
Das Schmalblättrige Greiskraut – ein botanischer Neubürger am Strand, in der Düne und Salzwiese

The narrow leafed ragwort – an alien plant on the beach, dunes and salt marshes

Markus Prinz und Holger Freund

Zusammenfassung

Die zunehmende Verbreitung von gebietsfremden Arten wird als zweithäufigste Ursache für den weltweiten Biodiversitätsverlust genannt. Das Schmalblättrige Greiskraut (*Senecio inaequidens*) ist eine solche gebietsfremde Art, wobei die Invasivität der Art noch nicht abschließend geklärt ist. Auf der Insel Spiekeroog wurden im Jahr 2018 die Verbreitung sowie die betroffenen Lebensräume der Art erfasst. Dabei konnte eine deutliche Ausbreitung im Vergleich zu den Jahren 2001/2002 beobachtet werden. Die Wuchsorte lagen in den Dünen, erstmals konnte auch die Besiedlung von Lebensräumen am Strand und in den Salzwiesen nachgewiesen werden. Ob ein Management der Art notwendig ist, lässt sich nicht abschließend klären.

North Sea, Spiekeroog, Küstenökosysteme, Neophyta

Abstract

The increasing spread of alien species is the second most mentioned cause for the loss of biodiversity. The narrow-leaved ragwort (*Senecio inaequidens*) is such an alien species, although the invasiveness has not yet been finally determined. On the island of Spiekeroog, the distribution and the affected habitats were mapped in 2018. A significant spread compared to 2001/2002 was approved, with sites located in the dunes and, for the first time, evidence was provided for the colonisation of beach and salt marsh habitats. The question of whether management of the species is necessary to protect island habitats cannot be finally assessed.

North Sea, Spiekeroog, Coastal ecosystems, Invasive species

doi: 10.23766/NiPF.202301.04

Einleitung

Mit zunehmender Globalisierung nimmt auch die Verbreitung gebietsfremder Arten zu, die wiederum negative Auswirkungen auf die heimische biologische Vielfalt haben können. Das Ver- und Ausbreiten von gebietsfremden Arten wird nach dem Lebensraumverlust als zweithäufigste Ursache für den Verlust der Biodiversität angesehen (Butchart et al. 2010).

An der niedersächsischen Küste liegt der Nationalpark Wattenmeer, welcher aufgrund seiner Vielfalt an Lebensräumen vielen seltenen und bedrohten Arten eine Heimat bietet. Die Ostfriesischen Inseln sind hierbei ein Hotspot der Biodiversität und in diesem hoch dynamischen Lebensraum sind vor allem sehr spezialisierte Tier- und Pflanzenarten zu finden (Petersen & Pott 2005). Wandern in diese räumlich begrenzten und von Meerwasser umgebenen Gebiete nun gebietsfremde Arten ein, haben heimische Arten aufgrund der mehr oder weniger isolierten Lage meist nicht die Möglichkeit in andere Lebensräume auszuweichen und können auf Dauer verdrängt werden (Pyšek et al. 2020, Pyšek & Richardson 2006, Gurevitch & Padilla 2004). Ein intensives Monitoring ist in diesen besonders schützenswerten Lebensräumen

notwendig, um rechtzeitig potenziell schädliche Arten zu identifizieren und geeignete Managementmaßnahmen einzuleiten.

Zu Beginn der 2000er Jahre wurde erstmals auf allen Ostfriesischen Inseln das Vorkommen gebietsfremder Arten erfasst und bewertet. Insgesamt wurden 62 nicht heimische Pflanzenarten dokumentiert und das Kaktusmoos (*Campylopus introflexus*), die Kartoffelrose (*Rosa rugosa*), der Japanknöterich (*Fallopia japonica*), die Spätblühende Traubekirsche (*Prunus serotina*) und das Nadelkraut (*Crassula helmsii*) als invasiv eingestuft. Neben diesen bereits bekannten invasiven Arten wurde von Hahn (2006) die schnelle Ausbreitung von *Senecio inaequidens* als „beunruhigend“ beschrieben und empfohlen, dass die weitere Ausbreitung der Art „sehr aufmerksam verfolgt“ werden sollte (Hahn 2006). In dieser Arbeit soll daher die Ausbreitung von *Senecio inaequidens* seit der Kartierung von Hahn (2006) am Beispiel der Insel Spiekeroog aufgezeigt werden. Im Weiteren sollen die bislang besiedelten Lebensräume aufgezeigt und mögliche Naturschutzkonflikte diskutiert werden.



Theoretischer Hintergrund

Was ist ein „botanischer Neubürger“?

Die in Deutschland vorkommenden Pflanzenarten können in heimische Arten und in gebietsfremde Arten unterteilt werden. Heimische Arten haben sich hierbei ohne Hilfe des Menschen seit der letzten Kaltzeit angesiedelt oder haben sich aus diesen im Laufe der Zeit vor Ort evolutiv entwickelt. Gebietsfremde Pflanzenarten hingegen wurden mithilfe des Menschen verbreitet und werden auch Neophyten genannt oder umgangssprachlicher als botanische Neubürger bezeichnet. Neben einer erfolgreichen Einwanderung müssen gebietsfremde Arten zudem ohne Hilfe des Menschen überleben, sich erfolgreich fortpflanzen und neue Gebiete besiedeln, um dauerhaft in diesen neuen Lebensräumen vorkommen zu können (Kowarik 2010). Die meisten gebietsfremden Arten fügen sich problemlos in die bestehenden Artengemeinschaften ein. Dies trifft jedoch nicht auf alle Arten zu, einige verursachen Schäden an Ökosystemen, verändern aktiv Umweltbedingungen oder haben negative Auswirkungen auf die Biodiversität; diese Arten werden dann als invasive Arten bzw. invasive Neophyten bezeichnet (Kowarik 2010, Nehring et al. 2013). Darüber hinaus können gebietsfremde Arten auch ökonomische Schäden verursachen oder negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben, diese beiden Punkte fließen jedoch nicht in die naturschutzfachliche Bewertung ein (Essl et al. 2008). Für einen vorbeugenden Naturschutz ist es daher wichtig zu wissen, welche Arten schädlich sind und welche nicht. Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) nutzt hierfür ein Listeninstrument, welchem eine Invasivitätsbewertung jeder Art vorangeht (Nehring et al. 2013). Für die Arten auf der sogenannten Schwarzen-Liste wurde hierbei die Invasivität belegt und es werden bereits konkrete Managementempfehlungen gegeben. Für Arten auf der sogenannten Grauen-Liste besteht der begründete Verdacht, dass diese Arten invasiv sein könnten, so dass sie als „potenziell invasiv“ bezeichnet werden.

Artporträt von *Senecio inaequidens*

Das Schmalblättrige Greiskraut (*Senecio inaequidens*) ist ein gelbblühender Halbstrauch aus der Familie der Korbblütengewächse (Abbildung 1). Die Blätter sind bei diesem Greiskraut 1-4 mm breit, linealisch bis schmal-lanzettlich und am Rand leicht gesägt bis gelappt sowie am Grund halb stängelumfassend. Die Blütenköpfe sind im Durchmesser zwischen 1,8 bis 2,5 cm groß. Die ersten Blüten können hierzulande bereits im Mai gesichtet werden, die Art blüht dann bis in den Dezember hinein (Kuhbier 1996, Ernst 1998, Lachmut et al. 2010, Heger & Böhmer 2005, Lachmuth et al. 2018). Ein einzelnes Individuum kann innerhalb einer Vegetationsperiode zwischen 10.000 und 280.000 Samen ausbilden (Lopez-Garcia & Maillet 2005, Lachmuth et al. 2018). Die Samen wiederum können noch in derselben Vegetationsperiode keimen, auswachsen und erneut Blüten sowie Samen bilden. Die Samen sollen darüber hinaus 30 bis 40 Jahre keimungsfähig bleiben.

Ursprünglich kommt das Schmalblättrige Greiskraut aus Südafrika und ist über Wollimporte Ende des 19. Jahrhunderts nach Europa gelangt. Eine verstärkte Ausbreitung der Art wird seit den 1950er Jahren beobachtet (Heger & Böhmer 2005). So beschreiben Werner et al. (1991) für die 1980er Jahre, dass bisher bei keiner anderen Art eine so schnelle und massenhafte Ausbreitung beobachtet werden konnte.

Während *S. inaequidens* bis ins Jahr 1993 nicht im Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden konnte (Bröning et al. 1993), gilt sie seit 1996 auf allen Ostfriesischen Inseln als etabliert (Kuhbier & Weber 2003). Auf Spiekeroog konnte sie Anfang der 2000er Jahre an 21 Standorten nachgewiesen werden (Hahn 2006). Die potenziell invasive Art wird bis heute vom BfN nur auf der Grauen-Liste geführt, daraus resultiert keine rechtliche Verpflichtung für ein Artmanagement (Nehring et al. 2013).



Abbildung 1: *Senecio inaequidens* (Spiekerooger Ostplate)

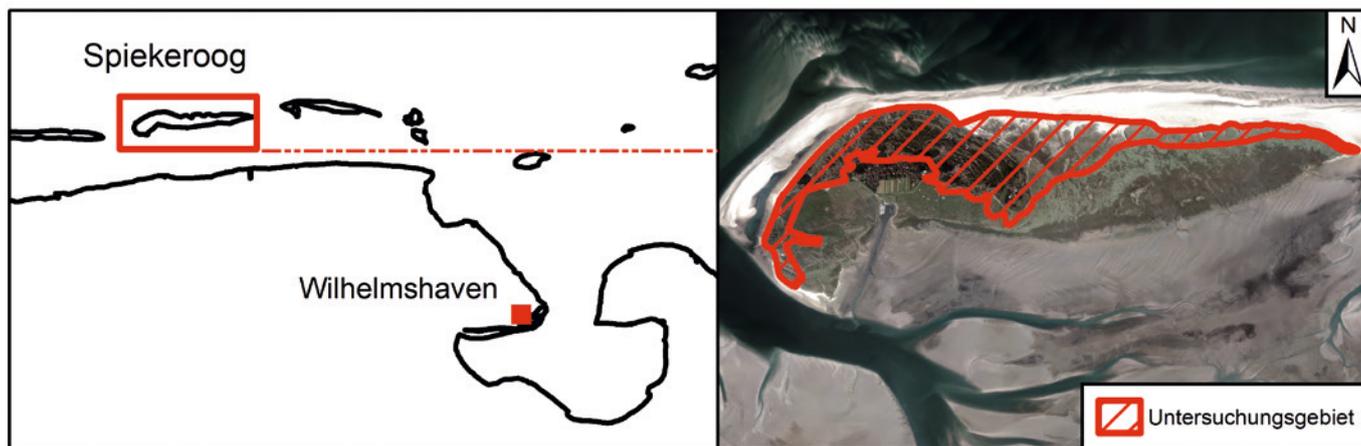


Abbildung 2: Lage des Untersuchungsgebietes auf Spiekeroog. Quelle Luftbild: NLVP 2016

Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt auf der Ostfriesischen Insel Spiekeroog und umfasst den Strand, die Dünen im Westen sowie im Osten der Insel und den oberen Bereich der Salzwiesen (Abbildung 2). Spiekeroog ist die viertgrößte Insel der ostfriesischen Inselkette und liegt ca. 6,5 km vom Festland entfernt. Räumlich lässt sie sich in zwei Bereiche gliedern: in einen älteren westlichen Teil und einen jüngeren östlichen Teil. Im Westen der Insel findet man einen gut ausgebildeten älteren Dünenkern mit einem Mosaik aus Grau- und Braundünen. Diese zeichnen sich durch einen Bewuchs mit Gras- und Flechtenfluren sowie Zwergstrauchheiden aus (Streif 1990, Niedringhaus et al. 2008). Die ältesten Dünen sind hier ca. 370 Jahre alt (Pollmann et al. 2020). Im Vergleich zum westlichen Inselgebiet ist der östliche Teil, die sogenannte Spiekerooger Ostplate, geologisch sehr jung. In den letzten 90 Jahren bildete sich ein Wall aus Vor-, Weiß- und Graudünen, der ebenfalls eine Vielzahl an Lebensräumen beherbergt (Eggers et al. 2008).

Methoden

Erfassung der Greiskrautbestände

Um die Verbreitung von *Senecio inaequidens* auf Spiekeroog zu erfassen, wurde das gesamte Untersuchungsgebiet (Abbildung 2) zwischen Juni und September 2018 systematisch abgelaufen und jeder Fundort notiert. In den Weißdünen erfolgte die Kartie-

rung von den Wegen oder vom Rand zu den Graudünen aus, um Trittschäden an der Vegetation zu vermeiden. Zur Orientierung im Gelände wurden Feldkarten (Maßstab 1:2.500) sowie ein GPS-Gerät (Mobile Mapper, Genauigkeit 0,8–2 m) genutzt. Waren mehr als ein Individuum an einem Fundort vorhanden, so wurden die Individuen gezählt und entsprechend einer Schätzskala kategorisiert (Tabelle 1).

Auswertung im GIS

Die Ergebnisse der Kartierung wurden im GIS digitalisiert und anschließend mit der Biotoptypenkartierung (NLPV 2018) nach Drachenfels (2016) verschnitten, um zu ermitteln, wie oft und in welchen Biotoptypen das Schmalblättrige Greiskraut vorkommt. Für die Auswertung und das Erstellen der Abbildung wurde Arc-Map in der Version 10.8.1 (ESRI 2021) genutzt.

Ergebnisse

Durch die Kartierung im Jahr 2018 konnten 4.450 Standorte des Schmalblättrigen Greiskraut mit ca. 22.000 Individuen nachgewiesen werden (Abbildung 3). Von den gefundenen Standorten lagen 952 im Westen der Insel am Rand des alten Dünenkerns, die übrigen 3.498 Standorte lagen im Osten der Insel und waren im Vergleich zum Westen gleichmäßig in der Fläche verteilt.

Durch das Verschneiden der Kartierergebnisse mit der Biotoptypenkarte (NLPV 2018) konnten 34 Biotoptypen nach Drachenfels (2016) identifiziert werden, die vom Schmalblättrigen Greiskraut

Tabelle 1: Schätzskala zur quantitativen Kategorisierung der Individuen eines Vorkommens (NLWKN 2016).

Kategorie	Individuenanzahl
1	1
2	2–5
3	6–25
4	26–50
5	51–100
6	> 100

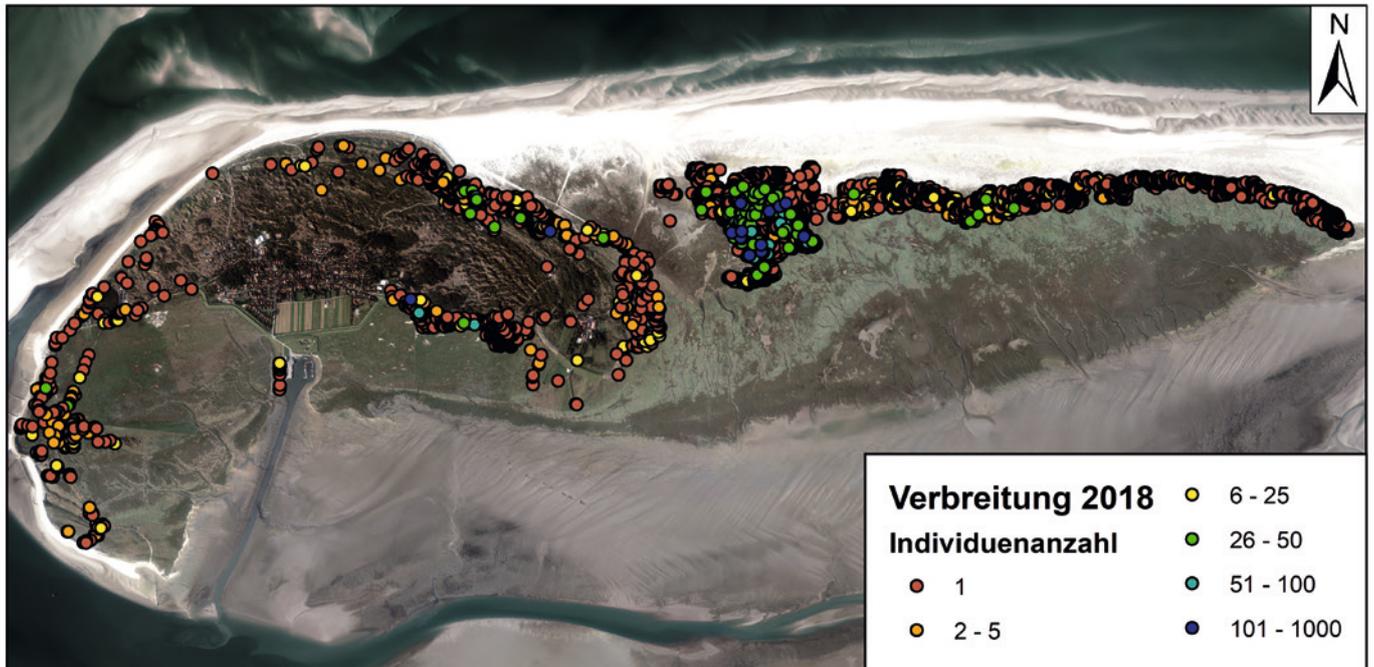


Abbildung 3: Verbreitung von *Senecio inaequidens* auf Spiekeroog 2018

besiedelt wurden (Tabelle 2). Die meisten Wuchsorte lagen im Biotoptyp „Sonstige Grasflur der Graudünen“ (KDGS). Zudem wurden erstmals Standorte am Strand (Binsenquecken-Vordüne, Strandwiese), in den Salzwiesen (Rotschwengel-Salzwiese, Obere Strandflieder-Salzwiese) und in den Dünentälern gefunden.

Diskussion

Das Schmalblättrige Greiskraut konnte sich seit der Kartierung von Hahn (2006) nicht nur stark ausbreiten, sondern mit fast 22.000 Individuen auch eine beachtliche Populationsgröße aufbauen. Auch wenn die Individuenzahl in der Vergleichskartierung 2006 nicht aufgenommen wurde (Hahn 2006), weist alleine der Anstieg der Fundorte von 21 auf 4.450 auf eine deutlich gestiegene Individuenzahl hin. Nach Kuhbier und Weber (2003) sowie Hahn (2006) kommt *S. inaequidens* nur in den Weiß- und Graudünen vor, andere Standorte werden für die Küstenbiotope in der Literatur nicht erwähnt. Dieses Verbreitungsbild hat sich allerdings bis heute grundlegend verändert. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt heute in den Graudünen, darüber hinaus konnten erstmals Standorte am Strand, in den Salzwiesen und den Küstendünetälern nachgewiesen werden. Die hier aufgezeigte Ausbreitung zeigt eindeutig, dass seit 2006 insgesamt 27 neue Biotoptypen nach Drachenfels (2016) betroffen sind. Dies verdeutlicht, dass der Invasionsprozess zu Beginn der 2000er Jahre nicht abgeschlossen war und mit hoher Wahrscheinlichkeit auch heute immer noch nicht abgeschlossen ist. Beachtenswert ist vor allem der Fakt, dass die meisten der Küstenbiotope einen Rote-Liste-Status aufweisen und zumindest einem FFH-Lebensraumtyp zuzuordnen sind (vgl. Tabelle 2), d. h. sie sind also besonders wertvoll und geschützt.

Mitberücksichtigen sollte man auch, dass die meisten der betroffenen Lebensräume nur eine bedingte Regenerationsfähigkeit besitzen, einige sogar als schwer regenerierbar gelten (Drachenfels 2012). Die von Drachenfels (2012) genannten Regenerationszeiträume liegen zwischen 25 und 150 Jahren. Sollten in Zukunft also Schäden durch die Anwesenheit von *S. inaequidens* entstehen, ist davon auszugehen, dass diese vermutlich nur mit großem Aufwand reversibel sind. Für die hoch dynamischen Lebensräume auf den Ostfriesischen Inseln würde ein solch langanhaltender negativer Einfluss höchstwahrscheinlich einen Eingriff bzw. eine Veränderung der Sukzession der Dünen bedeuten.

Die beobachtete Ausbreitung rechtfertigt daher die Einstufung als potenziell invasive Art auf der Grauen-Liste des Bundesamtes für Naturschutz (Nehring et al. 2013). Für eine Klassifizierung als invasiver Neophyt reicht dies aber nicht aus, so dass eine Handlungsgrundlage für ein Management der Art nicht gegeben ist. Bis heute konnten keine negativen Auswirkungen durch das Vorkommen des Schmalblättrigen Greiskrauts auf die Biodiversität oder eine Veränderung von Umweltbedingungen eindeutig nachgewiesen werden (Prinz 2022). Gleichwohl zeigen Studien immer wieder verschiedene Aspekte auf, die eine regelmäßige Evaluation des Invasivitätsstatus notwendig machen. Vetter et al. (2020) konnten beispielsweise zeigen, dass *S. inaequidens* die Regenerationskraft von Pflanzengemeinschaften unter Dürrestress reduziert. Die Sommer in den Jahren 2018, 2019 und 2021 waren im Untersuchungsgebiet besonders niederschlagsarm (unveröff. Daten, Wetterstation Spiekeroog, AG Geoökologie, ICBM), so dass für Dünenlebensräume mögliche negative Auswirkungen in naher Zukunft also durchaus denkbar wären. Des Weiteren konnten Van De Walle et al. (2022) zeigen, dass die Anwesenheit von *S. inaequidens* die Nährstoffkonzentration in den nährstoffarmen

Tabelle 2: Betroffene Biotoptypen mit mehr als 10 Fundorten von *Senecio inaequidens* nach Drachenfels (2016) und die Anzahl der Fundorte sowie der Rote-Liste-Status nach Drachenfels (2012).

Biotoptyp	Biotoptypen-Kennung	Anzahl der Fundorte	Anteil [%]	RL-Status & FFH-LRT
Sonstige Grasflur der Graudünen	KDGS	2476	55,64	3 (2130)
Nasse Salzwiese des Brackübergangs	KHBN	379	8,52	2 (1330)
Trockene Salzwiese des Brackübergangs	KHBT	223	5,01	2 (1330)
Strandhafer-Weißdüne	KDW	220	4,94	3 (2120)
Trockenrasen basenarmer Graudünen	KDGA	198	4,45	2 (2130)
Dünenquecken-Salzwiese	KHQA	138	3,10	(1330)
Salzwiesen-Düne	KDF	89	2,00	3 (1330, 2120, 2130)
Landwirtschaftliche Lagerfläche	EL	85	1,91	
Sanddorn-Küstendünengebüsch	KGS	74	1,66	3 (2160)
Rotschwengel-Salzwiese	KHOR	70	1,57	3 (1330)
Salzbinsen-Salzwiese	KHOJ	69	1,55	3 (1330)
Strandwiese	KHS	59	1,33	R (1330)
Binsenquecken-Vordüne	KDV	53	1,19	3 (2110)
Krähenbeer-Küstendünenheide	KDE	44	0,99	3 (2140)
Ruderalisierte Küstendüne	KDR	42	0,94	(2120, 2130)
Obere Strandflieder-Salzwiese	KHOL	34	0,76	3 (1330)
Schilfröhricht der Brackmarsch	KRP	33	0,74	3 (1330, 1130)
Trockenrasen basenreicher Graudünen	KDGK	30	0,67	2 (2130)
Kartoffelrosen-Gebüsch der Küstendünen	KGX	23	0,52	
Kurzrasige Andel-Salzwiese	KHUP	18	0,40	3 (1330, 1130)
Sonstiges Küstendünengehölz aus heimischen Arten	KGH	17	0,38	
Strand-Lagune	KLS	11	0,25	2 (1150)
Kriechweiden-Küstendünengebüsch	KGK	11	0,25	3 (2170)
Salzbeeinflusstes Küstendünental	KNH	10	0,22	1 (2190)

RL: 1 = von vollständiger Vernichtung bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, R = potenziell aufgrund von Seltenheit gefährdet, () = FFH-Lebensraumtyp (LRT).

Sanden der Strandhafer-Weißdünen erhöht, was wiederum zu einem verstärkten Pflanzenwachstum führt. Dies würde eine Beschleunigung bzw. Veränderung der natürlichen Dünensukzession bedeuten.

Weiterhin ist die Art für Weidetiere, die beispielsweise auf den oberen Salzwiesen oder in den Heiden gehalten werden, giftig. Es sollte ebenfalls davon ausgegangen werden, dass auch Wildtiere, die *S. inaequidens* als Futterpflanze nutzen, von der Toxizität der Art betroffen sind (Dimande et al. 2007). Die Pyrrolizidinalkaloide die *S. inaequidens* bildet (Macel & Vrieling 2003), sollen die Pflanze vor Verbiss schützen. Gleichzeitig sind Stoffe dieser Gruppe dafür bekannt, von Heuschrecken oder Schmetterlingen aufgenommen zu werden, um diesen ebenfalls Schutz vor Fressfeinden zu bieten (Reddy & Guerro 2004). Während der Kartierarbeiten konnten viele Tagfalter, Fliegen und auch Zikaden an den Blüten von *S. inaequidens* beobachtet werden (pers. Beobachtung). Das

reichhaltige und bis in den Dezember andauernde Blütenangebot stellt sicherlich einen positiven Effekt für die beobachteten Lebensräume dar, besonders vor dem Hintergrund, dass während der Kartierarbeiten die meisten heimischen Pflanzenspezies nur einen geringen bis nicht vorhandenen Blühaspekt zeigten (pers. Beobachtung).

Aus naturschutzfachlicher Sicht ist das Einwandern und die deutliche Zunahme der Individuenzahl in den betrachteten Lebensräumen durchaus als kritisch zu bewerten. Bei einer voranschreitenden Ausbreitung und Zunahme der Individuen können in Zukunft Schäden an Ökosystemen nicht ausgeschlossen werden. Dabei scheint schon heute ein Entfernen der Art aufgrund der Populationsgröße kaum möglich. In Zukunft dürfte ein solches Managementziel noch deutlich schwerer zu erreichen sein. Für Naturschutzakteure ist diese Entwicklung eine schwierige Situation; denn ein heutiges Artmanagement alleine auf der Vermutung von

potenziell in der Zukunft auftretenden Schäden zu rechtfertigen, ist nur schwer möglich. Dabei sollte bedacht werden, dass potenzielle Schäden eventuell derzeit noch verhindert oder abmildert werden können, welche andernfalls langfristige, negative Auswirkungen auf die Biotoptypen der Inseln haben könnten. Unter der Annahme einer weiter steigenden Ausbreitung der Art, erscheint eine Entnahme von Individuen zum jetzigen Zeitpunkt besser umsetzbar als in der Zukunft. Um Naturschutzziele gerecht werden zu können und Schäden erst gar nicht entstehen zu lassen, sollte daher über eine Reduktion der Biomasse von *S. inaequidens* nachgedacht werden, bis die Frage der Invasivität abschließend geklärt ist.

Dieses hier aufgezeigte Beispiel zeigt, wie wichtig ein dauerhaftes Monitoring von schützenswerten Lebensräumen ist, auch unter Einschluss bislang bekannter invasiver Arten. Bis ins Jahr 2050 wird prognostiziert, dass die Anzahl an Neobiota um weitere 36 % bezogen auf das Jahr 2005 ansteigen wird (Seebens et al. 2021). Jede neu eingeführte Art kann eine potenziell invasive oder invasive Art werden.

Es lässt sich abschließend feststellen, dass die potenziell invasive Art *Senecio inaequidens* sich fast unbemerkt in einer Vielzahl von Küstenökosystemen etablieren konnte und sich mit hoher Wahrscheinlichkeit noch weiter ausbreiten wird. Die Folgen dieser Ausbreitung sind heute noch nicht abzusehen.

Danksagung

An dieser Stelle möchten wir uns bei der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer für die Betretungsgenehmigung und die Bereitstellung der Geodaten bedanken. Ebenso möchten wir uns bei Laura Schmidt, Hanna Julia Temme und Johanna Hamann für die Unterstützung der Feldarbeit und Datenerhebung bedanken. Außerdem möchten wir uns bei Sebastian Storey für die hilfreichen und kritischen Anmerkungen am Manuskript bedanken.

Quellenverzeichnis

- BRÖRING U. ET AL. (1993): Dokumentation der Daten zur Flora und Fauna terrestrischer Systeme im Niedersächsischen Wattenmeer. Geschäftsstelle Ökosystemforschung Wattenmeer. Berlin. S. 207.
- BUTCHART S. H. M. ET AL. (2010): Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. - Science, 328: S. 1164-1168.
- DIMANDE A. F.P. ET AL. (2007): The toxicity of *Senecio inaequidens* DC. - J S AFR VET ASSOC, 78 (3): S. 121-129.
- DRACHENFELS, O. v. (2016): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie. Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. Hannover: S. 326.
- DRACHENFELS, O. v. (2012): Einstufungen der Biotoptypen in Niedersachsen – Regenerationsfähigkeit, Wertstufen, Grundwasserabhängigkeit, Nährstoffempfindlichkeit, Gefährdung. Inform. d. Naturschutz Niedersachs. 32 Jg. Nr. 1: S. 1-61.
- EGGERS P., HEINE K., NIEDRINGHAUS R. (2008): Die Biotoptypen und Vegetation der Ostfriesischen Inseln. In: Niedringhaus R., Haeseler V., Janiesch P. (Hrsg.): Die Flora und Fauna der Ostfriesischen Inseln. Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Wilhelmshaven: S: 9-34.
- ERNST W.H.O. (1998): Invasion, dispersal and ecology of the South African neophyte *Senecio inaequidens* in The Netherlands: from wool alien to railway and road alien. - ACTA BOT NEERL, 47: S. 131-151.
- ESSL, F; KLINGENSTEIN F., NEHRING S., OTTO C., RABITSCH W., STÖHR O. (2008): Schwarze Listen invasiver Arten - ein Instrument zur Risikobewertung für die Naturschutz-Praxis. - Natur und Landschaft, Heft 9/10: S. 418-424.
- ESRI (2021): ArcGIS DESKTOP: Release 10.8.1 Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- GUREVITCH J. PADILLA D. (2004): Are invasive species a major cause of extinctions?. - TRENDS ECOL EVOL, 19 (9): S. 470-474.
- HEGER T., BÖHMER H.J. (2005): The invasion of central europe by *Senecio inaequidens* DC. - A complex biogeographical problem. - Erdkunde, 59: S. 34-49.
- KUHBIER H., WEBER E. (2003): *Senecio inaequidens* DC. als Bestandteil der natürlichen Dünenvegetation auf den Ostfriesischen Inseln. - Tuexenia, 23: S. 367-371.
- HAHN D. (2006): Neophyten der Ostfriesischen Inseln. Auflage 1. Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Wilhelmshaven. S. 282.
- KOWARIK I. (2010): Biologische Invasionen; Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa, 2. Auflage. Eugen Ulmer Verlag. Stuttgart: S.491.
- KUHBIER H. (1996): 100 Jahre *Senecio inaequidens* in Bremen. - Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen, 43: S. 531-536.
- LACHMUTH S., DURKA W., SCHURR F.M. (2010): The making of a rapid plant invader: genetic diversity and differentiation in the native and invaded range of *Senecio inaequidens*. - MOL ECOL, 19: S. 3952-3967.



LACHMUTH S., HORN C., PAGEL J., SCHURR F.M. (2018): Neighbourhood effects on plant reproduction: An experimental-analytical framework and its application to the invasive *Senecio inaequidens*. – J ECOL, 106: S. 761-773.

LÓPEZ-GARCÍA M.C., MAILLET J. (2005): Biological characteristics of an invasive south African species. – BIOL INVASIONS, 7: S. 181-194.

MACEL M., VRIELING K. (2003): Pyrrolizidine Alkaloids as Oviposition Stimulants for the Cinnabar Moth, *Tyria jacobaeae*. – Journal of Chemical Ecology, 29: S. 1435-1446.

NATIONALPARKVERWALTUNG NIEDERSÄCHSISCHES WATTENMEER (2018): Biotoptypen-Kartierung von Spiekeroog.

NEHRING S., KOWARIK I., RABITSCH W., ESSL F. (2013): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wildlebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. Bundesamt für Naturschutz. Bonn: S. 204.

NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2016): Meldebogen für Arten der Roten Liste Gefäßpflanzen eines Gebietes. https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/21787/RLG-Bogen_Meldebogen_fuer_Arten_der_Roten_Liste_Gefaesspflanzen_.pdf. Zuletzt geprüft am 14.02.2023.

NIEDRINGHAUS R., HAESELER V., JANIESCH P. (2008): Die Flora und Fauna der Ostfriesischen Inseln: Artenverzeichnisse und Auswertungen zur Biodiversität, 2. Auflage. Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Wilhelmshaven: S. 479.

PETERSEN J., POTT R. (2005): Ostfriesische Inseln: Landschaft und Vegetation im Wandel. Schlüter Verlag. Hannover: S. 160.

POLLMANN T., TSUKAMOTO S., FRECHEN M., GIANI L. (2020): Rate of soil formation in Arenosols of dunes on Spiekeroog Island (Germany). – Geoderma Regional, 20: e00246.

PRINZ M. (2022): Invasive und potenziell invasive Neophyten der Ostfriesischen Inseln und angrenzender Gebiete. Universität Oldenburg. Oldenburg. S.141.

PYŠEK P. ET AL. (2020): Scientists' warning on invasive alien species. – BIOL REV, 95 (6): S. 1511-1534.

PYŠEK P, RICHARDSON M. (2006): The biogeography of naturalization in alien plants. – J BIOGEOGR, 33 (12): S. 2040-2050.

REDDY G. V.P., GUERRERO A. (2004): Interactions of insect pheromones and plant semiochemicals. – TRENDS PLANT SCI, 9 (5): S. 251-261.

SEEBENS H., BACHER S., BLACKBURN T.M. ET AL. (2021): Projecting the continental accumulation of alien species through to 2050. – Glob Change Biol., 27: S. 970-982.

STREIF H. (1990): Das ostfriesische Küstengebiet - Nordsee, Inseln, Watten und Marschen. Gebrüder Bornträger Verlag. Berlin: S. 376.

VAN DE WALLE R., MASSOL F., VANDEGEHUCHTE M., BONTE D. (2022): The distribution and impact of an invasive plant species (*Senecio inaequidens*) on a dune building engineer (*Calamagrostis arenaria*). – Neobiota, 72: S. 1-23.

VETTER, V. M. S. ET AL. (2020): Invader presence disrupts the stabilizing effect of species richness in plant community recovery after drought. – Glob Change Biol., 26: S. 3539-3551.

WERNER D., ROCKENBACH T., HÖLSCHER M. L. (1991): Herkunft, Ausbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie von *Senecio inaequidens* DC. unter besonderer Berücksichtigung des Köln-Aachener Raumes. – Tuexenia, 11: S. 73-107.

Kontakt

Dr. Markus Prinz (korrespondierender Autor)
PD Dr. Holger Freund
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Institut für Chemie und Biologie des Meeres
Arbeitsgruppe Geoökologie
Schleusenstraße 16
26382 Wilhelmshaven

markus.prinz@uol.de

holger.freund@uol.de

