

## Kurzbeitrag | Short Contribution

forstarchiv 83, 155-159  
(2012)

DOI 10.4432/0300-  
4112-83-155

© DLV GmbH

ISSN 0300-4112

Korrespondenzadresse:  
marcus.schmidt@  
nw-fva.de

### Anwendungsperspektiven für Waldartenlisten der Gefäßpflanzen, Moose und Flechten Deutschlands

MARCUS SCHMIDT<sup>1</sup>, WOLF-ULRICH KRIEBITZSCH<sup>2</sup> und JÖRG EWALD<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sachgebiet Waldnaturschutz/Naturwaldforschung, Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen, Deutschland

<sup>2</sup> Ehemals Institut für Weltforstwirtschaft, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Leuschnerstr. 91, 21031 Hamburg, Deutschland

<sup>3</sup> Fakultät Wald und Forstwirtschaft, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Am Hofgarten 4, 85354 Freising, Deutschland

**Schlüsselwörter:** Waldpflanzenlisten, Bewertung, Naturschutz, Waldbindung, Gefäßpflanzen, Moose, Flechten

**Key words:** lists of forest plant species, assessment, conservation, forest affinity, vascular plants, bryophytes, lichens

### Einleitung

Die Bewertung der Biodiversität von Wäldern ist untrennbar verbunden mit der Frage nach der Waldbindung der vorkommenden Arten. Waldnaturschutz zielt nicht auf eine Maximierung von Artenzahlen *per se*, sondern auf die Erhaltung und Förderung von typischen Waldbewohnern. Die Frage, welche Arten für den Wald typisch sind, muss bis auf Weiteres im Rahmen eines Expertenkonsenses beantwortet werden. Für die Farn- und Blütenpflanzen (Phanerogamen) konnte nach breit angelegter Datenauswertung und Expertendiskussion erstmals 2003 eine bundesweit gültige Waldartenliste (Schmidt et al. 2003) veröffentlicht werden, die sich inzwischen breiter Anwendung erfreut (Kriebitzsch et al. 2011).

Bei der Analyse von vegetationskundlichen oder floristischen Daten mithilfe der Waldgefäßpflanzenliste von Schmidt et al. (2003) konnte bisher die Waldbindung von Moosen und Flechten aufgrund des Fehlens von für diese Gruppen vergleichbaren bundesweiten Listen nicht einbezogen werden. Für die in Deutschland vorkommenden Kryptogamen existierten bis vor Kurzem nur wenige, auf bestimmte Artengruppen beschränkte Angaben zur Waldbindung (Denner 2007, Ernst und Hanstein 2001). Daher wurde 2008 mit der Erarbeitung einer nach einheitlichen Methoden erstellten Waldartenliste der Moose und Flechten Deutschlands begonnen und diese gemeinsam mit einer aktualisierten Waldgefäßpflanzenliste im Jahr 2011 veröffentlicht (Schmidt et al. 2011). Diese Listen und insbesondere ihre Anwendungsperspektiven werden hier vorgestellt.

### Methodik

Die Methodik zur Erarbeitung der Waldartenlisten für alle drei Pflanzengruppen orientiert sich eng an den von Schmidt et al. (2003) entwickelten Grundsätzen, um eine Vergleichbarkeit der Einstufungen zu gewährleisten und gleichartige Auswertungen für Gefäßpflanzen, Moose und Flechten zu ermöglichen. Dies betrifft insbesondere den Bezugsraum der Teillisten, die zugrunde liegende Walddefinition und die Kategorien der Waldbindung. Die methodischen Grundlagen der drei Waldartenlisten sind ausführlich bei Schmidt et al. (2011) nachzulesen.

### Ergebnisse

Innerhalb der Waldartenlisten werden vier Gruppen der Waldbindung unterschieden, die zwei Hauptgruppen zugeordnet sind:

- 1 weitgehend an Wald gebunden
  - 1.1 vorwiegend im geschlossenen Wald
  - 1.2 vorwiegend an Waldrändern und auf Waldverlichtungen
- 2 im Wald und im Offenland
  - 2.1 im Wald wie im Offenland
  - 2.2 auch im Wald, aber Schwerpunkt im Offenland.

Eine weitere Differenzierung funktioneller und taxonomischer Pflanzengruppen erfolgt über die vorangestellten Buchstaben. Bei Gefäßpflanzen werden die Buchstaben **B** (Bäume), **S** (Sträucher), **K** (Kräuter) sowie **E** (Epiphyten), bei Moosen **M** und bei Flechten **F** verwendet. In den Waldartenlisten der Moose und Flechten werden für jede Art die regelmäßig besiedelten Substrate genannt. Bezugsraum für diese Angaben ist Deutschland.

Die Waldartenlisten enthalten deutschlandweit insgesamt 1.216 Farn- und Blütenpflanzen, 674 Moose und 1.002 Flechten (Tabelle 1). Damit umfassen sie – ohne Differenzierung von *Rubus corylifolius* agg. und *R. fruticosus* agg. und ohne Untergliederung der Gattung *Taraxacum* in Sektionen – 41 % der in Deutschland vorkommenden rund 3.000 Gefäßpflanzen- (Wisskirchen und Haeupler 1998), 58 % der 1.159 Moos- (Koperski et al. 2000) und 51 % der 1.946 Flechtensippen (Wirth et al. 2011). Innerhalb der Gruppe der Waldgefäßpflanzen lassen sich in Deutschland 76 Bäume, 4 Epiphyten, 116 Sträucher und 1.020 krautige Pflanzen unterscheiden.

### Anwendung und Beispiele

Verwendungsmöglichkeiten von Waldartenlisten liegen in der grundlagen- und praxisorientierten Forschung zu Fragen der Waldökologie und des Waldnaturschutzes. Erhaltung und Förderung der walddtypischen Artenvielfalt werden als wichtige Ziele des Waldnaturschutzes zunehmend auch in Konzepte der nachhaltigen Waldbewirtschaftung integriert. Nachfolgend sollen anhand von Beispielen aus Schmidt et al. (2011) Anwendungsmöglichkeiten aufgezeigt werden, die sich mit dem Vorliegen der neuen Waldartenlisten ergeben.

Tab. 1. Verteilung der Gefäßpflanzen-, Moos- und Flechtentaxa auf die Waldartengruppen in den drei naturräumlichen Großregionen sowie in Deutschland insgesamt. In Klammern: nur in den betreffenden Großregionen vorkommende Arten.

Distribution of vascular plant, bryophyte and lichen taxa on the groups of forest species in the three major biogeographic regions, and in Germany as a whole. In brackets: only in those regions growing species.

	Waldartengruppe	Norddeutsches Tiefland	Hügel- und Bergland	Alpen	Deutschland
<b>Gefäßpflanzen</b>	1.1	201	206	123	250
	1.2	54	94	37	106
	2.1	273	412	312	409
	2.2	189	323	383	451
	Σ	<b>717 (10)</b>	<b>1.035 (74)</b>	<b>855 (27)</b>	<b>1.216</b>
<b>Moose</b>	1.1	141 (3)	172 (13)	117 (2)	207
	1.2	18	61 (6)	20	55
	2.1	210	247 (10)	241	248
	2.2	144	174 (5)	115 (2)	164
	Σ	<b>514 (3)</b>	<b>656 (32)</b>	<b>493 (4)</b>	<b>674</b>
<b>Flechten</b>	1.1	141 (14)	228 (67)	104 (12)	256
	1.2	19 (1)	26 (9)	8 (5)	32
	2.1	255 (11)	412 (121)	187 (22)	449
	2.2	195 (4)	255 (51)	111 (7)	265
	Σ	<b>612 (30)</b>	<b>925 (250)</b>	<b>411 (46)</b>	<b>1.002</b>

**Vergleich Naturwaldreservat/Wirtschaftswald (Hainsimsen-Buchenwald)**

Waldarten können unter bestimmten Voraussetzungen als Indikatoren für die Naturnähe von Wäldern verwendet werden, wie der Vergleich des hessischen Naturwaldreservats „Goldbachs- und Ziebachsrück“ mit direkt benachbarten bewirtschafteten Vergleichsflächen zeigt.

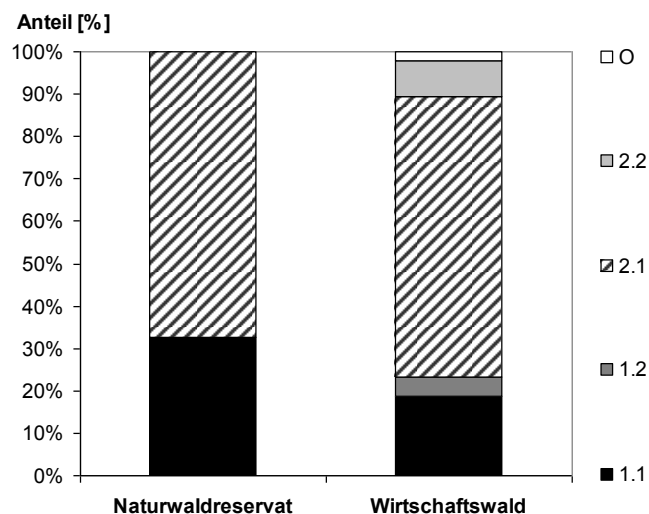


Abb. 1. Anteil der Waldartengruppen und Offenlandarten (Gefäßpflanzen, Moose und Flechten) im Naturwaldreservat „Goldbachs- und Ziebachsrück“ und im benachbarten Wirtschaftswald, gewichtet mit der Stetigkeit der Arten in den Vegetationsaufnahmen. Datengrundlage: 60 Vegetationsaufnahmen auf 100 m<sup>2</sup> großen Probeflächen.

Proportion of forest and open land species groups of species (vascular plants, bryophytes and lichens) in the natural forest reserve “Goldbachs- und Ziebachsrück” and in the neighboring commercial forest, weighted by the continuity of the species in the relevés. Data base: 60 relevés on 100 square meter plots.

Während das Naturwaldreservat eine dicht geschlossene Baumschicht von rund 90 % und eine sehr geringe Krautschichtdeckung von durchschnittlich nur 1 % aufweist, sind die Vergleichsflächen aufgelichtet. Sie zeichnen sich im Mittel durch eine etwa fünfmal höhere Artenzahl (16 Gefäßpflanzenarten auf 100 m<sup>2</sup>) gegenüber dem Naturwaldreservat (3 Gefäßpflanzenarten auf 100 m<sup>2</sup>) aus. Die Baumschicht bedeckt hier im um 50 % und die Krautschicht 10 %. In der insgesamt sehr geringen Deckung der Moosschicht und in den Artenzahlen der Moose und Flechten unterscheiden sich Naturwaldreservat und Vergleichsflächen kaum. Die im Gebiet erkennbaren großen Unterschiede zwischen dem unbewirtschafteten und den bewirtschafteten Teilen sind ausschließlich auf forstliche Eingriffe und nicht auf standörtliche Unterschiede zurückzuführen, wie die Ergebnisse der forstlichen Standortkartierung zeigen.

Eine Analyse der Waldbindung der in den Teilflächen auftretenden Gefäßpflanzen, Moos- und Flechtenarten in der Bodenvegetation (Abbildung 1) zeigt, dass im Naturwaldreservat und in den Vergleichsflächen der Anteil von Arten, die im Wald und im Offenland gleichermaßen verbreitet sind (Gruppe 2.1), jeweils ca. zwei Drittel ausmacht. Während jedoch in den Vergleichsflächen auch Pflanzen des Offenlandes, Waldarten mit Schwerpunkt im Offenland sowie Arten der Waldränder und -verlichtungen nennenswerte Anteile erreichen, fehlen diese Gruppen im Totalreservat vollständig. Dafür zeichnet sich das Naturwaldreservat im Vergleich zu den Vergleichsflächen durch einen größeren Anteil von weitgehend an geschlossene Wälder gebundenen Arten aus (33 % gegenüber 19 %). Auffällig ist, dass in dieser Gruppe säure- und schattentolerante Moosarten vertreten sind, die schwerpunktmäßig oder sogar ausschließlich im Naturwaldreservat vorkommen. Die Mehrzahl der Arten mit Schwerpunkt oder ausschließlichem Vorkommen in den Vergleichsflächen muss in Hainsimsen-Buchenwäldern zu den Störungszeigern gerechnet werden, die auf ein höheres Licht- und Nährstoffangebot sowie auf Bodenverwundung und -verdichtung positiv reagieren.

### Vergleich verschiedener Waldtypen

Im 5.724 ha großen Nationalpark Kellerwald-Edersee (Hessen) wurde die Waldartenzusammensetzung der Pflanzengesellschaften anhand von Vegetationsaufnahmen auf Dauerbeobachtungsflächen untersucht. Abbildung 2 zeigt die mit den Stetigkeiten gewichteten Anteile der Waldartengruppen und Offenlandarten in acht abgegrenzten Vegetationstypen. Die höchsten Anteile eng an Wald gebundener Arten (Gruppe 1.1) weisen hier die Waldmeister- und Hainsimsen-Buchenwälder auf. Laub-Nadel-Mischwälder (überwiegend Fichte und Buche) ähneln mit ihren höheren Anteilen vor allem der Gruppe 2.1 sowie der Gruppen 1.2 und 2.2 stärker den Fichten- als den Buchenwäldern. Mit Ausnahme der vorwiegend im Jahr 2007 durch den Orkan Kyrill entstandenen Störungsflächen treten Offenlandarten in den im Wald erhobenen Vegetationsaufnahmen nicht auf. Umgekehrt fehlen die eng an Wald gebundenen Arten (Gruppen 1.1, 1.2) weitgehend im Extensivgrünland, das sich durch einen hohen Anteil der im Wald und im Offenland vorkommenden

Arten (Gruppen 2.1, 2.2) sowie durch Offenlandarten auszeichnet. Die höchsten mittleren Artenzahlen sind im Extensivgrünland und in den Schlagfluren zu finden, die niedrigsten in Hainsimsen-Buchenwäldern und Birken-Eichenwäldern.

Ein weiteres Beispiel zeigt, dass eine synoptische Interpretation der Ökologie von Waldlebensgemeinschaften anhand überregionaler Vegetationsübersichten – hier 5.365 der Literatur entnommene Vegetationsaufnahmen aus niedersächsischen Wäldern – möglich ist. Auf der Grundlage dieses umfangreichen Datensatzes und des großen Bezugsraumes lassen sich für die einzelnen, auf Verbands- bzw. Unterverbandsebene zusammengefassten Waldtypen charakteristische Anteile der Waldartengruppen bzw. der Offenlandarten erkennen (Abbildung 3).

Den mit mehr als 50 % höchsten Anteil von Arten geschlossener Wälder (Gruppe 1.1) weisen Waldmeister-Buchenwälder (*Gallio-Fagenion*), Eichen-Hainbuchenwälder (*Carpinion betuli*) und Linden-Ahorn-Hang- und -Schluchtwälder (*Tilio-Acerion*) auf. Or-

Abb. 2. Anteil der Waldartengruppen und Offenlandarten (Gefäßpflanzen, bodenbewohnende Moose und Flechten) in den im Nationalpark Kellerwald-Edersee häufigen Vegetationstypen (in Klammern: Anzahl der Vegetationsaufnahmen, mittlere Artenzahl), gewichtet mit der Stetigkeit der Arten. Datengrundlage: 269 Vegetationsaufnahmen an Rasterpunkten der permanenten Stichprobeninventur.  
Proportion of forest and open land species groups (vascular plants, ground-dwelling mosses and lichens) in the frequent vegetation types of the National Park Kellerwald-Edersee (in brackets the number of vegetation surveys, mean number of species), weighted by the continuity of the species. Data base: 269 relevés at grid points of the permanent inventory sampling.

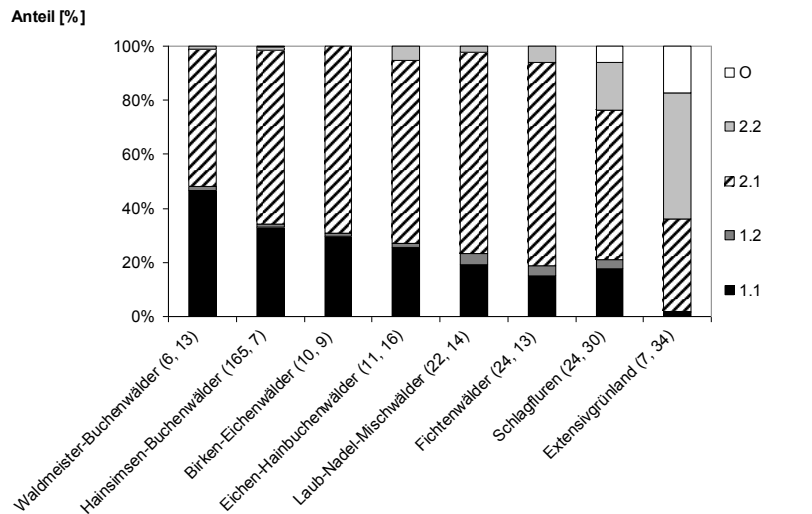
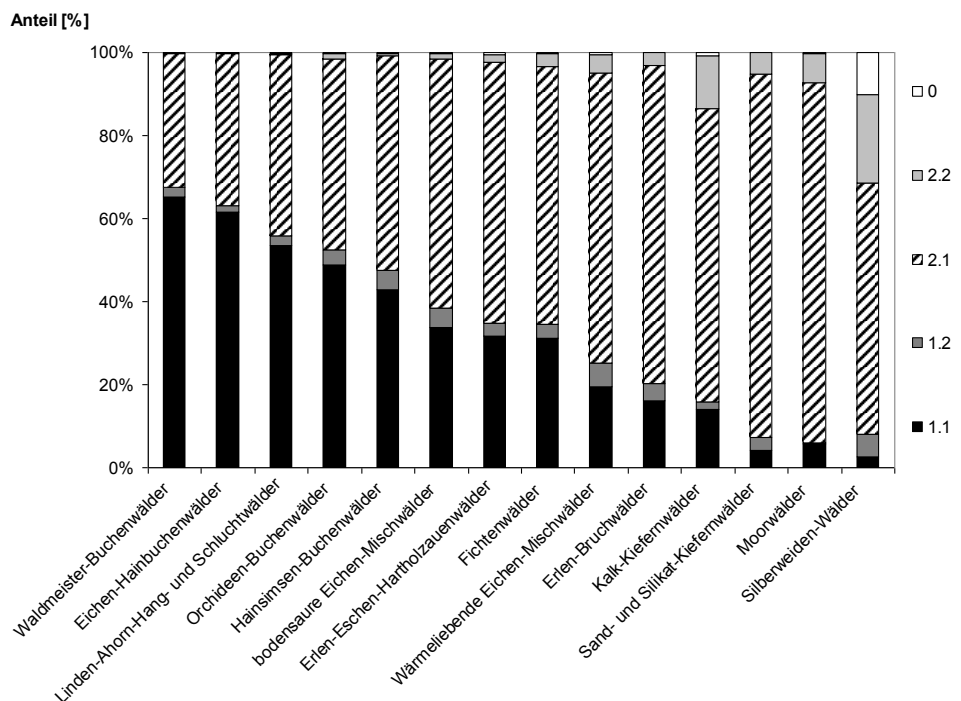


Abb. 3. Anteil der Waldartengruppen und Offenlandarten (Gefäßpflanzen, Moose und Flechten) in Wäldern Niedersachsens, gewichtet mit der Stetigkeit der Arten. Vegetationseinheiten sind auf der Ebene von Verbänden und Unterverbänden zusammengefasst. Datengrundlage: 5.365 Literatur-Vegetationsaufnahmen.  
Proportion of forest and open land species groups (vascular plants, bryophytes and lichens) in the forests of Lower Saxony, weighted by the continuity of the species. Vegetation units are grouped at the level of alliances and sub-alliances. Data source: 5365 vegetation records.



chideen- (*Cephalanthero-Fagenion*) und Hainsimsen-Buchenwälder (*Luzulo-Fagenion*) sind durch etwas geringere Anteile der Gruppe 1.1, dafür jedoch höhere Anteile der Gruppen 1.2 und vor allem 2.1 gekennzeichnet. Die im Wald wie im Offenland verbreiteten Arten (Gruppe 2.1) erreichen in allen übrigen Waldtypen Anteile von mehr als 60 %, in Sand- und Silikat-Kiefernwäldern (*Dicranopinion*) sowie in Moorwäldern (*Betulion pubescentis*) sogar 87 %. Der Anteil der Gruppe 2.1 steigt in erster Linie mit dem Lichtangebot am Waldboden. Die Gruppe 2.2 ist mit Anteilen von 21 bzw. 13 % in Silberweiden-Wäldern (*Salicion albae*) und in Karbonat-Kiefernwäldern (*Erico-Pinion*) besonders stark vertreten.

**Prognose von Waldgesellschaften – Waldbindung als Zusatzkriterium**

Auf der Grundlage der oben genannten Übersicht der Waldgesellschaften Niedersachsens und der Daten des Niedersächsischen Pflanzenartenerfassungsprogrammes (Schacherer 2001) wurde eine Modellierung der Verbreitung von Waldgesellschaften auf Ebene von Messtischblattquadranten anhand von Indikatorarten vorgenommen. Die Modellierungsergebnisse wurden gegen die bekannte Verbreitung der Waldgesellschaften validiert. Zur Modellierung wurden die Trennarten (Indikatorarten) der Waldgesellschaften herangezogen, die zu den Waldartengruppen 1.1 und 1.2 gehören und demnach nicht im Offenland vorkommen. Die enge Waldbindung der Indikatorarten ist hier ein wesentliches Zusatzkriterium, um Vegetationstypen des Offenlandes auszuschließen und die Vorhersagegenauigkeit des Modells zu verbessern.

Als Beispiel wird die Modellierung der Verbreitung von Orchideen-Buchenwäldern in Niedersachsen angeführt (Abbildung 4). Es wurden sechs diagnostische Arten der Krautschicht mit den Waldbindungskategorien K1.1 und K1.2 herangezogen. Nach Sichtung bekannter Verbreitungsangaben (Quellen: Literatur, selektive

Biotopkartierung, FFH-Lebensraumtypenkartierung) und eigener Überprüfung im Gelände (Abbildung 5) konnte über eine logistische Regressionsanalyse eine Auftretenswahrscheinlichkeit der Orchideen-Buchenwälder von 87 % bei Präsenz aller sechs Indikatorarten in einem Messtischblattquadranten ermittelt werden.

**Fazit und Ausblick**

Die vorgestellten Beispiele geben einen Eindruck davon, wie Waldartenlisten allein oder in Kombination mit weiteren Informationen (Abundanz-Dominanz-Werte, Ellenberg-Zeigerwerte, floristischer Status, Rote-Liste-Status, pflanzensoziologische Einstufung etc.) genutzt werden können. Die digitale Verfügbarkeit der Waldartenlisten (<http://www.nw-fva.de/index.php?id=295>) macht eine zügige Anwendung auf das in floristischen und vegetationskundlichen Datenbanken gespeicherte Datenmaterial möglich, was durch den stringenten Bezug zur taxonomischen Referenzliste GermanSL (Jansen und Dengler 2008) sehr erleichtert wird.

Die Anwendungsbeispiele zeigen, dass ein höherer Anteil von Waldarten mit Schwerpunkt im Offenland für einige Vegetationseinheiten charakteristisch, für andere dagegen eher untypisch ist. So müssen Waldarten mit Schwerpunkt im Offenland genauso wie die reinen Offenlandarten beispielsweise in Buchenwäldern bei gehäuftem Auftreten als Anzeiger anthropogener Störungen bewertet werden. In diesem Sinne kann über die Waldartenlisten auch eine Bewertung der Naturnähe von Beständen bzw. die Abschätzung eines Nutzungseinflusses erfolgen. Allerdings muss sie, wie unsere Beispiele zeigen, nach Vegetationstypen getrennt vorgenommen werden. Kenntnisse über die typische Zusammensetzung der Gruppen von Wald- und Offenlandarten der verschiedenen Vegetationseinheiten sind jedoch eine Voraussetzung. Diese Vergleichswerte lassen sich

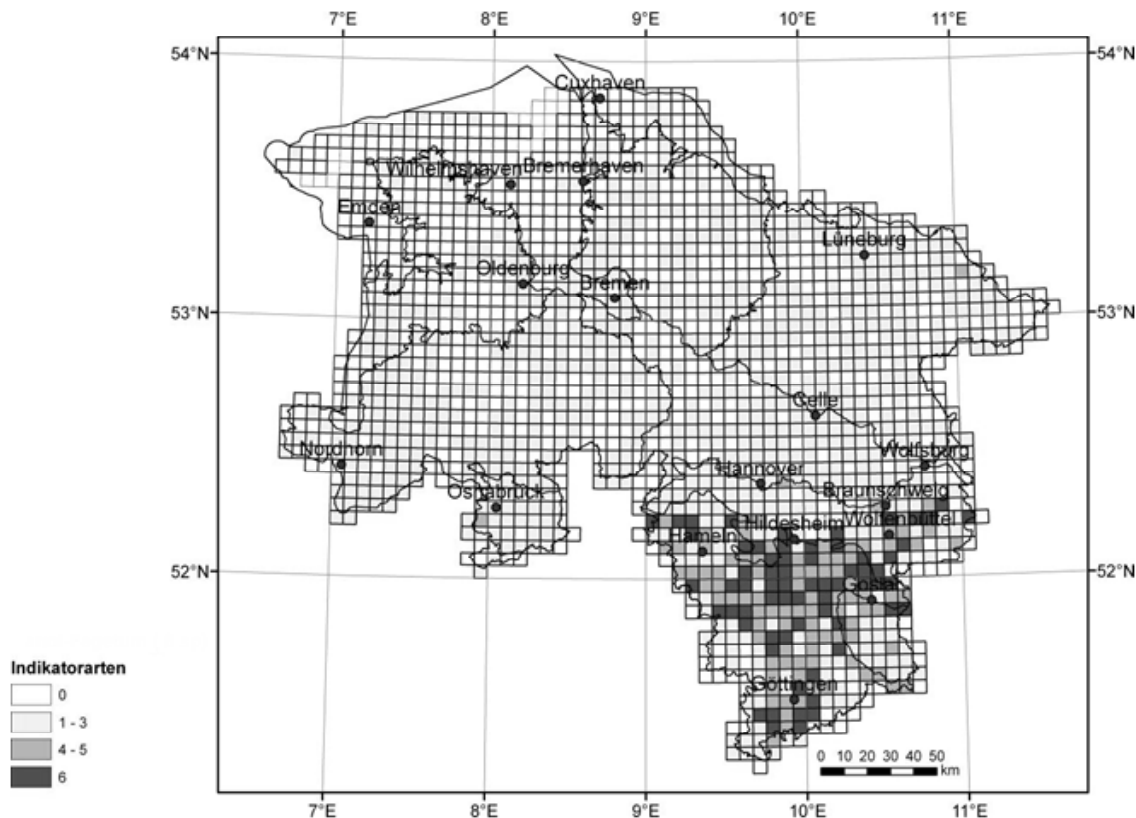


Abb. 4. Auf der Grundlage von Verbreitungsangaben aus dem Niedersächsischen Pflanzenartenerfassungsprogramm modellierte Verbreitung von Orchideen-Buchenwäldern (*Carici-Fagetum*) auf Ebene von Messtischblattquadranten. On level of ordnance survey map quadrants modeled distribution of orchid beech woods (*Carici-Fagetum*). Models based on data of distribution from the Lower Saxony Plant Species Monitoring Program.

am besten aus großen, umfassenden Vegetationsdatenbanken (Ewald 2005, Jansen et al. 2011) gewinnen.

Bei der Analyse von Datensätzen im Hinblick auf die Waldbindung der Arten gibt es auch Grenzen, die benannt werden müssen, um Fehlinterpretationen zu vermeiden. So unterscheiden die Waldartenlisten eben nicht nur zwischen Wald- und Offenlandarten, sondern enthalten eine differenzierte Einstufung der Waldbindung. Alle in den Waldartenlisten aufgeführten Taxa sind grundsätzlich als Waldarten zu bewerten, auch wenn sie im Offenland vorkommen und dort sogar, wie im Fall der Waldbindungskategorie 2.2, ihr Schwerpunkt liegt. Im Zusammenhang mit Fragen des Waldnaturschutzes stehen oft die Arten der Gruppen 1.1 und 1.2 als Habitatspezialisten, die nur im Wald geschützt werden können, im Vordergrund. Allerdings können mit dem Verlust extensiv genutzter Offenlandflächen durch Intensivierungsmaßnahmen für viele gefährdete Arten der Gruppe 2.1 die in der Regel weniger von Veränderungen bedrohten Wuchsorte im Wald an Bedeutung gewinnen.

Zu beachten ist, dass die Waldbindung einiger Arten nicht nur zwischen den naturräumlichen Großregionen, sondern auch innerhalb dieser räumlichen Einheiten variieren kann. Das bedeutet, dass es bei der Auswertung von Datensätzen, die aus kleineren räumlichen Einheiten stammen, sinnvoll sein kann, eine regionale Waldbindung festzulegen, die von der großräumigen abweicht.

## Literatur

- Denner M. 2007. Auswirkungen des ökologischen Waldumbaus in der Dübener Heide und im Erzgebirge auf die Bodenvegetation. Forstwiss. Beitr. Tharandt 29, 1-402
- Ernst G., Hanstein U. 2001. Epiphytische Flechten im Forstamt Sellhorn – Naturschutzgebiet Lüneburger Heide. NNA-Ber. 2/2001, 28-85
- Ewald J. 2005. Pflanzensoziologie als Beitrag zur Biodiversitätsinformatik. Tuexenia 25, 475-483
- Jansen F., Dengler J. 2008. GermanSL – Eine universelle taxonomische Referenzliste für Vegetationsdatenbanken in Deutschland. Tuexenia 28, 239-253
- Jansen F., Dengler J., Glöckler F., Chytrý M., Ewald J., Oldeland J., Schaminée J.H.J. 2011. Die mitteleuropäischen Datenbanken im Global Index of Vegetation-Plot Databases (GIVD). Tuexenia 31, 351-367
- Koperski M., Sauer M., Braun W., Gradstein S.R. 2000. Referenzliste der Moose Deutschlands. Schriftenr. Vegetationskde. 34, 1-519
- Kriebitzsch W.-U., Schmidt W., Dierschke H., Schmidt M. 2011. Anwendungen der Waldgefäßpflanzenliste Deutschlands – eine Zwischenbilanz. BfN-Skripten 299, 14-24
- Schacherer A. 2001. Das Niedersächsische Pflanzenarten-Erfassungsprogramm. Informationsd. Natursch. Nieders. 21, 1-20
- Schmidt M., Ewald J., Fischer A., Oheimb G. v., Kriebitzsch W.-U., Ellenberg H., Schmidt W. 2003. Liste der Waldgefäßpflanzen Deutschlands. Mitt. Bundesforschungsanst. Forst- Holzwirtsch. 212, 1-68
- Schmidt M., Kriebitzsch W.-U., Ewald J. (Red.) 2011. Waldartenlisten der Farn- und Blütenpflanzen, Moose und Flechten Deutschlands. BfN-Skripten 299, 1-111
- Wirth V., Hauck M., Brackel W. v., Cezanne R., de Bruyn U., Dürhammer O., Eichler M., Gnüchtel A., Litterski B., Otte V., Schiefelbein U., Scholz P., Schultz M., Stordeur R., Feuerer T., Heinrich D., John V. 2010. Checklist of lichens and lichenicolous fungi in Germany. Version #2: 19 January 2011. Universität Göttingen. <http://www.gwdg.de/~mhauck> (9.7.2012)
- Wisskirchen R., Haeupler H. 1998. Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Stuttgart

Abb. 5. Verbreitung von Orchideen-Buchenwäldern (*Carici-Fagetum*) nach Verbreitungsangaben aus der Literatur, der selektiven Biotopkartierung und der FFH-Lebensraumtypenkartierung. Schraffierte Mess-tischblattquadranten wurden überprüft.

Distribution of orchid beech woods (*Carici-Fagetum*) according to distribution data from the literature, the selective biotope mapping and the FFH habitat type mapping. Hatched ordnance survey map quadrants were examined.

