume ist jedoch zu beachten, dass vor allem

sonnenexponierte Exemplare für xylobionte Käferarten von Vorteil sind (Müller, 2005). Es bedarf demnach einer sorgfältigen Auswahl der zu fördernden Bäume, um nicht als unliebsamen Nebeneffekt ein überdurchschnittliches Angebot an Nahrungs- beziehungsweise Bruthabitaten für zum Beispiel Borkenkäfer zu schaffen.

7. Zusammenfassung

Als bedeutender Bestandteil vieler Ökosysteme und durch besondere Eigenschaften wie beispielsweise die gute Erfassbarkeit (Nipkow, 1995) oder den hohen autökologischen Kenntnisstand (Nowak, 1982) wurde in der vorliegenden Arbeit anhand von Vogelgemeinschaften versucht, folgende Frage zu beantworten: Welche Waldbestandsparameter (wie beispielsweise Baumartenzusammensetzung oder Totholzreichtum) haben einen Einfluss auf die Vogelwelt der Fichten-Tannen-Buchenwälder des Gesäuses? Von dieser Fragestellung ausgehend wurden 12 Untersuchungsflächen entlang eines Naturnähegradienten, unterschieden durch die zwei Komponenten den Laubholz- beziehungsweise Nadelholzanteile und der Waldkomplexgröße, angeordnet. Auf diesen Untersuchungsflächen wurden in der Zeit von Mitte April bis Mitte Juni, sowohl mittels Punkt- als auch Linientaxierung, jeweils drei Vogelbestandsaufnahmen durchgeführt. Die daraus gewonnenen Vogel-daten flossen vorerst in Hauptkomponentenanalysen und im Anschluss daran, zusammen mit den jeweiligen Waldbestandsparametern, in multivariate Analysen ein. Durch die Erkenntnisse über die Auswirkungen der Waldstrukturen auf die Vogelzönosen konnten Indikatorarten für drei verschiedene Ausprägungsformen der Fichten-Tannen-Buchenwälder des Gesäuses abgeleitet werden. Darauf aufbauend wurden die Übertragbarkeit der Ergebnisse dieser Arbeit auf die Anwendungsmöglichkeiten im Nationalpark Gesäuse sowie die Unterschiede der beiden Kartiermethoden diskutiert. Letzteres ergab, dass die Linientaxierung im Vergleich zur Punkttaxierung die erheblich zuverlässigeren und aussagekräftigeren Ergebnisse lieferte und es in naturnahen, laubwaldgeprägten Lebensräumen bei der Punkttaxierung zu einer Unterschätzung der Biodiversität kommen kann. Darüber hinaus wurden Zielvorgaben zur Erhaltung und Förderung wertvoller Waldstrukturen für die Vogelzönosen der Fichten-Tannen-Buchenwälder des Gesäuses entwickelt.

8. Quellen- und Literaturverzeichnis

- Bibby, C.J., Burgess, N.D. & Hill D.A. (1995): Methoden der Feldornithologie. Bestandserfassung in der Praxis. Neumann Verlag, Radebeul. 270 S.
- Bilcke, G. (1982): Der Einfluß von Wetter, Jahres- und Tageszeit auf die Ergebnisse von Brutvogelbestandsaufnahmen. Journal für Ornithologie 123. S. 85-92
- BirdLife International (2004): BIRDS IN THE EUROPEAN UNION: a status assessment URL: http://www.birdlife.org/action/science/species/birds_in_europe/birds_in%20the_eu.pdf (14.7.2009)
- Blume, D. (1983): Die Spechte in Waldökosystemen. Unterricht Biologie 19. S. 59-85. Zit. in: Zahner (2001): Strategie zum Vogelschutz im Bayerischen Staatswald Zukunft oder Auslaufmodell. Abhandlungen und Berichte aus dem Museum Heineanum 5. S. 23-29
- Bundesministerium für Naturschutz (2002): Systematik der Biotoptypen- und Nutzungskartierung (Kartieranleitung). Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz. Heft 73. Bonn.
- Burschel, P. & Huss, J. (2003): Grundriss des Waldbaus. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Ulmer, Stuttgart. 487 S.
- Bütler, R. & Schlaepfer, R. (2004): Wie viel Totholz braucht der Wald? Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 155. S. 31-37
- Carli, A. (2007): Forstliche Standortserkundung für das Gesäuse. Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH. 161 S.
- Cieslak, M. & Dombrowski, A. (1993): The effect of forest size on breeding bird communities. Acta Ornithologica 27. S. 97-111
- Cyr, A. & Oelke, H. (1976): Vorschläge zur Standardisierung von Biotopbeschreibungen bei Vogelbestandsaufnahmen im Waldland. Die Vogelwelt 97. S. 161-175
- Egger, G. & Hassler, J. (2007): Vorprojekt: Modellierung der Vegetation der FFH-Lebensräume und deren Erhaltung auf Waldflächen für den NATURA-2000 Managementplan Gesäuse. Umweltbüro, Klagenfurt.
- Ewald, J. (2001): Der Bergmischwald der Alpen: Fichte-Tanne-Buche in Variation. LWF Aktuell. S. 28-29
- Flade, M. (1994): Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands – Grundlagen für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in der Landschaftsplanung. IHW-Verlag, Eching. 879 S.
- Freitag, H. (1962): Einführung in die Biogeographie von Mitteleuropa. Fischer Verlag, Stuttgart. 214 S.
- Hasitschka, J. (2005): Gesäusewälder. Eine Forstgeschichte nach Quellen von den Anfängen bis 1900. Schriften des Nationalparks Gesäuse, Admont. Band 1. 12. S.

- Hoffert, H. & Anfang, C. (2006): Digitale CIR-Luftbildkartierung im Nationalpark Gesäuse. Gem. Habitatp Interpretation Key II. Endbericht, unveröffentlicht. 69 S.
- IUCN (2009): IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. URL: www.iucnredlist.org (14.7.2009)
- Jedicke, E. (1996): Brutvogelgemeinschaften in Buchen-Althölzern und -Schirmbestand im Kroidorfer Forst bei Gießen. Forstwissenschaftliches Centralblatt 115. S.163-173
- Jedicke, E. (1997): Spechte als Zielarten des Naturschutzes. Ökologie und Verbreitung, Eignung als Indikator, Methoden und Gefährdungsanalyse. Vogelkundliche Hefte Edertal 23. S. 5-43
- Jedicke, E. (1999): Avizönosen und Waldstruktur unter konventionellem und ökologischem Waldbau im Vergleich – Aspekte der Biodiversität. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 29. S. 547-554
- Kaule, G. (1991): Arten- und Biotopschutz. 2. Auflage. Ulmer, Stuttgart. 519 S.
- Klenke, R., Biedermann, M., Keller, M., Lämmel, D., Schorcht, W., Tschierschke, A., Zillmann, F., Neubert, F. (2004): Habitatansprüche, Strukturbindung und Raumnutzung von Vögeln und Säugetieren in forstwirtschaftlich genutzten Kiefer- und Buchenwäldern. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 38. S. 102-110
- Klosius, H. (2008): Species richness and composition of bird assemblages along an elevational gradient in the Eastern Alps (National Park Gesäuse, Austria). Diplomarbeit Universität Wien. 45 S.
- Koch, N. (1976): Die Vogelwelt eines montanen Tannen-Buchen-Fichten-Waldes, dargestellt am Beispiel der Hohen Rhone. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 127: S.558-577
- Kreiner, D. & Zimmermann, T. (2008): Karte der aktuellen Vegetation, Version 2.0, für das Natura 2000 Gebiet Ennstaler Alpen/Gesäuse und den Nationalpark Gesäuse. Unveröffentlicht.
- Leyer, I. & Wesche K. (2007): Multivariate Statistik in der Ökologie. Eine Einführung. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 221 S.
- LWF (2004): Biotopbäume und Totholz – Vielfalt im Wald. Merkblatt 17 der bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. 4 S.
- Matthäus, G. (1992): Vögel - Hinweise zur Erfassung und Bewertung im Rahmen landschaftsökologischer Planungen. In: Trautner, J. (Hrsg.) (1991): Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. BVDL-Tagung Bad Wurzach, Ökologie in Forschung und Anwendung, 5. S. 27-38
- Müller, J. (2005): Waldstrukturen als Steuergröße für Artengemeinschaften in kollinen bis submontanen Buchenwäldern. Dissertation, Technische Universität München. 227 S.

- Nationalpark Gesäuse (2006): LIFE-Waldmanagement: Voran zum Naturwald.
URL: <http://www.nationalpark.co.at/nationalpark/de/life-waldmanagement.php>
- Nationalparkverwaltung Berchtesgaden (Hrsg.)(2006): HABITALP – Alpine Habitat Diversity. Projektbroschüre. URL: <http://www.habitalp.de/deutsch/seiten/practivities.htm> (28.04.2009)
- Nipkow, M. (1995): Ein synoptischer Verfahrensansatz zur naturschutzfachlichen Gebietsbewertung auf der Basis multivariater Analysemethoden. Avifaunistische Untersuchungen in den Wäldern der Trockenau am südlichen Oberrhein. Schriftenreihe des Institutes für Landespflege der Universität Freiburg. H. 20. 156 S.
- Nowak, E. (1982): Wie viele Tierarten leben auf der Welt, wie viele davon in der Bundesrepublik Deutschland? *Natur und Landschaft* 57. H. 11. S. 383-389
- Rutschke, E. & Kalbe, L. (1980): Zur Bedeutung von Vogelarten als Bioindikatoren. In: Schubert, R. & Schuh, J. (Hrsg.)(1980): Bioindikation auf der Ebene der Populationen und Biogeozönosen. Band 2. Bioindikation 5. S. 77-85
- Sackl, P. & Samwald, O. (1997): Atlas der Brutvögel der Steiermark. Ergebnisse der Steirischen Brutvogelkartierung. *Birdlife Österreich – Landesgruppe Steiermark und Steiermärkisches Landesmuseum Joanneum* (Hrsg.). Austria Medien Service, Graz. 432 S.
- Schmidt, O. (1997): Empfehlungen für den Vogelschutz im Bayerischen Staatswald. Bayerisches Landesamt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.). Eigenverlag, Freising. 52 S.
- Scherzinger, W. (1989): Biotopansprüche bedrohter Waldvogelarten und ihre Eingliederung in die Waldsukzession. *Stapfia* 20. S. 81-100
- Sikora, L. & Seiffert, P. (2003): Schützen durch nützen – gilt das auch für den Wald? URL: <http://www.kerniges-holz.de/wertvolles-holz/naturschutz.htm> (28.04.2009)
- Sikora, L. (2005): Umsetzung der Erzeugerkriterien „Rotkernige Buche“. Erfassung von Schwarzspechthöhlenbäumen und Greifvogelhorstbäumen. Abschlussbericht. URL: <http://www.kerniges-holz.de/upload/pdf2.pdf> (28.04.2009)
- Sperber, G. (1999): Veränderungen des Brutvogelbestandes älterer Perlgras-Hainsimsen-Buchenwälder unter dem Einfluss von 25 Jahren naturgemäßer Bewirtschaftung. *Deutsche Ornithologen-Gesellschaft Tagungsband 1999, Bayreuth*. S. 110
- Steiof, K. (1983): Zur Eignung von Vögeln als Bioindikatoren für die Landschaftsplanung. *Natur und Landschaft* 58. H. 9. S. 340-342
- Sturm, K. (1984): Auswirkung der Vegetation auf die Vogelwelt in zwei Forstorten im Staatlichen Forstamt Hannover. *Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens* 37. S.168-173

- Utschick, H. (1991): Beziehungen zwischen Totholzreichtum und Vogelwelt in Wirtschaftswäldern. Forstwissenschaftliches Centralblatt 110. S. 135-148
- Utschick, H. (2002): Vergleichende waldökologische Untersuchungen in Naturwaldreservaten (ungenutzten Wäldern) und Wirtschaftswäldern unterschiedlicher Naturnähe (unter Einbeziehung der Douglasie) in Mittelschwaben. Abschlussbericht 2002. Teil 5/2: Vögel. Forschungsvorhaben des BMBF und der bayerischen Staatsforstverwaltung. 148 S.
- Utschick, H. (2004): Reaktionen von Vogel-Gemeinschaften auf einen Sturmwurf. AFZ-Der Wald 2. S. 85-87
- Wagner, H. (1972): Regionale Einheiten der Waldgesellschaften in Niederösterreich 1:500 000. Atlas von Niederösterreich. Wien. In: Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historische Sicht. Ulmer, Stuttgart. 1096 S.
- Wartmann, B. & Furrer, R.K. (1978): Zur Struktur der Avifauna eines Alpentaales entlang eines Höhengradienten. II. Ökologische Gilden. Der Ornithologische Beobachter 75. S. 1-9
- Wakonigg, H. (1978): Witterung und Klima in der Steiermark. Verlag für die Technische Universität Graz, Graz. 473 S.
- Zahner, V. (1999): Haben Waldvögel Bedeutung für die Forstwirtschaft? AFZ-Der Wald 8. S. 386-387
- Zahner, V. (2001): Strategie zum Vogelschutz im Bayerischen Staatswald Zukunft oder Auslaufmodell. Abhandlungen und Berichte aus dem Museum Heineanum 5. S. 23-29
- Zimmermann, T. (2008): Kopfdatenkorrelierung für 335 Wald-Vegetationsdaten aus dem Nationalpark Gesäuse. Unveröffentlicht.
- Zechner, L. (2001): Ornithologische Kartierung 2000. Buchsteingebiet – Nationalpark Gesäuse. BirdLife Österreich, Landesgruppe Steiermark. Unveröff.
- Zulka, K. (2005): Rote Liste gefährdeter Tiere Österreichs Teil 1. Böhlau Verlag, Wien. 406 S.

9. Erklärung

Hiermit erkläre ich, Jürgen Hengsberger, dass die vorgelegte Diplomarbeit selbstständig verfasst wurde, ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet wurden sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet sind. Diese Arbeit wurde des Weiteren keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und nicht veröffentlicht.

Ort, Datum

Unterschrift

Anhang 1: Projektgebiet

Gebiet 1 (500 - 850 Meter ü. NN)	R-BMN	H-BMN
Transektende 1 (West)	554548,801	275206,506
Punkt 1	554662,566	275304,713
Transektende 1 (Ost)	554768,552	275390,280
Transektende 2 (West)	555070,952	275454,178
Punkt 2	555117,625	275588,639
Transektübergang 2-3	555271,256	275506,962
Punkt 3	555386,966	275435,980
Transektende 3 (Ost)	555511,427	275478,764
Gebiet 2 (600 - 720 Meter ü. NN)	R-BMN	H-BMN
Transektende 6 (West)	542378,063	272297,468
Punkt 6	542501,227	272378,068
Transektübergang 6-4	542643,409	272426,971
Punkt 4	542780,157	272434,216
Transektübergang 4-5	542936,829	272450,517
Punkt 5	543098,028	272494,892
Transektende 5 (Ost)	543203,080	272512,099
Gebiet 3 (500 - 740 Meter ü. NN)	R-BMN	H-BMN
Transektende 7 (West)	554189,015	274603,162
Punkt 7	554280,600	274559,022
Transektübergang 7-9	554429,235	274620,278
Punkt 9	554460,763	274786,027
Transektübergang 9-8	554564,357	274845,481
Punkt 8	554704,883	274932,860
Transektende 8 (Ost)	554781,453	275036,453
Gebiet 4 (640 - 760 Meter ü. NN)	R-BMN	H-BMN
Transektende 11 (West)	546647,300	273471,159
Punkt 11	546752,557	273462,388
Transektübergang 11-10	546920,190	273491,626
Punkt 10	547070,280	273542,306
Transektübergang 10-12	547211,598	273558,874
Punkt 12	547351,941	273601,757
Transektende 12 (Ost)	547488,387	273663,157

Tab. 17: Höhen und Koordinaten der Probenkreismittelpunkte (Punkttaxierung) beziehungsweise Transekte (Linientaxierung, Transektenden); (Österreichisches Bundesmeldenetz)

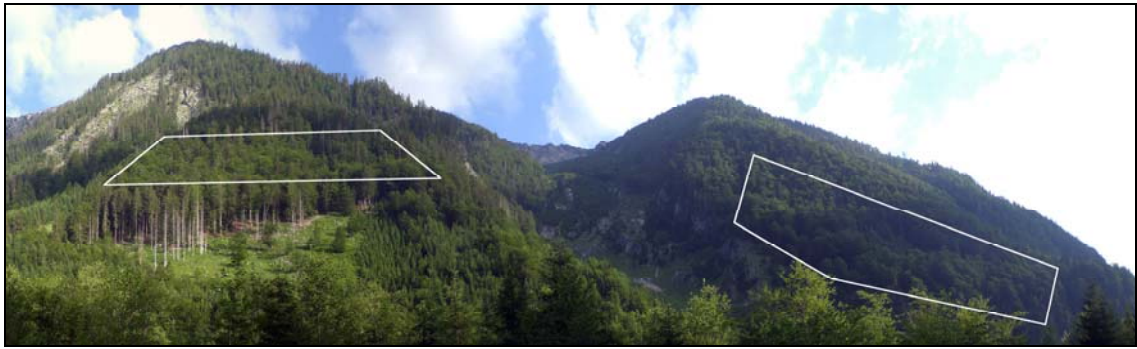


Abb. 33: Gegenhangaufnahme von Gebiet 1 (14.06.2009; Foto: Hengsberger)



Abb. 34: Untersuchungsflächen in Gebiet 1 (Luftbild überlagert mit der Karte der aktuellen Vegetation); Rot: nadelholzdominierte Bestände, Grün: laubholzdominierte Bestände



Abb. 35: Gegenhangaufnahme von Gebiet 2 (14.06.2009; Foto: Hengsberger)



Abb. 36: Untersuchungsflächen in Gebiet 2 (Luftbild überlagert mit der Karte der aktuellen Vegetation); Rot: nadelholzdominierte Bestände, Grün: laubholzdominierte Bestände

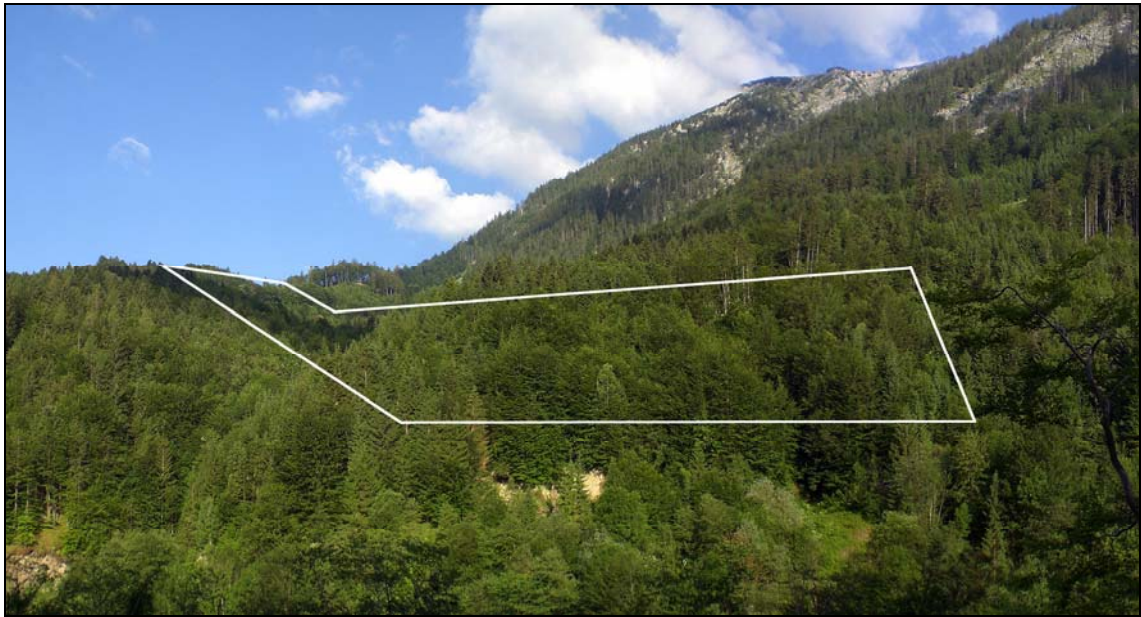


Abb. 37: Gegenhangaufnahme von Gebiet 3 (14.06.2009; Foto: Hengsberger)



Abb. 38: Untersuchungsflächen in Gebiet 3 (Luftbild überlagert mit der Karte der aktuellen Vegetation); Rot: nadelholzdominierte Bestände, Grün: laubholzdominierte Bestände



Abb. 39: Gegenhangaufnahme von Gebiet 4 (14.06.2009; Foto: Hengsberger)

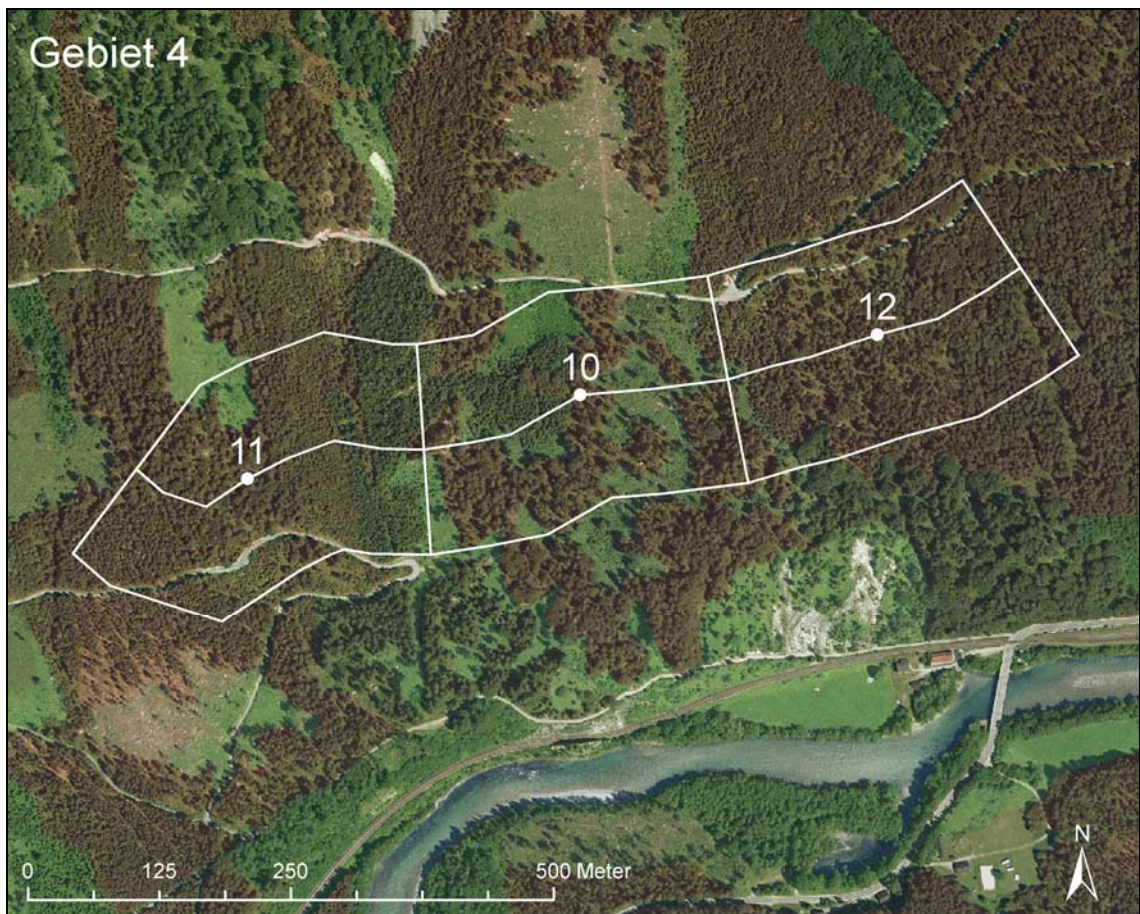


Abb. 40: Untersuchungsflächen in Gebiet 4 (Luftbild überlagert mit der Karte der aktuellen Vegetation); Rot: nadelholzdominierte Bestände, Grün: laubholzdominierte Bestände

Anhang 2: Parametersatz

Kürzel	Bezeichnung	Einheit	Datenqualität
Baumartenanteile			
Ndh	Nadelholzanteil	%	Ratio/quantitativ
Lbh	Laubholzanteil	%	Ratio/quantitativ
Fich	Anteil der Fichte (<i>Picea abies</i>)	%	Ratio/quantitativ
Lärc	Anteil der Lärche (<i>Larix decidua</i>)	%	Ratio/quantitativ
Buch	Anteil der Buche (<i>Fagus sylvatica</i>)	%	Ratio/quantitativ
Ahor	Anteil des Bergahorns (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	%	Ratio/quantitativ
Tann	Anteil der Tanne (<i>Abies alba</i>)	%	Ratio/quantitativ
Esch	Anteil der Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)	%	Ratio/quantitativ
Kief	Anteil der Kiefer (<i>Pinus sylvestris</i>)	%	Ratio/quantitativ
Slb	Anteil sonstiger Laubbaumarten	%	Ratio/quantitativ
Sfb	Anteil sonstiger Funktionsbaumarten	%	Ratio/quantitativ
Kraut- und Strauchschicht			
Krau	Deckung der Krautschicht	%	Ratio/quantitativ
Srau	Deckung der Strauchschicht	%	Ratio/quantitativ
Wuchsklassen			
Blö	Anteil an Blöße	%	Ratio/quantitativ
Juw	Anteil an Jungwuchs	%	Ratio/quantitativ
Dik	Anteil an Dickung	%	Ratio/quantitativ
Sth	Anteil an Stangenholz	%	Ratio/quantitativ
Bah	Anteil an Baumholz	%	Ratio/quantitativ
Alh	Anteil an Altholz	%	Ratio/quantitativ
Waldentwicklungsphase			
Wat	Anteil des Bestandes in der Wachstumsphase	%	Ratio/quantitativ
Übg	Anteil des Bestandes in der Übergangphase	%	Ratio/quantitativ
Opt	Anteil des Bestandes in der Optimalphase	%	Ratio/quantitativ
Tem	Anteil des Bestandes in der Terminalphase	%	Ratio/quantitativ
Baumhöenschichtung			
Einsch	Anteil einschichtiger Bestandesteile	%	Ratio/quantitativ
Zwesch	Anteil zweischichtiger Bestandesteile	%	Ratio/quantitativ
Mehsch	Anteil mehrschichtiger Bestandesteile	%	Ratio/quantitativ
Schlussgrade			
Licht	Anteil lichter Bestandesteile	%	Ratio/quantitativ
Locker	Anteil lockerer Bestandesteile	%	Ratio/quantitativ
Geschl	Anteil geschlossener Bestandesteile	%	Ratio/quantitativ
Dicht	Anteil dichter Bestandesteile	%	Ratio/quantitativ

Kürzel	Bezeichnung	Einheit	Datenqualität
Gesamtstruktur			
Glmäßg	Anteil gleichmäßiger Bestandesteile	%	Ratio/quantitativ
Lückig	Anteil lückiger Bestandesteile	%	Ratio/quantitativ
Lichtm	Anteil des Bestandes mit Lichtmangel	%	Ratio/quantitativ
Verjüngung			
Verjst	Durchschnittliche Struktur der Verjüngung	0-4	Ratio/quantitativ
Verjhö	Maximale Verjüngungshöhe	0-4	Ratio/quantitativ
Verjma	Verjüngungsmaßnahme	Ja/Nein	nominal/kategor.
Totholz			
Tothli	Liegendes Totholz	fm/ha	Ratio/quantitativ
Tothst	Stehendes Totholz	fm/ha	Ratio/quantitativ
Stöcke	Häufigkeit von Stöcken entlang einer Skala von 0 bis 5	0-5	Ratio/kategor.
Biotopstrukturen			
Biobäu	Anteil an Flächen mit Biotopbäumen	%	Ratio/quantitativ
Quelle	Anteil an Flächen mit Quellen	%	Ratio/quantitativ
Tümpel	Anteil an Flächen mit Tümpel	%	Ratio/quantitativ
Feuflä	Anteil an Flächen mit Feuchtflächen	%	Ratio/quantitativ
Felsna	Anteil an Flächen mit Felsnasen	%	Ratio/quantitativ
Rinne	Anteil an Flächen mit Rinnen	%	Ratio/quantitativ
Trosta	Anteil an Flächen mit Trockenstandorten	%	Ratio/quantitativ
Lawine	Anteil an Flächen mit Lawinengang	%	Ratio/quantitativ
Windw	Anteil an Flächen mit Windwurf	%	Ratio/quantitativ
Blöcke	Anteil an Flächen mit Verblockungen	%	Ratio/quantitativ
Wildökologische Parameter			
Äspot	Äsungspotential entlang einer Skala von 0 bis 10	0-10	Ratio/ kategor.
Deckpo	Deckungspotential entlang einer Skala von 0 bis 10	0-10	Ratio/ kategor.

Tab. 18: Beschreibung und Definition der Parametergruppen

Anhang 3: Charakterisierung der Untersuchungsflächen

Parameter	Asymptotische Signifikanzen auf Transektfläche	Asymptotische Signifikanzen auf Kreisfläche
Nadelholz	0,024	0,033
Laubholz	0,050	0,063
Fichte	0,024	0,027
Lärche	0,264	0,248
Buche	0,024	0,031
Ahorn	0,036	0,033
Tanne	0,088	0,088
Esche	0,034	0,083
Kiefer	0,024	0,023
So. Laubbaumarten	0,038	0,035
So. Funktionsbaumarten	0,389	0,407
Krautschicht	0,021	0,028
Strauchschicht	0,041	0,070
Blöße	0,088	0,392
Jungwuchs	0,979	0,734
Dickung	0,464	0,560
Stangenholz	0,287	0,445
Baumholz	0,033	0,046
Altholz	0,088	0,392
Wachstumsphase	0,086	0,156
Übergangsphase	0,540	0,588
Optimalphase	0,112	0,192
Terminalphase	0,392	0,392
Einschichtig	0,057	0,079
Zweischichtig	0,048	0,045
Mehrschichtig	0,555	0,850
Licht	0,232	0,293
Locker	0,084	0,313
Geschlossen	0,400	0,388
Dicht	0,232	0,258
Gleichmäßig	0,064	0,038
Lückig	0,047	0,038
Lichtmangel	0,080	0,080
Verjüngungsstruktur	0,060	0,051
Verjüngungshöhe	1,000	0,214
Verjüngungsmaßnahme	0,086	0,086
Liegendes_Totholz	0,054	0,052
Stehendes_Totholz	0,037	0,031
Stöcke	0,141	0,094
Biotopbäume	0,072	0,124
Quelle	0,530	0,392
Tümpel	0,392	1,000
Feuchtflächen	0,392	1,000
Felsnasen	0,037	0,067
Rinnen	0,059	0,066
Trockenstandorte	0,595	0,850
Lawinengänge	0,021	0,021
Windwurf	0,036	0,099
Blöcke	0,224	0,530
Äsungspotential	0,121	0,099
Deckungspotential	0,644	0,668

Tab. 20: Ergebnisse der Kruskal-Wallis H-Tests der Waldbestandsparameter; Parameter, die im Testflächengradienten mit signifikanten Unterschieden zwischen den vier Untersuchungsgebieten reagieren, sind durch Unterlegung hervorgehoben.

Parameter	Asymptotische Signifikanzen der Transektefläche untereinander						Asymptotische Signifikanzen der Kreisfläche untereinander					
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
Nadelholz	0,050	0,050	0,050	0,513	0,050	0,050	0,050	0,127	0,050	0,513	0,050	0,050
Laubholz	0,513	0,127	0,050	0,275	0,050	0,050	0,513	0,275	0,050	0,275	0,050	0,050
Fichte	0,050	0,050	0,050	0,513	0,050	0,050	0,127	0,050	0,050	0,275	0,050	0,050
Lärche	0,513	1,000	0,127	0,513	0,127	0,127	0,513	0,827	0,127	0,275	0,275	0,127
Buche	0,513	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,513	0,127	0,050	0,050	0,050	0,050
Ahorn	0,050	0,513	0,050	0,050	0,513	0,050	0,050	0,513	0,050	0,050	0,275	0,050
Tanne	0,121	0,121	0,121	1,000	1,000	1,000	0,121	0,121	0,121	1,000	1,000	1,000
Esche	0,050	0,275	0,127	0,050	0,127	0,050	0,046	0,275	0,513	0,046	0,121	0,275
Kiefer	0,037	1,000	0,037	0,037	0,827	0,037	0,037	1,000	0,037	0,037	0,658	0,037
So. Laubbaumarten	0,050	0,050	1,000	0,513	0,050	0,050	0,046	0,046	0,361	0,827	0,046	0,046
So. Funktionsbaumarten	0,114	0,637	0,814	0,121	0,317	0,487	0,317	0,346	0,796	0,121	0,317	0,487
Krautschicht	0,261	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,500	0,050	0,050	0,050	0,050	0,127
Strauchschicht	0,043	0,043	0,046	0,043	0,487	0,507	0,114	0,037	0,034	0,105	0,822	0,268
Blöße	0,121	1,000	1,000	0,121	0,121	1,000	0,317	1,000	1,000	0,317	0,317	1,000
Jungwuchs	0,817	0,796	0,817	0,817	0,658	0,817	0,317	0,317	0,317	0,796	0,796	0,796
Dickung	0,817	0,268	0,487	0,127	0,376	0,827	0,796	0,487	0,487	0,246	0,246	0,658
Stangenholz	0,376	1,000	0,275	0,376	0,050	0,513	0,246	1,000	0,827	0,246	0,121	0,827
Baumholz	0,046	0,050	0,127	0,046	0,046	0,827	0,121	0,050	0,275	0,037	0,037	0,513
Altholz	0,121	1,000	1,000	0,121	0,121	1,000	0,317	1,000	1,000	0,317	0,317	1,000
Wachstumsphase	0,050	0,513	0,513	0,050	0,050	0,827	0,246	0,275	0,275	0,046	0,121	0,827
Übergangsphase	0,507	0,268	0,817	0,275	0,827	0,275	0,817	0,268	0,487	0,275	0,658	0,513
Optimalphase	0,268	0,050	0,275	0,046	0,268	0,513	0,817	0,050	0,275	0,121	0,268	0,658
Terminalphase	0,317	0,317	0,317	1,000	1,000	1,000	0,317	0,317	0,317	1,000	1,000	1,000
Einschichtig	0,507	0,050	0,050	0,046	0,121	0,513	0,817	0,050	0,050	0,121	0,121	0,513
Zweischichtig	0,513	0,127	0,050	0,050	0,050	0,275	0,513	0,127	0,046	0,050	0,046	0,246
Mehrschichtig	0,658	0,246	0,827	0,246	0,827	0,268	0,817	0,796	0,796	0,246	0,817	0,796
Licht	0,376	0,246	0,275	0,817	0,127	0,121	0,317	0,317	0,121	0,796	0,246	0,246
Locker	0,037	0,037	0,121	0,513	0,275	0,275	0,121	0,121	0,121	1,000	0,376	0,658
Geschlossen	0,275	0,127	0,275	0,513	0,513	0,827	0,275	0,127	0,275	0,513	0,513	0,658
Dicht	0,487	0,127	0,513	0,121	0,507	0,127	0,817	0,127	0,827	0,121	0,507	0,127
Gleichmäßig	0,796	0,046	0,268	0,046	0,046	0,513	0,317	0,046	0,121	0,037	0,037	0,513
Lückig	0,246	0,050	0,275	0,046	0,046	0,275	0,317	0,046	0,121	0,037	0,037	0,513
Lichtmangel	0,121	0,513	0,376	0,037	0,121	0,050	0,121	0,513	0,376	0,037	0,121	0,050
Verjüngungsstruktur	0,487	0,050	0,127	0,046	0,121	0,275	0,817	0,050	0,275	0,046	0,121	0,050
Verjüngungshöhe	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,114	0,317	0,114	0,317	0,456
Verjüngungsmaßnahme	1,000	0,114	1,000	0,114	1,000	0,114	1,000	0,114	1,000	0,114	1,000	0,114
Liegendes_Totholz	0,046	0,050	0,050	0,046	0,507	0,513	0,037	0,050	0,050	0,037	0,487	0,513
Stehendes_Totholz	0,507	0,127	0,050	0,046	0,046	0,127	0,487	0,077	0,050	0,037	0,037	0,127
Stöcke	0,513	0,827	0,050	0,513	0,050	0,127	0,077	0,513	0,050	0,513	0,050	0,127
Biotopbäume	0,046	0,127	0,127	0,246	0,046	0,827	0,037	0,275	0,275	0,121	0,121	0,376
Quelle	0,317	0,796	0,317	0,317	1,000	0,317	0,317	0,317	0,317	1,000	1,000	1,000
Tümpel	1,000	0,317	1,000	0,317	1,000	0,317	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Feuchtflächen	1,000	0,317	1,000	0,317	1,000	0,317	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Felsnasen	0,050	0,046	0,050	0,046	0,513	0,268	0,050	0,046	0,046	0,268	0,507	0,796
Rinnen	0,275	0,050	0,046	0,275	0,121	0,121	0,127	0,050	0,046	0,275	0,121	0,817
Trockenstandorte	0,376	0,827	0,827	0,127	0,513	0,827	0,796	0,817	0,796	0,246	0,796	0,817
Lawinengänge	0,050	0,127	0,037	0,050	0,121	0,037	0,046	0,127	0,037	0,046	0,317	0,037
Windwurf	0,046	0,037	0,127	0,317	0,268	0,037	0,121	0,037	0,121	0,317	0,796	0,317
Blöcke	0,121	1,000	0,317	0,121	0,487	0,317	0,317	1,000	0,317	0,317	0,796	0,317
Äsungspotential	0,127	0,127	0,513	0,050	0,827	0,127	0,127	0,275	0,127	0,050	0,513	0,127
Deckungspotential	0,513	0,827	0,275	0,513	0,513	0,275	0,827	0,827	0,275	0,513	0,513	0,275

Tab. 21: Ergebnisse der Mann-Whitney U-Tests der Waldbestandsparameter; Parameter, die im Testflächengradienten mit signifikanten Unterschieden zwischen den jeweiligen Untersuchungsgebieten reagieren, sind durch Unterlegung hervorgehoben.

Anhang 4: Ergebnisse der Linientaxierung

Art	Nest- gilde	Nahr.- gilde	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12
Buchfink	Ba	CBa	18	12	10	13	11	12	16	11	14	9	7	12
Wintergohähnchen	Ba	CBa	3	2	0	6	2	5	0	3	1	3	4	6
Sommergohähnchen	Ba	CBa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Wacholdedrossel	Ba	CBo	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
Misteldrossel	Ba	CBo	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Singdrossel	Ba, St	CBo	4	6	3	5	5	7	6	5	6	7	3	5
Amsel	Ba, St	CBo	1	2	5	2	3	2	6	4	4	4	3	4
Gimpel	Ba	HBa	3	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1
Tannenhäher	Ba	HBa	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1
Fichtenkreuzschnabel	Ba	HBa	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grünfink	Ba, St	HBo	0	2	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Ringeltaube	Ba, St	HBo	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Mäusebussard	Ba	AWi	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1
Rabenkrähe	Ba	Om	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Zilpzalp	Bo	CBa	7	5	3	8	4	6	4	5	5	5	4	2
Fitis	Bo	CBa	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
Berglaubsänger	Bo	CBa	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Waldlaubsänger	Bo	CBa	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Rotkehlchen	Bo	CBo	10	10	7	7	10	12	7	4	6	8	12	10
Zaunkönig	Bo	CBo	4	2	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0
Baumpieper	Bo	CBo	2	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0
Waldschnepfe	Bo	CBo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Waldbaumläufer	Hö	Stk	6	3	5	2	2	4	4	4	2	6	8	7
Kleiber	Hö	Stk	6	8	5	0	1	4	3	5	3	0	2	1
Schwarzspecht	Hö	Stk	2	2	0	1	1	1	2	1	2	0	0	1
Buntspecht	Hö	Stk	1	0	0	2	0	0	1	0	0	1	1	0
Weißrückenspecht	Hö	Stk	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tannenmeise	Hö	CBa	16	11	10	6	6	8	11	8	13	12	17	14
Kohlmeise	Hö	CBa	11	8	6	5	5	2	6	4	5	4	6	2
Blaumeise	Hö	CBa	5	3	3	3	1	1	1	0	2	1	1	0
Haubenmeise	Hö	CBa	0	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
Weidenmeise	Hö	CBa	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
Sumpfmeise	Hö	CBa	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grünspecht	Hö	CBo	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0
Haselhuhn	Hö	HBo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Hohltaube	Hö	HBo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Trauerschnäpper	Hö	AWI	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Mönchsgrasmücke	St	CBa	1	2	1	1	0	0	2	2	0	1	0	1
Heckenbraunelle	St	CBo	1	1	1	0	0	2	2	1	0	0	1	2
Turmfalke	Fe, Ba	AWi	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hausrotschwanz	Fe, Ge	AWI	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kuckuck	Bp	CBo	2	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	1

Tab. 23: Ergebnisse der Linientaxierung auf den 12 Transekten, sortiert nach Nest- und Nahrungsgilden (vgl. Tab. 6 und 7)

	Asymptotische Signifikanzen
Artensumme	0,619
Individuensumme	0,553
Buchfink	0,323
Tannenmeise	0,058*
Rotkehlchen	0,113
Kohlmeise	0,115
Singdrossel	0,641
Zilpzalp	0,476
Waldbaumläufer	0,051*
Amsel	0,174
Kleiber	0,044**
Wintergoldhähnchen	0,134
Blaumeise	0,075*
Naturnähezeiger	0,943
Strukturzeiger	0,409
Waldlücken- u. Lichtwaldzeiger	0,207
Wald-Offenland-Arten	0,688
sonstige Arten	0,200
carnivore Bodenvögel	0,633
herbivore Bodenvögel	0,093*
Stammkletterer	0,083*
carnivore Baumvögel	0,857
herbivore Baumvögel	0,186
Ansitzjäger Wirbeltiere	0,737
Ansitzjäger wirbellose Tiere	0,748
Ominivore	0,530
Bodenbrüter	0,466
Strauchbrüter	0,503
Baumbrüter	0,888
Höhlenbrüter	0,042**
Brutparasit	0,939
Baum- u. Strauchbrüter	0,397
Fels- u. Baumbrüter	0,392
Fels- u. Strauchbrüter	0,392

Tab. 24: Ergebnisse des Mann-Whitney U-Tests auf Unterschiede der Ergebnisse aus der Linientaxierung im Gebietsgradienten.

** Gilden beziehungsweise Arten mit signifikanten Unterschiede

* Gilden beziehungsweise Arten mit einem Signifikanzniveau von $<0,1$

Anhang 5: Ergebnissen der Punkttaxierung

Art	Kürzel	Punkt 1		Punkt 2		Punkt 3		Punkt 4		Punkt 5		Punkt 6		Punkt 7		Punkt 8		Punkt 9		Punkt 10		Punkt 11		Punkt 12														
		A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3										
Amsel		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
Baumpieper		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
Blaumeise		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
Buchfink		2	4	3	2	3	1	1	2	3	1	2	2	2	1	3	2	3	2	4	3	1	3	2	2	1	3	2	0									
Buntspecht		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Gimpel		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Grünfink		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Grünspecht		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Haubenmeise		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Heckenbraunelle		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Kleiber		0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Kohlmeise		3	0	1	1	0	1	2	1	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Kuckuck		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Mäusebussard		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Misteldrossel		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Mönchsgrasmücke		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Rotkehlchen		2	1	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Schwarzspecht		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Singdrossel		1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Sommergoldhähnchen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Tannenhäher		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Tannenmeise		1	2	2	3	2	2	1	3	2	0	0	1	1	0	2	2	3	0	2	2	3	0	3	1	2	3	1	2									
Wacholderdrossel		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Waldbaumläufer		0	1	0	0	2	0	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Weidenmeise		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Weißrückenspecht		0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Wintergoldhähnchen		0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Zaunkönig		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Zilpzalp		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Artensumme		6	7	6	8	10	5	6	6	5	11	5	5	8	3	5	10	6	8	7	9	8	11	7	4	4	6	5	8	9	9	5	10	7	8	9	10	
Individuensumme		10	11	10	16	14	9	7	10	7	18	8	6	12	6	7	17	11	11	10	15	14	18	9	8	6	10	10	16	18	13	7	16	13	15	13	11	
Artensumme pro Punkt		11			14			8			13			10		10		14		14		12		15		14		10		14		12		12		16		
Individuensumme pro Punkt		31			39			24			32			25		25		39		39		39		35		47		26		47		36		36		39		
Artensumme pro Gebiet					18						21			19		19							21												23			
Individuensumme pro Gebiet					94						96			96		96							100													122		

Tab. 25: Vogeldaten der Punkttaxierung; A1: Aufnahmen vom 10.04.-15.04.2009, A2: Aufnahmen vom 08.05.-13.05.2009, A3: Aufnahmen vom 10.06-14.06.2009

Art	Nest- gilde	Nahr- gilde	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12
Buchfink	Ba	CBa	9	8	4	6	6	6	10	8	9	6	6	4
Wintergohähnchen	Ba	CBa	0	2	0	2	0	2	0	1	0	1	1	1
Sommergohähnche	Ba	CBa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Wacholdedrossel	Ba	CBo	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
Misteldrossel	Ba	CBo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Singdrossel	Ba, St	CBo	2	2	0	2	2	4	3	2	3	7	5	4
Amsel	Ba, St	CBo	0	1	1	1	1	0	4	1	1	5	2	2
Tannenhäher	Ba	HBa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
Gimpel	Ba	HBa	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Grünfink	Ba, St	HBo	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Mäusebussard	Ba	AWi	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Zilpzalp	Bo	CBa	1	1	0	4	1	3	3	4	0	6	4	3
Rotkehlchen	Bo	CBo	4	6	2	4	7	5	4	4	1	0	3	5
Baumpieper	Bo	CBo	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0
Zaunkönig	Bo	CBo	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
Waldbaumläufer	Hö	Stk	1	2	5	2	1	3	2	2	0	6	4	4
Kleiber	Hö	Stk	2	1	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0
Schwarzspecht	Hö	Stk	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Buntspecht	Hö	Stk	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Weißrückenspecht	Hö	Stk	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tannenmeise	Hö	CBa	5	7	6	1	3	7	4	6	6	6	6	6
Kohlmeise	Hö	CBa	4	2	4	6	1	1	4	1	2	1	2	1
Blaumeise	Hö	CBa	0	3	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Weidenmeise	Hö	CBa	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Haubenmeise	Hö	CBa	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Grünspecht	Hö	CBo	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0
Heckenbraunelle	St	CBo	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
Mönchsgrasmücke	St	CBa	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	1
Kuckuck	Bp	CBo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Tab. 26: Ergebnisse der Punkttaxierung auf den 12 Punkten, sortiert nach Nest- und Nahrungsgilden (vgl. Tab. 6 und 7)

	Asymptotische Signifikanzen
Artensumme	0,550
Individuensumme	0,379
Buchfink	0,109
Tannenmeise	0,700
Rotkehlchen	0,368
Kohlmeise	0,412
Singdrossel	0,049**
Zilpzalp	0,158
Waldbaumläufer	0,146
Amsel	0,073*
Kleiber	0,545
Wintergoldhähnchen	0,499
Blaumeise	0,659
Naturnähezeiger	0,885
Strukturzeiger	0,170
Waldlücken- u. Lichtwaldzeiger	0,621
Wald-Offenland-Arten	0,106
sonstige Arten	0,659
carnivore Bodenvögel	0,086*
herbivore Bodenvögel	0,532
Stammkletterer	0,481
carnivore Baumvögel	0,705
herbivore Baumvögel	0,367
Ansitzjäger wirbellose Tiere	0,532
Bodenbrüter	0,243
Strauchbrüter	0,476
Baumbrüter	0,793
Höhlenbrüter	0,278
Brutparasit	0,532
Baum- u. Strauchbrüter	0,035**

Tab. 27: Ergebnisse des Mann-Whitney U-Tests auf Unterschiede der Ergebnisse aus der Punkttaxierung im Gebietsgradienten.

** Gilden beziehungsweise Arten mit signifikanten Unterschiede

* Gilden beziehungsweise Arten mit einem Signifikanzniveau von <0,1

Anhang 6: Auswirkungen der Waldstrukturen auf die Vogelzönosen

