

Flechten-Kiefernwälder im nordöstlichen Niedersachsen – historische Entwicklung, Flechtenarten und Schutzmöglichkeiten

von Petra Fischer, Hans-Jürgen Kelm, Heike Schurig, Gunnar Waesch & Helga Bültmann

Inhalt

1	Einleitung	28	5.2.3 Arten mit stärkerem Rückgang	43	
2	Teilgebiete mit Angaben zum Rückgang der Flechten-Kiefernwälder	29	5.2.4 Arten mit starkem Rückgang und Fehlen in punktuellen Vorkommen	44	
3	Historische Nutzung	32	5.2.5 Arten mit grundsätzlich seltenem Vorkommen in 91T0	44	
3.1	Historische Entwicklung der Flechten-Kiefernwälder	32	5.3 Flechtenarten in Abhängigkeit der historischen Nutzung	44	
3.2	Streunutzung der Flechten-Kiefernwälder	32	5.3.1 Auswertung historischer Karten 1776 und 1881	45	
4	Methodik	33	5.3.2 Auswertung Privat- und Staatswald	45	
4.1	Klassifizierung von Flächentypen und prozentuale Häufigkeit der Arten	33	6	Fazit: Hohe Diversität und Schutzbedürftigkeit	46
4.2	Artenrückgänge in den Teilgebieten	34	7	Schutzmöglichkeiten	47
4.3	Nomenklatur, Kennarten und Rote-Liste-Angaben	34	7.1	Nährstoffentzug und Flechtenbeimpfung	47
5	Ergebnisse	34	7.2	Freistellung von Dünen	50
5.1	Flechtenarteninventar des LRT 91T0 in Niedersachsen	34	7.3	Forstliche Bewirtschaftung	50
5.2	Rückgang einzelner Flechtenarten im LRT 91T0	42	8	Zusammenfassung	50
5.2.1	Flechtenart mit geringstem Rückgang	42	9	Summary	51
5.2.2	Flechtenarten mit geringem bis mittlerem Rückgang	43	10	Literatur	52

1 Einleitung

Flechten-Kiefernwälder, die durch Strauchflechten mit einem Deckungsgrad von mehr als 5 % (FISCHER et al. 2009, DRACHENFELS 2021) und einer geringen Krautschichtdeckung gekennzeichnet sind, zeigen in den letzten 20-30 Jahren einen deutlichen Flächenverlust von ca. 90 % in Niedersachsen (FISCHER et al. 2014) und in ähnlichem Maße in Brandenburg (REINECKE et al. 2011), Bayern (FISCHER, A. et al. 2015, 2019) und auch in Sachsen-Anhalt (MEYSEL et al. 2007, GÜNTHER 2016). Dieser Waldtyp kommt auf trockenen, extrem nährstoff- und humusarmen Sandstandorten vor, die in Niedersachsen zu den ärmsten Waldstandorten zählen (s. HEINKEN 1995). Seit 2004 wurde der Lebensraumtyp (LRT) „Mitteleuropäische Flechten-Kiefernwälder“ (Code 91T0) im Anhang I der FFH-Richtlinie aufgenommen (BALZER et al. 2004).

Pflanzensoziologisch wurden Flechten-Kiefernwälder bereits 1928 als eigenständige Assoziation von JURASZEK (1928) als *Pino-Cladinetum* gefasst und später als *Cladonio-Pinetum* benannt (s. dazu HEINKEN 2008). Die größtenteils durch die früher verbreitete Streunutzung entstandenen Flechten-Kiefernwälder (MEISEL-JAHN 1955, WIEDEMANN 1942, Kap. 3) befinden sich, bedingt durch die über den Critical Loads liegenden Stickstoffeinträgen (DRACHEN-

FELS 2012, FISCHER et al. 2014, FISCHER, A. et al. 2019) und durch den fehlenden Nährstoffentzug nach Aufgabe der Streunutzung (s. a. HEINKEN & ZIPPEL 1999, SCHMIDT et al. 2008, HEINKEN 2008), weiterhin im Rückgang. HOFMANN (1996) machte bereits 1996 darauf aufmerksam, dass aufgrund der Stickstoffeinträge dieses Waldökosystem in Mitteleuropa im Verschwinden begriffen ist. Die natürlich ablaufende Sukzession des *Cladonio-Pinetum* zum *Leucobryo-Pinetum* (REINECKE et al. 2011) wird durch die zu hohen Stickstoffeinträge beschleunigt (FISCHER et al. 2014). Es breiten sich konkurrenzstarke Arten, v. a. die pleurokarpen (niederliegend, verzweigter Hauptstängel) Moosarten *Hypnum jutlandicum* und *Pleurozium schreberi* und stellenweise die Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*) auf Kosten der konkurrenzschwächeren Flechtenarten (FISCHER et al. 2013, 2014) aus, bis hin zum vollständigen Verschwinden einzelner Flechtenarten.

Innerhalb Niedersachsens sind die Restbestände heute auf das nordöstliche Tiefland (v. a. Wendland und Elbtal) beschränkt, das sich durch von Natur aus nährstoffarme Sandböden, subkontinentales Klima, v. a. geringe Niederschläge und eine (noch) geringe Dichte von stark stickstoff-emittierenden Stallanlagen auszeichnet (FISCHER et al.

2014, s. a. HEINKEN & ZIPPEL 1999). Hinsichtlich des Klimas wies bereits MEISEL-JAHN (1955) darauf hin, dass innerhalb des nordwestdeutschen Flachlandes das Wendland stark kontinental geprägt ist und hier zudem das Lokalklima an den Standorten der Flechten-Kiefernwälder besonders kontinentale Eigenschaften zeigt.

Die heutigen Restbestände der Flechten-Kiefernwälder waren insbesondere 2017 und 2018 und ergänzend in den Nachfolgejahren Gegenstand verschiedener Untersuchungen (FISCHER et al. 2017a, b, 2018, 2019, 2020a). Der Datensatz, der fast alle Flechten-Kiefernwaldflächen Niedersachsens umfasst, bietet eine wichtige Grundlage zur Auswertung der aktuell noch bestehenden Flechtenarten-

zusammensetzung der Flechten-Kiefernwälder Niedersachsens. Ein Vergleich der 91T0-Bestände mit nur noch sehr kleinflächig verbliebenen Flechtenvorkommen zeigt, welche Flechtenarten grundsätzlich oder gebietsbezogen besonders schnell bei einer Verschlechterung der Flechten-Kiefernwälder zurückgehen. Konkrete Artenrückgänge werden über Altdaten ermittelt. Zusätzlich werden aus aktuellem Anlass die Flechten-Kiefernwälder Niedersachsens vor dem Einfluss der Trockenjahre 2018-2020 und 2022 betrachtet. Auf der Grundlage der Recherche der historischen Nutzung, insbesondere der Streunutzung, werden Schutzmöglichkeiten des LRT 91T0 „Mitteleuropäische Flechten-Kiefernwälder“ dargestellt.

2 Teilgebiete mit Angaben zum Rückgang der Flechten-Kiefernwälder

Die im Zeitraum 2017 und 2018 noch bestehenden und untersuchten Flechten-Kiefernwälder liegen im Nordosten, in den niederschlagsärmsten Bereichen Niedersachsens

(Abb. 1, s. außerdem Abb. 2 in FISCHER et al. 2014). Innerhalb dieses Untersuchungsgebietes (UG) besteht aber auch ein Niederschlagsgradient (s. a. Tab. 2).

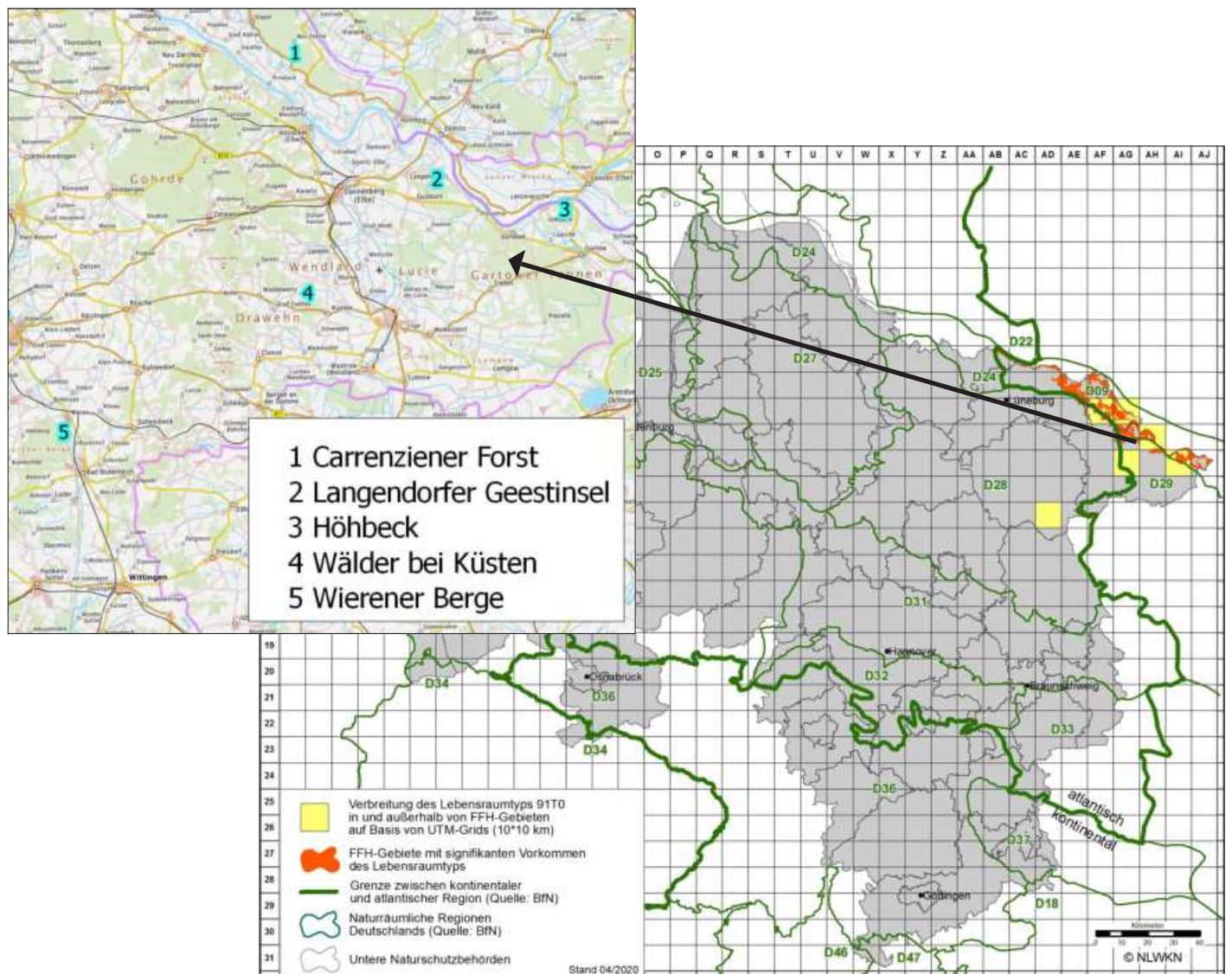


Abb. 1: Verbreitung und Lage des LRT 91T0 „Mitteleuropäische Flechten-Kiefernwälder“ in Niedersachsen (auf der Grundlage der Daten für den Nationalen FFH-Bericht 2019; Quelle: NLWKN 2020, www.openstreetmap.org)



Abb. 2: Fragmentierte Restbestände des Flechten-Kiefernwaldes im Endmoränengebiet „Wierener Berge“ (Foto: H. Bültmann, 19.05.2017)



Abb. 3: In einer Ausblasungsmulde liegender Flechten-Kiefernwald in der „Wäldern von Küsten“ (Foto: P. Fischer, 27.05.2017)

Das südwestlichste Vorkommen liegt im Endmoränengebiet „Wierener Berge“ (LK Uelzen), das 1990/91 zu den großflächigsten Vorkommen der linkselbischen Flechten-Kiefernwald-Altbestände Niedersachsens zählte (HEINKEN 1995). Heutzutage existieren hier nur noch fragmentarische Restbestände (Abb. 2, Tab. 2, FISCHER et al. 2017a, NLWKN 2020).

Die ebenfalls elbfernen und nach der Einteilung des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) in der „atlantischen Region“ Deutschlands (NLWKN 2020) liegenden 91T0-Bestände der „Wälder bei Küsten“ (LK Lüchow-Dannenberg) bestehen noch auf etwas größerer Fläche im Privatwald (Tab. 2). Dennoch sind die Flechten-Kiefernwälder im Vergleich zu 1990/91 (HEINKEN 1995) auch hier inzwischen fragmentiert (FISCHER et al. 2014, 2017a). Im Gebiet ist eine v. a. aus glazifluviatilen Sanden und Kiesen aufgebaute Geestplatte von ausgedehnten Flugsand- und Dünenfeldern überdeckt, die mit besonders nährstoffarmen Ausblasungsflächen mit anstehendem glazialen Untergrund eng verzahnt sind (Abb. 3, SCHRÖDER 1969, 1973).

Bei den zur „kontinentalen Region“ gehörenden linkselbischen Gebieten „Langendorfer Geestinsel“ und „Höhbeck“ (LK Lüchow-Dannenberg, Abb. 1) handelt es sich um Geestinseln der vorletzten Eiszeit, die von Flugsand- und Dünenfeldern überdeckt sind (GIESE 1970, CHRISTIER 2008). Die Flechten-Kiefernwaldfläche ist auf den „Sandschellen zwischen Brünkendorf und Pevestorf“ („Höhbeck“) von 2003 bis 2010 um ca. die Hälfte zurückgegangen und war noch 2006 deutlich größer und zusammenhängender als 2017 (CHRISTIER 2008, 2016/2019, schriftl. Mitt. H. Christier, FISCHER et al. 2017a).

Auf der „Langendorfer Geestinsel“ kommen Flechten-Kiefernwälder nahe der Ortschaft Cacherien, an der ehemaligen Abbaugrube „Wüste Gobi“ und auf dem „Mühlenberg“ und hier teils in nährstoffarmen Ausblasungsmulden (GIESE 1970, Tab. 2) vor. 1990/91 wurde der an der ehemaligen Sandgrube von Cacherien liegende Flechten-Kiefernwald aufgrund seines Grenzwaldcharakters als standortärmster und schlechtwüchsigster Bestand



Abb. 4: Schlechtwüchsiger Flechten-Kiefernwald 1991 mit Grenz-waldcharakter bei Cacherien auf der „Langendorfer Geestinsel“ (Foto: T. Heinken, 10.07.1991)

Niedersachsens eingestuft (Abb. 4, HEINKEN 1995). Bereits 2005 zeigten sich hier eine leichte Flechtenschicht-Abnahme sowie eine Zunahme der Krautschicht und Humusaufgabe. Die Flechten-Kiefernwälder liegen i. d. R. im Privatwald und im Realgemeindewald.

Ein Verbreitungsschwerpunkt der Flechten-Kiefernwälder in der „kontinentalen Region“ mit ca. 43 ha (NLWKN 2020) befindet sich rechtselbisch im Amt Neuhaus auf dem 20 km langen und 1-3 km breiten Binnendünenzug „Carrenziener Forst“ (KELM 1994, NMELF & NUM 1995). Von einer hier früher relativ großflächigen Ausdehnung der Flechten-Kiefernwälder ist auszugehen; so beschrieb HURTIG (1957), dass in den durch Kiefernbeständen festgelegten Hochdünen zwischen Neuhaus und Dömitz u. a. Rentierflechten den Boden bedecken. Die hier heutzutage verstreut vorkommenden Flechten-Kiefernwälder sind insbesondere auf der SW-Seite des Dünenzuges, häufig in Ortsnähe von Pinnau, Kaarßen, Stixe und Zeetze, ausgebildet (s. a. ZUM FELDE 1999), wo im Privatwald früher eine Streunutzung

erfolgte (Kap. 3). Die Bestände liegen teils auch im Staatswald und in einer Nationalen Naturerbe-Fläche.

Im Naturwald der Niedersächsischen Landesforsten „Kaarßer Sandberge“ vollzog sich ausgehend von den 1960er Jahren ein schleichender und dann ab Ende der 1970er Jahre bis 2005 (Abb. 5) ein deutlicher Flächenrückgang der Flechten-Kiefernwälder, der sich bis heute ungebremst fortsetzt (KELM 1994, FISCHER et al. 2009, 2013, 2014, MEYER et al. 2006). Auch andere Flechten-Kiefernwald-Bereiche bei Kaarßen, Zeetze und Pinnau sind von 1994 (KELM 1994) bis 2007 (HASTEDT 2008) deutlich zurückgegangen. Von 2007 bis 2017 fand innerhalb der Staatswaldflächen des „Carrenziener Forstes“ (v. a. zwischen Kaarßen und Pinnau) auf 21 ha ein Verlust des LRT 91T0 statt (HASTEDT 2008, NFP 2021). Hier wird der Rückgang der Flechten-Kiefernwälder außer durch die atmosphärischen Stickstoffeinträge zusätzlich durch eine seit längerer Zeit bestehenden großen Rindermastanlage als Nahemittent beschleunigt (FISCHER et al. 2014, FÜRSTENBERG 2018).



Abb. 5: Ein noch relativ großflächiger Flechten-Kiefernwald im „Carrenziener Forst“ im Jahr 2005, der inzwischen stark zurückgegangen ist. (Foto: M. Schmidt, 11.09.2005)

Nur ein Teil der Flächen des „Carrenziener Forstes“ liegt in den strenger geschützten Gebietsteilen „C“ des Biosphärenreservates „Niedersächsische Elbtauale“. Die Vorkommen im „Carrenziener Forst“ gehören überwiegend zum FFH-

Gebiet 74 „Elbeniederung zwischen Schnackenburg und Geesthacht“; die Teilgebiete „Langendorfer Geest“ und „Höhbeck“ kamen durch eine Nachmeldung hinzu (Abb. 1, NLWKN 2020).

3 Historische Nutzung

3.1 Historische Entwicklung der Flechten-Kiefernwälder

Historisch betrachtet handelt es sich bei vielen Flechten-Kiefernwäldern um verhältnismäßig junge Wälder, da diese Bereiche zur Zeit der „Kurhannoverschen Landesaufnahme“ (ca. 1775-77) meist Offenland waren. Die wenigen damals mit Nadel- oder Laubbäumen bestandenen Waldreste sind als „alte Waldstandorte“ einzustufen (s. Kap. 5.3.1).

Der 20 km lange Dünenzug „Carrenziener Forst“ wies nach der Karte des Amtes Neuhaus 1714 einen Offenland-Anteil (offene Dünen und damalige Ackerflächen) von mehr als 90 % auf (DEPENAU 2021). Im Bereich heutiger Flechten-Kiefernwälder waren 1714 lediglich nördlich Zeetze locker stehende Laubbäume dargestellt; 1775/76 wurde hier dann ein Nadelwald mit dazwischenliegenden einzelnen Laubgehölzen verzeichnet. Im 17. Jahrhundert waren die Dünen „flüchtig“ (WUNDRAM 1862). Im 18. Jahrhundert waren die Sandberge zum größeren Teil mit Heide und dürrerem Gras bewachsen und dienten als Schafweide (BESTE 1970). Die damaligen Schafherden, über die HÜLS (1996) berichtet, trugen hier sicherlich über längere Zeiträume zu einer großflächigen Ausbreitung einiger Flechtenarten (s. Kap. 7) bei.

Sogar noch im 19. Jahrhundert wurden Schafe der Ortschaft Stapel vor allem „in der Forst geweidet“ (BESTE 1970). Um 1775/76, als der Offenland-Anteil im Dünenzug auf weniger als 50 % zugunsten des Waldes (v. a. Nadelwald) gesunken war (DEPENAU 2021), waren heutige Flechten-Kiefernwald-Bereiche überwiegend noch nicht bewaldet. Lediglich im Nordostteil des Naturwaldes „Kaarßer Sandberge“ sowie zwischen Kaarßen und Pinnau waren sehr locker verteilte Laubbäume verzeichnet. 1881 betrug der Offenland-Anteil des Dünenzuges weniger als 10 % und mit Ausnahme eines Bereiches am Friedhof Kaarßen wiesen alle der heutigen Flechten-Kiefernwälder des „Carrenziener Forstes“ eine Nadelholzsignatur auf (DEPENAU 2021). Es hat sich also ein Wechsel vom Offenland zu Nadelwald oder vom Laub- zu Nadelwald vollzogen. Auf dem Carrenziener Dünenrücken hatten bereits Verordnungen vom 1670 und 1702 das Säen von „Tannen“ angeordnet (KELM 1994).

Kleinere Aufforstungsmaßnahmen erfolgten hier schon 1747, planmäßig organisierte große Aufforstungen durch die hannoversche Forstverwaltung ab 1820 (KREMSER 1990, KELM 1994). In Privatwaldbeständen dieses Dünenzuges bestanden jedoch häufiger kahle, bewegliche Dünenpartien (SABBAN 1897). Manche der heutigen LRT 91T0-Bereiche im Privatwald gehen hier vermutlich auf Kiefernflug zurück.

Auf der „Langendorfer Geest“, auf der 1755 zur Hemmung des Flugsandes erste „Fuhren“-Pflanzungen erfolgten (DREYER 1927), war 1730-1750 der Ortsteil Cacherien

durch „unheimliche Mengen Flugsand“ bedroht (DANNENBERG UND DER KREIS 1952). TAUBE (1769) sprach vom Mangel an Holz und den beweglichen Sandschellen von Langendorf. 1776 existierten im Bereich heutiger Flechten-Kiefernwälder der „Langendorfer Geest“ größtenteils offene Dünen; lediglich eine kleine Fläche war mit Nadelholz bestanden. Ab 1854 kam es hier erst zu größeren Aufforstungen (GIESE 1970). Auch in den „Sandschellen“ des Höhbecks, die 1776 noch komplett offen waren, pflanzten 1843/44 die Dorfschaften Brünkendorf und Vietze jeweils um die 2.000 Kiefern gezielt an (PUFFAHR 1990).

Zur Zeit der „Preußischen Landesaufnahme“ (ca. 1881-1912) waren die gesamten heutigen 91T0-Vorkommen dann überwiegend mit Nadelwald, teils aber noch locker bewachsen. Ausnahmen davon waren Bereiche damaliger Sandgruben auf der „Langendorfer Geest“; hier wurden im Bereich der „Wüste Gobi“ noch um 1963/65 Kiefern gepflanzt, die aufgrund der extremen Standortbedingungen kaum wuchsen. Im östlichen Teil der „Wälder bei Küsten“ existieren noch mindestens bis 1944 Offenlandbereiche. Auf der „Langendorfer Geest“ und insbesondere im „Carrenziener Forst“ sind die 91T0-Bestände auch heute noch eng mit offenen oder halboffenen Sandtrockenrasen verzahnt.

3.2 Streunutzung der Flechten-Kiefernwälder

Bekannt ist aus den meisten Gebieten eine bis nach dem 2. Weltkrieg andauernde Streunutzung (Abb. 6), durch die arme Standortverhältnisse und damit Flechten-Kiefernwälder erhalten blieben (FISCHER 2002). Der Beginn und das Ausmaß der Streunutzung im Wald hingen nicht nur vom Bewaldungszeitpunkt der heutigen 91T0-Bestände, sondern außerdem nach Beendigung der Waldweide vom Beginn der Stallfütterung und damit von der Intensivierung der Landwirtschaft im 19. Jahrhundert ab (WIEDEMANN 1942, SCHÄFER 1948). Infolge der Vermehrung des Viehbestands wurde die zusätzliche Waldstreu als Einstreu benötigt.

Aus Strohknappheit wurde die Waldstreu („Streiel“) für die Viehställe genutzt (WINTERHOF 1925). SCHÄFER hat sogar noch um 1948 für Klein- und Kleinstwälder in Lüchow-Dannenberg eine Zunahme des Streurechens festgestellt.

Im „Carrenziener Forst“, besonders in Ortsnähe (Privatbesitz) von Zeetze, Laave, Stixe, Pinnau und Kaarßen, wurden bis Anfang der 1960er Jahre Nadelstreu und Moose zusammengeharkt und beispielsweise zur Abdeckung von Kartoffel- und Rübenmieten verwendet (mdl. Mitt. Herr Evert, Herr Dartsch). Damals wurde hier mit einer Holzharke oberflächlich die lose liegende Schicht mit „Tannennadeln“ und Moosen (die darunterliegende dunklere Schicht mit Humus und fester liegenden Nadeln blieb liegen) zu kleinen Häufchen zusammengeharkt, mit einer „Moosforke“ auf-



Abb. 6: Ausgehend von 1991, ein noch vor gut 30 Jahren streugenuzter Flechten-Kiefernwald in den „Wäldern bei Küsten“, in dem Moos und Nadeln zusammengereicht wurden. (Foto: T. Heinken, 24.07.1991)

geladen und mit Pferd und Wagen abtransportiert (mdl. Mitt. Herr Evert, Herr Dartsch). Im Bereich der Flechten-Kiefernwälder der „Langendorfer Geest“ v. a. im Ortsteil Cacherien wurden die „Tannennadeln“ als Stalleinstreu bis ca. 1955 und für Mietendeckel bis ca. 1965 zusammengeharkt (mdl. Mitt. Familie Meineke/Becker, Langendorf, FISCHER 2002).

In den Flechten-Kiefernwäldern bei Küsten wurden Moose und Nadeln bis in die 1950/60er Jahre als Einstreu oder zur Mietenabdeckung geharkt (mdl. Mitt. Elfi Schulz, Abb. 6);

auf dem Hühbeck im Bereich der „Sandschellen“ bis in die 1960er Jahre (schriftl. Mitt. Hartmut Christier). Bereits WINTERHOF (1925) beschrieb, dass durch das Streuharken im Kiefernwald von Langendorf der Waldboden wie gefegt aussah. Wie spätere Zeitzeugen aus den 1950/60er Jahren berichteten, war der Waldboden nach dem Harken „ganz sauber“, aber nur in seltenen Fällen wurde bis auf den Sand abgeharkt, und die Drahtschmiele war im Kiefernwald kaum oder gar nicht vorhanden.

4 Methodik

Der im Rahmen von Gutachten, u. a. im Auftrag des NLWKN (hier Totalzensus des LRT 91T0 in der atlantischen Region und Stichprobenmonitoring ausgewählter Flächen in der kontinentalen Region) und eigenen Erhebungen erstellte Hauptdatensatz der Flechten-Kiefernwälder Niedersachsens stammt aus den Jahren 2017-2018 (FISCHER et al. 2017a, b, 2018, 2019). Dieser Datensatz wird hinsichtlich des Flechtenarteninventars (Kap. 5.1) über einen Vergleich zwischen den 91T0-Beständen und den Flechten-Restvorkommen im Kiefernwald ausgewertet (Tab. 1). Darüber hinaus erfolgt eine Auswertung der 91T0-Vorkommen mit Hilfe zusätzlicher Altdaten, Daten kleinräumiger Dauerbeobachtungsflächen und alter Karten (Kap. 5.2, 5.3) sowie aktueller Daten eines Gutachtens (BÜLTMANN & FISCHER 2022/23, Kap. 4.2).

4.1 Klassifizierung von Flächentypen und prozentuale Häufigkeit der Arten

Der gesamte Datensatz umfasst Flächen des „LRT 91T0“, „Entwicklungsflächen“ und „Flächen mit punktuellen Vorkommen“ (Tab. 1). Die insgesamt 59 Flächen des Flächentyps „LRT 91T0“ (entspricht dem Biotoptyp „Flechten-Kiefernwald armer, trockener Sandböden, WKC“) weisen entsprechend den Kriterien von DRACHENFELS (2014, 2015, 2021) einen Strauchflechten-Deckungsgrad $> 5\%$ auf. Die Flächengrößen betragen 724 m^2 bis 24.239 m^2 .

Der Flächentyp „Entwicklungsflächen“ (E-Flächen) des LRT 91T0 mit einer Größe von 1.356 bis 55.959 m^2 wurde nur im Rahmen von flächendeckenden Kartierungen („Langendorfer Geest“: $n = 6$, „Hühbeck“: $n = 2$ und „Carrenziener Forst“: $n = 8$) erfasst, wenn folgende Kriterien erfüllt waren:

- Es treten noch Flechten-Restvorkommen auf, aber der Strauchflechten-Deckungsgrad beträgt $< 5\%$,
- die Moospolster sind (zumindest stellenweise) noch flach und
- der Drahtschmielen-Anteil ist relativ gering (Abb. 17).

Eine Entwicklung zum LRT 91T0 ist nur durch Maßnahmen (Abplaggen und Beimpfung mit Flechten) möglich. Der Flächentyp „punktueller Flechten-Vorkommen“ (Abb. 18) wurde in einigen Gutachten mit dem Hintergrund von Vernetzungs- und Spendervorkommen von 1 m^2 bis $< 200\text{ m}^2$ Größe erfasst („Wierener Berge“ $n = 14$, „Wälder bei Küsten“ $n = 66$ und „Carrenziener Forst“ $n = 42$, insgesamt 122 Flächen). Für jede Fläche bzw. für jedes Multipart-Polygon (nahe beieinanderliegende Flächen gleicher Ausprägung) liegt eine Flechten-Artenliste mit Mengenklassen der Arten vor.

Dabei bedeutet:

- 1 = wenige Exemplare,
- 2 = zahlreich,

- 3 = teilweise dominant,
- 4 = großflächig dominant und
- R = in Randstrukturen.

Anhand der Flechten-Artenliste pro Fläche wurde eine Liste des Gesamt-Flechtenarteninventars erstellt und die prozentualen Häufigkeiten der Arten im jeweiligen Flächentyp angegeben (Tab. 1). Die prozentuale Häufigkeit gibt an, wie hoch der Prozentanteil der Vorkommen einer Art ist, bezogen auf alle untersuchten Flächen.

Das Flechtenarteninventar des LRT 91T0 aus den Jahren 2017/18 (Tab. 1) wurde unter Berücksichtigung folgender Parameter ausgewertet: Ausgangssubstrat, Altersstruktur (Stangen-, Baum- und Altholz, Zusatz: lichte Waldstruktur), Lage des Bestandes (mitten im Wald, mit offenem Waldrand, am Wegrand), Biotopvernetzung (isoliertes Vorkommen oder im Flechten-Kiefernwald-Komplex), Flächengröße, Eigentumsverhältnisse (Privatwald inkl. Kommunalwald und Staatswald) sowie hinsichtlich historischer Karten.

4.2 Artenrückgänge in den Teilgebieten

Das Flechtenarteninventar des LRT 91T0 aus den Jahren 2017/18 wurde für die in Kapitel 2 genannten Teilgebiete ausgewertet (Tab. 2). Daten aus vorherigen Erfassungen wurden für die Gebiete mit einbezogen, um die Artenrückgänge zu identifizieren. So geben 13 sowohl 2017 als auch 2012 untersuchte LRT 91T0-Flächen Auskunft über konkrete Häufigkeitsklassen-Rückgänge und Ausfälle von Flechtenarten (FISCHER et al. 2012, 2014, 2017a). Darüber hinaus zeigen die von HEINKEN (1995) in den Jahren 1990/91, von ZUM FELDE (1999) im Jahr 1998 und von CHRISTIER (2008) im Jahr 2006 erfassten Daten des *Cladonio-Pinetum* im Vergleich zu eigenen Erhebungen Informationen über Artenverluste.

Die zehn im Zeitraum 2005-2020 untersuchten, nur 1 m² großen Dauerbeobachtungsflächen (DBF) im Naturwald „Kaarßer Sandberge“ („Carrenziener Forst“) geben anhand des Ausfalls oder der Deckungsgradabnahme von Flechtenarten Informationen zu sehr kleinflächigen und früh erkennbaren Veränderungen im Flechten-Kiefernwald (FISCHER et al. 2013, 2020a). Die Teilgebietslisten wurden bei Neu- und Wiederfinden anhand der 2022 erhobenen Daten des Stichprobenmonitorings (BÜLTMANN & FISCHER 2022/23) mit „v“ = „vorhanden“ ergänzt. In Rahmen der selektiven Kartierungen der Teilgebiete Wieren und Küsten (BÜLTMANN & FISCHER 2022/23) wurden Verluste gegenüber 2017 mit „nv“ = „nicht vorhanden“ gekennzeichnet.

4.3 Nomenklatur, Kennarten und Rote-Liste-Angaben

Die Nomenklatur der Flechtenarten richtet sich nach WIRTH et al. (2013), die Sortierung der Arten in Tabelle 1 nach den Stetigkeitskriterien von BERGMEIER et al. (1990) sowie die Angaben zu den Kennarten des LRT 91T0 nach HEINKEN (2008) und SSYMANK et al. (in Vorb.), überarbeitet anhand eigener Geländeerfassung und Auswertung. Die Auswertung der Gefährdungssituation der Flechtenarten erfolgt anhand der Roten Listen Niedersachsens (Nds, Region Tiefland, HAUCK & DE BRUYN 2010) und Deutschlands (D, WIRTH et al. 2011).

5 Ergebnisse

5.1 Flechtenarteninventar des LRT 91T0 in Niedersachsen

In den 2017/18 untersuchten 59 niedersächsischen Flechten-Kiefernwaldflächen wurden insgesamt 38 Flechtenarten nachgewiesen (Tab. 1). Die häufigsten Arten der Flechten-Kiefernwälder Niedersachsens mit einer prozentualen Häufigkeit von 90-98 % sind die Rentierflechten *Cladonia portentosa* und *Cl. arbuscula* s. l. und die Strauchflechte *Cl. gracilis* (Tab. 1, Abb. 7). Sie kommen in allen Teilgebieten (Tab. 2), auf allen Ausgangssubstraten, im Alt-, Baum- und Stangenholz, in isolierten und im Komplex befindlichen Flechten-Kiefernwäldern, im Wald, an Wald- und Wegrändern, in Beständen mit 3-20 Flechtenarten und in Flächen von 724 m² bis 24.239 m² vor. *Cl. arbuscula* s. l. tritt in den 91T0-Beständen lediglich in den Mengenklassen 1 und vor allem 2 auf, dagegen *Cl. portentosa* und *Cl. gracilis* auch in der höheren Mengenkategorie 3. *Cl. portentosa* ist als einzige Art auch in der höchsten Mengenkategorie 4 vertreten.

Tab. 1: Prozentuale Häufigkeit der Flechtenarten 2017/18 im LRT 91T0 (in Fettdruck), in Entwicklungsflächen und punktuellen Vorkommen im Kiefernwald in Niedersachsen

Flechtenart	Flächentyp	LRT 91T0	E-Fläche	punktuell	Rote Liste	
		n = 59	n = 16	n = 122	Nds. T	D
In allen Flächentypen gleichmäßig verbreitete Art						
<i>Cladonia portentosa</i>		98 %	100 %	100 %	3	3
Arten mit Schwerpunkt in 91T0 und in den E-Flächen						
<i>Cladonia gracilis</i>		98 %	100 %	57 %	3	3
<i>Cladonia arbuscula</i> s. l.		90 %	75 %	57 %	3	3
<i>Cladonia pyxidata</i> s. l.		83 %	81 %	19 %	*	*
<i>Cladonia subulata</i>		59 %	38 %	10 %	*	*
<i>Cladonia ciliata</i> s. l.		54 %	31 %	12 %	2	2
<i>Cladonia furcata</i> s. l.		41 %	31 %	4 %	*	*
Arten mit Schwerpunkt in 91T0						
<i>Cladonia uncialis</i> s. l.		85 %	38 %	12 %	3	3
<i>Cladonia crispata</i> s. l.		75 %	25 %	4 %	2	D
<i>Cladonia phyllophora</i>		64 %	38 %	8 %	2	3
<i>Cladonia ramulosa</i>		63 %	19 %	6 %	*	V
<i>Cladonia cervicornis</i> s. l.		51 %	19 %	7 %	3	3
<i>Cladonia coccifera</i> s. l.		44 %	6 %	1 %	V	*
<i>Cladonia glauca</i>		42 %	19 %	3 %	*	*
<i>Cladonia zopfii</i>		42 %		2 %	2	3
Arten, die nicht mehr in punktuellen Vorkommen auftreten						
<i>Cladonia squamosa</i> s. l.		44 %	13 %		2	*
<i>Cladonia macilenta</i> ssp. <i>macilenta</i>		27 %	19 %		V	*
<i>Cladonia rangiferina</i>		25 %	13 %		1	2
<i>Cladonia foliacea</i>		17 %	19 %		2	3
<i>Cladonia fimbriata</i>		7 %	6 %		*	*
<i>Cladonia macilenta</i> ssp. <i>floerkeana</i>		7 %	6 %		*	3
<i>Placynthiella icmalea</i>		7 %	6 %		*	*
Arten mit seltenem Vorkommen in 91T0						
<i>Cetraria aculeata</i>		12 %			3	3
<i>Cladonia monomorpha</i>		8 %			G	3
<i>Cladonia cervicornis</i> ssp. <i>cervicornis</i>		7 %			2	3
<i>Cladonia digitata</i>		7 %			*	*
<i>Cladonia coniocraea</i>		5 %			*	*
<i>Cetraria muricata</i>		3 %			2	3
<i>Stereocaulon taeniurum</i>		3 %			(1*)	(1*)
<i>Cetraria islandica</i>		2 %			2	2
<i>Cladonia polydactyla</i>		2 %			*	*
<i>Cladonia scabriuscula</i>		2 %			*	3
<i>Cladonia stygia</i>		2 %			(1*)	2
<i>Placynthiella oligotropha</i>		2 %			3	V
<i>Placynthiella uliginosa</i>		2 %			G	3
<i>Trapeliopsis granulosa</i>		2 %			V	*
<i>Micarea viridileprosa</i>		2 %			*	*
Selten vorkommende Art						
<i>Micarea leprosula</i>			6 %		D	*

Rote Liste: Nds T = Niedersachsen/Tiefland, D = Deutschland; Kategorien: 1 – Vom Aussterben bedroht, 2 – Stark gefährdet, 3 – Gefährdet, V – Vorwarnliste, D – Daten unzureichend, G – Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, (1*): *Stereocaulon taeniurum* (Neufund) und *Cladonia stygia* (Wiederfund nach publizierten Fund von früher) sind in der bisherigen Artenliste / Roten Liste von Niedersachsen bzw. D nicht aufgeführt, aber da beide Arten vom Aussterben bedroht sind, wäre die Kategorie 1 angemessen und wird hiermit als Einstufung vorgeschlagen.

- *Cladonia arbuscula* s. l.: *Cladonia arbuscula* ssp. *squarrosa* ist am häufigsten, ssp. *mitis* ist nicht auszuschließen.
- *Cladonia pyxidata* s. l.: entspricht dem *Cladonia chlorophaea* agg.
- *Cladonia ciliata* s. l.: im Gebiet immer var. *tenuis*
- *Cladonia uncialis* s. l.: im Gebiet immer var. *biuncialis*
- *Cladonia crispata*: D: var. *cetrariiiformis*, in Nds. nicht von *crispata* getrennt
- *Cladonia cervicornis* s. l.: keine Differenzierung zwischen *Cladonia cervicornis* ssp. *cervicornis* und ssp. *verticillata* (beide kommen vor)
- *Cladonia coccifera* s. l.: im Gebiet immer *Cladonia diversa*
- *Cladonia squamosa* s. l.: im Gebiet immer var. *squamosa*



Abb.7: Zwei häufige Rentierflechten des Flechten-Kiefernwaldes: *Cladonia portentosa* (oben) und *Cl. arbuscula* s. l. (unten links) und die häufige Strauchflechte *Cl. gracilis* (unten rechts) (Fotos: B. Günzl)

Tab. 2. Prozentuale Häufigkeit der Flechtenarten in den Teilgebieten 2017/18 mit Rückgangsangaben repräsentativer Flächen und aktuellen Ergänzungen von 2022

Gebiet	Wieren	Küsten	Langendorf	Höhbeck	Carrenzien
Flächenanzahl	n = 2	n = 18	n = 15	n = 4	n = 20
Gesamtgröße der erfassten 91T0- Bestände	8.762 m ²	69.200 m ²	89.537 m ²	23.724 m ²	121.858 m ²
Niederschlag* 1991-2020	701 mm	639 mm	598-607 mm	612 mm	622-642 mm
Biogeografische Region	atlantisch	atlantisch	kontinental	kontinental	kontinental
Lage	elbfern	elbfern	elbnah	elbnah	elbnah
Ausgangssubstrat	Endmoräne	GD, GF, GA	GD, GF, GA	GD, GF	Düne
Eigentümer	privat	privat	Gem., privat	privat	privat, Land, NNE
Kennarten LRT 91T0**					
<i>Cladonia portentosa</i>	100 %	100 % (↓)	93 %	100 %	100 % (#)
<i>Cladonia arbuscula</i> s. l.	100 %	83 %	93 % (↓)	75 %	95 % (#)
<i>Cladonia gracilis</i>	100 %	94 %	100 % (↓)	100 %	100 % (#)
<i>Cladonia uncialis</i> s. l.	50 %	67 % (#)	100 %	100 %	90 % (#)
<i>Cladonia crispata</i> s. l.	100 %	56 % (↓)	87 % (↓)	100 %	75 % (#)
<i>Cladonia subulata</i>	50 %	28 % (#)	53 % (↓)	75 %	90 %
<i>Cladonia coccifera</i> s. l.	50 %	22 % (#)	53 % (#)	100 %	45 %
<i>Cladonia glauca</i>	100 %	11 %	60 % (↓)	50 %	50 % (#)
<i>Cladonia squamosa</i> s. l.	100 %	33 % (#)	47 % (↓)	100 %	35 %
<i>Cladonia macilenta</i> ssp. <i>floerkeana</i>	(50 %) nv	6 %	(#) v		10 %
<i>Cladonia ciliata</i> s. l.	(#)	28 % (#)	67 % (↓)	50 %	75 % (#)
<i>Cladonia furcata</i> s. l.		22 %	60 % (#↓)	50 %	45 % (#)
<i>Cladonia phyllophora</i>		33 % (↓)	73 %	75 %	90 %
<i>Cladonia ramulosa</i>		22 % (#)	67 % (#↓)	100 %	95 % (#)
<i>Cladonia cervicornis</i> s. l.		17	67 % (#)	75 %	75 %
<i>Cladonia cervicornis</i> ssp. <i>cervicornis</i>		(6 %) nv	7 %	25 %	5 %
<i>Cladonia zopfii</i>	v	(#) v	47 %	50 %	30 %
<i>Cetraria aculeata</i>			27 % (#↓)	25 %	10 % (↓)
<i>Cladonia foliacea</i>			20 %	100 %	15 %
<i>Cetraria muricata</i>			7 % (#)	25 %	v
<i>Cladonia rangiferina</i>	50 % (↓)	17 % (#, †1)	20 % (†1)	(†2)	40 % (↓, #)
<i>Cladonia fimbriata</i>	(50 %) nv	6 %	7 %		5 %
<i>Cladonia monomorpha</i>		6 %	20 %	v	5 %
<i>Cetraria islandica</i>		(†1)			5 % (†3, #)
<i>Stereocaulon taeniarum</i>					10 %
<i>Cladonia stygia</i>					5 %
Übrige Arten					
<i>Cladonia pyxidata</i> s. l.	100 %	50 % (#)	100 %	100 %	95 % (#)
<i>Cladonia macilenta</i> ssp. <i>macilenta</i>	(†1)	11 % (#)	33 %	50 %	35 % (#)
<i>Cladonia digitata</i>	100 %	(#) v	7 % (#)	(†2)	5 % (#)
<i>Cladonia coniocraea</i>		6 % (#)	13 % (#)		(#, #)
<i>Cladonia scabruscula</i>		(6 %) nv		(#)	(†3) v
<i>Cladonia polydactyla</i>		(6 %, #) nv			
<i>Placynthiella oligotropha</i>		v	7 %		
<i>Placynthiella icmalea</i>	v	v	v	25 %	15 %
<i>Placynthiella uliginosa</i>		v			5 %
<i>Trapeliopsis granulosa</i>		v	v		5 %
<i>Micarea viridileprosa</i>					5 % (#)
Gesamtartenzahl 2017/18	14	24	27	22	32
Gesamtartenzahl, ergänzt mit Daten aus 2022	14	27	30	23	34

- Ausgangssubstrat: GD = Geest mit Dünenauflage, GF = Geest mit Flugsandauflage, GA = Geest mit Ausblasungsmulde der Flugsandauflage
- NNE = Nationales Naturerbe
- in Klammern: # = Ausfall bzw. ↓ = Abnahme der Häufigkeitsklasse innerhalb der 13, in den Jahren 2012 und 2017 untersuchten Flächen
- †1 = Verlust zwischen 1991 (HEINKEN 1995) und 2012 oder 2017
- †2 = Verlust zwischen 2006 (CHRISTIER 2008) und 2017
- †3 = Verlust zwischen 1998 (ZUM FELDE 1999) bis 2012 oder 2017
- # bzw. ↓ = Ausfall bzw. Deckungsgradabnahme in 1 m² großen Dauerbeobachtungsflächen im Naturwald „KaarBer Sandberge“ 2005-2020 (FISCHER 2020a)
- v = vorhanden, nv = nicht mehr vorhanden im Rahmen des Stichprobenmonitorings und der selektiven Kartierung 2022
- * = Mittlerer Jahresniederschlag 1991-2020 (Quelle: Niedersächsisches Bodeninformationssystem-Kartenserver NIBIS, <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/?TH=1092>)
- ** = Kennarten aus der eigenen Erfassung und Auswertung (s. dagegen SSYMANK et al. in Vorb.)

Cladonia uncialis s. l., *Cl. pyxidata* s. l. und *Cl. crispata* s. l. (Abb. 9) weisen mit **75-85 %** eine noch relativ hohe prozentuale Häufigkeit auf (Tab. 1). Sie treten in allen Teilgebieten (Tab. 2) in den Mengenklassen 1 und vor allem 2 sowie außer in Alt- und Baumholzbeständen mit einer im Vergleich zu anderen Flechtenarten relativ hohen Häufigkeit im Stangenholz (Abb. 8) auf. Die teils nur am Bestandesrand oder an Wegrändern vorkommende gelblich gefärbte Strauchflechte *Cl. uncialis* s. l. ist nur in den stärker sub-

kontinental geprägten Gebieten „Langendorfer Geest“ und „Höhbeck“ in allen Beständen vertreten (Tab. 2). *Cl. crispata* s. l. und die Becherflechte *Cl. pyxidata* s. l. fehlen jedoch in (fast) der Hälfte der LRT-Bestände der „Wälder bei Küsten“ (Tab. 2). *Cl. pyxidata* s. l. fällt v. a. in kleineren, besonders artenarmen (mit 3-4 Arten) Beständen aus, kann dann aber am Stammfuß oder auf Totholz und Zapfen vorkommen.



Abb. 8: Stangenholz-Bestand bei Cacherien („Langendorfer Geest“), in dem Arten wie *Cladonia pyxidata* s. l. und *Cl. crispata* s. l. auftreten, aber die Rentierflechte *Cl. ciliata* s. l. fehlt (s. u.). (Foto: P. Fischer, 14.06.2017)



Abb. 9: *Cladonia pyxidata* s. l. (links) und *Cl. crispata* s. l. (rechts) in Flechten-Kiefernwäldern des „Carrenziener Forstes“ (Foto links: H. Bültmann, Foto rechts: P. Fischer)

In gut der Hälfte (50-64 %) der Bestände kommen die becher- und stiftförmigen *Cladonia phyllophora*, *Cl. ramulosa*, *Cl. subulata* und *Cl. cervicornis* s. l. in den Mengenklassen 1 und 2 sowie die Rentierflechte *Cladonia ciliata* s. l. (teils auch in der Mengenkategorie 3) vor (Tab. 1, Abb. 11). Es handelt sich i. d. R. nur um Bestände mit mindestens acht Flechtenarten. Die Artengruppe tritt am häufigsten im „Carrenziener Forst“ sowie nicht bzw. selten in den elbfernen „Wierener Bergen“ und „Wäldern bei Küsten“ auf (Tab. 2). 50 % der Bestände, in denen diese Artengruppe um *Cl. phyllophora* auftritt, haben einen offenen Waldrand; Flächen ohne diese Arten liegen dagegen größtenteils mitten im Wald. So hatte auch ZUM FELDE (1999) für das *Cladonio-Pinetum* des „Carrenziener Forstes“ eine artenreiche, insbesondere durch *Cladonia phyllophora* gekennzeichnete Variante abgegrenzt, die sich durch die Nähe zu offenen Sandtrockenrasen auszeichnete. *Cl. phyllophora*, *Cl. subulata* und *Cl. cervicornis* s. l. werden von BÜLTMANN et al. (2011) als Arten eingestuft, die auch im Wald, aber mit Schwerpunkt im Offenland vorkommen. *Cl. ciliata* s. l. fehlt in kleineren Flächen und überwiegend im Stangenholz. Auch *Cl. ramulosa* kommt zumindest auf dem Boden vieler Stangenholz-Flächen nicht vor (ggf. aber an Stammfuß und Totholz), jedoch in fast allen Altholzbeständen (Abb. 10).



Abb. 10: Altholz-Bestand auf dem Mühlenberg der „Langendorfer Geest“ u. a. mit der Rentierflechte *Cladonia ciliata* s. l. und der Becherflechte *Cl. ramulosa* (Foto: P. Fischer, 15.06.2017)

Noch mit einem prozentualen Anteil von 25-50 %, aber teils nicht mehr in allen Teilgebieten (Tab. 1, Tab. 2) und meist in der Mengenkategorie 1 treten *Cladonia squamosa* s. l., *Cl. coccifera* s. l., *Cl. glauca*, *Cl. furcata* s. l., *Cl. macilenta* ssp. *macilenta*, *Cl. rangiferina* und *Cl. zopfii* im LRT 91T0 auf. Die durch vollständig beschuppte Podetien gekennzeichnete *Cl. squamosa* s. l. und die vom Aussterben bedrohte Rentierflechte *Cl. rangiferina* (Abb. 12) fehlen i. d. R. in kleinen artenarmen Flechten-Kiefernwaldflächen.



Abb. 11: *Cladonia phyllophora* (oben), *Cl. cervicornis* ssp. *verticillata* (Mitte) und *Cl. ciliata* s. l. (unten) in Flechten-Kiefernwäldern des „Carrenziener Forstes“ (Fotos: P. Fischer, G. Waesch, H. Bültmann)



Abb. 12: *Cladonia squamosa* s. l. (links) und *Cl. rangiferina* (rechts) im „Carrenziener Forst“, zwei (stark gefährdete bzw. vom Aussterben bedrohte) Flechtenarten in Niedersachsen, die nur in flechtenartenreichen (Durchschnitt 13,7 bzw. 12,6 Flechtenarten) und größeren (mindestens 913 m² bzw. 2.121 m²) Flächen vorkommen. (Fotos: H. Bültmann)

Die gabelig verzweigte elfenbeinfarbene *Cladonia zopfii* (Abb. 14) konnte vor allem auf dem Dünenzug „Carrenziener Forst“ und in den Geestgebieten mit Flugsand gefunden werden (s. Tab. 2). Die von KRIEGER (1937) als Lichtart eingestufte *Cl. zopfii* kommt nur in Beständen mit mindestens neun Flechtenarten und überwiegend in Beständen mit Offenland- oder Wegrand vor (s. a. BÜLTMANN et al. 2011). Die mit rot gefärbten Fruchtkörpern charakterisierten *Cladonia coccifera* s. l. (Abb. 14) und *Cl. macilenta* ssp. *macilenta* sowie *Cl. furcata* s. l. (s. a. KRIEGER 1937) treten darüber hinaus auch gerne in lichten LRT-Beständen (Abb. 13) und wie *Cl. glauca* in kleinen, aber insgesamt meist artenreicheren Flächen (im Mittel ca. 14 Flechtenarten) auf.

Relativ selten beteiligt sind *Cladonia foliacea* (Abb. 15), *Cl. cervicornis* ssp. *cervicornis*, *Cl. digitata*, *Cl. fimbriata*, *Cl. macilenta* ssp. *floerkeana*, *Cl. coniocraea*, *Cl. monomorpha* sowie *Cetraria aculeata* und *C. muricata*. Die Krustenflechte *Placynthiella icmalea* ist in Jahren, in denen stärker Algenüberzüge auf Kleinstandorten vorhanden sind, weniger gut erfassbar. In zwei Flechten-Kiefernwaldflächen des „Carrenziener Forstes“, die an Silbergras-Rasen angrenzen, wurde außerdem die bisher für Deutschland noch nicht beschriebene Art *Stereocaulon taeniarum* (Abb. 15) gefunden (s. BÜLTMANN et al. 2021). *Cetraria aculeata* und *Cladonia foliacea* treten innerhalb der LRT 91T0-Bestände nur in den elbnahen Gebieten auf (Tab. 2); bevorzugt in lichten Beständen und/oder Beständen mit Offenland- oder Wegrand. Es handelt sich i. d. R. um flechtenartenreiche Bestände (mittlere Flechtenartenzahl 15-15,8 Arten).



Abb. 13: Lichter, windbeeinflusst, von einem Sandweg durchschnittener, artenreicher Flechten-Kiefernwald auf flachwelligen Dünen- und Flugsandablagerungen am Geesthang des Hühbeckes. Hier treten u. a. *Cladonia zopfii*, *Cl. coccifera* s. l., *Cl. macilenta* ssp. *macilenta* und *Cl. foliacea* auf. (Foto: P. Fischer, 14.08.2017)



Abb. 14: *Cladonia zopfii* (links) und *Cl. coccifera* s. l. (rechts) im „Carrenziener Forst“, zwei Arten, die bevorzugt in ans Offenland angrenzende Flechten-Kiefernwäldern vorkommen. (Fotos: P. Fischer)



Abb. 15: *Cladonia foliacea* (links) und *Stereocaulon taeniarum* (rechts) im „Carrenziener Forst“, zwei selten im Flechten-Kiefernwald auftretende Arten mit Vorkommen auch im Offenland. *Stereocaulon taeniarum* ist ein Neufund für Deutschland. (Foto links: G. Waesch, Foto rechts: H. Bültmann)

Lediglich jeweils in einem LRT-Bestand des „Carrenziener Forstes“ konnten die bundesweit stark gefährdeten Arten *Cetraria islandica* und *Cladonia stygia* (s. BÜLTMANN et al. 2021, Abb. 16) gefunden werden. Die Rentierflechte *Cl. stygia*, die seit 2012 an vier Stellen im Flechten-Kiefernwald des Naturwaldes „Kaarßer Sandberge“ nachgewiesen wurde, war für Niedersachsen ein Wiederfund. Auch für *Cladonia polydactyla* und *Cl. scabriuscula* sowie die Krustenflechten *Micarea viridileprosa*, *Micarea leprosula*, *Placynthiella oligotropa*, *Placynthiella uliginosa* und *Trapeliopsis granulosa*, die als Begleitarten und/oder Totholzarten eingestuft wurden, erfolgte innerhalb des Datensatzes 2017/18 (n = 59, Kap. 4.1) nur ein Nachweis in je einer Untersuchungsfläche.

Placynthiella dasaea und die rindenbewohnenden Arten *Hypogymnia physodes*, *Lepraria incana* und *Leparia finkii* sind zwar nicht in diesen untersuchten 91T0-Beständen nachgewiesen worden, traten aber auf den Flechten-Kiefernwald-Versuchsflächen nach dem Abplaggen auf (FISCHER et al. 2020b). Das Vorkommen von *Placynthiella dasaea* auf Streu oder Rohhumus, v. a. in der Nähe von Bäumen, ist für die intakten LRT 91T0-Bestände nicht unwahrscheinlich. Außerdem konnten BÜLTMANN & FISCHER (2022/23) die Krustenflechte *Trapeliopsis flexuosa* und die in Niedersachsen als stark gefährdet eingestufte (HAUCK DE BRYUN 2010) *Cladonia deformis* auf Bodenstandorten im Flechten-Kiefernwald bei Küsten nachweisen. Der Bereich mit *Cladonia deformis* entwickelte sich nach 2017 vom Totholzstandort zum bodenbewohnenden Standort. *Cladonia deformis* ist nach SSYMANK et al. (2022) ebenfalls eine kennzeichnende Flechten-Kiefernwaldart.



Abb. 16: *Cetraria islandica* (links) und *Cladonia stygia* (rechts) im „Carrenziener Forst“, zwei selten im Flechten-Kiefernwald auftretende Arten mit Vorkommen auch im Offenland (Foto links: M. Schmidt, Foto rechts: H. Bültmann)



Abb. 17: Aufgrund der noch flachen Moospolster, des geringen Drahtschmielen-Anteiles und der restlichen Flechten (Deckung < 5 %) geeignete Entwicklungsfläche zum LRT 91T0 bei Maßnahmen (Abplaggen und Beimpfung mit Flechten) auf der „Langendorfer Geest“ nahe der „Wüste Gobi“ (Foto: P. Fischer, 17.07.2017)

5.2 Rückgang einzelner Flechtenarten im LRT 91T0

Ein unterschiedliches Rückgangsverhalten einzelner Flechtenarten des LRT 91T0 lässt sich zum einen konkret über den Rückgang von Arten in Monitoringflächen (Tab. 2, Kap. 4.2, FISCHER et al. 2013, 2017a, 2020a), zum anderen im Vergleich von LRT-Flächen zu Entwicklungsflächen mit Flechten-Restvorkommen (E-Flächen, Abb. 17) sowie zu der degradierten Form früherer Flechten-Kiefernwälder mit nur punktuellen Flechtenvorkommen (Bereiche < 200 m², Abb. 18) ermitteln (Tab. 1, Kap. 4.1). Arten mit Vorkommen in allen Flächentypen sind in der Lage, sich bei einer Degeneration des Flechten-Kiefernwaldes am längsten im Bestand zu halten. Flechtenarten, die nur noch selten in den Entwicklungsflächen und in den kleinflächig übrig geblieben punktuellen Vorkommen (direkt im Waldbestand oder kleine Waldlichtungsbereiche, Weg- und Waldränder, Rückegassen, Waldpfade) auftreten oder hier bereits ausgefallen sind, sind lichtbedürftiger oder konkurrenzschwächer.

5.2.1 Flechtenart mit geringstem Rückgang

Nur die Rentierflechte *Cladonia portentosa* (Abb. 7, Abb. 18) kommt in allen untersuchten Flächentypen (s. o.) gleichmäßig verteilt vor (Tab. 1) und kann sich am längsten in den Flechten-Kiefernwald-Restvorkommen halten. So trat 1990/91 im Weißmoos-Kiefernwald des niedersächsischen Tieflandes, der oft aus dem Flechten-Kiefernwald hervorgeht, *Cl. portentosa* noch mit einer Stetigkeit von > 20 % bis ≤ 40 % auf (HEINKEN 1995). Auch in den ehemaligen *Cladonio-Pinetum*-Beständen von HEINKEN (1995) bei Lomitz und Gartow (LK Lüchow-Dannenberg) bestanden 2005 die Flechten-Restvorkommen i. d. R. auch nur noch aus *Cl. portentosa*. Die Art weist eine relativ weite ökologische Amplitude auf (PAUS 1997) und kann verschiedene Standorte besiedeln. Offenbar erleichtert die Wuchsform mit nach allen Seiten abstehenden und sich mehrfach verzweigenden Seitenästen das Abbrechen von Seitenästchen und damit die Vermehrung und schnellere Ansiedlung dieser Art, solange die Bruchstückchen verbreitet werden.

Die Streunutzungsversuche im „Carrenziener Forst“ haben gezeigt, dass *Cl. portentosa* die einzige Rentierflechte ist, die sich ohne Flechtenbeimpfung von alleine ansiedeln kann und aus ausgebrachten Bruchstückchen am schnellsten die größten Flechtenthalli ausbildet (FISCHER et al. 2020b, c, SCHMIDT et al. 2008). SANDSTEDTE (1919/20: S. 115) bezeichnete *Cl. portentosa* als Wanderflechte, die „umgescharrt beim Zusammenharken, auch wohl vom Winde mit fortgerissen“ an- und weiterwächst, „wie es der Zufall mit sich brachte“. Die temperat-ozeanische Art (AHTI 1961, LITTERSKI 1999) profitiert möglicherweise von Klimaveränderungen, v. a. von einer zunehmend milden Witterung im Winter. So wuchs *Cl. portentosa* in den 1990er Jahren hier im stärker subkontinental geprägten Elbtal innerhalb der Dünen-Sandtrockenrasen nur an lokalklimatisch günstigen und nicht auf frei exponierten Standorten (s. a. Angaben aus NO-Deutschland von KRIEGER 1937 und HEINKEN & ZIPPEL 1999); inzwischen hat sie sich aber in die großflächig offenen Dünen ausgebreitet (FISCHER 1998, 2003, et al. 2019).

Dennoch zeigt selbst *Cladonia portentosa* in einer Monitoringfläche bei Küsten und auf sehr kleinflächiger Ebene der nur 1 m² großen DBF eine rückläufige Entwicklung (Tab. 2, Abb. 19, FISCHER et al. 2013, 2020a) und tritt in den Entwicklungsflächen lediglich in der Mengenkategorie 2 auf. Selbst wenn *Cl. portentosa* vom Klima profitiert, ist sie doch den weitaus schnellerwüchsigen Moosen, v. a. *Hypnum jutlandicum*, auf längere Sicht nicht gewachsen.



Abb. 18: Punktueller Flechtenvorkommen im „Carrenziener Forst“ mit 150 m² Größe, u. a. mit *Cladonia portentosa* (Foto: P. Fischer, 20.07.2017)

5.2.2 Flechtenarten mit geringem bis mittlerem Rückgang

Zu dieser Gruppe zählen *Cladonia gracilis* (Abb. 7), *Cl. arbuscula* s. l. (Abb. 7), *Cl. pyxidata* s. l. (Abb. 9), *Cl. subulata*, *Cl. furcata* s. l. und bedingt auch *Cl. ciliata* s. l. (Abb. 11), die mit Schwerpunkt im LRT 91T0 und in den Entwicklungsflächen (hier aber schon etwas geringere prozentuale Häufigkeit und Mengenklassen), aber deutlich seltener in den punktuellen Vorkommen auftreten (Tab. 1). Diese Arten können sich also auch in den bereits degenerierten Restbeständen ehemaliger Flechten-Kiefernwälder noch halten (vor allem *Cl. gracilis* und *Cl. arbuscula* s. l.), fallen aber bei stärkerer Degeneration hin zu den punktuellen Vorkommen aus.

Auch in Kiefernwälder des nördlichen Spreewald-Gebietes gehörten *Cl. gracilis*, *Cl. arbuscula* s. l., *Cl. pyxidata* s. l. und *Cl. furcata* s. l. zu den Flechtenarten, die sich von 1964/66 bis 2010 im Verhältnis zu anderen Flechtenarten noch am häufigsten halten konnten (REINECKE et al. 2011). Im UG (außer auf dem Höhbeck) zeigen diese Arten, wie auch *Cl. subulata*, in manchen größeren repräsentativen Monitoringflächen und/oder in den 1 m² großen Carrenziener Forst-DBF rückläufige Entwicklungen (Tab. 2). *Cl. ciliata* s. l. fiel in den „Wierener Bergen“ komplett aus.

Von den Trockenjahren 2018-2020 und 2022 hat innerhalb dieser Gruppe offenbar *Cladonia arbuscula* s. l., zumindest in manchen Flechten-Kiefernwald-Beständen, profitiert und bildete 2022 stellenweise im Vergleich zu den umgebenden Moospolstern relativ hoch gewachsene Polster aus. Lokal hat nach 2017 auch *Cladonia furcata* s. l. in der Häufigkeit zugenommen; *Cladonia ciliata* s. l. zeigte nach 2017 ein stabiles bis selten auch zunehmendes Vorkommen (BÜLTMANN & FISCHER 2022/23).

5.2.3 Arten mit stärkerem Rückgang

Die Kennarten *Cladonia uncialis* s. l., *Cl. crispata* s. l. (Abb. 9), *Cl. phyllophora*, *Cl. ramulosa*, *Cl. cervicornis* s. l. (Abb. 11), *Cl. glauca*, *Cl. coccifera* s. l. (Abb. 14) und *Cl. zopfii* (Abb. 14) weisen ihren Verbreitungsschwerpunkt in den 91T0-Beständen auf, sind aber in den Entwicklungsflächen mit einem deutlich geringeren Anteil und in punktuellen Vorkommen nur noch selten anzutreffen (Tab. 1). Insbesondere in den Gebieten Küsten und Langendorf ist diese Artengruppe sehr rückläufig; besonders auffallend ist der mehrfache Ausfall von *Cl. ramulosa* in manchen Monitoringflächen (Tab. 2). In mehreren 1 m² großen Carrenziener Forst-DBF sind *Cl. uncialis* s. l. und *Cl. crispata* s. l. ausgefallen (Abb. 19). Bei REINECKE et al. (2011) ist *Cl. uncialis* s. l. noch stärker zurückgegangen und *Cl. cervicornis* s. l. sogar ausgefallen.

ZUM FELDE (1999) hatte für das *Cladonio-Pinetum* des „Carrenziener Forstes“ eine artenreiche Variante mit *Cladonia uncialis* s. l., *Cl. phyllophora*, *Cl. ramulosa*, *Cl. coccifera* s. l. und auch *Cetraria islandica* (s. u.) gegenüber einer „Typischen, artenärmeren Variante“ abgegrenzt. Auffällig war 1998 die etwas geringere Streudeckung in der artenreichen Variante mit 15-20 % (im Mittel 18 %, n = 5) gegenüber der artenärmeren mit 15-35 % (im Mittel 24 %, n = 13). So war die mittlere Streudeckung 1998 aller Flächen (n = 18) von ZUM FELDE mit 22,5 % im Vergleich zu den 2018 im „Carrenziener Forst“ untersuchten LRT 91T0-Beständen (n = 5) mit 52 % niedriger (s. FISCHER et al. 2018). Die zunehmende Streudeckung ist ein Indiz für die allgemeine Verschlechterung der Flechten-Kiefernwälder.

Unter diesen Arten haben von 2017 bis 2022 v. a. die eher azidophytische *Cladonia ramulosa*, die auf offene Bodenbedingungen angewiesene *Cl. cervicornis* s. l. und *Cl. glauca* weiterhin deutlich abgenommen (BÜLTMANN & FISCHER 2022/23, vgl. WIRTH et al. 2013). Offenbar haben infolge der Trockenjahre 2018-2020 und 2022 in manchen Flechten-Kiefernwäldern *Cladonia coccifera* s. l. sowie ganz lokal in den elbfernen Gebieten Wieren und Küsten die Lichtart (Kap. 5.1) *Cl. zopfii* profitiert (BÜLTMANN & FISCHER 2022/23), in den elbnahen Teilgebieten ist sie aber teils weiter rückläufig.



Abb. 19: Dauerbeobachtungsfläche im Naturwald „Kaarßer Sandberge“ („Carrenziener Forst“), oben 2005, Mitte 2012 und unten 2020, in der u. a. *Cladonia crispata* s. l. ausgefallen und sogar *Cl. portentosa* nahezu ausgefallen ist. (Fotos: P. Fischer)

5.2.4 Arten mit starkem Rückgang und Fehlen in punktuellen Vorkommen

Die Gruppe mit *Cladonia squamosa* s. l. (Abb. 12), *Cl. macilenta* ssp. *macilenta*, *Cl. rangiferina* (Abb. 12), *Cl. foliacea* (Abb. 15) und den grundsätzlich in Flechten-Kiefernwäldern selteneren Arten *Cl. fimbriata* und *Cl. macilenta* ssp. *floerkeana* konnte lediglich mit teils nur geringer prozentualer Häufigkeit in den 91T0-Beständen und E-Flächen, aber nicht (mehr) in den punktuellen Vorkommen nachgewiesen werden (Tab. 1). So zeigt insbesondere die vom Aussterben bedrohte *Cl. rangiferina* nach 1990/91 sowie von 2012-2017 Abnahmen und Verluste in allen Gebieten (Tab. 2). Auf dem Höhbeck mit der zweitkleinsten LRT-Gesamtfläche war *Cladonia rangiferina* bereits vor 2006 selten (schriftl. Mitt. H. Christier) und fiel danach komplett aus. Im „Carrenziener Forst“ mit dem im Verhältnis noch höchsten prozentualen Vorkommen der Art ist *Cladonia rangiferina* in den 1 m² großen DBF ebenfalls rückläufig. Im Vergleich zu anderen Rentierflechtenarten wächst *Cladonia rangiferina* nur sehr langsam (FISCHER et al. 2022). Auch die stark gefährdete *Cl. squamosa* s. l. sowie andere Arten dieser Gruppe zeigen auf manchen Flächen Abnahmen und Verluste (Tab. 2), auch nach 2017 (BÜLTMANN & FISCHER 2022/23). Bei REINECKE et al. (2011) sind in (ehem.) Flechten-Kiefernwäldern auch *Cl. squamosa* s. l., *Cl. macilenta* s. l. und *Cl. rangiferina* weniger geworden sowie *Cl. foliacea* und *Cetraria aculeata* (s. u.) ausgefallen. Zur unauffälligen Krustenflechte *Placynthiella icmalea* s. Kap. 5.1.

5.2.5 Arten mit grundsätzlich seltenem Vorkommen in 91T0

Zu dieser Artengruppe gehören u. a. *Cetraria aculeata*, *C. muricata* und *C. islandica* (Abb. 16), einige *Cladonia*-Arten (u. a. *Cl. scabriuscula*, *Cl. stygia*, Abb. 16), *Stereocaulon taeniarum* (Abb. 15) sowie einige Krustenflechtenarten der Gattungen *Micarea*, *Placynthiella* und *Trapeliopsis* (Tab. 1). Insbesondere die (stark) gefährdeten *Cetraria*-Arten zeigen Ausfälle und auf manchen Flächen Abnahmen (Tab. 2). Die auf offene Bedingungen angewiesene *Cetraria aculeata* ist auch nach 2017 weiterhin deutlich rückläufig (BÜLTMANN & FISCHER 2002/23). *Cetraria islandica* ist bereits zwischen 1990/91 und 2005 in den „Wäldern bei Küsten“ komplett und im „Carrenziener Forst“ nach 1998 in einem LRT-Bestand mindestens ausgefallen; außerhalb des LRT tritt die Art hier an zwei Stellen noch auf. Im Naturwald „Kaarßer Sandberge“ mit dem einzigen Vorkommen im LRT 91T0 ist *Cetraria islandica* seit 2005 jedoch stark zurückgegangen. Auf dem Höhbeck wurde *Cetraria islandica* 2008 lediglich außerhalb des LRT 91T0 auf einer Dünenfläche gefunden (CHRISTIER 2008).

5.3 Flechtenarten in Abhängigkeit der historischen Nutzung

Für den 91T0-Datensatz 2017/18 aus dem „Carrenziener Forst“ (n = 20) wurde die prozentuale Häufigkeit der Flechtenarten von Flächen ausgewertet, die zur Zeit der „Kurahannoverschen Landesaufnahme“ von 1776 (s. a. DE-PENAU 2021) noch Offenland waren (n = 10) oder bereits eine Baumsignatur aufwiesen (n = 9, „Alte Waldstandorte“). Außerdem wurde die prozentuale Häufigkeit der Flechtenarten hinsichtlich der Flächentypen Privatwald (n = 15, hier oft bis Anfang der 1960er Streunutzung, s. Kap. 3)

und Staatswald (n = 5, bereits seit dem 19. Jh. bestehend und offenbar, zumindest im 20. Jh., keine Erlaubnis mehr zur Streunutzung) ermittelt. Der Datensatz 2017/18 aller Teilgebiete (Kap. 4, n = 59) wurde hinsichtlich der Lage der heutigen Bestände im Wald (n = 50) oder im Offenland (n = 9) für den Zeitraum 1881-1912 zur Zeit der „Preußischen Landesaufnahme“ ausgewertet.

5.3.1 Auswertung historischer Karten 1776 und 1881

Die hochsteten Arten *Cladonia portentosa* und *Cl. gracilis* (Tab. 1, Tab. 2, Abb. 7) zeigen in den Flächentypen „1776-Offenland“ und „1776-Wald“ bzw. „1881-Offenland“ und „1881-Wald“ in etwa eine gleiche Verteilung, d. h. sie sind in der Lage, sowohl im Offenland als auch im locker bestandenen Laubwald auf Dünen und später im Nadel- bzw. Kiefernwald über Jahrhunderte vorzukommen. Beide Arten treten im Gebiet aktuell in Sandtrockenrasen auf. In den 1990er Jahren kam *Cl. portentosa* jedoch eher nur am Waldrand vor und hat sich seitdem in die offenen Silbergras-Rasen ausgebreitet, wohingegen hier *Cl. gracilis* rückläufig ist (FISCHER 2003, FISCHER et al. 2019). Die hochstete *Cl. arbuscula* s. l. (Abb. 7) weist dagegen offenbar eine höhere Kontinuität in den seit mindestens Ende des 19. Jahrhunderts bestehenden Kiefernwäldern auf, da sie nur in 56 % der 1881-Offenlandbestände, aber in fast allen 1881-Waldbeständen (96 %) vertreten ist. *Cl. squamosa* s. l. (Abb. 12) und *Cl. macilenta* ssp. *macilenta* zeigen in „1776-Waldflächen“ eine höhere prozentuale Häufigkeit als im „1776-Offenland“, mit gleichem, aber etwas abgeschwächten Verteilungsmuster auch um 1881.

Für *Cl. squamosa* s. l. (Abb. 12) mit einer heute noch existierenden engen Waldbindung im Gebiet (s. u.) wird eine länger bestehende Kontinuität in Waldflächen und die Einstufung als Trennart „Alter Waldstandorte“ angenommen. *Cl. rangiferina* (Abb. 12), die zwar in den Flächentypen „1776-Offenland“ und „1776-Wald“ mit ähnlicher prozentualer Häufigkeit auftritt, kommt nur in Flechten-Kiefernwald-Beständen vor, die um 1881 Wald waren. *Cladonia rangiferina* zeigt daher eine stark gebundene Kontinuität in Kiefernwäldern. Nach KRIEGER (1937) bevorzugt sie etwas schattigere Standorte. Wie *Cl. squamosa* s. l. ist *Cl. rangiferina* (s. u.) heute noch eine sehr eng an den Flechten-Kiefernwald gebundene Art, die im UG nicht in den, teils auch benachbart vorkommenden, Sandtrockenrasen auftritt (vgl. FISCHER 2003).

Cl. crispata s. l. (Abb. 9) weist dagegen eine etwas höhere prozentuale Häufigkeit im „1776- und 1881-Offenland“ als in den damaligen Waldflächen und damit auch eine etwas größere Habitatkontinuität im Offenland als im Wald auf. Die seltener auftretende *Cl. foliacea* (Abb. 15) ist im „Carrenziener Forst“ nur in Flechten-Kiefernwald-Beständen vertreten, die 1776 Offenland waren. In den Flächentypen „1881-Offenland“ und „1881-Wald“ ist die prozentuale Häufigkeit von *Cl. foliacea* jedoch gleichmäßig verteilt. *Cl. foliacea* ist demnach eine Art, die im Offenland, aber nicht in den mit Laubbäumen bestandenen Dünenbereichen eine Kontinuität zeigt, dann aber bei Aufkommen der Kiefernwälder um 1881 auch hier überdauern kann. So wurde von JAAP (1903) *Cl. foliacea* als nicht seltene Art in sandigen Kiefernwäldern der Umgebung von Hamburg eingestuft.

5.3.2 Auswertung Privat- und Staatswald

Im Privatwald fand – wie zuvor beschrieben (Kap. 3.2) – teils bis in die 1960er Jahre eine Streunutzung statt, die im Staatswald, zumindest im 20. Jahrhundert, offenbar nicht mehr zugelassen war.

Cladonia zopfii (Abb. 14) ist die auffälligste Art, die nicht im Staatswald, aber in 40 % der Privatwälder auftritt. Auch die etwas selteneren Arten *Cl. foliacea* (Abb. 15) und *Cetraria aculeata* sind nur im Privatwald anzutreffen. Möglicherweise wurden diese Arten, die Trennarten der *Corynephorus canescens*-Subassoziation des *Cladonio-Pinetum* sind (HEINKEN 2008), durch die frühere Streunutzung gefördert. So vermutete FISCHER (2003) bereits, dass das häufige Vorkommen der *Cladonia zopfii*-Variante des *Spergulo-Corynephorum cladonietosum* in den ortsnahen Flächen des „Carrenziener Forstes“ u. a. mit der ehemaligen Streunutzung zusammenhängt. Auch KRIEGER (1937) gibt *Cl. zopfii* als Art in einem relativ frisch streugennutzten Wald und *Cl. foliacea* als Art an, die nach Streunutzung im trockenen Kiefernwald auftritt. *Cl. foliacea* und *Cetraria aculeata*, die typisch für lichte Kiefernwälder sind (LITTERSKI 1999), besitzen angepasste Strategien (Hyphennetz bzw. Thallusbruchstücke) zur Besiedlung von offenen Sanden (OTT 1987). Die dagegen in allen Staatswaldflächen (hier offenbar keine Streunutzung im 20. Jahrhundert) und Privatwaldflächen vertretenen Arten *Cl. portentosa*, *Cl. gracilis* und *Cl. arbuscula* s. l. (Abb. 7) konnten sich offenbar auch ohne Streunutzung im 20. Jahrhundert halten.

Bekannt ist, dass besonders die Strauchflechte *Cladonia gracilis* früher durch die Streunutzung stark gefördert wurde (RAKETE 1906, KRIEGER 1937), aber auch *Cl. portentosa* und *Cl. arbuscula* s. l. werden als Flechtenarten in streugennutzten Kiefernwäldern angegeben (WAGENKNECHT 1939). Auf den Streunutzungsversuchsflächen im „Carrenziener Forst“, die in fragmentierten Restvorkommen der Flechten-Kiefernwälder liegen, konnten sich *Cl. gracilis* und *Cl. arbuscula* s. l. auf den geplagten (und nicht mit Flechten beimpften) Versuchsflächen kaum, aber *Cl. portentosa* konnte sich etwas ansiedeln (FISCHER et al. 2020b).

6 Fazit: Hohe Diversität und Schutzbedürftigkeit

Das Flechtenarteninventar der niedersächsischen Flechten-Kiefernwälder ist aus Naturschutzsicht absolut wertvoll. Von den 38 in den Jahren 2017 und 2018 in niedersächsischen Flächen des LRT „Mitteleuropäische Flechten-Kiefernwälder“ (Code 91T0) nachgewiesenen Flechtenarten sind 17 (mit Neuvorschlägen: 19, Nds.) bzw. 19 (mit Neuvorschlag: 20, D) Rote-Liste-Arten und drei bzw. zwei Arten der Vorwarnliste (Tab. 1). Bezogen auf das niedersächsische Tiefland ist darunter eine vom Aussterben bedrohte Art (nach HAUCK & DE BRYUN 2010, mit Neuvorschlägen: drei Arten), neun stark gefährdete, sieben gefährdete und zwei Arten mit einer Gefährdung unbekanntes Ausmaßes. Besonderheiten sind der Wiederfund von *Cladonia stygia* für Niedersachsen (Kap. 5.1) und die bisher für Niedersachsen und Deutschland noch nicht bekannte Korallenflechte *Stereocaulon taeniarum*, die den herausragenden Wert der letzten noch vorhandenen Flechten-Kiefernwälder für den Biotop- und Artenschutz in Niedersachsen unterstreichen (BÜLTMANN et al. 2021).

HAUCK (1998) hebt das einmalige Arten- und Standortpotential des Binnendünenzuges „Carrenziener Forst“ im Amt Neuhaus für sandbewohnende Erdflechten hervor und sieht einen wirksamen Schutz dieser Dünenbereiche als ein vorrangiges nationales Anliegen des Naturschutzes an. Darüber hinaus zeichnen sich manche Flechtenarten durch eine Zeigerfunktion aus kulturhistorischer Sicht aus. Der Lebensraum Flechten-Kiefernwald ist aufgrund seiner Nutzungsgeschichte, insbesondere der früheren Streunutzung, ein wichtiger Bestandteil der Kulturlandschaft (BRUNNER & LINDACHER 1994). Da Flechten-Kiefernwälder zu den heute am stärksten gefährdeten Wald-Lebensraumtypen gehören (SSYMANK et al. in Vorb.), besteht eine hohe Verantwortung für den Erhalt dieser Bestände.

Die hohe Artendiversität der untersuchten LRT 91T0-Bestände mit einer mittleren Flechtenartenzahl von 11,7 Arten hängt von der Flächengröße in Kombination mit der Lage am offenem Wald- und Wegrand (hier besonders in Verzahnung zum flechtenreichen Offenland, mit Sandtrockenrasen) sowie teils mit einer lichten Waldstruktur zusammen (s. Auswertungsparameter in Kap. 4.1). Die Flechten-Kiefernwälder, die sowohl im Alt-, Baum- als auch Stangenholz ausgebildet sind (s. a. MEISEL-JAHN 1955), zeichnen sich durch verschiedene Habitatstrukturen aus. So weisen viele Bestände mehrstämmige Bäume auf, manche auch Bäume mit morschen Starkästen. Uraltbäume sowie breitkronige oder anbrüchige Altbäume existieren besonders im „Carrenziener Forst“.

Aufgrund der häufigen Lage im Privatwald ist der Verbleib des stehenden Totholzes im LRT 91T0 jedoch oft nicht gegeben. Eine hohe Flechtenartenzahl kann sowohl in isoliert liegenden 91T0-Beständen als auch im Flechten-Kiefernwald-Komplex sowie im Privat- oder Staatswald erreicht werden. Unabhängig von der Höhe der Flugsandaufgabe oder der Lage in einer Ausblasungsmulde können artenreiche 91T0-Bestände auftreten. Daher weisen alle Flächentypen eine hohe Schutz- und Erhaltungsbedürftigkeit auf, das trifft auch für den einzigen Endmoränenbestand der „Wierener Berge“ zu. Auch wenn manche Flechtenarten nicht mehr in den punktuellen Flechtenvorkommen auftreten, sind dennoch punktuelle Flechtenvorkommen sehr wichtig zwecks einer Vernetzung der LRT 91T0-Bestände

und können als Spenderpopulationen bei Regenerationsmaßnahmen des LRT 91T0 dienen (s. Kap. 7.1)

Der Erhalt der 91T0-Vorkommen der „Wierener Berge“ und „Wälder bei Küsten“, die zu den in Deutschland nur wenigen existierenden LRT 91T0-Vorkommen der atlantischen Region in Deutschland gehören (s. SSYMANK et al. in Vorb.) und die keinem Schutz durch eine FFH-Gebietsausweisung unterliegen und zudem im Privatbesitz sind, sollte besonders im Fokus stehen. Das trifft vor allem für die 91T0-Vorkommen der unter relativ geringen Neuvorschlägen beeinflussten „Wälder bei Küsten“ (s. Tab. 2) zu, die durch die Trockenjahre 2018-2020 und 2022, vielleicht auch in Kombination mit einer geringeren Baumschichtdeckung infolge einer vorherigen Insektenkatastrophe, profitiert haben. Insbesondere in lichterem LRT-Beständen des gesamten UG hatte 2022 die Hauptkonkurrenzart *Hypnum jutlandicum* (Heide-Schlafmoos) stellenweise unter der Trockenheit gelitten. Davon haben manche Flechtenarten etwas profitiert, teils waren sie auch höher wüchsig als die Moosmatten (s. Kap. 5.2). Ansonsten verdrängen *Hypnum jutlandicum* und auch *Pleurozium schreberi* (Rotstängelmoos) nicht nur die konkurrenzschwächeren Flechtenarten, sondern auch konkurrenzschwächere Moosarten, insbesondere die azidophytische Pionierart *Pohlia nutans* (Nickendes Pohlmoos).

Durch die FFH-Richtlinie sind die Rentierflechten *Cladonia arbuscula* s. l., *Cl. ciliata* s. l., *Cl. portentosa*, *Cl. rangiferina* und *Cl. stygia* als Anhang-V-Arten lediglich vor weiterer unkontrollierter Entnahme geschützt (SSYMANK et al. 1998), unterliegen aber keinem strengeren Schutz. Die Flechtenarten können also nur durch den Erhalt des FFH-LRT 91T0 geschützt werden. Mit dem Verschwinden der heute vom Aussterben bedrohten Flechten-Kiefernwälder (RENNWALD 2000) fallen auch zumeist zahlreiche hochgradig gefährdete Flechtenarten u. a. der Gattung *Cladonia* aus (CHRISTIER 2008, LITTERSKI et al. 2019). Ein Verlust an Erdflechtenarten im Kiefernwald kann nicht über flechtenreiche Sandtrockenrasen ausgeglichen werden, da gerade sehr gefährdete Flechtenarten der Flechten-Kiefernwälder wie *Cladonia rangiferina* im Gebiet nicht in den Sandtrockenrasen vorkommen (s. a. FISCHER et al. 2014). Zudem verschlechtern sich im Gebiet auch die vergesellschafteten flechtenreichen Sandtrockenrasen quantitativ und qualitativ; in denen z. B. seit 1997/98 v. a. die Initial- und Offenlandarten *Cetraria muricata*, *C. aculeata*, *Cladonia cervicornis* s. l. und *Cl. zopfii* sowie auch *Cladonia gracilis* abgenommen haben (FISCHER et al. 2017b, 2019).

Maßnahmen sind unerlässlich zum Erhalt des LRT 91T0 (s. dazu FISCHER et al. 2014), und sie müssen jetzt dringend erfolgen (FISCHER, A. et al. 2019), zumal in Niedersachsen der LRT 91T0 mit ca. 68 ha (NLWKN 2020) im Vergleich zur Waldfläche (1.204.591 ha, ML Hannover 2014) nur 0,006 % einnimmt. Hier gehört der Biotoptyp „Flechten-Kiefernwald armer, trockener Sandböden, WKC“ (LRT 91T0) zu den Biototypen mit Gefährdungsgrad 1 (von vollständiger Vernichtung bedroht bzw. sehr stark beeinträchtigt, DRACHENFELS 2012). Aufgrund der nur noch geringen Gesamtfläche von 689 ha und des insgesamt schlechten Erhaltungszustandes in Deutschland (NLWKN 2020), sollten alle Bundesländer mit LRT 91T0-Vorkommen Maßnahmen durchführen.

7 Schutzmöglichkeiten

7.1 Nährstoffentzug und Flechtenbeimpfung

Da die Hauptrückgangursachen der Flechten-Kiefernwälder Stickstoffimmissionen und fehlender Nährstoffentzug sind und konkurrenzstarke Moose und auch stellenweise *Deschampsia flexuosa* die konkurrenzschwächeren Flechten verdrängen (s. Kap. 1), ist ein Abtrag der Moos- und Humusaufgabe zur Wiederherstellung nährstoff- und humusarmer Standorte für eine Regeneration der Flechten-Kiefernwälder erforderlich (s. a. STRAUSBERGER 1999, FISCHER et al. 2014).

Angesichts des beschriebenen drastischen Rückgangs und der gesetzlichen Verpflichtung zur Erhaltung dieses FFH-Lebensraumtyps wurden bereits 2007 im „Carrenziener Forst“ auf Waldflächen der Niedersächsischen Landesforsten Streunutzungsversuche zur Erhaltung und Wiederherstellung von Flechten-Kiefernwäldern durchgeführt (FISCHER et al. 2020b, SCHMIDT et al. 2008). In Nachahmung historischer Nutzung wurde auf Probeflächen von jeweils 10 x 10 m, inklusive einer Pufferzone, manuell mit einer Plaggenhacke (s. Abb. 20) die Mooschicht und eine bis zu 11 cm mächtige Rohhumusaufgabe abgeplaggt und mit Schubkarren von der Fläche gefahren. Für die durch den Landschaftspflegeverband Wendland-Elbetal e. V. durchgeführten Arbeiten wurden 2,60 € pro m² (inkl. 7 % MwSt.) berechnet (SCHMIDT et al. 2008, Tab. 3). Die Entwicklung der Bodenvegetation zeigte deutlich, dass das Abplaggen des Auflagehumus in Kombination mit einer Ausbringung von Flechtenbruchstücken die deutlich vielversprechendere und unverzichtbare Methode im Vergleich mit dem ausschließlichen Abplaggen ist (s. a. FISCHER, A. et al. 2019, BRACKEL & BRACKEL 2016).



Abb. 20: Manuelles Abplaggen im Rahmen der Streunutzungsversuche im „Carrenziener Forst“ (Foto: M. Schmidt, 31.10.2007)

Im Zeitraum 2015-2020 wurden im „Carrenziener Forst“ auf ca. 8,8 ha Kiefernwaldflächen im Eigentum der Biosphärenreservatsverwaltung (Land Niedersachsen) oder der Niedersächsischen Landesforsten maschinell abgeplaggt (Abb. 21-23, Tab. 3). Im November/Dezember 2015 konn-

ten im Rahmen von Kompensationsmaßnahmen (Ausgleichsmaßnahmen für Überbauung von Magerrasen und trockenem Kiefernwald im Zuge eines Radwegebaus) in Zusammenarbeit mit der Straßenbauverwaltung Lüneburg und der Biosphärenreservatsverwaltung Niedersächsische Elbtalaue erste größere Flächen – insgesamt rd. 2 ha in 7 Teilflächen – maschinell abgeplaggt werden. Zum Einsatz kamen ein Raupenbagger mit schwenkbarem Grabenlöffel bzw. Räumrechen (Abb. 21) sowie ein Radlader bzw. ein Kleinbagger. Vorbereitend wurden die zu bearbeitenden Flächen sowie die Fahrgassen für Bagger und Traktoren im Gelände deutlich markiert. Restvorkommen von Flechten, Ameisenhaufen und andere Besonderheiten durften nicht beeinträchtigt werden, die Stammbereiche der Kiefern waren zu schonen.



Abb. 21: Ein Bagger zieht die Moos- und Rohhumusaufgabe ab. (Foto: H.-J. Kelm, 16.12.2019)

Ziel war ein reliefangepasstes Abziehen des organischen Oberbodens bis auf den grauen sandigen Untergrund (Ah-Horizont). Der etwas mit Sand vermischte organische Boden wurde mit Trecker und Dumper abgefahren und auf nahe gelegenen Ackerflächen aufgebracht (LAMPRECHT & WELLMANN 2015).

Weitere maschinelle Plaggmaßnahmen im „Carrenziener Forst“ fanden im Dezember 2019 (2,5 ha auf 6 Teilflächen) auf Flächen der Biosphärenreservatsverwaltung und im Februar 2020 (4,3 ha in 3 Teilflächen) in Kiefernbeständen der Landesforsten statt. Im Gegensatz zu den 2015 durchgeführten Maßnahmen wurde der Rohhumus aus Kostengründen lediglich auf den Rückegassen konzentriert und nicht abgefahren. Auf den Abtransport musste aus mehreren Gründen verzichtet werden. Für eine Ausbringung auf Ackerflächen fanden sich keine Landwirte bereit, eine Abfuhr zur Grüngutdeponie hätte unverhältnismäßig hohe Kosten verursacht, wodurch erheblich weniger Fläche hätte bearbeitet werden können. Nach Erfahrungen der manuellen Plaggflächen hat sich der Rohhumus in ca. 10 Jahren zersetzt.



Abb. 22. Maßnahmenfläche bei Pinnau vor und unmittelbar nach dem Plaggen im November 2015 (Fotos: H.-J. Kelm, 11.11. und 19.11.2015)



Abb. 23. Maßnahmenfläche bei Pinnau nach Materialabfuhr im November 2015 und im März 2022 (Fotos: H.-J. Kelm, 01.12.2015 und 30.03.2022)

Tab. 3: Maßnahmen und Maschinenkosten zur Regeneration von Flechten-Kiefernwald im „Carrenziener Forst“

Gemarkung	Jahr/Monat	ha	Maßnahme	Kosten/ha
diverse	Okt. 2007	0,21	Plaggen manuell ohne Abfuhr (Versuchsflächen)	26.000 €
Pinnau	Nov. 2015	1,98	Plaggen mit Bagger und Radlader inkl. Abfuhr	16.400 €
Pinnau	Dez. 2019	2,49	Plaggen mit 2 Baggern ohne Abfuhr	2.300 €
Kaarßen u. a.	Feb. 2020	4,3	Plaggen mit 2 Baggern ohne Abfuhr	1.300 €

Die maschinell abgeplaggtten Flächen wurden bereits vollständig mit Flechtenthalli oder -bruchstücken, unter Berücksichtigung des Erhalts der Spenderpopulation, beimpft (Abb. 24, Abb. 25). Dabei wurde Spendermaterial von bis zu 28 Arten, meist seltenen Flechtenarten, von fachkundigen Personen im „Carrenziener Forst“ gesammelt, d. h. es wurden 1-3 cm lange Thalli-/Podetienstückchen mit der Schere abgeschnitten, von Moosen gesäubert und ausgebracht (FISCHER et al. 2021). In den Folgejahren konnte festgestellt werden, dass die Spenderpolster wieder nachgewachsen sind. Eine Beimpfung mit Flechten, insbesondere mit extrem seltenen Arten wie *Cladonia rangiferina*, *Cl. stygia* und *Cetraria islandica*, dient dem Arterhalt (s. a. BÜLTMANN et al. 2021). Das Sammeln und die Ausbringung häufiger Flechtenarten (Abb. 24) erfolgte (unter fachlicher Anleitung zu Beginn der Arbeiten) u. a. durch die Ranger der Biosphärenreservatsverwaltung.

Eine Beimpfung mit Flechten ist heutzutage im Vergleich zur Streunutzung der 1950er Jahre notwendig. So wurde damals nach MEISEL-JAHN (1955) selbst bei einer geringen Streunutzung innerhalb der Cladonien-Kiefernforsten immer die Entwicklung der „Cladonien-Phase“ (u. a. mit *Cladonia uncialis* s. l., *Cetraria aculeata* und *C. islandica*) zu einer „Dicranum-Phase“ (mit *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum* und *Leucobryum glaucum*) aufgehalten, also die Cladonien-Phase erhalten. Heutzutage sind die Stickstoff-Einträge und damit die Förderung der konkurrenzkräftigen Moosarten höher. Es fehlen frühere Ausbreitungsvektoren der Flechten wie Schafherden und bedingt durch eine weitgehende Aufforstung der Gebiete (s. Kap. 3) fehlt eine größere Wind- und Sanddynamik. Verändert haben sich auch die Quantität und die Qualität der Vernetzungsvorkommen mit Flechten, so existierten im „Carrenziener Forst“ um 1965 auf den Forstschneisen noch lockerer Sand mit zahl-

reichen Flechten, die heutzutage oft mit starkem Grasbewuchs festgelegt sind (mdl. Mitt. G. Klaas).

Hinsichtlich der Artendiversität (s. Kap. 6) ist es daher wichtig, die Wind- und Sanddynamik im Bereich der Sandtrockenrasen, insbesondere im Übergang zu Flechten-Kiefernwald, zu verbessern (s. a. DEPENAU 2021) und diese qualitativ und quantitativ zu erhalten (s. a. HAUCK 1998, NLWKN 2020). Punktuelle Flechten-Restvorkommen sollten in eine Vernetzung der bestehenden Flechten-Kiefernwälder mit einbezogen werden. Ein Flächenankauf von geeigneten Entwicklungsflächen des LRT 91T0 in Privatwäldern zwecks Plaggmaßnahmen ist wichtig. Eine andere Möglichkeit ist es, mit den betreffenden Privatbesitzern konkrete Absprachen zu treffen und von Ihnen eine Zustimmung für

Maßnahmen zu erhalten, wie es 2022-23 im Dünengebiet von Kaarßen („Carrenziener Forst“) auf Initiative der Naturschutzbehörde des Landkreises Lüneburg erfolgte. Hier wurden inzwischen auf sehr gezielt ausgewählten geeigneten Kiefernwaldbereichen Plaggmaßnahmen durchgeführt.

Für die in den Jahren 2020 und 2021 behandelten Flächen ergaben sich dabei folgende Kosten pro Hektar: gezielte Beimpfung mit „seltenen“ Flechtenarten, 19 Stunden, ca. 960 €/ha und die Beimpfung mit „häufigen“ Arten, 16 Stunden, 764 €/ha. Die Gesamtmaßnahme kostete damit in der günstigsten Variante ohne Materialabfuhr rd. 3.000 €/ha, mit Abfuhr rd. 29.000 €/ha. Andere Pflegemaßnahmen sind zunächst nicht vorgesehen. Auf den freigelegten Sandböden keimende Kiefern werden toleriert.



Abb. 24: Mit *Cladonia portentosa* beimpfte Plaggfläche „Carrenziener Forst“ (Foto: H.-J. Kelm, 01.11.2016)



Abb. 25: Maßnahmenfläche im „Carrenziener Forst bei Pinnau“ links oben Plaggfläche 2019, rechte Bildhälfte Plaggfläche aus dem Jahre 2015 mit erkennbarem Flechten-Bewuchs nach Beimpfung (Foto: H.-J. Kelm, 06.04.2022)

7.2 Freistellung von Dünen

Flechten-Kiefernwälder der Binnendünen sind an mehreren Standorten eng mit offenen und halb offenen Binnendünen verzahnt (Kap. 3.1). Diese, oft als flechtenreiche Silbergras-Sandtrockenrasen ausgebildeten Biototypen, können Initialstadien für Flechten-Kiefernwälder sein, die sich im Laufe von Jahrzehnten im Zuge der Sukzession entwickeln können.

Im Rahmen des Waldnaturschutzes wurden im Bereich der Landesforsten im „Carrenziener Forst“ in den letzten

zwei Jahrzehnten insgesamt rd. 10 ha Kiefernwald, überwiegend Stangenhölzer, entfernt oder stark aufgelichtet, um offene Sandlebensräume zu fördern (Abb. 26). In der Regel handelt es sich um die ärmsten Standorte der Düne, meist süd-exponierte Hänge und Kuppen. Teilweise sind hier bereits Entwicklungen in Richtung Flechten-Kiefernwald erkennbar. Neben verschiedenen Flechtenarten breitet sich hier jedoch auch das invasive Kaktusmoos (*Campylopus introflexus*) aus. An einem geeigneten Management dieser Flächen wird gearbeitet.



Abb. 26: Freigestellte Düne im Kiefernwald des „Carrenziener Forstes“ bei Zeetze, links am 15.06.2012 und rechts am 05.04.2022 mit deutlicher Zunahme von *Campylopus introflexus* (Kaktusmoos) (Fotos: H.-J. Kelm)

7.3 Forstliche Bewirtschaftung

In den Restbeständen der letzten Flechten-Kiefernwälder ist die forstliche Nutzung dem Erhalt der Vorkommen unterzuordnen. So sind Flechtenbestände von Bodenbearbeitung auszunehmen, sollten nicht mit Kronenmaterial bedeckt und dürfen nicht als Holzlagerplatz genutzt werden (s. a. FISCHER et al. 2014, NLWKN 2020). Die Anpflanzung standortfremder Baumarten ist auszuschließen. Insbesondere für lichtere 91T0-Bestände in Gebieten geringerer Niederschläge (Tab. 2), kann sich eine gezielte einzelstammweise Herausnahme von Kiefern zwecks Auflichtung positiv auf die

Flechtenentwicklung auswirken. In den im Verhältnis etwas niederschlagreicheren und stark durch den Nahemittenten beeinflussten Beständen des „Carrenziener Forstes“ könnte sich jedoch durch eine Auflichtung die Drahtschmiele ausbreiten. Da sich im Bereich sandiger Rückegassen und Pfade einige Flechtenarten länger halten können als direkt im Bestand, sollten diese Strukturen bei Vorkommen von Flechten gezielt gefördert werden. Von solchen Auflichtungen in „Pflegerückegassen“ profitiert der gesamte Flechten-Kiefernwaldbestand. Ein Befahren mit schweren Geräten wie mit einem Harvester wirkt sich jedoch kontraproduktiv aus.

8 Zusammenfassung

Der in Niedersachsen seit den 1990er Jahren stark zurückgegangene Lebensraumtyp „Mittleuropäische Flechten-Kiefernwälder“ (91T0) weist noch Restbestände im stärker subkontinental geprägten nordöstlichen Tiefland auf. Diese heutigen Restbestände waren in den Jahren 2017 und 2018 Gegenstand verschiedener Untersuchungen. Anhand von 59 LRT-Einzelflächen, 16 Entwicklungsflächen mit Flechtenrestvorkommen sowie von 122 kleinflächig punktuellen Flechtenvorkommen erfolgten Auswertungen hinsichtlich des Flechtenarteninventars. Auswertungsparameter waren die fünf Teilgebiete, das Ausgangssubstrat, die Flächengröße, die Waldaltersstruktur und die konkrete Lage des Bestandes und damit lagebezogene Habitatbedingungen (isolierte Vorkommen, im Komplex befindliche Flechten-Kiefernwälder, Lage im Wald, am offenen Waldrand und/oder Wegrand). Mit Hilfe dieser Parameter wurden die prozentuale Häufig-

keit und das konkrete Vorkommen der jeweiligen Flechtenart im Flechten-Kiefernwald sowie das unterschiedliche Rückgangsverhalten einzelner Flechtenarten ermittelt. Konkrete Artenrückgänge konnten für 13 repräsentative Flächen anhand von Altdaten aus dem Jahr 2012 sowie für weitere Flächen anhand von Altdaten aus dem Zeitraum 1991 bis 2006 festgestellt werden. Begleitende Berücksichtigung fanden sehr kleinflächige Dauerflächenuntersuchungen seit 2005, die Veränderungen im Flechten-Kiefernwald frühzeitig anzeigen sowie aktuelle stichprobenhafte Erhebungen aus dem Jahr 2022.

Die Auswertung historischer Parameter (Karten, Eigentumsverhältnisse) ergaben u. a. Indikatorarten für eine Habitatkontinuität im Laub- und Kiefernwald, nur im Kiefernwald oder im Offenland mit späterem Kiefernwaldbewuchs. Ermittelt wurden Flechtenarten, die hier im Gebiet von der bis in die 1950/60 Jahre verbreiteten Streunutzung offenbar

profitiert haben. In allen fünf Teilgebieten hat ein Flächenverlust der Flechten-Kiefernwälder stattgefunden.

Nachdem bereits 2013 alle von HEINKEN (1995) in den Jahren 1990/91 untersuchten Bestände des *Cladonio-Pinetum* westlich einer Linie Lüneburg-Uelzen-Wolfsburg verschwunden waren (FISCHER et al. 2014), ist nun das am stärksten subatlantisch geprägte Endmoränengebiet „Wierener Berge“ aufgrund seiner nur geringen Flächengröße des LRT 91T0 und der geringsten Flechtenartenzahl im UG von einem Totalverlust unmittelbar bedroht. In den ebenfalls elfernen „Wäldern bei Küsten“ mit einer noch etwas größeren Gesamt-LRT-Fläche sind die meisten (fragmentierten) Bestände zwar relativ artenarm und einige Flechtenarten zeigen einen deutlichen Abwärtstrend, aber insgesamt konnten sich diese LRT-Bestände offenbar, bedingt durch die Trockenjahre nach 2017, noch relativ gut halten. Die Flechten-Kiefernwälder der „Langendorfer Geest“ sind mit noch 27 Flechtenarten in 2017/18 zwar relativ artenreich, weisen aber eine starke negative Artenentwicklung auf. Die Entwicklung hat sich insbesondere in den weniger lichten Beständen bis 2022 fortgesetzt. Die überwiegend lichten

Bestände des Höbbecks zeigen im Verhältnis ein noch relativ stabiles Flechtenarteninventar. Im „Carrenziener Forst“ sind die größte Gesamtfläche des LRT 91T0 und die meisten (darunter extrem seltene) Flechtenarten zu verzeichnen, die aber mindestens rückläufige Tendenzen zeigen. In manchen, in der Nähe der Rindermastanlage befindlichen Beständen zeigen sich starke rückläufige Flechtenarten-Entwicklungen. Unter den insgesamt 38 in den untersuchten Flechten-Kiefernwäldern nachgewiesenen Flechtenarten sind mehr als die Hälfte Rote-Liste-Arten.

Die hohe Schutzbedürftigkeit erfordert dringend Maßnahmen, die bereits stellenweise im Gebiet (größtenteils im Wald der öffentlichen Hand) in Form von Plaggmaßnahmen und anschließender Beimpfung mit Flechten umgesetzt wurden. Eine Freistellung von Dünen zwecks Ausbildung flechtenreicher Sandtrockenrasen als Basis für eine Sukzession in Richtung Flechten-Kiefernwald würde über Jahrzehnte dauern und fördert zudem das neophytische Kaktusmoos. Die größtenteils in Privatwäldern vorkommenden niedersächsischen Restvorkommen der Flechten-Kiefernwälder können nur durch entsprechende Maßnahmen erhalten bleiben.

9 Summary

Forests of the Natura 2000 habitat type „Central European Lichen Pine Forests“ (91T0) have dwindled in Lower Saxony, Germany, since the 1990s with the remnants in 5 sub-areas in the north-eastern lowlands of the federal state, which are characterised by a rather subcontinental climate. Studies carried out in those areas in 2017 and 2018 are the main source of the species data used in this paper.

The paper focuses on the lichen species inventory of 59 plots of the habitat type 91T0, of 16 plots with relict lichen occurrences and the potential to develop the habitat type and of 122 isolated small lichen spots. Percentage frequencies of lichen species are compared over the 5 sub-areas, different substrates, different stand sizes and age structures of the surrounding forests and site characteristics within the forests (e.g. forest border, path, isolated stand, within larger stand of lichen pine forest). The decrease of lichen species could be shown by comparison with prior studies: The factual decline of species numbers and cover could be proven for 13 plots, which have been studied in 2012 and again in 2017, and for a number of other plots with existing prior data ranging from 1991 to 2006. Additionally, a study of small-scale permanent plots in lichen pine forest in the sub-area „Carrenziener Forst“ was evaluated, which was established in 2005 and revealed the lichen decline early. Furthermore results of the 2022 re-evaluation of permanent monitoring sites established in 2012 in all sub-areas were incorporated.

Lichens indicating contrasting types of forest history were found by the analysis of historical data (maps, forest ownership): habitat continuity as forest (either pine or deciduous), habitat continuity as pine forest and formerly open dunes followed by pine forest. Several lichen species seem to have profited from the raking of pine needles and mosses of the forest floor, which has been widespread practice in the study area until the 1950/60s.

The lichen pine forests declined in all parts of the study area. Of the *Cladonio-Pinetum* stands, which HEINKEN (1995) studied in the years 1990/1, all stands west of a

line between the cities Lüneburg-Uelzen-Wolfsburg had disappeared until 2013 (FISCHER et al. 2014). The now westernmost and isolated most subatlantic remnant occurs on a glacial endmoraine, the sub-area „Wierener Berge“ positioned southeast of Uelzen. The small stand with the lowest number of lichen species is threatened with disappearance. In the sub-area „Wälder bei Küsten“, which same as the „Wierener Berge“ is not adjacent to the river Elbe (as are the following 3 sub-areas), the lichen pine forests are more extensive, but still fragmented, comparatively species poor and several lichen species have declined. Nevertheless the lichens were in comparatively good shape in 2022 probably due to several dry years after 2017, which were favourable for lichens. The lichen pine forests of the sub-area „Langendorfer Geest“ (a geest island) are rather species rich with 27 lichen species in 2017/18, however with a distinct negative trend especially of lichen cover in the less open forest parts. The rather open forests of the sub-area „Höhbeck“ (another geest island) on the other hand show a stable species inventory. The lichen pine forests of the extensive inland dunes of the sub-area „Carrenziener Forst“ are the largest and the most lichen rich (including some very rare species). Still they also appear to be slowly decreasing, especially pronounced in the surroundings of a cattle-fattening facility.

In total, 38 lichen species were found in the Lower Saxonian lichen pine forests with more than half of them endangered (red-listed). Because of the high vulnerability of the habitat type and the lichen species, protective and restoration measures are necessary. Organic topsoil removal and sowing of lichen fragments have been conducted locally in the „Carrenziener Forst“ (mostly in forests, which are public property). To re-develop lichen pine forest by intermittent deforestation and creating open dune grasslands would last decades and promote the neophytic invasive Heath Star-moss *Campylopus introflexus*. The larger part of the lichen pine forests in Lower Saxony is privately owned and can only be maintained by appropriate management measures in agreement with the owners

Danksagung

Die Bearbeitung der Flechten-Kiefernwälder erfolgte größtenteils im Rahmen von beauftragten Gutachten. Wir danken daher Dr. Olaf von Drachenfels und Sabine Miers (NLWKN Hannover), Prof. Dr. Johannes Prüter und Roswitha Clemen (Biosphärenreservatsverwaltung Niedersächsische Elbtalau), Dr. Peter Meyer und Dr. Marcus Schmidt (Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt) sowie Elke Be-necke und Sören Frischmuth (Landkreis Lüneburg) für die Genehmigung, Teilergebnisse daraus zu veröffentlichen. Wir danken PD Dr. Thilo Heinken (Universität Potsdam) für die Informationen und Fotos zu seinen Untersuchungsflächen des *Cladonio-Pinetum* in Niedersachsen sowie Hartmut Christier (Dannenberg) für die Informationen zu den Vorkommen auf dem Hühbeck. Weitere Fotos wurden dankenswerterweise von Dr. Bettina Günzl und Dr. Marcus Schmidt zur Verfügung gestellt. Wir danken der Familie Meineke (Langendorf), der Familie Schulz (Marlin), Herrn Gerhard Klaas (Tripkau), Herrn Evert (Kaarßen) und Herrn Kurt Dartsch (Laave) für Informationen zur historischen Nutzung der Flechten-Kiefernwälder. Prof. Dr. Werner Härdtle (Universität Lüneburg) stellte Untersuchungsunterlagen zur Verfügung. Den Niedersächsischen Landesforsten danken wir für die Bereitstellung von Flächen und für die finanzielle und personelle Unterstützung der Schutzmaßnahmen.

10 Literatur

- AHTI, T. (1961): Taxonomic studies on reindeer lichens (*Cladonia*, subgenus *Cladina*). – Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo 32 (1): 1-160.
- BALZER, S., E. SCHRÖDER & A. SSYMANK (2004): Ergänzungen der Anhänge zur FFH-Richtlinie auf Grund der EU-Osterweiterung. – Natur u. Landschaft 79 (4): 145-151.
- BERGMEIER, E., W. HÄRDTLE, B. MIERWALD, B. NOWAK & C. PEPLER (1990): Vorschläge zur syntaxonomischen Arbeitsweise in der Pflanzensoziologie. – Kieler Not. Pflanzenk. Schleswig-Holst. Hamburg 20 (4): 92-103.
- BESTE, A. (1970): Dorf im Sperrgebiet. Geschichte von Stapel - früher Landkreis Lüneburg. – Verlagsbuchhandlung August Lax, Hildesheim, 125 S.
- BRACKEL, v. W. & J. v. BRACKEL (2016): Ein Pilotversuch zur Wiederherstellung von Flechten-Kiefernwäldern. – AN-Liegen Nat. 38 (1): 102-110.
- BRUNNER, G. & R. LINDACHER (1994): Flechtenreiche Kiefernwälder des Nürnberger Reichswaldes. – Hoppea Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 55: 255-272.
- BÜLTMANN, H. & P. FISCHER (2022/23): Erfassung Flechtenkiefernwälder (LRT 91T0) im Rahmen des Totalzensus in der atlantischen Region, sowie Erfassung der festgelegten Probestellen in der kontinentalen Region, Erfassung einzelner beigeordneter PF des LRT 9190 und 91D0 in der kontinentalen Region. – Unveröff. Gutachten i. A. des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Betriebsstelle Hannover-Hildesheim.
- BÜLTMANN, H., P. FISCHER, H. THIEL & G. WAESCH (2021): *Stereocaulon taeniarum* und *Cladonia stygia* in den Carrenziener Dünen (Amt Neuhaus, niedersächsisches Tiefland) mit Anmerkungen zum Vorkommen in Deutschland und zur Abgrenzung von *Stereocaulon saxatile*. – Herzogiella 8: 75-85.
- BÜLTMANN, H., P. SCHOLZ, D. TEUBER, T. FEUERER, P. FISCHER, S. BOCH, J. H. BRADTKA, R. CEZANNE, C. DOLNIK, U. DREHWALD, M. EICHLER, J. EWALD, T. HEINKEN, C. HOBOHM, F. JANSEN, W.-U. KRIEBITZSCH, G. H. LOOS, V. OTTE, A. PAUL, C. PRINTZEN, M. SCHMIDT, L. SPARRIUS & G. WAESCH (2011): Waldartenliste der Flechten Deutschlands. – BfN-Skripten 299: 89-107.
- CHRISTIER, H. (2008): Der Hühbeck: Vegetationskundliche, faunistische und biogeographische Bedeutung einer glazialen Geestinsel im Mittleren Elbetal. – Diss. Univ. Hamburg, 182 S. + Anhang.
- CHRISTIER, H. (2016/2019): Der Hühbeck – vegetationskundliche, faunistische und biogeographische Bedeutung einer glazialen Geestinsel im Mittleren Elbetal. – Hann. Wendland 19: 37-58.
- DANNENBERG UND DER KREIS (1952): Cacherien – das Dorf im Sande. – Zeitungsauszug.
- DEPNAU, J. (2021): Historischer Landnutzungswandel und dessen Einfluss auf das Vorkommen der heutigen Pflanzengesellschaften auf dem Carrenziener Dünenzug, niedersächsische Elbtalau. – Unveröff. Masterarbeit TU Braunschweig, 73 S.
- DRACHENFELS, O. v. (2012): Einstufung der Biotoptypen in Niedersachsen – Regenerationsfähigkeit, Wertstufen, Grundwasserabhängigkeit, Nährstoffempfindlichkeit, Gefährdung, 2. korrigierte Auflage 2019. – Inform.d. Naturschutz. Niedersachs. 32 (1) /1/12): 1-60.
- DRACHENFELS, O. v. (Bearb., 2014): Hinweise zur Definition und Kartierung der Lebensraumtypen von Anh. I der FFH-Richtlinie in Niedersachsen auf der Grundlage des Interpretation Manuals der Europäischen Kommission (Version EUR 27 vom April 2007) Stand: Februar 2014. – www.nlwkn.niedersachsen.de/106576.html.
- DRACHENFELS, O. v. (Bearb., 2015): Hinweise und Tabellen zur Bewertung des Erhaltungszustands der FFH-Lebensraumtypen in Niedersachsen, Stand März 2012, Korrektur Februar 2015. – www.nlwkn.niedersachsen.de/106576.html
- DRACHENFELS, O. v. (2021): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand März 2021. – Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs. A/4: 1-336.
- DREYER (1927): Bestandesgeschichtliches aus der preuß. Staatsobforsterei Dannenberg im Regierungsbezirk Lüneburg. – Z. Forst- Jagdwes. LIX (9): 513-536.
- FISCHER, A., B. MICHLER, H. S. FISCHER, G. BRUNNER, S. HÖSCH, A. SCHULTES & P. TITZE (2015): Flechtenreiche Kiefernwälder in Bayern: Entwicklung und Zukunft. – Tuexenia 35: 9-29.
- FISCHER, A., H. S. FISCHER & B. MICHLER (2019): Central European lichen pine forests - conservation and management options for a seriously endangered forest habitat type. – Nat.schutz Biol. Vielfalt 167: 75-89.
- FISCHER, P. (1998): Sandtrockenrasen von Binnendünen in der Unteren Mittelelbe-Niederung zwischen Dömitz und Boizenburg. – Tuexenia 18: 119-151.
- FISCHER, P. (2002): Historische Nutzung der Trockenrasen im Gebiet des Biosphärenreservates „Flusslandschaft Elbe“. – Arch. Natursch. Landschaftspf. 41 (2): 65-95.

- FISCHER, P. (2003): Trockenrasen des Biosphärenreservates „Flusslandschaft Elbe“. Vegetation, Ökologie und Naturschutz. – Arch. naturwiss. Diss. 15: 1-286.
- FISCHER, P., T. HEINKEN, P. MEYER, M. SCHMIDT & G. WAESCH (2009): Zur Abgrenzung und Situation des FFH-Lebensraumtyps „Mitteleuropäische Flechten-Kiefernwälder“ (91TO) in Deutschland. – Natur und Landschaft 84 (6): 281-287.
- FISCHER, P., H. BÜLTMANN & G. WAESCH (2012): Stichprobenuntersuchung für das Monitoring des Erhaltungszustandes des Wald-Lebensraumtyps 91TO. – Unveröff. Gutachten i. A. des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Betriebsstelle Hannover-Hildesheim, 68 S.
- FISCHER, P., H. BÜLTMANN, P. MEYER & G. WAESCH (2013): Entwicklung der Bodenvegetation im Flechten-Kiefernwald. – AFZ-DerWald 10: 32-33.
- FISCHER, P., H. BÜLTMANN, O. V. DRACHENFELS, T. HEINKEN & G. WAESCH (2014): Rückgang der Flechten-Kiefernwälder in Niedersachsen seit 1990. – Inform.d. Naturschutz. Niedersachs. 34 (1) (1/14): 54-65.
- FISCHER, P., H. BÜLTMANN & G. WAESCH (2017a): Bestandserfassung von Biotop- und FFH-Lebensraumtypen mit Schwerpunkt Flechtenkiefernwald (LRT 91TO) in den Landkreisen Lüneburg, Lüchow-Dannenberg, Uelzen. – Unveröff. Gutachten i. A. des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Betriebsstelle Hannover-Hildesheim. – 19 S., 47 S. + Einzelberichte.
- FISCHER, P., H. BÜLTMANN & G. WAESCH (2017b): Maßnahmenplan für die NNE-Fläche in der Gemarkung Pinnau im Gebietsteil C-41 „Kaarßer Sandberge und Heidgrund“. – Unveröff. Gutachten i. A. der Biosphärenreservatsverwaltung Niedersächsische Elbtalau, 49 S.
- FISCHER, P., H. BÜLTMANN & G. WAESCH (2018): Vegetationsaufnahmen im Projekt „Nadelspiegel- und Bodenanalysen in Flechten-, Weißmoos- und Drahtschmielen-Kiefernwäldern“ im Carrenziener Dünenforst (Amt Neuhaus). – Unveröff. Gutachten i. A. der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, 27 S.
- FISCHER, P., H. BÜLTMANN & G. WAESCH (2019): Bestandsaufnahme der Vegetation, der Biotop- und Lebensraumtypen als Grundlage für Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen der Dünenlandschaft mit Flechten-Kiefernwald in der Gemarkung Kaarßen, Gebietsteil B. – Unveröff. Gutachten i. A. des Landkreises Lüneburg, 85 S.
- FISCHER, P., H. BÜLTMANN & G. WAESCH (2020a): Dauerbeobachtungsflächen ausgewählter flechtenreicher Standorte im Naturwaldreservat „Kaarßer Sandberge“. Wiederholungsuntersuchung 2020. – Unveröff. Gutachten i. A. der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, 37 S.
- FISCHER, P., H. BÜLTMANN & G. WAESCH (2020b): Vegetationsökologische Begleituntersuchungen 2020 zum Projekt „Streunutzung zur Erhaltung bzw. Wiederherstellung von Flechten-Kiefernwäldern im Biosphärenreservat „Niedersächsische Elbtalau“. – Unveröff. Gutachten i. A. der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, 64 S.
- FISCHER, P., H. BÜLTMANN & G. WAESCH (2020c): Wiederholungsuntersuchung 2020 von Dauerbeobachtungsflächen im Kiefernwald in der Gemarkung Pinnau. – Unveröff. Gutachten i. A. der Biosphärenreservatsverwaltung Niedersächsische Elbtalau, 29 S.
- FISCHER, P., H. BÜLTMANN, G. WAESCH & H. THIEL (2021): Beimpfung von Plaggflächen mit Flechtenbruchstücken im Kiefernwald in der Gemarkung Pinnau. – Unveröff. Gutachten i. A. der Biosphärenreservatsverwaltung Niedersächsische Elbtalau, 11 S.
- FISCHER, P., H. BÜLTMANN & G. WAESCH (2022): Wiederholungsuntersuchung 2022 von Dauerbeobachtungsflächen im Kiefernwald in der Gemarkung Pinnau. – Unveröff. Gutachten i. A. der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, 34 S.
- FÜRSTENBERG, K. (2018): Auswirkungen von Stickstoffeinträgen auf Waldökosysteme, dargestellt am Beispiel des $\delta^{15}\text{N}$ -Signals verschiedener Kompartimente. – Unveröff. Bachelor-Arb. Universität Lüneburg, 19 S.
- GIESE, K. (1970): Das Dünenfeld auf der Langendorfer Geest-Insel. – Jh. Heimatkundl. Arbeitskreis Lüchow-Dannenberg 2: 99-104.
- GÜNTHER, K. (2016): Veränderungen der Vegetation in Wäldern der Elbtalniederung von 1957/1963 bis 2015. – Unveröff. Masterarbeit Uni Potsdam, 106 S.
- HASTEDT, J. (2008): Erhaltungs- und Entwicklungsplan für das FFH-Gebiet »Elbeniederung zwischen Schnackenburg und Geesthacht“ (EU-Nr. 2528-331) Teilbereich Niedersächsische Landesforsten. – Unveröff. Erhebung Nds. Forstplanungsamt.
- HAUCK, M. (1998): Die Flechtenflora der Gemeinde Amt Neuhaus (Nordost-Niedersachsen). – Tuexenia 18: 451-461.
- HAUCK, M. & U. DE BRYUN (2010): Rote Liste und Gesamtartenliste der Flechten in Niedersachsen und Bremen. 2. Fassung Stand 2010. – Inform.d. Naturschutz. Niedersachs. 30 (1) (1/10):1-84.
- HEINKEN, T. (1995): Naturnahe Laub- und Nadelwälder grundwasserferner Standorte im niedersächsischen Tiefland. Gliederung, Standortsbedingungen, Dynamik. – Diss. Bot. 239: 1-311.
- HEINKEN, T. (2008): *Dicrano-Pinion*, Sand- und Silikat-Kiefernwälder. – In: DIERSCHKE, H. (Hrsg.): Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands, Heft 10: Vaccinio-Piceetea, 88 S.
- HEINKEN, T. & E. ZIPPEL (1999): Die Sand-Kiefernwälder (*Dicrano-Pinion*) im norddeutschen Tiefland: syntaxonomische, standörtliche und geographische Gliederung. – Tuexenia 19: 55-106.
- HOFMANN, G. (1996): Flechten-Kiefernwald (*Cladonio-Pinetum sylvestris*). – AFZ/Der Wald 11: 588.
- HÜLS, W. (1996): Vom Darzing zur Gemeinde Amt Neuhaus. – Weiße Reihe Band 9: 1-95.
- HURTIG, T. (1957): Physische Geographie von Mecklenburg. – Berlin, 252 S.
- JAAP, O. (1903): Beiträge zur Flechtenflora der Umgebung von Hamburg. – Verh. Naturwiss. Ver. Hamburg, 3. Folge X: 20-57.
- JURASZEK, H. (1928): Pflanzensoziologische Studien über die Dünen bei Warschau. – Bull. Internat. Acad. Polon. Sci. Cl. Mat. Nat. Ser. B. Année 1927: 565-610.
- KELM, H.-J. (1994): Waldbiotopkartierung für das Staatliche Forstamt Carrenzien. – Unveröff. Bearbeitung i. A. des Niedersächsischen Forstplanungsamtes Wolfenbüttel, Lüchow, 33 S.
- KREMSER, W. (1990): Niedersächsische Forstgeschichte. Eine integrierte Kulturgeschichte des nordwestdeutschen Forstwesens. – Rotenburger Schriften Sonderband 32: 1-965.

- KRIEGER, H. (1937): Die flechtenreichen Pflanzengesellschaften der Mark Brandenburg. - Bot. Centralbl. 57, Abt. B: 1-76.
- LAMPRECHT & WELLMANN GBR (2015): Neubau eines Radweges im Zuge der B 195 zwischen Zeetze und Kaarben. Baubeschreibung. – Unveröff. Gutachten i. A. der Straßenbauverwaltung des Landes Niedersachsen, 12 S.
- LITTERSKI, B. (1999): Pflanzengeographische und ökologische Bewertung der Flechtenflora Mecklenburg-Vorpommerns. – Diss. Bot. 307: 1- 391.
- LITTERSKI, B., U. SCHIEFELBEIN, & V. WIRTH (2019): Vorkommen und Gefährdung der Flechten Deutschlands. – *Herzogia* 32 (1): 19-40.
- MEISEL-JAHN, S. (1955): Die Kiefern-Forstgesellschaften des nordwestdeutschen Flachlandes. – *Angew. Pflanzensoziol.* 11: 1-126.
- MEYER, P., A. WEVELL VON KRÜGER, R. STEFFENS, & W. UNKRIG (2006): Naturwälder in Niedersachsen – Schutz und Forschung. – Band 1: 1-339.
- MEYSEL, F., B. BILLETTOFT & D. FRANK, D. (2007): 91TO Mitteleuropäische Flechten-Kiefernwälder. – *Nat.schutz Sachsen-Anhalt* 44 (2): 27-31.
- ML (NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ) (Hrsg.) (2014): Der Wald in Niedersachsen. Ergebnisse der Bundeswaldinventur 3. – Hannover, 56 S.
- NLWKN (NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT; KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ) (Hrsg.) (2020): Vollzugshinweise zum Schutz der FFH-Lebensraumtypen sowie weiterer Biotoptypen mit landesweiter Bedeutung in Niedersachsen. Teil 2: FFH-Lebensraumtypen und Biotoptypen mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Mitteleuropäische Flechten-Kiefernwälder. – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover. – 13 S. – www.nlwkn.niedersachsen.de/vollzugshinweise-arten-lebensraumtypen.
- NFP (NIEDERSÄCHSISCHES FORSTPLANUNGSAMT) (Hrsg., Bearb.: H. SCHURIG) (2021): Bewirtschaftungsplan für das FFH-Gebiet „Elbeniederung zwischen Schnackenburg und Geesthacht“ sowie für das Vogelschutzgebiet „Niedersächsische Mittelalbe“ auf Flächen der Niedersächsischen Landesforsten. – 417 S. + Karten, www.nlwkn.niedersachsen.de/197299.html.
- NMELF & NUM (NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM) (Hrsg.) (1995): Geplantes Großschutzgebiet Elbtalau. Niedersächsischer Teilraum. Bestandsaufnahme und Konfliktlösung Forstwirtschaft. Gutachten. – *Schr.R. Waldentwicklung Nieders.* 2: 1-72.
- OTT, S. (1987): Die Besiedlung von Sanddünen durch Flechten. – *Nova Hedwigia* 45 (1-2): 53-81.
- PAUS, S. M. (1997): Die Erdflechtenvegetation Nordwestdeutschlands und einiger Randgebiete. Vegetationsökologische Untersuchungen unter besonderer Berücksichtigung des Chemismus ausgewählter Arten. – *Bibl. Lichenol.* 66: 1-222.
- PUFFAHRT, O. (1990): Beiträge zur Geschichte des alten Amtes Gartow. – Landesverlag- und Druckgesellschaft mbH Mecklenburg & Co. KG, Gartow, 139 S.
- RAKETE, R. (1906): Die Diluvialböden des Südens der Görplitzer Heide und der anstossenden Dorffluren. Eine bryologisch-lichenologische Studie. – *Abh. Naturforsch. Ges. Görplitz* 25: 224-233.
- REINECKE, J., G. KLEMM & T. HEINKEN (2011): Veränderung der Vegetation nährstoffarmer Kiefernwälder im nördlichen Spreewald-Randgebiet zwischen 1965 und 2010. – *Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg* 144: 63-97.
- RENNWALD, E. (Bearb.) (2000): Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. – *Schr.reihe Veg.kd.* 35: 1-800.
- SABBAN, P. (1897): Die Dünen der südwestlichen Heide Mecklenburgs und über ihre mineralogische Zusammensetzung diluvialer und alluvialer Sande. – *Mitt. Großherz. Meckl. Geolog. Landesanst.* VIII: 1-52.
- SANDSTEDTE, H. (1919/20): Die Cladonien des nordwestdeutschen Tieflandes und der deutschen Nordseeinseln. III. – *Abh. Naturwiss. Ver. Bremen:* 25: 89-243.
- SCHÄFER, H. (1948): Die forstwirtschaftlichen Verhältnisse des bäuerlichen Klein- und Kleinstwaldes im Kreise Dannenberg. – *Diss. Uni Göttingen*, 159 S.
- SCHMIDT, M., P. FISCHER, B. GÜNZL, T. HEINKEN, H.-J. KELM, P. MEYER, J. PRÜTER & G. WAESCH (2008): Flechten-Kiefernwälder – Artenvielfalt durch alte Nutzungsformen? – *AFZ/Der Wald* 8: 424-425.
- SCHRÖDER, U. (1969): Der Nienhofer Forst bei Küsten. – *Jh. Heimatkundl. Arbeitskreis Lüchow-Dannenberg* 1: 25-30.
- SCHRÖDER, U. (1973): Die Pflanzengesellschaften nährstoffarmer Kleinmoore und Tümpel im Küstener Wald. – *Jh. Heimatkundl. Arbeitskreis Lüchow-Dannenberg* 4: 61-70.
- SSYMANK, A., U. HAUKE, C. RÜCKRIEM & E. SCHRÖDER (1998): Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. – *BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und der Vogelschutz-Richtlinie.* – *Schr.reihe Landsch.pfl. Nat.schutz* 53: 1-560.
- SSYMANK, A., G. ELLWANGER, M. ERSFELD, J. FERNER, I. IDILBI, S. LEHRKE, C. MÜLLER, U. RATHS, M. RÖHLING & M. VISCHER-LEOPOLD (2022): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. – *BfN Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (2009/147/EG).* Band 2.2: Lebensraumtypen des Grünlandes, der Moore, Sümpfe und Quellen, der Felsen und Schutthalden, der Gletscher sowie der Wälder. – *Naturschutz Biol. Vielfalt* 172 (2.2): 1-898.
- STRAUSSBERGER, R. (1999): Untersuchungen zur Entwicklung bayerischer Kiefern-Naturwaldreservate auf nährstoffarmen Standorten. – *Naturwaldreservate in Bayern* 4: 1-180.
- TAUBE, J. (1769): Beiträge zur Naturkunde des Herzogthums Lüneburg. Zweites Stück. – Zelle, 255 S.
- WAGENKNECHT, E. (1939): Untersuchungen über die Vegetationsentwicklung nach Streunutzung in einem märkischen Kiefernrevier. – *Z. Forst-Jagdwes.* Abh. 71 (2): 59-78.
- WIEDEMANN, E. (1942): Die schlechtesten ostdeutschen Kiefernbestände. – Berlin, S. 120.
- WINTERHOF, O. (1925): Dorf und Flur Langendorf. – Unveröff. Manuskript, Langendorf, 39 S.
- WIRTH, V., M. HAUCK, W. V. BRACKEL, R. CEZANNE, U. DE BRUYN, O. DÜRHAMMER, M. EICHLER, A. GNÜCHTEL, V. JOHN, B. LITTERSKI, V. OTTE, U. SCHIEFELBEIN, P. SCHOLZ, M. SCHULTZ, R. STORDEUER, T. FEUERER & D. HEINRICHS (2011): Rote Liste und Artenverzeichnis der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze Deutschlands. – *Naturschutz Biol. Vielfalt* 70 (6): 7-122.

WIRTH, V., M. HAUCK & M. SCHULTZ (2013): Die Flechten Deutschlands, Bd. 1+2. – Stuttgart, 1.244 S.
 WUNDRAM (1862): Ueber Kiefern Anbau in Sanddünen. – Hann. Land- und Forstwirtsch. Ver.bl. 1 (88): 295-296.
 ZUM FELDE, T. (1999): Untersuchungen zur Vegetationsstruktur auf Binnendünen und vegetationskundliche Einordnung der Kiefernwälder der Elbtaldünen zwischen Neuhaus und Dömitz. – Unveröff. Diplomarbeit A.-v.-Haller-Inst. Univ. Göttingen, 174 S.

Benutzte Karten

- Karte des Amtes Neuhaus von 1714. Arcinsys Niedersachsen Bremen 2021.
- Kurhannoversche Landesaufnahme des 18. Jahrhunderts: Blatt 70 Stapel von 1776, Blatt 75 Hitzacker von 1776, Blatt 81 Gartow von 1776, Blatt 87 Lüchow von 1776, Blatt 93 Bodenteich von 1777.
- Preußische Landesaufnahme: Blatt 2731 Neuhaus von 1881, Blatt 2732 Jessenitz von 1881, Blatt 2832 Dannenberg vom 1881, Blatt 2833 Dömitz von 1899, Blatt 2933 Gr. Gussborn von 1912, Blatt 2934 Lenzen von 1900, Blatt 3032 Lüchow von 1881, Blatt 3139 Wieren 1901.
- War office Geographical Section, General Staff, Blatt 3032 Lüchow von 1944.

Die Autorinnen und Autoren



Dr. Petra Fischer, Jahrgang 1969, Diplom-Biologin, Studium mit den Schwerpunkten Botanik/Vegetationsökologie, Bodenkunde und Naturschutz. Promotion über „Trockenrasen des Biosphärenreservates ‚Flusslandschaft Elbe‘ - Vegetation, Ökologie und Naturschutz“. Freiberufliche Tätigkeit seit 1996, seit 2004 Mitinhaberin bzw. Inhaberin eines Gutachterbüros. Tätigkeitsschwerpunkte: Flora und Management von Flechten-Kiefernwäldern und Sandtrockenrasen, vegetationsökologisches Monitoring im Stromtal- und Niedermoorgebiet, historische Nutzung in der Kulturlandschaft und im Rahmen von Lehraufträgen an verschiedenen Hochschulen Vermittlung berufsqualifizierender vegetationsökologischer und interdisziplinärer Kenntnisse.

Dr. Petra Fischer
 Büro für Naturschutz, Ökologie und Landbau
 Herzberger Landstraße 27, 37085 Göttingen
 fischer@buero-noel.de



Hans-Jürgen Kelm, Forstbeamter, Jahrgang 1957, Studium der Forstwirtschaft FH Hildesheim-Holzminde in Göttingen, seit 1983 Mitarbeiter der Niedersächsischen Landesforsten, zunächst fünf Jahre als Waldbiotopkartierer, 16 Jahre Revierleitung im Wendland und seit 2005 Förster für Naturschutz im Forstamt Gohrde und Mitarbeiter der Biosphärenreservatsverwaltung Niedersächsische Elbtalau.

Hans-Jürgen Kelm
 Dannenberger Straße 7, 29484 Langendorf
 hans-juergen.kelm@nfa-goehrde.niedersachsen.de.



Heike Schurig, Jahrgang 1979, Studium der Forstwirtschaft (B. Sc.) in Eberswalde, seit 2014 bei den Niedersächsischen Landesforsten im Bereich Waldökologie beschäftigt, Tätigkeitsschwerpunkte: Erfassung und Bewertung von Biotop- und FFH-Lebensraumtypen, Erstellung von Managementplänen.

Heike Schurig
 Niedersächsisches Forstplanungsamt
 - Dez. Forsteinrichtung/ Waldökologie -
 Forstweg 1A, 38302 Wolfenbüttel
 heike.schurig@nfp.niedersachsen.de



Dr. Gunnar Waesch, Jahrgang 1970, Diplom-Biologe, Studium mit den Schwerpunkten Botanik, Bodenkunde und Zoologie in Göttingen. Ab 2004 Freiberufler mit den Schwerpunkten Biotopkartierung und der vegetationskundlichen Erfassung moosreicher Lebensräume. Seit 2008 außerdem Umweltreferent beim Evangelischen Kirchenkreis Gütersloh.

Dr. Gunnar Waesch
 Schulstraße 7, 33330 Gütersloh
 gwaesch@freenet.de

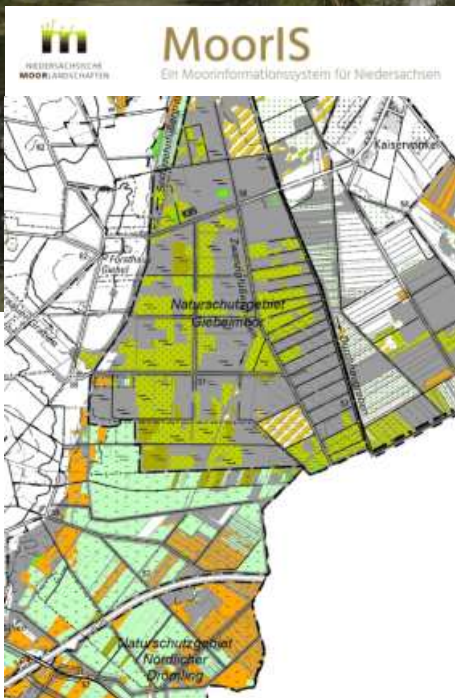


Dr. Helga Bültmann, Diplom-Biologin, Jahrgang 1966, Studium mit dem Schwerpunkt Vegetationskunde und Botanik und Promotion an der Universität Münster; bis 2006 dort am Institut für Ökologie der Pflanzen mit Lehre (Pflanzenbestimmung, Flechtenkunde, Vegetationskunde) und Forschung (Arktisch-alpine Vegetation, Kryptogamen). Seit 2006 Freiberuflerin mit Schwerpunkten in kryptogamenreichen Biotopen und Lebensraumtypen und arktischer Vegetation. Koautorin der Roten Liste der Flechten Nordrhein-Westfalens und Deutschlands, der europäischen Referenzliste der Höheren Syntaxa und des Pflanzensoziologischen Codes.

Dr. Helga Bültmann
 Michaelweg 40, 48149 Münster
 bultmann@uni-muenster.de



Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz



Beiträge zum Biotopschutz

Karte der Moorbiotope im MoorIS •
Flechten-Kiefernwälder • Beweidungsprojekte •
GrünlandVielfalt gestartet • LRP-Seminar 2024



Niedersachsen

Inhalt

SAATHOFF, W., HEIDBERG, L. & JANINHOFF-VERDAAT, N.:
Karten der Moorbiotope Niedersachsens – Kartierung
der Moorbiotope und Aufbereitung der Daten für das
Moorinformationssystem (MoorIS) S. 4

FISCHER, P., KELM, H.-J., SCHURIG, H., WAESCH, G. &
BÜLTMANN, H.:
Flechten-Kiefernwälder im nordöstlichen Niedersachsen
– historische Entwicklung, Flechtenarten und Schutz-
möglichkeiten S. 28

WIESE, J. & ZACHARIAS, D.:
Beweidung als Naturschutzinstrument in Niedersachsen
und Bremen – Umfrage-Ergebnisse zu Naturschutz-
Beweidungsprojekten S. 56

Kurzbeiträge:
PETERSEN-SCHLAPKOHL, U., ERNST, L. & SCHRÖDER, F.:
GrünlandVielfalt – Projekt zur Wiederherstellung von
artenreichem Grünland gestartet S. 62

APELT, B. & HARMS, A.:
Landschaftsrahmenplanung in Niedersachsen –
Erfahrungsaustausch 2024 S. 64

Impressum

Herausgeber:

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) – Direktion –
ISSN 0934-7135, Schutzgebühr: 4,- € zzgl. Versandkostenpauschale, auch im Abo erhältlich.

Nachdruck nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Für den sachlichen Inhalt sind die Autorinnen und Autoren verantwortlich.
1. Auflage 2024, 1-2.000

Titelbild: Hans-Jürgen Zietz

Schriftleitung: Manfred Rasper, NLWKN

Gestaltung: Leonie Krause, NLWKN

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier.

Bezug:

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) – Veröffentlichungen –
Postfach 91 07 13, 30427 Hannover
veroeffentlichungen@nlwkn.niedersachsen.de
Tel.: 0511 / 3034-3305
www.nlwkn.niedersachsen.de/veroeffentlichungen-naturschutz
<http://webshop.nlwkn.niedersachsen.de>