

MIT UNTERSTÜTZUNG VON BUND, LÄNDERN UND EUROPÄISCHER UNION



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH



Europäischer  
Landwirtschaftsfonds für  
die Entwicklung des  
ländlichen Raums:  
Hier investiert Europa in  
die ländlichen Gebiete



# Waldvogelindikator für Österreich (Woodland Bird Index)

Norbert Teufelbauer<sup>1</sup>, Richard Büchsenmeister<sup>2,3</sup>,  
Ambros Berger<sup>2</sup>, Benjamin Seaman<sup>1</sup> & Bruno Regner<sup>2</sup>

Wien, im Mai 2014

1: BirdLife Österreich

2: Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) –  
Institut für Waldinventur

3: Projektleitung

Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser-  
wirtschaft, Zahl: BMLFUW-LE.1.3.7/0029-II/5/2012



## Inhalt

1	Zusammenfassung .....	1
2	Einleitung .....	2
2.1	Ziele dieser Studie .....	5
3	Material und Methoden .....	6
3.1	Definition „Wald“ .....	6
3.2	Auswahl der Indikatorarten .....	6
3.2.1	Vorauswahl: Artenliste Waldvogelarten .....	6
3.2.2	Artenauswahl .....	9
3.3	Repräsentativität Brutvogel-Monitoring und Erweiterung der Stichprobe .....	12
3.4	Exploration der gemeinsamen Datenbestände von BFW und BirdLife .....	14
3.4.1	Vogeldaten .....	14
3.4.2	Österreichische Waldinventur .....	14
3.4.3	Fernerkundungsdaten .....	15
3.4.4	Analyse .....	16
4	Ergebnisse .....	18
4.1	Auswahl der Indikatorarten .....	18
4.1.1	Vorläufiger Indikator .....	20
4.2	Repräsentativität Brutvogel-Monitoring und Erweiterung der Stichprobe .....	21
4.3	Exploration der gemeinsamen Datenbestände von BFW und BirdLife .....	24
5	Diskussion .....	29
5.1	Auswahl der Indikatorarten .....	29
5.1.1	Ideale vs. realisierbare Artenauswahl .....	29
5.1.2	Artenset für Österreich vs. westeuropäisches Artenset .....	30
5.2	Verbesserungsmöglichkeiten .....	30
5.2.1	Umsetzung: jährliche Aktualisierung der Indikatoren .....	31
5.3	Exploration der gemeinsamen Datenbestände von BFW und BirdLife .....	32
5.3.1	Datenqualität .....	32
5.3.2	Räumliche Verschneidung von Wald- und Vogeldaten .....	33
5.3.3	Analyseergebnisse .....	33
5.3.4	Ausblick .....	35
6	Literatur .....	36
7	Danksagungen .....	40
8	Anhang .....	41
8.1	Anhang A1: Datenexploration terrestrische Daten .....	41
8.2	Anhang A2: Datenexploration ALS-Daten .....	45
8.3	Anhang A3: Datenexploration – Vogeldaten (Präsenz/Absenz) .....	47

## 1 Zusammenfassung

In dieser Studie wurde ein vorläufiger Waldvogelindikator für Österreich entwickelt, dessen Verlauf stellvertretend für die Bestandsentwicklung aller Waldvögel steht. Der Indikator basiert auf den Bestandstrends von Vogelarten, die im Rahmen des „Monitoring der Brutvögel Österreichs“ von BirdLife Österreich errechnet werden. Der Indikator besteht aus 19 Vogelarten: Hohltaube, Kuckuck, Schwarzspecht, Buntspecht, Zaunkönig, Rotkehlchen, Nachtigall, Amsel, Berglaubsänger, Waldlaubsänger, Wintergoldhähnchen, Sommergoldhähnchen, Halsbandschnäpper, Sumpfmeise, Haubenmeise, Pirol, Eichelhäher, Fichtenkreuzschnabel sowie wahlweise Fitis oder Tannenmeise. Der Auswahlprozess erfolgte aus einer Liste österreichischer Waldbrutvögel und stützte sich auf die Empfindlichkeit einer Vogelart bezüglich Ressourcennutzung und ihren Spezialisierungsgrad. Der Indikator bildet die meisten jener Ressourcen ab, die von der gesamten Avifauna des österreichischen Waldes genutzt werden. Ein Indikator, der alle diese Ressourcen abbildet, ist aufgrund fehlender Daten zur Bestandsentwicklung einiger Vogelarten derzeit nicht umsetzbar. Der vorläufige Woodland Bird Index (WBI) für Österreich zeigt im Zeitraum 1998-2012 eine schwache Abnahme (Abb. 9).

Mit Hilfe von Daten der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) wurde geprüft, inwieweit das Monitoring der Brutvögel Österreichs den österreichischen Wald repräsentativ abbildet. Zur Prüfung wurden die Parameter Wuchsgebiet (gruppiert), Seehöhe und Waldtyp (Laub-, Misch- und Nadelwald) herangezogen. Größere Abweichungen bestehen insbesondere bei Misch- und Nadelwald in großen Seehöhen im Alpenraum. Mit Hilfe einer gezielten Erweiterung der Zählungen des Brutvogel-Monitorings (BVM) könnte dessen Repräsentativität und somit die des WBI deutlich verbessert werden. Eine Schätzung der Kosten für eine jährliche Aktualisierung des WBI wurde vorgenommen.

Die Daten des BVM wurden mit Hilfe logistischer Regressionen und Daten aus der ÖWI als Erklärungsvariablen explorativ analysiert. Aufgrund der räumlich unterschiedlichen Erhebungssysteme konnten nicht alle vorliegenden Datensätze der terrestrischen Erhebung verwendet werden. Alternativ wurden auch flächendeckende Airborne-Laserscanning-Daten (ALS) verwendet, wodurch alle Zählpunkte des BVM verwendet werden konnten. Jedoch liegen die ALS-Daten derzeit nur für das Bundesland Tirol vor. Zwischen beiden Sets an Erklärungsvariablen des BFW und dem Vorkommen von einzelnen Vogelarten wurden trotz der relativ geringen Stichproben zahlreiche plausible Zusammenhänge gefunden. Aus den Ergebnissen der Datenexploration kann geschlossen werden, dass die Verknüpfung von Daten des BVM und der österreichischen Waldinventur sinnvolle Ergebnisse liefert und weiterführende Untersuchungen in diesem Themenfeld lohnend wären. Verbesserungen für weiterführende Analysen werden diskutiert.

## 2 Einleitung

Seit dem Jahr 1998 wird in Österreich das „Monitoring der Brutvögel Österreichs“ durchgeführt – ein Erfassungsprogramm für häufige Brutvogelarten. Ehrenamtliche MitarbeiterInnen zählen jedes Frühjahr an festgelegten Zählpunkten alle dort angetroffenen Vögel (Teufelbauer 2010). Aus den Zählungen wird mittels einer speziellen Auswertungs-Software, die Lücken in den Zeitreihen berücksichtigen kann, die Bestandsentwicklung berechnet (z. B. Teufelbauer 2013). Im Schnitt beteiligten sich etwa 160 Personen pro Jahr an den Zählungen. Im Mittel werden pro Zählung zwölf Zählpunkte bearbeitet. Die Summe aller Zählpunkte einer Zählung ist die sogenannte „Zählstrecke“. In den letzten Jahren wurden in Österreich jährlich ca. 230 Zählstrecken bearbeitet (Abb. 1, Abb. 2). Derzeit sind aus dem BVM Bestandstrends für 89 Vogelarten berechenbar (Teufelbauer 2013).

Erfassungsprogramme wie das BVM werden in der Mehrzahl der europäischen Länder durchgeführt (European Bird Census Council 2014). Die Arbeit mit freiwilligen ZählerInnen („citizen science“) hat in der Naturschutzforschung eine lange Tradition und ist wissenschaftlich anerkannt (Übersicht in Greenwood 2007). Aus der guten Datenlage heraus entstand einerseits die Idee, Bestandstrends nicht nur für einzelne Länder sondern auch für Gesamteuropa zu berechnen. Andererseits wurden auch Indikatoren entwickelt, die die Bestandsentwicklung der für einen Großlebensraum typischen Vogelarten summieren (sog. „Summenindikatoren“; Ter Braak et al. 1994, Gibbons 2000, van Strien et al. 2001 und 2004, Gregory et al. 2003, 2005 und 2008). Ziel eines solchen „state“-Indikators ist es, Information über die mittlere Entwicklung aller Vogelarten des betroffenen Lebensraumes zu liefern (Gregory et al. 2005). Für die großen Lebensräume Kulturlandschaft und Wald werden solche Indikatoren seit Jahren für Europa bzw. für Teilregionen erstellt (European Bird Census Council 2014; Abb. 3). Die gute Datenlage, auf der diese Indikatoren basieren, führte dazu, dass der Indikator „Biodiversität: Bestand der Feldvögel“ in den Gemeinsamen Begleitungs- und Bewertungsrahmen zur Evaluierung der Maßnahmen für die Entwicklung des ländlichen Raumes (LE 2007-2013) aufgenommen wurde und von allen EU-Mitgliedsstaaten bereitzustellen ist. Im Farmland Bird Index (FBI) stehen Vögel stellvertretend für Biodiversität: der Verlauf des Indikators soll helfen, die Auswirkungen der Maßnahmen des Programms für die Entwicklung des ländlichen Raumes auf die Biodiversität zu bewerten (Generaldirektion Landwirtschaft und Ländliche Entwicklung 2006).

Zur Umsetzung dieses „Farmland Bird Index“ im Auftrag des Lebensministeriums wurde zunächst eine Vorstudie durchgeführt. In dieser wurden (1) die für Österreich am besten geeigneten Indikatorarten ausgewählt, (2) analysiert inwieweit alle landwirtschaftlich genutzten Flächen durch die vorliegenden Zählungen abgebildet werden konnten (und Erweiterungen der Zählungen insbesondere in höheren Lagen vorgeschlagen) und der Finanzierungsbedarf für die Umsetzung geschätzt (Frühauf & Teufelbauer 2008). In einem weiteren Schritt erfolgte im Jahr 2008 eine beträchtliche Vergrößerung der Stichproben (auch mit Hilfe bezahlter Erhebungen in den Bergen), eine genaue Analyse der Bestandsentwicklung von 20 Indikatorarten sowie die Darstellung des Trends ab dem Jahr 1998 (Teufelbauer 2009). Seitdem wurde der FBI jährlich aktualisiert (Teufelbauer 2010b, 2011, 2012b und 2013; Abb. 4). Daneben wurden und werden die Rohdaten des BVM auch für weiterführende Studien im Bereich Landwirtschaft genutzt: Einfluss von ÖPUL-Maßnahmen auf das Vorkommen von Vogelarten (Frühauf & Teufelbauer 2006), Untersuchung möglicher regionaler Unterschiede des FBI (Teufelbauer 2010b) und Untersuchung des Einflusses von Landschaftselementen (wird dzt. durchgeführt).

Durch die überwiegend ehrenamtliche Datenerfassung ist das Brutvogel-Monitoring und damit auch der FBI sehr kosteneffizient, da lediglich für die professionelle Arbeit in Organisation und Planung

Kosten anfallen. Beim österreichischen FBI liegt die ehrenamtliche erbrachte Leistung derzeit in einer Größenordnung von etwa 70.000 €/Jahr.

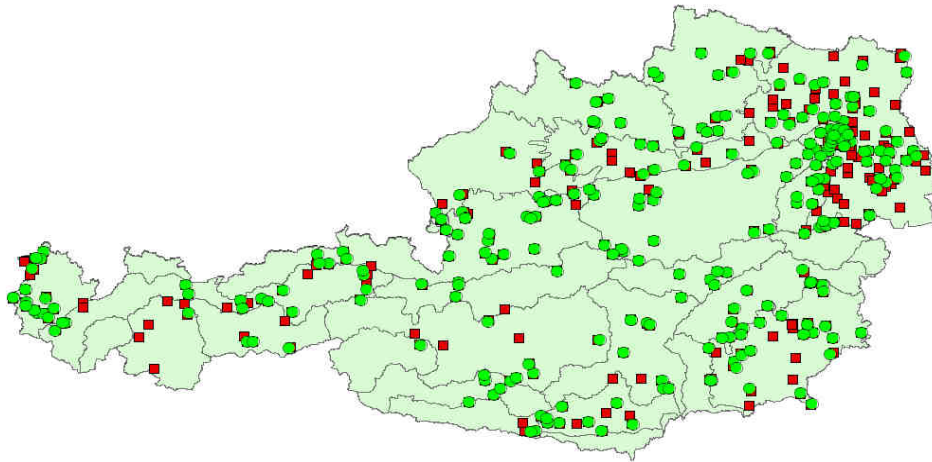


Abb. 1: Verteilung der Zählstrecken des BVM 1998-2012 (grün – Zählstrecken mit Waldbezug).

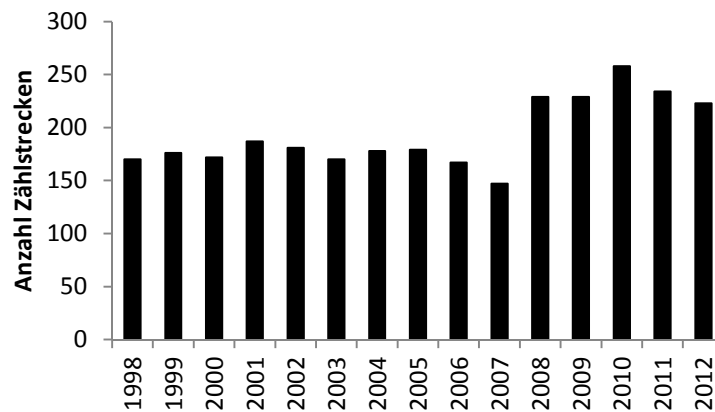


Abb. 2: Anzahl bearbeiteter Zählstrecken seit Beginn des BVM.

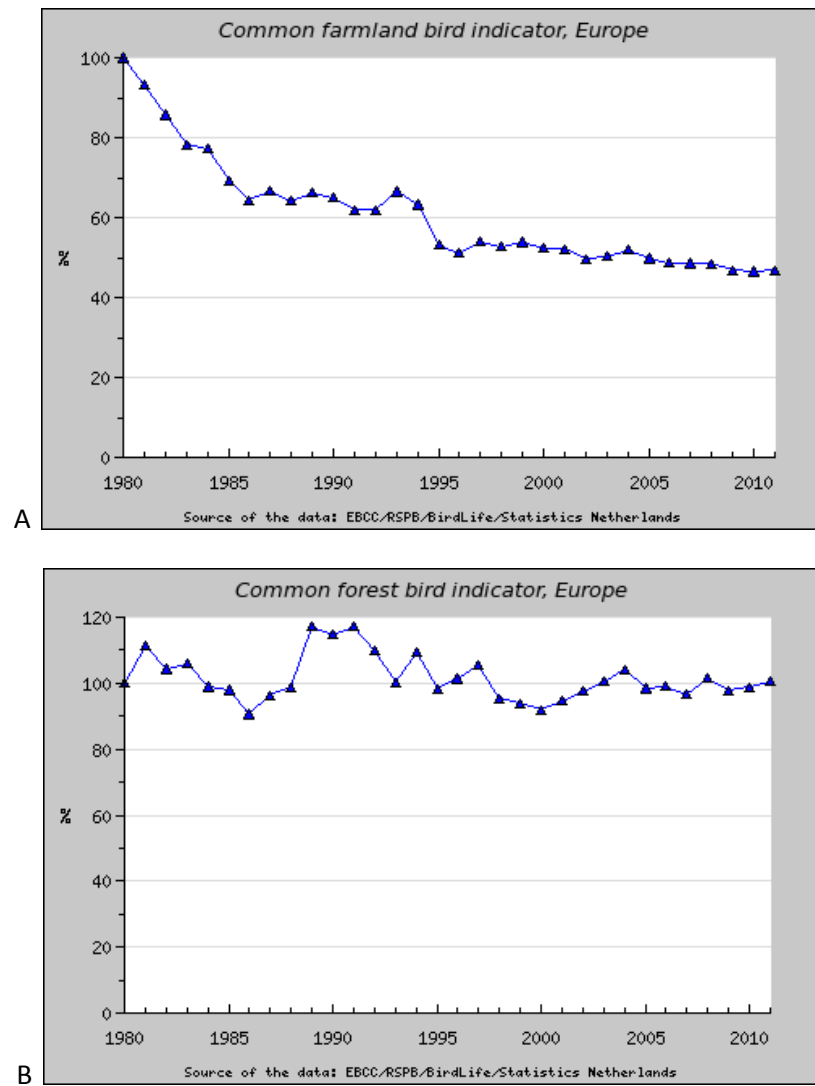


Abb. 3: Europäischer Common farmland bird indicator (A) bzw. Common forest bird indicator (B). Quelle: European Bird Census Council (2014).

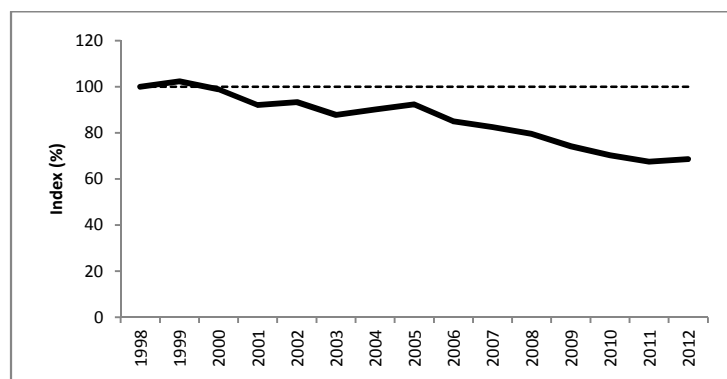


Abb.4: FBI für Österreich 2012 (Summenindikator aus den Bestandstrend von 22 Vogelarten). Für den Zeitraum 1998-2008 liegen nur Daten in niederen Lagen (<1.200m) vor. Erstellt im Auftrag des Lebensministeriums.

## 2.1 Ziele dieser Studie

In dieser Studie soll ein Indikator für die österreichischen Waldvogelarten entwickelt werden, der die mittlere Bestandsentwicklung aller Waldvögel darstellt – ein sog. „Woodland Bird Index“, analog zum „Farmland Bird Index“<sup>1</sup>. Hauptgrundlage für den Indikator sollen die Daten des BVM von BirdLife Österreich sein. Die Datenbestände der Österreichischen Waldinventur sollen einerseits für die zur Erstellung notwendigen Arbeitsschritte herangezogen werden (s. u.), andererseits soll geprüft werden, inwieweit diese umfangreiche Datensammlung bei tiefer gehenden Analysen hilfreich sein könnte. Konkret wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

- Fachlich fundierte Auswahl der Vogelarten, die für einen WBI verwendet werden sollen.
- Untersuchung inwieweit die derzeitige Datenlage des BVM repräsentativ für den österreichischen Wald ist und, darauf basierend, Verbesserungsvorschläge.
- Schätzung der Kosten, die bei einer jährlichen Aktualisierung eines WBI anfallen.
- Gemeinsame Exploration der Daten der Österreichischen Waldinventur und des BVM – lassen sich die Datensätze verknüpfen, welche Probleme treten dabei auf, sind sinnvolle Ergebnisse aus einer gemeinsamen Analyse erzielbar?

---

<sup>1</sup> Die Bezeichnung „Forest Bird Index“ wäre sprachlich passender, doch wurde aufgrund der Gleichheit der naheliegenden Abkürzung dieses Namens (FBI) mit jenem des „Farmland Bird Index“ (ebenfalls FBI) der Bezeichnung „Woodland Bird Index“ der Vorzug gegeben.

## 3 Material und Methoden

### 3.1 Definition „Wald“

Als „Wald“ wurde für die Zwecke dieser Studie die Definition der ÖWI verwendet: Mindestfläche 500 m<sup>2</sup>, Mindest-Überschirmung >3/10 und Mindestbreite 10 m (Details und Abgrenzung zum Nicht-Wald s. Hauk & Schadauer o.J.; Abb. 5). Zusätzlich wurden auch die Kampfzone des Waldes sowie Latschen und Erlengebüsche zur Gänze (n. nur nach der Walddefinition der ÖWI) hier zu „Wald“ gezählt.

#### Waldkarte Österreich

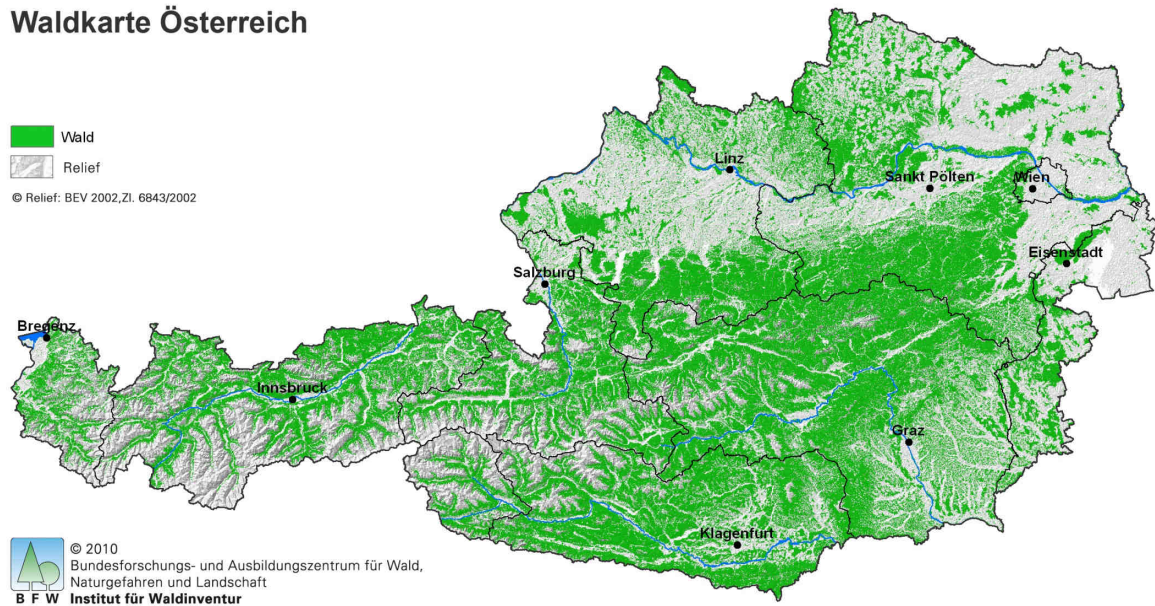


Abb. 5: Wald in Österreich.

### 3.2 Auswahl der Indikatorarten

Das Ziel der Artenauswahl ist es, mit einem objektiven und reproduzierbaren Verfahren zu einer optimalen Artenauswahl und Artenzahl für den Österreichischen WBI zu gelangen. Die Artenauswahl (und in weiterer Folge der Index) soll (1) die vollständige Waldvogelartengemeinschaft möglichst gut repräsentieren und (2) möglichst empfindlich auf Änderungen in dieser Gemeinschaft reagieren. Hier wurde eine Vorgehensweise angewendet, die im Vereinigten Königreich am Beispiel der Farmland Birds entwickelt (Butler *et al.* 2012) und in weiterer Folge zur Auswahl von Indikatorarten für Waldvogelarten auf europäischer Ebene verfeinert wurde (Wade *et al.*, eingereicht).

#### 3.2.1 Vorauswahl: Artenliste Waldvogelarten

Zunächst wurde eine Grundmenge definiert, aus welcher die Arten für den Index ausgewählt werden sollten. Ausgangspunkt war jene Liste von Arten, die von Wade *et al.* (eingereicht) nach folgenden Kriterien ausgewählt worden waren. Eine Vogelart wurde in diese Liste aufgenommen wenn

- mindestens 10 % ihrer europäischen Brutpopulation Waldlebensräume nutzen (nach Tucker & Evans 1997),



- sie in Europa weit verbreitet sind (Vorkommen in mindestens fünf europäischen Ländern nach Snow & Perrins 1998) und
- sie in zumindest einer von neun Schlüsselstudien als „Waldarten“ klassifiziert worden waren, die alle Vogelarten und ganz Europa bzw. Teilregionen davon abgedeckt hatten (Mikusiński *et al.* 2001, Tellería *et al.* 2003, Angelstam *et al.* 2004, Gregory *et al.* 2005, Roberge & Angelstam 2006, Fuller *et al.* 2007, Gregory *et al.* 2007, Gil-Tena *et al.* 2009, Thaxter *et al.* 2010).

In weiterer Folge wurden von dieser Liste nur jene Arten berücksichtigt, die

- in Österreich brüten,
- deren Brutbestand mindestens 200 Brutpaare beträgt (BirdLife Österreich, unveröff.) und
- die nicht schon als Indikatorarten für den FBI fungieren<sup>2</sup>.

Die resultierende Liste wurde noch in drei Fällen verändert:

- Zwei Arten wurden ausgeschieden: Mäusebussard (Brutvogel in Wäldern, aber bei der Nahrungssuche stark von Offenland abhängig; s. auch Frühauf & Teufelbauer 2008) und Grünling (in Österreich starker Bezug zu Siedlungsgebiet)
- Eine Art wurde ergänzt: Klappergrasmücke (hat in Österreich einen relativ starken Bezug zu Kampfzone des Waldes und Latschen, die in dieser Studie zu „Wald“ gezählt wurden; s. oben).

Die endgültige Artenliste für den Auswahlprozess umfasste 67 Arten. Davon liegen derzeit für 47 Arten Daten zur Bestandsentwicklung aus dem BVM vor (Tab. 1; Teufelbauer 2012).

---

<sup>2</sup> Die Habitatansprüche sowie die wichtigsten Einflussfaktoren, die auf eine Population wirken, können in verschiedenen europäischen Regionen unterschiedlich sein, wodurch in verschiedenen europäischen Ländern bzw. auf gesamt-europäischer Ebene durchaus Unterschiede in der Einstufung einer Vogelart als „Waldvogel“ bzw. „Feldvogel“ auftreten können (Details s. Frühauf & Teufelbauer 2008).

Tab. 1: Artenliste der Waldvogelarten, die dem Auswahlprozess zugrunde lag. Die Artenliste der europäischen Studie von Wade et al. (eingereicht) ist zum Vergleich ebenfalls dargestellt. FBI: Indikatorart für den österreichischen FBI, Trenddaten: für diese Art liegen Trenddaten aus dem Monitoring der Brutvögel Österreichs vor.

Art Deutsch	Art wissenschaftlich	vorliegende Studie	Wade et al.	FBI	Trenddaten
Haselhuhn	<i>Bonasa bonasia</i>	x	x		
Birkhuhn	<i>Tetrao tetrix</i>	x	x		
Auerhuhn	<i>Tetrao urogallus</i>	x	x		
Schwarzstorch	<i>Ciconia nigra</i>	x	x		
Wespenbussard	<i>Pernis apivorus</i>	x	x		
Habicht	<i>Accipiter gentilis</i>	x	x		
Sperber	<i>Accipiter nisus</i>	x	x		
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>		x		x
Waldschnepfe	<i>Scolopax rusticola</i>	x	x		
Hohлтаube	<i>Columba oenas</i>	x	x		x
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	x	x		x
Kuckuck	<i>Cuculus canorus</i>	x	x		x
Uhu	<i>Bubo bubo</i>	x	x		
Sperlingskauz	<i>Glaucidium passerinum</i>	x	x		
Waldkauz	<i>Strix aluco</i>	x	x		
Raufußkauz	<i>Aegolius funereus</i>	x	x		
Ziegenmelker	<i>Caprimulgus europaeus</i>	x	x		
Wendehals	<i>Jynx torquilla</i>		x	x	x
Grauspecht	<i>Picus canus</i>	x	x		x
Grünspecht	<i>Picus viridis</i>	x	x		x
Schwarzspecht	<i>Dryocopus martius</i>	x	x		x
Buntspecht	<i>Dendrocopos major</i>	x	x		x
Mittelspecht	<i>Dendrocopos medius</i>	x	x		
Weißrückenspecht	<i>Dendrocopos leucotos</i>	x	x		
Kleinspecht	<i>Dendrocopos minor</i>	x	x		
Dreizehenspecht	<i>Picoides tridactylus</i>	x	x		
Heidelerche	<i>Lullula arborea</i>		x	x	(x)
Baumpieper	<i>Anthus trivialis</i>		x	x	x
Zaunkönig	<i>Troglodytes troglodytes</i>	x	x		x
Heckenbraunelle	<i>Prunella modularis</i>	x	x		x
Rotkehlchen	<i>Erithacus rubecula</i>	x	x		x
Nachtigall	<i>Luscinia megarhynchos</i>	x	x		x
Gartenrotschwanz	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	x	x		x
Ringdrossel	<i>Turdus torquatus</i>	x	x		x (ab 2008)
Amsel	<i>Turdus merula</i>	x	x		x
Wacholderdrossel	<i>Turdus pilaris</i>		x	x	x
Singdrossel	<i>Turdus philomelos</i>	x	x		x
Misteldrossel	<i>Turdus viscivorus</i>	x	x		x
Schlagschwirl	<i>Locustella fluviatilis</i>	x	x		
Gelbspötter	<i>Hippolais icterina</i>	x	x		x
Klappergrasmücke	<i>Sylvia curruca</i>	x			x
Gartengrasmücke	<i>Sylvia borin</i>	x	x		x
Mönchsgrasmücke	<i>Sylvia atricapilla</i>	x	x		x
Berglaubsänger	<i>Phylloscopus bonelli</i>	x	x		x (ab 2008)
Waldlaubsänger	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	x	x		x
Zilpzalp	<i>Phylloscopus collybita</i>	x	x		x
Fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	x	x		x
Wintergoldhähnchen	<i>Regulus regulus</i>	x	x		x
Sommergoldhähnchen	<i>Regulus ignicapilla</i>	x	x		x
Grauschnäpper	<i>Muscicapa striata</i>	x	x		x
Zwergschnäpper	<i>Ficedula parva</i>	x	x		
Halsbandschnäpper	<i>Ficedula albicollis</i>	x	x		x
Trauerschnäpper	<i>Ficedula hypoleuca</i>	x	x		
Schwanzmeise	<i>Aegithalos caudatus</i>	x	x		x
Sumpfmeise	<i>Parus palustris</i>	x	x		x
Weidenmeise	<i>Parus montanus</i>	x	x		x

Art Deutsch	Art wissenschaftlich	vorliegende Studie	Wade et al.	FBI	Trenddaten
Haubenmeise	<i>Parus cristatus</i>	x	x		x
Tannenmeise	<i>Parus ater</i>	x	x		x
Blaumeise	<i>Parus caeruleus</i>	x	x		x
Kohlmeise	<i>Parus major</i>	x	x		x
Kleiber	<i>Sitta europaea</i>	x	x		x
Waldbaumläufer	<i>Certhia familiaris</i>	x	x		x
Gartenbaumläufer	<i>Certhia brachydactyla</i>	x	x		x
Pirol	<i>Oriolus oriolus</i>	x	x		x
Eichelhäher	<i>Garrulus glandarius</i>	x	x		x
Tannenhäher	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	x	x		x (ab 2008)
Buchfink	<i>Fringilla coelebs</i>	x	x		x
Girlitz	<i>Serinus serinus</i>		x	x	x
Grünling	<i>Carduelis chloris</i>		x		x
Erlenzeisig	<i>Carduelis spinus</i>	x	x		x (ab 2008)
Birkenzeisig	<i>Carduelis flammea</i>	x	x		x (ab 2008)
Fichtenkreuzschnabel	<i>Loxia curvirostra</i>	x	x		x
Gimpel	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	x	x		x
Kernbeißer	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	x	x		x
<b>Arten die nicht in Österreich brüten:</b>					
Zwergsäger	<i>Mergellus albellus</i>		x		
Zwergadler	<i>Aquila pennata</i>		x		
Schreiadler	<i>Aquila pomarina</i>		x		
Bruchwasserläufer	<i>Tringa glareola</i>		x		
Seidenschwanz	<i>Bombycilla garrulus</i>		x		
Rotdrossel	<i>Turdus iliacus</i>		x		
Orpheusspötter	<i>Hippolais polyglotta</i>		x		
Grünlaubsänger	<i>Phylloscopus trochiloides</i>		x		
Lapplandmeise	<i>Parus cyanus</i>		x		
Balkanmeise	<i>Parus lugubris</i>		x		
Unglückshäher	<i>Perisoreus infaustus</i>		x		
Bergfink	<i>Fringilla montifringilla</i>		x		
Hakengimpel	<i>Pinicola enucleator</i>		x		
Kiefernkreuzschnabel	<i>Loxia pytyopsittacus</i>		x		
Waldammer	<i>Emberiza rustica</i>		x		

### 3.2.2 Artenauswahl

#### 3.2.2.1 Arten-Ressourcen-Matrix

Die Artenauswahl basiert auf einer Arten-Ressourcen-Matrix und arbeitet nach zwei einfachen Grundregeln: (1) Alle Ressourcen, die von der Gesamtartengemeinschaft verwendet werden, müssen durch mindestens eine Art in der Auswahl genutzt werden, und (2) die Auswahl soll aus möglichst spezialisierten und empfindlichen Arten bestehen. Durch diese beiden Regeln wird gewährleistet, dass die Artenauswahl und damit der Indikator alle von Vögeln im Wald genutzten Ressourcen abdeckt und gleichzeitig möglichst sensibel auf Änderungen in der Ressourcenverfügbarkeit reagieren kann (Butler et al. 2012, Wade et al. eingereicht).

In der Arten-Ressourcen-Matrix wurden die Vogelarten der Vorauswahl (in den Zeilen) den im Lebensraum Wald vorhandenen Ressourcen (in den Spalten) gegenübergestellt. Die Liste der hier verwendeten Ressourcen entspricht weitestgehend der Studie von Wade *et al.* (eingereicht) – lediglich Sukzessionsstufen wurden in die vorliegende Studie zusätzlich aufgenommen (Tab. 2). Anhand der umfassenden Angaben des „Handbuchs der Vögel Mitteleuropas“ (Bauer & Glutz von Blotzheim 1966, 1968, 1969, Glutz von Blotzheim *et al.* 1971, 1973, 1975, 1977, Glutz von Blotzheim

& Bauer 1980, 1982, 1985, 1988, 1991, 1993, 1997) und Fachwissen wurde mit einem binären Code für jede Art bestimmt ob sie von der jeweiligen Ressource Gebrauch macht (1) oder nicht (0).

Tab. 2: In der Arten-Ressourcen-Matrix verwendete Kategorien. <sup>1</sup> Die Gruppen „Nahrung“ und „Nahrungshabitat“ wurden jeweils für Sommer- und im Winterhalbjahr getrennt angeführt.

Gruppe	Untergruppe	Kategorie
Nahrung <sup>1</sup>		Unterirdische Evertibraten
		Überirdische Evertibraten
		Pflanzenmaterial
		Samen
		Vertebraten
Nahrungshabitat <sup>1</sup>	Waldtyp	Laubwald
		Nadelwald
		Mischwald
	Sukzessionsstufe	Jung bis Mittel
		Alt
		Benötigt in hohem Maße Totholz
	Horizontale Position	Randstruktur (inkl. Lichtungen, Wege, Schneisen, etc.)
		Waldinneres
	Vertikale Position	Boden
		Strauchschicht
		Kronenschicht
	Nesttyp	
Höhle lebendes Holz		
Externes Nest		
Nisthabitat	Waldtyp	Laubwald
		Nadelwald
		Mischwald
	Sukzessionsstufe	Jung bis Mittel
		Alt
		Benötigt in hohem Maße Totholz
	Horizontale Position	Randstruktur (inkl. Lichtungen, Wege, Schneisen, etc.)
		Waldinneres
	Vertikale Position	Boden
		Strauchschicht
		Kronenschicht

### 3.2.2.2 Arten: Abhängigkeit von Wald und Empfindlichkeit

Zunächst wurde für jede Vogelart ihre generelle Abhängigkeit vom Wald durch Experteneinstufung bestimmt („reliance“). In einem dreistufigen System vergaben acht Experten unabhängig voneinander die Kategorien 1 = hohe Abhängigkeit, 2 = mittlere Abhängigkeit und 3 = niedrige Abhängigkeit von Wald. Aus diesen Bewertungen wurde für jede Art der Modalwert berechnet<sup>3</sup>. Innerhalb der Gruppen Nahrung/Nahrungshabitat (jeweils Sommer und Winter) und Nesttyp/Nisthabitat wurden alle theoretisch möglichen und sinnvollen Kategorie-Kombinationen ermittelt. Die Gesamtheit aller dieser Kombinationen ergab alle durch Vögel im Wald genutzten Ressourcen, die im fertigen WBI durch mindestens eine Indikatorart vertreten sein sollte. Je weniger dieser Ressourcen eine Art nutzt, desto sensibler reagiert sie auf Veränderungen derselben (da sie auf wenige andere Ressourcen ausweichen kann). Für jede Art wurde die Summe der genutzten Res-

<sup>3</sup> Wenn zwei Kategorien gleich häufig vertreten waren wurden statt dem Modal der Median berechnet und auf die Einerstelle gerundet.

sourcen in der Matrix errechnet („niche breadth“) und mit dem Abhängigkeitswert („reliance“) multipliziert. Daraus ergab sich ein dimensionsloser Wert für die Empfindlichkeit („sensitivity score“). Je niedriger dieser Empfindlichkeitswert, desto spezialisierter die Art<sup>4</sup>.

### 3.2.2.3 Ermittlung von Artenkombinationen

Der Auswahlprozess basiert auf dem Konzept der „minimal dominating sets“ (s. Butler et al 2012, Wade *et al.*, eingereicht). Bspw. wurden für einen Indikator, der insgesamt aus fünf Indikatorarten besteht, alle Artenkombinationen ermittelt, die gemeinsam alle Ressourcen aus der Arten-Ressourcen-Matrix abdecken. Gereiht wurden die Artenkombinationen absteigend nach ihrer durchschnittlichen Empfindlichkeit (s. oben). Auf diese Weise wurde für ansteigende Artenzahlen Artenkombinationen ermittelt, die jeweils alle Waldressourcen abbildeten. Dazu wurde das von Wade et al. (eingereicht) entwickelte Java-Programm verwendet (<https://sites.google.com/site/taoyangwu/speciesselection>).

Dieser Auswahlprozess wurde einmal mit der kompletten Vorauswahl durchgeführt, und einmal nur mit jenen Arten, für die auch Daten zur Bestandsentwicklung aus dem BVM vorliegen.

### 3.2.2.4 Ideale Artenzahl

Für geringe Artenzahlen ist der durchschnittliche Empfindlichkeitswert hoch (weil generalistische Arten herangezogen werden müssen um das gesamte Ressourcenspektrum abzudecken). Mit steigender Anzahl an Indikatorarten nimmt der durchschnittliche Empfindlichkeitswert ab (Generalisten werden zunehmend durch Spezialisten ersetzt). Allerdings ist die Änderungsrate nicht konstant: zuerst nimmt der Wert stark ab, nähert sich dann in immer kleiner werdenden Schritten einem Minimalwert, bevor er wieder leicht zu steigen beginnt – bis schließlich alle Vogelarten in der Auswahl enthalten sind (und somit auch alle Generalisten mit hohen Empfindlichkeitswerten).

Die Auswahl mit dem niedrigsten durchschnittlichen Empfindlichkeitswert entspricht theoretisch am besten den beiden anfangs beschriebenen Grundregeln: vollständige Ressourcenabdeckung bei maximaler Spezialisierung bzw. Empfindlichkeit. Allerdings ergeben sich bei diesen oft hohen Artenzahlen starke Redundanzen zwischen den Arten (überlappende Nutzung von Ressourcen = Eine Ressource wird von etlichen Arten genutzt). Gleichzeitig nimmt der Arbeitsaufwand zur Datenerhebung für die einzelnen Arten natürlich mit jeder zusätzlichen Indikatorart linear zu, der Empfindlichkeitsgewinn aber exponentiell ab. Bei einer idealen Artenzahl halten sich daher Empfindlichkeitsgewinn und steigender Aufwand die Waage. Die optimale Artenzahl für den WBI wurde mittels segmentierter linearer Regression im Statistikprogramm R (The R Foundation for Statistical Computing 2013: R version 3.0.2) über die durchschnittlichen Empfindlichkeitswerte aller Artenset-Größen ermittelt.

### 3.2.2.5 Vorläufiger Indikator

Die Berechnung des vorläufigen WBI für Österreich erfolgte auf Basis der ausgewählten Indikatorarten. Die Daten zur Bestandsentwicklung wurden dazu aus den aktuellen Ergebnissen des BVM von BirdLife verwendet (Teufelbauer 213). Die Berechnung erfolgte entsprechend den europäischen

---

<sup>4</sup> Spezialisierte Arten nutzen im Vergleich zu generalistischen Arten wenige Ressourcen. Die Summe über alle Ressourcen ergibt einen niedrigeren Wert als bei Generalisten. Eine Vogelart mit hoher Abhängigkeit vom Wald hat einen niedrigen Modalwert (1), eine Vogelart mit geringer Abhängigkeit einen hohen Modalwert. Nach Multiplikation von Nischenbreite (niche breadth) und Abhängigkeit von Wald (reliance) ergibt sich die Empfindlichkeit (sensitivity score). Diese ist für hoch spezialisierte Arten mit starker Abhängigkeit von Wald am niedrigsten, für wenig spezialisierte Arten mit geringer Abhängigkeit von Wald am höchsten.

Standards mittels geometrischem Mittel (Gregory et al. 2005) und somit analog der Berechnungsweise des FBI (z. B. Teufelbauer 2013).

### 3.3 Repräsentativität Brutvogel-Monitoring und Erweiterung der Stichprobe

Zur Prüfung der Repräsentativität der Zählungen des BVM wurden drei einfache Waldparameter herangezogen: Wuchsgebiete, Seehöhe und Waldtyp. Entsprechend ihrer Bedeutung für Vögel und der Vorgabe, insgesamt nicht zu viele verschiedene Unterteilungen zu bilden, wurden die Parameter in jeweils drei bis fünf Klassen zusammengefasst (Tab. 3). Die Zählpunkte des BVM wurden mit der Waldkarte verschnitten (der kNN-Waldlayer beruht auf Satellitendaten und ÖWI-Referenzflächen von der Erhebung 2000/2002; Abb. 5). Die Wuchsgebiete wurden nach der Einteilung von Kilian et al. (1994) verwendet. Die Waldfläche und die Verteilung nach Waldtypen stammen aus der ÖWI 2007/2009 (Abb. 6; die Entwicklung der Mischungsverhältnisse verschiebt sich nach den letzten 3 ÖWI-Erhebungen leicht von Nadel- zu Laubwald bzw. Mischwald, was der Verteilung der Zählpunkte ein wenig entgegen kommt). Zur Untersuchung der Repräsentativität wurden nur jene Zählpunkte des BVM verwendet, die in den letzten drei vorliegenden Erhebungsjahren bearbeitet worden sind (2010-2012).

Aus den Ergebnissen war ersichtlich, dass die Waldzählpunkte des Brutvogel-Monitoring die drei Parameter nicht überall in Österreich gleich gut abbilden. Zur Verbesserung dieser Situation wurde eine Erweiterung der Zählungen geplant. Sie beruht auf den folgenden Annahmen:

- Es stehen 15 zusätzliche Zählstrecken mit jeweils 15 Waldzählpunkten zur Verfügung.
- Die Lage dieser Zählstrecken im Hinblick auf die drei Parameter Wuchsgebiet, Seehöhe und Waldtyp ist frei wählbar.
- Der Wert ha Waldfläche/Zählpunkt sollte in jeder Parameterkombination maximal 10.000 annehmen und die Differenz zwischen der Verteilung der Parameter bei den Zählpunkten und bei der jeweiligen Waldfläche sollte nicht mehr als 20 Prozentpunkte sein (z. B. liegen im außeralpinen Osten und 600 m Seehöhe 10,4 % der Zählpunkte im Mischwald, die anteilige Fläche des Mischwaldes am gesamten Wald dort beträgt aber 35,2 %).  
Sehr kleine Waldflächen (z. B. Laubwald > 1.200 m Seehöhe im außeralpinen Osten: 200 ha) wurde dabei außer Acht gelassen. Weiters wurde nicht versucht, die Verhältnisse in den Niederungen Ostösterreichs (starker Überhang von Laubwald) zu korrigieren, da der Datenmangel im Alpenraum zur Berechnung von Bestandstrends prioritär gegenüber der in Relation sehr guten Stichprobe in Ostösterreich einzustufen ist.

Tab. 3: Waldparameter die zur Prüfung der Repräsentativität der Verteilung der Zählpunkte des BVM verwendet wurden.

Wuchsgebiete			Seehöhe	Waldtyp
Hauptwuchsgebiet	Wuchsgebiet	Klassen	Klassen	Klassen
1. Innenalpen	1.1 Innenalpen - kontinentale Kernzone	"Zentralalpen"	0-600m	Laubwald
	1.2 Subkontinentale Innenalpen - Westteil	"Zentralalpen"	601-1200m	Mischwald
	1.3 Subkontinentale Innenalpen - Ostteil	"Zentralalpen"	>1200m	Nadelwald
2. Nördliche Zwischenalpen	2.1 Nördliche Zwischenalpen - Westteil	"Zentralalpen"		
	2.2 Nördliche Zwischenalpen - Ostteil	"Zentralalpen"		
	2.3 Südliche Zwischenalpen	"Südalpen"		
3. Östliche und Südliche Zwischenalpen	3.1 Östliche Zwischenalpen - Nordteil	"Zentralalpen"		
	3.2 Östliche Zwischenalpen - Südteil	"Zentralalpen"		
	3.3 Südliche Zwischenalpen	"Südalpen"		
4. Nördliche Randalpen	4.1 Nördliche Randalpen - Westteil	"Nordalpen"		
	4.2 Nördliche Randalpen - Ostteil	"Nordalpen"		
5. Östliche Randalpen	5.1 Niederösterreichischer Alpenostrand (Thermalalpen)	"außeralpiner Osten"		
	5.2 Bucklige Welt	"außeralpiner Osten"		
	5.3 Ost- und Mittelsteirisches Bergland	"außeralpiner Osten"		
	5.4 Weststeirisches Bergland	"außeralpiner Osten"		
6. Südliche Randalpen	6.1 Südliche Randgebirge	"Südalpen"		
	6.2 Klagenfurter Becken	"Südalpen"		
7. Nördliches Alpenvorland	7.1 Nördl. Alpenvorland - Westteil	nördliches Alpenvorland, Wald-, Mühlviertel		
	7.2 Nördl. Alpenvorland - Ostteil	nördliches Alpenvorland, Wald-, Mühlviertel		
8. Sommerwarmer Osten	8.1 Pannonisches Tief- und Hügelland	"außeralpiner Osten"		
	8.2 Subillyrisches Hügel- und Terrassenland	"außeralpiner Osten"		
9. Mühl- und Waldviertel	9.1 Mühlviertel	nördliches Alpenvorland, Wald-, Mühlviertel		
	9.2 Waldviertel	nördliches Alpenvorland, Wald-, Mühlviertel		

### Waldtypenkarte Österreich

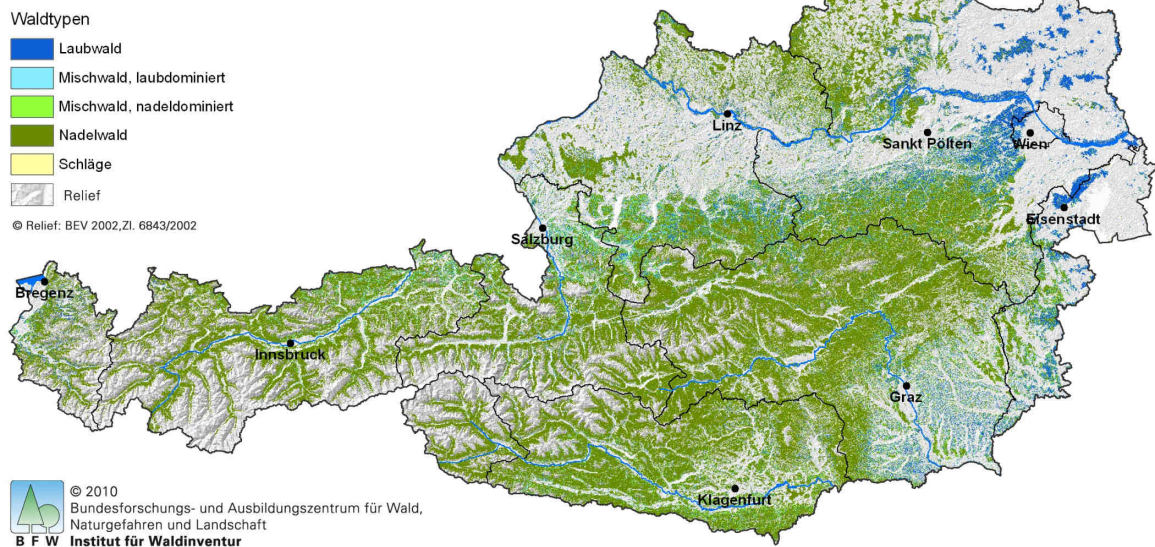


Abb. 6: Waldtypen in Österreich.

### 3.4 Exploration der gemeinsamen Datenbestände von BFW und BirdLife

Neben der Erstellung des WBI sollte in dieser Studie der Frage nachgegangen werden, inwieweit die Zählraten von Waldvogelarten aus dem BVM von BirdLife mit Hilfe der Datenbestände des BFW ausgewertet werden können. Die gemeinsame Auswertung würde damit ergeben, welche Wald-Parameter das Vorkommen von Vogelarten beeinflussen und somit auch als Stellgrößen für den zukünftigen Waldindikator verwendet werden können. Aufgrund des geringen Zeitbudgets war in diesem Projektteil keine tiefgreifende Analyse möglich. Augenmerk wurde vielmehr darauf gelegt, etwaige Probleme bei der Verschneidung der Datensätze zu erkennen, Lösungswege aufzuzeigen und allfällige viel versprechende Ansätze für weitere Studien aufzuzeigen. Zur Datenexploration wurden zwei Datenquellen des BFW ausgewählt (1) Daten der Österreichischen Waldinventur und (2) Daten aus der Fernerkundung.

#### 3.4.1 Vogeldaten

Es wurden die Zählergebnisse des österreichischen BVM verwendet. Details zur Zählmethode sind in Teufelbauer (2010) dargestellt. Insgesamt lagen aus dem Zeitraum 1998-2012 Daten von 5.105 genau verorteten Zählpunkten aus zumindest einem Zähljahr vor. Von diesen Zählpunkten lagen 1.561 im Wald laut Waldkarte (Abb. 7). Aufgrund der relativ geringen Stichprobe, die in der Analyse verwendet werden konnte (s. u.), wurden die Daten über alle Zähljahre summiert. Für jeden in diesem Zeitraum bearbeiteten Zählpunkt wurde die Anwesenheit jeder Vogelart mit „1“ kodiert, das Fehlen mit „0“. Durch diese Zusammenfassung reichte im Extremfall ein einmaliger Nachweis eines Vogels für eine „1“ aus.

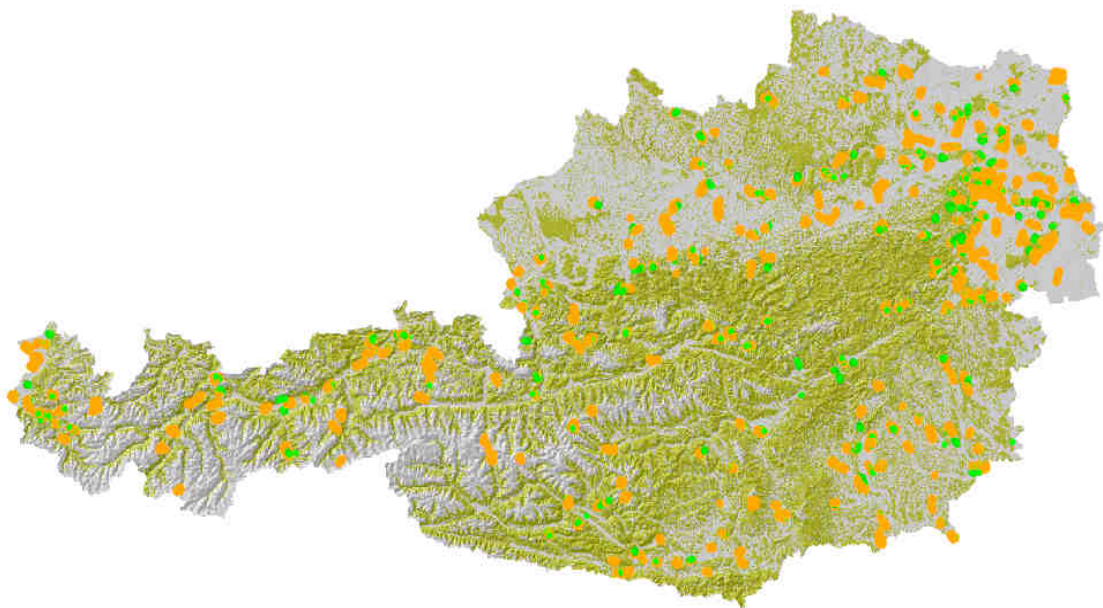


Abb. 7: Zählpunkte des BVM im Wald (grün; Waldkarte) und Nicht-Wald (orange).

#### 3.4.2 Österreichische Waldinventur

Die Verschneidung der Zählpunkte des BVM mit der ÖWI stellte sich als problematisch heraus, weil sich österreichweit nur sehr wenige Zählpunkte in der Nähe von Probepunkten der ÖWI befinden.



Die ÖWI-Punkte liegen auf einem österreichweit gleichmäßigen Raster mit 3,89 km Abstand. Von den insgesamt 5.105 BVM-Zählpunkten im Wald hatten 62 einen Abstand von maximal 200 Metern zum nächsten ÖWI-Probepunkt. Erhöhte man die Grenze auf 500 Meter erhielt man 209 BVM-Zählpunkte aus 98 Zählstrecken. Es ist nicht trivial eine allgemeingültige Grenze für die Distanz auszuwählen, weil die Reviere von Vögeln mancher Arten deutlich kleiner als ein Kreis mit 500 Metern Durchmesser sind, während die Reviere von anderen Arten sogar größer als diese Fläche (ca. 78 ha) sein können. Die meisten untersuchten Vogelarten haben eher kleine Reviere, sodass der entsprechende Probepunkt der ÖWI vermutlich außerhalb des Revieres des beobachteten Vogels liegt. Allerdings würden bei einem zu kleinen Maximalabstand zu wenige Daten übrig bleiben und die Annahme einer gewissen Homogenität des Waldes ist zumindest für eine erste Machbarkeitsstudie durchaus vertretbar. Daher fiel die Wahl letztendlich auf 500 Meter.

Aus dem Datenbestand der Waldinventur wurden in gemeinsamer Absprache Parameter für die Analyse ausgewählt, wobei versucht wurde insbesondere jene Variablen auszuwählen bei denen ein Zusammenhang mit dem Vorkommen von Vogelarten nach der ornithologischen Fachliteratur zu erwarten wäre. Die letztendlich durch den Analyseprozess ausgewählten Variablen sind in Tab. 4 bzw. im Anhang A1 angeführt.

Tab. 4: Die ausgewählten Variablen aus der ÖWI.

Variable	Beschreibung
MH7	Seehöhe in 100 Meter-Stufen, aufsteigend kodiert
WUGEB	Wuchsgebiete der ÖWI, adaptiert: 1 Alpen (Wuchsgebiete 1 bis 4 und 6), 2 Böhmisches Masse (9), 3 Alpenvorland (7), 4 „außeralpiner Osten“ (5, 8)
BA	Betriebsart: 1 Hochwald (sowohl Wirtschaftswald als auch Schutzwald), 2 Ausschlagwald (auch Auen, Wirtschaftswald), 3 Nichtwald
Waldtyp	1 Nadelwald, 2 Mischwald, 3 Laubwald
ei	Eiche vorhanden ja/nein
fi	Fichte vorhanden ja/nein
ki	Kiefer vorhanden ja/nein
WASSERHH	Wasserhaushalt in fünf Stufen (steigende Nässe)
HANGNEIG	Hangneigung: 0 0-5%, 1 6-10%, danach in 10%-Schritten bis 12 >= 110%
neig1	Kombination Hangneigung und Neigungsrichtung mittels Sinus verknüpft
neig2	Kombination Hangneigung und Neigungsrichtung mittels Kosinus verknüpft
Rand	0 kein Rand, 1 Rand innerhalb des Waldes, 2 Waldrand zu Nichtwald
WKL	Am stärksten vertretene Wuchsklasse (adaptiert) nach 5 neu definierten Klassen (entspricht steigendem Alter)
BAUM1	Deckungsgrad der Oberschicht (nach Braun-Blanquet) in Zehntel
BAUM2	Deckungsgrad unter der Oberschicht in Zehntel
STRAUCH	Deckungsgrad der Strauchschicht in Zehntel
KRAUT	Deckungsgrad der Krautschicht (unter 1,30 m) in Zehntel
NUDUM	Anteil ohne Bodenvegetation in Zehntel
VHASTEH	Vorrat/ha stehendes Totholz
VHASTOCK	Vorrat/ha Totholz aus Stöcken
VHALIEG	Vorrat/ha liegendes Totholz

### 3.4.3 Fernerkundungsdaten

Als Alternative zu den terrestrischen Erhebungen wurde auch die Nutzung von Fernerkundungsdaten getestet. Im Gegensatz zu den terrestrischen Daten liegen die Fernerkundungsdaten flächendeckend vor, d.h. eine Auswahl nach räumlicher Nähe von BVM-Zählpunkt zu ÖWI-Probefläche – die zwangs-

läufig zu einer Verkleinerung der Stichprobe führt und, mit steigender Entfernung der Punkte voneinander, auch die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass sich etliche Waldparameter am BVM-Zählpunkt und auf der ÖWI-Probefläche voneinander unterscheiden (z. B. Bestandes- oder Bewirtschaftungsgrenzen) – ist nicht notwendig.

Das Testgebiet hierfür war Tirol, da die Daten nur dort flächendeckend bereits zur Verfügung standen (Land Tirol o.J.). Hier konnten 212 Zählpunkte aus 31 Zählstrecken verwendet werden. ALS-Daten bilden Objekthöhen ab und sind besonders geeignet die Vegetationsstruktur großflächig darzustellen. Mit den vorhandenen diskreten Daten können Eigenschaften wie einzelne Baumarten oder Totholzparameter aber nicht erfasst werden. Daher waren hier weniger Parameter als bei den terrestrischen ÖWI-Erhebungen verfügbar. Neben der Seehöhe beziehen sich die Merkmale auf die Lückigkeit bzw. Dichte des Bestandes, auf mittlere und maximale Höhenmessungen und auf Eigenschaften der Kronenoberfläche. Die verwendeten Parameter sind in Tab. 5 angeführt.

Tab. 5: Verwendete Variablen der ALS-Befliegung Tirol.

Variable	Beschreibung	beibehalten
SH_DGM10m	Seehöhe	ja
Waka_vH	Bewaldungsprozent nach Alphashapemethode	nein
Waka_teile	Anzahl der nicht verbundenen Waldteile	ja, als Summe von Wakateile und notw_teile
notw_teile	Anzahl der nicht verbundenen Nichtwaldteile	ja, als Summe von Wakateile und notw_teile
AREA_proalpneu_m2	Waldfläche gemäß dem Tool Proalp	nein
CC	Crown Cover, Mittelwert der einzelnen Pixel der Probefläche, Werte von 30 bis 100 %, alles unter 30 ist Nichtwald	nein
CC_std	Standardabweichung der Kronenüberschirmung	ja
GAPS_Anzahl	Anzahl der wenig überschirmten (30 – 40%) Flächen	ja
GAPS_Area_m2	Größe der wenig überschirmten Flächen	ja
Areaerndsm_m2	Fläche der Gehölzmaske	ja
min_m	Kleinste gemessene Höhe	nein
max_m	Größte gemessene Höhe	ja
H_meanerndsm_m	Mittelwert der Höhen in der Gehölzmaske	ja
h_STDerndsm	Standardabweichung der Höhen in der Gehölzmaske	nein
sum_vor_pi_m3	Geschätzter Holzvorrat in m <sup>3</sup>	ja
Anzahl_Loma	Anzahl der lokalen Maxima (=Baumwipfelpunkte)	ja
minLOMA_m	niedrigster Wipfelpunkt	nein
maxLOMA_m	höchster Wipfelpunkt	nein
H_mean_m	Mittelwert der Wipfelpunkthöhen	ja
H_std	Standardabweichung der Wipfelpunkthöhen	ja

### 3.4.4 Analyse

Mit Hilfe logistischer Regressionen wurde versucht, den Einfluss der Waldparameter auf das Vorkommen von Vogelarten zu berechnen. Die logistischen Regressionen wurden mit SAS 9.2 durchgeführt. Dabei erfolgte automatisiert eine schrittweise Variablenauswahl (stepwise selection) mit den Standardeinstellungen. Bei der Regression wird ein Modell erstellt, das die Wahrscheinlichkeit für das Vorkommen einer Vogelart aus den Waldparametern berechnet und liefert daher Werte zwischen 0 und 1, passend zu den Daten über die Vögel, deren Vorkommen mit 0 und 1 kodiert wurden, unabhängig von der Anzahl. Die Modelle selber wurden in dieser Studie nicht eingesetzt, sondern es wurde nur analysiert, welche ÖWI-Parameter signifikant mit dem Vorkommen der Vogelarten zusam-

menhängen. Für jede Art wurden die Parameter mit statistisch signifikantem Einfluss auf das Modell (Irrtumswahrscheinlichkeit  $p < 0,05$ ) dargestellt.

Um abschätzen zu können, wie viele und welche der gefundenen Zusammenhänge zufällig entstanden, wurden die Analysen sowohl für die Parameter der terrestrischen Erhebung als auch für die ALS-Daten anschließend auch mit randomisierten Datensätzen durchgeführt. Dabei wurden jedem Zählpunkt im Datensatz die Parameter einer zufällig ausgewählten Probefläche zugeordnet, sodass keine sachlogischen Zusammenhänge mehr bestanden. Die Auswertung erfolgte danach gleich wie mit dem regulären Datensatz und am Ende wurden die Ergebnisse der Auswertungen verglichen. Es zeigte sich, dass manche der Parameter (sowohl aus den terrestrischen Erhebungen als auch aus der Fernerkundung) sogar öfter im zufälligen Datensatz als im Originaldatensatz als signifikant einflussreich erkannt wurden. Das ist ein starker Hinweis darauf, dass diese Parameter zur Erklärung des Vorkommens von Vogelarten (und unter Verwendung des vorliegenden Datensatzes aus dem BVM von BirdLife) nicht brauchbar sind. In der endgültigen Analyse wurden daher nur jene Parameter verwendet, die sich im regulären Datensatz für mehr Vogelarten als im zufälligen Datensatz signifikant erwiesen (Tab. 4 und Tab. 5).

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Auswahl der Indikatorarten

Um die ideale Artenkombination für den WBI zu ermitteln, wurde die Artenauswahl zunächst mit allen in der Vorauswahl vertretenen Arten durchgeführt. Diese 67 Arten nutzen gemeinsam 631 Ressourcenkombinationen aus der Arten-Ressourcen-Matrix. Mindestens 14 Arten waren notwendig, um alle diese Ressourcen durch zumindest eine Vogelart in einem Indikator abzubilden. Die durchschnittliche Empfindlichkeit (s. Methode) für diese Artenzahl betrug 127,9. Mit steigender Artenzahl sank die durchschnittliche Empfindlichkeit in weiterer Folge bis zur Zahl von 53 Arten ab (durchschnittliche Empfindlichkeit: 50,3; Abb. 8). Die mittels segmentierter linearer Regression ermittelte optimale Artenzahl für einen WBI auf Basis des kompletten Artensets war 26 (durchschnittliche Empfindlichkeit: 73,3).

Da nicht für alle der ermittelten Arten Trenddaten vorliegen, wurde eine zweite Analyse durchgeführt, die nur auf jenen Arten basierte, bei denen Trenddaten aus dem BVM vorlagen (= der aufgrund der derzeitigen Datenlage realisierbare WBI). Diese Artengruppe, bestehend aus 47 Arten, nutzt insgesamt 547 Ressourcenkombinationen, das sind 87 % der Ressourcenkombinationen, die von der vollen Artengemeinschaft genutzt werden.

Mindestens 10 Arten waren notwendig, um eine vollständige Abdeckung aller dieser Ressourcen zu erreichen. Die durchschnittliche Empfindlichkeit für dieses Artenset betrug 158. Bis zur Artenzahl von 38 sank die durchschnittliche Empfindlichkeit auf 61,1 ab (Abb. 8). Die mittels segmentierter linearer Regression ermittelte optimale Artenzahl für den WBI war 19 Arten (durchschnittliche Empfindlichkeit: 88,1). Für diese Artenzahl ergaben zwei Auswahlen idente Werte für die durchschnittliche Empfindlichkeit. Die Auswahlen sind bis auf die Arten Fitis und Tannenmeise ident, d.h. im endgültigen Indikator kann wahlweise eine der beiden Arten verwendet werden. Die Artenauswahlen für das vollständige Artenset und das Artenset mit Trenddaten sind in Tab. 6 zusammengefasst.

In Tab. 7 sind die Ergebnisse der Artenauswahl den Ergebnissen von Wade et al. (eingereicht) gegenübergestellt. Neben einem gesamt-europäischen Indikator wurden von Wade et al. auch Indikatoren für verschiedene Regionen erstellt. Nach der verwendeten Einteilung gehört Österreich zu „Westeuropa“<sup>5</sup>.

Bei Verwendung aller Arten der Vorauswahl fanden Wade et al. die optimale Indikatorzusammensetzung bei 16 Vogelarten (diese Studie: 26 Arten). Neun dieser Arten wurden auch in die österreichische Auswahl aufgenommen. Bei Beschränkung nur auf Arten mit vorliegenden Trenddaten ermittelten Wade et al. 17 Arten als optimale Artensetgröße (diese Studie: 19 Arten). Von diesen sind acht in der österreichischen Auswahl vertreten.

---

<sup>5</sup> Nach der Definition des European Bird Census Council: Belgien, Dänemark, Deutschland (ehemalige BRD), Luxemburg, Niederlande, Irland, Österreich, Schweiz, Vereinigtes Königreich (<http://www.ebcc.info/index.php>).

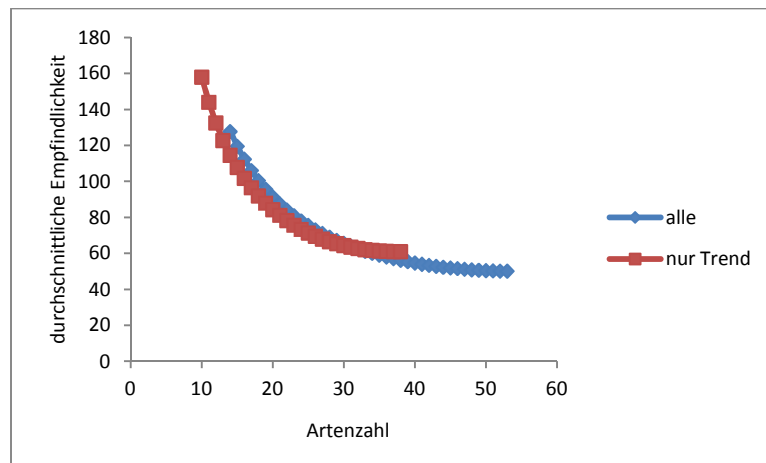


Abb. 8: Veränderung der durchschnittlichen Empfindlichkeit mit steigender Artenzahl im jeweiligen Indikatorartenset. Alle: Ergebnisse für die Analyse mit allen Arten aus der Vorauswahl, nur trend: Ergebnisse der Analyse beschränkt auf die Vogelarten für die Trenddaten aus dem BVM vorliegen (s. Tab. 1)

Tab. 6: Artenauswahl für den österreichischen WBI. (1) Artenauswahl aufgrund der kompletten Waldvogel-Artenliste der Vorauswahl, (2) Artenauswahl basierend nur auf den Arten, für die derzeit Trenddaten aus dem BVM vorliegen. (x) alternativ kann eine der beiden Arten im Indikator verwendet werden. Weiters sind die derzeitigen Stichprobengrößen dargestellt (Anzahl an Zählstrecken, an denen die jeweilige Art pro Jahr festgestellt wird; Mittelwert 2008-2012).

Art	alle Arten	Arten mit Trenddaten	Anzahl Strecken
Schwarzstorch	x		4,0
Waldschnepfe	x		0,0
Hohltaube	x	x	42,6
Kuckuck	x	x	157,0
Sperlingskauz	x		0,8
Waldkauz	x		5,2
Schwarzspecht	x	x	75,4
Buntspecht	x	x	160,6
Mittelspecht	x		13,8
Kleinspecht	x		9,8
Dreizehenspecht	x		2,2
Zaunkönig	x	x	122,8
Rotkehlchen	x	x	170,8
Nachtigall	x	x	37,4
Amsel	x	x	213,6
Berglaubsänger	x	x	16,6
Waldlaubsänger	x	x	35,8
Fitis		(x)	71,2
Wintergoldhähnchen	x	x	68,0
Sommergoldhähnchen	x	x	53,2
Zwergschnäpper	x		1,0
Halsbandschnäpper	x	x	21,0
Sumpfmeise	x	x	67,8
Haubenmeise	x	x	48,6
Tannenmeise		(x)	122,4
Pirol	x	x	72,4
Eichelhäher	x	x	115,2
Fichtenkreuzschnabel	x	x	40,8
<b>Artenzahl</b>	<b>26</b>	<b>19</b>	

Tab. 7: Gegenüberstellung der Ergebnisse dieser Studie und der Ergebnisse von Wade et al. (eingereicht) für „Westeuropa“ (Definition s. Text). Wade et al. erhielten drei gleich gut geeignete Artensets, die sich in wenigen Arten voneinander unterscheiden (gekennzeichnet mit a, b und c).

Art	alle Arten		nur Arten mit Trenddaten	
	Wade et al.	diese Studie	Wade et al.	diese Studie
Schwarzstorch		x		
Habicht	x			
Sperber			x	
Mäusebussard			x	
Waldschnepfe		x		
Hohltaube		x		x
Ringeltaube	x		x	
Kuckuck		x		x
Sperlingskauz		x		
Waldkauz		x		
Wendehals	x		x	
Schwarzspecht		x		x
Buntspecht	x	x	x	x
Mittelspecht	x	x	x	
Kleinspecht		x	x (b,c)	
Dreizehenspecht	x	x		
Zaunkönig	x	x	x	x
Rotkehlchen		x		x
Nachtigall		x		x
Amsel	x	x	x	x
Berglaubsänger		x		x
Waldlaubsänger	x	x	x	x
Fitis				(x)
Wintergoldhähnchen		x		x
Sommergoldhähnchen		x		x
Grauschnäpper	x		x	
Zwergschnäpper		x		
Halsbandschnäpper		x		x
Trauerschnäpper	x		x	
Sumpfmeise		x		x
Weidenmeise			x (a,c)	
Haubenmeise	x	x	x	x
Tannenmeise			x (a,b)	(x)
Pirol	x	x	x	x
Eichelhäher		x	x (a,c)	x
Tannenhäher	x		x	
Fichtenkreuzschnabel	x	x		x
Kernbeißer	x		x (b)	
<b>Artenzahl</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>17</b>	<b>19</b>

#### 4.1.1 Vorläufiger Indikator

Aus den Trenddaten der ausgewählten Indikatorarten wurde ein vorläufiger WBI für Österreich berechnet. Entsprechend der Artenauswahl wurden zwei Varianten dargestellt: einmal mit Tannenmeise (a) und einmal mit Fitis (b; Abb. 9). Beide Varianten zeigen Schwankungen im Betrachtungszeitraum 1998 bis 2012, in Summe eine leichte Abnahme (Variante a: -1 %/Jahr, Variante b: -1,1 %/Jahr) sowie eine kontinuierliche Zunahme ab dem Jahr 2009. Die Abnahme des WBI beträgt weniger als die Hälfte des Rückganges des österreichischen FBI im gleichen Zeitraum (- 2,5%/Jahr; Teufelbauer 2013b).

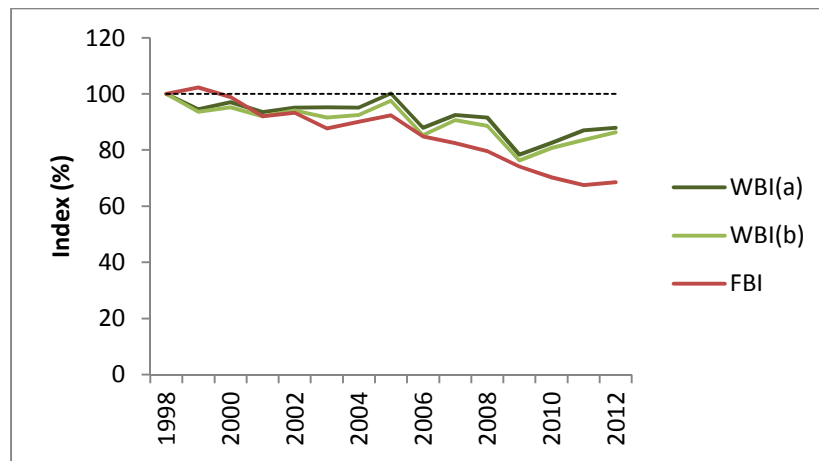


Abb. 9: Vorläufiger WBI für Österreich, basierend auf der Artenauswahl in Tab. 6 (Arten mit Trenddaten). Die zugrunde liegenden Bestandstrends stammen aus dem BVM (Teufelbauer 2013). Für den WBI sind, entsprechend dem Ergebnis der Artenauswahl, zwei Varianten dargestellt: mit Tannenmeise (a) bzw. mit Fitis (b). Zum Vergleich ist auch die Entwicklung des österreichischen FBI (Teufelbauer 2013b) dargestellt.

## 4.2 Repräsentativität Brutvogel-Monitoring und Erweiterung der Stichprobe

In Tab. 8 ist die Verteilung der Zählpunkte des BVM der Verteilung des österreichischen Waldes bezüglich der Parameter Wuchsgebiet, Seehöhe und Waldtyp gegenübergestellt. Besonders schlecht bildet das BVM Mischwälder und Nadelwälder in großen Seehöhen im Alpenraum ab (Tab. 8, Abb. 10). Eine Verbesserung der Repräsentativität sollte daher besonders in diesen Bereichen wirksam sein. Unter der Annahme, dass 15 frei planbare Zählstrecken zur Erweiterung der Stichprobe zur Verfügung stehen (Details und Annahmen s. Methode), kann eine deutliche Verbesserung der Repräsentativität erreicht werden (Tab. 8, Abb. 10).

Tab. 8: Waldsituation in Österreich und Verteilung der Zählpunkte des BVM. Neben der Ist-Situation ist auch die Lage bei der Einrichtung von 15 zusätzlichen Zählstrecken dargestellt („Verbesserung“). Details s. Methode und Text. Diff Differenz, ZP Zählpunkt, zus. zusätzlich

Wuchsgebiet	Seehöhe	Waldtyp	ZP	ZP%	Waldfläche		Diff ZP% Waldfl.%	ha/ZP	Verbesserung		
					ha	%			zus. ZP	Diff%	ha/ZP
<b>Nordalpen</b>	<i>bis 600 m</i>	<i>Laubwald</i>	26	37,1	47.700	38,5	-1,3	1.835		-1	1.835
		<i>Mischwald</i>	16	22,9	48.300	39,0	-16,1	3.019		-16	3.019
		<i>Nadelwald</i>	28	40,0	28.000	22,6	17,4	1.000		17	1.000
	<i>601 bis 1200 m</i>	<i>Laubwald</i>	23	16,2	103.400	15,7	0,5	4.496	30	-2	4.496
		<i>Mischwald</i>	28	19,7	270.000	41,1	-21,4	9.643		-7	4.655
		<i>Nadelwald</i>	91	64,1	283.500	43,2	20,9	3.115		10	3.115
	<i>&gt; 1200 m</i>	<i>Laubwald</i>		0,0	15.900	6,2	-6,2	kein ZP	5	5	3.180
		<i>Mischwald</i>	2	14,3	65.800	25,6	-11,3	32.900	10	2	5.483
		<i>Nadelwald</i>	12	85,7	175.000	68,2	17,5	14.583	15	-7	6.481
<b>Zentralalpen</b>	<i>bis 600 m</i>	<i>Laubwald</i>		0,0	1.600	27,6	-27,6	kein ZP		-28	kein ZP
		<i>Mischwald</i>	2	66,7	2.900	50,0	16,7	1.450		17	1.450
		<i>Nadelwald</i>	1	33,3	1.300	22,4	10,9	1.300		11	1.300
	<i>601 bis 1200 m</i>	<i>Laubwald</i>	6	6,8	35.000	8,0	-1,2	5.833	10	-2	5.833
		<i>Mischwald</i>	9	10,2	106.600	24,4	-14,2	11.844		-5	5.611
		<i>Nadelwald</i>	73	83,0	294.900	67,6	15,4	4.040		7	4.040
	<i>&gt; 1200 m</i>	<i>Laubwald</i>		0,0	40.700	4,7	-4,7	kein ZP	5	0	8.140
		<i>Mischwald</i>	1	3,7	71.300	8,2	-4,5	71.300	10	2	6.482
		<i>Nadelwald</i>	26	96,3	761.900	87,2	9,1	29.304	70	-1	7.936
<b>Südalpen</b>	<i>bis 600 m</i>	<i>Laubwald</i>	3	8,6	20.600	29,3	-20,8	6.867	10	-6	1.585
		<i>Mischwald</i>	6	17,1	23.000	32,8	-15,6	3.833	10	-4	1.438
		<i>Nadelwald</i>	26	74,3	26.600	37,9	36,4	1.023		9	1.023
	<i>601 bis 1200 m</i>	<i>Laubwald</i>	4	16,0	16.900	10,3	5,7	4.225	15	0	4.225
		<i>Mischwald</i>	2	8,0	69.800	42,6	-34,6	34.900		0	4.106
		<i>Nadelwald</i>	19	76,0	77.000	47,0	29,0	4.053		0	4.053
	<i>&gt; 1200 m</i>	<i>Laubwald</i>		0,0	6.000	4,7	-4,7	kein ZP		-5	kein ZP
		<i>Mischwald</i>	2	16,7	22.600	17,7	-1,1	11.300	5	14	3.229
		<i>Nadelwald</i>	10	83,3	98.800	77,6	5,8	9.880	5	-9	6.587
<b>außeralpiner Osten</b>	<i>bis 600 m</i>	<i>Laubwald</i>	275	62,4	234.700	46,7	15,6	853		16	853
		<i>Mischwald</i>	46	10,4	176.900	35,2	-24,8	3.846		-25	3.846
		<i>Nadelwald</i>	120	27,2	90.800	18,1	9,1	757		9	757
	<i>601 bis 1200 m</i>	<i>Laubwald</i>	12	31,6	16.100	7,6	23,9	1.342		17	1.342
		<i>Mischwald</i>	5	13,2	58.500	27,8	-14,6	11.700	5	-7	5.850
		<i>Nadelwald</i>	21	55,3	136.200	64,6	-9,3	6.486	5	-10	5.238
	<i>&gt; 1200 m</i>	<i>Laubwald</i>		0,0	900	1,7	-1,7	kein ZP		-2	kein ZP
		<i>Mischwald</i>		0,0	2.700	5,2	-5,2	kein ZP		-5	kein ZP
		<i>Nadelwald</i>	1	100,0	48.600	93,1	6,9	48.600	5	7	8.100
<b>nördl. Alpen- vorland, Wald- u. Mühlviertel</b>	<i>bis 600 m</i>	<i>Laubwald</i>	34	32,4	82.300	27,1	5,3	2.421		5	2.421
		<i>Mischwald</i>	22	21,0	80.500	26,5	-5,6	3.659		-6	3.659
		<i>Nadelwald</i>	49	46,7	140.700	46,4	0,3	2.871		0	2.871
	<i>601 bis 1200 m</i>	<i>Laubwald</i>	6	19,4	14.200	6,9	12,5	2.367		8	2.367
		<i>Mischwald</i>	3	9,7	42.600	20,7	-11,0	14.200	5	-1	5.325
		<i>Nadelwald</i>	22	71,0	148.900	72,4	-1,4	6.768	5	-7	5.515
	<i>&gt; 1200 m</i>	<i>Laubwald</i>		0,0	200	16,7	-16,7	kein ZP		-17	kein ZP
		<i>Mischwald</i>		0,0	200	16,7	-16,7	kein ZP		-17	kein ZP
		<i>Nadelwald</i>		0,0	800	66,7	-66,7	kein ZP		-67	kein ZP
			1032		3.990.900				225		



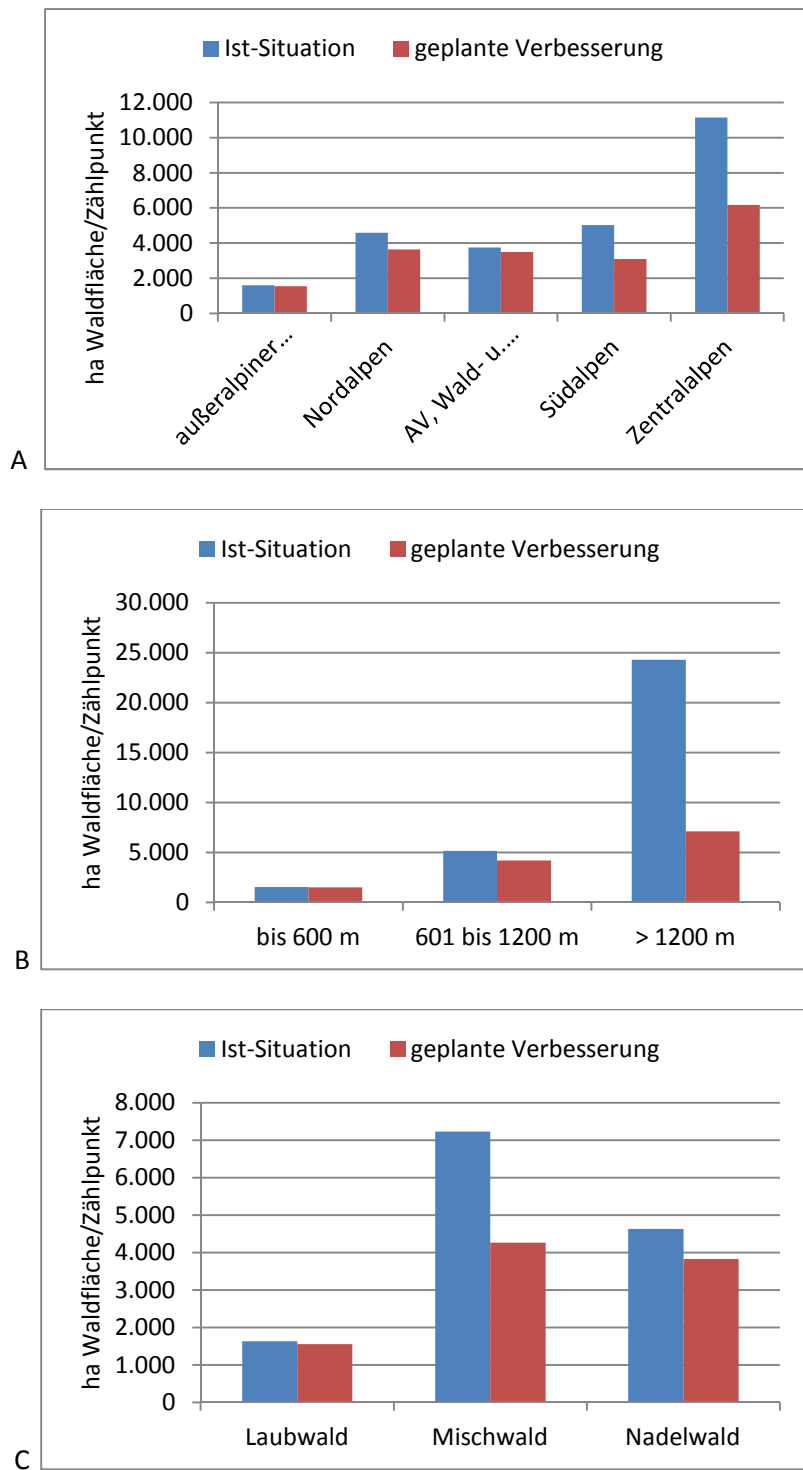


Abb. 10: Verteilung der Zählpunkte des BVM (BVM) auf die österreichische Waldfläche, unterteilt nach zusammengefassten Wuchsgebieten (A), Seehöhe (B) und Waldtypen (C). Dargestellt ist neben der derzeitigen Situation (Zählpunkte 2010-2012) auch die Verbesserung bei gezielter Anlage von 15 neuen Zählstrecken. AV Alpenvorland

### 4.3 Exploration der gemeinsamen Datenbestände von BFW und BirdLife

In Tab. 9 wird dargestellt, welche Parameter der terrestrischen Erhebungen Einfluss auf welche Vogelarten haben und wie stark dieser jeweils ist. Die Anzahl der Sterne gibt die Stärke an (mehr ist stärker) und das + bzw. – gibt an, ob ein hoher Wert dieses Parameters das Vorkommen der Art begünstigt oder hemmt. Sehr viel Information kann man alleine aus der Seehöhe erhalten. Bei 23 von 53 Arten wurde hier ein signifikanter Einfluss gefunden. Am zweitöftesten (17 Arten) kam das Nudum vor, das den Anteil der Probefläche ohne Bodenvegetation angibt. Auffallend ist, dass in allen 17 Fällen ein hoher Anteil von Nudum einen negativen Einfluss auf das Vorkommen bedeutet. Der dritte Parameter mit 16 Arten ist das Vorkommen der Eiche, das mit dem Vorkommen der jeweiligen Art fast immer positiv korreliert ist.

Auch bei der Fernerkundung ist die Seehöhe am öftesten ein Parameter mit signifikantem Einfluss (28 Mal), hier sogar mit noch größerem Abstand (Tab. 10). Die anderen Parameter kommen nur zwei bis sieben Mal vor, davon am öftesten die Anzahl der nicht verbundenen Wald- und Nichtwaldteile, die maximale und die mittlere Baumhöhe.

Tab. 9: Ergebnisse der logistischen Regressionen für Vorkommen und Nicht-Vorkommen von Vogelarten mit Daten der terrestrischen Erhebung der Österreichischen Waldinventur als Erklärungsvariablen. Angegeben sind jeweils statistisch signifikante Beziehungen (\* Irrtumswahrscheinlichkeit  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ ) sowie die Art des Zusammenhangs (+ positiver Zusammenhang, - negativer Zusammenhang). Erklärung der Variablen s. Tab. 4. Totholzvögel: Grauschnäpper, Halsbandschnäpper, Haubenmeise, Hohltaube, Kleiber, Kleinspecht, Mittelspecht, Schwarzspecht, Sumpfmeise, Weidenmeise

Art	MH7	WUGEB	BA	Waldtyp	ei	fi	ki	WASSERHH	HANGNEIG	neig1	neig2	Rand	WKL	BAUM1	BAUM2	STRAUCH	KRAUT	NUDUM	VHASTEH	VHASTOCK	VHALIEG	Anzahl Parameter	
Amsel			*** -		** +										*** -								3
Baumpieper	*** +	*** +		* +													** +						4
Berglaubsänger																							schlechte Datenlage
Birkenzeisig	** +						* +							* +									3
Birkhuhn																							nur Intercept
Blaumeise	*** -				*** +																		2
Buchfink																							nur Intercept
Buntspecht					*** +				*** -		* -							** -					4
Eichelhäher							*** +				*** -	** -		*** +		* +		** -		* +			7
Erlenzeisig	*** +			** -					*** -														3
Fichtenkreuzschnabel	*** +			* -	*** -		*** +		*** -	* +	* -		** +				* -	* -			* +		11
Fitis		** -								* +						* +							3
Gartenbaumläufer		** +											* +							** +			3
Gartengrasmücke	*** -	*** -				* +		** -															4
Gelbspötter									* -														1
Gimpel	* +	*** -				* +				** +				* + +						*** +			6
Grauschnäpper									*** -														1
Grauspecht	* -	*** -				* -																	3
Grünspecht	*** -																	* -					2
Halsbandschnäpper	*** -	* +			** +	* -					* -										*** +		6
Haubenmeise	*** +					** +	*** +		* -			*** -						* -		* +			7
Heckenbraunelle	*** +			** -					* -		* -			* +								* +	6
Hohltaube	*** -				* -			** -															3
Kernbeißer	*** -	* -		** +				*** -		* +													5
Klappergrasmücke				*** -						** +			* -										3
Kleiber			* +		*** +					** +								** -		** +			5
Kleinspecht																							nur Intercept
Kohlmeise	*** -				** +											* +							3
Kuckuck			** +				** +						* -					** -					4
Mäusebussard				* -																			1
Misteldrossel																							schlechte Datenlage
Mittelspecht																							schlechte Datenlage
Mönchsgrasmücke					** +			** +											* -				3

Art	MH7	WUGEB	BA	Waldtyp	ei	fi	ki	WASSERHH	HANGNEIG	neig1	neig2	Rand	WKL	BAUM1	BAUM2	STRAUCH	KRAUT	NUDUM	VHASTEH	VHASTOCK	VHALIEG	Anzahl Parameter
Nachtigall																						schlechte Datenlage
Pirol	*** -	** +	*** +		* +	* +		** +										*** -			* +	8
Ringdrossel	*** +																					1
Ringeltaube	*** -	* +				* +	*** +				* -				** -		** -	*** -		* +		9
Rotkehlchen				** -	** +				* +		*** -		* -		** -			*** -				7
Schwanzmeise								*** -	*** -	* +				** +		** +	** +		* +			7
Schwarzspecht		** +					** +					*** -						** -		** +		5
Singdrossel							** +				*** -				** -			*** -				4
Sommersgoldhähnchen		** -		*** -																		2
Sperber				* -	* +																	2
Star	*** -				** +	* -						** +	** +									5
Sumpfmeise	*** -					** +	*** +					** -						** -		* +		6
Tannenhäher	*** +				* +	* +															** +	4
Tannenmeise		*** -	* -	** -			** +								* -	** +		* -				7
Waldbaumläufer		* +					** +					** -	* +					* -	*** +	** +		7
Waldlaubsänger							*** -															1
Weidenmeise	*** +						*** +	** +														3
Wintergoldhähnchen				*** -		*** +			* -		*** -					** +		*** -				6
Zaunkönig	*** +		*** +		*** +	*** +				* -		* -				* +		* -		** +		9
Zilpzalp		*** -	* +		* +		*** +		** -													5
<b>Anzahl Arten</b>	23	15	7	12	16	12	13	8	11	8	8	8	7	5	5	7	4	17	2	10	6	0
Totholzvögel			** +		*** +	* +						** -			* -			*** -		** +		7
																						0

Tab. 10: Ergebnisse der logistischen Regressionen für Vorkommen und Nicht-Vorkommen von Vogelarten mit ALS-Daten als Erklärungsvariablen, jeweils beschränkt auf Tiroler Daten (s. Methode). Angegeben sind jeweils statistisch signifikante Beziehungen (\* Irrtumswahrscheinlichkeit  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ ) sowie die Art des Zusammenhangs (+ positiver Zusammenhang, - negativer Zusammenhang). Variablenamen s. Tab. 5.

Art	SH_DGM10m	Waka_teile	CC_std	GAPS_Anzahl	GAPS_Area_m2	Areaerndsm_m2	Max_m	H_meanerndsm_m	sum_vor_pi_m3	Anzahl_loma	H_mean_m	H_std	Anzahl Parameter
Amsel	*** -												1
Baumpieper	** +												1
Berglaubsänger			* +						*** -	*** +			3
Birkenzeisig	*** +												1
Birkhuhn	*** +	* -						** -			*** +		4
Blaumeise	*** -	*** +											2
Buchfink											** +		1
Buntspecht	** -	* +									*** +		3
Eichelhäher	*** -				* +								2
Erlenzeisig		* +						* -				** +	3
Fichtenkreuzschnabel	*** +		*** -										2
Fitis	*** -												1
Gartenbaumläufer													nur Intercept
Gartengrasmücke													nur Intercept
Gelbspötter													nur Intercept
Gimpel								*** +					1
Grauschnäpper											** +		1
Grauspecht													nur Intercept
Grünspecht	** -												1
Halsbandschnäpper													kein Vorkommen
Haubenmeise						*** +						* +	2
Heckenbraunelle	*** +						* +						2
Hohltaube													nur Intercept
Kernbeißer													nur Intercept
Klappergrasmücke	*** +		* -										2
Kleiber	*** -							** +				** +	3
Kleinspecht													kein Vorkommen
Kohlmeise	*** -												1
Kuckuck					* -								1
Mäusebussard	*** -			* -					* -				3
Misteldrossel				* -									1
Mittelspecht													nur Intercept

Art	SH_DGM10m	Waka_teile	CC_std	GAPS_Anzahl	GAPS_Area_m2	Areaerndsm_m2	Max_m	H_meanerndsm_m	sum_vor_pi_m3	Anzahl_loma	H_mean_m	H_std	Anzahl Parameter
Mönchsgrasmücke	*** -												1
Nachtigall													nur Intercept
Pirol													nur Intercept
Ringdrossel	*** +					** -	** +						3
Ringeltaube	*** -				* -								2
Rotkehlchen	** -								* +				2
Schwanzmeise									* +				1
Schwarzspecht							* +		* +				2
Singdrossel	*** -												1
Sommergoldhähnchen	*** -					*** +	*** +						3
Sperber													nur Intercept
Star	*** -	* +		** +				* +		*** -			5
Sumpfmeise	*** -							** +					2
Tannenhäher	*** +												1
Tannenmeise										*** +			1
Waldbaumläufer	* +	* +				*** +					*** +		4
Waldlaubsänger								*** +					1
Weidenmeise	*** +									*** +			2
Wintergoldhähnchen		** +		*** -	* +	*** +	** +						5
Zaunkönig	*** +			** -			*** +						3
Zilpzalp	*** -										* -		2
<b>Anzahl Arten</b>	28	7	3	5	4	5	6	7	5	2	7	4	

## 5 Diskussion

### 5.1 Auswahl der Indikatorarten

#### 5.1.1 Ideale vs. realisierbare Artenauswahl

Die ideale Artenauswahl für den WBI ist derzeit nicht umsetzbar, da für einige ausgewählte Arten derzeit keine Informationen zur Bestandsentwicklung aus dem BVM von BirdLife vorliegen. Das betrifft Schwarzstorch, Waldschnepfe, Sperlingskauz, Waldkauz, Mittelspecht, Kleinspecht, Dreizehenspecht und Zwergschnäpper. Aus heutiger Sicht ist lediglich für Mittelspecht und Kleinspecht eine Verbesserung der Datenlage vorstellbar, die in weiterer Folge eine Aufnahme dieser Arten in den WBI ermöglichen würde (da diese Arten schon derzeit an zumindest einigen Zählstrecke festgestellt werden; Tab. 6). Allerdings fallen die Regionen Österreichs, die für die potentiellen Erweiterungen der Zählungen in Betracht kommen (s. u.), nicht mit den Vorkommen der beiden Arten zusammen<sup>6</sup>, sodass abzuwarten bleibt ob hier eine Verbesserung der Datenlage erreicht werden kann. Für alle anderen Arten erscheint eine substantielle Verbesserung der Datenlage – selbst bei Ausweitung der Zählungen im Bergwald (s. u.) – unrealistisch: der Schwarzstorch wird aufgrund seiner großen Reviere nur selten bei den Zählungen angetroffen, Waldschnepfe, Sperlingskauz und Waldkauz sind nachtaktiv und somit über die Zählungen des BVM kaum erfassbar, der Dreizehenspecht ist zwar weit verbreitet, hat aber große Reviere und ist sehr unauffällig, und der Zwergschnäpper ist ein anspruchsvoller und dem entsprechend seltener Waldvogel.

Somit muss die Artenauswahl für den WBI auf jene Arten beschränkt bleiben, für die schon derzeit zumindest genügend Datenmaterial für die Berechnung von Bestandsentwicklungen besteht. Durch diese Einschränkung „verliert“ der Indikator einen kleinen Teil der Ressourcen, die durch die gesamte Vogelgemeinschaft in Österreichs Wäldern genutzt wird. Bezogen auf die Arten-Ressourcen-Matrix bildet die ermittelte Artenauswahl 87 % aller durch Waldvögel genutzten Ressourcen ab. Bei der Auswahl europäischer Wald-Indikatorarten trat der gleiche Effekt auf, und mit 90 % der gesamten Ressourcen (Wade et al., eingereicht) deckt diese Artenauswahl eine sehr ähnliche Größenordnung aller Ressourcen ab wie die Auswahl für Österreich.

Unter der idealen Artenauswahl nutzen vier Arten Ressourcen, die in der endgültigen Artenauswahl von keiner anderen Art genutzt werden: Sperlingskauz, Waldkauz, Dreizehenspecht und Zwergschnäpper, wobei der Waldkauz mit Abstand die meisten der nicht abgebildeten Ressourcen nutzt (86 %; Tab. 11). Die meisten dieser Ressourcen beziehen sich auf die Nahrung „Wirbeltiere“.

---

<sup>6</sup> Mittelspecht: eichenreiche Wälder im Osten des Landes; Kleinspecht: laubholzreiche und feuchte Wälder in tieferen Lagen (Dvorak et al. 1993).

Tab. 11: Jene Arten der idealen Artenauswahl für den WBI (Tab. 10) die Ressourcen nutzen, die im endgültigen Indikator nicht abgebildet sind. Eine Ressource kann auch von mehr als einer Art genutzt werden.

Art	Anzahl Ressourcen
Schwarzstorch	0
Waldschnepfe	0
Sperlingskauz	28
Waldkauz	72
Mittelspecht	0
Kleinspecht	0
Dreizehenspecht	2
Zwergschnäpper	6

### 5.1.2 Artenset für Österreich vs. westeuropäisches Artenset

Die Artenauswahl für den österreichischen WBI unterscheidet sich recht deutlich von jener für Westeuropa von Wade et al. (eingereicht). Das hat mehrere Gründe, die in den Veränderungen der Methode gegenüber Wade et al. begründet sind:

- Das der Auswahl zugrunde liegende Artenset (Tab. 1) ist zwangsläufig unterschiedlich: Die Artenliste der Vorauswahl musste an die österreichischen Gegebenheiten angepasst werden. Das bedeutete das Ausscheiden einiger Arten (Brut nicht in Österreich bzw. zu selten, starker Bezug zu anderen Lebensräumen [und daher tw. im FBI verwendet]) bzw. die Aufnahme einer zusätzlichen Art. Weiters liegen auf europäischer Ebene für mehr Arten Trenddaten vor als für Österreich (weil aus anderen Ländern genügend Daten für eine Berechnung vorliegen).
- Die Arten-Ressourcen-Matrix war nicht genau gleich: Wade et al. berücksichtigten Sukzessionsstufen nicht.
- Die Ressourcennutzung durch eine Art kann je nach Bezugsraum unterschiedlich sein, d.h. eine Art kann bspw. in der vorliegenden Studie als Brutvogel in Laub- und Mischwäldern eingestuft werden, während sie in der Arbeit von Wade et al. darüber hinaus auch als Bewohnerin von Nadelwald eingestuft wurde. Die vorliegende Studie basiert auf dem Handbuch der Vögel Mitteleuropas sowie spezifisch österreichischem Fachwissen, während die Arten-Ressourcen-Matrix sich bei Wade et al. auf die gesamt-europäische Situation bezieht.
- Des Weiteren kann auch die Abhängigkeit einer Art von Wald je nach Bezugsraum unterschiedlich sein (zur gleichen Problematik bzgl. der Auswahl von Indikatorarten zum FBI siehe Frühauf & Teufelbauer 2008). Daraus ergeben sich Unterschiede in der Klassifizierung „Abhängigkeit von Wald“, was in weiterer Folge wiederum den Auswahlprozess beeinflusst.

Die angeführten methodischen Änderungen sind durch den unterschiedlichen Bezugsraum bedingt. Durch die Anpassung an Österreich wurde sichergestellt, dass die bestgeeigneten Arten für den WBI ausgewählt wurden, möglichst alle genutzten Ressourcen abgebildet wurden und Überlappungen in der Ressourcennutzung möglichst gering waren. Wie schon bei der Entwicklung des österreichischen FBI ist der Anpassung an die heimischen Gegebenheiten gegenüber einer einheitlichen europäischen Artenauswahl der Vorzug zu geben (s. auch Frühauf & Teufelbauer 2008).

## 5.2 Verbesserungsmöglichkeiten

Bei der Verwendung des derzeit berechneten WBI muss beachtet werden, dass der Indikator einen kleinen Teil der insgesamt von der Waldavifauna genutzten Ressourcen nicht abbildet (s. Ergebnisse).



Des Weiteren sollte bei der Interpretation beachtet werden, dass die Datengrundlage derzeit den österreichischen Wald nicht repräsentativ abbilden kann: besonders Nadelwälder und Mischwälder in großen Seehöhen in den Zentralalpen sind unterrepräsentiert, während Laubwälder in den tiefen Lagen Ostösterreichs in den Daten überrepräsentiert sind.

Mit 15 gezielt geplanten zusätzlichen Zählstrecken könnte die Repräsentativität des österreichischen WBI deutlich verbessert werden (s. Ergebnisse). Der Wert 15 entspricht jener Zahl an Zählstrecken, die auch beim FBI zur Verbesserung der Repräsentativität in hohen Lagen (Almen) eingesetzt wurden. Bei der Umsetzung des FBI konnte durch verstärkte Mitarbeiter-Werbung ein deutlicher Zuwachs an freiwilligen ZählerInnen erreicht werden. Allerdings wurde im Almenbereich auf Basis einer Umfrage prognostiziert, dass nicht genügend freiwillig bearbeitete Zählstrecken für eine zufriedenstellende Abdeckung zur Verfügung stehen würden (Frühauf & Teufelbauer 2008)<sup>7</sup>. Die Erfahrung der darauf folgenden Jahre zeigte, dass diese Prognose korrekt war (z. B. Teufelbauer 2013). Da es sich bei den im WBI unterrepräsentierten Waldbereichen um Wälder in großen Seehöhen handelt, ist davon auszugehen, dass auch hier eine verstärkte MitarbeiterInnen-Werbung nicht zum Erfolg führen wird. Zur Verbesserung der Repräsentativität der Daten wird daher vorgeschlagen, bezahlte Zählungen durchzuführen (s. u.).

Für jede der Indikatorarten ist zur Berechnung eines Bestandstrends eine gewisse Anzahl an Zählstrecken notwendig. Entsprechend der Erfahrungswerten aus dem BVM und der Erstellung des FBI liegt diese bei (25-) 30 Zählstrecken (Frühauf & Teufelbauer 2008). Durch den gewählten Ansatz in der Artenauswahl ist das bei allen Indikatorarten gegeben (Tab. 6).

Wie auch schon beim FBI sollte auch für die Indikatorarten des WBI eine Feinanalyse der Bestands-trends durchgeführt werden. Ziele dieser Analyse wären die Untersuchung und Berücksichtigung von Einflussfaktoren wie starkem Durchzug in den Daten (was vermutlich bei Fitis und Waldlaubsänger der Fall ist). Ein möglicher Lösungsansatz wäre die Verwendung von nur einem der beiden Zähltermine zur Trendberechnung.

Eine Gewichtung der Zählraten (Berücksichtigung der räumlichen Verteilung der gezählten Vögel in Bezug zum Populationsanteil im entsprechenden Bundesland; Teufelbauer 2012b) wird derzeit bei einigen Arten durchgeführt – sofern es aufgrund der Datenlage möglich und sinnvoll ist (Teufelbauer 2012). Eine Aktualisierung der Gewichtungen im Rhythmus von ein paar Jahren ist sinnvoll (Teufelbauer 2012).

### 5.2.1 Umsetzung: jährliche Aktualisierung der Indikatoren

Die Abschätzung der anfallenden Kosten erfolgt analog zu den Erstellungsprojekten für den FBI und baut auf den dort gemachten Erfahrungen auf. Der zugrunde liegende Arbeitsaufwand bezieht sich nur auf die Waldvögel des BVM. Für jene Arbeitsschritte, die schwer einer einzelnen Vogelart zugeordnet werden können, wurde mit einem Drittel des Gesamtaufwands gerechnet (nachdem derzeit etwa ein Drittel aller Zählpunkte im Wald liegen). Die Schätzung der jährlich anfallenden Kosten ist in Tab. 12 aufgeschlüsselt. Die Daten des BVM würden von BirdLife ohne Berechnung eines Datennutzungsentgelts verwendet werden. Variationsmöglichkeiten in der Kalkulation ergeben sich durch die

---

<sup>7</sup> Die geringe Distanz zwischen Wohnort und Ort der Zählung ist einer der wichtigsten Faktoren für die Mitarbeit beim Brutvogel-Monitoring. Im Alpenraum lebt nur eine geringe Zahl an Mitgliedern von BirdLife Österreich – die die Hauptquelle der freiwilligen MitarbeiterInnen des Brutvogel-Monitorings sind –, was wiederum eine Folge der generell geringen Besiedlungsdichte im Alpenraum ist.

Anzahl an durch bezahlte Kartierer bearbeitete Zählstrecken. Hier wurde mit 15 bezahlten Zählstrecken kalkuliert, mit jeweils etwa 1.100 € jährlichen Kosten. Tab. 12 enthält nur die Kostenschätzung für das BVM von BirdLife Österreich. Der Aufwand des BFW, der bei der Planung neuer Zählstrecken entsteht (Zurverfügungstellung von Walddaten zur Verteilung der Zählpunkte entsprechend Tab. 8), ist nicht berücksichtigt.

Tab. 12: Kostenschätzung zur jährlichen Umsetzung des WBI für Österreich (Euro).

Posten	Arbeitszeit	Spesen	Anmerkungen
<b>Übersicht</b>			
<b>Erstes Umsetzungsjahr</b>			
Modul 1: Kartierungen	17.520	1.890	
Modul 2: Datenverwaltung, Auswertung und Betreuung ehrenamtlicher MitarbeiterInnen	12.300	200	
<b>Summen</b>	<b>29.820</b>	<b>2.090</b>	
<b>Gesamtsumme</b>		<b>31.910</b>	
<b>Folgejahre (jährliche Kosten)</b>			
Modul 1: Kartierungen	15.060	1.890	
Modul 2: Datenverwaltung, Auswertung und Betreuung ehrenamtlicher MitarbeiterInnen	9.840	200	
<b>Summen</b>	<b>24.900</b>	<b>2.090</b>	
<b>Gesamtsumme</b>		<b>26.990</b>	
<b>Details</b>			
<b>Modul 1: Kartierungen</b>			
Fahrt- und Mautkosten		1.890	Annahme 150km pro Kartierung und Zählstrecke
Bezahlte Kartierungen	12.600		15 Zählstrecken mit je 2 Kartierungsdurchgängen
Start-up Koordination	2.460		im ersten Umsetzungsjahr: Auswahl der Zählpunkte, Suche nach Kartierern
Koordination der Kartierungen	2.460		
<b>Modul 2: Datenverwaltung, Auswertung und Betreuung ehrenamtlicher MitarbeiterInnen</b>			
Datenübernahme	2.460		
Datenverwaltung und GIS	2.706		
Feinanalyse Bestandstrends	2.460		im ersten Umsetzungsjahr
Datenaufbereitung, Trendanalyse und Indexerstellung	2.460		
Feedback, Anfragen (inkl. Bericht)	1.476		Aufgeteilt mit Sektion Landwirtschaft
Laufende MitarbeiterInnen-Werbung	738	200	Aufgeteilt mit Sektion Landwirtschaft

## 5.3 Exploration der gemeinsamen Datenbestände von BFW und BirdLife

### 5.3.1 Datenqualität

#### 5.3.1.1 Walddaten

Der Vergleich der Analyseergebnisse der terrestrischen Erhebungen mit jenen der vorliegenden ALS-Daten macht deutlich, dass die terrestrischen Erhebungen differenzierter sind: einerseits konnte eine größere Anzahl an Variablen in den endgültigen Analysen verwendet werden, und andererseits ergab sich eine größere Zahl an signifikanten Korrelationen mit den Vogelndaten. Die ALS-Daten liegen zwar flächendeckend vor, aber es können nur höhenabhängige Variablen abgeleitet werden. Aus diesen Höhenmessungen kann man noch flächige Informationen ableiten, aber zum Beispiel Baumarten

lassen sich nicht erfassen. Durch eine Verschneidung mit der Waldtypenkarte könnte man noch grob den Waldtyp wie bei den ÖWI-Daten in die Variablenliste aufnehmen, aber Totholz und untere Schichten des Bewuchses können nicht erkannt werden. Trotzdem entstehen auch aus den ALS-Daten schon passable Modelle für das Vorkommen von Vogelarten.

### **5.3.1.2 Vogeldaten**

Ein etwas problematischer Punkt ist der relative Mangel an Vogeldaten (im Vergleich zu den Walddaten). Um auf eine ausreichend große Stichprobe zu kommen, wurden Zählraten aus einem Zeitraum von 15 Jahren zusammengelegt. Wie schon eingangs erwähnt wurde, genügt ein einziges Vorkommen einer Art in diesem Zeitraum auf einem Zählpunkt, damit das Vorkommen dort auf "1" gesetzt wird. Dieser Extremfall kann in den Ergebnissen daher nicht von einem regelmäßigen/häufigen Vorkommen unterschieden werden.

Weiters stammen die Erhebungen der ÖWI nicht notwendigerweise aus demselben Jahr wie die Vogelzählungen. Es ist durchaus möglich, dass sich die Situation auf einzelnen Zählpunkten zwischen den beiden Erhebungen – zum Beispiel durch Nutzung oder Kalamitäten - grundlegend verändert hat.

### **5.3.2 Räumliche Verschneidung von Wald- und Vogeldaten**

Bei den terrestrischen Erhebungen ist zu bedenken, dass ein ÖWI-Zählpunkt bis zu 500 m von einem Zählpunkt des BVM entfernt sein kann. Die Waldsituation am Vogel-Zählpunkt kann somit durchaus stark von jener auf der ÖWI-Probefläche abweichen. Durch diese Situation entsteht unweigerlich ein gewisses Rauschen, das einerseits zum Nicht-Entdecken vorhandener Zusammenhänge und andererseits zum zufälligen Auftreten nicht kausaler Zusammenhänge führen kann. Trotzdem wurden signifikante Zusammenhänge zwischen den Daten von BFW und BirdLife gefunden. Diese könnten vermutlich bei einer besseren Datenlage noch deutlicher hervortreten.

Sowohl bei der Verschneidung mit Fernerkundungsdaten als auch mit Daten aus den terrestrischen Erhebungen wurden rund 200 verwendbare Zählpunkte gefunden. Auffallend ist, dass bei zweiten mehr als drei Mal so viele Zählstrecken involviert waren, nämlich 98 vs. 31. Das ergibt sich aus der räumlichen Verschneidung. Bei der Verwendung von Fernerkundungsdaten ist die gesamte Zählstrecke enthalten, sofern sie ganz im Wald liegt. Hingegen liegen gewöhnlich durch die längliche Form einer Zählstrecke (i. d. R. entlang eines Weges) nur wenige Zählpunkte einer Zählstrecke in der Nähe einer ÖWI-Probefläche. Das bedeutet, dass der Datensatz mit den terrestrischen Erhebungen besser verteilt ist. Der Datensatz mit Fernerkundungsdaten weist eine geclusterte Struktur auf und für eine detaillierte Analyse und weitere Verwendung müssten die Daten auf eventuelle Kovarianzen innerhalb der Cluster untersucht werden. Eine Ausweitung der Analysen mit Fernerkundungsdaten von Tirol auf ganz Österreich würde hier natürlich helfen. Allerdings ist noch nicht bekannt, wann österreichweit ALS-Daten zur Verfügung stehen werden, weil der Bearbeitungsstand von Bundesland zu Bundesland sehr unterschiedlich ist.

### **5.3.3 Analyseergebnisse**

Die Analysen sollten einen ersten Einblick in die Möglichkeiten bieten, die sich aus der Kombination der Datenbestände von BFW und BirdLife ergeben. An dieser Stelle sollen keine ausführlichen Inter-

pretationsversuche unternommen werden. Dazu wäre eine detailliertere Beschäftigung mit Daten und Ergebnissen notwendig, was im Rahmen dieser Studie aber nicht geleistet werden konnte<sup>8</sup>.

Sowohl die Daten der terrestrischen Erhebungen als auch die ALS-Daten liefern brauchbare Ergebnisse. Die Modelle in ihrer derzeitigen Form sind aber noch nicht bereit um das Vorkommen von Vogelarten vorherzusagen. Wie in der Methode erwähnt wurden sie dafür auch nicht eingesetzt, sondern alleine ihre Erstellung gab Aufschluss über die Zusammenhänge in den Daten. Diese Zusammenhänge können kausal sein, es kann aber auch eine tieferliegende gemeinsame Ursache geben. Ein Beispiel dafür ist, dass z. B. Fichtenkreuzschnabel und Ringdrossel positiv mit steigender Seehöhe korrelieren, aber trotz der aus ihrer Biologie bekannten Vorliebe in den Analysen keinen Zusammenhang mit dem Parameter „Fichte“ zeigen. Hier dürfte die Seehöhe den gleichläufig auftretenden positiven Effekt der Baumart (mit steigender Seehöhe steigt auch der Fichtenanteil im Wald) überdecken. Die Eiche ist der einzige Laubbaum der drei separat betrachteten Baumarten. Der positive Einfluss des Vorkommens der Eiche könnte – zumindest bei manchen Arten – in Wirklichkeit auf das Vorkommen von Laubbäumen allgemein zurückzuführen sein oder wie oben einen Seehöhentrend darstellen. Derartige zu trennen ist oft nicht einfach und bedarf eingehender Analysen, die zum Beispiel in einem Folgeprojekt durchgeführt werden könnten. Auch im Fall der drei verwendeten Totholzvariablen wäre eine nähere Betrachtung erforderlich – der Parameter „stehendes Totholz“ kommt im Datenset kaum vor. Bei den beiden anderen Parametern „liegendes Totholz“ und „Totholz aus Stöcken“<sup>9</sup> könnte in den Modellen ebenfalls ein Überlagerungseffekt zum Tragen gekommen sein. Eine weitere mögliche Erklärung wäre, dass sich eine Bewirtschaftung – zumindest in einem gewissen Rahmen – positiv auf das Vorhandensein mancher Vogelarten auswirkt, da dadurch Freiflächen und Waldrandsituationen (Strukturreichtum) geschaffen werden.

Einige der verwendeten Waldparameter könnte man auf eine andere Art in die Regressionen einfließen lassen. Zum Beispiel ist es schwer, die Wuchsgebiete nicht nur nominal anzuführen sondern ordinal zu sortieren. In diesem Fall könnte es helfen den Parameter Wuchsgebiete auf mehrere binäre Parameter aufzutrennen. Allerdings werden die Parameter dadurch voneinander abhängig, da immer einer '1' ist und alle anderen '0' sind. Die entstehenden Interdependenzen lassen sich eventuell mittels einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) auflösen. Auch das könnte in einer weiterführenden Studie behandelt werden. Auch die Betriebsarten könnten noch weiter aufgespalten werden, zum Beispiel durch eine Unterscheidung von Schutzwald (außer Ertrag) und Wirtschaftswald. Teilweise wird das durch das Vorhandensein von Stöcken schon abgedeckt, aber die Trennung ist dabei nicht scharf. Auch bei den Betriebsarten stellt sich bei einer Aufspaltung die Frage nach einer ordinalen Sortierung der Klassen.

Bevor die Modelle auch dafür eingesetzt werden können um das Vorkommen von Vogelarten vorherzusagen, ist noch einiges an Arbeit nötig. Bei einigen Vogelarten entstehen zwar schon gute Modelle, aber es gibt keine Garantie für eine flächendeckende Gültigkeit aufgrund der räumlichen Verteilung der vorhandenen Daten. Hier würden zusätzliche Zählstrecken vor allem in den unterrepräsentierten Gebieten helfen.

---

<sup>8</sup> Als Hilfestellung für eine erste Interpretation für die gefundenen Zusammenhänge sind die verwendeten Variablen in den Anhängen A1, A2 und A3 in Form von Histogrammen dargestellt.

<sup>9</sup> Die Variable beschreibt im Wesentlichen die nach dem Fällen von Bäumen verbliebenen Baumstümpfe ("Jedes stehende Totholz, das bergseitig niedriger als 1,3m ist." Aufgenommen werden Stöcke ab einem Durchmesser von 10 cm [auf der Schnittfläche]).

Bei der Verschneidung mit den Fernerkundungsdaten zeigt sich das Problem der räumlichen Verteilung ganz besonders, weil erstens nur Tirol betrachtet werden konnte, aber auch innerhalb Tirols die Zählstrecken bei weitem nicht gleichmäßig verteilt sind.

Es wäre gut, das Rauschen zu reduzieren, indem man die Distanz zwischen Zählpunkten und Probe­flächen verringert. Außerdem wäre eine bessere zeitliche Übereinstimmung nützlich. Beides erfordert zusätzliche Zählstrecken. Der Zeitpunkt wäre günstig, da der Beginn einer neuen Inventurperiode der ÖWI bevorsteht (voraussichtlich 2015 oder 2016).

#### 5.3.4 Ausblick

Die Ergebnisse der Datenexploration zeigen, dass das Vorkommen von Vogelarten mit zahlreichen Waldparametern verknüpft ist und somit der WBI den Lebensraum Wald und seine Veränderungen gut abbilden kann. Weiterführende, tiefgehende Analysen zwischen Vorkommen der von Vogelarten, aber auch Artengruppen oder Gilden, und den Daten der ÖWI sind fachlich möglich und sinnvoll. Die Analysen zeigten, dass Zusammenhänge, die aufgrund der Biologie der Vogelarten zu erwarten waren, auch großteils vorhanden sind, bspw. bei der Seehöhe (Bergwaldarten versus Tieflandarten) oder Totholz (Stöcke; Arten mit starkem Bezug zu Totholz). Es zeigten sich auch naturschutzfachlich interessante Zusammenhänge, z. B. die vielen positiven Korrelationen mit der Baumart „Eiche“ (s. dazu auch die Anmerkungen oben).

Durch die Zusammenhänge von den Daten des BVM mit den Daten des BFW kann man in weiterer Folge die Bestandsentwicklung der Vogelarten mit Entwicklungen im Lebensraum Wald in Zusammenhang bringen: so würde bspw. die Zunahme von Eichen in Tieflandbereichen vermutlich auch Arten wie dem Halsbandschnäpper entgegenkommen. In dem Zusammenhang wäre die Verwendung der Modelle der logistischen Regressionen als Vorhersage für das Vorkommen von Vogelarten ein lohnender Ansatz für eine tiefer gehende Studie. Eine Evaluierung von Maßnahmen der Ländlichen Entwicklung über die Datenbestände des BVM bzw. den WBI wird nur dann möglich sein, wenn die Maßnahmen auf großen Flächen stattfinden bzw. großflächige Auswirkungen haben.

Mit den vorliegenden Daten und dem WBI können allgemeine Aussagen über den Waldzustand getätigt und die Auswirkungen der Veränderungen diverser Parameter auf die weit verbreiteten Vogelarten beschrieben werden. Hingegen sind kleinflächige Veränderungen (wie z.B. die auf geringer Fläche stattfindenden Außernutzungsstellungen) nicht über den WBI abbildbar.

## 6 Literatur

- Angelstam, P., J.M. Roberge, A. Lohmus, M. Bergmanis, G. Brazaitis, M. Donz-Breuss, L. Edenius, Z. Kosinski, P. Kurlavicius, V. Larmanis, G. Lukins, E. Mikusinski, M. Racinskis, M. Strazds & P. Tryjanowski (2004). Habitat modelling as a tool for landscape-scale conservation – a review of parameters for focal forest birds. *Ecological Bulletins* 51:427-453.
- Bauer, K.M. & U.N. Glutz von Blotzheim (1966): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 1: Gaviiformes - Phoenicopteriformes. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt/M. 483pp.
- Bauer, K.M. & U.N. Glutz von Blotzheim (1968): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 2: Anseriformes (1. Teil). Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt/M. 540pp.
- Bauer, K.M. & U.N. Glutz von Blotzheim (1969): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 3: Anseriformes (2. Teil). Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt/M. 503pp.
- Butler, S.J., R.P. Freckleton, A.R. Renwick & K. Norris (2012): An objective, niche-based approach to indicator species selection. *Methods in Ecology and Evolution* 3: 317-326.
- Dvorak, M., A. Ranner & H.-M. Berg (1993): Atlas der Brutvögel Österreichs. Umweltbundesamt, Wien. 527pp.
- European Bird Census Council (2014): Pan-European Common Bird Monitoring Scheme. URL: <http://www.ebcc.info/pecbm.html>, Zugriff am 20.3.2014.
- Frühauf, J. & N. Teufelbauer (2008): Bereitstellung des Farmland Bird Index für Österreich. Vorstudie. Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. BirdLife Österreich, Wien.
- Fuller, R.J., K.W. Smith, P.V. Grice, F.A. Currie & C.P. Quine (2007): Habitat change and woodland birds in Britain: implications for management and future research. *Ibis* 149:261-268.
- Generaldirektion Landwirtschaft und Ländliche Entwicklung (2006): Entwicklung des ländlichen Raums 2007-2013: Handbuch für den gemeinsamen Begleitungs- und Bewertungsrahmen. Leitfaden 15 pp., plus Anhänge. URL: [http://ec.europa.eu/agriculture/rurdev/eval/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/rurdev/eval/index_de.htm) (Download am 07.11.2007)
- Gibbons D.W. (2000): Development of Pan-European Breeding Bird Monitoring. *Ring* 22: 25–33.
- Gil-Tena, A., L. Brotons & S. Saura (2009): Mediterranean forest dynamics and forest bird distribution changes in the late 20th century. *Global Change Biology* 15:474-485.
- Glutz von Blotzheim, U.N., K.M. Bauer & E. Bezzel (1971): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 4: Falconiformes. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt/M. 946pp.
- Glutz von Blotzheim, U.N., K.M. Bauer & E. Bezzel (1973): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 5: Galliformes - Gruiformes. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt/M. 705pp.
- Glutz von Blotzheim, U.N., K.M. Bauer & E. Bezzel (1975): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 6: Charadriiformes (1. Teil). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 847pp.

- Glutz von Blotzheim, U.N., K.M. Bauer & E. Bezzel (1977): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 7: Charadriiformes (2. Teil). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 847pp.
- Glutz von Blotzheim, U.N. & K.M. Bauer (1980): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 9: Columbiformes - Piciformes. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 1150pp.
- Glutz von Blotzheim, U.N. & K.M. Bauer (1982): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 8: Charadriiformes (3. Teil). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 1270pp.
- Glutz von Blotzheim, U.N. & K.M. Bauer (1985): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 10: Passeriformes (1. Teil). AULA-Verlag, Wiesbaden. 1184pp.
- Glutz von Blotzheim, U.N. & K.M. Bauer (1988): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 11: Passeriformes (2. Teil). AULA-Verlag, Wiesbaden. 1226pp.
- Glutz von Blotzheim, U.N. & K.M. Bauer (1991): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 12: Passeriformes (3. Teil). AULA-Verlag, Wiesbaden. 1460pp.
- Glutz von Blotzheim, U.N. & K.M. Bauer (1993): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 13: Passeriformes (4. Teil). AULA-Verlag, Wiesbaden. 2178pp.
- Glutz von Blotzheim, U.N. & K.M. Bauer (1997): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 14: Passeriformes (5. Teil). AULA-Verlag, Wiesbaden. 1966pp.
- Greenwood, J.J.D. (2007): Citizens, science and bird conservation. *J. Ornithol.* 148 (Suppl. 1): S77-S124.
- Gregory R.D., D.G. Noble, R. Field, J. Marchant, M. Raven, & D.G. Gibbons (2003): Using birds as indicators of biodiversity. *Ornis Hungarica* 12–13: 11–24.
- Gregory, R.D., A. Van Strien, P. Vorisek, A.W. Gmelig Meyling, D.G. Noble, R.P.B. Foppen, and D.W. Gibbons (2005): Developing indicators for European birds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360:269-288.
- Gregory, R.D., P. Vorisek, A. Van Strien, A.W.G. Meyling, F. Jiguet, L. Fornasari, J. Reif, P. Chylarecki & I.J. Burfield (2007): Population trends of widespread woodland birds in Europe. *Ibis* 149:78-97.
- Gregory R.D., P. Voříšek, D.G. Noble, A. van Strien, A. Klvaňová, M. Eaton, A.W. Gmelig Meyling, A. Joys, R.P.B. Foppen, & I.J. Burfield (2008): The generation and use of bird population indicators in Europe. *Bird Conservation International* 18: s223–s244.
- Hauk, E. & Schadauer K. (o.J.): Instruktion für die Feldarbeit der Österreichischen Waldinventur 2007 – 2009 (Fassung 2009). URL: [http://bfw.ac.at/700/pdf/DA\\_2009\\_Endfassung\\_klein.pdf](http://bfw.ac.at/700/pdf/DA_2009_Endfassung_klein.pdf); Download am 7.8.2013.
- Kilian, W., F. Müller & F. Starlinger (1994): Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach forstökologischen Gesichtspunkten. *Forstliche Bundesversuchsanstalt Berichte* 82, Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien. 60pp.

Land Tirol (o.J.): Landesweite Laserscanbefliegung Tirol 2006-2010. URL: [https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/sicherheit/geoinformation/bilder/ALS\\_Tirol\\_Onlinebericht.PDF](https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/sicherheit/geoinformation/bilder/ALS_Tirol_Onlinebericht.PDF). Download am 12.3.2014

Mikusiński, G., M. Gromadzki, and P. Chylarecki (2001). Woodpeckers as Indicators of Forest Bird Diversity. *Conservation Biology* 15:208-217.

Roberge, J.-M. and P. Angelstam (2006): Indicator species among resident forest birds - A cross-regional evaluation in northern Europe. *Biological Conservation* 130:134-147.

Snow, D.W. & C.M. Perrins (1998): *The birds of the Western Palearctic. Concise Edition.* Oxford University Press, Oxford, UK.

Tellería, J.L., R. Baquero & T. Santos (2003): Effects of forest fragmentation on European birds: implications of regional differences in species richness. *Journal of Biogeography* 30:621-628.

ter Braak C.J.F., A. van Strien, R.Meijer & T.J.Verstrael (1994): Analysis of monitoring data with many missing values: which method? In: Hagemeyer E.J.M. & T.J. Verstrael (Hrsg.): *Bird Numbers 1992. Distribution, monitoring and ecological aspects.* Proceedings of the 12th International Conference of IBCC and EOAC, Noordwijkerhout, The Netherlands. Statistics Netherlands, Voorburg/Heerlen & SO-VON, Beek-Ubbergen. pp. 663–673.

Teufelbauer, N. (2009): *Bereitstellung des Farmland Bird Index für Österreich: Datenerhebung und -aufbereitung 2008.* Bericht im Auftrag des Lebensministeriums, Zahl: BMLFUW-LE.1.3.7/0013-II/5/2008. BirdLife Österreich, Wien. 31 pp.

Teufelbauer, N. (2010): *Der Farmland Bird Index für Österreich - erste Ergebnisse zur Bestandsentwicklung häufiger Vogelarten des Kulturlandes.* *Egretta* 51: 35-50.

Teufelbauer, N. (2010b): *Der Einfluss von ÖPUL auf die Vögel in der Kulturlandschaft – Kausal-Analysen, räumliche Differenzierung und Farmland Bird Index. 1. Teilbericht: Farmland Bird Index 2009 für Österreich und räumliche Unterteilungen* Bericht im Auftrag des Lebensministeriums, Zahl: BMLFUW-LE.1.3.7/0019-II/5/2009. BirdLife Österreich, Wien. 32pp.

Teufelbauer, N. (2011): *Der Einfluss von ÖPUL auf die Vögel in der Kulturlandschaft – Kausal-Analysen, räumliche Differenzierung und Farmland Bird Index. 3. Teilbericht: Farmland Bird Index 2010 für Österreich.* Im Auftrag des Lebensministeriums. BirdLife Österreich, Wien.

Teufelbauer, N. (2012): *Monitoring der Brutvögel Österreichs - Bericht über die Saison 2011.* BirdLife Österreich, Wien. 12pp.

Teufelbauer, N. (2012b): *Farmland Bird Index für Österreich: Landschaftselemente und Indikator 2011/12 - 1. Teilbericht: Farmland Bird Index 2011 für Österreich.* Im Auftrag des Lebensministeriums. BirdLife Österreich, Wien.

Teufelbauer, N. (2013): *Monitoring der Brutvögel Österreichs - Bericht über die Saison 2012.* BirdLife Österreich, Wien. 11pp.



Teufelbauer, N. (2013b): Farmland Bird Index für Österreich: Landschaftselemente und Indikator 2011/12 - 2. Teilbericht: Farmland Bird Index 2012 für Österreich. Im Auftrag des Lebensministeriums. BirdLife Österreich, Wien.

Thaxter, C.B., A.C. Joys, R.D. Gregory, S.R. Baillie & D.G. Noble (2010): Hypotheses to explain patterns of population change among breeding bird species in England. *Biological Conservation* 143:2006-2019.

Tucker, G.M. & M.I. Evans (1997): *Habitats for Birds in Europe: A Conservation Strategy for the Wider Environment*. Birdlife International, Cambridge, U.K.

van Strien A., J. Pannekoek, W.Hagemeijer & T.Verstrael (2004): A loglinear Poisson regression method to analyse bird monitoring data. *Bird Census News* 13: 33–39 (Bird Numbers 1995: Proceedings of the International Conference and 13th Meeting of the European Bird Census Council, Pärnu, Estonia, 25–29 September 1995).

van Strien, A., J. Pannekoek & D.W. Gibbons (2001): Indexing European bird population trends using results of national monitoring schemes: a trial of a new method. *Bird Study* 48: 200-213.

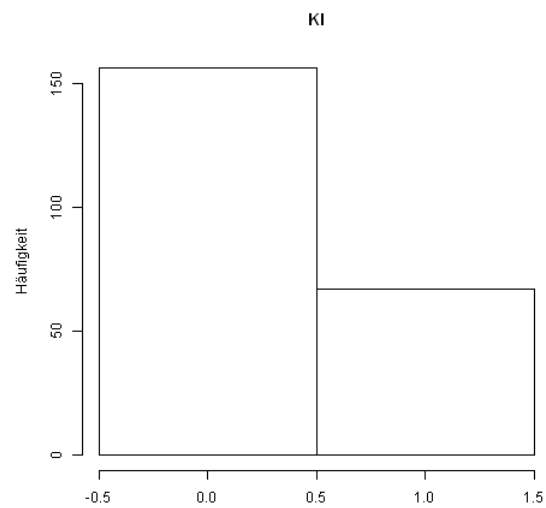
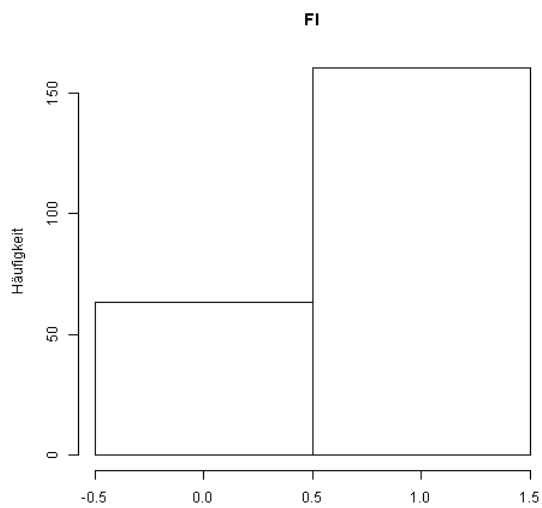
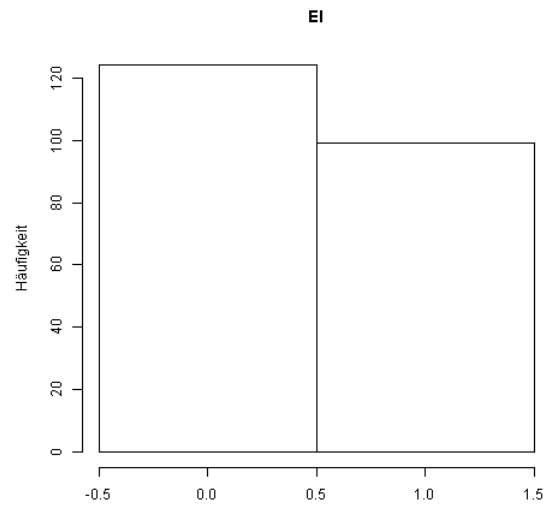
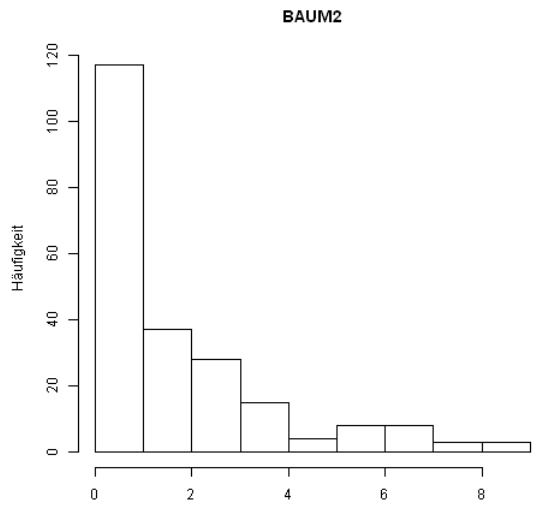
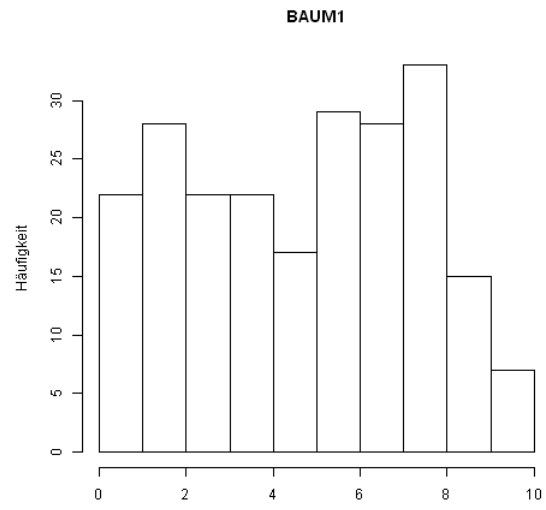
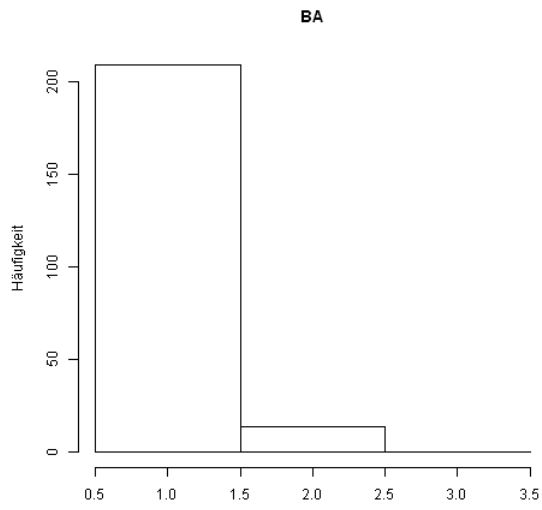
Wade, A.S.I., B. Barov, I.J. Burfield, R.D. Gregory, K. Norris, T. Wu & S.J. Butler: A niche-based framework to assess current monitoring of European forest birds and guide indicator species' selection. eingereichtes Manuskript.

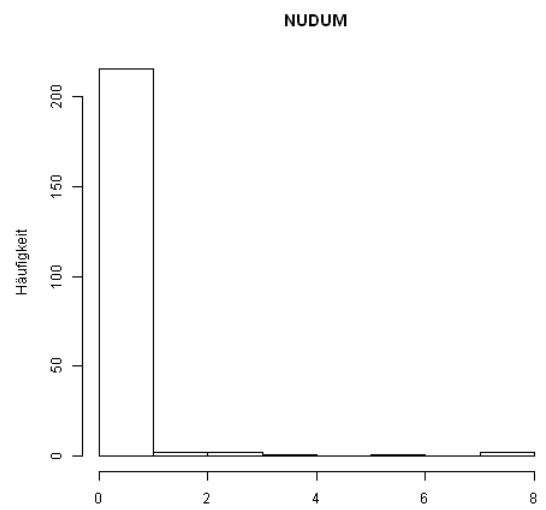
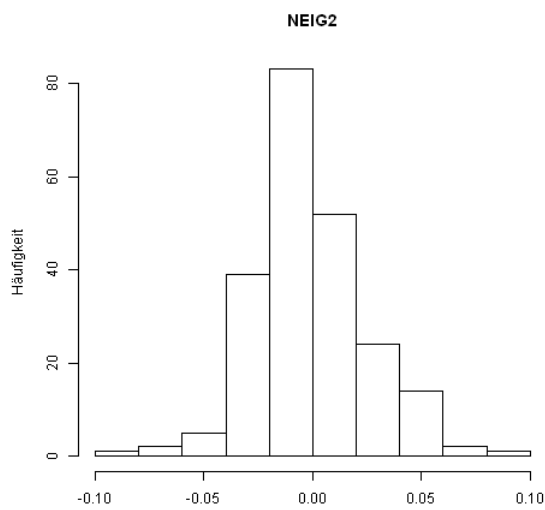
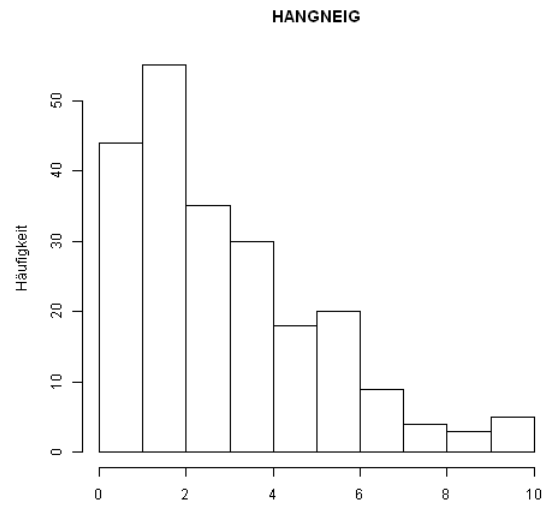
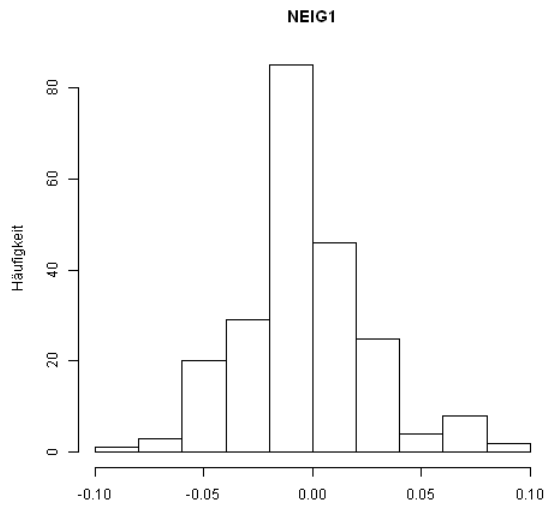
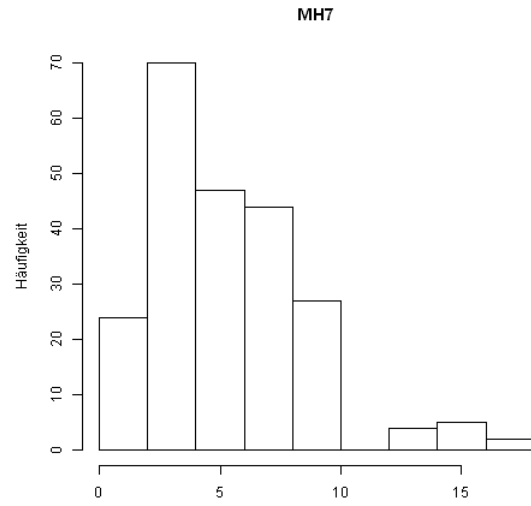
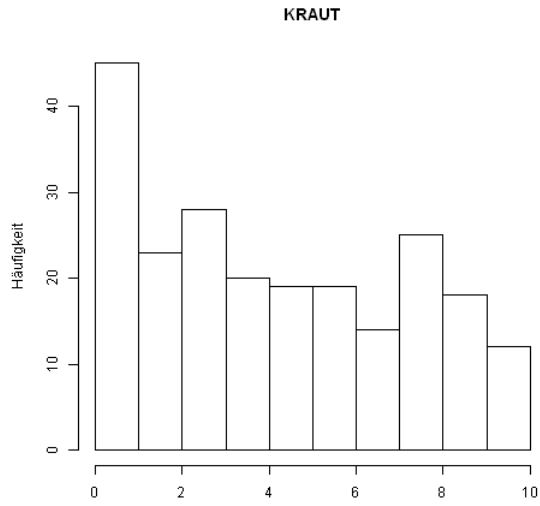
## 7 Danksagungen

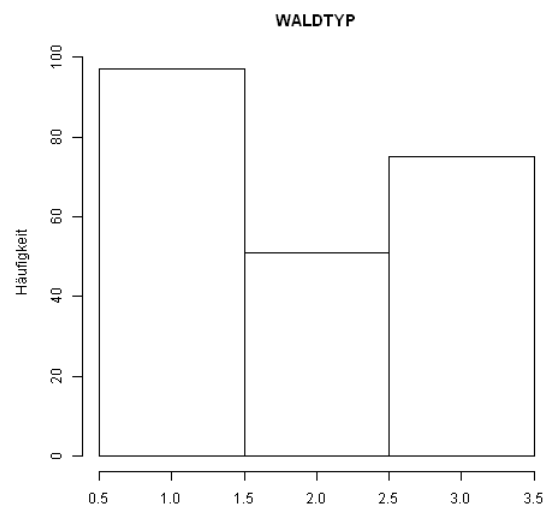
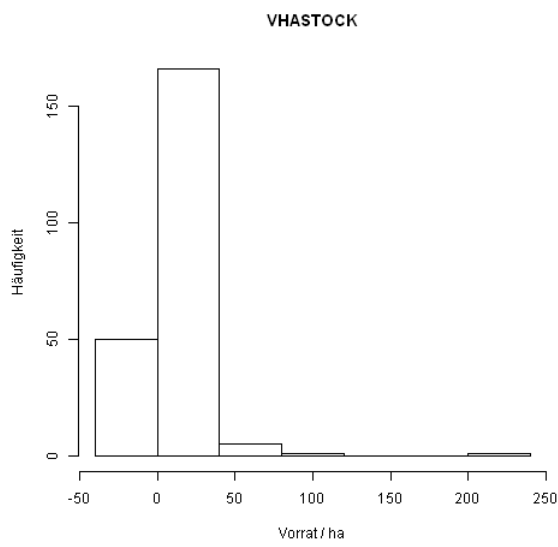
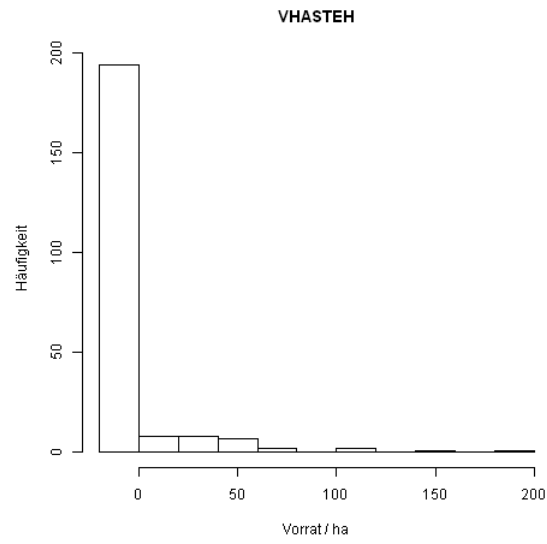
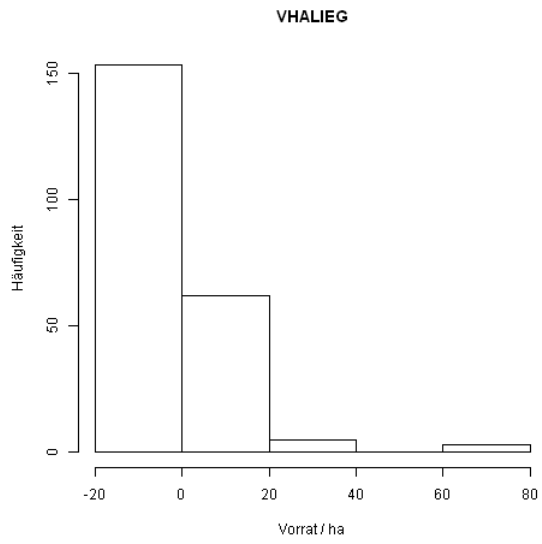
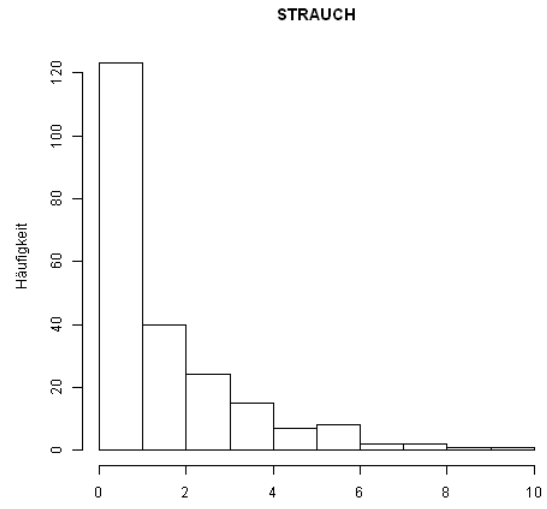
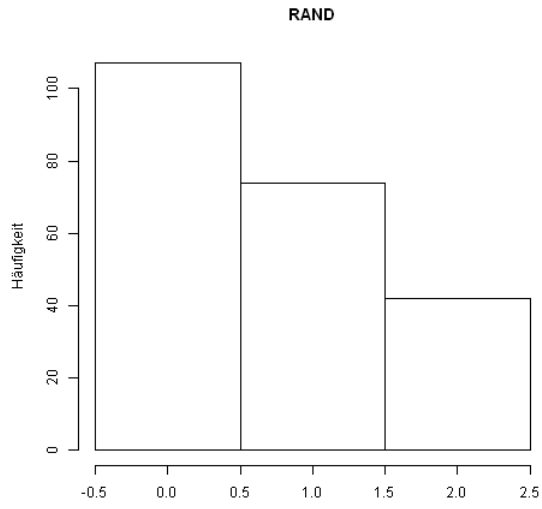
Besonderer Dank gebührt Simon Butler, der uns bei methodischen Fragen zur Artenauswahl eine große Hilfe war. Bei Gábor Wichmann bedanken wir uns für seine Hinweise bezüglich Auswahl der Parameter für die statistische Analyse und für seine Expertise zum Themenbereich Wald und Vögel. Für die Einstufung der Abhängigkeit von Vogelarten von Wald sind wir den Ornithologen Katharina Bergmüller, Christine Medicus, Remo Probst, Norbert Pühringer, Norbert Ramsauer, Hans Uhl und Gábor Wichmann zu Dank verpflichtet.

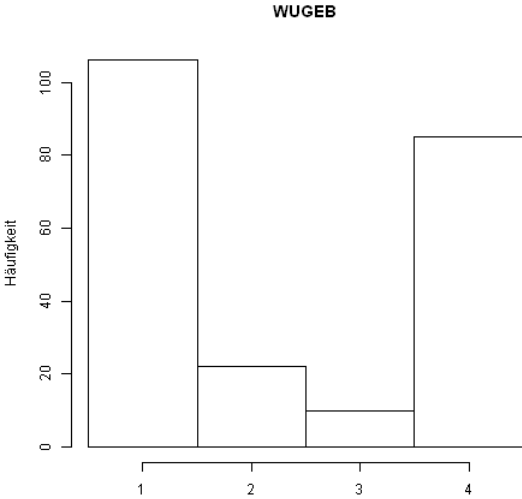
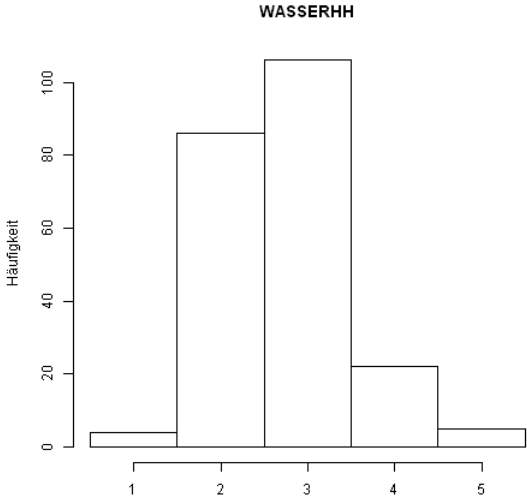
## 8 Anhang

### 8.1 Anhang A1: Datenexploration terrestrische Daten

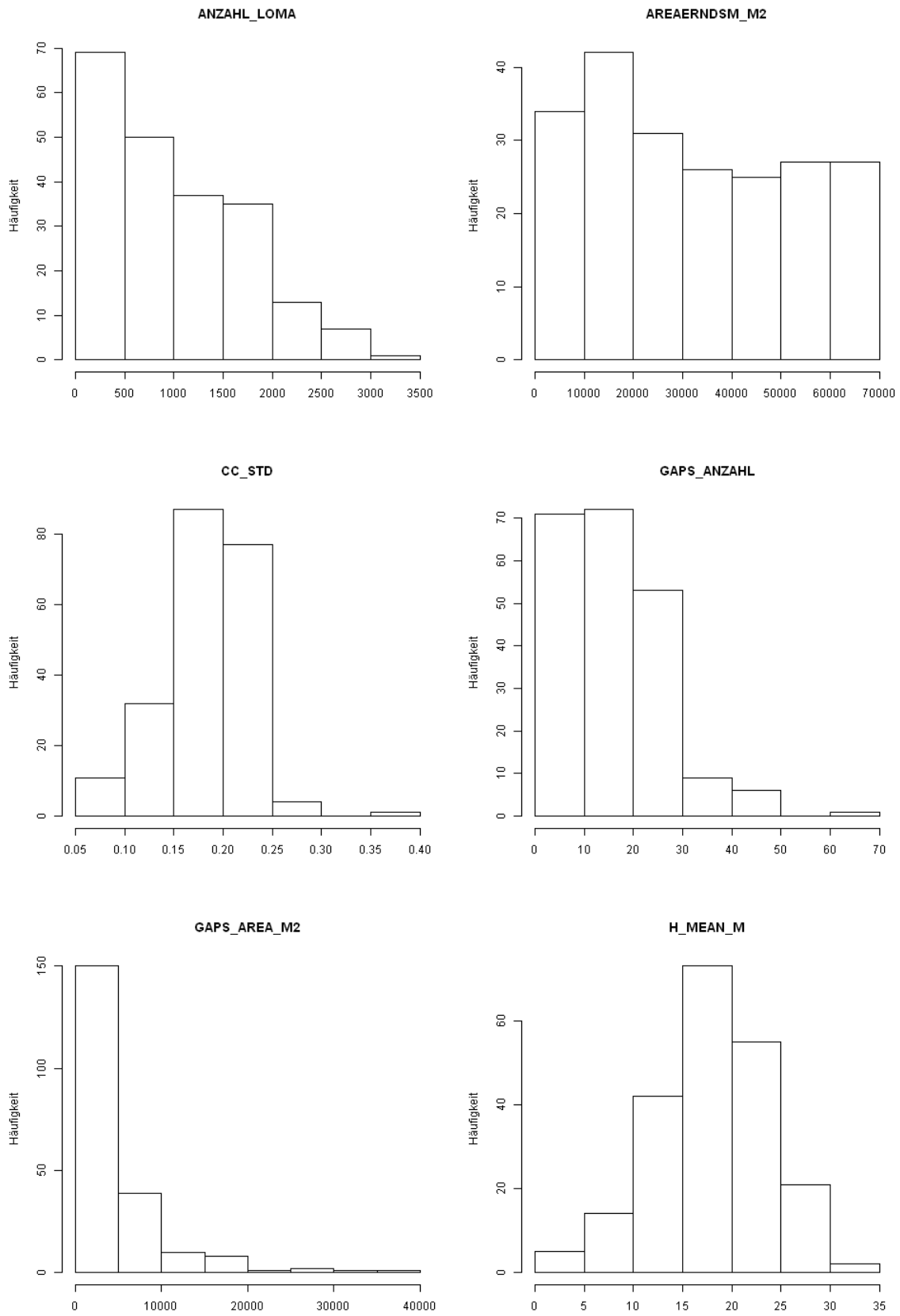


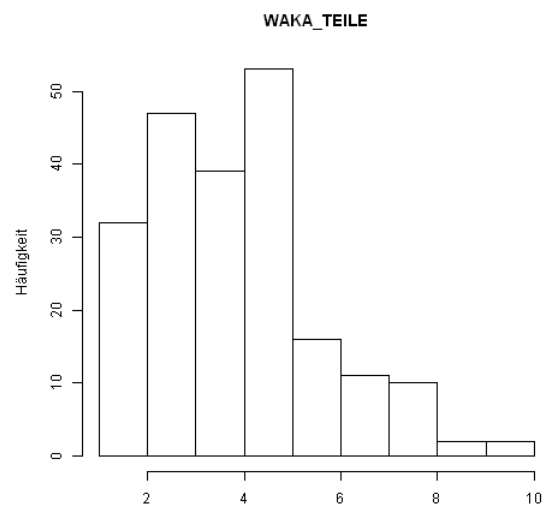
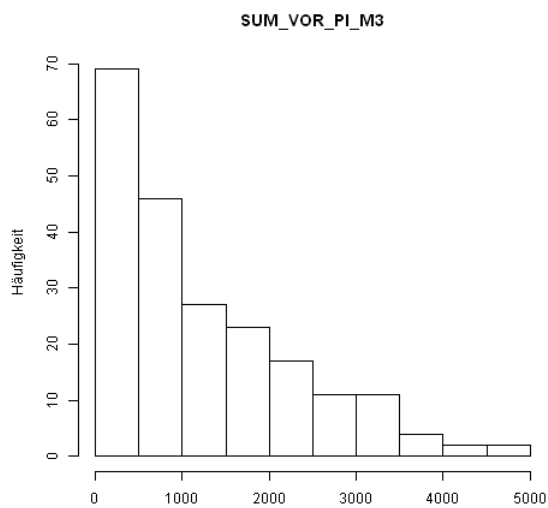
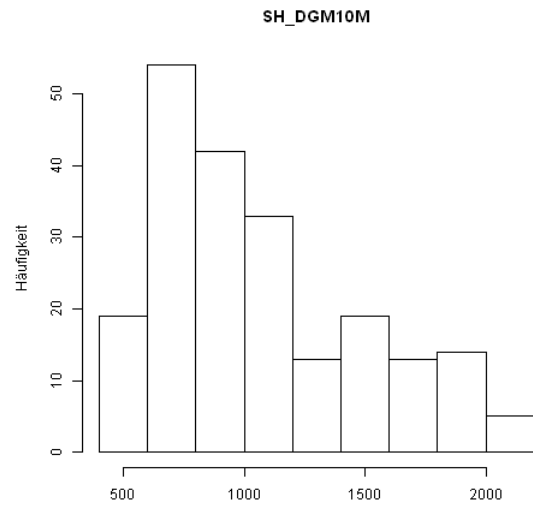
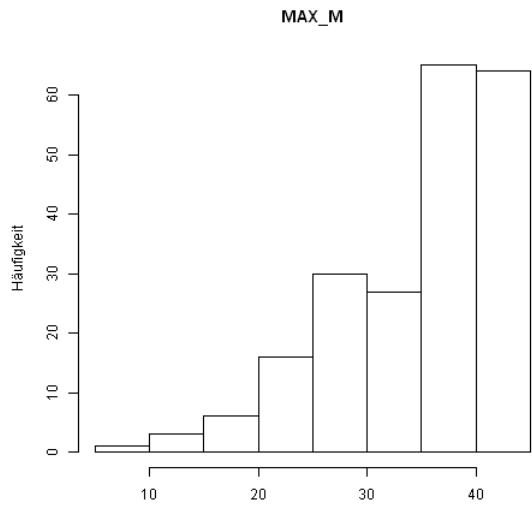
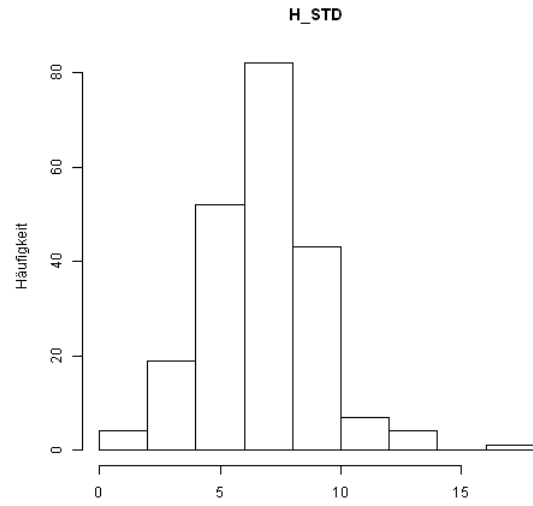
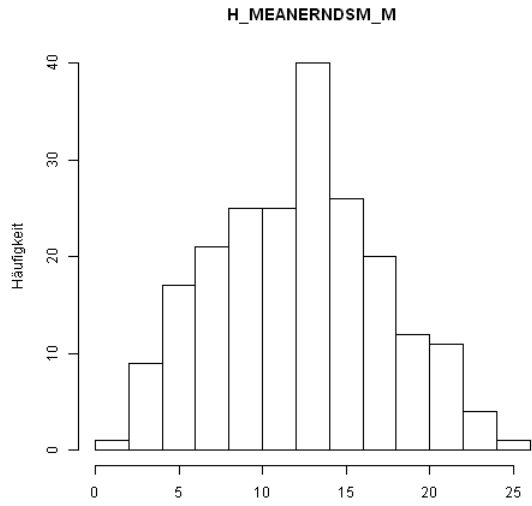






## 8.2 Anhang A2: Datenexploration ALS-Daten







### 8.3 Anhang A3: Datenexploration - Vogeldaten (Präsenz/Absenz)

Art	ALS		ÖWI Probeflächen	
	vorhanden	nicht vorhanden	vorhanden	nicht vorhanden
Amsel	173	39	190	19
Baumpieper	80	132	46	163
Berglaubsänger	70	142	16	193
Birkenzeisig	20	192	4	205
Birkhuhn	15	197	1	208
Blaumeise	84	128	126	83
Buchfink	208	4	207	2
Buntspecht	97	115	149	60
Eichelhäher	102	110	116	93
Erlenzeisig	42	170	25	184
Fichtenkreuzschnabel	70	142	39	170
Fitis	63	149	46	163
Gartenbaumläufer	11	201	19	190
Gartengrasmücke	20	192	17	192
Gelbspötter	7	205	5	204
Gimpel	77	135	58	151
Grauschnäpper	15	197	35	174
Grauspecht	21	191	10	199
Grünspecht	58	154	58	151
Halsbandschnäpper	0	212	29	180
Haubenmeise	95	117	52	157
Heckenbraunelle	89	123	49	160
Hohltaube	2	210	38	171
Kernbeißer	2	210	36	173
Klappergrasmücke	37	175	13	196
Kleiber	120	92	147	62
Kleinspecht	0	212	8	201
Kohlmeise	162	50	194	15
Kuckuck	120	92	118	91
Mäusebussard	65	147	80	129
Misteldrossel	122	90	90	119
Mittelspecht	1	211	18	191
Mönchsgrasmücke	175	37	198	11
Nachtigall	2	210	5	204
Pirol	3	209	47	162
Ringdrossel	41	171	12	197
Ringeltaube	93	119	144	65
Rotkehlchen	181	31	182	27
Schwanzmeise	18	194	24	185
Schwarzspecht	61	151	77	132
Singdrossel	177	35	177	32
Sommersgoldhähnchen	86	126	74	135
Sperber	10	202	12	197
Star	36	176	74	135
Sumpfmeise	56	156	83	126
Tannenhäher	54	158	36	173
Tannenmeise	187	25	146	63
Waldbaumläufer	51	161	62	147
Waldlaubsänger	36	176	57	152
Weidenmeise	74	138	33	176
Wintergoldhähnchen	124	88	89	120
Zaunkönig	169	43	120	89
Zilpzalp	183	29	170	39
Totholzvögel	-	-	177	32