©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.; download www.zobodat.at

Kieler Notizen zur Pflanzenkunde (Kiel. Not. Pflanzenkd.) 41: 148–166 (2015/2016)

Untersuchungen zur Biologie und Status sympatrischer *Drosera*-Arten in Schleswig-Holstein

– Stefanie Eschenbrenner, Jens Föller & Volker Wissemann –

Kurzfassung

In Rahmen dieser Arbeit wurden die Morphologie und Zytologie der zwei sympatrischen krautigen Arten *Drosera rotundifolia* L. und *Drosera intermedia* Hayne in sieben nährstoffarmen Mooren Norddeutschlands (Schleswig-Holstein) untersucht. Für die morphologischen Untersuchungen wurde frisches Blattmaterial von 91 Morphotypen gesammelt und vermessen. 51 wurden als *D. rotundifolia*, 45 als *D. intermedia* klassifiziert. *D. rotundifolia* weist eine kreisrunde Blattspreite auf, die sich abrupt in den haarigen Stiel verjüngt. Die Blattspreite von *D. intermedia* hingegen ist länglich bis spatelig und verschmälert sich allmählich in den kahlen Stiel. Die morphologischen Unterschiede zwischen beiden Arten sind eindeutig. Der Status von *D. anglica* Hudson und den Hybriden *D.* × *beleziana* Camus und *D.* × *obovata* Mert. et Koch konnte weder bestätigt noch zurückgewiesen werden. Die Genomgröße wurde von fünf *D. rotundifolia*- und drei *D. intermedia*-Populationen durchflusszytometrisch ermittelt. Die Ergebnisse zeigen, dass beide Arten ein sehr kleines Genom (*D. rotundifolia* 1C= 0,91 pg; *D. intermedia* 1C= 1,02 pg) besitzen.

Abstract: Studies on biology of the sympatric *Drosera*-species in Schleswig-Holstein, Northern Germany

In the present study morphology and cytology of the sympatric perennial herbs *Drosera rotundifolia* L. and *Drosera intermedia* Hayne from seven nutrient-poor mires of northern Germany (Schleswig-Holstein) were investigated. For morphological analyses fresh leaf material of 96 *Drosera* plants were examined to assign these plants to species. 51 were recognized as *D. rotundifolia* whereas 45 were congruent with the description of *D. intermedia*. The leaves of *D. rotundifolia* are rounded, tapering sharply into the hairy stalk. *D. intermedia* has rather oblong, spatulate leaves with sporatically haired or naked stalks. The morphological distinction between both species is clear-cut. The status of *D. anglica* Hudson and the hybrids *D.* × *beleziana* Camus and *D.* × *obovata* Mert. et Koch could neither be confirmed nor rejected. Genome size of five *D. rotundifolia* and three *D. intermedia* populations was estimated using flow cytometry. Both sampled species have very small genomes (*D. rotundifolia* 1C = 0,91 pg; *D. intermedia* 1C = 1,02 pg).

Keywords: Carnivorous plants**,** round-leaved sundew (*Drosera rotundifolia* L.), oblong-leaved sundew (*Drosera intermedia* Hayne), hybrid, Schleswig-Holstein, distribution, population development

Nomenklatur: Sebald et al. (1992); Schäftlein (1966)

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

1 Einleitung

Eine der faszinierendsten Erscheinungen der einheimischen, karnivoren Pflanzenwelt ist die Gattung *Drosera* (Sonnentau). Sie besteht aus 194 Arten, von denen die meisten in der südlichen Hemisphäre, vor allem in Australien und Neuseeland, vorkommen (Mcpherson 2010). Nahezu alle Arten kommen auf relativ nährstoffarmen, sauren Böden vor, für gewöhnlich in Mooren (Mayer 2005). In Deutschland sind drei Arten beheimatet: *Drosera rotundifolia*, der Rundblättrige Sonnentau, *Drosera intermedia*, der Mittlere Sonnentau und *Drosera anglica*, der Langblättrige Sonnentau (Sebald et al. 1992). Während *Drosera rotundifolia* auf Bülten der Hoch- und Zwischenmoore sowie auf Torfmoosbülten der Niedermoore vorkommt, sind *Drosera intermedia* und *Drosera anglica* auf Hochmoor-Schlenken, Zwischenmooren und Niedermooren zu finden (Sebald et al. 1992). Letztgenanntere sind wesentlich seltener als *Drosera rotundifolia* (Adler et al.1994). Laut Schäftlein (1961) sind zwei Hybriden bekannt: Zum einen *Drosera* × *obovata* Mert. et Koch sowie *Drosera* × *beleziana* Camus.

Moore sind einzigartige Relikte einer Vegetationsgeschichte, die vor rund 11.000 Jahren (Jensen 2011) mit dem Ende der Eiszeit begann. Traditionell werden in West- und Mitteleuropa zwei Haupttypen von Mooren unterschieden: Niedermoore, die sowohl von Regen als auch von geogenem Wasser, das heißt Oberflächen-, Boden- oder Grundwasser, (Timmermann et al. 2009) sowie Hochmoore (= Regenmoore), die nur vom Regen gespeist werden (Timmermann et al. 2009). Niedermoore bzw. grundwassergespeiste Moore entstehen in feuchten Senken, Flussniederungen sowie an Hängen im Bereich von Quellwasseraustritten (Bund Brandenburg 2014). Aufgrund des hohen Wasserstandes und dem damit verbundenen Sauerstoffmangel werden die Abbauprozesse der abgestorbenen Pflanzen gehemmt, wodurch die Stoffproduktion der Pflanzen höher als die Zersetzung ist und sich die unvollständig abgebauten Pflanzenreste am Grund ansammeln und mit der Zeit Torfe bilden (Bund Brandenburg 2014). Da Niedermoore unter dem Einfluss von Grund-, Boden- und Oberflächenwasser stehen sind sie dementsprechend oft basen- und bedingt nährstoffreich (Jensen 2011). Bei zunehmendem Torfwachstum geht allerdings der Einfluss des Grundwassers zurück und es entwickelt sich ein basen- und nährstoffarmes Niedermoor (Jensen 2011). Dieses sogenannte Übergangsmoor leitet oft hin zu den Hochmooren (Jensen 2011). Hochmoore wachsen auf Niedermoortorfen auf, wölben sich uhrglasförmig über ihre Umgebung empor und werden ausschließlich durch Regenwasser gespeist. Sie stellen daher nährstoffarme (oligotrophe) und saure Lebensräume dar (Jensen 2011).

Die Schwerpunkte der Moorverbreitung in Deutschland liegen mit 78 % in der norddeutschen Tiefebene (Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Brandenburg) und mit 20 % im Alpenvorland (Bayern). Der Gesamtbestand in Deutschland wird auf 1.419.000 ha Moorfläche geschätzt, wobei 336.000 ha zu den Hochmooren (Regenmoore) und 1.083.000 ha zu den Nieder-

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

mooren gehören (Schriftenreihe des LLUR-SH 2012). Laut Schägner (2009) sind heute etwa 99 % der ursprünglich natürlichen Moore in Deutschland entwässert und haben dadurch ihre Fähigkeit verloren, Kohlenstoff im Torf zu akkumulieren. Die Mineralisierung der Torfkörper verursacht stattdessen etwa 2,5 bis 4 % der deutschen CO_2-Emissionen (Schägner 2009).

In Schleswig-Holstein sind rund 145.000 ha (9 %) der Landesfläche vermoort, wobei Niedermoore größtenteils landwirtschaftlich genutzt werden und mit rund 80 % den größten Anteil haben (Schriftenreihe des LLUR-SH 2012). Laut der Schriftenreihe des LLUR-SH (2012) sind die Hochmoore, die eine Fläche von 30.000 ha einnehmen, weitgehend degradiert. Es wird inzwischen davon ausgegangen, dass intakte Hochmoore in Schleswig-Holstein nicht mehr existieren.

Moore werden seit Jahrhunderten von Menschen genutzt. Viele Moore wurden drainiert, um sie in landwirtschaftliche Flächen umzuwandeln (Jensen 2011). Daneben ist laut Jensen (2011) Torf weiterhin ein wichtiger Rohstoff, der in früheren Zeiten als Heizmaterial und heutzutage immer noch in großen Mengen als Pflanzensubstrat im Gartenbau genutzt wird. Aufgrund der Zerstörung, Veränderung sowie der Fragmentierung der Lebensräume »Moor« sind die Vorkommen vieler hochspezialisierter Arten wie zum Beispiel *Drosera rotundifolia* in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen. Sie kommen heute vor allem in kleinen, isolierten Populationen vor. Sowohl Isolation als auch geringe Populationsgrößen wirken sich auf Diasporenproduktion, -gewichte, Keimraten und Wuchs der Pflanzen aus (Bachmann 2006). In Schleswig-Holstein sind aktuell zwei Sonnentauarten anzutreffen: Der Rundblättrige Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) und der Mittlere Sonnentau (*Drosera intermedia*). In der Roten Liste von Mierwald & Romahn (2006) wird der Rundblättrige Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) als »gefährdet« (Kategorie 3) eingestuft, der Mittlere Sonnentau (*Drosera intermedia*) gilt sogar als »vom Aussterben bedroht« (Kategorie 1). Sowohl der Langblättrige Sonnentau (*Drosera anglica = Drosera longifolia*) als auch der Hybrid *D.* × *obovata* der beiden Elternarten *Drosera anglica* × *D. rotundifolia* ist nach Erkenntnissen von Mierwald & Romahn (2006) unter dem Gefährdungsgrad 0 als »ausgestorben oder verschollen« eingestuft (Rote Liste 2006). Zum Status und Gefährdungsgrad des Hybriden *D.* × *beleziana* (*D. intermedia* × *D. rotundifolia*) in Schleswig-Holstein liegen bislang keine Informationen vor (Mierwald & Romahn 2006).

Ziel dieser Untersuchung war es, Erkenntnisse zur Gattung *Drosera* in Schleswig-Holstein zu gewinnen. Es sollte untersucht werden,

- ob sich die Arten *Drosera rotundifolia* und *Drosera intermedia* der Schleswig-Holsteiner Hoch-und Niedermoore unterscheiden,
- ob sich die lokalen *D. rotundifolia*- sowie *D. intermedia*-Populationen des Festlandes phänotypisch von der Amrumer *Drosera*-Population abgrenzen und

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

- ob der Hybrid *D.* × *beleziana* der untersuchten Elternarten (*D. intermedia* × *D. rotundifolia*) in Schleswig-Holsteins Hoch- und Niedermooren zu detektieren ist.

Die Untersuchung wurde an unterschiedlichen Populationen der Arten *Drosera rotundifolia* und *Drosera intermedia* durchgeführt. Da *Drosera anglica* als ausgestorben oder verschollen in Schleswig-Holstein gilt, wurde diese Art in der Untersuchung vernachlässigt. Im Fokus standen Standorte mit etablierten Populationen aus Hoch- und Niedermooren des Schleswig-Holsteiner Festlandes, sowie eine Population der Amrumer Dünen. Neben morphologischen Untersuchungen des Blattstiels, der Blattspreite und den verschiedenen Drüsentypen wurden die Populationen der Gattung *Drosera* hinsichtlich ihrer Genomgröße durchflusszytometrisch untersucht und gegenübergestellt, um festzustellen, ob und inwiefern sich die verschiedenen Populationen unterscheiden.

2 *Drosera* in Schleswig-Holstein – Kurzbeschreibung und Ökologie

Der Rundblättrige Sonnentau (*D. rotundifolia*) ist die häufigste in Schleswig-Holstein vorkommende *Drosera*-Art. *D. rotundifolia* ist ein ausdauernder Hemikryptophyt. Die Pflanze erscheint aus einer Winterknospe, dem sogenannten Hibernakel, und bildet die charakteristisch, stockwerkartigen Blattrosetten, die sich jedes Jahr anhängig vom Wachstum der umgebenden Torfmoospolster entwickeln (Sebald et al. 1992). Des Weiteren ist ein typisches Merkmal dieser Pflanze deren 5-10 mm lange und bis 15 mm breite, kreisrunde bis querovale Blattspreite, die sich abrupt in den 15-50 mm langen, behaarten Stiel verschmälert (Sebald et al. 1992). Die Blattspreite ist mit zahlreichen, reizbaren, krümmungsfähigen, gestielten Drüsenhaaren (Tentakeln) besetzt (Schäftlein 1961). Des Weiteren sind für alle Arten der Gattung *Drosera* die auf der Oberseite und am Rand ihrer Laubblätter sitzenden (sessilen) Drüsen charakteristisch. Länger et al. (1995) nennen 14 verschiedene Typen, welche in 7 Gruppen einzuteilen sind. Die Laubblätter sind horizontal ausgerichtet oder leicht geneigt (Thum 1988). *D. rotundifolia* bildet einen 7-25 cm langen Blütenschaft, mit zahlreichen, 5-zähligen, radiären Blüten (Sebald et al. 1992). Laut Schäftlein (1961) ist Selbstbestäubung bei den mitteleuropäischen *Drosera*-Arten die Regel. Es kommen ebenso wie bei *Aldrovanda* bekannt auch bei *Drosera*-Arten zum Beispiel *D. rotundifolia*, neben sich öffnenden, autogamen Blüten auch meist kleinere kleistogame Blüten vor (Schäftlein 1961). Der Pollen der kleistogamen Blüte entleert sich in der geschlossenen Blüte auf die Narbe oder die Pollenschläuche wachsen aus den nicht aufspringenden Staubbeuteln auf die Narbe (Schäftlein 1961). Die Blütezeit erstreckt sich von Juni bis August (Sebald et al. 1992). *D. rotundifolia* besitzt eine Chromosomenzahl von 2n = 20 (Wallnöfer & Vitek 1999). Nach Ellenberg (1979) handelt es sich um einen Lichtzeiger. Diese Art bevorzugt feuchte bis nasse, nähr-

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

stoffarme, kalkfreie Torfböden, selten auch Mineralböden (Grabenränder und nasse Felsen) (Sebald et al. 1992). Meistens ist sie zwischen Torfmoosen in Hoch-, Zwischen-, und bodensauren Niedermoor-Gesellschaften, sowie in feuchten Borstgrasrasen und Heiden, zu finden (Sebald et al. 1992). Wenn auch viele Moore heute unter Naturschutz stehen, so sind doch viele oligotrophe, feuchtsaure Standorte in Kleinseggen-Wiesen, in feuchten Mager- und Streuwiesen durch Entwässerung und Düngung verlorengegangen, in denen früher ebenfalls Sonnentau vorkam (Sebald et al. 1992).

Als *Drosera rotundifolia* var. *maritima* Graeber wurde eine Form mit sehr dicht gedrängten Laubblättern beschrieben (Schäftlein 1966). Weitere Merkmale sind der dicke, kaum länger als die Spreite, dicht graufilzig behaarte Blattstiel, sowie die unterseits mit kurzen, zerstreuten Haaren besetzten Laubblätter.

Der Mittlere Sonnentau (*Drosera intermedia*) ist als weitere *Drosera*-Art in Schleswig-Holstein anzutreffen. Es handelt sich ebenfalls um einen ausdauernden Hemikryptophyten mit zahlreichen Laubblättern in grundständiger Rosette, die ebenfalls aus einer Überwinterungsknospe (Hibernakel) hervorgehen. Die Blattspreite ist keilförmig verkehrt-einförmig, 5-10 mm lang und 3-5 mm breit, mit auseinanderstehenden Drüsenhaaren besetzt (Schäftlein 1966) und verschmälert sich allmählich in den aufrechten, kahlen Stiel (Schäftlein 1966). Der 2-10 cm lange Blütenschaft entspringt aufsteigend, aus liegendem Grund, aus der Achsel eines unteren Blattes (Sebald et al. 1992) und trägt in einseitswendigen Wickeln, 3-8 fünf-zählige Blüten (Adler et al. 1994). Die Blütezeit reicht von Juni bis August (Sebald et al. 1992). Laut Wallnöfer & Vitek (1999) zeigt *D. intermedia* eine geringe phänotypische Variabilität und weist ebenfalls eine Chromosomenzahl von 2n = 20 auf. Nach Ellenberg (1979) ist sie ein Lichtzeiger. Bei *D. intermedia* handelt es sich um eine ausgesprochene Zwischenmoor- und Hochmoorpflanze, welche in Schlenken, die von *Lycopodium inundatum* (Gewöhnliche Moorbärlapp) besiedelt werden, in größeren Populationen vorkommt, wenn infolge des Rückganges des Wasserstandes die Schlenken teilweise austrocknen und so der nackte Torfschlamm freigelegt wird (Schäftlein 1966). Des Weiteren sind sie auf sauren bis mäßig basenreichen, nassen Torf- und Sandböden, sowie an seichten Ufern von Seen und auf abgetorften Flächen in Hochmooren zu finden (Sebald et al. 1992). Nicht selten kommen im Wasser untergetauchte oder flutende Formen vor (Sebald et al. 1992). Stängel und Blattstiel sind bei diesen Formen oft gestreckt (Sebald et al. 1992).

Die dritte beheimatete *Drosera*-Art ist der Langblättrige Sonnentau (*Drosera anglica* = *Drosera longifolia*). Ein typisches Merkmal dieses ausdauernden Hemikryptophyten sind dessen länglich- bis linealisch-spatelige Laubblätter. Der Langblättrige Sonnentau bildet ebenfalls frostharte Winterknospen. Die Blattspreite ist 4-8 (-10) mal so lang wie breit (Adler et al. 1994). Diese verschmälert sich ganz allmählich in einen bis zu 7 cm langen, am Grund mit bis 13 mm langen, borstig zerschlitzten Nebenblättern versehenen, behaarten Stiel (Adler et al. 1994). Die Blattspreite ist unterseits grün und kahl, oberseits mit roten, bis 7 mm langen abstehenden Drüsenhaaren besetzt

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

(Schäftlein 1966). *D. anglica* bildet einen von Grund an aufrechten, aus der Mitte der Rosette entspringenden Blütenschaft, mit zahlreichen weißen, 5-zähligen, radiären Blüten (Adler et al. 1994). Diese Art besitzt eine Chromosomenzahl von 2n = 40 (Wallnöfer & Vitek 1999). Laut Wallnöfer & Vitek (1999) ist *D. anglica* wahrscheinlich aufgrund fixierter Heterozygotie aus *D. rotundifolia* und einer zweiten bisher in Europa nicht identifizierten bzw. eventuell schon ausgestorbenen Art entstanden. Diese Art bevorzugt feuchte bis nasse Nieder-, Zwischen- und Hochmoore (Schäftlein 1966). Zeitweise erträgt *D. anglica* sogar Überschwemmungen (Sebald et al. 1992). *D. anglica* ist vor allem in Moorschlenken sowie an Seeufern und in Kalk-Quellsümpfen zu finden (Sebald et al. 1992). Sebald et al. (1992) geben eine Vergesellschaftung unter anderem mit *Carex limosa* (Schlamm-Segge), *Scheuchzeria palustris* (Blumenbinse), *Rhynchospora alba* (Weißes Schnabelried), *Eriophorum angustifolium* (Schmalblättriges Wollgras), *Drosera rotundifolia* (Rundblättrige Sonnentau) sowie mit den Moosen *Sphagnum cuspidatum* (Spieß-Torfmoos) und *Scorpidium scorpioides* (Bärlapp-Sichelmoos) an. Trotz des an sich nicht besonders engen ökologischen Spielraums hinsichtlich einiger Standortfaktoren, ist diese Art in ihrer Verbreitung stark zurückgegangen (Sebald et al. 1992). Sebald et al. (1992) weist darauf hin, dass nährstoffarme Nassstandorte, ob basenarm oder kalkreich, durch Eutrophierung besonders stark gefährdet sind und damit auch die auf ihnen wachsenden, konkurrenzschwachen Arten.

Des Weiteren sind zwei Hybride bekannt: Zum einen *Drosera × obovata* sowie *Drosera × beleziana* (Schäftlein 1961). *Drosera × obovata* (*D. anglica × D. rotundifolia*) besitzt eine verkehrt-eiförmige 10-16 (-22) mm lange und 4-9 mm breite Blattspreite (Schäftlein 1966), die sich allmählich in den behaarten Stiel verschmälert (Haeupler et al. 2000). Der Blütenstängel ist von Grund an aufrecht und 2-3 mal so lang wie die Laubblätter (Haeupler et al. 2000). Dieser krautige Hybrid ist steril, bildet nur kleine Fruchtkapseln ohne Samen aus und besitzt eine Chromosomenzahl 2n = 30 (Sebald et al. 1992). *Drosera × obovata* entsteht offenbar regelmäßig, wenn die Elternarten sympatrisch wachsen, und zeichnet sich einerseits durch degenerierte Samen, andererseits durch eine gesteigerte Vitalität (Heterosis-Effekt) und erhöhte Fähigkeit zur vegetativen Vermehrung aus (Wallnöfer & Vitek 1999). Dabei werden, wie auch bei den anderen *Drosera*-Arten, Adventivknospen auf den Blattoberseiten, aber auch an Blattstielen und an den Blüten- bzw. Fruchtständen ausgebildet, aus welchen dann Jungpflanzen entstehen (Wallnöfer & Vitek 1999). Im Gegensatz zu dem Hybrid *Drosera × obovata* weist *Drosera × beleziana* (*D. intermedia × D. rotundifolia*) eine rundlich-, verkehrt-eiförmige bis fast runde, 6-10 mm lange und 4-5 mm breite Blattspreite auf (Adler et al. 1994). Die Blattstiele sind 2-2,5 cm lang, kahl bis schwach behaart (Adler et al. 1994). Charakteristisch sind deren am Blattstielgrund, sehr schmale, bis über die Mitte in zahlreiche, 2-5 mm lange, wimpernartig geteilte Nebenblätter (Adler et al. 1994). Zum Status und Gefährdungsgrad in Deutschland und den jeweiligen Bundesländern liegen

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

keine Angaben sowie Bewertungen der beiden Hybriden *D.* × *obovata* Mert et Koch und *D.* × *beleziana* Camus auf der »Floraweb«-Internetseite des Bundesamtes für Naturschutz vor (Bundesamt für Naturschutz 2014).

3 Material und Methoden

3.1 Sammelgebiete

Im Rahmen dieser Studie wurden insgesamt sieben Standorte mit etablierten Populationen der Gattung *Drosera* in Schleswig-Holstein für die morphologische und durchflusszytometrische Analyse besammelt. Dabei handelte es sich um drei Naturschutzgebiete (NSG) und drei Flora-Fauna-Habitate (FFH) des Schleswig-Holsteiner Festlandes, sowie einer etablierten Population im Naturschutzgebiet Amrumer Dünen.

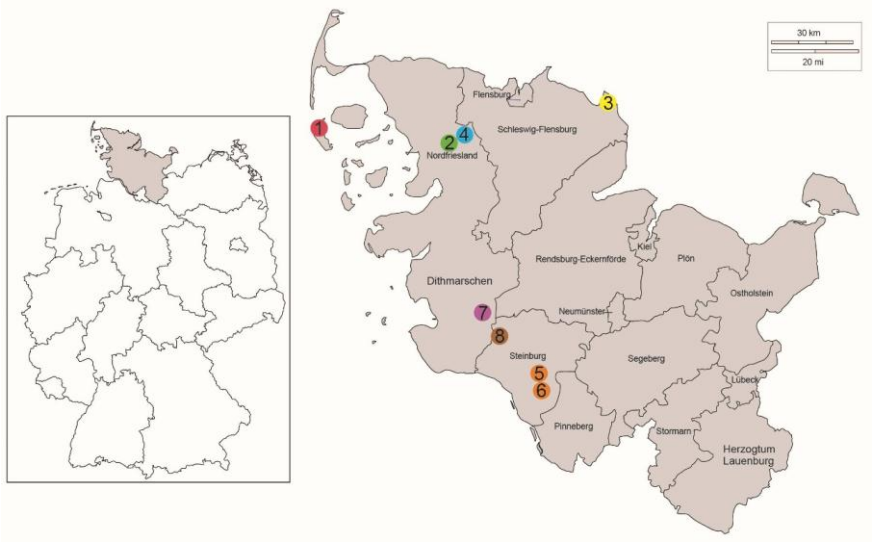


Abb. 1: Übersicht aller Standorte in Schleswig-Holstein (verändert nach www.d-maps.com): 1. Amrum; 2. Eichkratt-Schirlbusch; 3. Geltinger Birk; 4. Löwenstedter Sandberge; 5. Nordoer Heide D.I; 6. Nordoer Heide D.R; 7. Tensbüttel-Röst; 8. Vaaler Moor.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Tab. 1: Übersicht aller Standorte und deren Gauß-Krüger-Koordinaten.
GK_R: Gauß-Krüger-Rechtswert; GK_H: Gauß-Krüger-Hochwert.

Standorte	Schutz-kategorie	GK_R	GK_H	Kreis	Arten
Amrumer Dünen	NSG	3456410	6061782	Nordfriesland	*Drosera rotundifolia*
Eichkratt-Schirlbusch	NSG	3506069	6054769	Nordfriesland	*Drosera intermedia*
Geltinger Birk	NSG	3560803	6072954	Schleswig-Flensburg	*Drosera rotundifolia*
Löwenstedter Sandberge	NSG	3509317	6055237	Nordfriesland	*Drosera intermedia*
Nordoer Heide D.R	FFH	3533659	5972781	Steinburg	*Drosera rotundifolia*
Nordoer Heide D.I	FFH	3533222	5972717	Steinburg	*Drosera intermedia*
Tensbüttel-Röst	FFH	3513951	5996376	Dithmarschen	*Drosera rotundifolia*
Vaaler Moor	FFH	3520269	5985937	Steinburg	*Drosera rotundifolia*

3.2 Morphologische Untersuchungen

Es wurde bei -20 °C gelagertes Pflanzenmaterial bzw. Herbarbelege von 34 Individuen verschiedener Standorte mit einem Mikroskop untersucht und vermessen. Zwei Herbarbelege stammen aus dem Herbarium Giessensis und 32 Herbarbelege aus dem Museum für Natur und Umwelt (Lübeck). Die morphologischen Merkmale wie Blattstiel-Länge, Behaarung, Länge und Breite sowie Form der Blattspreite und der Übergang Blattspreite-Blattstiel sollten dabei helfen, *D. rotundifolia* von *D. intermedia* zu unterscheiden. Um die besammelten Individuen morphologisch bestimmen und auch einer Art zuordnen zu können wurden bereits beschriebene Unterschiede aus der Literatur (Schäftlein 1966, Wallnöfer & Vitek 1999) mit den selbst gemessenen verglichen. Es erfolgten drei Blattmessungen pro Individuum. Die Ergebnisse pro Standort wurden gemittelt.

Länger et al. (1995) nennen 14 verschiedene Typen sessiler Drüsen der Gattung *Drosera.* Mit Hilfe der Lichtmikroskopie wurden am Digital-Mikroskop VHX-600 (Keyence Deutschland GmbH, Neu-Isenburg, Deutschland) die verschiedenen Drüsentypen erfasst und mit den Literaturangabe von Länger et al. (1995) verglichen. Insgesamt wurden fünf Standorte, Amrum, Eichkratt-Schirlbusch, Löwenstedter Sandberge, die Nordoer Heide D.R (*Drosera rotundifolia*) und Nordoer Heide D.I (*Drosera intermedia*) und das Vaaler Moor, mit je 15 Individuen untersucht.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Außerdem die Geltinger Birk mit fünf Individuen und der Standort Tensbüttel-Röst mit acht Individuen. Pro Individuum wurden drei Blätter, je Blatt zehn Drüsen eines Drüsentypens untersucht.

3.3 Messungen der Genomgröße

In die durchflusszytometrische Analyse wurden insgesamt 96 Individuen aus Schleswig-Holstein eingeschlossen. Dabei stammen 15 Individuen von Amrum, 15 Individuen aus dem Eichkratt-Schirlbusch, fünf Individuen aus der Geltinger Birk, 15 Individuen aus den Löwenstedter Sandbergen, 15 Individuen aus der Nordoer Heide D.R und weitere 15 Individuen aus der Nordoer Heide D.I, sowie acht Individuen aus Tensbüttel-Röst und acht Individuen aus dem Vaaler Moor.

Bei der durchflusszytometrische Analyse (engl. flow cytometry, FC) werden optische Eigenschaften wie Lichtstreuung, Eigenfluoreszenz oder Fluoreszenz nach Anfärben von in Lösung suspendierter Partikel, wie zum Beispiel Zellkerne, gemessen (Barow 2003). Ein Fluoreszenzfarbstoff der das Chromatin des Zellkerns anfärbt ist Propidiumiodid (PI). Propidiumiodid ist ein Nukleinsäureinterkalator, welcher nicht basenpaarspezifisch wirkt (Elling 2008). Durch Anregung des Farbstoffes mit Laser- oder UV-Licht und Detektion der Fluoreszenzintensität kann auf den relativen DNA-Gehalt einer Probe geschlossen werden (Elling 2008). Dabei verhält sich die Strahlungsintensität proportional zum DNA-Gehalt pro Zellkern (Elling 2008). Bei Eukaryoten wird die Genomgröße durch die Masse der Zellkern-DNA des reduzierten unreplizierten haploiden Chromosomensatzes bestimmt und als C-Wert in Picogramm (pg) angegeben (Barow 2003). Messungen der Genomgröße können zur Artdifferenzierung herangezogen werden, wie zytologische Untersuchungen von Rothfels und Heimburger (1968) zeigen. Dabei beträgt die Genomgröße der Art *D. rotundifolia* 1C = 0,88 pg und der Art *D. intermedia* 1C = 0,95 pg.

Zur Bereitung der Zellkernsuspension mussten circa 0,5 cm^2 junges Blattmaterial der zu messenden Probe und des internen Standards (*Bellis perennis* 1C = 1,15 pg) in 0,5 ml Propidiumjodid (PI)/RNase-Puffer (Sysmex Partec, Görlitz, Deutschland) mit einer Rasierklinge zerhackt und nach kurzer Inkubation von 30 sec durch ein Nylonnetz (Durchmesser 30 µm/ Sysmex Partec) filtriert werden. Nun erfolgte die Zugabe von 2 ml des DNA-interkalierenden Farbstoffs (PI) Propidiumjodid. Nach 30 min Inkubation wurde die Zellkernsuspension mit dem Durchflusszytometer Cy Flow® Ploidy Analyser (Sysmex Partec) analysiert, das mit einer UV-LED und einem Nd-YAG green-Laser ausgerüstet ist. Die Propidiumjodidfluoreszenz wurde mit 30 mW und einer Wellenlänge von 532 nm angeregt.

In einem Punktediagramm (Dot Plot) mit logarithmischer x-Achse, in dem die Fluoreszenzintensität (entspricht dem DNA-Gehalt) gegen die Seitwärtsstreuung (entspricht der Zellkerngröße) dargestellt ist, wurde durch das Setzen von Rahmen die

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Punktemenge bestimmt, die bei der Darstellung und Auswertung der Histogramme einbezogen wurde (Barow 2003). Dies ermöglicht das Ausblenden unspezifischer, autofluoreszierender Zelltrümmer (Barow 2003). In dieser Arbeit erfolgt ausschließlich die Angabe des 1C-Wertes. Nach Anfärben der Kernsuspension mit PI lässt sich die Genomgröße 1C der zu messenden Art aus dem Verhältnis R der Peakposition von zu untersuchender Art und Referenzart berechnen:

$$1C_{Probe} = R_{PI} \times 1C_{Referenz}$$

Die Erfassung sowie statistische Auswertung erfolgte mit Sigmaplot 12 (Systat Software GmbH, Erkrath Deutschland).

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Morphologische Untersuchungen

4.1.1 Blattmessungen

Die Standorte Amrum, Eichkratt-Schirlbusch, Löwenstedter Sandberge, die Nordoer Heide D.I und Nordoer Heide D.R und das Vaaler Moor wurden mit je 15 Individuen bemessen. Des Weiteren der Standort Geltinger Birk mit fünf Individuen und Tensbüttel-Röst mit acht Individuen. Die resultierenden Ergebnisse der gemittelten Blattmessungen je Standort sind in Abbildung 2 zusammengefasst. Aus den Untersuchungen der Blattstiellänge, dem Übergang zwischen diesem und der Blattspreite, sowie deren Länge und Breite wird ersichtlich, dass die Populationen der Standorte Amrum, Geltinger Birk, Nordoer Heide D.R, Tensbüttel-Röst und dem Vaaler Moor im Vergleich zu den Literaturangaben (Schäftlein 1966, Wallnöfer & Vitek 1999) für die Art *Drosera rotundifolia* zutreffen, die Populationen der Standorte Eichkratt-Schirlbusch, Löwenstedter Sandberge und Nordoer Heide D.I hingegen auf das Vorkommen der Art *Drosera intermedia* hinweist.

Individuen der Standorte Amrum, Geltinger Birk, sowie Nordoer Heide D.R, Tensbüttel-Röst und dem Vaaler Moor weisen eine gemittelte Blattstiellänge von 11,22 mm, sowie einer rundlich-querelliptisch Blattspreite (Lamina) mit einer Länge von 5,25 mm und einer Breite von 6,67 mm auf (Abbildung 2). Die Übergänge zwischen Blattspreite und Blattstiel sind stets abrupt. Die Blattstiele (Petioli) sind bei allen untersuchten Individuen stark behaart. Daneben sind die Laubblätter leicht geneigt, und liegen mehr oder weniger flach auf dem Substrat auf. Zwischen den einzelnen Populationen von *D. rotundifolia* zeigen sich kaum Schwankungen hinsichtlich derer Blattspreiten (Abbildung 2), mit Ausnahme der *D. rotundifolia*-Population am Standort Geltinger Birk. Die Pflanzen dieses Standortes weisen eine durchschnittliche Blattspreitenlänge von 4,65 mm und eine -breite von 5,74 mm

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

auf. Die Blattstiellängen der untersuchten *D. rotundifolia*-Populationen zeigen recht starke Schwankungen. Im Gegensatz zu den untersuchten *D. rotundifolia*-Populationen Geltinger Birk, Nordoer Heide D.R, Tensbüttel-Röst und Vaaler Moor, weist die Amrumer-Population die längste Blattstiellänge mit 15,07 mm auf. Die gemittelte Blattstiellänge der Population Geltinger Birk fällt mit einer Länge von 6,94 mm am kleinsten aus (Abbildung 2).

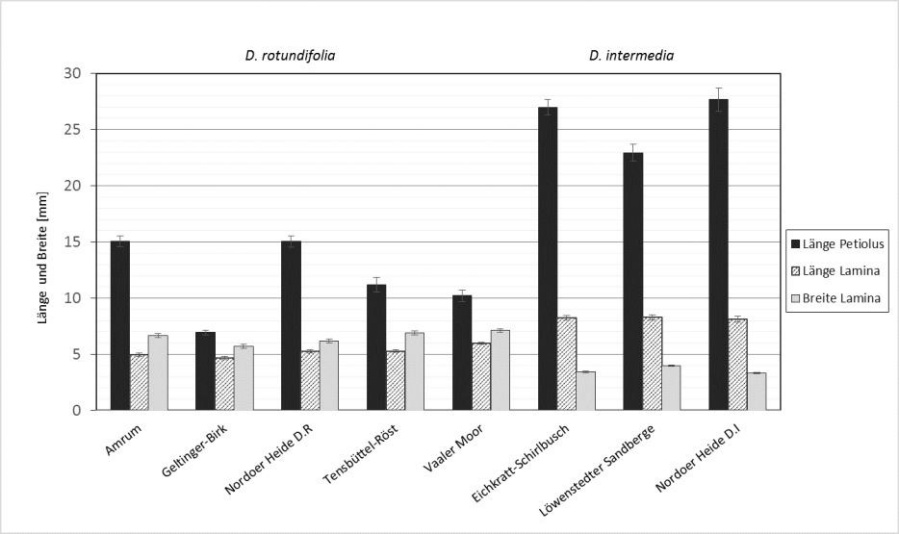


Abb. 2: Graphische Darstellung der Ergebnisse der Mediane (Zentralwerte) und Standardfehler der Messungen der Petioli (schwarze Balken), der Länge der Lamina (schraffierte Balken) und der Breite der Lamina (graue Balken) der untersuchten *Drosera*-Standorte.

Die untersuchten Individuen der Standorte Eichkratt-Schirlbusch, Löwenstedter Sandberge und Nordoer Heide D.I hingegen, weisen eine durchschnittliche Blattstiellänge von 27,01 mm sowie eine spatelförmigen Blattspreite (Lamina) mit einer Länge von 8,24 mm und einer Breite von 3,44 mm auf (Abbildung 2). Die Übergänge zwischen Blattspreite (Lamina) und Blattstiel (Petiolus) verschmälern sich stets allmählich. Die Blattstiele sind bei allen untersuchten Individuen meist kahl bis völlig kahl. Des Weiteren ist eine horizontale Ausrichtung der Laubblätter festzustellen. *D. intermedia* wurde auf Amrum nicht gefunden, wodurch nicht beantwortet werden konnte, ob sich Festlandpopulationen phänotypisch von der Amrumer Dünenpopulation unterscheiden.

Zwischen den einzelnen Populationen von *D. intermedia* (Abbildung 2) zeigen sich nur geringe Schwankungen. Hier liegt die gemittelte Blattstiellänge der Population Eichkratt-Schirlbusch bei 27,01 mm, außerdem eine Länge und Breite der Blatt-

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

spreite von 8,24 mm und 3,44 mm. Bei der *D. intermedia*-Population Löwenstedter Sandberge liegt die durchschnittliche Blattstiellänge bei 22,95 mm und die Länge und Breite der Lamina beträgt 8,28 mm bzw. 3,99 mm. Die Population der Nordoer Heide D.I weist eine durchschnittliche Blattstiellänge von 27,67 mm auf, sowie einer Blattspreitenlänge und -breite von 8,12 mm und 3,32 mm. Allgemein unterscheidet sich der Habitus der beiden Taxa stark: *D. intermedia* erreicht größere Blattlängen und *D. rotundifolia* größere Blattspreiten als die jeweils andere Art. Individuen der Art *D. anglica* sowie der Hybriden *D.* × *obovata* und *D.* × *beleziana* wurden nicht detektiert.

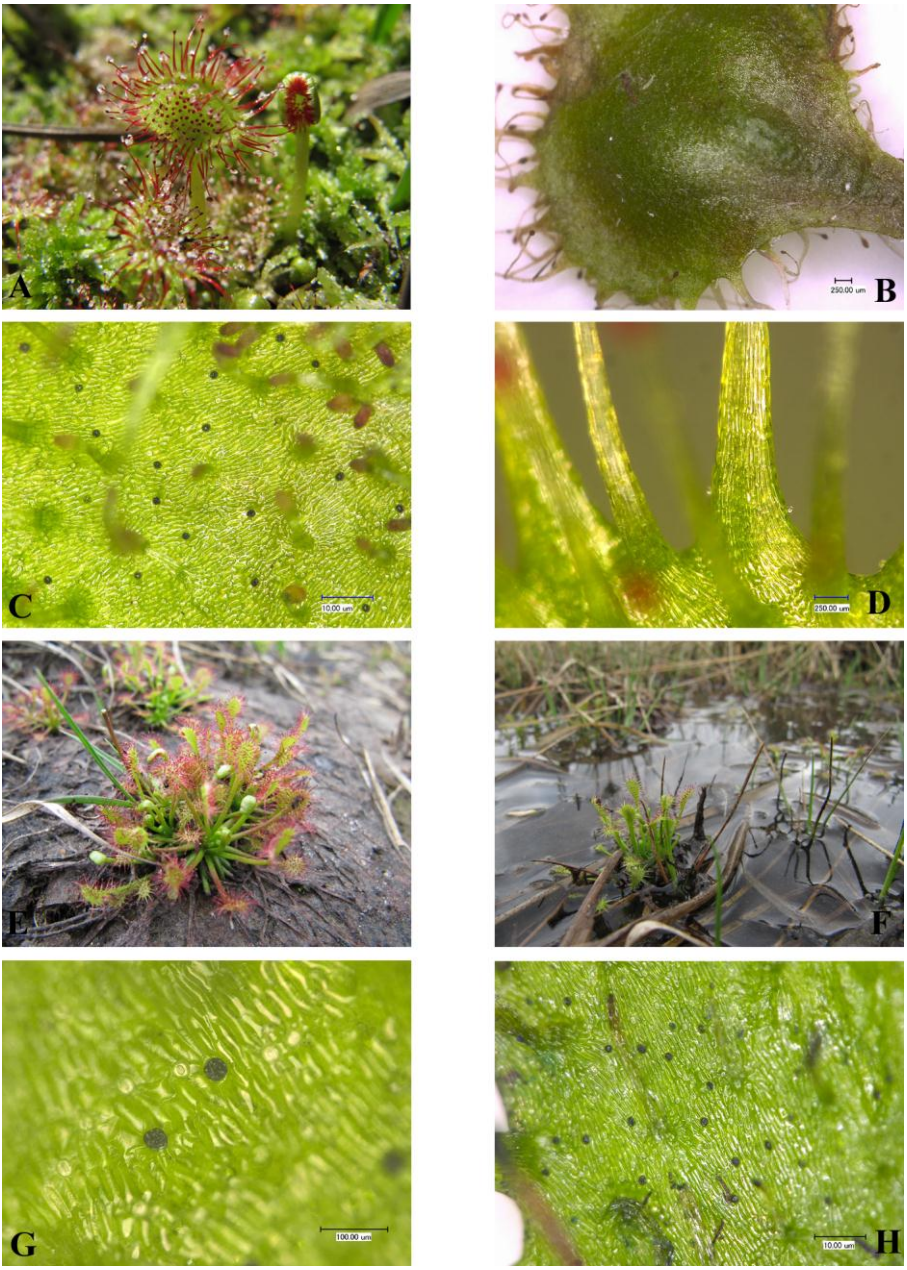
4.1.2 Klassifizierung sessiler Drüsen der Gattung *Drosera*

Alle untersuchten *D. rotundifolia* Taxa der Standorte Geltinger Birk, Nordoer Heide D.R, sowie Tensbüttel-Röst und dem Vaaler Moor weisen sowohl den Drüsentyp 1 als auch den Drüsentyp 3 auf. Bei Drüsentyp 1 handelt es sich um sogenannte »Papillen«: vertikal-, 2-geteilte, sekretorische Zellen (Länger et al. 1994). Dieser Typ 1 ist der einfachste sowie häufigste der Gattung und ist über die gesamte Blattfläche (Abbildung 3: C) einschließlich der Tentakelstiele verteilt. Drüsentyp 3 beinhaltet unverzweigte, vertikal geteilte, kurze bi- oder multizellulär gestielte Drüsen. Diese sind ebenfalls über die gesamte Blattfläche sowie die Tentakel verteilt (Abbildung 3: D). Ebenfalls weist die *D. rotundifolia*-Population Amrums sowohl den Drüsentyp 1 also auch den Drüsentyp 3 auf. Im Gegensatz zu den untersuchten *D. rotundifolia*-Populationen, ist bei den *D. intermedia*-Populationen nur der Drüsentyp 1 zu finden (Abbildung 3: G-H). Eine Untersuchung der Drüsentypen des Hybriden *D.* × *beleziana* der untersuchten Elternarten (*D. intermedia* Hayne × *D. rotundifolia* L.) konnte aufgrund fehlender Detektion nicht erfolgen.

4.2 Analysen der Genomgröße

Die Art *Drosera rotundifolia* der untersuchten Standorte (Nordoer Heide D.R, sowie Tensbüttel-Röst und Vaaler Moor) weisen eine gemittelte Genomgröße (1C-Value) von 0,91 pg auf. Zwischen den einzelnen Individuen von *Drosera rotundifolia* zeigen sich geringe Schwankungen. Die Individuen von *D. rotundifolia* des Standortes Amrum weisen eine gemittelte Genomgröße (1C-Value) von 0,92 pg und die des Standortes Geltinger Birk eine gemittelte Genomgröße (1C-Value) von 0,90 pg auf. Die zytologischen Untersuchungen der *Drosera intermedia*-Populationen der Standorte Eichkratt-Schirlbusch ergaben hingegen eine gemittelte Genomgröße (1C-Value) von 1,01 pg, der Löwenstedter Sandberge von 1,02 pg und Nordoer Heide D.I von 1,03 pg. Aufgrund fehlender Detektion des Hybriden *D.* × *beleziana* der untersuchten Elternarten (*D. intermedia* Hayne × *D. rotundifolia* L.) können keine Aussagen bezüglich der Genomgröße getroffen werden.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at



©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Abb. 3 (gegenüberliegende Seite): A-D: *D. rotundifolia* A: Übersicht des Habitus im *Sphagnum*-Polster auf Amrum. B: Blattunterseite mit vereinzelt kurzen Haaren von *D.* var. *maritima.* C: sessile Drüsen vom Typ 1, gefärbt mit 1%igem Methylenblau. D: sessile Drüsen vom Typ 3. E-H: *D. intermedia* E: Übersicht des Habitus auf nacktem Torfschlamm im Eichkratt-Schirlbusch. F: Übersicht des Habitus im Wasser in der Nordoer Heide D.I. G: Vergrößerung zweier sessiler Drüsen vom Typ 1, gefärbt mit 1%igem Methylenblau. H: Übersicht sessiler Drüsen vom Typ 1, gefärbt mit 1%igem Methylenblau.

4.3 Schlussfolgerung und Schutzmaßnahmen

Aufgrund der Zerstörung, Veränderung sowie der Fragmentierung des Lebensraumes »Moor« sind viele Bestände hochspezialisierter Arten wie zum Beispiel *D. rotundifolia* und auch *D. intermedia* in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen. Ziel unserer Studie war es, Erkenntnisse der Gattung *Drosera* in Schleswig-Holstein zu gewinnen. Dabei galt es herauszufinden, ob sich zum einen die Arten *Drosera rotundifolia* und *Drosera intermedia* Schleswig-Holsteins zytologisch sowie morphologisch unterscheiden. Dabei konnte *Drosera anglica* und der Hybrid *Drosera* × *obovata* (*Drosera anglica* × *D. rotundifolia*) nicht detektiert werden.

Die erfassten Parameter der *D. rotundifolia*- und der *D. intermedia*-Populationen wie Länge und Breite der Lamina, die in der Untersuchung ermittelt wurden, stimmen mit den Angaben von Hegi (1966) überein und bestätigen das morphologische Merkmal zur Artdifferenzierung. Laut Thum (1988) bilden die beiden Sonnentauarten *D. rotundifolia* und *D. intermedia* zunächst eine sehr ähnliche Blattform aus. Während bei *D. rotundifolia* das Verhältnis von Länge zu Breite der Blätter beim Wachstum weitgehend gleich bleibt (isometrisches Wachstum), wächst bei *D. intermedia* die Blattlänge stärker als die Breite (allometrisches Wachstum) (Thum 1988). Daneben stimmen die erfassten Blattstiellängen der *D. intermedia*-Populationen, die ebenfalls in dieser Untersuchung ermittelt wurden, mit den Angaben von Hegi (1966) überein. Sebald et al. (1992) geben für die Art *D. rotundifolia* ein Blattstiellänge von 15-50 mm an. Dies kann durch die Analyse der Individuen von *D. rotundifolia* in Schleswig-Holstein nur bedingt bestätigt werden. Gründe hierfür müssen untersucht werden, könnten aber zum Beispiel durch klimatische Einflüsse (Feuchtigkeit, Wärme etc.) bedingt sein.

Des Weiteren unterscheiden sich beide Arten in der Ausrichtung der Laubblätter, was auf die jeweiligen Mikrohabitate zurückzuführen ist. *D. intermedia* ist im Gegensatz zu *D. rotundifolia* auf Hoch- und Zwischenmoore beschränkt (Schäftlein 1966). Daneben ist diese Art oft auf überfluteten Standorten zu finden (Thum 1988). Aufgrund dessen

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

muss sie ihre bis zu 3,5 cm lang gestielten Blätter horizontal ausrichten, um Insekten über dem Wasserspiegel erreichen zu können (Thum 1988). Untersuchungen der *D. intermedia*-Populationen Nordoer Heide D.I (Abbildung 3: F) sowie der Löwenstedter Sandberge bestätigen dies. *D. rotundifolia* hingegen bevorzugt trockenere Standorte auf Hochmooren, ferner Zwischenmoore sowie Flachmoore (Schäftlein 1966). Diese Art weist leicht geneigte Blätter auf, die mehr oder weniger flach auf dem Substrat aufliegen, ohne damit unter Wasser zu geraten (Thum 1988). Die Blattstellung kann demnach zur Artdifferenzierung beitragen. Dieses Auflegen der Blätter kann natürlich dazu führen, dass die Tentakel mit dem Substrat in Berührung kommen (Thum 1988). Zumindest bei großen Blättern von *D. rotundifolia* kann man als spezielle Anpassung an diesen Umstand randständige Tentakel finden, die ein löffelförmiges Köpfchen haben und den Fangschleim nur halbseitig und nach oben gerichtet absondern (Thum 1988).

Die erfassten Drüsentypen der *D. rotundifolia*- und der *D. intermedia*-Populationen, die in der Untersuchung ermittelt wurden, stimmen mit den Angaben von Länger et al. (1995) überein und bestätigen das morphologische Merkmal zur Artdifferenzierung. Im Gegensatz zu *D. intermedia* weist *D. rotundifolia* einen zweiten Typ sessiler Drüsen auf. Dabei handelt es sich um den von Länger et al. (1995) beschriebenen Drüsentyp 3: die vertikal geteilten, kurzen bi- oder multizellulär gestielten Drüsen (Abbildung 3: D).

Durch die genannten morphologischen Merkmale lassen sich beide Arten klar voneinander differenzieren. Die morphologischen Untersuchungen zeigen, das artspezifische Merkmale nicht sehr variabel sind und laut Enke et al. (2011) die Genomgröße einer Art meist konstant ist. Die zytologischen Datensätze unserer Studie bestätigen dies. Laut Rothfels und Heimburger (1968) beträgt die Genomgröße der Art *D. rotundifolia* 1C = 0.88 pg und der Art *D. intermedia* 1C = 0.95 pg. Die Ergebnisse unserer durchflusszytometrischen Analyse beider untersuchten Arten weichen davon ab. Die Genomgrößen für die *D. rotundifolia*-Population liegen bei 1C = 0.91 pg und für *D. intermedia*-Populationen bei 1C = 1.02 pg. Unterschiedliche absolute Werte für die Genomgröße beider Arten beruhen auf verschiedenen Messmethoden und einer Weiterentwicklung der technischen Möglichkeiten, sowie der Kalibrierung mit einem Referenzgenom (Enke et al. 2011). Enke et al. (2011) definieren deshalb zur Vergleichbarkeit von Daten Genomklassen. Durch das Verhältnis der Genomgrößen beider Arten der älteren Messmethoden (Verhältnis *D. rotundifolia* zu *D. intermedia* = 0.93) zu den neueren (0.89), ist ersichtlich dass die Werte vergleichbar sind. Durch eine Anova on Ranks (Kruskal-Wallis, One Way) sowie eines multivarianten Post-hoc-Tests (Dunn's Method) konnte ermittelt werden, dass es statistisch signifikante Unterschiede (P = < 0,001) zwischen den Genomgrößen beider Arten gibt. Somit können die Ergebnisse der Genomgrößenmessungen zur Artabgrenzung verwendet werden.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Ein weiteres Ziel unsere Studie war es herauszufinden, ob sich die lokalen *D. rotundifolia*- sowie *D. intermedia*-Populationen des Festlandes phänotypisch von der Amrumer *Drosera*-Population abgrenzen. Die Ergebnisse der morphologischen Datensätze bestätigen, dass sich die lokalen *D. rotundifolia*-Populationen des Festlandes von der Amrumer *D. rotundifolia*-Population hinsichtlich ihrer Petioluslänge abgrenzen. Laut Thum (1988) sind manche Individuen von *D. rotundifolia* in Gefahr, von schnellwüchsigem *Sphagnum* überwachsen und so vom Licht abgeschnitten zu werden. Dies trifft auch für die untersuchte Population auf Amrum zu (Abbildung 3: A). Diese Art ist jedoch im Stande, mit *Sphagnum*-Arten zu konkurrieren. Um die Oberfläche des Moosrasens zu erreichen, bildet sie längere Internodien sowie längere Blattstiele aus. Die untersuchten Blattstiellängen der Individuen Amrums bestätigen dies. Daneben handelt es sich wahrscheinlich bei der untersuchten *D. rotundifolia*-Population Geltinger Birk um *D. rotundifolia* var. *maritima*. Die Behaarung und Länge des Blattstiels und die vereinzelten Haare der Lamina-Unterseite weisen darauf hin (Abbildung 3: B). Jedoch sollten aufgrund der geringen Anzahl an Individuen die besammelt wurden, weitere Individuen hinzugezogen werden um Klarheit zu schaffen. *D. intermedia* wurde auf Amrum nicht gefunden, weshalb nicht beantwortet werden konnte, ob sich die Populationen des Festlandes von der Amrumer Dünenpopulation unterscheiden. Mittels der zytologischen Datensätze kann nicht bestätigt werden, dass sich die lokal angepassten Genotypen der *D. rotundifolia*-Populationen des Festlandes von der Amrumer Population unterscheiden. Die gemittelte Genomgröße aller untersuchten Individuen beträgt 0.91 pg ± 0.003. Innerhalb einer Art ist die Genomgröße meist konstant (Enke et al. 2011). Aufgrund dessen liefert die Methode für diesen Teil der Fragestellung keine Ergebnisse.

Zuletzt galt es herauszufinden, ob der Hybrid *D.* × *beleziana* der untersuchten Elternarten (*D. intermedia* × *D. rotundifolia*) in Schleswig-Holstein vorkommt. Die Ergebnisse der morphologischen und zytologischen Datensätzen schließen das Vorkommen des Hybriden *D.* × *beleziana* jedoch aus. Es wurde ein Standort in dieser Untersuchung gewählt der beide Arten aufweist (Nordoer Heide D.I & Nordoer Heide D.R). Auch sind beiden Arten weniger als 1 km voneinander entfernt. Zur interspezifischen Pollenausbreitung der Gattung *Drosera* mittels Bestäuber liegt bisher keine Information vor. Jedoch haben Untersuchungen von Rong et al. (2010) an *Daucus carota* ssp. *carota* gezeigt, dass eine Pollenausbreitung mittels Bestäuber innerhalb eines Kilometers möglich ist. Allerdings können Baumreihen die die beiden Standorte voneinander trennen, hier eine Barriere für Bestäuber darstellen. Laut Schäftlein (1961) ist Selbstbestäubung bei den mitteleuropäischen *Drosera*-Arten die Regel. Neben sich öffnenden, autogamen Blüten kommen auch meist kleinere kleistogame Blüten vor (Schäftlein 1961). Aufgrund dessen streut die Gattung *Drosera* so auch die mitteleuropäischen Arten *D. intermedia* und *D. rotundifolia* nur wenig Pollen aus, da die Blüten sich nur selten und für kurze Zeit öffnen. Eine Ausbreitung der Pollenkörner mittels Bestäuber ist somit nur bedingt möglich. Laut Schäftlein (1961) sind die Samen der oben genannten *Drosera*-

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Arten sehr klein und leicht. Vor allem scheinen die Samen wegen ihres geringen Gewichtes an Windausbreitung angepasst zu sein. Selbst wenn diese erfolgt, ist eine Keimung nicht gewährleistet. Nach (Schäftlein 1961) sind beide Arten ausgesprochene Lichtfrostkeimer; am leichtesten keimt *D. rotundifolia*, am schwersten *D. intermedia*. Dadurch wird auch die unterschiedliche Verbreitung beider Arten verständlich (Schäftlein 1961). Daneben konnte beobachtet werden, dass die untersuchten Arten *D. rotundifolia* und *D. intermedia* räumlich getrennte Mikrohabitate bewohnen. *D. rotundifolia* war auf feuchtem Borstgrasrasen zu finden, *D. intermedia* hingegen in einer Schlenke mit offenem Wasserspiegel. Laut Thum (1988) bewohnt *D. intermedia* diese bevorzugt. Im Untersuchungsgebiet Nordoer Heide konnten beide Arten gefunden werden. Die Standorte beider Populationen liegen allerdings weniger als 1 km voneinander entfernt und sind durch Baumreihen voneinander getrennt. Eine mögliche Hybridisierung beider Arten, ist aufgrund der natürlichen Barriere (Baumreihe) nahezu auszuschließen. Der Hybrid *D.* × *beleziana* der untersuchten Elternarten (*D. intermedia* × *D. rotundifolia*) war auch hier nicht zu finden. Im Rahmen dieser Studie konnte mit keiner der Analysen eine Aussage zum Status und Vorkommen der Art *D. anglica* sowie der Hybride *Drosera* × *obovata* und *Drosera* × *beleziana* getroffen werden. Für weiterreichende Erkenntnisse zum Status und Vorkommen der *Drosera*-Arten in Schleswig-Holstein sollten die Untersuchungen ausgedehnt werden.

Gegen die Fragmentierung, Eutrophierung und Entwässerung der Standorte anzugehen ist schwierig, aber essentiell für die langfristige Erhaltung vieler hochspezialisierter, gefährdeter Arten. Allgemein gilt daher, dass um Bestände stark gefährdeter Arten entlastende Schutz- und Pufferstreifen eingerichtet werden müssen, um negative Einflüsse der Landwirtschaft abzumildern (Romahn et al. 2007). Dies gilt in besonderem Maße für solche Arten, für die das Land Schleswig-Holstein eine besondere Verantwortung trägt (Romahn et al. 2007). So auch für die beiden einheimischen Sonnentauarten, *D. rotundifolia* und *D. intermedia*. An den Standorten Eichkratt-Schirlbusch, Nordoer Heide D.I und Löwenstedter Sandberge sollten weiterhin Heidepflegemaßnahmen wie zum Beispiel das Befreien von Gehölzaufwuchs vorgenommen werden. Andernfalls ist mit dem endgültigen Verschwinden dieser Populationen zu rechnen.

Danksagung

Wir bedanken uns bei Frau Dr. Silke Lütt des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein für die Erlaubnis, Blattmaterial von *Drosera*-Pflanzen in den FFH-Gebieten Nordoer Heide, Tensbüttel-Röst und dem Vaaler Moor sammeln zu dürfen. Des Weiteren bedanken wir uns bei den Mitarbeitern der Unteren Naturschutzbehörde, Kreis Nordfriesland für die Ausnahmegenehmigung in den Naturschutzgebieten Löwenstedter Sandberge, Eichkratt Schirlbusch und Amrumer Dünen, sowie bei den Mitarbeitern der Unteren Natur-

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

schutzbehörde, Kreis Schleswig-Flensburg für die Erlaubnis im Naturschutzgebiet Geltinger Birk, Blattmaterial von *Drosera*-Pflanzen zu entnehmen. Abschließend danken wir den Mitarbeitern des Instituts für Botanik (AG Spezielle Botanik) der Justus-Liebig-Universität Gießen für die Hilfe während der Probenentnahme.

Literatur

Adler, W., Oswald, K., Fischer, R. (1994) Exkursionsflora von Österreich. Eugen Ulmer Verlag: 1180 S.

Bachmann, U. (2006): Die Gefährdung der Knäuel-Glockenblume *Campanula Glomerata* L. in Deutschland. Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg: 72 S.

Barow, M. (2003): Beziehungen zwischen Genomgröße, Basenzusammensetzung und Endopolyploidie bei Samenpflanzen. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Dissertation: 96 S.

Bund Brandenburg (2014): Bund-brandenburg.- URL: http://www.bund-brandenburg.de /themen_projekte/natur_und_artenschutz/moorschutz/definition_moor_und_moortypen/, [Abfrage 15.01.2014].

Bundesamt für Naturschutz (2014): Floraweb. – URL: http://www.floraweb.de, [Abfrage 15.01.2014].

Ellenberg, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Verlag Erich Goltze KG, Göttingen. Scripta Geobotanica IX. 2. Auflage: 122 S.

Elling, B. (2008): Verwilderter Raps im Osnabrücker Land. Erfassung, Charakterisierung & Auskreuzungspotenzial. Universität Osnabrück, Dissertation: 222 S.

Enke, N., Fuchs, J., Gemeinholzer, B. (2011): Shrinking genomes? Evidence from genome size variation in *Crepis* (Compositae). Plant Biology 13: 185-193.

Haeupler, H., Muer, T. (2000): Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Eugen Ulmer Verlag: 759 S.

Jensen, K. (2011): Klimabedingte Änderungen in terrestrischen und semi-terrestrischen Ökosystemen. Klimabericht für die Metropolregion Hamburg. Springer Berlin Heidelberg: 143-176.

Länger, R., Pein, I., Kopp, B. (1995): Glandular hairs in the genus *Drosera* (Droseraceae): Pl. Syst. Evol. 194: 163-172.

Mayer, E. (2005): Karnivore Kesselpflanzen. Untersuchungen zur Verdauung, Nährstoffaufnahme und Mikroflora. Universität Wien, Diplomarbeit: 169 S.

Mcpherson, S. (2010): Carnivorous Plants and their Habitats. Redfern Natural History Productions. Volume Two: 724-1436.

Mierwald, U., Romahn, K. (2006): Die Farn- und Blütenpflanzen Schleswig-Holsteins – Rote Liste, 4. Fassung, Band 1. – Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, 122 S., Flintbek.

Rong, J., Janson, S., Umehara, M., Ono, M., Vrieling, K. (2010): Historical and contemporary gene dispersal in wild carrot (*Daucus carota* ssp. *carota*) populations. Annals of Botany 106: 285-296.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Rothfels, K., Heimburger, M. (1968): Chromosome Size and DNA Value in Sundews (Droseraceae). Chromosoma (Berl.) 25: 96-103.

Schäftlein, H. (1961): Droseraceae. In Hegi: Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Band IV, 2. Teil, herausgegeben von Dr. Herbert Huber. Carl Hanser Verlag, München.

Schäftlein, H. (1966): Droseraceae. In Hegi: Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Band IV, 2. Teil, herausgegeben von Dr. Herbert Huber. Carl Hanser Verlag, München.

Schägner, J.P. (2009): Moorrenaturierung als Klimaschutzmaßnahme. Ökologisches Wirtschaften 1: 28-29.

Schriftenreihe des LLUR-SH (2012): Eine Vision für Moore in Deutschland. Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz. Gemeinsame Erklärung der Naturschutzbehörden. Schriftenreihe: LLUR SH – Natur; 20: 3-37.

Sebald, O., Seybold, S., Philippi, G. (1992): Die Farn-und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Band 3: Spezieller Teil (Spermatophyta, Unterklasse Rosidae) Droseraceae bis Fabaceae. Eugen Ulmer Verlag: 483 S.

Thum, M. (1988): Untersuchungen zur Koexistenz und Nischentrennung bei zwei sympatrischen carnivoren Pflanzen, *Drosera rotundifolia* und *Drosera intermedia*. Ludwig-Maximilians-Universität München, Dissertation:157 S.

Timmermann, T., Joosten, H., Succow, M. (2009): Restaurierung von Mooren. Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa. Spektrum Akademischer Verlag: 55-93.

Vassilyev, E.A. (2005): Dynamics of Ultrastructual Characters of *Drosophylum lusitanicum* Link (Droseraceae) Digestive Glands During Maturation and After Stimulation. Taiwania, 50 (3): 167-182.

Wallnöfer, B., Vitek, E. (1999): Die Gattung *Drosera* (Droseraceae) in Österreich. Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien 101 B: 631-660.

Anschrift der Verfasser

Stefanie Eschenbrenner
Jens Föller
Volker Wissemann
Institut für Botanik
AG Spezielle Botanik
Heinrich-Buff-Ring 38
35392 Gießen

E-Mail:
Stefanie.Eschenbrenner@bot1.bio.uni-giessen.de
Jens.Foeller@bot1.bio.uni-giessen.de
Volker.Wissemann@bot1.bio.uni-giessen.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Kieler Notizen zur Pflanzenkunde

Jahr/Year: 2015/2016

Band/Volume: 41

Autor(en)/Author(s): Föller Jens, Wissemann Volker, Eschenbrenner Stefanie

Artikel/Article: Untersuchungen zur Biologie und Status sympatrischer Drosera-Arten in Schleswig-Holstein 148-166