

Die Stranddistel, *Eryngium maritimum*, in Niedersachsen (Deutschland)

Sea Holly, *Eryngium maritimum*, in Lower Saxony, Germany

Maike Isermann* , Bernd Oltmanns, Niels Biewer, Meike Bremenkamp,
Onno K. Gent, Frauke Gerlach, Markus Großewinkelmann, Mathias Heckroth,
Sebastian Keller, André Kramer, Anette Müller, Frank Penner, Simon Potthast,
Christopher Riechmann, Jochen Runar, Lars Scheller,
Karla Schulze & Peter Südbeck

*Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer, Virchowstrasse 1,
26382 Wilhelmshaven, Deutschland*

**Korrespondierende Autorin, E-Mail: maike.isermann@nlpvw.niedersachsen.de*

Zusammenfassung

Die Stranddistel, *Eryngium maritimum*, ist in Deutschland und Niedersachsen eine stark gefährdete und besonders zu schützende Art, die an der Küste kennzeichnend für Weißdünen mit Strandhafer und Graudünen mit krautiger Vegetation ist. *E. maritimum* kam auf fast allen Ostfriesischen Inseln bereits vor 1900 vor. Es galt herauszufinden, wie die Art an der niedersächsischen Küste, insbesondere im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer verbreitet ist, und welche Standorte aktuell von der Art besiedelt werden. Die Kartierung der Art erfolgte punktgenau mittels App-basiertem geographischen Informationssystem. Die Erfassung fand im Jahr 2020 statt, auf Spiekeroog teilweise bereits 2018, ergänzend wurden 2022 noch nicht kartierte Gebiete im Wangerland und bei Cuxhaven aufgesucht. Erfasst wurde die Anzahl vegetativer und blühender Individuen. Zum Vergleich der Verbreitung wurden alte Fundmeldungen des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWK) und des Bundesamtes für Naturschutz herangezogen. Um die Bedeutung von Sandzufuhr für das Vorkommen der Art zu ermitteln, wurde das Vorkommen im Verhältnis zu Schutzdünen bzw. im Bezug zum Lebensraum dargestellt. In 73 Minutenfeldern wurde die Art zwischen 1981–2022 nachgewiesen. In mehr als der Hälfte der Minutenfelder (MF) mit Nachweisen zwischen 1981–2015, wurde *E. maritimum* bestätigt, in 16 von insgesamt 73 MF durch die aktuelle Kartierung neu nachgewiesen. Die Populationsgröße in Niedersachsen beträgt aktuell mehr als 55.000 Individuen. Die größte Population existiert auf Spiekeroog, gefolgt von Wangerooge. Optimale Standorte der Stranddistel sind durch geringe bis mäßige Sandakkumulation gekennzeichnet; dementsprechend kommen mehr als 75 % der aktuellen Vorkommen in Gebieten ohne bzw. seewärts von Hochwasserschutzdünen vor. In Niedersachsen kommen 85 % der Individuen vom höheren Strand landeinwärts bis in die Graudünen vor. Schreitet die Sukzession in den Dünen voran, nimmt die Individuenanzahl ab. Neben der Sandzufuhr haben auch Kaninchen einen Einfluss auf die Populationsgröße. Die Populationsgröße von *E. maritimum* erreicht die höchsten Werte auf Inseln ohne Kaninchen und mit großen Gebieten geringer bis mäßiger Sandzufuhr. Auf Inseln mit erheblichem Kaninchen-Fraßdruck (Borkum, Memmert, Norderney, Baltrum und Minsener Oog) sind keine oder nur sehr kleine Bestände vorhanden. Im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer ist die Stranddistel ein Indikator für das Vorkommen charakteristischer Pflanzenarten in dynamischen Lebensräumen wie Weißdünen.

Summary

In Germany, including Lower Saxony, *Eryngium maritimum* (Sea Holly) is a highly endangered plant species protected by law. The species is known mainly from shifting dunes with *Ammophila arenaria* (EU habitat type 2120) and from younger calcareous soils of fixed coastal dunes with herbaceous vegetation (EU habitat type 2130). *Eryngium maritimum* was reported from all the large East Frisian Islands before 1900. The aim of this study was to re-map the distribution of this species along the coast of Lower Saxony, particularly in the Lower Saxon Wadden Sea National Park, and to record the habitats in which it occurs. Methods: *E. maritimum* was mapped with a mobile App-based geographic information system by rangers and other staff of the National Park Authority in 2020. On Spiekeroog, due to the large number of individual plants, mapping started in 2018. In addition, in 2022 some areas on the mainland not originally foreseen (i.e. Wangerland, Cuxhaven) were surveyed. The number of vegetative and flowering individuals were recorded. In general, shoots within 10 cm of each other were considered to be from a single plant, but sometimes a clear differentiation was not possible. To compare former and recent distribution, old records from the NLWKN (Lower Saxon agency for water bodies, flood protection and nature conservation) and the BfN (Federal Agency for Nature Conservation) were used. To determine the importance of sand accretion (wind-blown sand) to species distribution, relationships to coastal defence dunes as well as habitat types were studied. Results: *E. maritimum* is recorded from 73 standardised grid cells of about 1.2×1.8 km ("Minutenfelder"/grid cells) in Lower Saxony in the period 1981–2022. In more than 50% of these "Minutenfelder" (grid cells) with records between 1981–2015, *E. maritimum* was confirmed; it was firstly recorded in 16 of 73 "Minutenfelder" (grid cells). The measured population in Lower Saxony is over 55,000 individuals, with the largest numbers on the islands of Spiekeroog and Wangerooge. The most suitable habitats for the species were those characterised by low to moderate sand accretion. Thus, more than 75% of the plants occur in dunes without coastal defence measures or in areas seawards of the coastal defence measures. Dunes which form part of coastal defences are regularly planted more or less with *Ammophila arenaria* or *Calammophila baltica*. Regarding the dune series, 85% of the plants are found in the zone from the higher beach landwards to young grey dunes. With succession towards older grey and brown dunes the number of individuals declined. In contrast to the positive impact of sand accretion, rabbits have a negative impact on the population size of Sea Holly. The populations of Sea Holly were larger on islands without rabbits. On islands with high grazing pressure by rabbits (Borkum, Memmert, Norderney, Baltrum, Minsener Oog) no or only very few individuals of Sea Holly occurred.

Keywords: Dunes, dune series, dynamic dunes, *Eryngium maritimum*, Lower Saxon Wadden Sea National Park, sand dynamics, Sea Holly

1. Einleitung

Die Stranddistel, *Eryngium maritimum*, hat ein großes ursprüngliches Verbreitungsgebiet, das große Teile Europas und angrenzende Gebiete in Nordafrika und im Mittleren Osten umfasst. Die Art siedelt an den Küsten des Atlantiks, der Ostsee, des Mittelmeeres, des Schwarzen Meeres und des Asowschen Meeres. Nordwärts erreicht die Art Südnorwegen und im Nordosten den Bottnischen Meerbusen (ISERMANN & ROONEY 2014). In ihrem gesamten Verbreitungsgebiet kommt die Art nur in Küstengebieten vor (ISERMANN & ROONEY 2014), so ist *E. maritimum* in Deutschland nur an den Küsten der Nord- und Ostsee zu finden (BETTINGER et al. 2013). Die Stranddistel zählt zu den besonders geschützten Arten in Deutschland gemäß § 7 Abs. 2 Nr. 13 BNatSchG (THEUNERT 2008). Sie ist in Deutschland eine stark gefährdete (Rote-Liste-Kategorie 2) (METZING et al. 2018) und an der niedersächsischen Küste eine gefährdete Art (Rote-Liste-Kategorie 3) (GARVE 2004). In den Niederlanden ist die Häufigkeit der Art seit 1950 um 25–50 % zurückgegangen (NDFF 2015).

In Niedersachsen werden keine speziellen Artenschutzmaßnahmen ergriffen. Der Schutz der Stranddistel ist durch den Erhalt und die Entwicklung geeigneter Habitate, so auch durch die Unterschutzstellung der Gebiete als Nationalpark gegeben.

Der Anteil der deutschen Population am Weltbestand, die Lage im ursprünglichen Verbreitungsgebiet und die weltweite Gefährdung begründen eine nur „allgemeine Verantwortlichkeit“ Deutschlands für die Art (LUDWIG et al. 2007). Für den Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer ist die Verantwortlichkeit jedoch als hoch einzustufen, da die Art in Niedersachsen mit wenigen Ausnahmen nur im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer vorkommt. Ein Ziel dieser Untersuchung ist die Erfassung des aktuellen Bestandes im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer, um die Basis für eine Bewertung zukünftiger Entwicklungen zu erarbeiten. *Eryngium maritimum* ist eine kennzeichnende Pflanzenart für den EU-Lebensraumtyp 2120 „Weißdünen mit Strandhafer“ (SSYMANK et al. 2021), sowie in Niedersachsen für Biotoptypen (DRACHENFELS 2021), die dem LRT 2130 „Graudünen mit krautiger Vegetation“ (SSYMANK et al. 2021) zuzuordnen sind. Die Stranddistel ist somit aus Sicht des Artenschutzes von Interesse, und ist zur Charakterisierung von Biotop- und Lebensraumtypen von Bedeutung. Ziele dieser Untersuchung waren, herauszufinden, wie die Art an der niedersächsischen Küste verbreitet ist, und welche Standorte aktuell von der Art besiedelt werden.

1.1 Vorkommen von *Eryngium maritimum* in Niedersachsen und Randgebieten

Eryngium maritimum kommt auf fast allen Ostfriesischen Inseln vor und wurde auf den meisten Inseln vor 1900 nachgewiesen (Tab. 1). Bereits in der Vergangenheit kam *E. maritimum* nicht auf allen Inseln gleich häufig vor, so war die Art um 1880 sehr selten auf Borkum (BUCHENAU 1870, NÖLDEKE 1872) und in den Süddünen dieser Insel; immer nur mit wenigen Exemplaren vorhanden (BUCHENAU 1877, 1891). Die Art ist auch in jüngster Zeit auf Borkum an einigen Stellen verschwunden (JUNGHANS 2015). Auf Juist kam die Art in den südlichen Dünen und den Dünen auf dem Kalfamer zerstreut vor (BUCHENAU 1891), später jedoch in ziemlich hoher Anzahl auf dem Kalfamer und auf der Bill (LEEGE 1908). Auf dem geologisch noch jungen Hochsand Kachelot wurde die Art bis 2016 nicht nachgewiesen und erstmals 2021 gefunden (SCHULZE & OLTMANN 2021). Für Memmert wird die Art 1907 und 1912 angegeben (LEEGE 1913a, b). Auf Norderney war die Art um 1900 sehr häufig am Nordstrand (ANONYMOUS 1872, NÖLDEKE 1872, TANNEN 1913). Selten war sie auch auf Baltrum (FÖCKE 1873), so in den Dünen in der Mitte und im Nordwesten der Insel (BUCHENAU 1875). Auf Langeoog kam *E. maritimum* spärlich vor (BUCHENAU 1891). Auf Spiekeroog war die Stranddistel weit häufiger als auf den anderen Inseln, und im Norden der Insel am häufigsten, im Westen und Osten spärlicher vertreten (ANONYMOUS 1872). So kam die Art bereits um 1900 massenhaft auf Spiekeroog vor (ANONYMOUS 1872, NÖLDEKE 1872, BUCHENAU 1891, TANNEN 1913). Auf Wangerooge wurden Individuen von Norderney angepflanzt (MÜLLER 1839). Die Populationsgröße auf Wangerooge schwankte bereits früher, so waren 1868 und 1869 noch einzelne Exemplare vorhanden, um 1885 konnte die Art nicht mehr nachgewiesen werden (EILKER 1884, BUCHENAU 1891). Für Mellum erwähnt SCHÜTTE (1903), dass die Stranddistel im Watt angetrieben war. Auf Lütje Hörn wurde die Art 1951 nachgewiesen (TÜXEN 1952). *Eryngium maritimum* kommt auch weiter nördlich in Deutschland vor, so auf Scharhörn (TÜXEN & BÖCKELMANN 1957), auf der Düneninsel Helgolands (JUNGE 1911, ADOLPHI 2008) sowie auf Amrum und Sylt (KNUTH 1892, JUNGE 1911).

Tabelle 1. Frühe Nachweise der Stranddistel auf den Ostfriesischen Inseln.

Table 1. Early records of *Eryngium maritimum* on the East Frisian Islands.

Insel	Jahr und Quelle
Borkum	1870 (BUCHENAU 1870), 1871 (ANONYMOUS 1872), 1872 (NÖLDEKE 1872)
Memmert	1896 (LEEGE 1913a), 1907 (LEEGE 1913a), 1912 (LEEGE 1913b)
Kachelot	2021 (SCHULZE & OLTMANN 2021)
Lütje Hörn	1951 (TÜXEN 1952)
Juist	1786 (TANNEN 1913), 1871 (ANONYMOUS 1872)
Norderney	1786 (TANNEN 1913), 1844 (KOCH & BRENNECKE 1888), 1871 (ANONYMOUS 1872), 1872 (NÖLDEKE 1872)
Baltrum	1873 (FOCKE 1873), 1871 (ANONYMOUS 1872), 1873 (BUCHENAU 1875)
Langeoog	1873 (FOCKE 1873), 1875 (BUCHENAU 1875)
Spiekeroog	1786 (TANNEN 1913), 1844 (KOCH & BRENNECKE 1888), 1871 (ANONYMOUS 1872), 1872 (NÖLDEKE 1872)
Wangerooge	1786 (TANNEN 1913), 1844 (KOCH & BRENNECKE 1888), 1874 (BUCHENAU 1875), 1884 (MÜLLER 1885)
Minsener Oog	1977 (Kuhbier, zitiert nach PRINS et al. 1983)
Mellum	1914 (LEEGE 1915)

2. Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet umfasst die Küste von Niedersachsen, insbesondere das Gebiet des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer (Abb. 1) mit einer Gesamtfläche von rund 3.450 km², wovon 5,5 % terrestrische Lebensräume am Festland und den Inseln umfassen. Ausgeprägte Dünen-systeme sind in Niedersachsen nur auf den Ostfriesischen Inseln vorhanden. Die Stranddistel, *Eryngium maritimum*, wurde im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer mittels App-basiertem geographischen Informationssystem (ArcGIS Field Maps) punktgenau kartiert. Alle potenziellen Lebensräume fanden Berücksichtigung, zudem wurden aus der Vergangenheit bekannte Fundorte (NLWKN 2020) aufgesucht. Auf Baltrum sind aktuell nur Vorkommen im Ort bekannt, in allen anderen Gebieten wurden besiedelte Bereiche der Gemeinden und Städte bei der Kartierung nicht berücksichtigt, da es sich um synanthrope Vorkommen handelt. Die aktuelle Kartierung erfolgte überwiegend im Jahr 2020, wobei aufgrund der großen Anzahl der Individuen auf Spiekeroog bereits 2018 mit der Kartierung begonnen wurde. Ergänzend wurden 2022 noch nicht kartierte Gebiete im Wangerland und bei Cuxhaven aufgesucht. In Anlehnung an die Erfassung der Rote Liste Gefäßpflanzen Niedersachsen wurde die Anzahl der Individuen bzw. Sprosse insgesamt, die Bezugsflächengröße und in etwa für die Hälfte der Meldungen, die Anzahl der blühenden Individuen bzw. Sprosse erfasst. In 98 % der Meldungen wurde die absolute Anzahl der Individuen bzw. Sprosse kartiert, bei Angabe einer Kategorie (NLWKN 2004, Tab. 2) wurde der Median als Wert in der Auswertung verwendet.

Grundsätzlich wurden Sprosse mit einem Abstand von mehr als 10 cm als Individuum in Anlehnung an IEVINSH et al. (2020) erfasst, wobei trotz dieser Vorgabe Individuen teilweise nicht eindeutig unterschieden werden konnten und daher hier der Begriff Individuen/Sprosse verwendet wird.

Zum Vergleich der aktuellen Verbreitung (2018–2022) mit früheren Vorkommen dienten die Daten aus BETTINGER et al. (2013) auf Basis von Viertelquadranten (2,8 × 2,8 km) und des NLWKN (2020) auf Minutenfeldbasis (1,2 × 1,8 km), zudem ergänzend ältere punktgenaue Erfassungen der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Pro Minutenfeld (MF) wurde der Erstnachweis und der letzte Nachweis jeweils unterteilt in die Zeiträume 1981–2000, 2001–2015, 2016–2022; sowie die Zeitspanne von Nachweisen unterteilt in 1–10, 11–30 und 31–40 Jahre dargestellt.

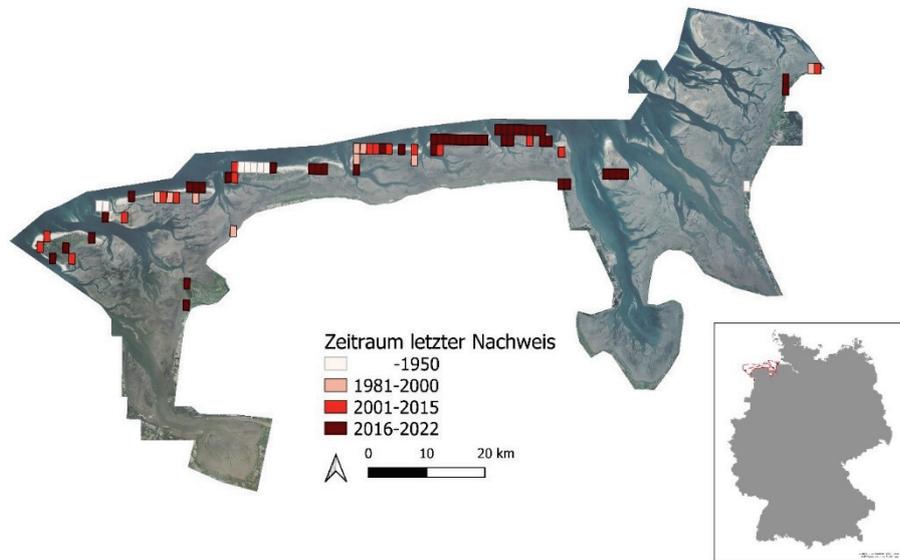


Abb. 1. Zeitraum des letzten Nachweises von *Eryngium maritimum* in einem Minutenfeld basierend auf Meldedaten des NLWKN (1980–2020) und der NLPVW (2018–2022), sowie Nachweisen aus BETTINGER et al. 2013 (vor 1950–2013), letztere auf Basis von TK4-Quadranten. Das Untersuchungsgebiet umfasst den Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer im Nordwesten Deutschlands (unten rechts).

Fig. 1. Time range of the last record of *Eryngium maritimum* in a grid cell (Minutenfeld) based on records of NLWKN (1980–2020) and of the Lower Saxon National Park Authority (2018–2022), as well as from BETTINGER et al. 2013 (before 1950–2013) based on TK4-Quadranten. The study area covers the Lower Saxon Wadden Sea National Park in north-western Germany (bottom right).

Tabelle 2. Erfassungskategorien mit Anzahl von Individuen (NLWKN 2004) sowie der bei Angabe einer Kategorie verwendete Median.

Table 2. Category of recording and corresponding number of individuals and shoots, respectively, according to NLWKN (2004) as well as the used median in case of recording in a category instead of the total counted number of individuals/shoots.

Kategorie	Individuen/Sprosse	Median
1	1	1
2	2–5	3
3	6–25	15
4	26–50	38
5	51–100	75
6	101–1000	550
7	1001–10000	5501
8	> 10000	10000

Um die Bedeutung der natürlichen Dynamik für die Art zu ermitteln, erfolgte per GIS-Analyse (QGIS 2022) der Vergleich der Vorkommen im Verhältnis zu Hochwasserschutzdünen bzw. Deichen (NLWKN 2021). Von den sogenannten gewidmeten Schutzdünen wurden nur solche Teile berücksichtigt, die sehr wahrscheinlich durch Hochwasserschutzmaßnahmen beeinflusst wurden, denn gewidmete Schutzdünen umfassen oft viel größere Bereiche, die aber mehr oder weniger nie von Hochwasserschutzmaßnahmen beeinflusst wurden.

Da sich die Standortbedingungen verschiedener Lebensraum- bzw. Biotoptypen (DRACHENFELS 2021) entlang der Dünenserie (Xeroserie) und außerhalb der Dünen unterscheiden, erfolgte per GIS-Analyse (QGIS 2022) der Vergleich der Gesamtanzahl von Individuen/Sprosse sowie des Verhältnisses von vegetativen und generativen Individuen/Sprossen pro Standort. Um den Einfluss von Kaninchen zu ermitteln, wurden Unterschiede der Individuenanzahl von *E. maritimum* pro Hektar getrennt nach Dünenlebensräumen zwischen Inseln ohne bzw. mit Kaninchen dargestellt.

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach BUTTLER et al. (2018), die der Pflanzengesellschaften nach RENNWALD (2000).

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Verbreitung

Die Stranddistel wurde zwischen 1981–2022 in 73 Minutenfeldern (MF) in Niedersachsen nachgewiesen (Abb. 1, Tab. 3), dabei erfolgten die meisten Erstnachweise (45 MF) im Zeitraum 1981–2000. Dieser Zeitraum entspricht dem hauptsächlichen Bearbeitungszeitraum des Pflanzenarten-Erfassungsprogramms in Niedersachsen (GARVE 2007). Zudem liegen Nachweise (12 MF) aus dem Zeitraum 2001–2015 vor; die aktuelle Kartierung der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer führte zu Erstnachweisen in weiteren 16 Minutenfeldern.

Unter Berücksichtigung von Nachweisen in Minutenfeldern, in denen die Art auch nach dem Jahr 2000 gemeldet wurde, zeigt sich, dass *Eryngium maritimum* recht beständig vorkommen kann. In mehr als 40 % der Minutenfelder ist die Art seit mehr als 30 Jahren dokumentiert (Tab. 3). Allerdings muss es sich nicht um dieselben Individuen handeln, da auf Minutenfeldbasis ausgewertet wurde. Denn einerseits ist *E. maritimum* eine langlebige Art, die durchschnittlich 10–15 Jahre, sogar bis zu 30 Jahre alt werden kann (EBERLE 1979, CURIE et al. 2007), andererseits kann sich die Population an optimalen Standorten durch Bildung neuer Pflanzen verjüngen und auf diese Weise über viele Jahre an einem Fundort vorhanden sein.

Tabelle 3. Erster und letzter Nachweis sowie Zeitspanne von Nachweisen in Minutenfeldern (MF) und prozentualer Anteil seit 1981. Die Zeitspanne der Nachweise berücksichtigt nur Vorkommen, die auch nach dem Jahr 2000 bekannt waren.

Table 3. First and last record as well as number of years (time range) of records in grid cells (Minutenfelder MF) and percentage since 1981. The time range considers only records, which are also known after 2000.

Zeitraum	1981–2000		2001–2015		2016–2022		n
	Anzahl MF	%	Anzahl MF	%	Anzahl MF	%	
Erstnachweis	45	62	12	16	16	22	73
Letzter Nachweis	9	12	16	22	48	66	73
Zeitspanne (Jahre)	1–10		11–30		31–40		
Nachweis-Zeitspanne	25	39	13	20	26	41	64

In 56 % der Minutenfelder (32 MF von 57 MF insgesamt), in denen die Art zwischen 1981–2015 nachgewiesen wurde, konnte die Art aktuell bestätigt werden. In 25 Minutenfeldern wurde die Art nicht wiedergefunden; manches Vorkommen ist wahrscheinlich erloschen. Beispielsweise gab es auf Borkum 2004 bis 2006 Vorkommen in den Graudünen des Kleinen Kaap, unmittelbar nahe der Strandpromenade, sowie an mehreren Stellen in den Dünen zwischen Kurkapelle und Kurpark (BÜSCHER 2009). Diese Fundorte wurden aktuell nicht bestätigt.

Auf der durch anthropogene Sandaufspülungen in den 1970er Jahren entstandenen Insel Minsener Oog wurde die Art 2001 letztmalig dokumentiert (FEDER 2002), kam aber wahrscheinlich noch bis um 2010 vor (Dietrich Frank, pers. Mitt.). Weiterhin konnte die aktuelle Kartierung in zwei TK4-Quadranten (Norderney und Wurster Nordseeküste) Nachweise von vor 1950 (BETTINGER et al. 2013) nicht bestätigen, dagegen bestätigte die aktuelle Kartierung die Art in vier anderen TK4-Quadranten (Borkum Nord und Ost, Kachelot, Norderney), in denen die Art letztmalig vor 1950 nachgewiesen wurde. Der Hochsand Kachelot ist noch nicht lagestabil; der Hochsand hat sich nach Südosten verlagert, sodass die höheren Sande von vor 1950 nicht mehr vorhanden sind. Im Jahr 2023 kamen 5 Individuen auf Kachelot vor.

3.2 Individuen/Sprosse, Populationsgröße

Die Populationsgröße in Niedersachsen beträgt aktuell mehr als 55.000 Individuen/Sprosse (Tab. 4). Die größte Population mit mehr als 40.000 Individuen/Sprosse ist auf Spiekeroog vorhanden, auf Wangerooge umfasst die Population mehr als 12.000 Individuen/Sprosse. Das größte Vorkommen am Festland liegt mit etwa 1.000 Individuen bei Schillig im Wangerland (nordwestlich von Wilhelmshaven). Die kleinsten (nicht synanthropen) Populationen auf den Ostfriesischen Inseln sind auf Borkum und Norderney (Tab. 4). Auf Baltrum sind aktuell nur synanthrope Vorkommen bekannt.

Tabelle 4. Anzahl der aktuell (2016–2022) kartierten Individuen/Sprosse in verschiedenen Teilgebieten. Aufgrund der teilweise in Kategorien geschätzten Abundanz, werden Minimum, Maximum und Median angegeben. Die Anordnung der Gebiete erfolgt von Südwest nach Nordost.

Table 4. Number of the recently (2016–2022) recorded individuals/shoots on different islands and mainland regions (Leybucht, Wangerland, Cuxhaven). Due to differences in recording methods information on the numbers of individuals/shoots is given as minimum, maximum and median. The areas are ordered from southwest to northeast.

	Borkum	Kachelot	Leybucht	Juist	Norderney	Baltrum	Langeoog	Spiekeroog	Wangerooge	Wangerland	Mellum	Cuxhaven	Gesamt
Minimum	14	6	3	268	3	112	694	40568	12755	879	12	23	55337
Maximum	17	6	3	268	3	131	694	40673	13448	996	12	23	56274
Median	15	6	3	268	3	121	694	40619	13091	936	12	23	55791

3.3 Standort

Optimale Standorte der Stranddistel sind durch Sanddynamik im Sinne von geringer bis mäßiger Sandakkumulation gekennzeichnet; Erosion und Sandabtrag werden von der Art nicht ertragen (ISERMANN & ROONEY 2014). Der Rückgang der Stranddistel ist oft durch den Verlust geeigneter Standorte bedingt, so beispielsweise verursacht durch Hochwasserschutzmaßnahmen, Küstenerosion oder Aufforstungen (ŁABUZ 2007). Sanddynamik ist natürlicherweise durch großräumige geomorphologische Gegebenheiten und Prozesse wie Sedimentströme im Meer bedingt. Daneben wird die Sanddynamik der Dünen anthropogen beeinflusst, da viele Dünengebiete als Hochwasserschutzdünen fungieren. Die Funktion von Hochwasserschutzdünen wird durch den Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) mittels verschiedener Maßnahmen wie Strandhaferpflanzungen oder Sandfangzäune erhalten. Dadurch werden die Dünen oft anthropogen überformt und die natürliche Dynamik meist herabgesetzt.

Mehr als 75 % der aktuellen Vorkommen der Stranddistel (Abb. 2) befinden sich in Gebieten ohne bzw. seawärts von Hochwasserschutzdünen. Auf Schutzdünen liegen nur 6 % der Vorkommen. Dies legt die Bedeutung von Sanddynamik für einen optimalen Standort der Art nahe. Eine Ausnahme bilden Vorkommen landwärts/wattseitig von Schutzdünen auf Wangerooge, die trotz ihrer Lage hinter Schutzdünen einer hohen Dynamik unterliegen. Hierbei handelt es sich um Standorte entlang einer Straße, die regelmäßig natürlicherweise, aber auch anthropogen bedingt, mit angewehtem Sand meist geringen Gehaltes organischer Substanz überdeckt werden bzw. im Osten der Insel um einen durch erodierende Dünen entstandenen wattseitig gelegenen Sandstrand.

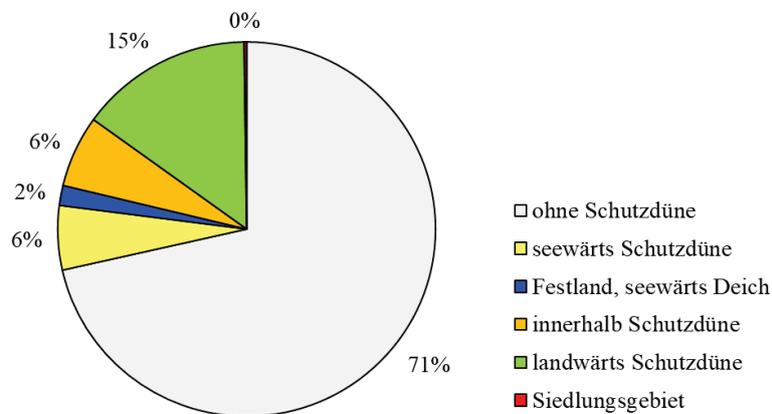


Abb. 2. Prozentualer Anteil der aktuell (2016–2022) kartierten Individuen/Sprosse im Bezug zu Hochwasserschutzdünen, Deichen und Siedlungsgebieten.

Fig. 2. Percentages of the recently (2016–2022) recorded individuals/shoots in relation e.g. to coastal protection dunes („Schutzdünen“). From the top: without coastal protection dune, seawards of coastal protection dune, mainland seawards dike, on coastal protection dunes, landward of coastal protection dune, urban area.

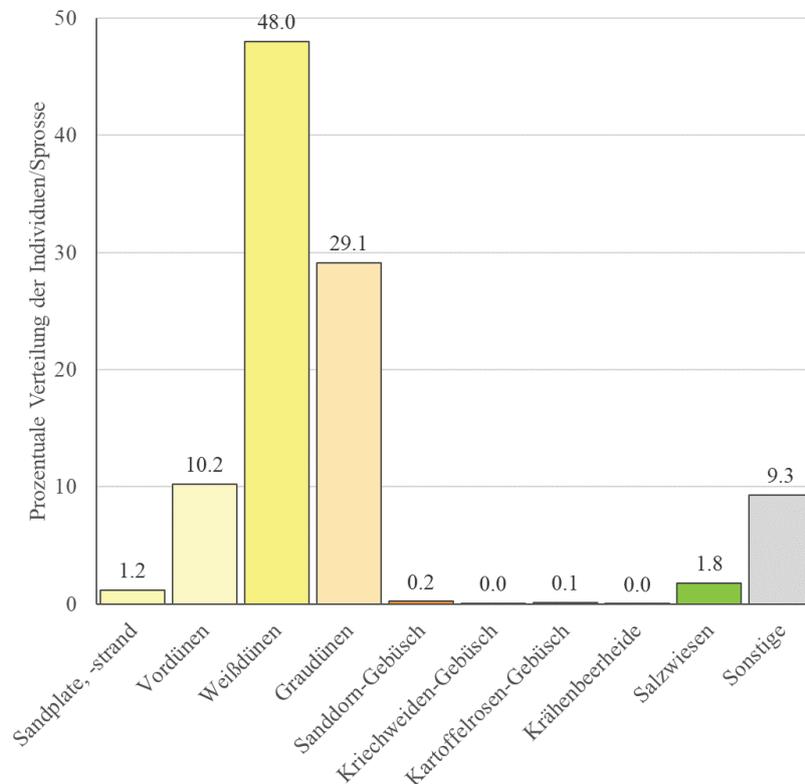


Abb. 3. Prozentuale Verteilung der Individuen/Sprosse auf Biotop- bzw. Lebensraumtypen. Von Links: Sandplate, -strand, Vordünen (FFH-Lebensraumtyp Code 2110), Weißdünen (FFH-Lebensraumtyp Code 2120), Graudünen (FFH-Lebensraumtyp Code 2130), Sanddorn-Gebüsch (FFH-Lebensraumtyp Code 2160), Kriechweiden-Gebüsch (FFH-Lebensraumtyp Code 2170), Kartoffelrosen-Gebüsch, Krähenbeerheide (FFH-Lebensraumtyp Code 2140), Salzwiesen (FFH-Lebensraumtyp Code 1330). Unter „Sonstige“ sind Vorkommen auf Küstenschutzbauwerken, in Hafengebieten, auf Verkehrs- und Lagerflächen zusammengefasst.

Fig. 3. Percentages of individuals/shoots in different habitats. From left: Beach, Embryonic shifting dunes (EU habitat type code 2110), Shifting dunes with *Ammophila* (EU habitat type code 2120), Fixed coastal dunes with herbaceous vegetation (EU habitat type code 2130), Dunes with *Hippophaë* (EU habitat type code 2160), Dunes with *Salix repens* (EU habitat type code 2170), *Rosa rugosa* scrub, Decalcified dunes with *Empetrum nigrum* (EU habitat type code 2140), Salt marsh (EU habitat type code 1330), Others (harbour areas, traffic areas, storage depots).

In Niedersachsen kommt *Eryngium maritimum* vor allem vom Strand landeinwärts bis in die Graudünen vor, dies sind bereits mehr als 85 % der Individuen/Sprosse (Abb. 3). Pflanzensoziologisch ist die Stranddistel eine Kennart des *Elymo-Ammophiletum* Br.-Bl. et De Leeuw 1936 (FFH Lebensraumtyp 2120), BRAUN-BLANQUET & DE LEEUW (1936) geben die Art in der Typusaufnahme an. Die Stranddistel ist in den Niederlanden oft vergesellschaftet mit *Calystegia soldanella*, *Phleum arenarium* (BRAUN-BLANQUET & DE LEEUW 1936), sowie mit *Euphorbia paralias* (WEEDA 1987), die seit 2012 auch an der niedersächsischen Küste nachgewiesen wurde (pers. Mitt. Andreas Vogel, Münster), hat ihr Hauptvorkommen jedoch im *Koelerion albescentis* Tx. 1937, einem Verband typisch für noch

junge Graudünen mit teilweise offenen Sandflächen und Sandflug (FFH Lebensraumtyp 2130). Die Stranddistel gehört damit zu den „Pflanzen des lockeren Sandes und der Dünen“ (Focke 1918).

Sobald die Sukzession in den Dünen voranschreitet, geht *E. maritimum* zurück. In den Dünen-Gebüsch (Hippophao-Salicetum arenariae Tx. 1937, FFH Lebensraumtyp 2160; Kriechweiden-Gebüsch des Salicion arenariae Weber 1999, FFH Lebensraumtyp 2170) und den Krähenbeerheiden (Hieracio-Empetretum Libbert ex Passarge 1964, FFH Lebensraumtyp 2140) ist die Art kaum noch vertreten. Geeignete Standorte findet die Art auch auf Küstenschutzbauwerken, in Hafengebieten, auf Verkehrs- und Lagerflächen, in denen sich Flugsande sammeln (Abb. 3).

Die Anzahl von Individuen/Sprossen pro Hektar auf den jeweiligen Lebensraumtyp bezogen (Abb. 5, Tab. 6), nimmt vom Strand, über die Vordünen zu den Weißdünen erheblich zu, und kommt auf den Weißdünen am häufigsten vor. In den Dünen-Gebüsch kommt die Art kaum noch vor. Über diese Dünenlebensräume hinweg, kommen auf Inseln ohne Kaninchen im Durchschnitt 28 Individuen/Sprosse pro Hektar vor. Die Stranddistel ist damit auf den Ostfriesischen Inseln ohne Kaninchen wesentlich häufiger als beispielsweise auf der Kurischen Nehrung (Litauen), wo 1975 durchschnittlich 19 Pflanzen pro Hektar und 2006 nur noch 6 Pflanzen pro Hektar nachgewiesen wurden (OLŠAUSKAS & URBONIENĖ 2008).

Der Anteil blühender Individuen/Sprosse erreicht am Strand mehr als 50% und beträgt in den Weiß- und Graudünen um die 75 %. Der prozentuale Anteil blühender Individuen ist vergleichsweise hoch, beispielsweise betrug der Anteil blühender Individuen insgesamt an der baltischen Küste Lettlands nur 20–40 % (IEVINSH et al. 2020), was möglicherweise auf klimatisch ungünstigere Bedingungen zurückzuführen ist.

Tabelle 5. Vorkommen von Kaninchen auf den Ostfriesischen Inseln (WALTER & KLEINEKUHLE 2008, KLEINEKUHLE et al. 2023), aktuelle Populationsgröße von *Eryngium maritimum*, und Fläche (ha) von Vor- und Weißdünen (FFH-Lebensraumtyp Code 2110 und Code 2120).

Table 5. Occurrence of rabbits on the East Frisian Islands, recent population size of *Eryngium maritimum*, and area (ha) of embryonic shifting dunes (EU habitat type code 2110) and shifting dunes with *Ammophila* (EU habitat type code 2120).

Insel	Vorkommen seit	Ausrottung	Keine Vorkommen	Erneute Einbringung	2022 Vorkommen Kaninchen	<i>Eryngium</i> Anzahl Individuen	Vor-Weißdünen (ha)
Borkum	1628	1869		unbekannt	ja	15	116
Memmert		1869		1919	ja	0	16
Kachelot	–	–			nein	6	6
Juist	1530	1869	1898	unbekannt	ja	268	107
Norderney	1620	1869	1898	unbekannt	ja	3	164
Baltrum	1652	1869		1962	ja	121	43
Langeoog	1636	1869	1898		nein	694	68
Spiekeroog	1636	1869	1880		nein	40619	88
Wangerooge		1869			nein	13091	23
Minsener Oog		1869			ja	0	7
Mellum	–	1869			nein	12	27

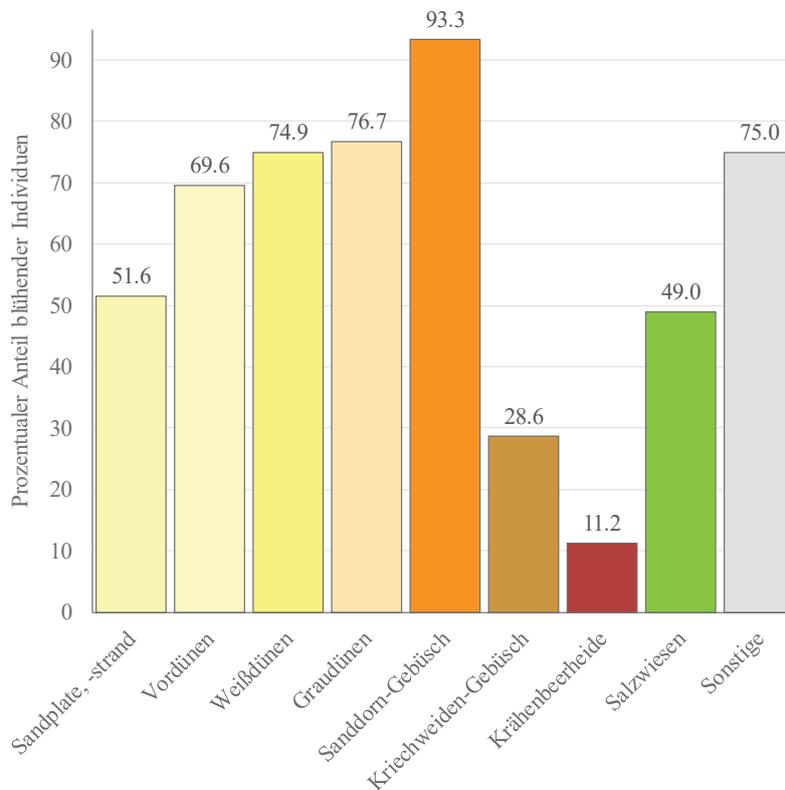


Abb. 4. Prozentualer Anteil blühender Individuen/Sprosse pro Biotyp. Von Links: Sandplate, -strand, Vordünen (FFH-Lebensraumtyp Code 2110), Weißdünen (FFH-Lebensraumtyp Code 2120), Graudünen (FFH-Lebensraumtyp Code 2130), Sanddorn-Gebüsch (FFH-Lebensraumtyp Code 2160), Kriechweiden-Gebüsch (FFH-Lebensraumtyp Code 2170), Kartoffelrosen-Gebüsch, Krähenbeerheide (FFH-Lebensraumtyp Code 2140), Salzwiesen (FFH-Lebensraumtyp Code 1330). Unter „Sonstige“ sind Vorkommen auf Küstenschutzbauwerken, in Hafengebieten, auf Verkehrs- und Lagerflächen zusammengefasst.

Fig. 4. Percentage of flowering plants/shoots in different habitats. Beach, Embryonic shifting dunes (EU habitat type code 2110), Shifting dunes with *Ammophila* (EU habitat type code 2120), Fixed coastal dunes with herbaceous vegetation (EU habitat type code 2130), Dunes with *Hippophaë* (EU habitat type code 2160), Dunes with *Salix repens* (EU habitat type code 2170), *Rosa rugosa* scrub, Decalcified dunes with *Empetrum nigrum* (EU habitat type code 2140), Salt marsh (EU habitat type code 1330), Others (harbour areas, traffic areas, storage depots).

Eryngium maritimum blüht zunehmend vom Strand landeinwärts bis in die Weiß- und Graudünen (Abb. 4). In fortgeschrittenen Sukzessionsstadien nimmt der prozentuale Anteil blühender Individuen ab. Der prozentual hohe Anteil blühender Individuen im Sanddorn-Gebüsch ist wahrscheinlich nur durch optimale Standortbedingungen zu erklären, konnte jedoch nicht mit dem Schutz vor Kaninchen in Zusammenhang gebracht werden. Wahrscheinlich handelt es sich um noch offene, niedrige Sanddornbestände mit ausreichender Lichtverfügbarkeit und mäßiger Übersandung. Doch auch an sonstigen Standorten wie Küstenschutzbauwerken kommt die Art bei ausreichender Zufuhr von frischem Seesand durchaus zur Blüte.

3.4 Kaninchen

Kaninchen wurden auf den ostfriesischen Inseln durch den Menschen eingebracht (KLEINEKUHLE et al. 2023), Vorkommen sind seit 1530 bekannt (KIFFE 1989) (Tab. 5), 1869 sollten Kaninchen auf allen Inseln ausgerottet werden, so dass gegen Ende des 19. Jahrhunderts die Kaninchen-Bestände auf einigen Inseln (Baltrum, Juist, Norderney bis auf wenige verwilderte Hauskaninchen, Langeoog; (SCHNEIDER 1898, KLEINEKUHLE et al. 2023) erloschen waren. Auf Memmert wurden 1919 (LEEGE 1935) ausgesetzt. Auf Baltrum gab es die Art um 1700 (KLEINEKUHLE et al. 2023), und wurden dort ab 1962 Kaninchen erneut ausgesetzt. Abgesehen von Langeoog, Spiekeroog, Wangeroog und Mellum, besiedeln Kaninchen heute wieder alle Inseln (WALTER & KLEINEKUHLE 2008). Auf Langeoog kamen vor einigen Jahren ausgesetzte Hauskaninchen im Ortsbereich vor, die zügig entnommen wurden (Jochen Runar, pers. Mitt.).

Einen wesentlichen Einfluss auf die Populationsgröße haben Kaninchen. So beschreibt bereits LEEGE (1935), dass *Eryngium maritimum* auf dem Memmert gefressen wurde; zudem wurde in der Vergangenheit vermutet, dass eine Zunahme der Stranddistel auf Spiekeroog mit dem Aufhören der Dünenbeweidung mit Vieh in Zusammenhang steht (BUCHENAU 1875). Andererseits wird die Stranddistel u.a. durch Beweidung gefährdet (BENGTSSON et al. 2009). Die floristische Zusammensetzung von Gesellschaften des *Koelerion albescentis* (FFH Lebensraumtyp 2130) werden durch Kaninchen beeinflusst und eine „blumenreiche“ Variante u.a. mit *E. maritimum* kommt nur auf Inseln ohne Kaninchen vor (KIFFE 1989).

Auf Inseln mit Kaninchen wie Borkum, Memmert, Norderney, Baltrum und Minsener Oog gibt es keine oder verhältnismäßig kleine Populationen von *E. maritimum*, obwohl es große Gebiete mit Vor- und Weißdünen gibt. Dieses Ergebnis bestätigt die Annahme, dass das Vorkommen von *E. maritimum* durch große Kaninchenpopulationen negativ beeinflusst wird. Dieser Zusammenhang könnte auch die Erklärung sein, dass die *Eryngium* Population, wie eingangs beschrieben, um 1900 auf Norderney deutlich größer war und auf Baltrum um 1875 auch außerhalb der Siedlung in den Dünen vorkam.

Die Populationsgröße von *E. maritimum* in Verbindung gesetzt mit der Fläche des Lebensraumtyps (Abb. 5, Tab. 5) zeigt, dass die Individuenzahl/ha auf Inseln ohne Kaninchen in Weißdünen am höchsten ist. Weißdünen sind somit der mit Abstand wichtigste Lebensraumtyp für Vorkommen der Stranddistel an der niedersächsischen Küste.

Auch auf Inseln mit Kaninchen kommt die Stranddistel vorallem in Lebensräumen vor, die aufgrund des noch nicht verfestigten Sandes für Kaninchenbauten ungeeignet sind, wie Strände, Vor- und Weißdünen. Hier haben die Kaninchen noch keinen Einfluss auf die Individuenanzahl. Zudem kommt die Stranddistel im Sanddorn-Gebüsch (*Hippophao-Salicetum arenariae* Tx. 1937) vor. Besonders deutlich wird der negative Einfluss der Kaninchen in Graudünen, die aufgrund des Bodens für Kaninchenbauten geeigneter sind, aber auch wegen der kurzrasigen Vegetationsstruktur von Kaninchen präferiert werden. Hier wird die Stranddistel durch die Kaninchen verdrängt.

Die Stranddistel kommt, wie in Kap. 3.4 gezeigt, vor allem in den jüngeren Sukzessionsstadien der Dünen vor, deren Vegetationsdecke noch verhältnismäßig offen ist. Die optimale Bedeckung der Grasschicht beträgt etwa 40–70 %. In offeneren als auch in dichter bewachsenen Bereichen geht die Abundanz der Stranddistel zurück (OLŠAUSKAS & URBONIENĖ 2008). Die Bedeutung offener Standorte für das Vorkommen der Art hebt auch BURMESTER (2007) hervor.

Tabelle 6. Individuenanzahl/Hektar zwischen Inseln ohne bzw. mit Kaninchen pro Biotoptyp, in denen die Stranddistel hauptsächlich vorkommt.

Table 6. Number of plants/ha between islands without and with rabbits, respectively, and separately shown for the main habitats of the species. From top: beach, Embryonic shifting dunes, Shifting dunes with *Ammophila*, Fixed coastal dunes with herbaceous vegetation, Dunes with *Hippophaë*, Dunes with *Salix repens*.

Biotoptyp/Lebensraumtyp	FFH-Lebensraumtyp Code	Individuen/ha ohne Kaninchen	Individuen/ha mit Kaninchen
Sandplate, - strand	–	0,319	0,001
Vordünen	2120	9,189	0,011
Weißdünen	2120	136,123	0,015
Graudünen	2130	19,701	0,000
Sanddorn-Gebüsch	2160	1,713	0,014
Kriechweiden-Gebüsch	2170	0,150	0,000

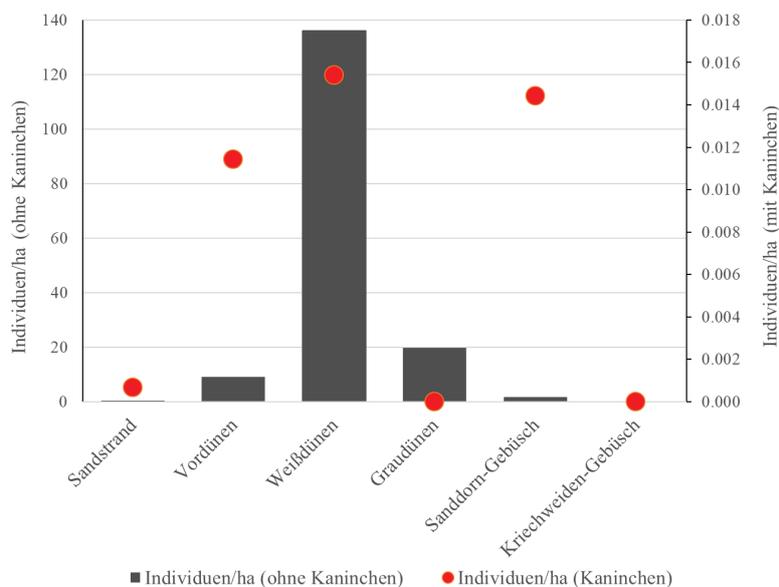


Abb. 5. Individuenanzahl/Hektar zwischen Inseln ohne bzw. mit Kaninchen pro Biotoptyp, in denen die Stranddistel hauptsächlich vorkommt.

Fig. 5. Number of plants/ha between islands with and without rabbits, respectively, and separately shown for the main habitats of the species. From left: Beach, Embryonic shifting dunes (EU habitat type code 2110), Shifting dunes with *Ammophila* (EU habitat type code 2120), Fixed coastal dunes with herbaceous vegetation (EU habitat type code 2130), Dunes with *Hippophaë* (EU habitat type code 2160), Dunes with *Salix repens* (EU habitat type code 2170).

4. Ausblick

Die Stranddistel ist für den Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer eine charakteristische Pflanzenart von Standorten, die grundlegend der natürlichen Dynamik unterliegen. Ihr Verbreitungsbild sowie die historische Bestandsentwicklung zeigen auf, dass der Schutzansatz im Nationalpark „Natur Natur sein lassen“ in idealtypischer Weise ein Fortbestehen der typischen Charakterart erlaubt. Grundsätzlich lässt sich das Vorkommen der Stranddistel durch die abiotischen Habitateigenschaften in ihrer natürlichen Dynamik sowie das Vorkommen von Kaninchen als von extern eingeführter Begrenzungsfaktor erklären. Inseln mit ausgedehnten Weißdünen und ohne Kaninchen wie z. B. Spiekeroog haben daher große Populationen der Stranddistel. Allerdings spielen weitere Faktoren eine Rolle, denn Langeoog hat ebenfalls keine Kaninchen und viele Weißdünen, doch nur wenige Stranddisteln. Möglicherweise ist dies durch eine historisch kleine Populationsgröße bedingt, könnte aber auch durch einen, im Vergleich zu Spiekeroog, schmalen Weißdüngürtel oder intensivere Hochwasserschutzmaßnahmen erklärt werden. Die tatsächlichen Gründe können im Rahmen dieser Arbeit nicht geklärt werden. Die Studie zum Vorkommen der Stranddistel im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer zeigt die Bedeutung des Schutzes sich selbst organisierender Habitate und Lebensräume für den Schutz und dauerhaften Erhalt charakteristischer Pflanzenarten mit komplexen Anpassungserfordernissen auf großer Fläche eindrucksvoll auf.

Beiträge der Autorinnen/Autoren zum Artikel

Niels Biewer, Onno K. Gent, Frauke Gerlach, Markus Großewinkelmann, Mathias Heckroth, Sebastian Keller, André Kramer, Annette Müller, Frank Penner, Simon Potthast, Christopher Riechmann, Jochen Runar, Lars Scheller, Karla Schulze kartierten die Stranddistel im Untersuchungsgebiet. Maïke Isermann wertete vorhandene Daten aus und erarbeitete den Text. Meike Bremenkamp übernahm wesentliche Arbeiten im Geographischen Informationssystem. Peter Südbeck und Bernd Oltmanns waren Initiatoren der Studie und beteiligten sich kritisch an der Texterarbeitung. Alle Autoren und Autorinnen haben die Endfassung gelesen.

Danksagung

Wir bedanken uns für die Zusammenstellung der NLWKN Erfassungsdaten von *E. maritimum* bei Michael Hauck, für persönliche Mitteilungen über das Vorkommen bei Dietrich Frank, Enno Janßen und Claudia Thorenmeier, für die englischsprachliche Überarbeitung bei John Houston und den beiden Gutachter*innen für ihre Hinweise und Ergänzungen.

ORCID iD

Maïke Isermann  <https://orcid.org/0000-0002-4013-3241>

Literatur

- ADOLPHI, K. (2008): Neues zur Flora von Helgoland. – Braunschweig. Geobot. Arb. 9: 9–19.
ANONYMOUS (1872): Aufzählung und Beurteilung der auf den ostfriesischen Inseln bis jetzt beobachteten phanerogamischen und cryptogamischen Gefäßpflanzen. – Abh. Naturwiss. Ver. Brem. 3: 125–198.

- BENGTSSON, O., APPELQVIST, T. & LINDHOLM, M. (2009): Åtgärdsprogram för martorn 2008–2012 (*Eryngium maritimum*) (Aktionsprogramm für die Stranddistel 2008–2012) [in Schwedisch]. – Naturvårdsverket Rapport 5940: 1–33. Bromma, Sweden.
- BETTINGER, A., BUTTLER, K.P., CASPARI, S., KLOTZ, J., MAY, R. & METZING, D. (Red.) (2013): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Griebisch & Rochol, Bonn - Bad Godesberg: 912 pp.
- BRAUN-BLANQUET, J. & DE LEEUW, W.C. (1936): Vegetationsskizze von Ameland. – Nederlandsch. Kruidkundig. Archief 46: 359–393.
- BUCHENAU, F. (1870): Bemerkungen über die Flora der ostfriesischen Inseln, namentlich der Insel Borkum. – Abh. Naturwiss. Ver. Brem. 2: 201–216.
- BUCHENAU, F. (1875): Weitere Beiträge zur Flora der Ostfriesischen Inseln. – Abh. Naturwiss. Ver. Brem. 4: 217–277.
- BUCHENAU, F. (1877): Zur Flora von Borkum. – Abh. Naturwiss. Ver. Brem. 5: 511–522.
- BUCHENAU, F. (1891): Flora der Ostfriesischen Inseln. – Verlag H. Braams, Norden: 176 pp.
- BÜSCHER, D. (2009): Beiträge zur Flora der Nordseeinsel Borkum. – Abh. Westfäl. Provinzial-Mus. Naturkd. 71: 3–96.
- BURMESTER, A. (2007): Zur Bestandssituation von *Eryngium maritimum* L. an der Ostseeküste Schleswig-Holsteins. – Florist. Rundbr. 40: 63–75.
- BUTTLER, K.P., MAY, R. & METZING, D. (2018): Liste der Gefäßpflanzen Deutschlands. Florensynopse und Synonyme. – BfN-Skripta 519: 1–286.
- CURIE, C.M., STABBETORP, O.E. & NORDAL, I. (2007): *Eryngium maritimum*, biology of a plant at its northernmost localities. – Nordic J. Bot. 24: 617–628. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2004.tb01647.x>
- DRACHENFELS, O. VON (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 Landschaftspfl. Niedersachs. 4: 1–336.
- EBERLE, G. (1979): Unsere Stranddistel (*Eryngium maritimum*). Zur Lebensgeschichte einer stark gefährdeten Pflanze. – Verh. Natur Heimat Naturhist. Mus. 16: 73–94.
- EILKER, G. (1884): Flora der Nordseeinseln Borkum, Juist, Nordernei, Baltrum, Langeoog, Spiekeroog, Wangeroog. – W. Hahnel, Emden/Borkum: 29 pp.
- FEDER, J. (2002): Die wildwachsenden Farn- und Blütenpflanzen des Landkreises Friesland. – Drosera 2002: 177–200.
- FOCKE, W.O. (1873): Beiträge zur Kenntnis der Flora der ostfriesischen Inseln. – Abh. Naturwiss. Ver. Brem. 3: 305–323.
- FOCKE, W.O. (1909): Die Vegetation der Dünen und des Strandes auf Wangeroog. – Abh. Naturwiss. Ver. Brem. 19: 509–519.
- FOCKE, W.O. (1918): Die nordwestdeutsche Küstenflora. – Flora Allg. Bot. Ztg. 111/112: 282–293.
- GARVE, E. (2004): Rote Liste und Florenliste der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Brem. 5. Fassung. Stand 1.3.2004. – Informationsd. Naturschutz Niedersachs. 1/2004: 1–76.
- GARVE, E. (2007): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Brem. – Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. 43: 1–507.
- HAESELER, V. (1988): Entstehung und heutiger Zustand der jungen Düneninseln Memmert und Mellum sowie Forschungsprogramm zur Besiedlung durch Insekten und andere Gliederfüßer. – Drosera 1988: 5–46.
- IEVINSH, G., ANDERSONE-OZOLA, U. & SAMSONE, I. (2020): Demographics of an endangered coastal plant, *Eryngium maritimum*, near the northeast border of the distribution range in relation to clonal growth. – Environ. Exp. Biol. 18: 117–127.
- ISERMANN, M. & ROONEY, P. (2014): Biological Flora of the British Isles: *Eryngium maritimum*. – J. Ecol. 102: 789–821. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12243>
- JUNGE, P. (1911): Bemerkungen zur Gefäßpflanzenflora der Inseln Sylt, Amrum und Helgoland. – Schr. Naturwiss. Ver. Schlesw.-Holst. 15: 307–320.
- JUNGHANS, T. (2015): Zur Verbreitung der Strand-Distel (*Eryngium maritimum*) auf Borkum (Ostfriesische Inseln, Niedersachsen). – Florist. Rundbr. 48/49: 109–117.
- KIFFE, K. (1989): Der Einfluß der Kaninchenbeweidung auf die Vegetation am Beispiel des Straußgras-Dünenrasens der Ostfriesischen Inseln. – Tuexenia 9: 283–291.

- KLEINEKUHLE, J., BACH, L., DONNING, A. & BERNIS, S. (2023): Die freilebenden Säugetiere (*Mammalia*) der Ost- friesischen Inseln unter besonderer Berücksichtigung der Insel Norderney, der Raubsäuger (*Carnivora*) und der Fledermäuse (*Chiroptera*). – Abh. Naturwiss. Ver. Brem. 48: 1–19.
- KNUTH, P.E.O.W. (1892): Die Pflanzenwelt der nordfriesischen Inseln. – Schr. Naturwiss. Ver. Schlesw.-Holst. 9: 69–109.
- KOCH, H. & BRENNECKE, F. (1888): Flora von Wangerooge. – Abh. Naturwiss. Ver. Brem. 10: 61–73.
- ŁABUZ, T.A. (2007): Evaluation of past and present sea holly (*Eryngium maritimum*) habitats on Polish coastal dunes. – Acta Univ. Latv. 723: 99–114.
- LEEGE, O. (1908): Ein Beitrag zur Flora der ostfriesischen Inseln. – Abh. Naturwiss. Ver. Brem. 19: 313–322.
- LEEGE, O. (1913a): Der Memmert. Eine entstehende Insel und ihre Besiedelung durch Pflanzenwuchs. – Abh. Naturwiss. Ver. Brem. 21: 283–327.
- LEEGE, O. (1913b): Weitere Nachträge zur Flora der Ostfriesischen Inseln. – Abh. Naturwiss. Ver. Bremen 21: 412–425.
- LEEGE, O. (1915): Mellum. – Festschr. Naturforsch. Ges. Emden: 161–163.
- LEEGE, O. (1935): Werdendes Land in der Nordsee. – Schr. Dtsch. Naturkundever. N. F. 2: 1–84.
- LUDWIG, G., MAY, R. & OTTO, C. (2007): Verantwortlichkeit Deutschlands für die weltweite Erhaltung heimischer Farn- und Blütenpflanzen. – BfN-Skripten 220: 1–102.
- METZING, D., GARVE, E., MATZKE-HAJEK, G. ... ZIMMERMANN, F. (2018): Rote Liste und Gesamtartenliste der Farn- und Blütenpflanzen (*Trachaeophyta*) Deutschlands. – In: METZING, D., HOFBAUER, N., LUDWIG, G. & MATZKE-HAJEK, G. (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. – Naturschutz Biol. Vielfalt 70 (7): 13–358.
- MÜLLER, F. (1885): Beiträge zur oldenburgischen Flora. – Abh. Naturwiss. Ver. Brem. 9: 103–113.
- MÜLLER, K. (1839): Flora der Insel Wangerooge. – Flora Allg. Bot. Ztg 22: 609–624.
- NDFD (2015): NDFD Verspreidingsatlas. 20 november 2015. – URL: <http://verspreidingsatlas.nl>.
- FLORON (2014). Verspreidingsatlas planten. 13 mei 2016. – URL: <https://www.verspreidingsatlas.nl/planten> [Zugriff am 24.07.2023].
- NLWKN (NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ) (2004): Meldebogen für Arten der Roten Liste Gefäßpflanzen eines Gebietes. – URL: https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/21787/RLG-Bogen_Meldebogen_fuer_Arten_der_Roten_Liste_Gefaesspflanzen_pdf [Zugriff am 11.01.2023].
- NLWKN (NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ) (2020): Umweltinformationssystem. – URL: <https://intra.uis.nlwkn.niedersachsen.de> [Zugriff am 11.01.2023].
- NLWKN (NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ) (2021): Hochwasserschutzdünen. – URL: www.nlwkn.niedersachsen.de/opendata [Zugriff am 31.12.2021].
- NÖLDEKE, C. (1872): Flora der ostfriesischen Inseln mit Einschluss von Wangeroog. – Abh. Naturwiss. Ver. Brem. 3: 93–124.
- PRINS, D., KUHBIER, H., PEDERSEN, A., MENNEMA, J. & WEEDA, E.J. (1983): Main list with indigenous or naturalized phanerogams and pteridophytes of the Wadden Sea area. – In: DIJKEMA, K.S. & WOLFF, W.J. (Eds.): Flora and vegetation of the Wadden Sea islands and coastal areas: Report 9: 323–339. Balkema, Rotterdam.
- OLŠAUSKAS, A.M. & URBONIENĖ, R. (2008): State of *Eryngium maritimum* L. population on the Curonian Spit coastal dunes. – Environ. Res. Eng. Manag. 2: 69–74.
- QGIS (2022): QGIS Geographic Information System. 3.22.8. – Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>.
- RENNWALD, E. (2000): Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskd. 35: 1–820.
- SCHNEIDER, O. (1898): Die Tierwelt der Nordsee-Insel Borkum unter Berücksichtigung der von den übrigen ostfriesischen Inseln bekannten Arten. – Abh. Naturwiss. Ver. Brem. 16: 1–174.
- SCHÜTTE, H. (1903): Ein neu entstandenes Düneneiland zwischen Außenjade und Außenweser. – Jahrb. Ver. Unterweser 4: 31–42.
- SCHULZE, K. & OLTMANN, B. (2021): Gefäßpflanzenarten der Kachelot-Plate. – Unveröff. Manuskript, Nationalpark Verwaltung Niedersachs. Wattenmeer.

- SSYMANK, A., ELLWANGER, G., ERSFELD, M., FERNER, J., LEHRKE, S. MÜLLER, C., RATHS, U., RÖHLING, M. & VISCHER-LEOPOLD, M. (2021): Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (2009/147/EG); Band 2.1: Lebensraumtypen der Meere und Küsten, der Binnengewässer sowie der Heiden und Gebüsche. – Naturschutz Biol. Vielfalt 172 (2.1): 1–795. <https://doi.org/10.19213/971722>
- TANNEN, J.H. (1913): Von einigen Pflanzen auf den Ostfriesischen Inseln. – Abh. Naturwiss. Ver. Brem. 21: 426–433.
- THEUNERT, R. (2008): Verzeichnis der in Niedersachsen besonders oder streng geschützten Arten – Schutz, Gefährdung, Lebensräume, Bestand, Verbreitung. Stand 1. November 2008, Teil A: Wirbeltiere, Pflanzen und Pilze. – Informationsd. Naturschutz Niedersachs. 28: 69–141.
- TÜXEN, R. (1952): Lütje Hörn - die Vegetation einer alten ostfriesischen Sandbank. – Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem. N. F. 3: 109–112.
- TÜXEN, R. & BÖCKELMANN, W. (1957): Scharhörn, die Vegetation einer jungen ostfriesischen Vogelinsel. – Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem. N. F. 6/7: 183–204.
- WALTER, G. & KLEINEKUHLE, J. (2008): Die Landsäuger der Ostfriesischen Inseln (Mammalia). – In: NIEDRINGHAUS, R., HAESELER, V. & JANIESCH, P. (Eds.): Die Flora und Fauna der Ostfriesischen Inseln. – Schriftenr. Nationalpark Niedersachs. Wattenmeer 11: 441–445.
- WEEDA, E.J. (1987): Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties. IVN. – Haarlem, Amsterdam, The Netherlands: 304 pp.