

Ralf BECKER* & Annemarie SCHACHERER

*Am Schützenplatz 58, D-26121 Oldenburg
becker.r@posteo.de

Wiederfund von *Chara braunii* C. C. Gmelin 1826 (Characeae, Streptophyta) in Niedersachsen nach über 180 Jahren

Rediscovery of *Chara braunii* C. C. GMELIN 1826 (Characeae, Streptophyta) in Lower Saxony (Germany) after more than 180 years

Abstract

Comprehensive charophyte surveys throughout Lower Saxony (Germany) revealed the rediscovery of *Chara braunii* in two fishponds in the nature reserve “Ahlhorner Fischteiche”, situated in north-west Germany. More than 180 years after the first record of *C. braunii* in the eastern part of Lower Saxony, recently a new population of this very rare charophyte species was found. According to the current Red List for Germany, *C. braunii* is treated as vulnerable. In this review data on the ecological demands of the species, hydrochemistry of the new location, the accompanying flora and on the distribution of *C. braunii* throughout Germany are presented. Moreover, potential threats and proposals for management and conservation are tackled. The results reveal the high importance of extensively used fishponds for the conservation of Characeae.

Keywords: Streptophyta, *Chara*, Characeae, Ahlhorner Fischteiche, Niedersachsen, Rote Liste, Management

1 Einleitung

Armleuchteralgen, nachfolgend auch Characeen genannt, fungieren in vielen aquatischen Lebensräumen als Schlüsselorganismen. Dies gilt insbesondere dann, wenn sie dichte und großflächige Bestände bilden (BLINDOW & VAN DE WEYER 2016, SCHUBERT et al. 2018), wie im Fall der in dieser Publikation untersuchten Habitate von *Chara braunii* (Brauns Armleuchteralge). Characeen besitzen u. a. eine große Bedeutung für die aquatischen Nahrungsnetze, sind maßgebliche Konkurrenten für Angiospermen, tragen zur Nährstoffakkumulation und -immobilisierung bei und sind Refugien für Zooplankton, Makroinvertebraten und Fische (KUFEL & KUFEL 2002; BAKKER et al. 2013; BLINDOW et al. 2014; SCHNEIDER et al. 2015; PUKACZ et al. 2016; SCHUBERT et al. 2018). Aufgrund der Präferenz vieler Arten der Characeen für oligo- und mesotrophe Lebensräume spielen sie darüber hinaus eine wichtige Rolle als Bioindikatoren (u. a. DOEGE et al. 2016). Zudem sind Armleuchteralgen wesentliche

Elemente der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL, EUROPÄISCHE KOMMISSION 1992) und wichtige Indikatoren für den Erhaltungszustand europaweit schutzwürdiger Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-RL. Sowohl in Deutschland als auch in Europa gehören Characeen zu den am stärksten gefährdeten Organismengruppen überhaupt (BECKER 2016). So gelten z. B. in Niedersachsen gemäß der gültigen Roten Liste der Armelechteralgen von Niedersachsen und Bremen (VAHLE 1990) 90 % aller Taxa als gefährdet.

In Norddeutschland waren Armelechteralgen früher weit verbreitet (MEYER 1836; NÖLDEKE 1872; MIGULA 1900; JONAS 1931; GRAEBNER & HUECK 1937; BEHRE 1955; VAHLE 1990). Infolge des rapiden Landschaftswandels, verbunden mit der Intensivierung der Landwirtschaft, zunehmendem Flächenverbrauch sowie Beseitigung, Eutrophierung und Nutzungsintensivierung vieler Gewässer und ihrer Umgebung, ist insbesondere seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ein Rückgang vieler Characeen-Populationen festzustellen (z. B. HERR et al. 1989; BECKER 2008, 2016). Andererseits können zumindest einige Sippen der Armelechteralgen von der Neuanlage naturnaher Sekundärgewässer profitieren, sofern die Nährstoffkonzentrationen gering sind und keine intensive Nutzung erfolgt (u. a. RAABE & VAN DE WEYER 2005; BECKER 2010; BECKER et al. 2022).

Vor dem Hintergrund der Gefährdung der meisten Characeenarten und der großen Bedeutung ihrer Habitate für die Erhaltung der biologischen Vielfalt, ist der Schutz ihrer Lebensräume dringender denn je erforderlich (u. a. BECKER 2016). Fachliche Grundlage für die Umsetzung geeigneter Maßnahmen sind v. a. Kenntnisse zur aktuellen Verbreitung und Populationsentwicklung der Zielarten.

In Bezug auf *Chara braunii* existierte für Niedersachsen bisher lediglich ein von MEYER (1836) angegebener historischer Fundort in Ost-Niedersachsen mit Meyer's Angabe „bei Hermannsburg“ sowie „Vorkommen in Bächen“ (TK 3126, siehe FRANKE & DOEGE 2016: 260). MEYER (1836: 665) führt *Chara translucens* SMITH in der „Spielart densa“ an und verweist dazu auf die Abbildungen 802 und 803 in REICHENBACH (1831), die *Chara braunii* darstellen und dort auch mit diesem Artnamen bezeichnet werden. Die beiden in REICHENBACH (1831) abgebildeten Exemplare von *C. braunii* stammten aus der Umgebung von Berlin. Ein damaliges Vorkommen von Brauns Armelechteralge in Bächen bei Hermannsburg erscheint aus heutiger Sicht zweifelhaft, da die Art in Deutschland fast ausschließlich aus Fischteichen und anderen Still- und Kleingewässern bekannt ist und schnellfließende Heidebäche ein sehr untypisches Habitat für diese Art darstellen würden. Möglicherweise könnten einige Bäche damals aber auch aufgestaut gewesen sein. Ein Herbarbeleg für die von MEYER (1836) genannte Angabe von *C. braunii* bei Hermannsburg ist nicht bekannt (H. KORSCH, pers. Mitteilung) und existiert weder im Göttinger Herbar (SCHACHERER, eigene Daten) noch in anderen durchgesehenen deutschen Herbarien (BECKER, eigene Daten; H. KORSCH, pers. Mitteilung). Demgegenüber existiert im Herbar der Universität Göttingen ein Beleg der von MEYER für den Wuchsort bei Hermannsburg ebenfalls angegebenen *Nitella translucens* mit der Bezeichnung „in rivula prope Hermannsburg, 16. Maj 1822, im Herbarium G.F.W. MEYER“ (H. KORSCH, pers. Mitteilung).

2 Untersuchungsgebiet und Methodik

2.1 Untersuchungsgebiet

Der aktuelle Nachweis von *Chara braunii* gelang den Autor*innen in zwei Fischteichen innerhalb des 479 ha großen Naturschutzgebietes (NSG) „Ahlhorner Fischteiche“ (WE 479), das Bestandteil des FFH-Gebietes 012 „Sager Meer, Ahlhorner Fischteiche, Lethe“ ist (NLWKN 2024). Das NSG befindet sich im Weser-Ems-Gebiet in den Landkreisen Oldenburg und Cloppenburg (TK 3014/4). Die Ahlhorner Fischteiche wurden zu Beginn des 20. Jahrhunderts künstlich im überwiegend durch nährstoffarme Sandböden geprägten Tal der Lethe zur fischereilichen Nutzung angelegt (FENSKE 2008). Insgesamt handelt es sich um ehemals 54 Teiche, die mit dem Wasser der Lethe gespeist werden. Teilweise musste die Nutzung einzelner Teiche aber bereits seit den 1930er Jahren wegen sinkender Grundwasserstände infolge nutzungsbedingter Änderungen des Landschaftswasserhaushalts (Land- und Forstwirtschaft, Wasserentnahmen) wieder aufgegeben werden. Deshalb wird auch aktuell aufgrund von Wassermangel nur noch ein Teil der Gewässer durch die Teichwirtschaft der Niedersächsischen Landesforsten bewirtschaftet. Die durchschnittliche Tiefe der im Winter gekalkten Fischteiche beträgt laut FENSKE (2008) 0,8 m. In den Fischteichen werden Karpfen (Böhmische Schuppenkarpfen und 10 % Spiegelkarpfen), Schleien, Zander und andere Süßwasserfische aufgezogen und als Besatz- oder als Speisefische verkauft. Neben der fischereiwirtschaftlichen Nutzung spielen aber auch der Naturschutz, insbesondere der Erhalt der Strandlings- und Zwergbinsenvegetation und der Amphibienpopulationen sowie neuerdings auch die Wasserretention eine zunehmende Rolle (Forstamtsleiter S. GRUSSDORF, pers. Mitteilung).

Die Verordnung über das Naturschutzgebiet „Ahlhorner Fischteiche“ bezweckt u. a. „den Schutz und die Entwicklung des ausgedehnten Teichkomplexes der Ahlhorner Fischteiche mit unterschiedlichen Nährstoffgehalten, zeitweise trockenfallenden Gewässern, Strandlings- und Zwergbinsen-Gesellschaften, einem ausgedehnten Wassersystem sowie naturnahen Übergangs- und Schwingrasenmooren, sonstigen naturnahen Stillgewässern und nährstoffreichen Sümpfen und Röhrichten“ (LANDKREIS OLDENBURG 2019). Als Erhaltungsziele nennt die Schutzgebietsverordnung die Erhaltung u. a. des FFH-Lebensraumtyps 3130 „Nährstoffarme bis mäßig nährstoffreiche Stillgewässer mit Strandlings- oder Zwergbinsenvegetation“ mit den „entsprechenden charakteristischen Tier- und Pflanzenarten einschließlich ihrer Lebensgemeinschaften in stabilen, sich selbst erhaltenden Populationen. Zu den charakteristischen Pflanzenarten zählen insbesondere solche der Strandlingsgesellschaften mit Nadel-Teichsimse (*Eleocharis acicularis*) sowie die der Zwergbinsengesellschaften mit Wasserpfeffer-Tännel (*Elatine hydropiper*), Sechsmännigem Tännel (*Elatine hexandra*), Borstiger Schuppensimse (*Isloepis setacea*), Gelbweißem Ruhrkraut (*Helichrysum luteoalbum*), Flutendem Sellerie (*Helosciadium inundatum*) und Schlammling (*Limosella aquatica*).“

Der überwiegende Teil der Teiche, wie auch die beiden aktuellen Wuchsgewässer von *Chara braunii*, fällt im Winter trocken und wird erst im Frühjahr wieder bespannt. Im floristisch relativ gut untersuchten NSG „Ahlhorner Fischteiche“ sind in Bezug auf das Vorkommen von Armleuchteralgen bisher lediglich im Zuleitersystem der Teiche großflächige Bestände von *Nitella flexilis* gefunden worden (WOHLFAHRT 1985). Aus den Teichen sind nur wenige Einzelfunde von *Nitella flexilis*

bekannt (BECKER, eigene Daten). Im Rahmen von Amphibienuntersuchungen bzw. Biotopkartierungen entdeckten WILFRIED VOGEL sowie STEFAN KRONZ im Sommer/Herbst 2023 unabhängig voneinander zwei Vorkommen von Characeen in zwei Fischteichen des Naturschutzgebietes. Die Belege wurden von den Autor*innen jeweils als *Chara braunii* determiniert. Mit Genehmigung des Landkreises Oldenburg erfolgte anschließend eine gründliche Untersuchung der Wuchsgewässer sowie weiterer Teiche innerhalb des NSG durch die Autor*innen (vgl. Abb. 1).

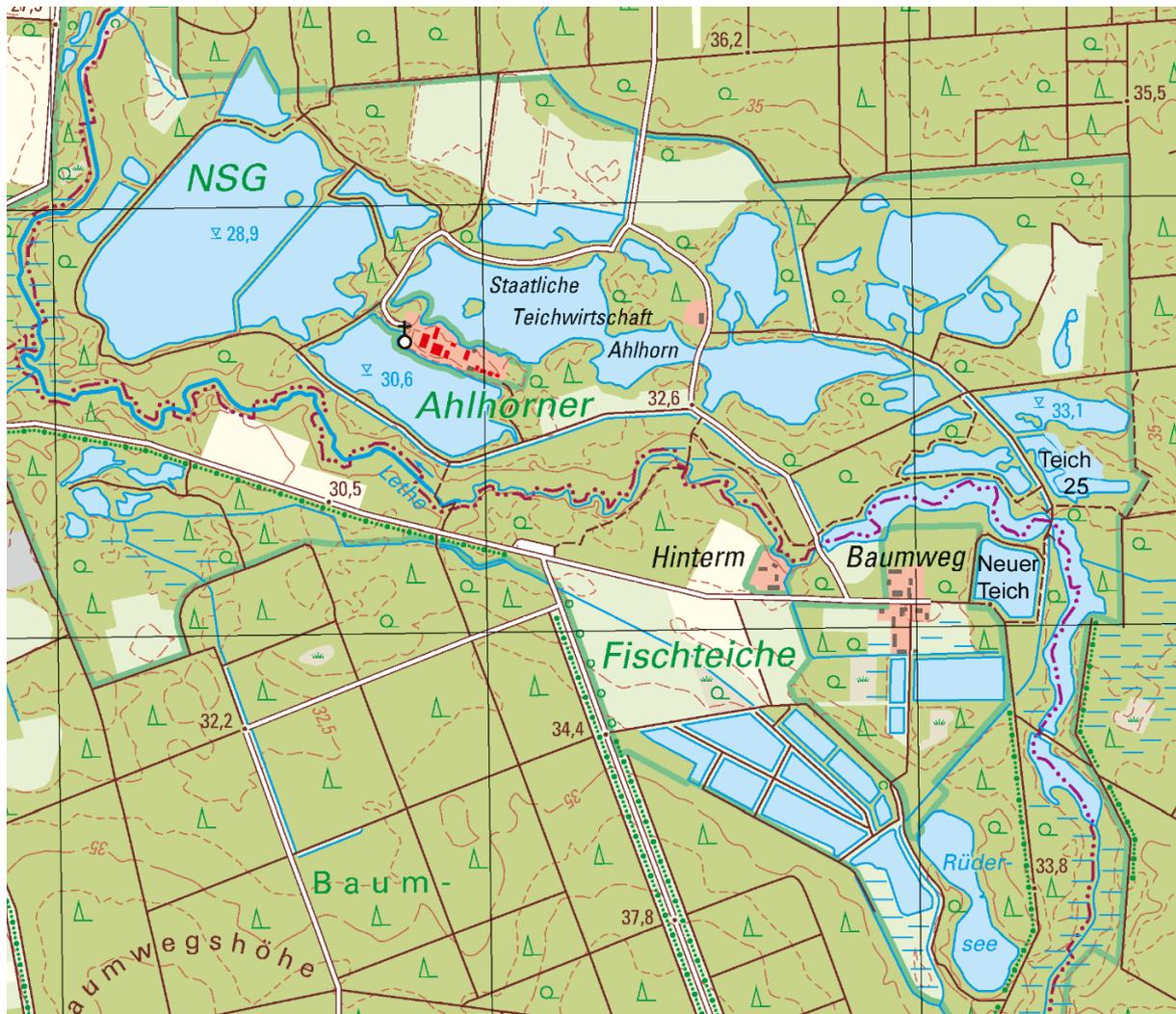


Abb. 1 Lage der Wuchsgewässer von *Chara braunii* Neuer Teich und Teich 25 im NSG „Ahlhórner Fischteiche“ (Kartengrundlage DTK 1:25.000, Quelle: Auszug aus den Geodaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, © LGLN 2024, Daten geändert).



Abb. 2 Wuchsgewässer von *Chara braunii* (Teich 25; Foto: A. Schacherer).

2.2 Methodik

Die Gewässer wurden im August und September 2023 überwiegend randlich durchwatet oder vom Ufer aus mit Teleskopharke bzw. Wurfanker untersucht. Darüber hinaus wurden im Teich Nr. 25 an zwei Stellen Wasserproben entnommen und später im Labor in Bezug auf Leitfähigkeit, pH-Wert, TP, PO₄-P, TN, NO₃-N, NH₄-N, Ca und Mg nach den geltenden DIN-Vorschriften für Wasseruntersuchungen analysiert (WASSERCHEMISCHE GESELLSCHAFT 1993a, b; 2000). Im Bereich des von MEYER (1836) angegebenen historischen Fundorts “bei Hermannsburg“ wurden ebenfalls im September 2023 ein Abschnitt des Weesener Baches und mehrere teils aufgegebene, teils noch extensiv genutzte Fischteiche am Weesener Bach aufgesucht und mit Teleskopharke und Wurfanker untersucht.

Die Nomenklatur dieser Veröffentlichung folgt in Bezug auf die Armleuchteralgen der ARBEITSGRUPPE CHARACEEN DEUTSCHLANDS (2016) und hinsichtlich der Gefäßpflanzen METZING et al. (2018).

3 Ergebnisse

3.1 Merkmale, Verbreitung, Ökologie und Gefährdung von *Chara braunii*

Chara braunii ist eine kleine bis mittelgroße, hellgrün glänzende Art mit meist starrem und buschigem Habitus (KRAUSE 1997; FRANKE & DOEGE 2016). Aufgrund ihrer unberindeten Sprossachse und den ebenfalls unberindeten Quirlästen ist sie in Verbindung mit dem einreihigen Kranz von sehr langen Stipularen leicht von allen anderen Taxa der Gattung *Chara* in Deutschland zu unterscheiden (vgl. Abb. 3). Brauns Armleuchteralge ist monözisch und in der Regel reich fruchtend. Es handelt sich um eine überwiegend annuelle Art, die sich durch Oosporen reproduziert und in Deutschland ihren Entwicklungsschwerpunkt im Sommer und Herbst hat.



Abb. 3 *Chara braunii* im NSG „Ahlhorner Fischteiche“. A: Habitus, B: Stipularkranz, C: Sprossabschnitt mit Stipularen und Quirlästen mit Gametangien, D: Sprossgipfel mit Gametangien. Fotos: A, B und D: R. Becker; C: A. Schacherer.

Chara braunii ist eine kosmopolitische Art, die in den meisten Ländern Europas sowie in Nord-, Mittel- und Südamerika, Afrika, Asien und Ozeanien verbreitet ist (CORILLION 1957; KRAUSE 1997; KORSCH 2018). In Deutschland gilt Brauns Armleuchteralge als gefährdet, in einigen Bundesländern als stark gefährdet oder vom Aussterben bedroht (KORSCH et al. 2013). In der Roten Liste der Armleuchteralgen von

Niedersachsen und Bremen (VAHLE 1990) wurde *Chara braunii* bisher nicht aufgeführt, da die Angabe von MEYER (1836) erst später bekannt wurde (FRANKE & DOEGE 2016). Auch in vielen anderen europäischen Staaten wird Brauns Armleuchteralge als in unterschiedlichem Grad gefährdet bewertet (u. a. BECKER 2016).

Der Verbreitungsschwerpunkt von *Chara braunii* in Deutschland befindet sich v. a. in den Fischteichen Sachsens, im südlichen Brandenburg sowie weniger häufig in Franken und in der Oberpfalz (DOEGE & HAHN 1999; FRANKE & DOEGE 2016). Mit Ausnahme des historischen niedersächsischen Wuchsortes bei Hermannsburg existieren keine Nachweise oder Angaben für diese Art in den norddeutschen Bundesländern. Für Nordrhein-Westfalen ist ein Vorkommen in den Hausdülmener Fischteichen bekannt (VAN DE WEYER et al. 2004). Rezente Nachweise von Brauns Armleuchteralge gelangen u. a. in Sachsen-Anhalt (KORSCH 2010), Hessen und Baden-Württemberg (RAABE 2017; F. PÄTZOLD, pers. Mitteilung), Bayern (KRAUSE & WALTHER 1995; GÖDING & KORSCH 2012; FRANKE & MARABINI 2020) und in Rheinland-Pfalz (E. KORTE, pers. Mitteilung). In Europa ist die Art weit verbreitet (KRAUSE 1997; FRANKE & DOEGE 2016; KORSCH 2018), eine aktuelle Verbreitungskarte von *C. braunii* in Europa zeigen CASANOVA & DOEGE (2024).

Chara braunii besitzt in Deutschland ihren Schwerpunkt v. a. in extensiv bewirtschafteten Fischteichen (insbesondere in Karpfenteichen), kommt aber auch in temporär überfluteten Ackersenken, Kleingewässern, Gräben, Teichen oder Baggerseen vor (u. a. MIGULA 1900; KRAUSE 1997; DOEGE & HAHN 1999; GREGOR 2001; VAN DE WEYER et al. 2004; GÖDING & KORSCH 2012; FRANKE & DOEGE 2016; RAABE 2017). In Südeuropa wurde die Art darüber hinaus auch in Reisfeldern, Dünenseen, Rückhaltebecken, Bewässerungskanälen, Quellwasserbecken, temporären Tümpeln oder Thermalquellen nachgewiesen (KRAUSE 1997; SOULIÉ-MÄRSCHÉ & VAUTIER 2004; VESIĆ et al. 2014; ROMANOV et al. 2019; MEDINA et al. 2021). In Norwegen wächst Brauns Armleuchteralge auch in Flüssen mit geringer Fließgeschwindigkeit (LANGANGEN 1974). In der Ostsee wurde sie in küstennahen Flachwasserbereichen und Ästuaren u. a. im Bottnischen Meerbusen nachgewiesen (u. a. ZHAKOVA 2004).

KRAUSE & WALTHER (1995) bezeichnen *C. braunii* als "Spezialist für Fischteiche", da sie nach Ablassen und Ackerzwecknutzung der Teiche und anschließender Wiederbefüllung aus dem Diasporenreservoir schnell Dominanzbestände bilden kann. Auch FRANKE & DOEGE (2016) bezeichnen sie als "Pionierart mit hohem Wiederbesiedlungspotenzial", die von der winterlichen Trockenlegung von Fischteichen profitiert. Allerdings kommt Brauns Armleuchteralge oft nicht kontinuierlich in demselben Gewässer vor (u. a. MIGULA 1900; VAN DE WEYER et al. 2004), besitzt aber in Teichgebieten die Möglichkeit, als Dauerpionier zwischen verschiedenen Teichen zu wechseln (KRAUSE & WALTHER 1995; FRANKE & DOEGE 2016). *C. braunii* kann auch über Jahrzehnte in Wuchsgewässern nicht mehr auffindbar sein, um dann bei geeigneten Habitatbedingungen wieder große Bestände zu bilden (KRAUSE 1997).

Nach FRANKE & DOEGE (2016) besiedelt Brauns Armleuchteralge in Deutschland flache, nährstoffarme bis mäßig nährstoffreiche, überwiegend saure bis neutrale, kalkarme sowie elektrolytarme bis mäßig elektrolytreiche Süßwasserhabitats, toleriert aber auch zeitweise gekalkte Fischteiche. VAN DE WEYER et al. (2004) klassifizieren die von der Art besiedelten Fischteiche in Nordrhein-Westfalen als "nährstoff- und kalkreich". In Norwegen und im Ostseeraum wurde die Art auch in oligohalinen Brackwasserhabitats nachgewiesen (LANGANGEN 1974; ZHAKOVA 2004). DOEGE et al. (2016) geben auf der Basis von umfangreichen Literaturauswertungen (mit dem

Schwerpunkt Deutschland) für *C. braunii* hinsichtlich ausgewählter hydrochemischer Parameter die in Tabelle 1 dargestellten Werte an.

Tab. 1 Ausgewählte hydrochemische Werte zu Habitaten von *Chara braunii* (nach DOEGE et al. 2016).

Parameter	Minimum	Mittelwert	Maximum
pH	5,1	6,4-8,0	9,0
Leitfähigkeit ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	10	-	617
Salinität (psu)	0	-	3
TP (mg/l)	0,013	0,019-0,05	0,37
PO ₄ -P (mg/l)	0	0,002-0,033	0,06
TN (mg/l)	0,9	1,8	2,9
NO ₃ -N (mg/l)	0	0,01-0,81	1,31
NH ₄ -N (mg/l)	0	0,019-0,08	0,95
Gesamthärte ($^{\circ}\text{dH}$)	0,1	-	13,6
Ca (mg/l)	5,8	-	115

Chara braunii besiedelt v. a. flache, sich schnell erwärmende Gewässer bis 2 m Tiefe (SOULIÉ-MÄRSCHÉ & VAUTIER 2004; URBANIAK 2007; GÖDING & KORSCH 2012; PUKACZ & PEŁECHATY 2004; CASANOVA & DOEGE 2024), wurde aber in chilenischen Seen bis in 33 m Tiefe nachgewiesen (BLINDOW et al. 2018). Die Art wird durch gute Belichtung gefördert, kommt aber auch in trüben Gewässern vor (URBANIAK 2007; FRANKE & DOEGE 2016). Bei geeigneten Standortbedingungen und fehlender Konkurrenz kann *C. braunii* großflächige Massenbestände bilden. Darüber hinaus ist Brauns Armleuchteralge in Deutschland u. a. mit den Characeen *Chara globularis*, *C. vulgaris*, *C. virgata*, *Nitella flexilis*, *N. opaca* oder *N. capillaris* vergesellschaftet (u. a. DOEGE & HAHN 1999; FRANKE & DOEGE 2016; FRANKE & MARABINI 2020), seltener auch mit *Chara contraria*, *Nitella confervacea* oder *Tolypella prolifera* (RAABE 2017). Sonstige Begleitarten von *C. braunii* sind je nach Gewässertyp und den jeweiligen Habitateigenschaften sehr vielfältig; charakteristisch sind u. a. Arten der Teichboden- und Laichkraut-Gesellschaften sowie *Elatine*-Arten (z. B. VAN DE WEYER et al. 2004; FRANKE & DOEGE 2016; RAABE 2017).

3.2 Habitate und Vergesellschaftung von *Chara braunii* im NSG Ahlhorner Fischteiche

Die Wuchsgewässer von *Chara braunii* im Ahlhorner Teichgebiet entsprechen den in der Literatur für diese Art genannten Schwerpunkt-Habitaten. Es handelt sich bei Teich 25 und dem "Neuen Teich" (vgl. Abb. 1) um relative flache, sich schnell erwärmende Fischteiche, die seit Langem als Vorstreckteiche für die Aufzucht der jüngsten Karpfen (Vorstreckkarpfen Kv) verwendet werden und erst im Mai bespannt und bereits Ende September/Anfang Oktober abgefischt werden. Das Wasser war zum Untersuchungszeitpunkt im September für ein Charceengewässer relativ trüb, die Sichttiefe betrug nur etwa 40 cm. Nach Auskunft des Forstamtsleiters S. GRUSSDORF und des Fischwirtschaftsmeisters F. VON HEYDEBRAND haben diese Vorstreck-Teiche im Frühjahr 2023 nach längerer Zeit erstmalig wieder eine Startdüngung in Form von

1-2 Führen Pferdemist erhalten. Diese Startdüngung sei früher in Ahlhorn ebenso wie in anderen Teichwirtschaften üblich gewesen und habe sich auf den nährstoffarmen Sandböden bewährt, da sie das Phyto- und Zooplankton, die Nahrungsgrundlage der Kv-Karpfen, fördere.

Bemerkenswert ist, dass nur diese beiden so bewirtschafteten Vorstreckteiche 2023 Vorkommen von Characeen, insbesondere große Dominanzbestände von *Chara braunii* aufwiesen. In allen weiteren Teichen wurden zum Untersuchungstermin im Spätsommer keinerlei Characeen gefunden.

Die Ergebnisse der beiden einmalig im Teich 25 im NSG „Ahlhorer Fischteiche“ entnommenen Wasserproben besitzen als Einzelmessungen zwar nur eine eingeschränkte Aussagefähigkeit, liefern aber erste Hinweise auf die Gewässereigenschaften. Sie kennzeichnen das dortige Haupt-Wuchsgewässer von *Chara braunii* nach LAWA (1999), RIEDMÜLLER et al. (2013), DOEGE et al. (2016) sowie KOLLMANN (2019) als neutrales, schwach eutrophes, relativ basen- und kalkarmes Süßwasserhabitat mit relativ niedriger Leitfähigkeit (vgl. Tab. 2). Die hydrochemischen Werte decken sich weitgehend mit den von DOEGE et al. (2016) angegebenen Literaturdaten (vgl. Tab. 1). Lediglich der Gesamt-Stickstoff-Gehalt (TN) liegt in den untersuchten Proben mit 0,83 bzw. 0,85 mg/l N nur knapp unterhalb des von DOEGE et al. (2016) angegebenen Minimalwertes von 0,9 mg/l. Auch die Konzentrationen von 0,16 bzw. 0,17 mg/l Nitrat-Stickstoff (NO₃-N) und <0,03 mg/l Ammonium-Stickstoff (NH₄-N) sind im Ahlhorner Wuchsgewässer relativ niedrig. Demgegenüber ist die Gesamt-Phosphor-Konzentration (TP) mit 0,063 bzw. 0,072 mg/l P vergleichsweise hoch und übersteigt den von DOEGE et al. (2016) angegebenen Mittelwert von 0,05 mg/l P.

Tab. 2 Hydrochemische Daten zum Wuchsgewässer Teich 25 von *Chara braunii* im NSG „Ahlhorer Fischteiche“ (Proben vom 28.07.2023). Erläuterungen: LF = Leitfähigkeit, GH = Gesamthärte.

Probestelle/ Parameter	pH	LF (µS/cm)	GH (°dH)	TP (mg/l)	PO ₄ -P (mg/l)	TN (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	Mg (mg/l)	Ca (mg/l)
Nr.1	7,5	132	1,8	0,072	0,028	0,85	0,16	<0,03	2,3	8,9
Nr. 2	7,4	169	2,2	0,063	0,026	0,83	0,17	<0,03	3,0	10,5

Vergesellschaftung: Insbesondere in Teich 25 wurden großflächige Dominanzbestände von *Chara braunii* und nur punktuell ein kleiner Bestand von *Nitella flexilis* gefunden. Weitere Begleitarten waren *Elatine hydropiper*, *Eleocharis acicularis*, *Limosella aquatica*, *Potamogeton pusillus* s. str., *Elodea nutallii*, *Callitriche hamulata*, *Lemna minor*, *Ranunculus flammula*, *Lotus pedunculatus*, *Persicaria amphibia* und im Uferbereich *Phalaris arundinacea*, *Calamagrostis canescens*, *Bidens cernua*, *Lycopus europaeus*, *Iris pseudacorus*, *Lysimachia vulgaris*, *Glyceria fluitans* s. str. und *Juncus effusus*. Im „Neuen Teich“ (s. Abb. 1) wurden bei nur punktuellen randlichen Untersuchungen im Sommer 2023 keine Characeen nachgewiesen. Erst nachdem im Oktober Teilbereiche trockengefallen waren, hat S. KRONZ im Südosten des Gewässers einen kleinen Bestand von *Chara braunii* gefunden. Begleitarten waren dort u. a. *Limosella aquatica* (individuenreich), *Eleocharis acicularis* und *Callitriche palustris* agg..

4 Diskussion

Der Der aktuelle Nachweis des sehr großen Bestandes von *Chara braunii* in zwei Teichen im NSG „Ahlhorner Fischteiche“ ist bemerkenswert. Es handelt sich um die einzige rezente Population von Brauns Armelechteralge in Niedersachsen. Eine Nachsuche im Gebiet des von MEYER (1836) für die Art genannten historischen Wuchsortes bei Hermannsburg durch die Mitautorin erbrachte keine aktuellen Nachweise. Es stellt sich die Frage, ob die Art im Ahlhorner Teichgebiet bisher eventuell übersehen wurde oder ob sie sich im Gebiet neu etablieren konnte. WOHLFAHRT (1985) nennt in seinen umfangreichen und flächendeckenden vegetationskundlichen Inventarisierungen der Flora des NSG „Ahlhorner Fischteiche“ mit Ausnahme der *Nitella flexilis*-Bestände in einigen Zuleitungsgewässern keine Arten der Characeen, sondern lediglich Gefäßpflanzen und Moose. Die einzige im Gebiet nachgewiesene Art der Armelechteralgen war somit bisher *Nitella flexilis* (WOHLFAHRT 1985; BECKER, eigene Daten). Auch im Rahmen nachfolgender floristischer Bestandserfassungen wurde Brauns Armelechteralge in den Ahlhorner Fischteichen vor 2023 nicht nachgewiesen.

Nachweise von *Chara braunii* sind auch aus anderen extensiv bewirtschafteten und floristisch gut untersuchten Teichgebieten in Niedersachsen, wie z.B. den von den Autor*innen und anderen Botaniker*innen intensiv untersuchten Holmer Teichen (Landkreis Harburg) oder den Meißendorfer Teichen (Landkreis Celle) nicht bekannt, obwohl die ökologischen und nutzungsbezogenen Rahmenbedingungen grundsätzlich geeignet wären und Populationen anderer gefährdeter Characeen-Arten, wie u.a. *Nitella gracilis*, *N. flexilis*, *N. translucens* oder *Chara virgata* dort existieren (u.a. BECKER, eigene Daten; SCHACHERER, eigene Daten, zuletzt 2021-2023).

Chara braunii ist im angrenzenden Nordrhein-Westfalen (VAN DE WEYER et al. 2004) und in den benachbarten Niederlanden (E. NAT, pers. Mitteilung) jeweils nur aus einem Teichgebiet bekannt. In Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern sowie in Dänemark fehlen Nachweise der Art bisher (DOEGE et al. 2016, CASANOVA & DOEGE 2024). VAN DE WEYER et al. (2004) vermuten, dass Brauns Armelechteralge in den Hausdülmener Fischteichen in Nordrhein-Westfalen über Diasporetransport durch Vögel eingebracht wurde und sehen einen möglichen Zusammenhang mit den fortschreitenden Klimaveränderungen. Die Frage der Herkunft der aktuellen großen Population von *C. braunii* im NSG „Ahlhorner Fischteiche“ lässt sich nicht sicher beantworten, das Einbringen von Oosporen durch Vögel ist aber denkbar. Im Gebiet wurden u.a. beringte Kormorane aus verschiedenen Ländern Europas nachgewiesen (F. V. HEYDEBRAND, pers. Mitteilung). Demgegenüber kann der Eintrag von Diasporen der Art mit Besatzfischen hier ausgeschlossen werden, weil die Jungfische (Vorstreckkarpfen Kv) ausschließlich aus eigener Zucht stammen und keine Besatzfische zugekauft werden (S. GRUSSDORF und F. V. HEYDEBRAND, pers. Mitteilung). Obwohl *C. braunii* in der Vergangenheit im Ahlhorner Teichgebiet nicht nachgewiesen worden war, ist ein früheres Vorkommen und Überdauern im Gebiet nicht ausgeschlossen. Seit über 100 Jahren werden die Teiche kontinuierlich als Karpfenteiche genutzt und Brauns Armelechteralge gilt als „typische Fischteich-Armelechteralge mit hohem Pioniercharakter“, die in erster Linie in genutzten Fischteichen vorkommt (FRANKE & DOEGE 2016).

Die in Ahlhorn in Teich 25 nachgewiesenen sehr großen Bestände von *Chara braunii* auf einer Fläche von mehreren tausend Quadratmetern Größe, lassen vermuten, dass entweder bereits zahlreiche Oosporen aus früheren Vorkommen im Gebiet vorhanden waren und unter jetzt günstigen Umständen keimen konnten, oder

dass die Art sich erst vor Kurzem dort etablierte und aufgrund ihres starken Pioniercharakters sehr schnell ausgebreitet hat. Nach KRAUSE (1997) vermag Brauns Armleuchteralge „verlorene Standorte nach Jahrzehnten wieder zu besiedeln“, kann „jahrzehntelang unauffindbar“ sein und „dann vorübergehend in Massenwuchs“ auftreten und sie kann „in Fischzuchtgebieten Dauersiedler mit Wechsel der Teiche“ sein.

Dass die aktuelle Ausbreitung von *Chara braunii* - wie von VAN DE WEYER et al. (2004) vermutet – mit dem Klimawandel, insbesondere den zuletzt außergewöhnlich warmen Sommern zusammenhängen kann, ist möglich. Brauns Armleuchteralge gilt als wärmebedürftige Flachwasserart (FRANKE & DOEGE 2016). In Großbritannien gab es lediglich ein adventives Vorkommen der Art, das im warmen Abwasser einer Baumwollfabrik von ca. 1880 bis 1952 existieren konnte, ohne sich jedoch in andere Gewässer ausbreiten zu können (MOORE 1986). Andererseits sind auch Vorkommen von *Chara braunii* in Skandinavien, im Baltikum sowie in Russland bekannt (u.a. KRAUSE 1987, CASANOVA & DOEGE 2024). Dies könnte sich damit erklären, dass sich die von Brauns Armleuchteralge bevorzugten Flachgewässer auch unter z.B. skandinavischen Klimabedingungen infolge der dortigen Tageslänge im Sommer stark erwärmen können.

Ob die Wiederaufnahme der Festmistdüngung in ursächlichem Zusammenhang mit der neuen großen Population von *Chara braunii* in Ahlhorn steht, wäre noch zu untersuchen. Für diese These spricht die Tatsache, dass Brauns Armleuchteralge vor allem in bewirtschafteten Fischteichen vorkommt (FRANKE & DOEGE (2016)). Im Rahmen der Bewirtschaftung werden Nährstoffe über Fütterung, Kalkung und Düngung in die Teiche eingebracht. Auch durch Bodenbearbeitung der Teichböden mit dem Ziel der Schlamm-Mineralisation werden Nährstoffe pflanzenverfügbar. In Ahlhorn werden die Teichböden, soweit sie befahrbar sind, ebenfalls regelmäßig gefräst (F. v. HEYDEBRAND, pers. Mitteilung). KRAUSE & WALTER (1995) berichten aus Fränkischen Teichen, die als Acker zwischengenutzt wurden: „Wenn ein abgelassener und beackerter Teich wieder gefüllt wird, kommt als erster Makrophyt *Chara braunii* zur Vorherrschaft. Nach einem Jahr verschwindet sie und ihre Oosporen ruhen im Boden, bis der Zyklus von Neuem beginnt.“

Die Ergebnisse der eigenen hydrochemischen Analysen der Wuchsgewässer von *Chara braunii* im NSG „Ahlhorner Fischteiche“ bewegen sich innerhalb der von DOEGE et al. (2016) angegebenen Spannbreiten für die einzelnen Parameter. Als relativ hoch erwies sich v.a. die Konzentration an Gesamt-Phosphor, eventuell eine Folge der Pferdemit-Einbringung. Allerdings verdeutlichen sowohl DOEGE & HAHN (1999), FRANKE & DOEGE (2016) als auch URBANIAK (2007), dass Brauns Armleuchteralge z. T. auch sehr nährstoffreiche, eutrophe Bedingungen tolerieren kann, wenngleich extensiv genutzte Teiche deutlich geeignetere Habitate für die Art darstellen und ihr Lebensraumschwerpunkt sind.

Ein wesentlicher Aspekt für das Vorkommen von *Chara braunii*, gerade und nur in den beiden Vorstreckteichen, ist sicher die Abwesenheit benthivorer Altkarpfen, die die Teichböden stark durchwühlen und dadurch die Entwicklung von Characeen und anderen Makrophyten empfindlich stören (u. a. BECKER 2016; OLDORFF & KIRSCHY 2017).

Um die Population von Brauns Armleuchteralge in den Untersuchungsgewässern zu sichern, ist es in erster Linie wichtig, die Ahlhorner Habitate vor Verlandung zu schützen und eine möglichst extensive Fischwirtschaft aufrecht zu erhalten. Aufgrund der in nährstoffreichen, sehr flachen Gewässern schnell verlaufenden Sukzessions- und Verlandungsprozesse sind in der Regel schonende, periodisch wiederkehrende

Pflegemaßnahmen erforderlich, um die vorhandenen Bestände von Armleuchteralgen dauerhaft zu bewahren (u. a. FRANKE & DOEGE 2016; BECKER 2016). Dabei ist insbesondere bei erforderlichen Entschlammungsmaßnahmen auf die Erhaltung der Diasporenbank zu achten. Das winterliche Trockenfallen der Ahlhorner Teiche sollte unbedingt beibehalten werden. Es begünstigt die Entwicklung konkurrenzschwacher (Characeen-)Arten nach der Besspannung im Frühjahr und fördert die Mineralisierung von organischen Sedimenten im Teichboden sowie den Erhalt von sandigem Substrat, das viele Characeenarten bevorzugen. Auch eine gelegentliche Bodenbearbeitung der Teichböden fördert die Mineralisation und dürfte sich günstig auf die Entwicklung von *Chara braunii* auswirken. Die auf Naturfutter in Form von Phyto- und Zooplankton basierende Aufzucht der einjährigen Karpfen sollte in den Ahlhorner Wuchsgewässern beibehalten und – sofern möglich - auf weitere Teiche ausgeweitet werden, um Brauns Armleuchteralge möglichst in wechselnden Gewässern des NSG dauerhaft zu erhalten.

Im Rahmen des Monitorings niedersächsischer Characeen-Gewässer über längere Zeiträume wurde in den letzten Jahren mehrfach deutlich, wie schnell auch große Populationen von gefährdeten Sippen der Armleuchteralgen in sehr wertvollen Wuchsgewässern massiv einbrechen oder ganz erlöschen können (u. a. BECKER et al. 2022). Daher ist zum Erhalt der einzigen niedersächsischen Population von *Chara braunii* ein kontinuierliches Monitoring der Ahlhorner Wuchsgewässer erforderlich. Auf Basis der Ergebnisse lassen sich dann gezielte Managementmaßnahmen zum Erhalt und zur Förderung von Brauns Armleuchteralge und weiterer im Gebiet vorkommender stark gefährdeter Pflanzenarten umsetzen.

Zusammenfassung

Im Rahmen umfangreicher Untersuchungen zum Vorkommen von Armleuchteralgen in Niedersachsen (Deutschland) gelang in zwei Fischteichen innerhalb des nordwestdeutschen Naturschutzgebietes "Ahlhorner Fischteiche" der Wiederfund von *Chara braunii*. Mehr als 180 Jahre nach dem bisher einzigen Nachweis von Brauns Armleuchteralge im Osten Niedersachsens, wurde eine neue rezente Population der sehr seltenen Characeen-Art entdeckt. Gemäß der aktuellen Roten Liste der Armleuchteralgen Deutschlands gilt *C. braunii* als gefährdet. In der vorliegenden Publikation werden Daten zu den ökologischen Ansprüchen von Brauns Armleuchteralge, zur Hydrochemie der aktuellen Wuchsgewässer, zur lokalen Begleitflora und zur Verbreitung von *C. braunii* in Deutschland präsentiert. Darüber hinaus werden potenzielle Gefährdungsursachen erläutert und Vorschläge zum Schutz und zum Management der untersuchten Wuchsgewässer diskutiert. Die Ergebnisse verdeutlichen die besondere Bedeutung von extensiv bewirtschafteten Fischteichen für den Schutz von Characeen.

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt Wilfried Vogel (Oldenburg) und Stefan Kronz (Kleistau) für die Mitteilung von Characeenfunden im Untersuchungsgebiet und das Übersenden von Belegexemplaren sowie für wertvolle Hinweise zu den Fundumständen. Wir danken darüber hinaus Heiko Korsch (Themar) für Informationen zum historischen Nachweis von *Chara braunii* bei Hermannsburg sowie Stefan

Grußdorf und Friedrich von Heydebrand (Forstamt Ahlhorn) für Informationen zum Untersuchungsgebiet und zur aktuellen Bewirtschaftung der Ahlhorner Teiche. Melanie Willen (Universität Oldenburg) gilt unser besonderer Dank für die hydrochemischen Analysen der Wasserproben.

Literatur

- Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands (Hrsg.), 2016. Armelechteralgen. Die Characeen Deutschlands. Heidelberg, Berlin. Springer Verlag. 618 Seiten.
- Bakker, E. S., J. M. Sarneel, D. Gulati, Z. Liu & E. van Donk, 2013. Restoring macrophyte diversity in shallow temperate lakes: biotic versus abiotic constraints. *Hydrobiologia*. 710: 23-37.
- Becker, R., 2008. Die Armelechteralgen (Characeae) des Weser-Ems-Gebietes. *Rostocker Meeresbiologische Beiträge* 19: 43-55.
- Becker, R., 2010. Bemerkenswerte Characeen-Funde in Nordwest-Deutschland. *Abhandlungen Naturwissenschaftlicher Verein Bremen* 46: 409-418.
- Becker, R., 2016. Gefährdung und Schutz von Characeen. In Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands (Hrsg.), Armelechteralgen. Die Characeen Deutschlands. Heidelberg, Berlin. Springer Verlag: 149-191.
- Becker, R., K. Fuhrmann, M. Sinkowski, U. Meyer-Spethmann & M. Willen, 2022. Verbreitung, Populationsentwicklung und Schutz besonders gefährdeter Armelechteralgen (Charales, Characeae) in Nordwestdeutschland. *Drosera* 40: 81-100.
- Behre, K., 1955. Die Algenbesiedlung einiger Seen um Bremen und Bremerhaven. *Veröffentlichungen des Instituts für Meeresforschung Bremerhaven* 3: 221-383.
- Blindow, I., A. Hargeby & S. Hilt, 2014. Facilitation of clear water conditions in shallow lakes by macrophytes: differences between charophyte and angiosperm dominance. *Hydrobiologia* 737(1): 99-110.
- Blindow, I. & K. van de Weyer, 2016. Ökologie der Characeen. In Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands (Hrsg.), Armelechteralgen. Die Characeen Deutschlands. Heidelberg, Berlin. Springer Verlag: 79-95.
- Blindow, I., R. Marquardt, D. Schories & H. Schubert, 2018. Charophyceae of Chile – taxonomy and distribution. Part 1. *Nova Hedwigia* 107: 1-47.
- Casanova, M.T. & A. Doege, 2024. *Chara braunii*. In Schubert et al. (Hrsg.), Charophytes of Europe. Heidelberg, Berlin. Springer Verlag. Im Druck.
- Corillion, R., 1957. Les Charophycées de France et d'Europe Occidentale. *Bulletin de la Société Scientifique de Bretagne* 32 (Hors série I & II): 1-499.
- Doege, A. & S. Hahn, 1999. Bemerkenswerte Charophyceae-Funde aus Sachsen. *Lauterbornia* 36: 13-19.
- Doege, A., K. van de Weyer, R. Becker & H. Schubert, 2016. Bioindikation mit Characeen. In Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands (Hrsg.), Armelechteralgen. Die Characeen Deutschlands. Heidelberg, Berlin. Springer Verlag: 97-137.
- Europäische Kommission, 1992. Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen, *Abl. EG Nr. L 206/7 v. 22.7.1992*, geändert durch Richtlinie 97/62/EG des Rates v. 27. 10.1997, *Abl. EG Nr. L 305/42 (FFH RL)*.
- Fenske, H., 2008. Ahlhorner Fischteiche. 100 Jahre naturnahe Biotope aus Menschenhand. *NVN/BSH-Biotope* 23: 1-4, Wardenburg.
- Franke, T. & A. Doege, 2016. *Chara braunii*. In Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands (Hrsg.), Armelechteralgen. Die Characeen Deutschlands. Heidelberg, Berlin. Springer Verlag: 253-261.
- Franke, T. & J. Marabini, 2020. Biodiversität in Karpfenteichen fördern: vier erfolgreiche Beispiele im fränkischen Aischgrund. *ANLiegen Natur* (42 (1)): 121-134.
- Göding, H. & H. Korsch, 2012. *Chara braunii* im Landkreis Dingolfing-Landau. *Hoppea* 73: 194-196.
- Graebner, P. & K. Hueck, 1931. Die Vegetationsverhältnisse des Dümmergebietes. *Abhandlungen aus dem Westfälischen Provinzial-Museum für Naturkunde* 2: 59-83.
- Gregor, T., 2001. Die Kenntnis der Armelechteralgen (Characeen) in Hessen. *Natur und Museum* 131: 253-262.

- Herr, W., G. Wiegleb & D. Todeskino, 1989. Veränderungen von Flora und Vegetation in ausgewählten Fließgewässern Niedersachsens nach vierzig Jahren (1946/1986). *Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs.* 18: 121-144.
- Jonas, F., 1931. Ein atlantisches Übergangsmoor (Heidemoor) im Emslande. – Berichte über die Versammlung des Botanischen u. Zoologischen Vereins für Rheinland-Westfalen: 1-14.
- Kollmann, J., 2019. Stillgewässer. In Kollmann, J., A. Kirmer, S. Tischew, N. Hölzel & K. Kiehl, *Renaturierungsökologie*. Springer Spektrum: 151-170.
- Korsch, H., 2010. Ergebnisse der Kartierung der Armelechteralgen im Süden von Sachsen-Anhalt, 2. Beitrag. *Mitt. florist. Kart. Sachsen-Anhalt* 15: 135-139.
- Korsch, H., 2018. The worldwide range of the Charophyte species native to Germany. *Rostocker Meeresbiologische Beiträge* 28: 45-96.
- Korsch, H., A. Doege, U. Raabe & K. van de Weyer, 2013. Rote Liste der Armelechteralgen (Charophyceae) Deutschlands. 3. Fassung. *Haussknechtia* 17: 1-32 (Beiheft).
- Krause, W. & E. Walter, 1995. Die Characeen der Teiche in Oberfranken. - *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* 65: 51-58.
- Krause, W., 1997. Charales (Charophyceae). In Ettl, H., G. Gärtner, H. Heynig & D. Mollenhauer (Hrsg.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd. 18. G. Fischer Verlag. 202 S.
- Kufel, L. & I. Kufel, 2002. *Chara* beds acting as nutrient sinks in shallow lakes a review. *Aquatic Botany* 72: 249-260.
- Langangen, A., 1974. Ecology and distribution of Norwegian charophytes. *Norwegian Journal of Botany* 21: 31-52.
- Landkreis Oldenburg, 2019. Verordnung über das Naturschutzgebiet „Ahlhorner Fischteiche“ in den Gemeinden Garrel und Emstek, Landkreis Cloppenburg, und der Gemeinde Großenkneten, Landkreis Oldenburg.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser), 1999. Gewässerbewertung - stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für die Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien. Kulturbuch-Verlag, Berlin. 68 S.
- Medina, L., P. Nascimento & M. Menezes de Sequeira, 2021. Rediscovering of *Chara braunii* (Characeae, Charophyta) in Madeira (Macaronesian region, Portugal). *Botanica Complutensis* 45: 1-6.
- Metzing, D., E. Garve & G. Matzke-Hajek, 2018. Rote Liste und Gesamtartenliste der Farn- und Blütenpflanzen (Tracheophyta) Deutschlands. *Naturschutz Biologische Vielfalt* 70: 13-558. Bonn-Bad Godesberg.
- Meyer, G.F.W., 1836. *Chloris Hanoverana* oder nach den natürlichen Familien geordnete Übersicht der im Königreich Hannover wildwachsenden sichtbar blühenden Gewächse und Farn nebst einer Zusammenstellung derselben nach ihrer Benutzung im Haushalte, in den landwirtschaftlichen Gewerben und in den Künsten. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen. 744 Seiten.
- Migula, W., 1900. Die Characeen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. In Rabenhorst's Kryptogamenflora, Bd. V., E. Kummer Verlag, Leipzig. 765 Seiten.
- Moore, J. A., 1986. Charophytes of Great Britain and Ireland. *BSBI Handbook No. 5*, Botanical Society of the British Isles, London.
- NLWKN (Niedersächsisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz), 2024. Naturschutzgebiet „Ahlhorner Fischteiche“: <https://www.nlwkn.niedersachsen.de/naturschutzgebiete/naturschutzgebiet-ahlhorner-fischteiche-41237.html>. Zuletzt aufgerufen: 25.01.2024.
- Nöldeke C., 1872. Flora der ostfriesischen Inseln mit Einschluss von Wangeroog. *Abhandlungen Naturwissenschaftlicher Verein Bremen* 3: 43-198.
- Oldorf, S. & T. Kirschey, 2017. Benthivorous fishes interaction with submerged vegetation – a simple enclosure experiment. *Rostocker Meeresbiologische Beiträge* 27: 63-80.
- Pietsch, W., 2004. Zur Verbreitung, Soziologie und Ökologie von *Chara braunii* Gmelin im südlichen Brandenburg. *Verhandlungen des Botanischen Vereins von Berlin und Brandenburg* 137: 537-546.
- Pukacz, A. & M. Pelechaty, 2004. Nowe stanowisko *Chara braunii* (Charophyceae) w Polsce. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 11: 191-196.

- Pukacz, A., M. Pelechaty, H. Schubert, I. Blindow & U. Raabe, 2016. Ochrona jezior ramienicowych Ziemi Lubuskiej i Brandenburgii - Schutz von Characeen-Seen im Lebusener Land und in Brandenburg. Polsko-Niemiecki Instytut Badawczy w Collegium Polonicum (Hrsg.), ISBN 978-83-8056-088-8, Slubice, 108 Seiten.
- Raabe, U., 2017. Aktuelle Nachweise von *Chara braunii* in der Oberrheinischen Tiefebene bei Stockstadt (Hessen) und Iffezheim (Baden-Württemberg). Rostocker Meeresbiologische Beiträge 27: 37-42.
- Raabe, U. & K. van de Weyer, 2005. Zur floristischen Bedeutung und Entwicklung von Artenschutzgewässern in Nordrhein-Westfalen. Abhandlungen des Westfälischen Museum für Naturkunde 67 (3): 91-112.
- Reichenbach, H. G. L., 1831. Kupfersammlung kritischer Gewächse, oder, Abbildungen seltener und weniger genau bekannter Gewächse der Flora Europas, als Kupfersammlung und Supplement, vorzueglich zu den Werken von Willdenow, Schkuhr, Persoon, Roemer und Schultes, gezeichnet und nebst kurzer Erläuterung herausgegeben von H.G. Ludwig Reichenbach. Neuntes Hundert Tafeln. Friedrich Hofmeister, Leipzig.
- Riedmüller, U., U. Mischke & E. Hoehn, 2013. Bewertung von Seen mit Hilfe allgemeiner physikalisch-chemischer Parameter. Seentypspezifische Hintergrund- und Orientierungswerte für die Parameter Gesamtphosphor und Sichttiefe. Seebewertung gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie. Im Auftrag und unter fachlicher Begleitung der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser – Expertenkreis Seen. Stand 6. März 2013. 10 Seiten.
- Romanov, R.E., T. Napolitano, K. van de Weyer & A. Troia, 2019. New records and observations to the Characean flora of Sicily (Italy). Webbia 74: 111-119.
- Schneider, S.C., A. García, C. Martín-Closas & A.R. Chivas, 2015. The role of charophytes (Charales) in past and present environments: an overview. Aquatic Botany 120: 2-6.
- Schubert, H., I. Blindow, N.C. Bueno, M.T. Casanova, M. Pelechaty & A. Pukacz, 2018. Ecology of Charophytes – permanent pioneers and ecosystem engineers. Perspectives in Phycology 5: 61-74.
- Soulié-Marsche, I. & J. Vautier, 2004. Écologie et cycle de vie de *Chara braunii* (Charales) dans un habitat Méditerranéen. Vie Milieu 54: 37-45.
- Urbaniak, J., 2007. Distribution of *Chara braunii* GMELIN 1826 (Charophyta) in Poland. Acta Societatis Botanicorum Poloniae 76: 313-320.
- Vahle, H-C., 1990. Armluchteralgen (Characeae) in Niedersachsen und Bremen – Verbreitung, Gefährdung und Schutz. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 10: 85-130.
- van de Weyer, K., T. Korte & A. Schulte, 2004. Der Erstfund von Braun's Armluchteralge (*Chara braunii* GMEL.) in Nordrhein-Westfalen. Natur und Heimat 64: 69-75.
- Vesić, A., J. Blaženčić & J. Šinžar-Sekulić, 2014. Ecological preferences of charophytes in Serbia in relation to habitat type and other aquatic macrophytes. Plant Biosystems 150: 490-500.
- Wasserchemische Gesellschaft in der GDCH, DIN (Hrsg.), 1993a. DIN EN ISO 38405. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Anionen (Gruppe D), Beuth-Verlag, Berlin.
- Wasserchemische Gesellschaft in der GDCH, DIN (Hrsg.), 1993b. DIN EN ISO 38406. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Kationen (Gruppe E), Beuth-Verlag, Berlin.
- Wasserchemische Gesellschaft in der GDCH, DIN (Hrsg.), 2000. DIN EN ISO 7980. Wasserbeschaffenheit, Beuth-Verlag, Berlin.
- Zhakova, L.V., 2004. *Chara braunii*. In Schubert, H. & I. Blindow (eds), Charophytes of the Baltic Sea. A. R. G. Gantner, Ruggell: 64-69.
- Wohlfahrt, U., 1985. Der Pflanzenbestand des Feuchtgebietes „Ahlhorner Fischteiche“. Oldenb. Jahrbuch 85: 313-330.