Verbreitung und Ökologie des Scheiden-Gelbsterns (*Gagea spathacea*)

Martin Diekmann, Werner Härdtle & Kathrin Stoltenberg

Summary: Distribution and ecology of the Belgian gagea (*Gagea spathacea*). – *Gagea spathacea* is a forest vascular plant with an exceptionally small distributional range. As the species is comparatively widespread in the northern parts of Germany the country has a high responsibility for its conservation. Our study aimed to examine in which communities and under which ecological conditions *G. spathacea* can be found. The analysis is based on 200 vegetation plots and 56 soil samples from the two regions Niedersachsen and Schleswig-Holstein. The species occurs exclusively in Fagetalia communities: whereas it is bound to Alno-Ulmion forests in landscapes with a predominance of old morainic soils, it also grows in Fagion (mainly Hordelymo-Fagetum) forests where younger and more fertile moraines are found. In correspondence with the limited range of communities in which *G. spathacea* occurs, the species depends on relatively base-rich, fresh to wet soils. In addition, owing to its low dispersal ability, it is strongly confined to ancient forest sites. These characteristics in total make *G. spathacea* to one of the potentially most threatened species in the northern parts of Germany.

Zusammenfassung: Der Scheiden-Gelbstern (*Gagea spathacea*) ist eine Gefäßpflanzenart, für die Deutschland und insbesondere die nördlichsten Flächenländer aufgrund ihres sehr kleinen globalen Verbreitungsgebiets eine hohe Verantwortlichkeit tragen. Ziel dieser Untersuchung war eine Analyse der Vergesellschaftung und Ökologie der Art, basierend auf 200 Vegetationsaufnahmen und insgesamt 56 Bodenproben aus dem niedersächsischen Flachland und Schleswig-Holstein. Die Auswertung zeigt, dass *G. spathacea* hauptsächlich in Fagetalia-Gesellschaften vorkommt. Während die Art in Altmoränenlandschaften an das Alno-Ulmion gebunden ist, tritt sie in Jungmoränenlandschaften auch im Fagion (v. a. im Hordelymo-Fagetum) auf. Diese enge synsystematische Amplitude erklärt sich durch ihr ausgesprochen stenökes ökologisches Verhalten: *G. spathacea* besiedelt ausschließlich relativ basenreiche, frische bis nasse Waldböden. Ihr schlechtes Ausbreitungsvermögen bedingt zudem, dass sie an historisch alte Waldstandorte gebunden ist. Diese Eigenschaften machen *G. spathacea* auf lange Sicht zu einer der potenziell gefährdetsten Gefäßpflanzen des norddeutschen Raumes.

1 EINLEITUNG

Etwa 30 % aller Gefäßpflanzen in Deutschland sind Bestandteil der Roten Liste (Korneck & al. 1996), weil sie als schon ausgestorben oder verschollen, selten und/oder gefährdet gelten. Unter diesen Arten gibt es einige Taxa, für die Deutschland – basierend auf Kriterien des Anteils am Weltbestand, der Lage im Areal und der weltweiten Gefährdung – eine besonders hohe Verantwortlichkeit trägt (Ludwig & al. 2007, Welk 2002). Eine dieser Arten ist der Scheiden-Gelb- (oder Gold-)stern (*Gagea spathacea*), der deutschlandweit als gefährdet (Kategorie 3) eingestuft und auch regional in vielen Bundesländern als Rote Liste-Art geführt wird. Nur in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern gilt die Art derzeit als ungefährdet.

Für die Seltenheit der Art gibt es vermutlich verschiedene Gründe, aber zwei Faktoren spielen wahrscheinlich eine besonders große Rolle: Zum einen sind dies die spezifischen Standortansprüche der Art, die mit einer vergleichsweise engen ökologischen Nische einhergehen, zum anderen ist dies ihr ungewöhnliches Reproduktionsverhalten (Pfeifer & al. 2012; s. u.). In diesem Artikel möchten wir *Gagea spathacea* monographisch vorstellen und sowohl eigene als auch Literaturdaten auswerten, um die Verbreitung und die Ökologie der Art näher zu beschreiben. Ziel der Arbeit ist ferner, naturschutzbiologisch wichtige Daten als Voraussetzung für einen effektiven Schutz der Art zusammenzustellen.

2 BIOLOGIE UND REPRODUKTION

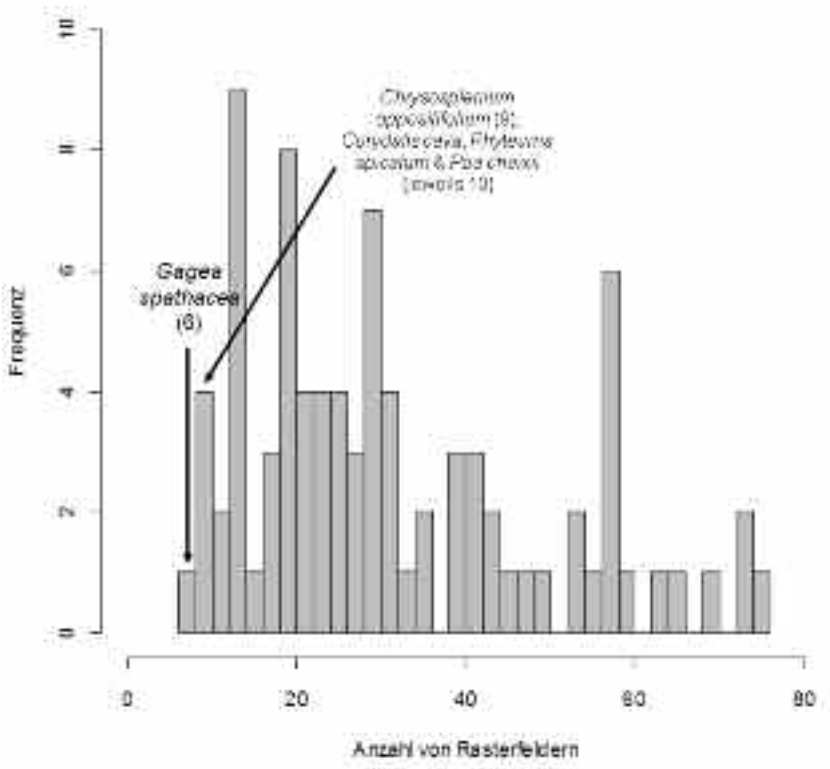
G. spathacea ist ein Liliengewächs (Liliaceae), das wie viele andere Geophyten der Familie schon im zeitigen Frühjahr austreibt, bevor die Belaubung der Bäume einsetzt und nur noch wenig Licht auf den Waldboden fällt. Nach Dierschke (1983) zählt sie zu den am frühesten blühenden krautigen Arten unserer Laubwälder. Die gelben, sechszähligen Blüten sind teilweise schon im März sichtbar, und vor dem Einzug im Mai fällt die Pflanze kurzzeitig durch die gelbliche Färbung ihrer Blätter auf (Cordes & al. 2006).



Abb. 1: Blühendes Exemplar von *Gagea spathacea*. Foto: Kathrin Stoltenberg, Mai 2012

Die Pflanzen werden nur 5–15 cm hoch und haben meist zwei grundständige Blätter, die etwa 1 mm breit, drehrund und röhrig-hohl sind. Den Namen Scheiden-Goldstern verdankt sie einem Hochblatt in Blütennähe, das aber – entgegen seinem Namen – die Blüten nicht schützend umfasst (Abb. 1). Die Anzahl blühender Pflanzen ist jedoch ausgesprochen gering, und vielfach kommt nur ein Individuum von 1000 zur Blüte. Die Blüten, deren Zahl bis zu fünf pro Pflanze betragen kann, stehen am Ende des Stängels und sind bei mehreren Blüten doldig angenähert. *G. spathacea* verfügt über zwei Zwiebeln, mit denen die Pflanzen die Zeit bis zum nächsten Frühjahr überdauern.

Abb. 2: Größen von Verbreitungsgebieten von 88 im norddeutschen Tiefland typischen Waldarten (zur Einordnung siehe Schmidt & al. 2011) in Eurasien, ausgedrückt als Zahl der besetzten Rasterfelder in Hultén & Fries (1986).



Es ist schon länger bekannt, dass *G. spathacea* eine geringe Blühfrequenz zeigt, fast niemals fruchtet und sich somit vermutlich hauptsächlich vegetativ vermehrt. Pfeiffer & al. (2012) konnten 136 von 138 Stichproben aus insgesamt 52 Populationen nur einem Klon zuordnen, der fast das gesamte Verbreitungsgebiet abdeckt, was die nahezu vollständige Sterilität der Art unterstreicht. Die Diversität der zwei übrigen Proben ordneten die Autoren sehr seltenen sexuellen Vermehrungsereignissen zu. Diese weitgehende Sterilität führten Schnittler & al. (2009) auf den nonaploiden Chromosomensatz (9x = 108) der Art zurück, was selbst für Pflanzen ein ungewöhnlich hoher und noch dazu ungerader Ploidiegrad ist. Die Art ist also auf ihre vegetative Vermehrungsweise angewiesen und kann nicht, wie viele andere Arten, zwischen generativer und vegetativer Vermehrung wechseln.

Im Vergleich zu *Gagea lutea* (Wald-Goldstern), einer Schwesterart mit ähnlicher Ökologie, hat *G. spathacea* vermutlich den Mechanismus verloren, zwischen der generativen Vermehrung über Blüten und vegetativer Vermehrung über Tochterzwiebeln in Abhängigkeit von der Größe der Mutterzwiebeln zu wechseln (Schnittler & al. 2009). *G. spathacea* bildet zwar auch bei größeren Mutterzwiebeln mehr Blüten aus, setzt aber im Gegensatz zu *G. lutea* nicht die Produktion der Tochterzwiebeln aus, sondern investiert sogar verstärkt darin. Hybridisierung ist für die Gattung *Gagea* ein wichtiger Artbildungsprozess, der aber oft mit ungewöhnlichen Ploidiegraden und einem Fertilitätsverlust oder sogar Sterilität einhergeht (Peterson & al. 2004, 2009). Dies legt die Vermutung nahe, dass auch die Art *G. spathacea* durch Hybridisierung entstanden ist, was auch durch ihre pflanzengeographische Verbreitung unterstrichen wird: Sie ist fast nur in Gebieten zu finden, die in der letzten Eiszeit unter Eis lagen, was sonst nur auf „relativ junge Kleinarten apomiktischer Sippen" zutrifft (Haeupler 1969).

Die vegetative Ausbreitung über die Ausbildung von Tochterzwiebeln bringt sowohl Vor- als auch Nachteile mit sich (Schnittler & al. 2009). Samen ermöglichen im Gegensatz zu Zwiebeln eine genetische Rekombination und damit Diversität; diese sind zudem widerstandsfähiger und können bei ungünstigen Umweltbedingungen zunächst einige Zeit überdauern. Andererseits ist die Bildung von Zwiebeln weniger kostenaufwendig als die Samenproduktion, was zu einer höheren Anzahl an Jungpflanzen führen kann. Die Existenz relativ isolierter Fundorte wie in Italien (Cuccuini & Luccioli 1995, Hultén & Fries 1986), Serbien (Tomović & Niketić 2005) und sogar dem Kaukasus (Timukhin & al. 2010) legt nahe, dass auch die Tochterzwiebeln (vermutlich durch stochastische Prozesse) zur Fernausbreitung in



Abb. 3: Blätter von *Gagea spathacea* (zusammen mit *Ranunculus ficaria*). Foto: Kathrin Stoltenberg, Mai 2012

der Lage sind. Da die Art auch bachbegleitend vorkommt (HAEUPLER 1969), wäre zudem eine Ausbreitung über Wasserwege (Hydrochorie) denkbar, wie es auch von LEVICHEV & al. (2010) vermutet wird. Lokal breitet sich *G. spathacea* nur langsam aus (BRUNET & VON OHEIMB 1998).

3 VERBREITUNG

G. spathacea ist in seinem Vorkommen fast ausschließlich auf das nördliche Mitteleuropa beschränkt und weist unter den in Deutschland beheimateten Arten, von Lokalendemiten abgesehen, eines der kleinsten globalen Verbreitungsgebiete überhaupt auf (HULTÉN & FRIES 1986, siehe auch PFEIFFER & al. 2012). Für diesen Vergleich wurde die Größe des Verbreitungsgebiets von 88 im norddeutschen Tiefland nach SCHMIDT & al. (2011) typischen Waldarten bestimmt, indem die Anzahl der in Eurasien besetzten großen Rasterfelder im Atlas von HULTÉN & FRIES (1986) für jede Art ausgezählt wurde. Dabei weist *G. spathacea* von allen Arten die kleinste Anzahl von Feldern auf (Abb. 2). Dies gilt sicherlich auch unter der Annahme, dass die Art aufgrund ihrer frühen Erscheinung, der Unauffälligkeit ihrer Blätter, die wie junger Schnittlauch aussehen (Abb. 3), und der Seltenheit unterkartiert ist. Nachgewiesen wurde die Art in Norddeutschland und daran angrenzend bis nach Südskandinavien und Nordpolen. Eher vereinzelte Vorkommen sind zusätzlich in den Niederlanden, Belgien und Frankreich zu finden, während die Art im Süden Europas relativ selten ist (HULTÉN & FRIES 1986). Allerdings gibt es dort und weiter östlich ganz vereinzelte Vorkommen (s. o.).

In Deutschland kommt *G. spathacea* hauptsächlich im Norden vor und ist weiter südlich nur vereinzelt bis zur Rhön (HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988) und bis in die nordbadische Rheinebene (BREUNIG & SCHACH 1989) verbreitet. Der Schwerpunkt der Art liegt somit im atlantisch-subatlantischen Tiefland, besonders in den Geest- und Flussmarschlandschaften des Weser-Elbe-Gebiets, in den Jung- und Altmoränenlandschaften Schleswig-Holsteins und in Jungmoränenlandschaften Mecklenburg-Vorpommerns.

4 VEGETATION UND STANDORT

4.1 Methoden

Um die Vergesellschaftung der Art zu dokumentieren, wurden Literaturdaten von Vegetationsaufnahmen mit *G. spathacea* aus Norddeutschland ausgewertet. Dazu wurden v. a. drei umfangreiche Monographien von Laub- und Feuchtwäldern aus dem niedersächsischen Flachland (BRAND 2000, WULF 1992) und Schleswig-Holstein (HÄRDTLE 1995) herangezogen. Alle Aufnahmen mit Vorkommen von *G. spathacea* wurden in einer neuen Tabelle erfasst. Ein Problem, das bei dem Zusammenfügen der Daten auftrat, war, dass die drei Arbeiten unterschiedliche Skalen zum Schätzen der Individuenzahl und des Deckungsgrades verwendeten. Zum Zwecke der statistischen Auswertung wurden daher alle Angaben vereinfacht und in eine ordinale Skala übersetzt (Tab. 1).
Nur wenige der Vegetationsaufnahmen waren durch Messungen von Umweltfaktoren ergänzt. Diese wurden in einer separaten Tabelle erfasst und dienten der Abschätzung der standörtlichen

Tab. 1: Umsetzung der unterschiedlichen Artmächtigkeitsskalen der drei verwendeten Arbeiten mit Literaturdaten in eine gemeinsame ordinale Skala

Ordinale Skala	Wulf (1992)	Härdtle (1995)	Brand (2000)
7	5b, 5a	5	5
6	4b, 4a	4	4
5	3a, 3b	3	3
4	2a, 2b	2a, 2b	2
3	1a, 1b, 1p, 2m	1, 2m	1
2	+a, +b, +p	+	+
1	+r	r	r

Amplitude von *G. spathacea*. Ergänzend dazu wurden im Mai 2012 Bodenuntersuchungen in sechs Wäldern in der Umgebung Bremens (drei in der Wesermünder Geest, drei in der Stader Geest) durchgeführt, um die edaphischen „Grenzwerte" des Vorkommens der Art zu ermitteln. *G. spathacea* kommt dort v. a. entlang von Bächen und quelligen Hängen sowie in Bodenvertiefungen unter dem Einfluss von basenreichem Grundwasser vor, fehlt aber an benachbarten, höher gelegenen Standorten. Daher wurden Transekte senkrecht zur Höhenlinie angelegt und in regelmäßigen Abständen Aufnahmen in 2 m x 4 m großen Flächen (jeweils eine Fläche außerhalb des Bestandes) durchgeführt. Parallel zu den Vegetationsaufnahmen wurden an vier Stellen in jeder Aufnahmefläche Proben aus dem Oberboden (0–10 cm) entnommen und gemischt. Die Bodenproben wurden anschließend im Labor nach Standardmethoden analysiert. Der pH-Wert wurde mit einer Glaselektrode in einer 0,01-molaren $CaCl_2$-Lösung gemessen. Für die übrigen Analysen wurden von jeder Probe 5 g eingewogen und mit 100 ml Ammoniumlactatessigsäure versetzt. Anschließend wurden die Proben für 4 h maschinell geschüttelt und die Lösung daraufhin mit phosphatfreiem Filterpapier abfiltriert. Der Phosphatgehalt wurde mit der Fließ-Injektions-Analyse ermittelt. Ein Atomabsorptionsspektrometer (AAS) diente der Analyse der Werte für Kalium, Calcium und Magnesium, Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte wurden mit dem Element-Analyzer bestimmt (Details in Stoltenberg 2012).

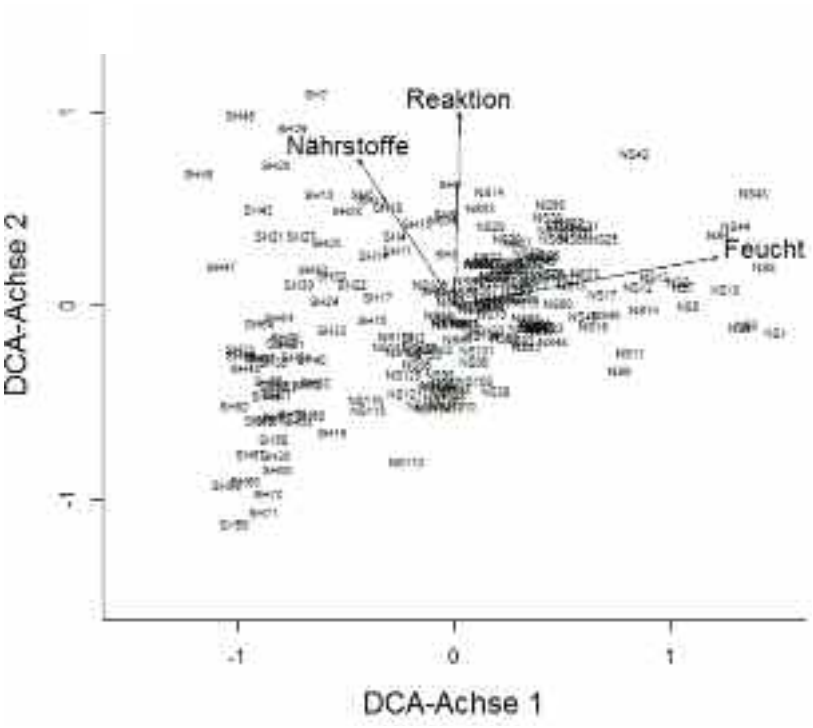


Abb. 4: DCA-Ordinationsdiagramm von 200 Aufnahmen von Laubwäldern mit *Gagea spathacea* aus Niedersachsen (NS) und Schleswig-Holstein (SH). Die Pfeile geben in Post-Hoc-Korrelationen (siehe Methoden) die Größe und Richtung des Einflusses der drei als mittlere Ellenberg-Zeigerwerte berechneten Bodenfaktoren Feuchte, pH-Wert (Reaktion) und Stickstoff (hier allgemeiner als Nährstoffe gefasst) wieder.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm R (Version 2.12.1) und dem Paket „vegan" (Version 2.0-3) (Oksanen & al. 2012) für die multivariaten Analysen. Die Vegetationsaufnahmen aus der Literatur wurden zunächst einer indirekten Gradientenanalyse (Detrended Correspondence Analysis, DCA) unterzogen, wobei mit Ausnahme einer Geringergewichtung seltener Arten die Standardoptionen zur Anwendung kamen. Für die Interpretation des Ordinationsdiagramms wurden gewichtete mittlere Zeigerwerte für Boden-Feuchtigkeit (F), Boden-Reaktion (R) und Boden-Stickstoffversorgung (N) verwendet (Ellenberg & al. 1991). Die Aufnahmewerte aus der Ordination wurden dann post-hoc mit den mittleren Zeigerwerten korreliert.
Die Vegetationsaufnahmen aus der Literatur wurden mit Hilfe des divisiven Verfahrens TWINSPAN unter Verwendung des Programms PC-Ord 4.17 klassifiziert (Leyer & Wesche 2007). Die Anzahl der „pseudospecies cut levels" entsprach der Zahl der in Tab. 1 unterschiedenen Deckungswerte. Maximal drei Teilungsschritte wurden durchgeführt.
Die Bodenkennwerte der Flächen mit und ohne *G. spathacea* wurden mit Hilfe von Mann-Whitney-Tests (in R) verglichen.

4.2 ERGEBNISSE

4.2.1 Ordination und Klassifikation

Insgesamt wurden 200 Vegetationsaufnahmen mit *G. spathacea* erfasst. Die DCA-Ordination dieses Datensatzes ergab für die beiden ersten Achsen Eigenwerte von 0,264 und 0,133 sowie Gradientenlängen von 2,662 und 2,218. Das Ordinationsdiagramm zeigt eine deutliche räumliche Trennung der Aufnahmen, mit den niedersächsischen Flächen im rechten Teil und den schleswig-holsteinischen Flächen im linken Teil des Diagramms (Abb. 4).
Post-Hoc-Korrelationen zwischen den mittleren Zeigerwerten für Bodenfeuchte, -pH und -nährstoffe und den Achsen der DCA-Ordination zeigte für alle Variablen hochsignifikante Beziehungen ($p < 0.001$). Während die niedersächsischen im Vergleich zu den schleswig-holsteinischen Flächen im Mittel durch höhere Bodenfeuchte gekennzeichnet sind, zeichnet sich zumindest eine Gruppe von Aufnahmen aus Schleswig-Holstein durch eine höhere Nährstoffversorgung aus, verknüpft auch mit höheren pH-Werten.

Die TWINSPAN-Klassifikation der aus dem norddeutschen Raum zusammengestellten Vegetationsaufnahmen bestätigt weitgehend die geographische und standörtliche Differenzierung der Flächen (Tab. 2). Unter synsystematischen Gesichtspunkten erweist sich *G. spathacea* als eine sehr gute Kennart der Ordnung Fagetalia. So ist sie einerseits in Gesellschaften des Alno-Ulmion (Tab. 2, Spalten 1–4) wie auch in Gesellschaften des Fagion präsent (Spalten 5–8; in bodensauren Buchen- und Eichenmischwäldern der Quercetalia roboris kommt *G. spathacea* nicht vor; HÄRDTLE 1995). Eine genauere Analyse der Herkunft der Aufnahmen zeigt dabei, dass *G. spathacea* in Altmoränenlandschaften (so beispielsweise im niedersächsischen Tiefland) an Waldgesellschaften des Alno-Ulmion gebunden ist, während sie in Jungmoränenlandschaften (so beispielsweise im Östlichen Hügelland Schleswig-Holsteins) in Waldgesellschaften des Fagion häufiger auftritt. Diese soziologische Anbindung ist in erster Linie auf die standörtlichen Ansprüche von *G. spathacea* zurückzuführen, welche die Art in Bezug auf trophische Bedingungen zeigt. Auf den meist stärker entbasten Standorten der Altmoräne kommen auf grundwasserfernen Böden vorwiegend azidophytische Buchenwälder (z. B. Drahtschmielen-Buchenwälder) bzw. Eichenmischwälder (des Quercion roboris) vor, in denen sich die Art nicht entwickeln kann. Demgegenüber sind Standorte des Alno-Ulmion auch in Altmoränenlandschaften gut mit Stickstoff und Basen versorgt, so dass *G. spathacea* in diesen Gegenden in den entsprechenden Feuchtwäldern Vorkommensschwerpunkte aufweist. Dabei toleriert die Art sowohl stärker vernässte Böden (z. B. Anmoorgleye), auf denen Erlen-Eschenwälder (Alno-Fraxinetum sensu Mikyska 1943) entwickelt sind (Tab. 2, Spalten 1–2), als auch mäßig grundwasserbeeinflusste Standorte (meist Mull-Gleye mit Eschenwäldern; Spalten 3–4). In Jungmoränenlandschaften kommt *G. spathacea* vorwiegend in Buchenwäldern mit sehr guter bis guter Basenversorgung (Hordelymo-Fagetum Kuhn 1937 em. Dierschke 1989), seltener auch in mäßig sauren Buchenwäldern (Galio odorati-Fagetum Sougn. et Thill 1959 em. Dierschke 1989) vor. Die in Tab. 2 vorgestellten Vegetationsaufnahmen repräsentieren dabei Mull-Buchenwälder mit sehr guter (Hordelymo-Fagetum corydaletosum; Spalten 5–6) und guter Nährstoffversorgung (Hordelymo-Fagetum typicum; Spalten 7–8). Bezeichnende Bodentypen dieser Buchenwälder (und somit auch der entsprechenden *G. spathacea*-Standorte) sind Pseudogleye, Pseudogley-Parabraunerden sowie Parabraunerden, die stets Mull als Humusform aufweisen.

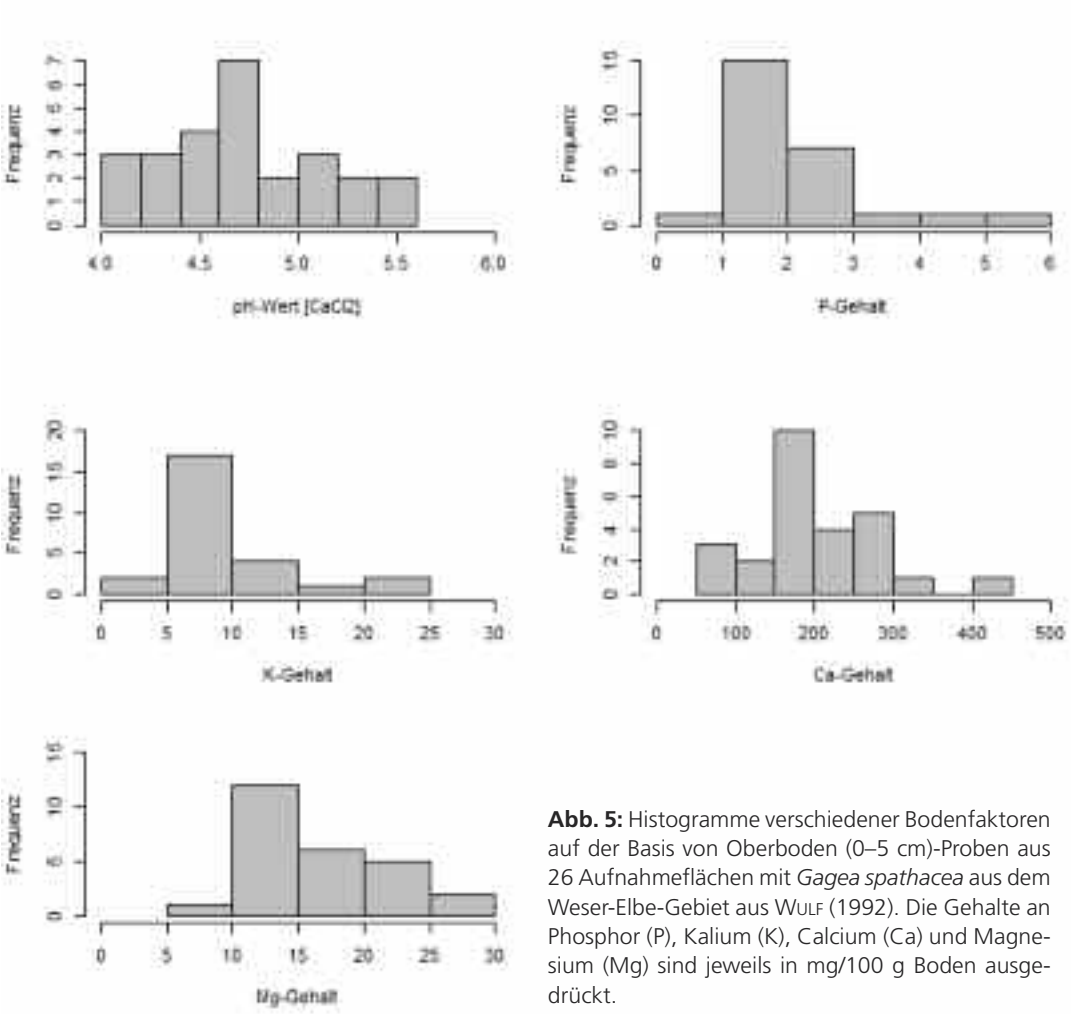


Abb. 5: Histogramme verschiedener Bodenfaktoren auf der Basis von Oberboden (0–5 cm)-Proben aus 26 Aufnahmeflächen mit *Gagea spathacea* aus dem Weser-Elbe-Gebiet aus WULF (1992). Die Gehalte an Phosphor (P), Kalium (K), Calcium (Ca) und Magnesium (Mg) sind jeweils in mg/100 g Boden ausgedrückt.

Tab. 2: Synoptische Tabelle mit Aufnahmen von *Gagea spathacea* aus Norddeutschland

Gesellschaftsanschluss (Verband)	Alno-Ulmion (Spalten 1-4)				Fagion (Spalten 5-8)			
Spalten Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Cluster	000	001	010	011	100	101	110	111
Zahl der Aufnahmen	16	7	14	92	17	8	9	37
Quelle(n)	B	B	W	BHW	H	H	HW	H
Ellenberg F (Mittelwert)	6,9	6,3	6,3	5,9	5,6	5,6	5,6	5,5
Ellenberg R (Mittelwert)	6,4	6,3	6,6	6,5	6,5	6,7	6,2	5,7
Ellenberg N (Mittelwert)	6,0	6,0	6,0	5,9	6,2	6,6	5,8	5,7
1. Baumschicht								
Fraxinus excelsior	94	100	7	73	94	100	56	35
Quercus robur	13	14	36	45	18	25	44	35
Carpinus betulus	0	0	14	17	12	13	11	5
Alnus glutinosa d1-4	**81**	**57**	**100**	**22**	6	13	22	0
Fagus sylvatica d5-8	0	14	14	10	**59**	**88**	**100**	**97**
Acer pseudoplatanus d5-6	0	0	0	0	**18**	**38**	0	8
Ulmus glabra	0	0	0	1	**18**	**25**	0	8
2. Baumschicht								
Fagus sylvatica	0	43	64	41	88	75	78	78
Carpinus betulus	6	0	36	64	29	13	44	0
Fraxinus excelsior	0	0	7	18	24	13	0	8
Quercus robur	0	0	0	5	6	0	11	0
Betula pubescens	0	14	0	0	0	0	0	0
Alnus glutinosa d1-4	**13**	**14**	**14**	**15**	0	0	0	0
Acer pseudoplatanus d5-6	0	0	7	3	**24**	**38**	0	14
Ulmus glabra	0	0	0	1	**18**	0	0	11
Strauchschicht								
Crataegus spec.	13	29	57	32	65	38	22	0
Fagus sylvatica	6	0	50	33	29	25	67	19
Euonymus europaeus	6	29	50	15	24	38	0	3
Fraxinus excelsior	38	71	7	21	47	13	0	0
Carpinus betulus	19	0	7	33	12	13	11	0
Corylus avellana	13	43	79	52	47	38	0	0
Sorbus aucuparia	6	29	0	1	0	13	22	19
Viburnum opulus	0	0	0	3	6	13	22	5
Hedera helix	0	0	0	0	6	38	33	11
Prunus padus	6	14	0	8	0	0	0	0
Ilex aquifolium	0	0	0	4	12	0	22	0
Ribes rubrum	0	0	0	1	6	0	11	0
Ribes uva-crispa	0	0	0	0	0	0	11	0
Salix cinerea	0	0	0	0	6	0	0	0
Sambucus nigra d5-8	0	0	0	4	**12**	**50**	**11**	**51**
Acer pseudoplatanus d5-6	0	14	0	4	**24**	**75**	0	14
Ulmus glabra	0	0	0	0	**12**	**13**	0	0
Krautschicht								
Gagea spathacea	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
VC+DV Alno-Ulmion								
Galium palustre	**88**	**71**	**36**	**17**	0	0	0	0
Ranunculus auricomus	**81**	**86**	**71**	**63**	**53**	0	22	0
Crepis paludosa	**75**	**86**	**86**	**78**	24	0	56	0
Chrysosplenium alternifolium	**75**	**86**	**71**	**29**	0	0	11	0
Filipendula ulmaria	**75**	**71**	**86**	**52**	6	0	0	0
Cardamine pratense	**50**	**43**	**43**	**21**	0	0	0	0
Equisetum arvense	**31**	**29**	**14**	**14**	6	0	0	0
Glechoma hederacea	**25**	**29**	**43**	**15**	**18**	0	0	0
Equisetum sylvaticum	**25**	0	0	**22**	6	0	0	0
Lysimachia nemorum	**19**	**14**	**21**	**21**	0	0	11	0
Alnus glutinosa	0	0	**86**	**10**	0	0	0	0

Gesellschaftsanschluss (Verband)	Alno-Ulmion (Spalten 1-4)				Fagion (Spalten 5-8)			
Spalten Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Cluster	000	001	010	011	100	101	110	111
Zahl der Aufnahmen	16	7	14	92	17	8	9	37
Quelle(n)	B	B	W	BHW	H	H	HW	H
Ellenberg F (Mittelwert)	6,9	6,3	6,3	5,9	5,6	5,6	5,6	5,5
Ellenberg R (Mittelwert)	6,4	6,3	6,6	6,5	6,5	6,7	6,2	5,7
Ellenberg N (Mittelwert)	6,0	6,0	6,0	5,9	6,2	6,6	5,8	5,7
D 1-2								
Ranunculus repens	**81**	**43**	14	10	0	0	0	0
Junucus effusus	**69**	**29**	0	9	6	0	0	14
Rumex sanguineus	**63**	**29**	0	2	18	0	0	5
Valeriana procurrens	**56**	**14**	0	0	0	0	0	0
Dryopteris dilatata	**44**	**57**	7	18	6	0	0	22
Carex elongata	**44**	**29**	0	0	0	0	0	0
Lycopus europaeus	**44**	**14**	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica	**44**	**14**	0	2	0	0	0	0
Agrostis stolonifera	**38**	**14**	0	0	0	0	0	0
Calamagrostis canescens	**38**	**14**	0	3	6	0	0	0
Lysimachia vulgaris	**31**	**14**	0	3	0	0	0	0
Scutellaria galericulata	**25**	**43**	0	0	0	0	0	0
Crataegus sp.	**25**	**43**	0	7	0	0	0	0
Cardamine amara	**44**	0	0	1	0	0	11	0
Cirsium palustre	**44**	0	0	4	0	0	0	0
Eupatorium cannabinum	**44**	0	0	2	0	0	0	0
Myosotis scorpioides	**44**	0	0	1	0	0	0	0
Caltha palustris	**38**	0	0	1	0	0	0	0
Angelica sylvestris	**31**	0	0	1	0	0	0	0
D 3-4								
Geum rivale	6	0	**43**	**13**	6	0	0	0
VC+DV Fagion / D 3-4								
Mercurialis perennis	0	0	**100**	**25**	**94**	**88**	**44**	**24**
Galium odoratum	25	14	0	**53**	**88**	**100**	**89**	**89**
Fagus sylvatica	6	14	7	**47**	**65**	**25**	**89**	**92**
Acer pseudoplatanus	0	0	0	**34**	**59**	**75**	**33**	**76**
Melica uniflora	0	0	0	**21**	**88**	**63**	**78**	**95**
Dryopteris filix-mas	0	0	0	3	**82**	**25**	**22**	**49**
Dactylis glomerata	0	0	14	5	**71**	**38**	**11**	**35**
Stellaria nemorum	0	0	14	8	**41**	**63**	**11**	**41**
Vicia sepium	0	0	0	3	**29**	**13**	**22**	**3**
Poa nemoralis	0	0	7	3	**12**	**25**	**11**	**8**
Sambucus nigra	0	0	7	5	**6**	**50**	**22**	**51**
Ulmus glabra	0	0	0	2	**24**	**50**	0	**30**
Ilex aquifolium	0	0	14	7	**18**	0	**33**	**19**
Viola x *bavarica*	0	0	0	1	**18**	0	**22**	**14**
Hordelymus europaeus	0	0	0	0	**6**	**13**	0	**5**
Phyteuma spicatum	0	0	0	7	0	**25**	**22**	0
D 5-6								
Gagea lutea	0	0	0	0	**53**	**100**	0	3
Anemone ranunculoides	0	0	0	0	**24**	**75**	11	3
Heracleum sphondylium	0	0	0	0	**24**	**50**	0	0
Anthriscus sylvestris	0	0	0	3	**24**	**25**	0	0
Ranunculus lanuginosus	0	0	0	0	**18**	**13**	0	0
Corydalis intermedia	0	0	0	0	**12**	**75**	0	0
Silene dioica	0	0	0	2	**12**	**25**	0	8
Campanula latifolia	0	0	0	1	0	**50**	11	0
Corydalis cava	0	0	0	0	0	**38**	0	3
OC+DO Fagetalia / KC Querco-Fagetea								
Ranunculus ficaria	100	86	100	96	100	100	78	73
Anemone nemorosa	94	100	100	98	100	100	89	100
Circaea lutetiana	88	57	100	72	82	38	67	54
Stachys sylvatica	81	100	86	84	94	63	56	27
Milium effusum	75	71	86	83	88	75	100	95
Festuca gigantea	69	57	86	51	29	13	33	11
Lamiastrum galeobdolon	56	100	93	95	82	88	89	100

Gesellschaftsanschluss (Verband)	Alno-Ulmion (Spalten 1-4)				Fagion (Spalten 5-8)			
Spalten Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Cluster	000	001	010	011	100	101	110	111
Zahl der Aufnahmen	16	7	14	92	17	8	9	37
Quelle(n)	B	B	W	BHW	H	H	HW	H
Ellenberg F (Mittelwert)	6,9	6,3	6,3	5,9	5,6	5,6	5,6	5,5
Ellenberg R (Mittelwert)	6,4	6,3	6,6	6,5	6,5	6,7	6,2	5,7
Ellenberg N (Mittelwert)	6,0	6,0	6,0	5,9	6,2	6,6	5,8	5,7
Adoxa moschatellina	50	86	100	73	53	88	22	22
Fraxinus excelsior	50	43	7	78	76	75	89	81
Stellaria holostea	38	71	71	80	82	75	78	95
Veronica montana	38	29	7	47	18	13	33	3
Euonymus europaeus	31	57	14	59	24	38	11	3
Carex sylvatica	31	29	21	63	76	50	56	38
Viola reichenbachiana	25	86	50	77	47	50	56	46
Polygonatum multiflorum	13	71	14	68	76	75	44	70
Carpinus betulus	13	14	21	52	6	13	89	3
Hedera helix	6	29	21	53	18	38	89	11
Carex remota	81	100	29	41	53	0	33	38
Impatiens noli-tangere	50	29	21	30	18	0	22	54
Brachypodium sylvaticum	13	0	21	29	65	13	33	24
Sanicula europaea	0	43	21	49	18	13	56	3
Primula elatior	50	71	0	30	35	75	11	0
Quercus robur	6	0	50	37	6	0	67	5
Scrophularia nodosa	0	14	0	17	24	13	11	46
Crataegus laevigata	0	0	36	41	65	38	56	0
Platanthera chlorantha	31	14	0	49	18	0	22	0
Pulmonaria obscura	6	0	0	20	18	63	22	0
Corylus avellana	0	14	29	41	47	38	0	0
Paris quadrifolia	13	0	0	25	18	0	0	5
Maianthemum bifolium	6	29	0	20	0	0	11	0
Listera ovata	6	29	0	7	18	0	0	0
Phyteuma nigrum	6	14	0	13	0	0	11	0
Convallaria majalis	0	0	0	12	18	0	11	3
Acer platanoides	0	0	29	10	0	0	0	5
Epipactis helleborine	0	0	7	3	0	0	0	3
Allium ursinum	0	0	0	3	24	0	11	0
Sonstige								
Poa trivialis	94	71	93	64	82	50	44	14
Deschampsia cespitosa	81	100	71	84	94	38	100	95
Urtica dioica	81	100	71	52	88	50	44	76
Geum urbanum	81	86	71	63	76	50	67	5
Geranium robertianum	56	71	7	41	35	13	22	11
Oxalis acetosella	44	86	79	83	53	38	100	92
Lonicera periclymenum	25	57	7	29	12	13	67	41
Viburnum opulus	25	43	21	22	6	13	33	8
Athyrium filix-femina	75	43	71	54	71	0	67	78
Galium aparine	50	71	14	25	65	75	0	38
Ajuga reptans	50	43	7	32	12	0	22	3
Rubus idaeus	19	57	21	25	35	0	33	59
Rubus fruticosus	19	57	14	32	53	0	44	49
Moehringia trinervia	13	29	0	10	12	13	0	16
Viola riviniana	6	29	0	12	6	0	11	8
Taraxacum officinale	6	14	0	11	29	38	0	3
Luzula pilosa	0	14	7	16	6	0	11	8
Dryopteris carthusiana	19	29	0	2	12	0	0	3
Cardamine flexuosa	13	71	7	18	0	0	11	0
Ribes rubrum	13	14	0	1	6	0	11	0
Galeopsis bifida	6	14	0	1	6	0	0	11
Aegopodium podagraria	6	0	7	10	12	25	0	0
Sorbus aucuparia	0	0	57	15	0	13	44	19
Holcus lanatus	19	14	0	1	0	0	0	3
Rubus caesius	0	14	0	3	12	0	11	0
Equisetum hyemale	6	0	0	3	0	0	22	0
Rubus saxatilis	6	0	0	2	6	0	11	0
Galeopsis tetrahit	0	0	21	17	0	0	22	8

Erläuterungen: Quellen – W = WULF (1992), H = HÄRDTLE (1995), B = BRAND (2000). Die Zahlen für jede Art in der Tabelle geben die prozentualen Häufigkeiten in den verschiedenen (hierarchisch nummerierten) Clustern wieder. Arten, die nicht als Trennarten dienen und in weniger als vier Spalten vorkommen, sind nicht aufgeführt.

4.2.2 Messungen von Umweltvariablen

Entsprechend des relativ kleinen Spektrums an Waldgesellschaften, in denen *G. spathacea* vorkommt, ist auch die standörtliche Variation gering. Basierend auf Untersuchungen des Oberbodens in 26 Aufnahmeflächen aus WULF (1992) zeigen dies die in Abb. 5 dargestellten Histogramme. Die pH ($CaCl_2$)-Werte schwanken zwischen 4,0 und 5,6, die Phosphor (P)-Werte zwischen 0,9 und 5,2 (mit der Mehrzahl an Messungen zwischen 1 und 2) mg/100 g Boden. Für Kalium (K) liegen die meisten Werte zwischen 5 und 10 mg/100 g Boden, für Magnesium (Mg) zwischen 10 und 15. Dagegen sind die Calcium (Ca)-Werte im Vergleich zu Mg um ein 10-faches höher und erreichen maximal 425 mg/100 g Boden.

Die 30 im Rahmen der Transektuntersuchungen analysierten Böden aus dem Weser-Elbe-Gebiet bestätigen weitgehend die oben beschriebenen Ergebnisse, zeigen aber auch zum Teil deutlich die Unterschiede zwischen den Standorten mit bzw. ohne *G. spathacea* (Abb. 6). Böden mit pH ($CaCl_2$) unter 4 werden von der Art offenbar gemieden (Unterschied zwischen Flächen mit und ohne die Art: $W = 17{,}5$, $p = 0.005$). Flächen ohne *G. spathacea* zeichnen sich entsprechend durch konstant niedrige Ca-Werte ($W = 32$, $p = 0{,}038$) aus, während die Unterschiede zwischen besiedelten und unbesiedelten Flächen bei Mg ($W = 38$, $p = 0{,}082$) und vor allem K ($W = 84$, $p = 0{,}462$) geringer bzw. nicht-signifikant sind. Auch im Hinblick auf pflanzenverfügbares P ($W = 98$, $p = 0{,}191$), C ($W = 94$, $p = 0{,}273$) und N ($W = 84$, $p = 0{,}561$) haben Standorte mit Vorkommen von *G. spathacea* keine durchweg höheren Werte. Das C/N-Verhältnis in besiedelten Flächen ist dagegen geringer ($W = 116$, $p = 0{,}021$), was insgesamt darauf hindeutet, dass der Scheiden-Gelbstern relativ basenreiche Böden bevorzugt, die im Weser-Elbe-Gebiet oft auch mit größerer Bodenfeuchtigkeit einhergehen. Diese Ansprüche bestätigen auch die ökologischen Zeigerwerte für Bodenfeuchte (6), -pH (7) und -stickstoff (7) nach ELLENBERG & al. (1991).

5 DISKUSSION

Die Spektren der in Abb. 5 und 6 wiedergegebenen Bodenfaktoren an den Wuchsorten von *G. spathacea* belegen die enge standörtliche Amplitude des Scheiden-Gelbsterns. Diese Stenökie in Bezug auf Boden-pH und -nährstoffversorgung sowie Hydrologie bedingt, dass die Art, wie es auch aus den in Tab. 2 erfassten Vegetationsaufnahmen deutlich wird, innerhalb von Wäldern ausschließlich in Fagetalia-Gesellschaften vorkommt und auch innerhalb der Ordnung an nur wenige Assoziationen des Fagion und des Alno-Ulmion gebunden ist. Dies spiegelt sich auch in den geringen Gradientenlängen der DCA-Ordination entlang der beiden ersten Achsen (2,662 und 2,218) wider. Ähnlich geringe Amplituden im Hinblick auf das besetzte Spektrum an Pflanzengesellschaften zeigen sich auch bei anderen seltenen und gefährdeten Arten des norddeutschen Raumes, etwa bei den Stromtalarten *Euphorbia palustris* (WÄRNER & al. 2011) und *Senecio paludosus* (DIEKMANN & BARTELS 2012), und sind si-

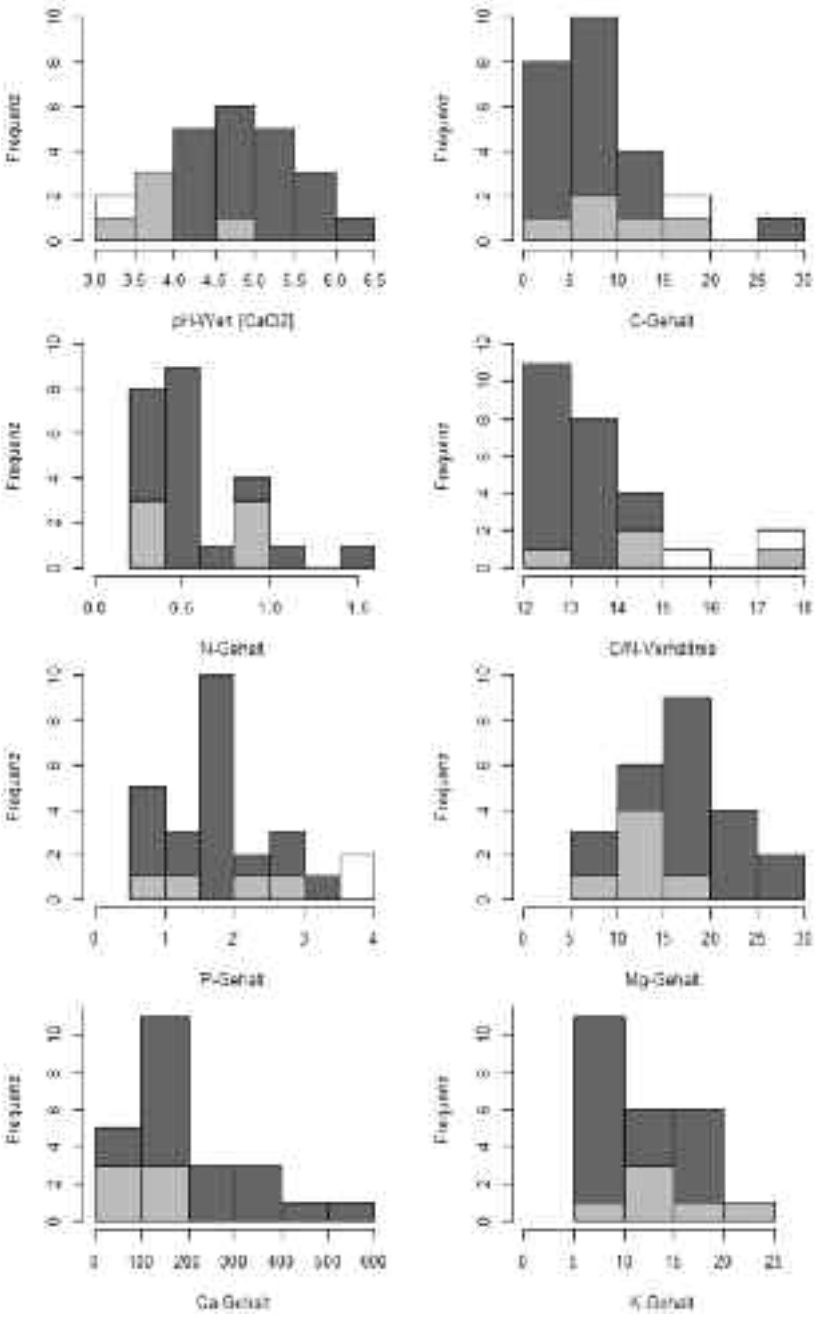


Abb. 6: Histogramme verschiedener Bodenfaktoren auf der Basis von Oberboden (0–5 cm)-Proben aus 30 Probeflächen entlang von sechs Transekten aus Laubwäldern des Weser-Elbe-Gebiets (STOLTENBERG 2012). Die Gehalte an Phosphor (P), Kalium (K), Calcium (Ca) und Magnesium (Mg) sind jeweils in mg/100 g Boden ausgedrückt, die Werte für Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N) stellen Prozentangaben der absoluten Gehalte dar. Die dunkelgrauen Balken repräsentieren Flächen mit Vorkommen von *Gagea spathacea*, die weißen Balken Flächen ohne Vorkommen der Art. Hellgraue Balkenanteile symbolisieren die Überlagerung gleich vieler Flächen mit und ohne *G. spathacea*.

cher ein Grund für sie relative Seltenheit der Art. Die Bindung von *G. spathacea* an meist feuchte oder doch gut wasserversorgte, basenreiche Laubwald-Standorte führt dazu, dass die Art durch Entwässerung und Nadelholzanbau gefährdet ist. Nur reliktartig kann *G. spathacea* auch unter Hecken und Gebüschen, auf Obstwiesen oder auch im Weidegrünland (dann am Rande von Gehölzen) auftreten (FEDER 2011; siehe auch CORDES & al. 2006).

Der Verlust an Wuchsplätzen kann kaum durch die Etablierung an neuen Standorten kompensiert werden, da sexuelle Fortpflanzung wahrscheinlich nur in seltenen Ausnahmefällen vorkommt und auch die vegetative Fernausbreitung nicht effektiv zu sein scheint. Darauf deutet hin, dass *G. spathacea* als Zeiger historisch alter Wälder gilt und nur selten in Wäldern auftritt, die nach zwischenzeitlicher Grünland- oder Ackernutzung neu angelegt wurden (WULF & KELM 1994). Diese Eigenschaft hat *G. spathacea* mit vielen anderen Waldarten mit schlechtem Ausbreitungspotential gemein (siehe auch BRUNET & VON OHEIMB 1998), die dann jedoch eine in der Regel wesentlich größere standörtliche Amplitude haben, wie zum Beispiel *Galium odoratum* und *Melica uniflora* (WULF 1997).

G. spathacea vereinigt somit enge Habitatbindung, schlechtes Ausbreitungsvermögen und, wie oben beschrieben, ein sehr kleines Verbreitungsgebiet, was sie auf lange Sicht zu einer der potenziell gefährdetsten Gefäßpflanzen des norddeutschen Raumes macht. Die Bundesländer mit noch großen Vorkommen (v. a. Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern) tragen daher eine hohe Verantwortung für den Schutz der Art und sollten Programme in die Wege leiten, um ihre Standorte vor negativen Veränderungen (insbesondere Entwässerung) zu bewahren und spezielle Schutzmaßnahmen zu entwickeln. Diese Programme sollten von wissenschaftlichen Untersuchungen zur Populationsökologie und Ausbreitungsbiologie der Art begleitet werden. Das kleine Areal von *G. spathacea* könnte zudem darauf hindeuten, dass die Art eine enge klimatische Amplitude aufweist und empfindlich auf den Klimawandel reagiert, so dass auch Experimente zur Reaktion der Art auf Temperaturveränderungen sinnvoll erscheinen.

LITERATUR

BRAND, J. (2000): Untersuchungen zur synsystematischen Umgrenzung und Untergliederung sowie zur standörtlichen und landschaftsräumlichen Bindung von Feuchtwäldern im nordwestdeutschen Tiefland. – Dissertationes Botanicae **323**: 1–344.

BREUNIG, T. & J. SCHACH (1989): Ein Fund des Scheiden-Gelbsterns (*Gagea spathacea*) in der nordbadischen Rheinebene. Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland. – Carolinea **47**: 151–152.

BRUNET, J. & G. VON OHEIMB (1998): Migration of vascular plants to secondary woodlands in southern Sweden. – Journal of Ecology **86**: 429–438.

CORDES, H., J. FEDER, F. HELLBERG, D. METZING & B. WITTIG (Hrsg.) (2006): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen des Weser-Elbe-Gebietes. – Hausschild, Bremen.

CUCCUINI, P. & E. LUCCIOLI (1995): Typification of *Ornithogalum spathaceum* Hayne (Liliaceae) and presence of *Gagea spathacea* (Hayne) Salisb. in Italian flora. – Webbia **49**: 243–254.

DIEKMANN, M**.** & M. BARTELS (2012): Das Sumpf-Greiskraut (*Senecio paludosus*) in Deutschland – Ökologie und Vergesellschaftung. – Tuexenia **32**: 105–118.

DIERSCHKE, H. (1983): Symphänologische Artengruppen sommergrüner Laubwälder und verwandter Gesellschaften Mitteleuropas. – Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie **11**: 71–87.

ELLENBERG, H., H. E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER & D. PAULISSEN (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica **18**: 1–248.

FEDER, J. (2011): Der Scheiden-Gelbstern *Gagea spathacea* im Elbe-Weser-Gebiet. – Bremer Botanische Briefe **10**: 2–7.

HÄRDTLE, W. (1995): Vegetation und Standort der Laubwaldgesellschaften (Querco-Fagetea) im nördlichen Schleswig-Holstein. – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg **48**: 1–441.

HAEUPLER, H. (1969): Morphologische und pflanzengeographische Beobachtungen an *Gagea*-Arten im südlichen Niedersachsen. – Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft **14**: 36–46.

HAEUPLER, H. & P. SCHÖNFELDER (1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. – Eugen Ulmer, Stuttgart.

HULTÉN, E. & M. FRIES (1986): Atlas of North European vascular plants: north of the tropic of cancer. – Koeltz Scientific Books, Königstein.

KORNECK, D., M. SCHNITTLER. & I. VOLLMER (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Deutschlands. – Schriftenreihe für Vegetationskunde **28**: 21–187.

LEYER, I. & K. WESCHE (2007): Multivariate Statistik in der Ökologie. Eine Einführung. – Springer, Berlin.

LEVICHEV, I .G., B. S. TUNIYEV & I. N. TIMUKHIN (2010): On the origin of *Gagea spathacea* (Liliaceae) in Flora of the Caucasus. – Botanicheskii Zhurnal (St. Petersburg) **95**: 464–482.

LUDWIG, G., R. MAY & C. OTTO (2007): Verantwortlichkeit Deutschlands für die weltweite Erhaltung der Farn- und Blütenpflanzen – vorläufige Liste. – BfN-Skripten **220**: 1–32, Anhang.

OKSANEN, J., F. G. BLANCHET, R. KINDT, P. LEGENDRE, P. R. MINCHIN, R. B. O'HARA, G. L. SIMPSON, P. SOLYMOS, M. H. H. STEVENS & H. WAGNER (2012): Vegan: Community ecology package. R package version 2.0-3. – http://cran.r-project.org/web/packages/vegan/ [abgerufen 28.05.2013]

PETERSON, A., H. JOHN, E. KOCH & J. PETERSON (2004): A molecular phylogeny of the genus *Gagea* (Liliaceae) in Germany inferred from non-coding chloroplast and nuclear DNA sequences. – Plant Systematics and Evolution **245**: 145–162.

PETERSON, A., D. HARPKE, L. PERUZZI, I. G. LEVICHEV, J.-M. TISON & J. PETERSON (2009): Hybridization drives speciation in *Gagea* (Liliaceae). – Plant Systematics and Evolution **278**: 133–148.

PFEIFFER, T., A. KLAHR, A. PETERSON, I. G. LEVICHEV & M. SCHNITTLER (2012): No sex at all? Extremely low ge-

netic diversity in *Gagea spathacea* (Liliaceae) across Europe. – Flora **207**: 372–378.

Schmidt, M., W. U. Kriebitzsch, & J. Ewald (2011): Waldartenliste der Farn- und Blütenpflanzen, Moose und Flechten Deutschlands. – BfN-Skripten **299**: 1–111.

Schnittler, M., T. Pfeiffer, D. Harter & A. Hamann (2009): Bulbils contra seeds: reproductive investment in two species of *Gagea* (Liliaceae). – Plant Systematics and Evolution **279**: 29–40.

Stoltenberg, K. (2012): Ökologie und Standortansprüche des Scheiden-Goldsterns (*Gagea spathacea*) im Weser-Elbe-Gebiet. – Unpubl. Bachelorarbeit. Universität Bremen, Bremen. 55 S.

Timukhin, I., B. Tuniyev & I. G. Levichev (2010): *Gagea spathacea* (Liliaceae) on the Black Sea slope of the Caucasus. – Webbia **65**: 141–146.

Tomović, G. & M. Niketić (2005): *Gagea spathacea* (Hayne) Salisb. (Liliaceae) – a new species for the flora of Serbia. – Archives of Biological Sciences Belgrade **57**: 291–294.

Wärner, C., E. Welk, W. Durka, B. Wittig. & M. Diekmann (2011): Biological flora of Central Europe: *Euphorbia palustris* L. – Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics **13**: 55–69.

Welk, E. (2002): Arealkundliche Analyse und Bewertung der Schutzrelevanz seltener und gefährdeter Gefäßpflanzen Deutschlands. – Schriftenreihe für Vegetationskunde **37**: 1–337.

Wulf, M. (1992): Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen zum Vorkommen gefährdeter Pflanzenarten in Feuchtwäldern Nordwestdeutschlands. – Dissertationes Botanicae **185**: 1–246.

Wulf, M. (1997): Plant species as indicators of ancient woodland in northwestern Germany. – Journal of Vegetation Science **8**: 635–642.

Wulf, M. & H.-J. Kelm (1994): Zur Bedeutung „historisch alter Wälder" für den Naturschutz – Untersuchungen naturnaher Wälder im Elbe-Weser-Dreieck. – NNA-Berichte **7**(3): 15–50.

Anschrift der Verfasser:

Martin Diekmann & Kathrin Stoltenberg, Abteilung Vegetationsökologie & Naturschutzbiologie, Institut für Ökologie, Universität Bremen, Leobener Str., 28259 Bremen
E-Mail: mdiekman@uni-bremen.de

Werner Härdtle, Abteilung Landschaftsökologie & Naturschutz, Institut für Ökologie, Leuphana-Universität Lüneburg, Scharnhorststr. 1, C13.103, 21335 Lüneburg

Eingereicht: 02.08.2013

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen

Jahr/Year: 2013

Band/Volume: 47

Autor(en)/Author(s): Diekmann Martin, Härdtle Werner, Stoltenberg Kathrin

Artikel/Article: Verbreitung und Ökologie des Scheiden-Gelbsterns (Gagea spathacea) 355-365