

Jahresbericht 2021

Zur biologischen Vielfalt

Jagd und Artenschutz



Impressum

Herausgeber:

Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft,
Umwelt, Natur und Digitalisierung
des Landes Schleswig-Holstein
Mercatorstraße 3
24106 Kiel

Ansprechpartner:

Herr Richter · Broschuere@melur.landsh.de
Tel.: 0431/988-7146
Herr Thomsen · peter.thomsen@melund.landsh.de
Tel: 0431/988-7009

Titelfotos von links nach rechts:

„Holmer Seeniederung“ von Dr. Katrin Rohman
„Waschbär“ von Frank Hecker
„Sandbank vor St.Peter Ording“ von Dr. Martin Stock
„Mittlerer Perlmutterfalter“ von Arne Drews

Zeichnungen:

Dr. Winfried Daunicht und Kenneth-Vincent Daunicht
Ina Walter

Druck:

Pirwitz Druck & Design

November 2021

ISSN 1437-868X

Auflage: 5.000

Diese Broschüre wurde auf 100% chlorfrei gebleichtem
Papier (tcf) gedruckt.

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit
der Schleswig-Holsteinischen Landesregierung herausgegeben.
Sie darf weder von Parteien noch von Personen, die Wahlwer-
bung oder Wahlhilfe betreiben, im Wahlkampf zum Zwecke
der Wahlwerbung verwendet werden.

Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl
darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden,
die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner
Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestat-
tet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder
zu verwenden.

Die Landesregierung im Internet:
<http://www.schleswig-holstein.de>

1.2 Moose als Indikatorarten historisch alter Waldstandorte in Schleswig-Holstein

Waldstandorte mit einer Lebensraumkontinuität von mehreren hundert Jahren, so genannte historisch alte Wälder, sind besonders schützenswert. Dies gilt vor allem für die Standorte historisch alter Laubwälder im Norddeutschen Tiefland, die in Schleswig-Holstein einen Schwerpunkt haben. Zahlreiche Untersuchungen belegen deren Bedeu-

tung für die Artenzusammensetzung und -vielfalt sowie das Vorkommen seltener und gefährdeter Waldarten. Dies betrifft insbesondere Arten aus den Gruppen der Moose, Flechten, Farn- und Blütenpflanzen (Gefäßpflanzen) sowie der Käfer (NNA 1994; Mölder et al. 2014; Schmidt et al. 2014; Cateau et al. 2018). Für die Moose wurde eine Indikatorartenliste erarbeitet, mit der historisch alte Wälder in Schleswig-Holstein und angrenzenden Regionen identifiziert werden können.



Abb. 1: Laubwald im Sattenfelder Forst bei Bargteheide (Kreis Stormarn). Solche historisch alten Waldstandorte im Tiefland zeichnen sich häufig durch eine große biologische Vielfalt aus. Foto: Hjalmar Thiel

Einführung

Der Zusammenhang zwischen Lebensraumkontinuität und Artenvielfalt besteht in besonderer Weise in Landschaften mit geringen Anteilen an historisch altem Wald und hohem Fragmentierungsgrad der einzelnen, oft relativ kleinen Waldgebiete. So nehmen im Nordwestdeutschen Tiefland seit mehr als 200 Jahren bestehende Laubwaldstandorte weniger als 10 % der Waldfläche ein, in Schleswig-Holstein beläuft sich dieser Wert auf etwa 29 % (Glaser & Hauke 2004; Schmidt et al. 2014; Mölder et al. 2015). Diese historisch alten Waldstandorte zeichnen sich vielfach durch eine typische Artenausstattung und große biologische Vielfalt aus (Abb. 1). Daher gelten sie als „Hotspots der Artenvielfalt“ und bedürfen eines besonderen Schutzes. Zwar ist eine forstliche Nutzung der historisch alten Laubwälder nicht grundsätzlich ausgeschlossen, doch muss sie den besonderen Gegebenheiten dieser naturschutzfachlich wertvollen Standorte Rechnung tragen (Hermy et al. 1999; Schmidt et al. 2014; Romahn 2015).

Neben den Gefäßpflanzen eignen sich auch die Moose hervorragend als Indikatorarten für alte Waldstandorte, da sie auf Umweltbedingungen und deren Veränderungen vielfach sensibel reagieren (Laaka 1992; Schulz & Dengler 2006; Czerepko et al. 2021). Moos-Indikatorartenlisten für historisch alte Wälder wurden – in der Regel auf der Basis von Expertenwissen oder Vegetationsaufnahmen – bisher nur wenige erarbeitet (zum Beispiel Rose 1992; Nitare 2000; Fichtner & Lüderitz 2013). Angesichts dieser Forschungslücke haben wir mittels eines neuen methodischen Ansatzes eine ökologisch gut interpretierbare Indikatorartenliste abgeleitet (Mölder et al. 2015). Nachfolgend stellen wir diese Indikatorartenliste vor und zeigen Anwendungsperspektiven für die forstliche und naturschutzfachliche Praxis auf.

Untersuchungsgebiet

Schleswig-Holstein ist mit einem Waldanteil von 11 % das waldärmste deutsche Flächenland. Die Gesamtwaldfläche beträgt 173.412 ha (MELUR 2014). Außerhalb der grundwasserbeeinflussten Standorte und ohne den Einfluss des Menschen würden in Schleswig-Holstein von Natur aus Buchen-dominierte Laubwälder vorherrschen. Doch seit der Jungsteinzeit vor circa 6.000 Jahren wurde die Landschaft beständig durch menschliche Nutzung geprägt und verändert, und zwar stärker als in den Mittelgebirgsregionen. Nach jahrhundertelanger Rodungstätigkeit waren um 1780 nur noch circa 75.000 ha und damit 4,7 % der heutigen Fläche Schleswig-Holsteins bewaldet (Niemann 1809; Hase 1997; Wieckowska et al. 2012). Gleichzeitig wurden erste Versuche unternommen, im Bereich der zentralen Geest auf ertragsarmen Heideflächen Nadelwälder neu zu

begründen. Ein Jahrhundert später erreichten Nadel- und Mischwälder erstmals bedeutende Anteile (Hase 1997). Seit der Mitte des 19. Jahrhunderts wurden auch alte Laubwälder in Nadel- oder Mischwälder umgewandelt, insbesondere auf nährstoffarmen Sandstandorten der Geest. Das östliche Hügelland als Moränenlandschaft mit basenreichen Böden weist hingegen eine lange Kontinuität von Buchenwäldern auf (Niemann 1815; Hase 1997; Schulz & Dengler 2006; Wieckowska et al. 2012). Derzeit werden 43 % der Waldfläche Schleswig-Holsteins als historisch alte Waldstandorte angesehen, der Anteil von alten Laubwaldstandorten beläuft sich auf 29 % (Glaser & Hauke 2004; MELUR 2014).

Methoden

Basierend auf den Blattschnitten der Topographischen Karte 1: 25.000 wurde die Landesfläche Schleswig-Holsteins in ein Raster von 620 Messtischblatt-Quadranten unterteilt. Dabei hat jeder dieser Quadranten eine Ausdehnung von circa 5,5 x 5,5 km (30 km²). Für jeden Quadranten wurde der Anteil des historisch alten Waldes an der Gesamtwaldfläche bestimmt, jeweils getrennt nach Laub-, Nadel- und Mischwäldern. Zusätzlich wurde auf der Basis von umfangreichen floristischen Kartierungen ermittelt, welche Moosarten mit enger Waldbindung (Kategorien 1.1, 1.2 und 2.1 nach der Waldartenliste von Schmidt et al. (2011) in den Quadranten vorkommen. Die floristischen Daten stammten aus der Gemeinsamen Datenbank der AG Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e. V. sowie des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (AG Geobotanik & LLUR 2013). Mithilfe eines generalisierten linearen Modells (GLM) für binäre Daten und einer anschließenden Hauptkomponentenanalyse (PCA) wurden die Daten zu Altwäldern und Moosfunden dann gemeinsam ausgewertet. Dadurch wurde es möglich, Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen bestimmter Waldmoose und der Waldflächenkontinuität herauszuarbeiten. In einem weiteren Schritt wurden die Moosarten mithilfe einer Clusteranalyse in sieben ökologisch interpretierbare Gruppen eingeordnet. So konnten statistisch abgesichert die Indikatorarten historisch alter Wälder bestimmt werden (Mölder et al. 2015).

Ergebnisse

Insgesamt konnten 31 Moose als Indikatorarten historisch alter Wälder bestimmt werden, die zu zwei ökologisch unterschiedlichen Waldmoosgruppen mit einer Bindung an Altwälder gehören (Tab. 1). Jede Gruppe wurde nach einer besonders charakteristischen Art benannt, sodass wir von der *Eurhynchium-striatum*-Gruppe und der *Leucobryum-glaucum*-Gruppe sprechen.

Tab. 1: Diese Moose sind Indikatorarten historisch alter Wälder in Schleswig-Holstein. Waldbindungskategorien (WB; nach Schmidt et al. 2011): 1.1 = im geschlossenen Wald, 2.1 = im Wald wie im Offenland). Die Zuordnung der Substratkategorien erfolgte gemäß Schulz & Dengler (2006) und Schmidt et al. (2011), die Zuordnung der Gefährdungskategorien folgt (Schulz et al. 2002) und der Status als Signalart Nitare (2000)

Moosart	WB	Indikatorartengruppe	Substrate				Gefährdung	Signalart
			Boden	Steine	Totholz	Rinde		
<i>Amblystegium tenax</i>	2.1	<i>Eurhynchium striatum</i>		x		x	ungefährdet	
<i>Brachythecium plumosum</i>	2.1	<i>Eurhynchium striatum</i>	x	x			Vorwarnliste	
<i>Conocephalum conicum</i>	2.1	<i>Eurhynchium striatum</i>	x	x			Vorwarnliste	x
<i>Cratoneuron filicinum</i>	2.1	<i>Eurhynchium striatum</i>	x				ungefährdet	
<i>Eurhynchium striatum</i>	1.1	<i>Eurhynchium striatum</i>	x		x		ungefährdet	x
<i>Fissidens bryoides</i>	2.1	<i>Eurhynchium striatum</i>	x				ungefährdet	
<i>Fissidens taxifolius</i>	2.1	<i>Eurhynchium striatum</i>	x				ungefährdet	
<i>Homalia trichomanoides</i>	1.1	<i>Eurhynchium striatum</i>		x		x	Vorwarnliste	x
<i>Isothecium alopecuroides</i>	1.1	<i>Eurhynchium striatum</i>		x		x	ungefährdet	
<i>Isothecium myosuroides</i>	1.1	<i>Eurhynchium striatum</i>		x		x	ungefährdet	
<i>Metzgeria furcata</i>	2.1	<i>Eurhynchium striatum</i>		x		x	Vorwarnliste	
<i>Neckera complanata</i>	1.1	<i>Eurhynchium striatum</i>		x		x	Vorwarnliste	x
<i>Plagiochila asplenioides</i>	1.1	<i>Eurhynchium striatum</i>	x	x			ungefährdet	
<i>Plagiochila porelloides</i>	1.1	<i>Eurhynchium striatum</i>	x	x		x	ungefährdet	
<i>Plagiomnium undulatum</i>	2.1	<i>Eurhynchium striatum</i>	x				ungefährdet	
<i>Rhizomnium punctatum</i>	1.1	<i>Eurhynchium striatum</i>	x	x	x		ungefährdet	
<i>Thuidium tamariscinum</i>	2.1	<i>Eurhynchium striatum</i>	x		x	x	ungefährdet	
<i>Chiloscyphus polyanthos</i>	2.1	<i>Leucobryum glaucum</i>		x			extrem selten	
<i>Dicranum majus</i>	1.1	<i>Leucobryum glaucum</i>	x				Vorwarnliste	
<i>Dicranum montanum</i>	2.1	<i>Leucobryum glaucum</i>				x	ungefährdet	
<i>Dicranum tauricum</i>	1.1	<i>Leucobryum glaucum</i>			x	x	ungefährdet	
<i>Diplophyllum albicans</i>	2.1	<i>Leucobryum glaucum</i>	x				ungefährdet	
<i>Herzogiella seligeri</i>	1.1	<i>Leucobryum glaucum</i>			x		ungefährdet	x
<i>Lepidozia reptans</i>	1.1	<i>Leucobryum glaucum</i>	x	x	x	x	ungefährdet	
<i>Leucobryum glaucum</i>	2.1	<i>Leucobryum glaucum</i>	x		x		Vorwarnliste	x
<i>Pellia epiphylla</i>	2.1	<i>Leucobryum glaucum</i>	x	x	x		ungefährdet	
<i>Plagiothecium denticulatum</i> var. <i>undulatum</i>	2.1	<i>Leucobryum glaucum</i>	x		x		ungefährdet	
<i>Plagiothecium laetum</i>	2.1	<i>Leucobryum glaucum</i>	x	x	x	x	Vorwarnliste	
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	1.1	<i>Leucobryum glaucum</i>	x	x	x		gefährdet (Kat. 3)	x
<i>Scapania nemorea</i>	1.1	<i>Leucobryum glaucum</i>	x	x	x		stark gefährdet (Kat. 2)	
<i>Tetraphis pellucida</i>	2.1	<i>Leucobryum glaucum</i>			x		ungefährdet	



Abb. 2: Das Gewöhnliche Igelhaubenmoos (*Metzgeria furcata*) ist ein Lebermoos, dass historisch alte Laubwälder indiziert und zur *Eurhynchium-striatum*-Gruppe gehört. Foto: Uwe Drehwald



Abb. 3: Das Glatte Neckermoss (*Neckera complanata*) gehört der *Eurhynchium-striatum*-Gruppe an. Als leicht erkennbare „Signalart“ weißt es darauf hin, dass in einem Waldgebiet auch anspruchsvolle Arten aus anderen Organismengruppen vorkommen können Foto: Uwe Drehwald

Die insgesamt 17 Indikatorarten aus der *Eurhynchium-striatum*-Gruppe sind an historisch alte, naturnahe Laubwälder auf basenreichen Standorten gebunden, die sich durch eine hohe Boden- und Luftfeuchtigkeit auszeichnen (Abb. 2, 3). Dementsprechend zeigt sich ein Verbreitungsschwerpunkt im östlichen Hügelland (Abb. 4), einer Jung-

moränenlandschaft mit abwechslungsreichen Geländeformen. Die in diesem Naturraum vorherrschenden kleinen und fragmentierten historisch alten Laubwaldstandorte sind durch nährstoffreiche Böden mit guter Wasserversorgung charakterisiert (Niemann 1809; Hase 1997; Aydin 2015).

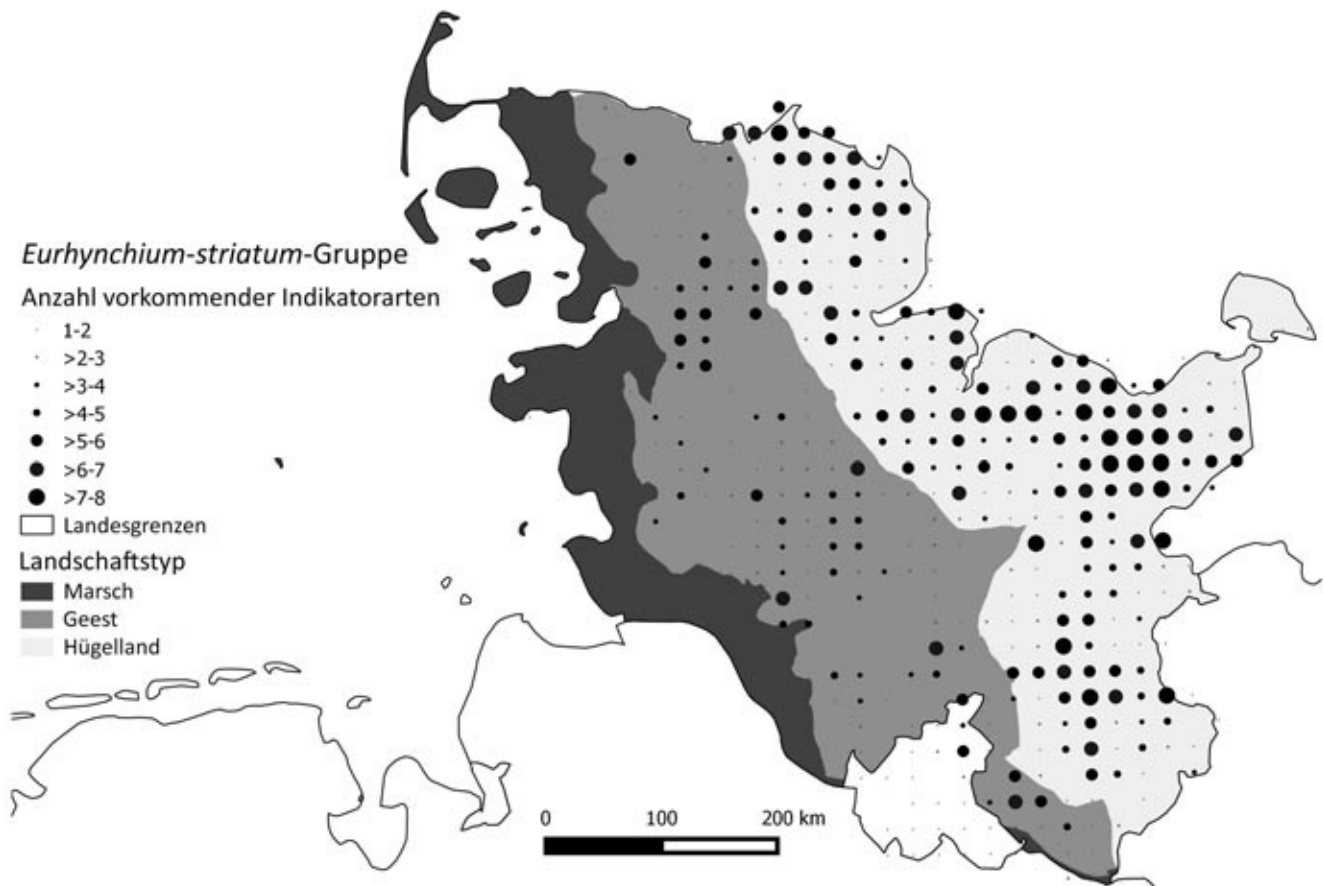


Abb. 4: *Eurhynchium-striatum*-Gruppe: Anzahl von Moos-Indikatorarten historisch alter Wälder pro Messtischblattquadrant in Schleswig-Holstein und Hamburg. Es wurden nur Moosarten der Waldbindungskategorie 1.1 (im geschlossenen Wald, gem. Schmidt et al. 2011) berücksichtigt. Landschaftstypen gemäß BfN (2012), leicht verändert.

Zur *Leucobryum-glaucum*-Gruppe gehören 14 Indikatorarten, die nicht nur in bodensauren Buchen- und Eichenwäldern, sondern auch in bodensauren Misch- und Nadelwäldern vorkommen, die auf historisch alten Waldstandorten stocken (Abb. 5, 6). Dementsprechend zeigt sich ein Verbreitungsschwerpunkt im Bereich des nährstoffarmen und sandigen zentralen Geestrückens (Abb. 7), wo Laubwälder häufig in Nadel- oder Mischwälder umgewandelt worden sind (Hase 1997; Schulz & Dengler 2006; Aydin 2015). Aber auch auf den insgesamt basenreichen Waldstandorten des östlichen Hügellandes können Arten der *Leucobryum-glaucum*-Gruppe dort vorkommen, wo Nitrifikations- und Versauerungsprozesse oder auch der Nadelholzanbau von Bedeutung waren (Schulz & Dengler 2006).

Die Artenzusammensetzung der beiden Waldmoosgruppen weist Übereinstimmungen mit den Ergebnissen anderer Studien zu diesem Thema auf, die in West-, Mittel- und Nordeuropa entstanden sind. So wurden 65 % der Arten in der *Eurhynchium-striatum*-Gruppe auch andernorts als charakteristische Arten von historisch alten Wäldern aufgeführt. Hinsichtlich der *Leucobryum-glaucum*-Gruppe trifft dies auf 43 % der Arten zu, die hier geringere Übereinstimmung kann insbesondere dadurch erklärt werden, dass es nur wenige Untersuchungen zu Arten historisch alter Wälder auf bodensauren Standorten gibt (Mölder et al. 2015).



Abb. 5: Das Gemeine Weißmoos (*Leucobryum glaucum*) bildet auffällige Polster. Als leicht erkennbare „Signalart“ weist es darauf hin, dass in einem Waldgebiet auch anspruchsvolle Arten aus anderen Organismengruppen vorkommen können Foto: Marcus Schmidt



Abb. 6: Das auffällige Laubmoos *Rhytidiadelphus loreus* gehört der *Leucobryum-glaucum*-Gruppe an und ist wie das Gemeine Weißmoos (*Leucobryum glaucum*, Abb. 5) eine leicht erkennbare „Signalart“ Foto: Marcus Schmidt

Perspektiven für die Anwendung der Indikatorartenliste

Für die Indikatorartenliste ergeben sich vielfältige Anwendungsmöglichkeiten, von denen einige nachfolgend genannt werden. Bei der Anwendung der Liste muss jedoch berücksichtigt werden, dass es, wie auch bei den Gefäßpflanzen, unter den Moosen wohl keine Art gibt, die ausschließlich auf alten Waldstandorten gefunden werden kann. Erst das Auftreten mehrerer Indikatorarten aus beiden Pflanzengruppen indiziert mit hoher Treffsicherheit einen alten Waldstandort (Rose 1999; Schmidt et al. 2014; Mölder et al. 2015).

1) Identifizierung von alten Waldstandorten in Bereichen, für die historisches Kartenmaterial fehlt

Nicht für alle Regionen ist geeignetes historisches Kartenmaterial verfügbar oder ohne größere Umstände zugänglich. Zudem wurden im Rahmen einer bundesweiten Erhebung von historisch alten Waldstandorten Waldgebiete unter 50 ha Größe nicht erfasst (Glaser & Hauke 2004). Die Indikatorarten geben hier Hinweise auf alte Waldstandorte. Von Bedeutung können Indikatorarten auch dann sein, wenn das historische Kartenmaterial im Bereich von kleineren Waldflächen und Waldrändern Unschärfen aufweist (Oheimb et al. 2007).

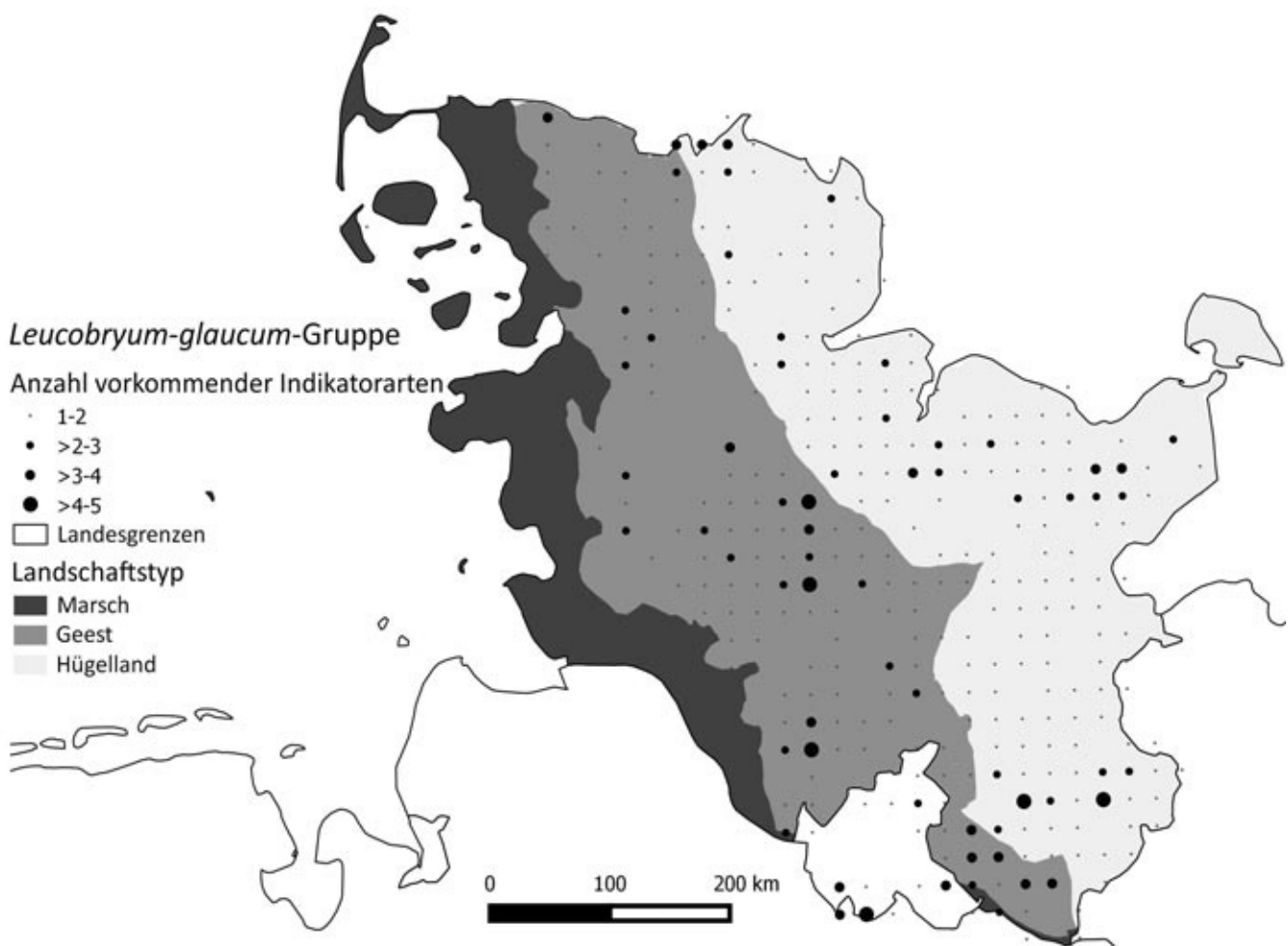


Abb. 7: *Leucobryum-glaucum*-Gruppe: Anzahl von Moos-Indikatorarten historisch alter Wälder pro Messtischblattquadrant in Schleswig-Holstein und Hamburg. Es wurden nur Moosarten der Waldbindungskategorie 1.1 (im geschlossenen Wald, gem. Schmidt et al. 2011) berücksichtigt. Landschaftstypen gemäß BfN (2012), leicht verändert.

2) Identifizierung von Biodiversitäts-Hotspots der Zeigerarten historisch alter Wälder

Nicht alle historisch alten Waldstandorte sind im gleichen Maße artenreich. Vielmehr gibt es in Abhängigkeit von der Nutzungsgeschichte, der aktuellen Bestockung (Laub-/Nadelholz, Entwicklungsphase et cetera) sowie von der Nährstoffversorgung eine unterschiedliche Zahl an vorkommenden Arten (Abb. 4, 7). Im Sinne einer Hotspots-Strategie können Gebiete mit einer besonders hohen Vielfalt von Arten alter Waldstandorte identifiziert und als Naturschutz-Vorrangflächen behandelt werden (Meyer et al. 2009; Schmiedel et al. 2013; Romahn 2015)

3) Identifizierung von naturnahen Waldbeständen

Moose als Zeigerarten historisch alter Wälder erlauben Rückschlüsse auf eine lange Lebensraumkontinuität von Waldstandorten. So kann ihr Vorkommen auch als ein Kennzeichen von Naturnähe angesehen werden. Anhand der Lebensraumkontinuität kann, wenn sie mit einer Kontinuität von Alt- und Totholzstrukturen einhergeht, auf die Vollständigkeit des walddtypischen Arteninventars geschlossen werden. Hier sind hochspezialisierte Organismengruppen wie Totholzkäfer, Flechten und Pilze zu nennen. In diesem Sinne können die Zeigerarten Bestandteil eines praxisnahen Kartierungsverfahrens für die Naturnähe von Waldbeständen sein (Fritz et al. 2008; Fichtner & Lüderitz 2013; Mölder et al. 2015; Czerepko et al. 2021). Dabei spielen vor allem solche Indikatorarten unter den Waldmoosen eine große Rolle, die leicht entdeckt und bestimmt werden können (Abb. 3, 5, 6) – diese werden als „Signalarten“ bezeichnet. Das Vorkommen von Signalarten in einem Waldgebiet weist darauf hin, dass auch anspruchsvolle Arten aus anderen Organismengruppen vorkommen können, die schwerer zu finden oder zu identifizieren sind (Nitare 2000; Fichtner & Lüderitz 2013).

Schlussbemerkungen

Alte Laubwaldstandorte sind in der fragmentierten Landschaft Schleswig-Holsteins Hotspots der biologischen Vielfalt und können als Ausbreitungszentren (Spenderflächen) für eine Wiederbesiedlung jüngerer Waldstandorte mit typischen Waldarten dienen. Aus diesem Grunde sollten

Maßnahmen des Naturschutzes historisch alte Laubwaldstandorte besonders berücksichtigen (Schmidt et al. 2014; Mölder et al. 2015; Romahn 2015).

Eine wirksame Naturschutzmaßnahme zur Förderung einer walddtypischen Pflanzenartenvielfalt ist die Verbindung von räumlich getrennten alten und jungen Waldstandorten durch Lebensraumkorridore (Brunet et al. 2021). Vor allem aber dürfen die verbliebenen historisch alten Laubwälder nicht in Nadel- oder Laub-Nadel-Mischbestände umgebaut oder gar gerodet werden, wie es 2017 dem Preesterholt in Angeln widerfahren ist (Riedel & Stolz 2018). Bei der forstlichen Bewirtschaftung alter Laubwaldstandorte mit hoher Pflanzenartenvielfalt müssen Rückarbeiten besonders sensibel durchgeführt werden. Das gilt in besonderer Weise für Flächen, die in Schutzgebieten liegen (Kriebitzsch et al. 2013; Schmiedel et al. 2013; Romahn 2015).

Danksagung

Unsere Untersuchungen wurden von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) im Rahmen des Projektes „Identifizierung und Schutz von Waldbeständen mit vorrangiger Bedeutung für den Erhalt der Biodiversität“ (Aktenzeichen 29677-33/0) finanziell gefördert. Besonders hervorheben möchten wir das große Engagement aller ehrenamtlichen und hauptberuflichen Kartiererinnen und Kartierer von Pflanzenvorkommen in Schleswig-Holstein, ohne die unsere Studie nicht möglich gewesen wäre. Insbesondere danken wir hier der AG Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e. V. sowie dem Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein.

Dr. Andreas Mölder, Dr. Falko Engel, Dr. Marcus Schmidt-Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Abteilung Waldnaturschutz
Prof.-Oelkers-Straße 6
34346 Hann. Münden
Andreas.Moelder@nw-fva.de
www.nw-fva.de

Literatur

- AG Geobotanik & LLUR (2013): Gemeinsame Datenbank der AG Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e. V. und des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein. Kiel und Flintbek.
- Aydin, C.T. (2015): Einführung in die natürlichen Standortbedingungen der Schleswig-Holsteinischen Wälder. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg 68: 7–16.
- BfN (2012): Daten zur Natur 2012. Landwirtschaftsverlag, Münster.
- Brunet, J., Hedwall, P.-O., Lindgren, J. & Cousins, S.A.O. (2021): Immigration credit of temperate forest herbs in fragmented landscapes – Implications for restoration of habitat connectivity. *Journal of Applied Ecology* 58, DOI: 10.1111/1365-2664.13975
- Cateau, E., Herrault, P.-A., Sheeren, D., Ladet, S. & Brustel, H. (2018): The influence of spatial and temporal discontinuities of forest habitats on the current presence of flightless saproxylic beetles. *PLOS ONE* 13: e0197847.
- Czerepko, J., Gawryś, R., Szymczyk, R., Pisarek, W., Janek, M., Haidt, A., Kowalewska, A., Piegdoń, A., Stebel, A., Kukwa, M., & Cacciatori, C. (2021): How sensitive are epiphytic and epixylic cryptogams as indicators of forest naturalness? Testing bryophyte and lichen predictive power in stands under different management regimes in the Białowieża forest. *Ecological Indicators* 125: 107532.
- Fichtner, A. & Lüderitz, M. (2013): Signalarten – ein praxisnaher Beitrag zur Erfassung der Naturnähe und Biodiversität von Wäldern. *Natur und Landschaft* 88: 392–399.
- Fritz, Ö., Gustafsson, L. & Larsson, K. (2008): Does forest continuity matter in conservation? – A study of epiphytic lichens and bryophytes in beech forests of southern Sweden. *Biological Conservation* 141: 655–668.
- Glaser, F.F. & Hauke, U. (2004): Historisch alte Waldstandorte und Hutewälder in Deutschland. *Angewandte Landschaftsökologie* 61: 1–193.
- Hase, W. (1997): Wald- und Forstchronologie Schleswig-Holsteins seit der Nacheiszeit. Struve's Buchdruckerei und Verlag, Eutin.
- Hermý, M., Honnay, O., Firbank, L., Grashof-Bokdam, C. & Lawesson, J.E. (1999): An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implications for forest conservation. *Biological Conservation* 91: 9–22.
- Kriebitzsch, W.-U., Bültmann, H., Oheimb, G. v., Schmidt, M., Thiel, H. & Ewald, J. (2013): Waldspezifische Vielfalt der Gefäßpflanzen, Moose und Flechten. In: Kraus, D. & Krumm, F. (Hrsg.), *Integrative Ansätze als Chance für die Erhaltung der Artenvielfalt in Wäldern*, S. 164–175. European Forest Institute, Joensuu.
- Laaka, S. (1992): The threatened epixylic bryophytes in old primeval forests in Finland. *Biological Conservation* 59: 151–154.
- MELUR (2014): Dritte Bundeswaldinventur (BWI 2012) – Landesbericht für Schleswig-Holstein. Ministerium für Energiewende, Umwelt, Landwirtschaft und ländliche Räume, Kiel.
- Meyer, P., Schmidt, M. & Spellmann, H. (2009): Die „Hotspots-Strategie“ – Wald-Naturschutzkonzept auf landschaftsökologischer Grundlage. *AFZ/DerWald* 64: 822–824.

- Mölder, A., Gürlich, S. & Engel, F. (2014): Die Verbreitung von gefährdeten Holz bewohnenden Käfern in Schleswig-Holstein unter dem Einfluss von Forstgeschichte und Besitzstruktur. *Forstarchiv* 85: 84–101.
- Mölder, A., Schmidt, M., Schönfelder, E., Engel, F. & Schulz, F. (2015): Bryophytes as indicators of ancient woodlands in Schleswig-Holstein (Northern Germany). *Ecological Indicators* 54: 12–30.
- Niemann, A.C.H. (1809): Forststatistik der dänischen Staten. Johann Friedrich Hammerich, Altona.
- Niemann, A.C.H. (1815): Holsteins Eichen und Buchen. *Kieler Blätter* 1: 377–403.
- Nitare, J. (2000): Signalarter – indikatorer på skyddsvärd skog flora över kryptogamer [Signalarten - Kryptogamen als Indikatoren für eine schützenswerte Waldflora]. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- NNA (1994): Bedeutung historisch alter Wälder für den Naturschutz. Norddeutsche Naturschutzakademie, Schneverdingen.
- Oheimb, G. v., Schmidt, M. & Kriebitzsch, W.-U. (2007): Waldflächenentwicklung im östlichen Schleswig-Holstein in den letzten 250 Jahren und ihre Bedeutung für seltene Gefäßpflanzen. *Tuexenia* 27: 363–380.
- Riedel, W. & Stolz, C. (2018): Das Preesterholt. Ein Beitrag zur ökologischen Bedeutung eines kleinen Primärwaldrestes in der Landschaft Angeln und zum Versagen der Instrumente des Naturschutzes. *Natur- und Landeskunde* 125: 218–228.
- Romahn, K. (2015): Hotspots der Gefäßpflanzenartenvielfalt in Wäldern Schleswig-Holsteins - Bestand, Gefährdung, Schutz. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg* 68: 17–96.
- Rose, F. (1999): Indicators of ancient woodland - The use of vascular plants in evaluating ancient woods for nature conservation. *British Wildlife* 10: 241–251.
- Rose, F. (1992): Temperate forest management: its effects on bryophyte and lichen floras and habitats. In: Bates, J.W. & Farmer, A.M. (Hrsg.), *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*, S. 211–233. Clarendon Press, Oxford.
- Schmidt, M., Kriebitzsch, W.-U. & Ewald, J. (Hrsg.) (2011): Waldartenlisten der Farn- und Blütenpflanzen, Moose und Flechten Deutschlands. *BfN-Skripten* 299: 1–111.
- Schmidt, M., Mölder, A., Schönfelder, E., Engel, F., Schmiedel, I. & Culmsee, H. (2014): Determining ancient woodland indicator plants for practical use: A new approach developed in northwest Germany. *Forest Ecology and Management* 330: 228–239.
- Schmiedel, I., Schmidt, M., Schacherer, A., & Culmsee, H. (2013): Die Effektivität von Schutzgebieten für die Erhaltung seltener und gefährdeter Gefäßpflanzenarten – Eine Untersuchung im niedersächsischen Tiefland. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 45: 45–52.
- Schulz, F. & Dengler, J. (Eds.) (2006): Verbreitungsatlas der Moose in Schleswig-Holstein und Hamburg. Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek.
- Schulz, F., Dierßen, K., Lütt, S., Martin, C., Schröder, W., Siemsen, M. & Wolfram, C. (2002): Die Moose Schleswig-Holsteins – Rote Liste. Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek.
- Wieckowska, M., Dörfler, W. & Kirleis, W. (2012): Vegetation and settlement history of the past 9000 years as recorded by lake deposits from Großer Eutiner See (Northern Germany). *Review of Palaeobotany and Palynology* 174: 79–90.