

Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens

52. Jahrgang Heft 3/1999

240 Millionen Jahre *Isoëtes*:

Das See-Brachsenkraut *Isoëtes lacustris* L. in Niedersachsen.

The quillwort *Isoëtes lacustris* L. in Lower Saxony.

von Margrit Vöge

Seit jeher gilt dem Brachsenkraut und seinen Standorten die besondere Aufmerksamkeit der Hydrobotaniker. Es besiedelt bevorzugt klare, elektrolyt- und nährstoffarme Gewässer, in denen beispielsweise anspruchsvolle Laichkräuter nicht auf ihre Kosten kommen. Neben Seen in Schleswig-Holstein (Garrensee, Ihlsee, Bültsee) und Baden-Württemberg (Titisee und Feldsee) kommt das Brachsenkraut in den niedersächsischen Gewässern Wollingster See, Silbersee und im Großen Sager Meer vor (VÖGE 1992). Die ersten beiden Seen liegen etwa 20 km südöstlich von Bremerhaven in der Wesermünder Geest, das Große Sager Meer befindet sich bei Oldenburg.



10 I 90,061/52,3
Ö. L. x. museum
biologiezentrum
hrv. 2000/10.764

Abb.1: Eine gut entwickelte Brachsenkraut-Pflanze aus Norwegen

Das Brachsenkraut ist an nährstoffarme Bedingungen angepaßt. Über seine Wurzeln entnimmt es dem Porenwasser des Sediments Kohlendioxid, wo die Konzentration dank der Tätigkeit von Bakterien wesentlich höher ist als im umgebenden Wasser (Laichkräuter hingegen nehmen im Wasser über ihre Blätter Hydrogenkarbonat-Ionen auf). Das Brachsenkraut kann sogar auch nachts Kohlendioxid fixieren, um es am Tage zur Photosynthese zu nutzen. Dennoch ist die ausdauernd grüne Pflanze wenig produktiv und unterliegt, wenn das Siedlungsgewässer eutrophiert wird und dann wuchskräftigere Arten eindringen können. Für die Anpassung an nährstoffarme Bedingungen „bezahlt“ *Isoëtes* auf diese Weise mit mangelnder Konkurrenzkraft.

Meist sind die bekannten Standorte in Mitteleuropa nicht mehr nährstoffarm, sondern von Plankton getrübt und von anspruchsvolleren Arten bedrängt oder sie sind reicher an Huminstoffen geworden und das bräunliche Wasser mindert die Lichtqualität, wie im Wollingster See. Konkurrenz und Lichtmangel haben bewirkt, daß das Brachsenkraut in Niedersachsen vom Aussterben bedroht ist. Lediglich im skandinavischen Hauptverbreitungsgebiet und vereinzelt auch in Schottland gibt es noch ausgedehnte intakte Bestände. Systematisch gehört die Gattung *Isoëtes* innerhalb der Abteilung der Pteridophyta (Farnpflanzen) zu den Bärlappen. Im Karbon, vor 345-280 Millionen Jahren, waren es die Bärlappe, die als hohe Bäume Sümpfe gewaltiger Ausdehnung besiedelten und denen wir die Steinkohlenlager verdanken. Obgleich die Brachsenkräuter kaum höher als 20-30 cm sind (im Wollingster See nur bis 7 cm), so haben sie dennoch eines gemeinsam mit den Bäumen des Kambrium, nämlich die Wurzelanatomie. Den verwandtschaftlichen Beziehungen entsprechend vermehrt sich *Isoëtes* über Sporen. Der Sproß ist zum Kormus knollig gestaucht; von hier entwickeln sich eine Blattrosette, die an optimalen Standorten aus 30-40 Blättern besteht, im Wollingster See es jedoch kaum über 14 Blätter bringt, sowie zahlreiche lange Wurzeln. Ein Teil der Blätter, die Makrosporophylle, besitzen an der unteren Basis ein mit Makrosporen gefülltes Makrosporangium; ein anderer Teil, die Mikrosporophylle, enthalten Mikrosporen in den Mikrosporangien. Abb. 1 vom 17.7.1994 zeigt eine gut entwickelte Pflanze aus Norwegen.

Um die *Isoëtes*-Bestände in intakten Gewässern und solche, die ums Überleben kämpfen, bewerten zu können, wurden seit 1995 biometrische Untersuchungen durchgeführt. Insgesamt wurden mehr als 50 fennoskandische, schottische, irische und deutsche Seen sowie Gewässer in der Tschechischen Republik, Estland, auf den Färöer Inseln, Island und Süd-Grönland betaut, alle *Isoëtes*-Standorte. In jedem See im Hauptverbreitungsgebiet wurden 30 reife, sporentragende Pflanzen unter Benutzung der Tauchhausrüstung aufgesammelt. An ihnen wurden bestimmt: mittlere Blattlänge, Blattbreite und Blattanzahl, Kormusbreite, gesamte Wurzellänge, Anzahl der Makro- und Mikrosporophylle, jeweils pro Rosette, ferner Anzahl der Sporen pro Makrosporangium und pro Pflanze. Aus den Blattabmessungen und der Blattanzahl läßt sich die Rosettenfläche errechnen. Die gewonnenen Mittelwerte waren von See zu See recht unterschiedlich (VÖGE 1997a,b). In Tab. 1 sind die an einzelnen Pflanzen aus dem Wollingster See (a1) und dem Garrensee bei Ratzeburg (a2) bestimmten Werte zusammengestellt. Der Vergleich zeigt, daß eine blattreiche Pflanze mit hoher Rosettenfläche (die die Photosynthese begünstigt) eine erhebliche gesamte Wurzellänge (die die Aufnahme von Kohlendioxid erleichtert), einen breiten Kormus sowie zahlreiche Mikro- und Makrosporophylle besitzt; die Makrosporophylle enthalten dann auch besonders viele Sporen (das begünstigt die Reproduktion). Im

Tab. 1: Charakteristika von Brachsenkräutern, Werte pro Rosette

Merkmal	a1	a2	b
	<i>Isoëtes lacustris</i> im		<i>Isoëtes beestonii</i>
	Wollingster See	Garrensee	Fossil
Mittlere Blattlänge (cm)	3,8	14,6	9 ± 1,0
Mittlere Blattbreite (mm)	1,3	2,0	5 ± 0,7
Mittlere Blattanzahl	14,0	34,0	36 ± 5,0
Anzahl Makrosporophylle	3,0	9,0	8 ± 6,0
Anzahl Mikrosporophylle	5,0	11,0	16 ± 10,0
Sporen pro Makrosporangium	39,3	116,0	128 ± 40,0
Kormusbreite (mm)	8,0	22,0	28 ± 2,0
Gesamte Wurzellänge (m)	1,1*	7,9	-

b) Nach Retallack (pers. Mitt.)

-) nicht verfügbar

*) Wurzel unvollständig

Gegensatz zu der „Prachtpflanze“ aus dem Garrensee nimmt sich das Individuum aus dem Wollingster See recht bescheiden aus. Seine Werte erklären sich aus der braunen Wasserfarbe und der geringen Sichttiefe im See (der Garrensee ist dagegen klar und transparent), die Population siedelt daher im Flachwasser-Bereich (im Garrensee geht *Isoëtes* bis 4 m tief). Die Untersuchungen im Hauptverbreitungsgebiet haben Regressions-Gleichungen ergeben, mit deren Hilfe es möglich ist, eine Abschätzung der Blattanzahl der Rosette vorzunehmen, wenn für einen See Wasserfarbe (gemessen in Hazen) und die Sichttiefe (in Metern) bekannt sind. Die Harzen-Farbzahl bedeutet die Anzahl mg Platin einer Lösung, die die gleiche Farbe wie die Wasserprobe besitzt. Die Regressions-Gleichungen lauten:

$$\text{Blattanzahl} = -0,37 * \text{Wasserfarbe} + 28,9$$

$$\text{Blattanzahl} = 1,95 * \text{Sichttiefe} + 10,8$$

Werden die Daten des Wollingster Sees (45 Hazen, 1.30 m) eingesetzt, so ergibt sich für die Blattanzahl 12,2 bzw. 13,2; die Rosette der einzelnen Pflanze bestand aus 14 Blättern. Übrigens: auch Pflanzen, die in einem kalten Klima bzw. im Gebirge siedeln, besitzen weniger Blätter als im gemäßigten Klima in der Ebene. Es wurde auch eine Reihe von Beziehungen zwischen morphologischen Daten und Sporenzahlen gewonnen und die entsprechenden Regressions-Gleichungen sind hochsignifikant ($P \leq 0.001$, d.h. die Wahrscheinlichkeit ist sehr gering, daß der Zusammenhang zwischen beiden Variablen zufallsbedingt ist). Unter ihnen wurden fünf Gleichungen ausgewählt, um unter Einschluß möglichst vieler unterschiedlicher Meßwerte den Grundbauplan von *Isoëtes lacustris* quantitativ zu beschreiben.

Folgende Regressionsgleichungen wurden verwendet:

- 1) Kormusbreite (mm) = $0,66 \cdot \text{Blattanzahl pro Rosette} + 1,79$
- 2) Gesamte Wurzellänge (m) = $0,28 \cdot \text{Blattanzahl pro Rosette} - 1,12$
- 3) Makrosporenzahl pro Pflanze = $17,72 \cdot \text{Blattanzahl pro Rosette} - 120,84$
- 4) Sporenzahl pro Makrosporangium = $0,40 \cdot \text{Rosettenfläche} + 37,80$
- 5) Anzahl Makrosporophylle pro Pflanze = $0,79 \cdot \text{Anzahl Mikrosporophylle} - 0,86$

Zur Erläuterung diene die Pflanze aus dem Wollingster See; in Tab. 2 sind die Meßwerte und die unter Verwendung der Regressionen 1)-5) errechneten Werte aufgeführt. Die Übereinstimmung der Ergebnisse wird als zufriedenstellend angesehen.

Tab. 2: Charakteristika einer Pflanze aus dem Wollingster See

Merkmal	Gemessen	Berechnet (nach Gleichung Nr.)
Kormusbreite (mm)	8,0	11,0 (1)
Gesamte Wurzellänge (m)	1,1*	2,8 (2)
Makrosporen pro Pflanze	118,0	127,2 (3)
Sporen pro Makrosporangium	39,3	43,3 (4)
Anzahl Makrosporophylle	3,0	3,1 (5)

*) Wurzel unvollständig

Die Sporenzahl pro Makrosporangium (und die Blattanzahl pro Rosette) hängt auch vom pH-Wert des Siedlungsgewässers ab. Die höchsten Zahlen wurden bei pH 6,6 gefunden; im stark basischen Milieu eutropher Gewässer (pH 8) sowie im stark sauren Wasser versauerter Standorte (pH 5) werden kaum noch Sporen ausgebildet, das Brachsenkraut stirbt allmählich aus. Es ist noch ungeklärt, ob der pH- Wert direkt einwirkt oder eine anthropogene Situation anzeigt, die meist mit erheblicher Konkurrenz verbunden ist: im basischen Bereich durch hochwüchsige Arten wie Laichkräuter oder Hornblatt, im sauren Milieu durch Moose.

In Nord- und Mitteleuropa kommt neben dem See-Brachsenkraut, allerdings noch seltener, das Sumpf-Brachsenkraut (*Isoëtes echinospora*) vor; es besiedelt in Deutschland ausschließlich die Schwarzwaldseen Titisee und Feldsee. Auch für dieses Brachsenkraut gelten die gewonnenen Regressionen.

Wenngleich das See-Brachsenkraut bei uns als botanische Rarität gilt, so sind doch mindestens 150 *Isoëtes*-Arten weltweit bisher bekannt; viele sind erst in den letzten Jahren gefunden worden und sicherlich geht diese Entwicklung noch weiter. Die Brachsenkräuter bilden eine geologisch sehr alte und über Jahrmillionen hinweg äußerst erfolgreiche Gattung. Die geologisch älteste bekannte Art ist *Isoëtes beestonii*,

die Fossilfunde stammen aus dem frühen Trias. Biometrische Daten dieser Art sind in Tab. 1 (b) aufgeführt (Retallack, pers. Mitt.); die weitgehende Übereinstimmung dieser Daten mit denen von *Isoëtes lacustris* im Garrensee, über 240 Millionen Jahre hinweg, ist faszinierend! Das Regressionen-Modell ist somit auch für diese Art gültig. Bedenklich stimmt, daß trotz der evolutiven Erfolge heute weltweit zahlreiche *Isoëtes*-Arten durch menschliche Aktivitäten stark gefährdet sind, das Brachsenkraut im Wollingster See bildet keine Ausnahme.

Luftkammern in den Blättern weisen darauf hin, daß primitive *Isoëtes* im Wasser lebten; im Laufe der Evolution wurden auch terrestrische Habitats besiedelt, indem sich die Pflanzen den trockenen Umweltbedingungen anpaßten. Viele dieser neuen Ertragschaften gingen bei der späteren Rückkehr ins Wasser wieder verloren. Solche wiederholten Standortwechsel führten zu Parallelität und morphologischer Konvergenz (TAYLOR & HICKEY 1992). So ist trotz Besiedlung sehr unterschiedlicher Biotope der Grundbauplan der Brachsenkräuter sehr ähnlich (KOTT & BRITTON 1983) und es war naheliegend, beispielhaft zu untersuchen, ob die an *Isoëtes lacustris* gewonnenen und an *Isoëtes echinospora* sowie *I. beestonii* bestätigten Regressionen auch für weitere Arten gültig sind. An 5 aquatischen Arten, 3 aquatischen Hybriden und 2 terrestrischen Arten aus Kanada, USA und Italien wurden die bereits genannten biometrischen Untersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse wurden in die Gleichungen 1-5 eingesetzt; die weitgehende Übereinstimmung der errechneten Werte mit den zugrunde liegenden Meßdaten bestätigten in allen Fällen die Regressionen und damit das *Isoëtes*-Modell, das wahrscheinlich auch für viele weitere *Isoëtes*-Arten zutrifft. Bemerkenswert ist die Bestätigung auch bei terrestrischen Arten, denn bei ihnen sterben die Blätter regelmäßig im Frühjahr ab und im Herbst wird eine neue Blattrosette gebildet. Bei den wasserbewohnenden Arten entwickelt sich dagegen die Rosette über viele Jahre hinweg, indem nach und nach die äußeren Blätter absterben und im Inneren der Rosette neue Blätter gebildet werden.

Es gilt, das Brachsenkraut im Wollingster See zu erhalten. Die mittlere Blattanzahl fertiler Individuen ist deutlich über 10 und so werden, zumindest in bescheidenem Maße, Makrosporen (und Mikrosporen) gebildet; auch Jungpflanzen sind in der Population vertreten, und das läßt hoffen! Durch Zählen der Blätter an fertilen Rosetten, tauchend und ohne Entnahme von Pflanzen, wird der Status der Art im Wollingster See weiter regelmäßig bestimmt und der Erfolg bestandserhaltender Maßnahmen verfolgt.

Zusammenfassung Das See-Brachsenkraut *Isoëtes lacustris* L. besiedelt (noch) drei Seen in Niedersachsen; es ist hier vom Aussterben bedroht. Die Pflanzen im Wollingster See sind arm an Blättern und Sporen, was mit der bräunlichen Wasserfarbe und der geringen Wassertransparenz begründet werden kann. Mittels Regressionen kann die Vitalität der Art am jeweiligen Standort abgeschätzt werden, indem jährlich die mittlere Blattanzahl pro Rosette (an sporogenen Pflanzen) bestimmt wird.

Summary The quillwort *Isoëtes lacustris* L. inhabits three lakes in Lower Saxony, where the species is endangered to become extinct. The plants in Lake Wollingster See are poor in leaves and spores, which is explained by humic water of low transparency. The vitality of the species may be evaluated by means of regressions, if the mean number of leaves per rosette is determined regularly (on sporogenous plants).

Literatur : Kott, L.S. & Britton, D.M., 1983: A comparative study of spore germination of some *Isoetes* species of northeastern North America. – Can. J. Bot. 60: 1679-1687. Taylor, C.W., Hickey, R.J., 1992: Habitat, evolution and soeciation in *Isoetes*. – Annals of the Missouri Botanical Garden. 79:613-622. Vöge, M., 1992: Tauchuntersuchungen an der submersen Vegetation in 13 Seen der Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Isoetiden-Vegetation. – Limnologica. 22(1): 82-96. Vöge, M., 1997a: Plant size and fertility of *Isoetes lacustris* L. in 20 lakes of Scandinavia: a field study. – Arch. Hydrobiol. 139: 171-185. Vöge, M., 1997b: Number of leaves per rosette and fertility characters of the quillwort *Isoetes lacustris* L. in 50 lakes of Europe: a field study. – Arch. Hydrbiol. 139: 415-431.

Anschrift der Verfasserin:

Dr. Margrit Vöge Pergamentweg 44b D-22117 Hamburg

Beitr. Naturk. Niedersachsens 52:86(1999)

Ein Grünlaubsänger (*Phylloscopus trochiloides* *Sundevall*) im Juni 1999 in Lautenthal/Harz

von Karl Greve

Am 19.6.1999 vernahm ich in Lautenthal, etwa 300 m über NN, am „Spar die Müh-Weg“ einen Kleinvogel – Gesang, der mir auf Anhieb, bis auf den jeweiligen Strophen-schluß, der entfernt an den Fitisgeang erinnerte, unbekannt war.

Bei besten Lichtverhältnissen und ohne jede störende Geräuschkulisse konnte ich genüßlich von 12.03 – 12.09 h aus etwa 5 – 6 m Entfernung dem Gesang, der aus einer Platane kam, lauschen und mir Notizen machen.

Der recht lebhaft, fitisgroße Vogel konnte für wenige Augenblicke auch beobachtet werden. Außer zu der Feststellung, daß es sich um einen Laubsänger handele, wobei Zilpzalp und Fitis für mich ausschieden, ging ich zunächst nicht weiter. Erst im Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Glutz von Blotzheim & Bauer, vol. 12, 1991) fand ich auf S. 1050 eine Lösung und meine Vermutung bestätigt.

Dort heißt es u.a. „Der Gesang des Grünen Laubsängers ist eine hastige Folge spitz (silbern bis schrill) klingender, oft kompliziert gebauter Elemente mit schnellem Tonhöhenwechsel. Der Aufbau ist strophig, die in ihrer durchschnittlichen Tonhöhe leicht abfallenden Strophen beginnen mit einzeln sich wiederholenden und beschleunigenden Elementen, haben einen etwas abgesetzten Mittelteil aus komplizierten, ± trillernden Elementen und einen wieder mehr tonalen, weicheren Schluß“.

Zutreffender konnte ich meine Beobachtung nicht bestätigt finden.

Anschrift des Verfassers:

Karl Greve, Charlottenhöhe 29, D- 38124 Braunschweig.

Anmerkung des Herausgebers: Für den Nationalpark Hochharz SAN wird ab 19.6.99 bzw. 29.6.1999 von M. Wadewitz ein Grünlaubsänger zitiert (LIMIKOLA 13 (3), 144, 1999). Zu weiteren Harzbeobachtungen s. Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Bd. 12/II, S. 1056 – 1058, 1991. Hier auch K. Greves Beobachtungen auf Neuwerk 1958 und 16.5.1978.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [52](#)

Autor(en)/Author(s): Vöge Margrit

Artikel/Article: [240 Millionen Jahre Isoetes: Das See-Brachsenkraut *Isoetes lacustris* L. in Niedersachsen. 81-86](#)