

GBB

Gärtnerisch-Botanischer Brief
Zeitschrift für Botanische Gärten

**IN DIESER
AUSGABE**

**Erfahrungsbericht zum
Hammerhaiwurm**

**Gärtnerische Reise zum
Regenwald der Österreicher**

**Magische Baumgestalten:
Hutewälder am Edersee**



„AUF TAUCHSTATION“

Ein Kulturbericht zu *Isoetes lacustris* L., dem Seebrachsenkraut

Tobias Brose

Loki-Schmidt-Garten –

Botanischer Garten der Universität Hamburg

Hesten 10, 22609 Hamburg

tobias.brose@uni-hamburg.de

Zugegeben, auch ich habe in meiner beruflichen Laufbahn schon deutlich spektakulärere Pflanzen gesehen, aber da es sich bei den unscheinbaren Pflanzen quasi um so etwas wie lebende „Fossilien“ handelt, gebührt *Isoetes lacustris* (auch *Isoëtes* geschrieben) seitens vieler Botaniker*innen und auch von meiner Person her eine große Aufmerksamkeit.

Das Seebrachsenkraut, *Isoetes lacustris* L., ist eine grasartig wachsende Wasserpflanze, die bereits in den meisten deutschen Kaltwasserseen ausgestorben ist. Sie gehört zu den seltensten und am stärksten gefährdetsten Pflanzen in Deutschland.

Die Gattung *Isoetes* gehört zur Familie der Brachsenkrautgewächse (Isoetaceae) und ist mit etwa 150 Arten in vielen Teilen der Welt verbreitet, beispielsweise Nord-, Mittel- und Südeuropa, Japan, Alaska, Russland, Kanada, Grönland sowie den USA in den Rocky Mountains und Kalifornien. In Mitteleuropa kommen nur *Isoetes lacustris* und die Art *Isoetes echinospora* als Seltenheit vor. *Isoetes* L. ist die einzige rezente Gattung der Pflanzenordnung Brachsenkräuter (Isoetales) innerhalb der Klasse der Bärlapppflanzen (Lycopodiopsida), die monoletete Sporen bilden, aber auch eine der ganz wenigen Pflanzen, die an einem Individuum sowohl monoletete als auch trilete Sporen ausprägen. Das Seebrachsenkraut ist dekaploid mit einer Chromosomenzahl von $2n = 110$.

In der Pflanzensoziologie wird *Isoetes lacustris* den Strandlingsgesellschaften (Littorelletea) zugeordnet.

Brachsenkräuter zählen mit den Bärlappgewächsen und Moosfarne zu einem eigenen Verwandtschaftskreis, welcher mit Farne und Samenpflanzen nicht näher verwandt ist. Hier die Abstammungsgeschichte in Kürze: Die Pflanzen gehören entwicklungsgeschichtlich einer Abstammungslinie an, die über 400 Millionen Jahre in das Erdaltertum zurückreicht. Sie bewegen sich zwischen den unverzweigten, baumförmigen Bärlappen des Karbons bis zu den Pleuromeiaceen. Fossile Funde vermitteln einen guten Einblick in die generelle Entwicklungstendenz der Gattung *Nathorstiana* und ihr nahestehende Gattungen wie *Nathorstianella* und *Stylites* (erstmalig 1954 vom Heidelberger Botaniker WERNER RAUH in Peru entdeckt), welche wiederum Bindeglieder zu *Isoetes* darstellen.

Isoetes lacustris wurde 1753 von CARL LINNAEUS beschrieben und mit diesem Name gültig veröffentlicht. Die Pflanze ist nach dem Bundesnaturschutzgesetz vom 01.01.2001 geschützt, da sie in vielen deutschen Bundesländern bereits als ausgestorben gilt. Die Gefährdungen liegen hauptsächlich in der Zerstörung des Lebensraums (Elektrizitätswirtschaft, Stauseen, Verlandung), Eutrophierung (Beweidung, Luft), Algenwachstum und Freizeitaktivitäten (Badebetrieb, Tritt). Hinzu kommt ein Datendefizit der kleinen und isolierten Populationen.

Zur Gestalt und Lebensweise am Naturstandort

Isoetes lacustris ist eine untergetaucht (submers) wachsende Pflanze, die meist in einer Tiefe von 2–5 m und eher selten in Tiefen bis zu 8 m vorkommt. Dort übersteht sie Temperaturen von

Quellen

ertal.

al/para-

Natur-

n

NSG/

0bei%20

h

/natur-

796/



Abb. 1 TOBIAS BROSE bei der Reinigung eines der Aquarien – Aufnahme LIHUEN EDER.

bis zu -40 Grad Celsius und ist somit winterhart. Die ausdauernde Pflanze erreicht durchschnittlich Wuchshöhen von 3–15 cm. In extrem seltenen Fällen können sie auch zwischen 20–40 cm lange Blätter ausbilden, wodurch sich dann die Wuchshöhe entsprechend vergrößern kann. Die unverzweigte und knollenförmige Sprossachse von *Isoetes lacustris* ist gestaucht und weist ein sekundäres Dickenwachstum auf. Die Pflanze ist immergrün und die oft über 70 Blätter bilden an der Sprossachse eine Rosette aus. *Isoetes lacustris* hat im Aquarium als Ex-situ-Kultur im Gegensatz zum Naturstandort selten mehr als 40 Blätter.

Die Blätter sind steif, dunkelgrün und kaum durchscheinend. Sie sind im Detail flach, rinnenförmig am Blattgrund sowie im Verlauf nach oben aufsteigend stielrund und enden spitz. Die Blattlängen reichen meistens von 5–20 cm (in seltenen Fällen auch länger) und die Breite der Blätter liegt bei 2–3 mm. Dabei ist die Blattscheide (Ligula) in ihrer Größe kaum länger als breit. Im Querschnitt verfügt das Blatt über vier große Luftkammern.

Die Sporangien befinden sich auf der Oberseite nahe der Basis der Sporophylle (dem scheidigen Blattgrund in einer Grube versenkt) und werden im oberen Drittel von einem Schleier (Velum) bedeckt. Die weißlichen Makrosporophylle werden dort außen an der Blattrosette und die hellbräunlichen Mikrosporophylle innerhalb der selbigen mit meist Leisten oder warzenähnlichen Höckern gebildet. Die Sporen reifen von Juli bis September.

Das Prothallium ist eingeschlechtlich, kurzlebig und verbleibt in der Spore. Die Spermatozoiden sind vielgeißelig.

Am Naturstandort lösen sich im Spätsommer bis Herbst alte außenstehende Blätter (die Makro- und Mikrosporangien enthalten) ab und werden in die Uferzonen geschwemmt oder von Wasservögeln in andere Gewässer getragen. Dort findet vermutlich auch die Prothallienentwicklung und Befruchtung statt. Dieser Vorgang erfolgt in einem nur kurzen Zeitfenster.

Die meist gut entwickelten Wurzeln entspringen der Unterseite der Knolle nahe dem Meristem. Sie besitzen ein einzelnes Leitbündel, das von einer zweischichtigen Rinde umgeben ist. Die äußere Schicht ist widerstandsfähig, wogegen die innere Schicht aus zartwandigen Zellen mit zahlreichen luftgefüllten Zellzwischenräumen besteht.

Der Lebensraum ist auf sauerstoffarme (anaerobe), nährstoffarme (oligotrophe) und kalkarme Kaltwasserseen (auch Weichwasserseen genannt) mit einer konstant guten Wasserqualität einzugrenzen. Ein verminderter oder eventuell nicht vorhandener Zulauf bzw. Ablauf des Gewässers begünstigt dabei die Sauerstoffarmut des Wassers. Der bevorzugte Standort sind oft die Stellen, an denen der sandige, kiesige und vom pH-Wert betrachtet schwach saure Seegrund genug Licht bekommt. Ist der Was-

auf der Oberseite
phylle (dem Schei-
be versenkt) und
in einem Schleier
schen Makrospo-
n der Blattroset-
Mikrosporophylle
ist Leisten oder
det. Die Sporen

hlich, kurzlebig
Spermatozoiden

im Spätsommer
Blätter (die Ma-
thalten) ab und
schwimmt oder
wässer getragen.
e Prothaliement-
nt. Dieser Vor-
en Zeitfenster.

arzeln entsprin-
he dem Meris-
leitbündel, das
de umgeben ist.
alsfähig, woge-
randigen Zellen
allzwischenräu-

offarme (anae-
le) und kalkar-
wasserseen ge-
Wasserqualität
oder eventuell
Ablauf des Ge-
auerstoffarmut
ndort sind oft
e, kiesige und
ch saure See-
ist der Was-

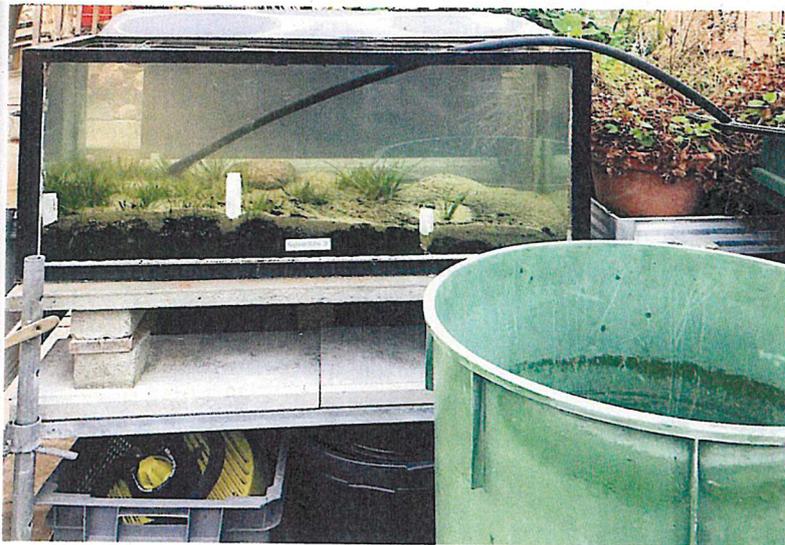


Abb. 2

Ein Schlauchstück und eine mobile Regentonnen dienen dem Wasseraustausch und der Reinigung.

Alle folgenden Aufnahmen
TOBIAS BROSE.

serstand niedrig, gelangt mehr Licht bis zum Seegrund und die Pflanzen sind häufiger anzutreffen als üblich.

Der Nährstoffeintrag über die Luft in das Wasser ist bei in der Feldmark freiliegenden Seen stärker, als bei denen, deren Seeufer bewaldet sind. Das Problem liegt hier vor allem eher in der Beschattung durch die Bäume selbst und durch das Laub, das sich aufgrund der geringen mikrobiellen Aktivität des nährstoffarmen Sees nur schwer zersetzt. Zusätzliche Nährstoffeintragungen über Zuläufe und die Luft fördern zudem die schnellwüchsige Konkurrenz. Durch den geringen Gehalt an CO_2 im Wasser von Weichwasserseen sind allen Wasserpflanzen enge Grenzen für ihre Stoffproduktion gesetzt. Durch die verlangsamte Assimilation ist *Isoetes lacustris* schwach gegenüber anderen Pflanzen mit denen sie in Konkurrenz steht. Sie ist jedoch die einzige Wasserpflanze, die über den sogenannten Crassulaceen-Säurestoffwechsel (CAM) verfügt, der sonst nur bei Wüstenpflanzen(!) zu finden ist. CAM ist ein kohlenstoffsparender Mechanismus, der *Isoetes lacustris* gegenüber anderen Wasserpflanzen den nötigen Vorteil verschafft, um zu überleben.

Trotzdem ist ihr Wachstum durch mangelnde Ressourcen stark gebremst und die Pflanze kann sich keine Blattverluste leisten, deshalb kann die Lebensdauer der Blätter bis zu 700 Tage betragen. Im Vergleich zur Konkurrenz können die Pflanzen den größten Teil des CO_2 nachts über ihre Wurzeln aus dem Sediment aufnehmen, wo es im Gegensatz zu den extrem geringen CO_2 -Konzentrationen des Wassers reichlich verfügbar ist.

Die Kultur und deren Anfänge im Kalt- haus des Botanischen Gartens Hamburg

Dr. HANS-HELMUT POPPENDIECK (Botaniker, i.R.) unternahm mit seiner Studentengruppe regelmäßig botanische Exkursionen an den Garrensee bei Ratzeburg in Schleswig-Holstein und einer Anekdote nach versprach der Dozent den Studierenden einen Exkursionschein, wenn sie erfolgreich nach dem Brachsenkraut tauchten, brauchte dieses Versprechen aber nie einlösen. Es ist schon eine Menge Erfahrung nötig, um *Isoetes* zu finden.

Keine Anekdote dagegen ist, dass er mir persönlich 1998 eine Hand voll kleiner Exemplare von *Isoetes lacustris* in meine Obhut gab, die er

wohl wegen der widrigen Wassertemperaturen letztendlich persönlich ertaucht hatte. Dr. POPPENDIECKS begeisternde Art, sein botanisches Wissen zu teilen und sein Einsatz im Garrensee hatten mich endgültig überzeugt. Von ihm stammt übrigens auch die gute Idee, diesen Bericht zu verfassen, wofür ich mich an dieser Stelle einmal ganz herzlich bedanken möchte.

Ich beschloss also, mich der Sache zeitnah und ernsthaft zu widmen, hatte aber im Kalthaus des Botanischen Gartens Hamburg damals noch keinerlei Erfahrung mit winterharten Wasserpflanzen. Mit dem Wissen, etwas Besonderes in Händen zu halten, tat ich das, was auch LOKI SCHMIDT mir an dieser Stelle vermutlich geraten hätte: Ich schnappte mir meine Schnorchelausrüstung und ging im Garrensee tauchen, um am Naturstandort die nötigen Erkenntnisse zu gewinnen, die für eine erfolgreiche Kultur unter künstlichen Bedingungen wichtig sind. Und noch etwas: Sie können sich nicht einmal „annähernd“ vorstellen, wie kalt es für mich im Garrensee war!

Ich nahm Bodenproben vom Seegrund im Pflanzenbestand in 2–3,5 m Tiefe (pH 5) und

der Uferzone (pH 5,5) sowie den moorigen Bereichen rund um den See (pH 4–4,5). Auffällig war auch die von Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*) gesäumte Uferzone, deren huminsäurehaltigen Zapfen im Wasser Kationen wie Calcium und Magnesium binden und das Wasser „weicher“ machen. Diese und ihre antibakteriellen Wirkungen sind den meisten Aquarianern bekannt. Um Erlenzapfen für Kulturzwecke zu benutzen, sollten sie grundsätzlich reif im November gesammelt werden, da durch Regen und Schnee im Winter ihre Wirkstoffe stark verloren gehen. Diese Bedingungen galt es nun, im Gewächshaus zu imitieren.

Schwarztorf erschien als gutes Medium, um überschüssige Nährstoffe aus dem verwendeten Regenwasser der Zisterne zu binden. Gleichzeitig musste der pH-Wert konstant in den schwachsauren Bereich überführt werden, um ihn dann anschließend dauerhaft auf diesem Niveau zu halten. Ich sammelte also Erlenfruchtstände und besorgte mir Schwarztorf in grober Qualität sowie mehrfach gewaschenen Quarzsand (0,5–2 mm) und verteilte die Anzahl der Pflanzen auf zwei baugleiche Aquarien mit einem Fassungsvermögen von jeweils 200



Abb. 3

Der Pflanzenbestand nach dem Ablassen des Wassers.

ern, welche 100 cm lang, 40 cm breit und
cm hoch sind, um dauerhaft als Wassertanks
dienen.

ichtung des Substrats: Zuerst legte ich
Erlenzapfen auf den Grund der Aquarien aus
darauf folgend eine 10 cm hohe Schicht
reinem, vorher gründlich mit Regenwas-
durchränktem Schwarztorf. Als Nächstes
teilte ich 10 Erlenzapfen auf der Oberfläche
drückte sie mit der flachen Hand in die
Schicht mit dem Schwarztorf hinein, um eine
te Oberfläche zu erhalten. Dann folgte eine
8 cm hohe Schicht aus einer Mischung von
% Schwarztorf und 20 % Quarzsand, um
ergänge im Substrat zu gewährleisten und
Einwurzeln nach der Pflanzung zu erleich-
n. Diese zur Vermehrung wichtige Schicht
ich ursprünglich zwischen 4 cm und 8 cm
wanken, um etwas Topographie, wie sie
am Naturstandort im Pflanzenbestand ge-
gen ist, zu simulieren. Kulturtechnisch war
aber für die spätere Vermehrung ein enor-
er Glücksriff, da sich so automatisch beim
bedingten Austausch des Wassers zur Ver-
ehrungszeit am Grund Flachwasserbereiche
den, die der Uferzone am Naturstandort

entsprechen. Die von selbst abgelösten äuße-
ren Blätter mit den Sporangien verfrachten sich
ohnehin in den kleinen Pfützen, die nach dem
Ablassen des Wassers stehenblieben. Da ich das
Aquarium erst mehrere Stunden später befüll-
te, simulierte ich so die vorher beschriebenen
Bedingungen, die zur Vermehrung nötig sind.
Die Algenproblematik des Spätsommers war
also was die Nachzucht anbelangt Segen und
Fluch zugleich, wie sich im Nachhinein her-
ausstellen sollte.

Abschließend folgte dann eine letzte 3–4 cm
starke Deckschicht aus reinem, von mir mehr-
fach hintereinander gewaschenem Quarzsand
in oben angegebener Körnung. Zum Einsetzen
von *Isoetes lacustris* bohrte ich mit dem Zeige-
finger Löcher durch die komplette Deckschicht
bis circa 1 cm in die darunter liegende Schicht.
Anschließend setze ich jeweils nur eine Pflan-
ze ein. Nach dem Andrücken entstehen kleine
Mulden um die Pflanzen, welche sich mit ein
paar Händen voll Quarzsand wieder leicht aus-
gleichen ließen.

Zum vorsichtigen Auffüllen mit Regenwasser
legte ich zwei saubere und flache Granitsteine



Abb. 4
Wildherkunft von *Isoetes
lacustris* aus dem Garrensee
vor der Verpflanzung.

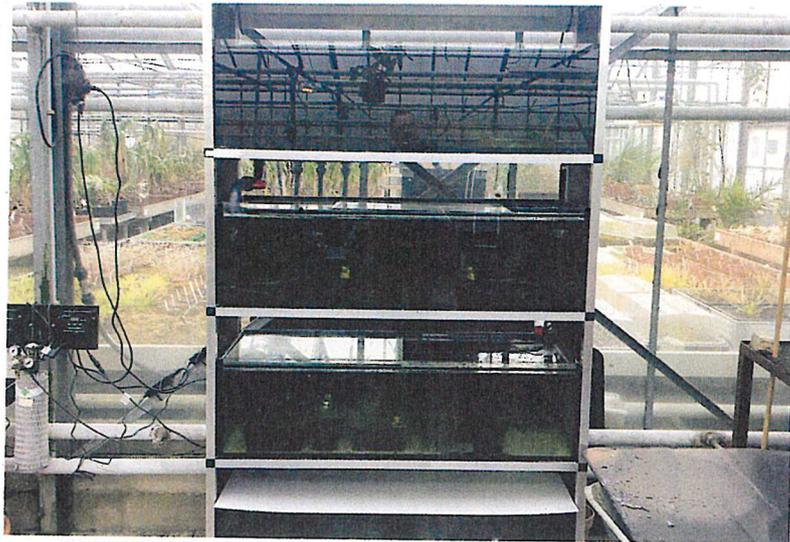


Abb. 5
Neue Aquarien für den
Ausbau der Pflanzen-
sammlung.

(Granit ist strukturstabil und reagiert meines Erachtens schwach sauer mit Regenwasser) oben auf die Deckschicht, über die ich das Wasser einlaufen ließ, um so Verwirbelungen beim Auffüllen zu vermeiden. Ich empfehle zum Auffüllen bei geringem Wasserdruck ein Gießgerät mit Nebeldüse zu verwenden, um den Vorgang so sanft wie möglich zu gestalten. Die Aquarien sollten grundsätzlich die Möglichkeit bieten, regelmäßig überzulaufen, um dauerhaft die Wasserqualität besser steuern zu können (Salze auswaschen) oder einen eventuell zu niedrigen pH-Wert wieder auszugleichen zu können. Nach der Neubepflanzung sollte das Wasser gleich am nächsten Tag noch einmal vollständig ausgetauscht werden, um alle unerwünschten Trübungen zu beseitigen. Anschließend werden noch 10–15 Erlenzapfen in einem Plastiknetz in das Wasser gelegt, wobei es durch die so eingebrachte Gerbsäure zu einer harmlosen Verfärbung des Wassers kommt. Auch der verwendete Schwarztorf trägt zu dieser Verfärbung des Wassers bei, doch der Effekt nimmt mit der Zeit ab. Er macht das Wasser weich und bindet unerwünschte Nährstoffe. Durch tägliches Überlaufenlassen von max. zwei Minuten geht diese Verfärbung sichtbar zurück

und das Wasser im Aquarium sollte dann nach ein paar Tagen glasklar sein. Anschließend ist es wichtig, den Überlauf von Wasser zu unterbinden, um eine künstliche Sauerstoffarmut im Wasser zu erzeugen. Der Wasserstand darf dafür bei klarem Wasser um bis zu 10 cm durch Verdunstung gesenkt werden. Die Aquarien sollten möglichst an einem vollschattigen Ort stehen und im Winter bei 2–8 Grad Celsius gehalten werden. Ein zu hoher Lichteintrag bei zu geringer Wassertiefe schadet der Kultur und fördert das Algenwachstum. Es empfiehlt sich, alle Seiten bis auf die Frontansicht mit schwarzer Folie abzukleben, damit nicht zu viel Licht in das Innere der Becken dringt. Diese einzigartige Erhaltungskultur für *Isoetes lacustris* in Deutschland wird zurzeit im Kalthaus des Botanischen Gartens Hamburg erweitert. Die Nachfragen zur Inkulturnahme häuften sich anfangs mit den ersten öffentlichen Bekanntmachungen unserer Ex-situ-Kultur.

Um diese besondere Sammlung weiter auszubauen, wurden zwei neue Aquariensysteme mit jeweils drei Becken (mit einem Fassungsvermögen von jeweils 160 Litern) und einer Filtereinheit angeschafft. Alle Becken sind als



Abb. 6
Algenproblematik in den
neuen Aquarien.

lauf miteinander verbunden und Pumpsorgen für die nötige Wasserumwälzung das Filtersystem. Kunststofffiltermatten sowie Kies- und Lavafilter brachten bisher leider nicht den erwünschten Erfolg. Alle bisherigen Versuche, mit diesen neuen Aquarien Sammlung weiter auszubauen, sind bislang scheitert. Als nächstes werden moderne Filtersysteme aus dem Profibereich für Aquarien zum Einsatz kommen. Ich hoffe, so in Zukunft die Pflanzen einzeln entnehmen und in Gefäßen kultivieren zu können. Bis dahin kann ich mich auf meine Erfahrungen der letzten Jahrzehnte verlassen und möchte an dieser Stelle lediglich so darüber berichten, wie unter meiner Verantwortung seit immerhin Jahren erfolgreich funktioniert.

Pflege: Ich habe den Kultivierungsaufbau als erstmals so entwickelt und es ist bis zum heutigen Tag die beste Lösung. Lediglich die Deckschicht aus Quarzsand muss durch die Reinigungsarbeiten regelmäßig in Teilen erneuert werden. Sobald die Pflanzen nach etwa 12 Monaten fest eingewurzelt sind, kann für die Deckschicht der Quarzsand später beim Auffüllen zur Hälfte durch größeren mehrfach

gewaschenen Kies (Korngröße bis 3,5 mm) angereichert werden. Das Wichtigste dürfte die ausreichende Verfügbarkeit einer guten Regenwasserqualität sein.

Eine dauerhaft funktionierende Lösung für eine heikle und schwierige Kultur sollte meiner Erfahrung nach immer so einfach wie möglich gehalten werden. Zu viele Faktoren und Parameter gestalten es schwierig, den Überblick zu behalten und so Hauptproblematiken zu erkennen. Ich rate aber auch dazu, sich niemals nur mit einer Lösung zufrieden zu geben und immer neue Wege zu begehen. Nur so gelingt es, die zukünftigen Herausforderungen schwieriger Kulturen richtig zu bewerten und anschließend auch erfolgreich durchzuführen. Gerade bei unter Naturschutz stehenden Pflanzen wie *Isoetes lacustris* sind wir mit Ex-situ-Maßnahmen zur Sorgfalt verpflichtet, um nachhaltig einen Beitrag zum Arterhalt zu leisten.

Für Rückfragen und Anregungen stehe ich gerne unter oben genannter E-Mail-Adresse zur Verfügung.