

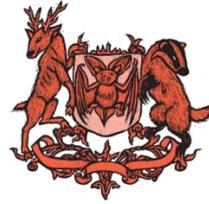


## Artenhilfskonzept

Gutachten zur Erstellung eines Artenhilfskonzeptes für windkraftsensible Fledermausarten in Hessen: Bechsteinfledermaus, Großer und Kleiner Abendsegler sowie Mopsfledermaus (*Myotis bechsteinii*, *Nyctalus noctula*, *N. leisleri* und *Barbastella barbastellus*); Arten des Anhangs II und/oder IV der FFH-Richtlinie in Hessen 2022 und 2023

Modul: „Erstellung von zwei Habitateignungskarten für die Bechsteinfledermaus“





Institut für Tierökologie  
und Naturbildung

**Gutachten zur Erstellung eines  
Artenhilfskonzeptes für windkraftsensibile  
Fledermausarten in Hessen:  
Bechsteinfledermaus, Großer und Kleiner  
Abendsegler sowie Mopsfledermaus  
(*Myotis bechsteinii*, *Nyctalus noctula*, *N.  
leisleri* und *Barbastella barbastellus*); Arten  
des Anhangs II und/oder IV der FFH-  
Richtlinie in Hessen 2022 und 2023**

**Modul**

**„Erstellung von zwei Habitateignungskarten für  
die Bechsteinfledermaus“**

**Auftraggeber:**

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt  
und Geologie  
Abteilung Naturschutz  
Europastr. 10  
35394 Gießen



Für eine lebenswerte Zukunft

**Auftragnehmer:**

Institut für Tierökologie und Naturbildung GmbH  
Marburger Str. 14-16  
35321 Gonterskirchen

**Auftraggeber:** Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
Abteilung Naturschutz  
Europastr. 10  
35394 Gießen

**Auftragnehmer:** Institut für Tierökologie und Naturbildung GmbH  
Marburger Str. 14-16  
35321 Gonterskirchen  
[www.tieroekologie.com](http://www.tieroekologie.com)

**Bearbeitung:** Dipl.-Landschaftsökol. Axel Krannich  
Dr. Markus Dietz

Gonterskirchen, im Juli 2023, aktualisiert im März 2025

## Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung .....	5
2	Material und Methoden .....	6
2.1	Datengrundlagen .....	6
2.1.1	Artnachweise.....	6
2.1.2	Umweltvariablen.....	7
2.2	Maxent-Modelle .....	8
3	Ergebnisse.....	10
3.1	Modell über alle hessischen Waldflächen .....	10
3.2	Modell für die Waldflächen mit Forsteinrichtungsdaten .....	11
4	Zusammenfassendes Fazit und Ausblick .....	13
5	Literatur .....	15
6	Anhang .....	17

## Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Beispiele für den Einfluss von im Modell über alle hessischen Waldflächen verwendeten Variablen auf die Habitateignung. Die y-Achse repräsentiert die Habitateignung von ungeeignet (=0) bis sehr gut geeignet. Blau = Standardabweichung aus Kreuzvalidierung. .... 11
- Abb. 2: Beispiele für den Einfluss von im Modell für die Waldflächen mit Forsteinrichtungsdaten verwendeten Variablen auf die Habitateignung. Die y-Achse repräsentiert die Habitateignung von ungeeignet (=0) bis sehr gut geeignet. Blau = Standardabweichung aus Kreuzvalidierung. .... 12

## Tabellenverzeichnis

- Tab. 1: Durchschnittlicher Anteil der Einflussvariablen am Habitatmodell über alle hessischen Waldflächen..... 10
- Tab. 2: Durchschnittlicher Anteil der Einflussvariablen am Habitatmodell für die Waldflächen mit Forsteinrichtungsdaten. .... 12
- Tab. 3: Umweltvariablen für die Habitatmodellierung. DGM= Digitales Geländemodell, DWD= Deutscher Wetterdienst, ATKIS= DLM, Digitales Basis-Landschaftsmodell, ATKIS Basis-DLM, FE: Forsteinrichtungsdaten Staatswald und beförsterte Waldbesitzende nach schriftlicher Zustimmung. .... 17

## **1 Aufgabenstellung**

Das Artenhilfskonzept für windenergiesensible Arten des Landes Hessen dient der Umsetzung von Schutzmaßnahmen für die durch Windenergieanlagen besonders gefährdeten Vogel- und Fledermausarten. Die Maßnahmen sollen landesweit außerhalb der Windkraftvorranggebiete umgesetzt werden. Im Fokus stehen die Waldfledermausarten Großer Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Flughörnchen sowie Mops- und Bechsteinfledermaus. Alle fünf Arten sind in Anhang IV der FFH-Richtlinie gelistet, Bechstein- und Mopsfledermaus zusätzlich in Anhang II. Damit sind diese Arten nach § 7 Abs. 2 Nr. 10 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) Arten von gemeinschaftlichem Interesse und nach § 7 Abs. 2 Nr. 14 BNatSchG streng geschützt.

Mit Hilfe von Artenhilfskonzepten sollen detaillierte und flächenscharfe Maßnahmen formuliert und umgesetzt werden, um den Erhaltungszustand der genannten Fledermausarten zu sichern bzw. zu verbessern. Unter den genannten Arten ist die Bechsteinfledermaus eine Leitart für den Waldnaturschutz, da sie besonders artenreiche und strukturell wertvolle Waldflächen anzeigt (Dietz & Krannich 2019, Singer et al. 2021).

Für die Bechsteinfledermaus sollen deswegen auf Basis der bekannten Wochenstubenverbreitung und verlinkt mit umfangreichen Datensätzen zu Landschaft, Waldstruktur und Klima die hessische Waldfläche hinsichtlich ihrer Habitatauswertung für das Vorkommen von Wochenstubenkolonien bewertet werden. In einem Habitatmodell lassen sich, ausgehend von der Habitatstruktur der aktuell von Kolonien der Bechsteinfledermaus genutzten Waldflächen, potentiell für die Bechsteinfledermaus geeignete, weitere Flächen in Form einer Suchkulisse ableiten. Dadurch wiederum können Flächen hoher Habitatauswertung mit einer besonderen Bedeutung für den Schutz von Waldfledermäusen und den Waldnaturschutz insgesamt, ermittelt werden. Durch eine landesweite Analyse der Habitatauswertung für die Bechsteinfledermaus besteht im Folgenden eine fachlich hervorragend geeignete Grundlage, um neben den bekannten Fundpunkten von Sommer- und Winterquartieren die Lebensraumanprüche waldbewohnender Fledermausarten bei der flächenscharfen Konzeption der regionalen Naturschutzkonzepte der Forstämter gemäß Naturschutzleitlinie zu berücksichtigen. Zudem stellt eine Habitatauswertungskarte im Forstbetriebs-GIS hinterlegt für die Bewirtschaftungsplanung eine wesentliche Grundlage dar, um die rechtliche Verpflichtung zum FFH-Gebiets- und Artenschutz fachlich fundiert berücksichtigen zu können.

Das vorliegende Gutachten umfasst das methodische Vorgehen der Modellierung von zwei Habitatmodellen sowie die Ergebnisse samt Kartenwerk. Das eine erstellte Modell beschreibt die Habitatauswertung für die Bechsteinfledermaus flächendeckend über Hessen und über alle hessischen Waldflächen unabhängig von der Waldbesitzart. Das zweite Modell basiert auf Forsteinrichtungsdaten für den Staatswald sowie einiger kommunaler und privater Waldeigentümer, sofern diese ihre Forsteinrichtungsdaten für das Modell zur Verfügung gestellt haben.

## 2 Material und Methoden

Habitateignungsmodelle ermöglichen Aussagen zur potenziellen Verbreitung von Arten (Guisan & Thuiller, 2005). Zur Modellierung der Artvorkommen werden zwei Datenkategorien benötigt, Daten zum Vorkommen der Art (Nachweispunkte) und flächige Umweltdaten (Farashi & Alizadeh-Noughani, 2023). Basierend auf punktuell erhobenen Artdaten zur Verbreitung werden im Zuge der Modellierung die Charakteristika der Umweltparameter (z. B. Waldbeschaffenheit, Klima, Geologie, Landnutzung, Infrastruktur) an den Nachweisorten analysiert und abgestuft nach ihrer Übereinstimmung an den Nachweisorten auf das Modellgebiet projiziert (Pearce & Boyce, 2006), sodass flächenhaft Aussagen zur Vorkommenswahrscheinlichkeit der modellierten Art möglich sind. Habitatmodelle können dazu beitragen, den Aufwand für die Datenerhebung in großen Räumen zu reduzieren und dennoch belastbare Aussagen zur Vorkommenswahrscheinlichkeit der ausgewählten Arten zu liefern. Sie können genutzt werden, um potenzielle Lebensräume einer Art abzugrenzen, und dann dort gezielt nach der Art zu suchen (z.B. Klar *et al.*, 2008). Sie sind zudem ein hilfreiches Instrument für die Naturschutzplanung, zum Beispiel für waldbewohnende Fledermausarten wie die Bechsteinfledermaus im Zuge der forstlichen Planung (vgl. Dietz & Krannich, 2019). Die Karte zum Habitatmodell ermöglicht flächenscharf Aussagen darüber, an welchen Waldflächen innerhalb des betrachteten Raumes mit weiteren Vorkommen der Art gerechnet werden muss, sodass die Bewirtschaftung bei Bedarf darauf abgestimmt werden kann.

### 2.1 Datengrundlagen

#### 2.1.1 Artnachweise

Als Grundlage für die Habitatmodellierung wurden ausschließlich Wochenstubenquartiere der Bechsteinfledermaus ausgewählt. Der zur Verfügung gestellte Multibase-Datensatz wurde durch eine umfangreiche Datenrecherche ergänzt, wobei u.a. bislang unveröffentlichte Nachweise aus Gutachten zu Eingriffsvorhaben und FFH-Grunddatenerhebungen einfließen.

Der durch die durchgeführte Recherche zusammen getragene Datensatz bekannter Koloniebäume der Bechsteinfledermaus umfasst insgesamt 796 Datenbankeinträge zu Quartierstandorten der Bechsteinfledermaus, wobei es sich um 694 verschiedene Quartiere handelt, die insgesamt 172 verschiedenen Wochenstubenkolonien zugeordnet werden (ITN 2023).

Die weiteren Arbeitsschritte umfassten:

- Entfernen aller Quartierstandorte mit Koordinaten außerhalb Hessens (n=4).
- Entfernen der Quartierstandorte  $\leq$  Nachweisjahr 2000 (n=33).
- Entfernen der Quartierstandorte mit großer Unschärfe („Genau=ungenau+500-1000m).
- Plausibilitätsprüfung zur räumlichen Lage hinsichtlich des Habitattyps auf Basis des ATKIS-Datensatzes und aktuellen digitalen Orthophotos (DOP), z.B. Lage im Siedlungsbereich, auf Verkehrsstrassen, in Gewässerstandorten und ggf. Entfernen betreffender Quartierstandorte.

Eingang in die beiden verschiedenen Habitatmodellierungen fand jeweils eine Auswahl der Bechsteinfledermaus-Wochenstubenstandorte. Da Bechsteinfledermäuse regelmäßig den Quartierbaum wechseln und sogenannte Quartierbaumkomplexe beziehen (z.B. Dietz *et al.*, 2013), befinden sich die Quartierbäume häufig in großer räumlicher Nähe, was zu einer geklumpten Verteilung führt. Diese wiederum kann sich im Rahmen der Modellierung negativ auf die Modellgüte auswirken (Autokorrelation). Um dem vorzubeugen wurde jeder Quartierstandort mit einem Radius von 2 km (orientiert am Aktionsradius) gepuffert. Bei mehreren Quartieren innerhalb der Schnittfläche erfolgte eine Zufallsauswahl der Quartiere, die im Weiteren Eingang in die Modelle fanden. Die Verteilung der in den Modellen verwendeten Quartierstandorte wurde dann hinsichtlich zufälliger räumlicher Verteilung über die Landesfläche geostatistisch getestet. Für das erste, flächendeckende hessische Modell verbleiben nach dieser Selektion 109 Quartierstandorte. Für das Modell mit Forsteinrichtungsdaten mussten sich die im Modell verwendeten Quartiere in Flächen befinden, für die Daten aus der Forsteinrichtung vorliegen. Dafür standen nach Selektion 73 Quartiere zur Verfügung.

Die nicht zur Erstellung des Modells verwendeten Quartierstandorte wurden später neben weiteren, kürzlich neu nachgewiesenen Quartierstandorten zur Evaluation der Modelle herangezogen.

### **2.1.2 Umweltvariablen**

Zur Charakterisierung der Habitateignung wurden vier Datenquellen herangezogen, aus denen insgesamt 99 verschiedene Umweltvariablen generiert wurden (Tab. 3). Die Auswahl der Variablen orientierte sich an Literaturstudien zu durch die Art bevorzugten Habitaten (u.a. Dietz, 2013) sowie verschiedenen früheren Modellierungsstudien zur Bechsteinfledermaus, u.a. im Naturpark Rhein-Taunus (Dietz & Krannich, 2019), im Forstamt Romrod (ITN, 2020) und in Luxemburg (Dietz & Pir, 2011). In diesen Studien wurden bereits verschiedene Variablen auf ihre Eignung für Lebensraummodelle der Bechsteinfledermaus erprobt. Entscheidend für die Auswahl der Umweltvariablen war also die ökologische Relevanz in Bezug zur Autökologie der Zielart Bechsteinfledermaus basierend auf Literaturangaben und eigenen Erfahrungswerten.

Für die Landnutzungsvariablen wurden als Kartengrundlage die Daten des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (DLM, Digitales Basis-Landschaftsmodell, ATKIS Basis-DLM) verwendet. Aus den nicht als Polygon bereitgestellten Variablen (z.B. Verkehrswege oder Gewässer) wurden flächige Variablen berechnet und alle Variablen im GIS miteinander verschnitten, sodass keine Überlappungen bestehen. Es wurden insgesamt 30 Variablen der Landnutzung ausgewählt.

Aus den flächigen Höhendaten (Digitales Geländemodell, DGM) wurden acht Variablen errechnet: Höhe ü. N.N., Hangneigung, Exposition, Ausrichtung in Ost-West- und Nord-Süd-Richtung sowie Standardabweichung der Höhenwerte im Umkreis von 100m, 250 m, 500 m als Maß für die Geländestruktur.

Zur Beschreibung des Klimas wurden Rasterdaten mit 1x1 km Auflösung vom Deutschen Wetterdienst verwendet (DWD, [https://opendata.dwd.de/climate\\_environment/](https://opendata.dwd.de/climate_environment/)). Die 23 basierend auf der

Autökologie der Zielart mit der höchsten ökologischen Relevanz ausgewählten Raster umfassten Niederschlag (vieljährige Mittel nach Jahreszeiten und Gesamtjahr), Lufttemperatur Mittel/Maximal/Minimal (vieljährige Mittel nach Jahreszeiten und Gesamtjahr), Frosttage, heiße Tage und Vegetationsbeginn (Tab. 3 im Anhang).

In das Modell mit Forsteinrichtungsdaten fanden 38 verschiedene Variablen Eingang, die aus dem vom Landesbetrieb Hessen-Forst bereitgestellten digitalen Forsteinrichtungsdaten (FE) für den Staatswald generiert wurden (Tab. 3 im Anhang). Neben den Staatswaldflächen standen Daten für einige von Hessen-Forst betreute Waldflächen nach schriftlicher Zustimmung der Waldeigentümer zur Verfügung und flossen in das Modell ein.

Aus allen Umweltvariablen wurden flächengleiche Rasterdatensätze mit einer Zellengröße von 20 m x 20 m im Programm ArcGIS (ArcGIS Desktop 10.8.1, Firma Esri) erstellt.

Ein Teil der erstellten Umweltvariablen geben in ihren Rasterzellen bestimmte Flächeneigenschaften an Ort und Stelle wieder (z.B. Temperatur oder Altersklasse des Waldbestandes nach Forsteinrichtungswert). Einige Variablen bilden die Distanz zu einem bestimmten Habitat (z.B. Laubwald oder Gewässer) ab, andere den Prozent-Anteil eines Habitattyps (z.B. Nadelwald) im Umfeld um die jeweilige Rasterzelle (Tab. 3). Bei diesen Variablen wurde entsprechend der mittleren Flugdistanz der Bechsteinfledermaus ausgehend vom Quartierstandort eine Umfeldldistanz von 1000 m Radius zugrunde gelegt.

## 2.2 Maxent-Modelle

Die Berechnung der Habitatmodelle erfolgte mit dem Programm Maxent Version 3.3.4 (Phillips et al., 2023, (Phillips et al., 2004, 2006) in R, Version 4.2.3 (R Core Team, 2023) mittels dismo package (Hijmans et al., 2022). Maxent verwendet ausschließlich Präsenzdaten und schätzt die Habitatauswahl auf Grundlage der Präsenzdaten, beschreibenden Umweltvariablen und einer vorgegebenen Anzahl an „background“-Punkten, an denen das Artvorkommen unbekannt ist. Maxent bedient sich dabei eines maschinellen Lernalgorithmus (machine learning-Algorithmus), der Maximum-Entropie-Methode (Phillips et al., 2004), um zum bestmöglichen Modell zu gelangen. Die hohe Belastbarkeit von Maxent-Modellen gegenüber anderen Habitatmodellen ist mehrfach belegt worden (Elith et al., 2006; Hernandez et al., 2006). Auch können in Maxent bereits mit vergleichsweise wenigen Funddaten Modelle generiert werden, die statistisch belastbar sind (Phillips & Dudík, 2008, Rebelo & Jones, 2010).

Im Ergebnis generiert Maxent eine Karte zur Vorkommens-Wahrscheinlichkeit der untersuchten Art, vorliegend zur Habitatauswahl für Wochenstubenstandorte der Bechsteinfledermaus, im vorgegebenen Gebiet. Ergänzend werden Modell-Güteparameter und weitere Statistiken ausgegeben. Die im Modell verwendeten Umweltvariablen werden entsprechend ihres Beitrags zum Modell gelistet.

Um das beste Modell sowohl für Gesamthessen als auch für die Waldflächen mit Forsteinrichtungsdaten zu finden, wurden jeweils unterschiedliche Parameter in Maxent mit verschiedenen Sets an Umweltvariablen in unterschiedlichen Kombinationen getestet. Getestet wurden verschiedene Werte des

beta-multiplier (Regularization multiplier, ein Regulator für die Darstellung der Vorkommenswahrscheinlichkeit entsprechend der Trainingsdaten) von 0,5 bis 6 in 0,5er-Schritten und feature-class linear, hinge, quadratic und product. Bei miteinander korrelierenden Umweltvariablen wurde ab einem Grenzwert von  $R^2 \geq 0,7$  eine der beiden Variablen aus dem Modell entfernt. Es erfolgte eine rückwärtige Selektion, indem jeweils die Variablen aus dem nächsten Modell ausgeschlossen wurden, deren Anteil am vorherigen Modell  $\leq 2\%$  betrug. Für das Modell für Gesamthessen wurden 3.980 verschiedene Modelle gerechnet, für das Forsteinrichtungsmodell 15.390 verschiedene Modelle. Die Berechnungen erfolgten mithilfe des Paketes MaxEnt Variable Selection (Jueterbock et al., 2016) in R. Hierbei wurden jeweils 50% der Präsenzdaten (109 bzw. 73 Datensätze) als Testdatensatz ins Modell eingespeist. Die Auswahl der besten Kombination von beta-multiplier, feature-class und Variablenset erfolgte anhand des geringsten korrigierten Akaike Informationskriteriums (AICc), das die Komplexität und die Aussagekraft eines Modells bewertet, und dem höchsten AUC-Wert (Fläche (AUC = area under curve) unter der Grenzwertoptimierungskurve (ROC curve = receiver operating characteristics curve).

Nach der Ermittlung der besten Parameter-Kombination wurden die finalen Modelle mit einer zehnfachen Kreuzvalidierung mit einer Zufallsauswahl von jeweils 50% Präsenzdaten als Training- und 50% Präsenzdaten als Testdaten berechnet. Die Berechnung jedes Modells erfolgte mit 1000 Wiederholungsschritten (maximum iterations). Für jedes Modell wurde die Fläche (AUC = area under curve) unter der Grenzwertoptimierungskurve (ROC curve = receiver operating characteristics curve) berechnet (Swets, 1988; Fielding & Bell, 1997; Hosmer & Lemeshow, 2000). Ein AUC-Wert von 0,5 repräsentiert eine zufällige Verbreitung, AUC-Werte über 0,7 zeigen ein gutes, Werte über 0,9 ein sehr gutes Modell an.

Eine Evaluation der Modelle erfolgte mit den nicht zur Erstellung des Modells verwendeten Quartierstandorten sowie kürzlich neu nachgewiesenen Quartierstandorten und Netzfang-Ergebnissen (v.a. Reproduktionsnachweise).

Voraussetzung für ein aussagekräftiges Habitatmodell ist eine einheitliche Datengrundlage der Umweltfaktoren und vor allem eine ausreichende Stichprobe an Nachweispunkten der Art. Eine einheitliche Datengrundlage war für jedes der beiden Modelle gegeben, ebenso eine ausreichend große Zahl an Präsenzdaten. Bei der Anwendung des Modells ist jedoch zu beachten, dass die Aussagekraft wesentlich von der Qualität und Aktualität der eingespeisten Einflussvariablen abhängt. Im vorliegenden Fall betrifft dies insbesondere die Aktualität der Forsteinrichtungsdaten. Wurde zum Beispiel der in der Forsteinrichtung geführte Altholzbestand inzwischen schon stark genutzt, kann die nach Modell berechnete Habitateignung erheblich von der Realität abweichen.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Modell über alle hessischen Waldflächen

Das beste Modell zur Habitatauswertung für die Bechsteinfledermaus flächendeckend über Hessen und über alle hessischen Waldflächen unabhängig von der Waldbesitzart ergab sich bei Verwendung der feature-class hinge und einem beta-multiplier von 2,5, wobei fünf Umweltvariablen verwendet wurden (Tab. 1). Der mittlere AUC-Wert über die zehnfache Kreuzvalidierung betrug 0,89 mit einer Standardabweichung von 0,04.

Den größten Einfluss im Modell hatten die Umweltvariablen Distanz zu Gehölzstrukturen (Waldflächen, Baumreihen, Alleen, Feldgehölze, Streuobstflächen) und Distanz zu Laubwald (Tab. 1, Abb. 1).

Günstig für das Vorkommen der Bechsteinfledermaus ist eine geringe Distanz zu Gehölzstrukturen und eine geringe Distanz zu Laubwald. Eine geringe Distanz bedeutet hierbei, dass sich die Koloniestandorte entweder direkt innerhalb (Distanz = 0) oder in größtmöglicher Nähe zu Laubwaldstandorten befinden und mit größerer Distanz zu Laubwaldflächen die Habitatauswertung für die Bechsteinfledermaus abnimmt. Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass im Bereich der Koloniestandorte ein hoher Flächenanteil von Laubwald das Vorkommen der Art günstig beeinflusst. Eine Höhenlage von bis zu 250 m ü.N.N. wirkt sich besonders günstig auf das Vorkommen von Wochenstubenstandorten der Bechsteinfledermaus aus, ebenso Flächen mit geringer Hangneigung (ebene Lagen, Kuppenstandorte). Die Distanz zu Verkehrsstrassen ist möglichst groß (Tab. 1, Abb. 1).

Tab. 1: Durchschnittlicher Anteil der Einflussvariablen am Habitatmodell über alle hessischen Waldflächen.

Variable	Variable Kürzel	Reaktion	Anteil am Modell [%]
Distanz zu Gehölzstrukturen (Gehölz-Wald-Streuobst)	atkis_31	Gering ausgehend vom Koloniestandort	57,8
Distanz zu Laubwald	atkis_16	Gering ausgehend vom Koloniestandort	33,3
Höhe ü. N.N.	dgm_01	Bis 250 m ü. N.N. hohe Eignung, über 250 m ü. N.N. Abnahme der Eignung	6,5
Hangneigung (Grad)	dgm_02	Keine bis sehr geringe Hangneigung im Umfeld der Koloniestandorte	1,5
Distanz zu Verkehrsstrassen (Straßen)	atkis_04	Groß ausgehend vom Koloniestandort	0,9

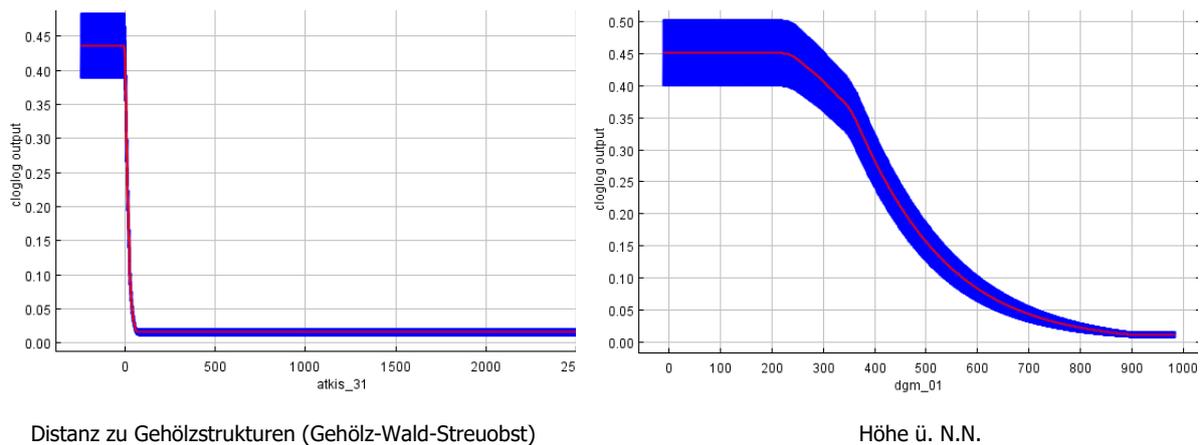


Abb. 1: Beispiele für den Einfluss von im Modell über alle hessischen Waldflächen verwendeten Variablen auf die Habitatauswertung. Die y-Achse repräsentiert die Habitatauswertung von ungeeignet (=0) bis sehr gut geeignet. Blau = Standardabweichung aus Kreuzvalidierung.

Die Rasterkarte weist vor allem in einem zentralen Bereich von Nord- über Mittel- bis Südhessen sowie ausgehend von Mittelhessen nach Westen (Lahn-Dill-Bergland) und im Rheingau gruppierte Rasterzellen mit hoher Habitatauswertung aus.

### 3.2 Modell für die Waldflächen mit Forsteinrichtungsdaten

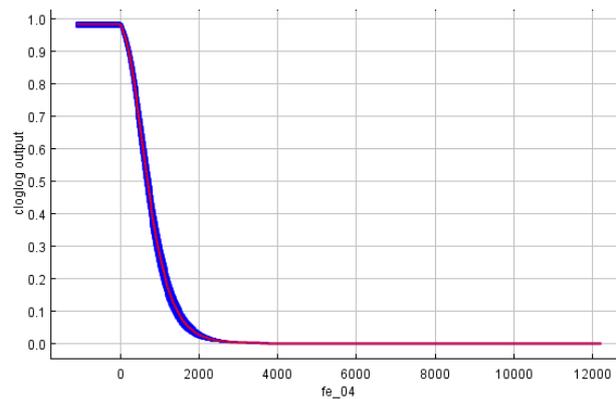
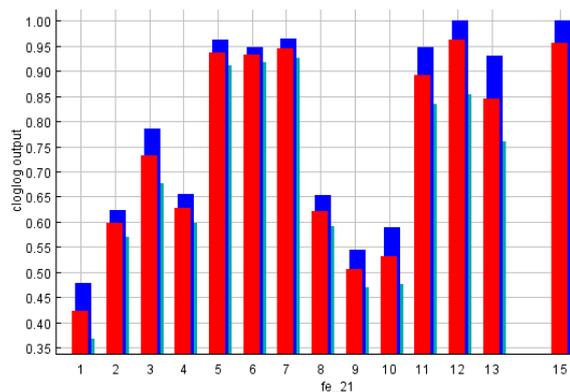
Die Selektion der besten Berechnungseinstellungen für das Modell der Waldflächen mit Forsteinrichtungsdaten ergab sich bei Verwendung der feature-class linear und einem beta-multiplier von 2,0. Verwendet wurden sieben Variablen (Tab. 2). Der mittlere AUC-Wert über die zehnfache Kreuzvalidierung betrug 0,814 mit einer Standardabweichung von 0,078.

Das Modell zeigt, dass die bedeutendsten Habitatauswertungsmerkmale für die Bechsteinfledermaus innerhalb der Waldflächen mit Forsteinrichtungsdaten das Bestandesalter der Hauptbaumart und die Distanz zu Waldflächen mit Hauptbaumart Eiche sind (Tab. 2, Abb. 2).

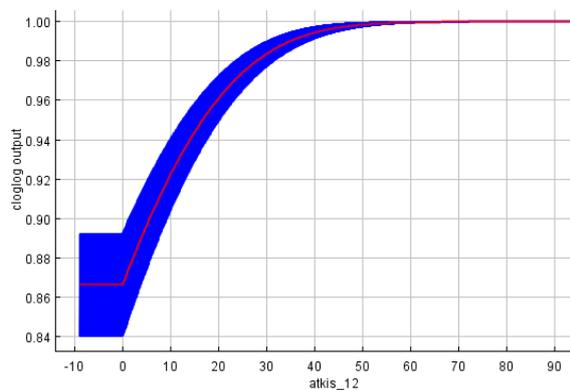
Günstig für das Vorkommen der Bechsteinfledermaus ist ein Bestandesalter ab mindestens 81 Jahren, eine geringe Distanz zu Waldflächen mit Vorkommen der Eiche, ein schwach kontinentales Klima und eine geringe Distanz zu Waldflächen mit Vorkommen der Hainbuche. Günstige Bestände für die Bechsteinfledermaus haben im Umfeld einen möglichst geringen Anteil an Ackerland und liegen in möglichst großer Distanz zu Verkehrsstraßen. Weiterhin hat die Anzahl der Baumarten pro Fläche (je höher die Diversität, umso günstiger, vorliegend bis zu sieben Baumarten) einen positiven Einfluss (Tab. 2, Abb. 2).

Tab. 2: Durchschnittlicher Anteil der Einflussvariablen am Habitatmodell für die Waldflächen mit Forsteinrichtungsdaten.

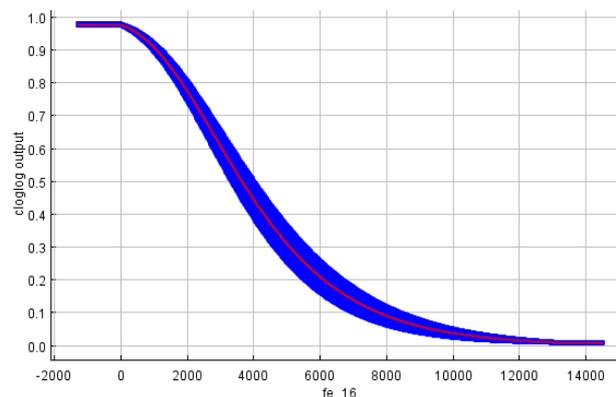
Variable	Variable Kürzel	Reaktion	Anteil am Modell [%]
Bestandesalter Hauptbaumart	fe_21	Hohe Eignung in den Altersklassen 5=81-100 Jahre, 6=101-120 Jahre, 7=121-140 Jahre, 11=201-220, 12=221-240, 13=241-260, 15=281-300	30,8
Distanz zu Waldflächen mit Hauptbaumart Eiche	fe_04	Gering ausgehend vom Koloniestandort	27,1
Klima nach Einteilung Forsteinrichtung	fe_29	Schwach kontinentales Klima besonders günstig	12,3
Distanz zu Waldflächen mit Hauptbaumart Hainbuche sowie Waldabteilungen mit mindestens 30% Flächenanteil der Hainbuche	fe_16	Gering ausgehend vom Koloniestandort	11,8
Anteil Ackerland im 1000m-Umfeld	atkis_12	Gering ausgehend vom Koloniestandort	8,5
Distanz zu Verkehrsstrassen (Straßen)	atkis_04	Groß ausgehend vom Koloniestandort	5,1
Anzahl an Baumarten je Waldabteilung	fe_22	Besonders hohe Eignung bei Vorkommen von 5 sowie 7 verschiedenen Baumarten	4,3



Bestandesalter Hauptbaumart [Klasseneinteilung 1=0-20, 2=21-40, 3=41-60, 4=61-80 usw.]



Distanz zu Waldflächen mit Hauptbaumart Eiche



Anteil Ackerland im 1000m-Umfeld

Distanz zu Waldflächen mit Hauptbaumart Hainbuche sowie Waldabteilungen mit mindestens 30% Flächenanteil der Hainbuche

Abb. 2: Beispiele für den Einfluss von im Modell für die Waldflächen mit Forsteinrichtungsdaten verwendeten Variablen auf die Habitateignung. Die y-Achse repräsentiert die Habitateignung von ungeeignet (=0) bis sehr gut geeignet. Blau = Standardabweichung aus Kreuzvalidierung.

Analog zum Modell über alle hessischen Waldflächen weist die Rasterkarte vor allem in einem zentralen Bereich von Nord- über Mittel- bis Südhessen sowie ausgehend von Mittelhessen nach Westen (Lahn-Dill-Bergland) und im Rheingau gruppierte Rasterzellen mit erhöhter Vorkommenswahrscheinlichkeit aus. Innerhalb der Waldflächen differenziert dieses Modell die Habitatauswertung deutlich stärker aufgrund der zugrunde gelegten Abteilungs-/Unterabteilungs-bezogenen Daten.

#### **4 Zusammenfassendes Fazit und Ausblick**

Die Analyse der Standortfaktoren zeigt, dass die Vorkommen der Bechsteinfledermaus vor allem korrelieren mit einem hohen Anteil an Gehölzstrukturen und Laubwald. Mit Verwendung der Forsteinrichtungsdaten, die den Wald viel präziser beschreiben als die im Verhältnis nur oberflächlich differenzierten ATKIS-Daten, ist eine deutlich feinere Differenzierung der Habitatauswertung im Wald möglich. Hierbei zeigt sich, dass das Bestandesalter neben dem Vorkommen der Eiche den größten Einfluss hat. Die Vorkommenswahrscheinlichkeit von Wochenstuben der Bechsteinfledermaus steigt mit dem Bestandesalter beginnend in Beständen mit einer Dimension, die einhergeht mit dem zunehmenden Vorhandensein von Baumhöhlen. Auch die Höhenlage sowie das damit einhergehende Klima spielen neben weiteren Faktoren eine Rolle. Mit zunehmender Höhe über dem Meeresspiegel und entsprechend kühleren Temperaturen sinkt die klimatische Habitatauswertung. Eine ungefähre Schwelle liegt bei einer Höhenlage von 500 m ü.N.N.. Darüber sind bislang keine Wochenstubenstandorte bekannt.

Der Vergleich beider Modelle zeigt, dass mit zunehmender Detailschärfe der in die Modelle eingespeisten Umweltvariablen eine feinere Auflösung der Habitatauswertung möglich ist. Vorliegend sind im Modell für die Waldflächen mit Forsteinrichtungsdaten die Abteilungs- oder Unterabteilungsgrenzen die Bezugsgröße, wodurch sehr präziser Ableitungen zu Schutzmaßnahmen und Rücksichtnahmen bei der Bewirtschaftung möglich sind, als bei dem nicht so fein auflösenden Modell ohne Forsteinrichtungsdaten. Dieses Modell überschätzt mangels Feinauflösung im Wald tendenziell die Vorkommenswahrscheinlichkeit. Eine weitere Präzisierung ist möglicherweise durch die Ergänzung weiterer flächendeckender Daten zur Waldstruktur wie Satellitenaufnahmen umsetzbar. Hierzu sollten weitere Modellierungsansätze erfolgen.

Durch die Habitatmodellierung liegen nun für die gesamte Waldfläche Hessens Aussagen zur Vorkommenswahrscheinlichkeit und somit zur Lebensraumeignung für die Bechsteinfledermaus vor. Im nächsten Schritt können auf dieser Basis flächenscharfe und auf Forstamts- und Forstrevierebene quantitative Bilanzierungen der unterschiedlichen Lebensraumeignungen erfolgen, um die Flächenanteile mit hoher und sehr hoher Lebensraumeignung sowie Defiziträume herauszuarbeiten. Im Ergebnis wären dann Prognosen möglich, wie viele weitere bislang unbekannte Kolonien der Bechsteinfledermaus in Hessen zu erwarten sind. Ebenso kann die Habitatauswertung in Schutzgebieten (FFH, Naturwaldentwicklungsflächen) der Eignung der sonstigen Waldflächen gegenübergestellt werden.

Ein auf der Grundlage vorhandener Nachweisdaten erstelltes Lebensraummodell, wie hier für die Bechsteinfledermaus berechnet, kann sehr hilfreich sein, um auf größerer Fläche relevante Kernlebensräume zu identifizieren. Damit wiederum können entsprechend konkrete Maßnahmen zur integrativen forstwirtschaftlichen Behandlung und Entwicklung des Lebensraumes einer Population formuliert werden. Gleichzeitig helfen solche Erkenntnisse dem Waldbesitzer und Forstbetrieb den artenschutzrechtlichen Anforderungen gerecht zu werden. Der Naturschutz wiederum erhält über ein solches Lebensraummodell ein zusätzliches Hilfsmittel, um die ohnehin begrenzten finanziellen Möglichkeiten zielgerichtet und mit Erfolg einzusetzen.

Wünschenswert wäre, aufbauend auf den Modellierungsansätzen weitere Verbreitungsmodelle für die waldbewohnende Fledermausarten (z.B. Kleiner Abendsegler, Fransenfledermaus, Braunes Langohr, Mopsfledermaus) für die hessische Landesfläche zu entwickeln und somit ein hilfreiches Instrument für die forstliche Planung und den Arten-/Habitatschutz zu haben.

## 5 Literatur

- Dietz, M. (2013): Populationsökologie und Habitatsprüche der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii*. Beiträge zur Fachtagung in der Trinkkuranlage Bad Nauheim, 25.-26. Februar 2011. 344 Seiten.
- Dietz, M., Bögelsack, K., Dawo, B. & Krannich, A. (2013): Habitatbindung und räumliche Organisation der Bechsteinfledermaus. In: Dietz, M. (Hrsg.), *Populationsökologie und Habitatsprüche der Bechsteinfledermaus Myotis bechsteinii. Beiträge zu Fachtagung in der Trinkkuranlage Bad Nauheim, 25.-26. Februar 2011.* S. 85–104.
- Dietz, M. & Krannich, A. (2019): Die Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii* - eine Leitart für den Waldnaturschutz. Handbuch für die Praxis. <https://www.bechsteinfledermaus.eu>, 188 Seiten.
- Dietz, M. & Pir, J.B. (2011): Distribution, ecology and habitat selection by Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*) in Luxemburg. *Ökologie der Säugetiere*, Bd. 6, S. 1–88.
- Elith, J., H. Graham, C., P. Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., J. Hijmans, R., Huetmann, F., R. Leathwick, J., Lehmann, A., Li, J., G. Lohmann, L., A. Loiselle, B., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., McC. M. Overton, J., Townsend Peterson, A., J. Phillips, S., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., E. Schapire, R., Soberón, J., Williams, S., S. Wisz, M. & E. Zimmermann, N. (2006): Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, Bd. 29, S. 129–151.
- Farashi, A. & Alizadeh-Noughani, M. (2023): Basic Introduction to Species Distribution Modelling. In: Dhyani, S., Adhikari, D., Dasgupta, R. & Kadaverugu, R. (Hrsg.), *Ecosystem and Species Habitat Modeling for Conservation and Restoration.* Springer Nature Singapore, Singapore, S. 21–40.
- Fielding, A.H. & Bell, J.F. (1997): A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental conservation*, Bd. 24, S. 38–49.
- Guisan, A. & Thuiller, W. (2005): Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, Bd. 8, S. 993–1009.
- Hernandez, P.A., Graham, C.H., Master, L.L. & Albert, D.L. (2006): The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography*, Bd. 29, S. 773–785.
- Hijmans, R.J., Phillips, S.J. & Leathwick, J.R. (2022): dismo: Species distribution modeling. R package.
- Hosmer, D.W. & Lemeshow, S. (2000): Applied Logistic Regression: Hosmer/Applied Logistic Regression. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 383 Seiten.
- ITN – Institut für Tierökologie und Naturbildung (2020): Vorkommen und Habitatsprüche der Bechsteinfledermaus (*Myotis Bechsteinii*) im Forstamt Romrod (Unveröff. Bericht). Gonterskirchen, 40 Seiten.
- ITN – Institut für Tierökologie und Naturbildung GmbH (2023): Gutachten zur Erstellung eines Artenhilfskonzeptes für windkraftsensible Fledermausarten in Hessen: Bechsteinfledermaus, Großer und Kleiner Abendsegler sowie Mopsfledermaus (*Myotis bechsteinii*, *Nyctalus noctula*, *N. leisleri* und *Barbastella barbastellus*); Arten des Anhangs II und/oder IV der FFH-Richtlinie in Hessen 2022 und 2023. Modul „Abgrenzung von Kolonien der Bechsteinfledermaus zur Empfehlung von Schutzmaßnahmen in fünf Populationschwerpunkten Hessens“. Gonterskirchen, 23 Seiten.
- Jueterbock, A., Smolina, I., Coyer, J.A. & Hoarau, G. (2016): The fate of the Arctic seaweed *Fucus distichus* under climate change: an ecological niche modeling approach. *Ecology and Evolution*, Bd. 6, S. 1712–1724.
- Klar, N., Fernández, N., Kramer-Schadt, S., Herrmann, M., Trinzen, M., Büttner, I. & Niemitz, C. (2008): Habitat selection models for European wildcat conservation. *Biological Conservation*, Bd. 141, S. 308–319.
- Pearce, J.L. & Boyce, M.S. (2006): Modelling distribution and abundance with presence-only data. *Journal of Applied Ecology*, Bd. 43, S. 405–412.

- Phillips, S.J., Anderson, R.P. & Schapire, R.E. (2006): Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, Bd. 190, S. 231–259.
- Phillips, S.J. & Dudík, M. (2008): Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, Bd. 31, S. 161–175.
- Phillips, S.J., Dudík, M. & Schapire, R.E. (2004): A maximum entropy approach to species distribution modeling. In: *Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning*. ACM, S. 83.
- Phillips, S.J., Dudík, M. & Schapire, R.E. (2023): Maxent software for modeling species niches and distributions.
- R Core Team (2023): R: A language and environment for statistical computing. R Core Team: R Foundation for Statistical Computing, Wien, Österreich [WWW Dokument]. URL <https://www.R-project.org/>
- Rebelo, H. & Jones, G. (2010): Ground validation of presence-only modelling with rare species: a case study on barbastelles *Barbastella barbastellus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Journal of Applied Ecology*, Bd. 47, S. 410–420.
- Swets, J.A. (1988): Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*, Bd. 240, S. 1285–1293.

## 6 Anhang

**Anhang 1:** DIN A0-Karte „Habitatauswertung für *Myotis bechsteinii* über alle hessischen Waldflächen

**Anhang 2:** DIN A0-Karte „Habitatauswertung für *Myotis bechsteinii* über alle hessischen Waldflächen und Wochenstubenkolonienachweise von *Myotis bechsteinii*

**Anhang 3:** DIN A0-Karte „Habitatauswertung für *Myotis bechsteinii* über alle hessischen Waldflächen und Wochenstubenkolonienachweise von *Myotis bechsteinii* sowie FFH-Gebiete und Naturräume

**Anhang 4:** DIN A0-Karte „Habitatauswertung für *Myotis bechsteinii* über alle hessischen Waldflächen und Wochenstubenkolonienachweise von *Myotis bechsteinii* sowie Abgrenzungen der hessischen Forstämter und -reviere.

**Anhang 5:** DIN A0-Karte „Habitatauswertung für *Myotis bechsteinii* in den Waldflächen mit Forsteinrichtungsdaten

**Anhang 6:** DIN A0-Karte „Habitatauswertung für *Myotis bechsteinii* in den Waldflächen mit Forsteinrichtungsdaten und Wochenstubenkolonienachweise von *Myotis bechsteinii*

**Anhang 7:** DIN A0-Karte „Habitatauswertung für *Myotis bechsteinii* in den Waldflächen mit Forsteinrichtungsdaten und Wochenstubenkolonienachweise von *Myotis bechsteinii* sowie FFH-Gebiete und Naturräume

**Anhang 8:** DIN A0-Karte „Habitatauswertung für *Myotis bechsteinii* in den Waldflächen mit Forsteinrichtungsdaten und Wochenstubenkolonienachweise von *Myotis bechsteinii* sowie Abgrenzungen der hessischen Forstämter und -reviere.

**Anhang 9:** Einflussvariablen für die Habitatmodellierung.

Tab. 3: Umweltvariablen für die Habitatmodellierung. DGM= Digitales Geländemodell, DWD= Deutscher Wetterdienst, ATKIS= DLM, Digitales Basis-Landschaftsmodell, ATKIS Basis-DLM, FE: Forsteinrichtungsdaten Staatswald und beförsterte Waldbesitzende nach schriftlicher Zustimmung.

lfnr	Quelle	Nr	Beschreibung	Dateiname
1	DGM	1	Höhe ü. N.N.	DGM_01
2	DGM	2	Hangneigung (Grad)	DGM_02
3	DGM	3	Exposition	DGM_03
4	DGM	4	Ausrichtung in Ost-West-Richtung	DGM_04
5	DGM	5	Ausrichtung in Nord-Süd-Richtung	DGM_05
6	DGM	6	Standardabweichung der Höhenwerte im Umkreis von 100 m als Maß für die Geländestruktur	DGM_06
7	DGM	7	Standardabweichung der Höhenwerte im Umkreis von 250 m als Maß für die Geländestruktur	DGM_07
8	DGM	8	Standardabweichung der Höhenwerte im Umkreis von 500 m als Maß für die Geländestruktur	DGM_08
9	DWD	1	Vieljährige mittlere Raster der monatlich gemittelten Lufttemperaturminima (2m): Frühling	DWD_01

IfNr	Quelle	Nr	Beschreibung	Dateiname
10	DWD	2	Vieljährige mittlere Raster der monatlich gemittelten Lufttemperaturminima (2m): Sommer	DWD_02
11	DWD	3	Vieljährige mittlere Raster der monatlich gemittelten Lufttemperaturminima (2m): Herbst	DWD_03
12	DWD	4	Vieljährige mittlere Raster der monatlich gemittelten Lufttemperaturminima (2m): Winter	DWD_04
13	DWD	5	Vieljährige mittlere Raster der monatlich gemittelten Lufttemperaturminima (2m): Jahr	DWD_05
14	DWD	6	Vieljährliche Raster des mittleren Vegetationsbeginns	DWD_06
15	DWD	7	Vieljährige Mittel der Lufttemperatur (2m) 1981-2010: Frühling	DWD_07
16	DWD	8	Vieljährige Mittel der Lufttemperatur (2m) 1981-2010: Sommer	DWD_08
17	DWD	9	Vieljährige Mittel der Lufttemperatur (2m) 1981-2010: Herbst	DWD_09
18	DWD	10	Vieljährige Mittel der Lufttemperatur (2m) 1981-2010: Winter	DWD_10
19	DWD	11	Vieljährige Mittel der Lufttemperatur (2m) 1981-2010: Jahr	DWD_11
20	DWD	12	Vieljährige mittlere Raster der monatlich gemittelten Lufttemperaturmaxima (2m): Frühling	DWD_12
21	DWD	13	Vieljährige mittlere Raster der monatlich gemittelten Lufttemperaturmaxima (2m): Sommer	DWD_13
22	DWD	14	Vieljährige mittlere Raster der monatlich gemittelten Lufttemperaturmaxima (2m): Herbst	DWD_14
23	DWD	15	Vieljährige mittlere Raster der monatlich gemittelten Lufttemperaturmaxima (2m): Winter	DWD_15
24	DWD	16	Vieljährige mittlere Raster der monatlich gemittelten Lufttemperaturmaxima (2m): Jahr	DWD_16
25	DWD	17	Vieljähriges Mittel der Raster der Anzahl der Frosttage	DWD_17
26	DWD	18	Vieljähriges Mittel der Raster der Anzahl der heißen Tage	DWD_18
27	DWD	19	Vieljähriges Mittel der Raster der Niederschlagshöhe 1981-2010: Frühling	DWD_19
28	DWD	20	Vieljähriges Mittel der Raster der Niederschlagshöhe 1981-2010: Sommer	DWD_20
29	DWD	21	Vieljähriges Mittel der Raster der Niederschlagshöhe 1981-2010: Herbst	DWD_21
30	DWD	22	Vieljähriges Mittel der Raster der Niederschlagshöhe 1981-2010: Winter	DWD_22
31	DWD	23	Vieljähriges Mittel der Raster der Niederschlagshöhe 1981-2010: Jahr	DWD_23
32	ATKIS	1	Verkehr gesamt (Auto, Bahn) (Euclidean Distance)	ATKIS_01
33	ATKIS	2	Anteil % Verkehr gesamt im 1000m-Umfeld	ATKIS_03
34	ATKIS	3	Verkehr (Straßen) (Euclidean Distance)	ATKIS_04
35	ATKIS	4	Anteil % Verkehr (Straßen) im 1000m-Umfeld	ATKIS_06
36	ATKIS	5	Verkehr (Wirtschaftswege, Pfade) (Euclidean Distance)	ATKIS_07
37	ATKIS	6	Anteil % (Wirtschaftswege, Pfade) im 1000m-Umfeld	ATKIS_09
38	ATKIS	7	Ackerland (Euclidean Distance)	ATKIS_10
39	ATKIS	8	Anteil % Ackerland im 1000m-Umfeld	ATKIS_12
40	ATKIS	9	Wald gesamt (Euclidean Distance)	ATKIS_13
41	ATKIS	10	Anteil % Wald gesamt im 1000m-Umfeld	ATKIS_15
42	ATKIS	11	Laubwald (Euclidean Distance)	ATKIS_16

IfNr	Quelle	Nr	Beschreibung	Dateiname
43	ATKIS	12	Anteil % Laubwald im 1000m-Umfeld	ATKIS_18
44	ATKIS	13	Nadelwald (Euclidean Distance)	ATKIS_19
45	ATKIS	14	Anteil % Nadelwald im 1000m-Umfeld	ATKIS_21
46	ATKIS	15	Mischwald (Euclidean Distance)	ATKIS_22
47	ATKIS	16	Anteil % Mischwald im 1000m-Umfeld	ATKIS_24
48	ATKIS	17	Grünland (Euclidean Distance)	ATKIS_25
49	ATKIS	18	Anteil % Grünland im 1000m-Umfeld	ATKIS_27
50	ATKIS	19	Gehölz (Euclidean Distance)	ATKIS_28
51	ATKIS	20	Anteil % Gehölz im 1000m-Umfeld	ATKIS_30
52	ATKIS	21	Gehölzstrukturen-Wald-Streuobst (Euclidean Distance)	ATKIS_31
53	ATKIS	22	Anteil % Gehölzstrukturen-Wald-Streuobst im 1000m-Umfeld	ATKIS_33
54	ATKIS	23	Index Habitatveränderlichkeit (500 m pro Zelle)= Anzahl verschiedener Habitate im Radius von 500 m um jede Zelle)	ATKIS_34
55	ATKIS	24	Index Habitatveränderlichkeit (250 m pro Zelle)= Anzahl verschiedener Habitate im Radius von 250 m um jede Zelle)	ATKIS_35
56	ATKIS	25	Konnektivitäts-Index (Wald-Gehölzstrukturen-Streuobst)= Anzahl der angrenzenden Zellen des Netzwerks pro Rasterzelle	ATKIS_36
57	ATKIS	26	Konnektivitäts-Index (Wald-Gehölzstrukturen-Streuobst)= Anzahl der angrenzenden Zellen des Netzwerks pro Rasterzelle	ATKIS_37
58	ATKIS	27	Gewässer (Euclidean Distance)	ATKIS_38
59	ATKIS	28	Anteil % Gewässer im 1000m-Umfeld	ATKIS_40
60	ATKIS	29	Siedlung (Euclidean Distance)	ATKIS_41
61	ATKIS	30	Anteil % Siedlung im 1000m-Umfeld	ATKIS_43
62	FE	1	Hauptbaumart Buche (Euclidean Distance)	FE_01
63	FE	2	Anteil % Hauptbaumart Buche im 1000m-Umfeld	FE_03
64	FE	3	Hauptbaumart Eiche (Euclidean Distance)	FE_04
65	FE	4	Anteil % Hauptbaumart Eiche im 1000m-Umfeld	FE_06
66	FE	5	Eiche_gesamt (alle Vorkommen (Hauptbaumart; Nebenbaumart)) (Euclidean Distance)	FE_07
67	FE	6	Anteil % Eiche_gesamt (alle Vorkommen (Hauptbaumart; Nebenbaumart)) im 1000m-Umfeld)	FE_09
68	FE	7	Eiche_mind30 (Hauptbaumart und weitere Vorkommen mit mindestens 30 % Flächenanteil) (Euclidean Distance)	FE_10
69	FE	8	Anteil % Eiche_mind30 (Hauptbaumart und weitere Vorkommen mit mindestens 30 % Flächenanteil) im 1000m-Umfeld	FE_12
70	FE	9	Hainbuche_gesamt (alle Vorkommen (Hauptbaumart; Nebenbaumart)) (Euclidean Distance)	FE_13
71	FE	10	Anteil % Hainbuche_gesamt (alle Vorkommen (Hauptbaumart; Nebenbaumart)) im 1000m-Umfeld	FE_15
72	FE	11	Hainbuche_mind30 (Hauptbaumart und weitere Vorkommen mit mindestens 30 % Flächenanteil) (Euclidean Distance)	FE_16
73	FE	12	Anteil % Hainbuche_mind30 (Hauptbaumart und weitere Vorkommen mit mindestens 30 % Flächenanteil) im 1000m-Umfeld	FE_18
74	FE	13	Anzahl Baumschichten	FE_19
75	FE	14	Bestockungsgrad [x100]	FE_20

IfNr	Quelle	Nr	Beschreibung	Dateiname
76	FE	15	Alter (Klassen 1=0-20, 2=21-40, 3=41-60, 4=61-80, 5=81-100, 6=101-120, 7=121-140, 8=141-160, 9=161-180, 10=181-200)	FE_21
77	FE	16	Baumart_Anzahl	FE_22
78	FE	17	Schlussgrad	FE_23
79	FE	18	Trophie	FE_24
80	FE	19	Wuchszone	FE_25
81	FE	20	Grundwasser	FE_26
82	FE	21	Gründigkeit	FE_27
83	FE	22	Substrat	FE_28
84	FE	23	Klima	FE_29
85	FE	24	Skelett	FE_30
86	FE	25	Bodenart	FE_31
87	FE	26	Bonitaet	FE_32
88	FE	27	WARB (Euclidean Distance)	FE_33
89	FE	28	Anteil % WARB im 1000m-Umfeld	FE_35
90	FE	29	Naturwaldentwicklungsgebiet (Euclidean Distance)	FE_36
91	FE	30	Anteil %Naturwaldentwicklungsgebiet im 1000m-Umfeld	FE_38
92	FE	31	Laubbaumarten [nur Hauptbaumart] (Euclidean Distance)	FE_39
93	FE	32	Anteil % Laubbaumarten im 1000m-Umfeld	FE_41
94	FE	33	HBA, Fichte, Douglasie, Tanne (Euclidean Distance)	FE_42
95	FE	34	Anteil % HBA, Fichte, Douglasie, Tanne im 1000m-Umfeld	FE_44
96	FE	35	HBA, Kiefer, Lärche (Euclidean Distance)	FE_45
97	FE	36	Anteil % HBA, Kiefer, Lärche im 1000m-Umfeld	FE_47
98	FE	37	Aufforstung/Dickungen (alle Altersklassen von 0-20 Jahren) (Euclidean Distance)	FE_48
99	FE	38	Anteil % Aufforstung/Dickungen im 1000m-Umfeld	FE_50

## Impressum

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
Abteilung Naturschutz  
Europastr. 10, 35394 Gießen

Tel.: 0641 / 200095 58

Web: [www.hlnug.de](http://www.hlnug.de)  
E-Mail: [arten@hlnug.hessen.de](mailto:arten@hlnug.hessen.de)

Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit schriftlicher Genehmigung des HLNUG

### **Ansprechpartner Dezernat N2, Arten**

Dr. Andreas Opitz 0641 / 200095 11  
*Dezernatsleitung*

Melanie Albert 0641 / 200095 23  
*Feldhamster, Fledermäuse*