Gefährdete Armleuchteralgen in der Schweiz: *Chara filiformis* H. Hertzsch und *Nitella tenuissima* (Desv.) Kütz.

Arno Schwarzer

Endangered Charophytes in Switzerland: *Chara filiformis* H. Hertzsch und *Nitella tenuissima* (Desv.) Kütz. Charophytes are macrophytic green algae represented by 25 species in Switzerland, 21 of which are listed as endangered on the Red List of Charophytes of Switzerland. New sites of *Chara filiformis* H. Hertzsch and *Nitella tenuissima* (Desv.) Kütz., both highly endangered species, were discovered during field campaigns by the canton Zurich in Summer 2022–24. *Chara filiformis* is currently found in only five lakes in Switzerland. In Lake Zurich they were rediscovered at a site where the species was previously recorded approximately 100 years ago, but since then it has never been found again. Due to the re-oligotrophication in Lake Zurich, the species was able to re-establish itself in less competitive localities within the littoral zone. *Nitella tenuissima* is very rare in Switzerland and is currently known only from two sites. The species was recorded in small waterbodies within the wet meadows of the Husemersee and in the floodplain of the river Thur in the canton of Zurich. Cantonal action plans for resettlement of both Characeae have been developed.

Keywords
Charophytes, Distribution, Rediscovery

Adresse des Autors
Arno Schwarzer
Fröschern 175
4574 Lüsslingen / Schweiz

Kontakt
arno.schwarzer@aschwarzer.net

Angenommen
17. März 2025

DOI
https://doi.org/10.12685/bauhinia.2105

Die Armleuchteralgen (*Characeae*) sind submers lebende, makrophytische Grünalgen, die sich im Bau und in der Fortpflanzungsweise von allen anderen Algen unterscheiden, aber in ihrem Erscheinungsbild den Blütenpflanzen sehr ähnlich sehen. Ihr Vegetationskörper besteht aus einer mit Rhizoiden verankerten Achse, die sich in Seitensprosse verästelt. Die Achse ist in strengem Wechsel in kurze Knoten und lange Stängelglieder unterteilt. Die Fortpflanzungsorgane (Gametangien) sind kompliziert gebaut und hoch entwickelt, das männliche Organ (Antheridium) erreicht die höchste Organisationsstufe männlicher Gametangien im Pflanzenreich (Krause 1997).

Armleuchteralgen können sehr gross werden (von wenigen Zentimetern Länge bis weit über zwei Meter bei Tiefwasserformen) und sind daher im Gewässer oftmals leicht zu erkennen.

Der Name Armleuchteralgen leitet sich aus den quirlförmig gestellten Ästen ab, deren Anordnung an einen Kronleuchter erinnert. Bauhin (1623) erwähnt erstmals eine Characee im Pinax theatri botanici, dort noch als *Equisetum foetidum sub aqua repens*.

Weltweit rechnet man – je nach Artabgrenzung – mit deutlich über 400 Arten, wobei sich diese auf lediglich sechs Gattungen innerhalb einer Familie, den Characeae, verteilen:

Ordnung: Charales Dumortier 1829
Familie: Characeae S. F. Gray 1821
Gattungen: *Chara* Linné 1753; *Lamprothamnium* J. Groves 1916; *Lychnothamnus* Leonhardi em. A. Braun 1882; *Nitella* Agardh 1824; *Nitellopsis* Hy 1889; *Tolypella* A. Braun 1850

Copyright der Autor, 2026. Open Acess gemäss Creative Commons Atttribution 4.0 International (CC BY 4.0).

Characeen sind ausgesprochene Pionierpflanzen und somit in der Lage, neu entstandene Gewässer rasch zu besiedeln. Je nach Konkurrenzverhältnissen und gewässerchemischem Zustand in diesen Lebensräumen können die Pflanzen dort innerhalb weniger Jahre wieder verschwinden (z. B. in kleinen Teichen), sich aber auch über viele Jahre oder sogar Jahrzehnte sehr stabil verhalten (z. B. in grossen und tiefen, klaren Seen). Einige Arten wie *Chara tomentosa* oder *Nitellopsis obtusa* können sehr grosse Ein-Art-Bestände ausbilden und sich trotz starker Konkurrenz durch höhere Wasserpflanzen auch im Flachwasser behaupten (Schubert et al. 2018).

Armleuchteralgen besiedeln die unterschiedlichsten Gewässerlebensräume. Sie kommen in grossen Seen, Weihern, Mooren, ephemeren Kleingewässern, Auengewässern und sogar langsam fliessenden Gewässern vor. Als Hauptursachen für den Rückgang der Characeen in der Schweiz sind nach Auderset Joye & Schwarzer (2012) die Gewässereutrophierung, der Verlust an Lebensraum und der Verlust der Gewässerdynamik zu nennen.

In den Jahren 2006–2009 wurden über 1400 Gewässerstandorte schweizweit auf mögliche Characeenvorkommen untersucht und ausgewertet. Im Ergebnis ist die erste Rote Liste Armleuchteralgen für die gesamte Schweiz entstanden, die auf den IUCN-Auswertungskriterien beruht. Von den gegenwärtig 25 nachgewiesenen Arten in der Schweiz stehen 21 in unterschiedlichen Gefährdungskategorien auf der Roten Liste.

Chara filiformis H. Hertzsch 1885 und *Nitella tenuissima* (Desv.) Kütz. 1843 gelten auch als National Prioritäre Arten und kommen in gefährdeten Lebensraumtypen vor (BAFU 2011). Beide Arten sind sehr selten, und über ihre Lebensraumansprüche in der Schweiz ist wenig bekannt.

Vertiefte Kenntnisse zur aktuellen Verbreitung dieser beiden Arten, zu deren Populationsgrössen und Vergesellschaftung mit anderen Wasserpflanzen sind Voraussetzung, um artspezifische Schutzkonzepte umzusetzen. Die Kantone Zürich und St. Gallen haben entweder bereits Aktionspläne für diese Arten vorgelegt oder erfassen derzeit flächendeckend die Verbreitung der Characeen als Grundlage für kantonale Rote Listen im Rahmen von Biodiversitätsmassnahmen. Im Zuge dieser Tätigkeiten kam es zu den Wieder- bzw. Neufunden der beiden Arten (Schwarzer 2020, 2021, 2022).

Material und Methoden

Untersuchung potenzieller Fundstellen

Für die Untersuchung flacher Kleingewässer genügt eine Begutachtung vom Ufer aus; je nach Gewässergrösse kommt dabei entweder ein Teleskop-Rechen oder ein Wurfanker zu Einsatz. Bei der Untersuchung grösserer Gewässer wie ehemalige Kiesgruben oder Seen ist dagegen der Einsatz eines Bootes und/oder ein Taucheinsatz nötig, um die Besiedlung des Gewässergrundes möglichst vollständig zu erfassen. In Abb. 1 sind die verschiedenen Geräte und Untersuchungsmaterialien dargestellt.

Neben der Erfassung der einzelnen Arten war vor allem die Protokollierung der Pflanzenmenge pro Gewässer erforderlich. Hierfür wurde die Pflanzenmenge aller vorkommenden Arten gemäss der nachstehenden fünfstufigen Skala geschätzt (vgl. Tüxen & Preising 1942, Kohler 1978):

1 sehr selten (nur Einzelpflanzen, bis zu 5 Einzelexemplare)
2 selten (ca. 6–10 Einzelpflanzen, locker verteilt im Gewässer)
3 verbreitet (nicht zu übersehen, aber nicht häufig)
4 häufig (häufig, aber nicht in Massen; unvollständige Deckung mit grossen Lücken)
5 massenhaft (dominant, mehr oder weniger überall; deutlich mehr als 50 % Deckung)

Die semi-quantitative Mengenschätzung kombiniert Abundanz und Deckung der einzelnen Arten und bietet unabhängig vom Bearbeiter eine gute Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, ohne eine zu grosse Genauigkeit vorzuspiegeln (Stelzer 2003).

Von systematisch kritischen Sippen wurden im Gelände Proben genommen und nachbestimmt. Als Referenzliteratur für die Bestimmungen dienten Krause (1997) und Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands (2016).

Abb. 1a

Abb. 1b

Abb. 1c

Abb. 1d

Abb. 1 a–d: Erfassung der submersen Vegetation mittels Tauchkartierung (a) sowie Material und Zubehör bei der Bootserfassung (b). Bei der Entnahme von Pflanzenmaterial in Kleingewässern wurden entweder ein Teleskop-Rechen (c) oder ein Wurfanker (d) verwendet.

Chara filiformis – Taxonomie, Verbreitung und Ökologie

Die Faden-Armleuchteralge weist eine wechselvolle taxonomische Geschichte auf. Dies hat auch damit zu tun, dass viele Sippen der Characeae aufgrund ihrer morphologischen Variabilität oftmals nicht leicht auseinanderzuhalten sind. Die Artabgrenzung einiger Spezies ist noch immer umstritten und wird auf molekulargenetischer Grundlage weitergeführt (Schneider et al. 2016). Dies triff auch auf *Chara filiformis* zu, die bislang mit Hilfe genetischer Methoden nicht von *Chara contraria* zu unterscheiden ist (vgl. Novak et al. 2016).

Abb. 2: Typischer Habitus von *Chara filiformis*

Chara filiformis ist nahe mit *Chara contraria* verwandt und wurde in der Vergangenheit oftmals auch als deren Unterart geführt, da es fliessende Übergänge bei der Astlänge gibt, einem der Hauptunterscheidungsmerkmale zwischen beiden Arten. Allerdings sind in den allermeisten Fällen die Belege aus schweizerischen Gewässern eindeutig bestimmbar. In Abb. 2 ist ein typisches Exemplar von *Chara filiformis* abgebildet, bei dem die Quirläste – gut sichtbar – stark reduziert sind. In Zweifelsfällen ist die Brakteolenlänge ein praktikables Differentialmerkmal. In Abb. 3 ist gut erkennbar, dass die vordere Brakteole deutlich kürzer als das Oogon ist. Bei *Chara contraria* sind die Brakteolen immer länger als das Oogon.

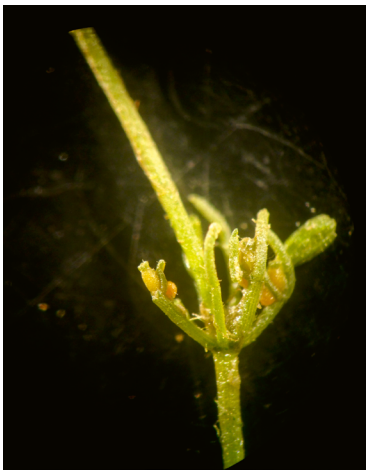

Abb. 3: Die Art ist monözisch und jeder Quirlast führt nur ein Paar Gametangien. Das weibliche Gametangium (Oogonium) wird von Blättchen (Brakteolen) umschlossen, die kürzer als dieses sind

Chara filiformis ist nur aus Europa bekannt. Die derzeitig bekannten Vorkommen (Fundpunkte) sind in Abb. 4 dargestellt. Die Art weist einen Schwerpunkt in der Jungmoränenlandschaft Nordostdeutschlands auf, und in den grossen oligo-mesotrophen Seen, z. B. dem Stechlinsee, sind seit vielen Jahrzehnten kontinuierlich Vorkommen bekannt (vgl. Krausch 1964, Kabus & Mauersberger 2011). Auch aus Nordost-Polen wird sie beschrieben und besiedelt dort ausschliesslich oligo-mesotrophe Seen glazialen Ursprungs (Urbaniak & Gabka 2014). Sie lebt ausschliesslich im Süsswasser, in Brack- oder Salzwasser wurde sie noch nie beobachtet.

Auch aus den baltischen Staaten wird die Art vereinzelt gemeldet (vgl. Suško 2010, Zviedre 2007). In Schweden ist die Faden-Armleuchteralge ebenfalls selten und steht dort auf der Roten Liste als vom Aussterben bedrohte Art (vgl. Blindow 2008).

Das Vorkommen von *Chara filiformis* in der Schweiz ist arealgeografisch sehr bemerkenswert. Die Faden-Armleuchteralge wurde nämlich lange Zeit als eine Art mit nordosteuropäischer Verbreitung angesehen (Migula 1897, Wood 1962). Sie ist aber mittlerweile auch im nördlichen Oberrhein, in Österreich (Langangen 2015) und ebenso in der Schweiz nachgewiesen, wo sie wohl die Westgrenze ihrer Verbreitung erreicht (Schwarzer 2018).

In der Schweiz wurde die Faden-Armleuchteralge selten gesammelt und herbarisiert. In Abb. 5 ist ein Exemplar dargestellt, welches vor 180 Jahren im Neuenburgersee von Alexander Braun gesammelt wurde, der die Art seinerzeit noch als Subspezies von *Chara aspera* einstufte. Es existieren Belege im holländischen Nationalherbarium (Leiden), aus dem Lac des Taillères (Schwarzer 2010) und aus dem Genfersee (Müller 1881).

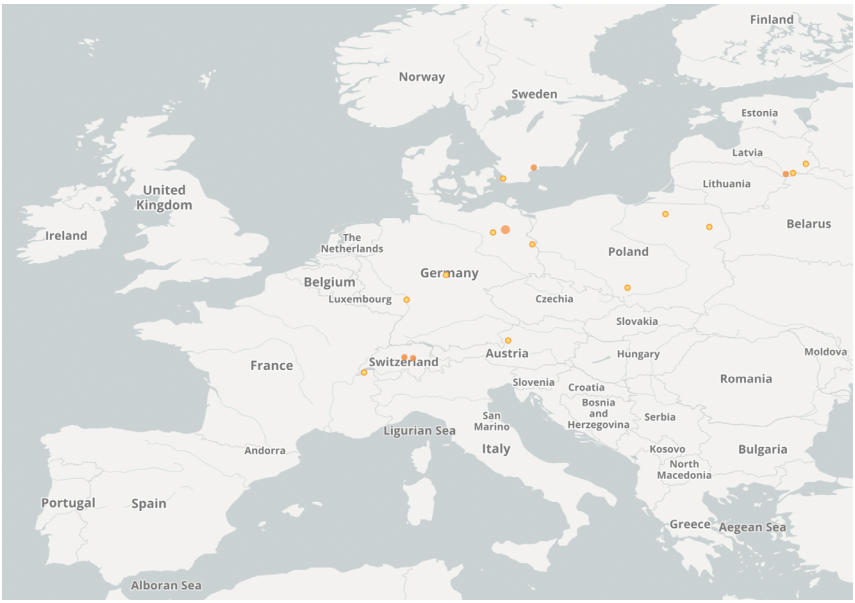

Abb. 4: Weltweite Verbreitung von *Chara filiformis* (gelbe Punkte)
Karte: GBIF (https://www.gbif.org/species/7636818)

Herbarbelege von *Chara filiformis* aus dem Zürichsee sind nicht bekannt. Eine gezielte Nachsuche in den Vereinigten Herbarien der Universität Zürich und der ETH Zürich blieb erfolglos. Es gibt jedoch schriftliche Angaben zu Vorkommen der Art im Zürichsee, insbesondere im Obersee, zwischen Hurden und Bollingen (Schröter 1932). Ausdrücklich das Litoral beim Kloster Wurmsbach findet Erwähnung. Die Art blieb jedoch bislang verschollen.

Die Faden-Armleuchteralge kommt in heimischen Seen nur im flachen Litoral vor, wie in Tab. 1 dargestellt wird. In tieferen Seeuferbereichen könnte sie zwar auch existieren, ist dort aber konkurrenzbedingt in ihrer vegetativen Vermehrung benachteiligt und wird durch wuchskräftige Arten wie *Chara globularis* oder *Elodea nuttallii* verdrängt. Im flachen Litoral ist sie nur unter nährstoffarmen Bedingungen, die einen lückenhaften Pflanzenbewuchs zur Folge haben, konkurrenzfähig. Einen Vorteil hat die Art, wenn durch Störungen vegetationsfreie Flächen entstehen. Hier kann sich die Faden-Armleuchteralge schnell einstellen und die offenen Flächen vom Rand her besiedeln.

Die Faden-Armleuchteralge kommt meist zusammen mit anderen Characeen vor. *Chara filiformis* ist die Charakterart des Charetum filiformis (Jeschke 1959). Krausch (1964). Urbaniak & Gabka (2014) betonen die charakteristische Artenvielfalt in dieser Gesellschaft, Kolada (2021) stuft das Charetum filiformis als typische Gesellschaft oligotropher Seen ein.

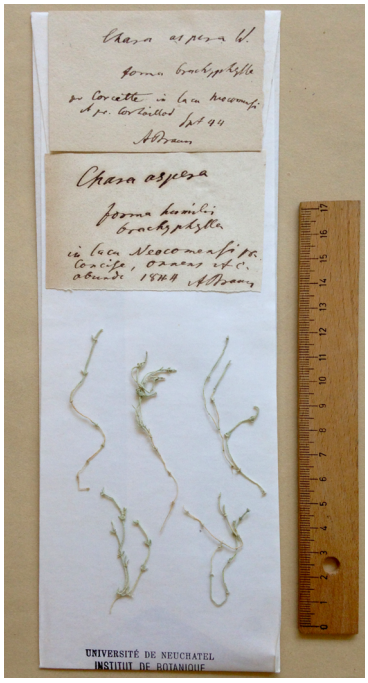

Abb. 5: *Chara filiformis*, gesammelt von A. Braun, im Jahr 1844. Beleg aus dem Herbar der Universität Neuenburg

Tabelle 1: Zusammenstellung der Angaben zur Tiefenverbreitung von *Chara filiformis*.

Region	**Tiefenangaben in** Metern	**Quelle**
Litauen	2–3	Sinkeviciene (2019)
Polen	2–3	Urbaniak & Gabka (2014)
Nordostdeutschland	0.5–7	Oldorff et al. (2015)
Schweiz	0.2–4	Schwarzer (2021)

Die maximale erreichte Tiefe wird mit 10 m angegeben (Teppke 2016).

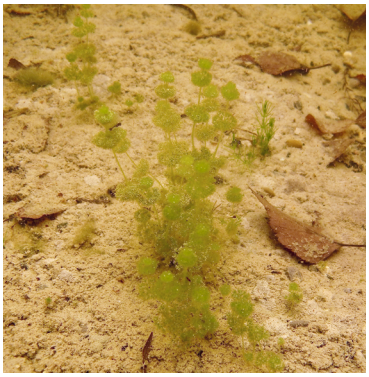

Abb. 6: Habitus einer *Nitella tenuissia*-Pflanze. Typisch sind die kugelförmigen Astquirle, die in weitem Abstand zueinanderstehen. So entsteht der Eindruck einer «perlschurartigen Aufreihung»

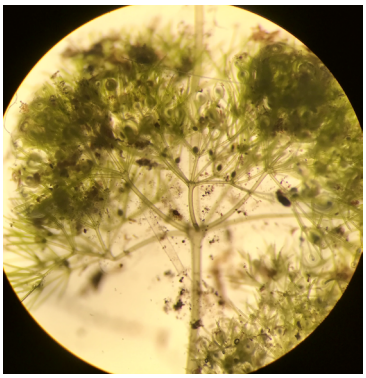

Abb. 7: *Nitella tenuissima*, Astquirle mit Gametangien in der zweiten und dritten Astgabelung

Nitella tenuissima – Taxonomie, Verbreitung und Ökologie

Die Arten der Gattung *Nitella* unterscheiden sich von jenen der Gattung *Chara* deutlich durch ihre dichotom verzweigten Äste sowie durch die fehlende Berindung von Spross und Ästen. Die Schirmförmige Glanzleuchteralge (*Nitella tenuissima)*ist meist klein (zirka 10–15 cm) und wenig verzweigt, die typische Wuchsform einer Einzelpflanze ist in Abb. 6 zu sehen. Am Spross sitzen kugelförmige Astquirle. In jedem Quirl stehen 6 Äste, die alle gleichlang sind. Die Art ist monözisch und bildet keine Bulbillen aus.

Nitella tenuissima kann, insbesondere bei untypischen Wachstumsverhältnissen oder wenn sie steril auftritt, leicht mit *Nitella confervacea*, *Nitella gracilis* oder *Nitella hyalina* verwechselt werden.

Die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale gegenüber *Nitella confervacea* sind die Position der Gametangien sowie die Membranstruktur der Oosporen. In Abb. 7 ist die Anordnung der fast ausgereifen Oogonien gut erkennbar, diese sitzen bei *Nitella tenuissima* in der Regel in der zweiten oder dritten Astgabelung, jene von *Nitella confervacea* hingegen ausschliesslich in der ersten. *Nitella hyalina* besitzt im Gegensatz zu den beiden genannten Arten sowohl lange als auch kurze Äste in den Quirlen (heterocloeme Verzweigung). Bei *Nitella gracilis* können die Gametangien an allen Astverzweigungen vorkommen, jedoch ist die Oosporenwand fein punktiert, bei *Nitella confervacea* ebenso. Bei *Nitella tenuissima* hingegen ist diese netzartig gefeldert. Mitunter wird in der Literatur auch die Wuchsform als charakteristisch angegeben. Diese variiert je nach Umweltbedingungen jedoch stark und ist daher kein sicheres Bestimmungsmerkmal.

Die Schirmförmige Glanzleuchteralge ist überwiegend auf der Nordhemisphäre verbreitet und kommt ausser in Europa und Nordafrika noch in Nordamerika und Asien vor. Vereinzelte Funde werden auch aus Brasilien, Madagaskar und Südaustralien gemeldet (Mouronval et al. 2015; Wood & Imahori 1965).

Nitella tenuissima wird zwar in vielen Ländern Europas gefunden, ist jedoch nirgends häufig (Abb. 8). Eine synoptische Zusammenstellung der Rote-Liste-Einstufung in 14 europäischen Ländern von Becker (2016) zeigt, dass sie in 10 von 14 europäischen Ländern als gefährdet (gefährdet, stark gefährdet oder vom Aussterben bedroht) eingestuft wird.

In der Schweiz ist die Schirmförmige Glanzleuchteralge sehr selten. Sie wird in der Roten Liste der Armleuchteralgen der Schweiz als «Vom Aussterben bedroht» (CR) eingestuft (Auderset Joye &

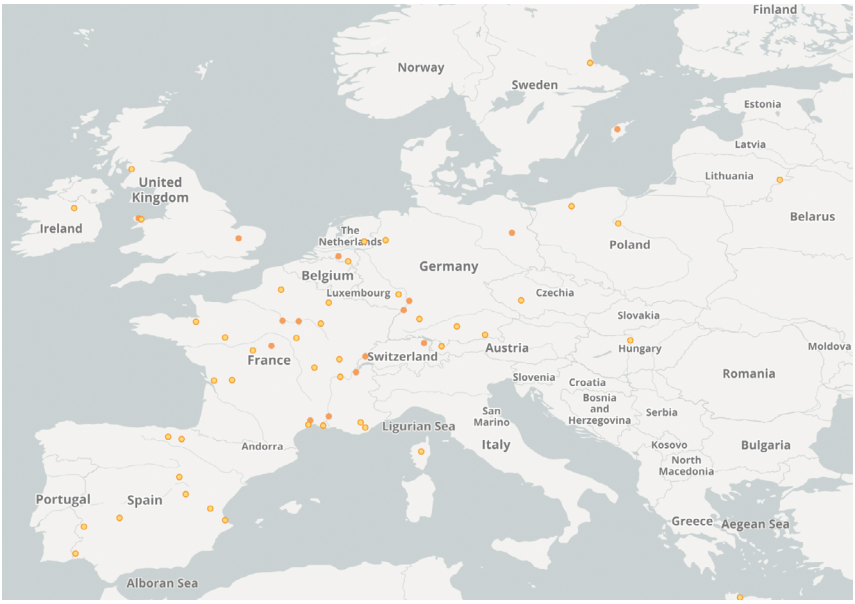

Abb. 8: Verbreitung von *Nitella tenuissima* in Europa (gelbe Punkte). Karte: GBIF (https://www.gbif.org/species/ 2637958)

Schwarzer 2012). Auch in der Liste der National Prioritären Arten wird sie mit «Sehr hoher Priorität (1)» eingestuft und es gibt einen «Klaren Massnahmenbedarf (2)» (BAFU 2011).

Historische Nachweise sind höchst selten. Die wenigen registrierten Funde stammen vom Nussbaumersee (TG), aus Torfgräben des Greifenseeriedes (ZH), der Glatt (ZH) und sind teilweise weit über 100 Jahre alt. Innerhalb der letzten 10 Jahre gab es nur aus drei Gebieten gesicherte Nachweise: In aperiodisch trockenfallenden Flachgewässern der Verlandungszone am Ostufer des Neuenburgersees (FR), in wasserführenden Senken innerhalb der Nasswiesen am Husemersee (ZH) sowie in sommerlich trockenfallenden Kleingewässern der Thurauen (ZH).

Nitella tenuissima ist eine konkurrenzschwache, kleinwüchsige Pionierart, die dynamische Auengewässer, nährstoffarme Teiche, Gräben, Torfstiche, Druckwassertümpel oder das Litoral von Abgrabungsgewässern besiedelt. Sie kommt bevorzugt in kalkreichen Gewässern vor, oft sind die Pflanzen durch Kalkablagerungen inkrustiert. Sie tritt bevorzugt in oligo- bis mesotrophen Gewässern auf, kann aber auch in eutrophen Gewässern vorkommen, sofern die Konkurrenz- und Lichtverhältnisse es zulassen (vgl. Korte et al. 2016; eigene Beobachtungen, 2022). Die Angaben zu pH-Werten und zur Leitfähigkeit schwanken stark, *Nitella tenuissima* wird als salztolerant beschrieben (Becker 2019).

Nach eigenen Beobachtungen tritt *Nitella tenuissima* in der Schweiz nur in Gewässertiefen von 0.05 bis 1.5 m Tiefe auf. Gemäss Krause (1997) wächst sie selten tiefer als fünf Meter. Durch Tauchkartierungen wurde jedoch ersichtlich, dass die Art in klaren Seen auch deutlich tiefer vorkommt, Auderset Joye (1993) fand sie in einem ehemaligen Baggersee in der Rhôneaue in sechs Metern Tiefe, Pätzold (2011) berichtet von Beständen bis in 10 m Tiefe. Als Maximaltiefe werden 12 m angegeben (Korte et al. 2016).

Resultate

Chara filiformis – Wiederfund im Zürichsee und aktuelle Vorkommen in der Schweiz

Im Rahmen von Erhebungen der Characeen für den Kanton St. Gallen wurde der historische Fundort beim Kloster Wurmsbach mit Tauchgängen im Sommer 2022 untersucht (Schwarzer 2022). *Chara filiformis* konnte dabei in einer Tiefe zwischen 0.9 und 2.0 m nachgewiesen werden.

Dieser Seebereich geniesst aufgrund der Besitzverhältnisse einen Schutz. Das Kloster erlaubt seit jeher keine Freizeitnutzung in diesem Bereich, wodurch ein sehr schützenswerter Wasserpflanzen-Hotspot erhalten blieb. Auch ist seit 2010 diese Seeuferzone auf einer Länge von rund 2 km als kantonales Naturschutzgebiet ausgewiesen. Abb. 9 zeigt die nahezu ungestörte, flach auslaufende Uferzone, an die landseitig ein Röhrichtgürtel aus Flechtbinse und Schilf anschliesst.

Abb. 9: Lebensraum von *Chara filiformis* im Obersee beim Kloster Wurmsbach

Im Flachwasser finden sich aussergewöhnlich viele Wasserpflanzen. Bemerkenswert an dieser Fundstelle war neben der hohen Artenzahl an Characeen (6 Arten) auch eine hohe Artenzahl an phanerogamen Makrophyten (10 Arten). *Chara filiformis* konnte dabei in einer Tiefe zwischen 0.9 – 2.0 m nachgewiesen werden. In Abb. 10 ist die Faden-Armleuchteralge am Wuchsort fotografiert, zusammen mit *Chara contraria* und *Chara globularis*.

Abb.10: *Chara filiformis* am Wuchsort in 1.2 m Wassertiefe

Die Makrophytenbesiedlung endet erst in einer Tiefe von 10.5 m, die Vegetationsgrenze wird dabei von den beiden Characeeen *Nitellopsis obtusa* und *Chara globularis* gebildet. Bis in eine Tiefe von 6.5 m sind diese beiden Arten dominant, vereinzelt tritt bereits *Ceratophyllum demersum* hinzu. Eine starke Zunahme der Artenzahl ist dann oberhalb einer Tiefe von 3 m zu verzeichnen. Der Bewuchs der Faden-Armleuchteralge setzt erst ab einer Tiefe von 2.0 m ein, und endet bei 0.9 m. Oberhalb davon ändert sich die Artenzusammensetzung markant und wird durch wellenschlagtolerantere Arten wie *Zannichellia palustris* oder *Chara contraria* dominiert. Der Deckungsgrad der Wasserpflanzen im Bereich des Wuchsortes lag durchschnittlich bei 50 %.

Nitella tenuissima – Neufund in den Thurauen und aktuelle Vorkommen in der Schweiz

Erste Hinweise auf die Schirmförmige Glanzleuchteralge gab es bereits 2020 und 2022 in zwei Kleingewässern innerhalb des Auenschutzgebietes (entdeckt von M. Sturzenegger). Allerdings waren die Belege nur sehr spärlich und taxonomisch nicht eindeutig, sodass lediglich *Nitella confervacea* sicher bestimmt werden konnte. Im August 2024 wurden die Fundstellen erneut abgesucht, dieses Mal war *Nitella tenuissima* in einer grossen Population (geschätzte Populationsgrösse: 2500–5000 Individuen) in einem der beiden Gewässer vorhanden (Abb. 11). Der Fundort ist in Abb. 12 dargestellt.

Abb. 11: Ausgewachsene *Nitella tenuissima*. Die Pflanze erreichte in dem Untersuchungsgewässer Wuchshöhen zwischen 8 und 20 cm. Reife Oosporen waren bereits Anfang August zu beobachten.

Verschiedene Kleingewässer wurden im Rahmen der Revitalisierung der Thur und ihrer Auen angelegt. Innerhalb der zweiten Projektphase (2012–2017) entstand auch der von *Nitella*

tenuissima besiedelte Wuchsort. Die Flutmulde liegt innerhalb einer Feuchtwiese und wies 2024 starke sommerliche Wasserstandschwankungen auf (1.5 m).

Die Messwerte weisen auf eine starke Mineralisierung und kalthaltiges Wasser hin. Die pH-Werte liegen im neutralen Bereich.

Tatsächlich kamen *Nitella confervacea* und *Nitella tenuissima* im selben Gewässer vor, allerdings in unterschiedlichen Bereichen. Während *Nitella tenuissima* ausschliesslich in Gewässermitte zu finden war, wuchs *Nitella confervacea* nur am Gewässerrand, wodurch deren Bestand bereits Anfang August grösstenteils trockenfiel. Bis Ende August war dann das gesamte Gewässer ausgetrocknet und auch die *Nitella tenuissima*-Pflanzen waren vertrocknet.

Abb. 12: Wuchsort von *Nitella tenuissima* und *Nitella confervacea* in den Thurauen, August 2024.

Diskussion

Chara filiformis

Die stark gefährdete Faden-Armleuchteralge war aktuell bislang nur aus 4 Seen bekannt: Aus dem Sarnersee (2007 entdeckt von D. Auderset Joye), dem Thunersee (2020 entdeckt von A. Schwarzer), dem Vierwaldstättersee (2008 entdeckt von A. Schwarzer) und dem Walensee (2015 entdeckt von M. Sturzenegger). Im Ägerisee (2016 entdeckt von A. Schwarzer) blieb eine gezielte Nachsuche 2022 jedoch erfolglos.

Nach den bisherigen Kenntnissen gibt es die grössten Bestände im Vierwaldstättersee. Dort wurden zwischen 2007 und 2011 insgesamt 119 Tauchtransekte, verteilt über den ganzen See, durchgeführt. *Chara filiformis* ist dort in sechs Seebecken in unterschiedlicher Häufigkeit zu finden (Aquaplus 2012). Sowohl im Vierwaldstättersee als auch im Walensee bildet die Art grosse, zusammenhängende Rasen und ist die dominante oder kodominante Art. Derartige Bestände können als Charetum filiformis Krausch 1964 angesprochen werden. Diese Gesellschaft ist jedoch noch nicht in der Liste der heimischen Pflanzengesellschaften bei Prunier et al. (2014) aufgeführt.

Tabelle 2: Zusammenstellung der chemisch-physikalischen Messungen des Wuchsgewässers von *Nitella tenuissima* in den Thurauen. (Messungen am 5. 8., 8. 8. und 21. 8. 2024 jeweils zwischen 12.00 und 13.00 Uhr)

	5. 8. 2024	8. 8. 2024	21. 8. 2024
Wassertemperatur (°C)	23.4	21.5	21.7
Leitfähigkeit (µS/25 °C)	472	454	491
pH-Wert	7.4	7.4	7.2
Gesamthärte (°dH)	12	12	12

Die maximale erreichte Tiefe wird mit 10 m angegeben (Teppke 2016).

Im Zürichsee ist die Gesamtartenzahl in der untersuchten Fläche mit Abstand am höchsten. Der See ist im Gegensatz zu den anderen vier aufgeführten Gewässern in Tab. 3 noch kein «Chara-See» im Sinne von Melzer et al. (1977), sondern aufgrund der Reoligotrophierungsprozesse ein Gewässer in der Übergangsphase zu einem oligo- bis mesotrophen See. Dies lässt sich anhand der Begleitflora gut dokumentieren.

Typische Begleitarten sind die drei Characeen *Chara contraria*, *Chara globularis* und *Chara tomentosa*. Eine derartige Characeenwiese ist in Abb. 13 zu sehen. Während die ersten beiden Arten auch in nährstoffreicheren Gewässern vorkommen und schon seit Jahrzehnten aus dem Zürichsee bekannt sind, ist *C. tomentosa* erst seit kurzem wieder Bestandteil der Flora des Zürichsees. Diese sehr anspruchsvolle, oligo- bis mesotraphente Art kam früher sehr häufig im Zürichsee vor (Krause 1997), verschwand aufgrund der starken Eutrophierungsphase in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts und wurde erst 2018 im Bereich Wollishofen wiederentdeckt und in den Folgenjahren bestätigt.

Tabelle 3: Vorhandene Arten in fünf Untersuchungsflächen, mit Abschätzung der Häufigkeit nach Kohler (1978). Untersuchte Flächengrössen: jeweils 100 m². Eigene Tauchuntersuchungen in den Jahren 2015–2022. VWSsee = Vierwaldstättersee

Art	Zürichsee/ Wurmsbach (2022)	Thunersee/ Hilterfingen (2021)	VWSsee/ Tribschen (2022)	Walensee/ Unterterzen (2022)	Sarnersee/ Sachseln (2015)
Ceratophyllum demersum	1	–	–	–	–
Chara aspera	–	3	–	2	–
Chara filiformis	2	2	3	3	2
Chara contraria	4	4	3	3	2
Chara globularis	3	3	3	3	1
Chara hispida	–	3	–	–	–
Chara tomentosa	–	3	3	3	3
Chara virgata	2	–	–	–	–
Elodea canadensis	2	2	1	1	–
Elodea nuttallii	2	–	–	–	–
Groenlandia densa	2	–	–	–	–
Myriophyllum spicatum	3	–	1	–	2
Nitella syncarpa	2	–	–	–	–
Nitellopsis obtusa	3	–	1	–	–
Potamogeton berchtoldii	1	–	–	–	–
Potamogeton filiformis	–	2	–	–	–
Potamogeton friesii	1	–	–	–	–
Potamogeton pectinatus	3	–	–	–	–
Potamogeton perfoliatus	2	–	2	2	3
Zannichellia palustris	3	–	–	–	–
Artenzahl	15	8	8	8	6

Obwohl von eher zarter Erscheinung, dürfte *Chara filiformis* aufgrund ihres charakteristischen Habitus' im Zürichsee sicherlich nicht übersehen worden sein. Es gab in der jüngeren Vergangenheit einige Seeuntersuchungen, bei denen sie entdeckt worden wäre, z. B. von Lachavanne & Perfetta (1985) oder Auderset Joye et al. (1995), wobei auch die historischen Fundstellen mit Transektangaben bei Schröter (1932) aufgesucht und auch in der Region um das Kloster Wurmsbach Untersuchungen durchgeführt wurden.

Möglicherweise führten veränderte Konkurrenzverhältnisse, hervorgerufen durch die Nährstoffreduktion im See, zur Ausbildung lückiger Wasserpflanzenbestände, in denen sich konkurrenzschwache Arten wie *Chara filiformis* wieder ansiedeln konnten. Eine höhere Lichteindringtiefe aufgrund geringerer Phytoplanktondichten führte dazu, dass sich auch die besiedelbare Litoralfläche erheblich vergrösserte. Dies lässt sich an der Untergrenze der Pflanzenvorkommen ablesen. 1989 lag diese im Obersee noch bei sechs Metern, die Artenzahl Characeen bei vier Arten (Auderset Joye et al. 1995). 2006 lag die Verbreitungsgrenze der Makrophyten im Obersee ebenfalls noch bei sechs Metern, bei drei Characeenarten (Aquaplus 2007). Erst nach 2012 hat sich die Besiedlungsgrenze deutlich nach unten verschoben. Aktuell liegt sie im Obersee bei 10.5 m, die Artenzahl der Characeen bei 10.

Die Möglichkeit, dass *Chara filiformis* lediglich eine morphologisch extreme Ausprägung von *Chara contraria* ist, sollte weiter untersucht werden. Neue Methoden der genetischen Untersuchung stehen dafür mittlerweile zur Verfügung (vgl. Chara-Gen 2023). Die Diskussion um den Artstatus entstand nicht erst aufgrund der neueren genetischen Befunde, sie wird seit über 100 Jahren kontrovers geführt. Auch die häufig geäusserte Feststellung, dass beide Arten bislang immer gemeinsam gefunden wurden, bedarf der Korrektur (vgl. Teppke 2016). Im Grosşen Stechlinsee, einem «klassischen» Fundort der Art, wurde *Chara filiformis* bereits 1957 beschrieben. Das Charetum filiformis in diesem See reicht bis in eine Tiefe von 5 m, ohne dass *Chara contraria* dort auftritt (Krausch 1964, 1969). Für den Artstatus spricht auch, dass sich *Chara filiformis* leicht aus Oosporen heranziehen lässt und dabei ihre Form nicht verändert (Krause 1997).

Abb. 13: Struktur des *Charetum filiformis* Krausch 1964, Ausbildung mit *Chara tomentosa* im Vordergrund (Vierwaldstättersee, Gersauer Becken)

Nitella tenuissima

Im Kanton Zürich wurde die Schirmförmige Glanzleuchteralge bisher höchst selten nachgewiesen. Es gibt nur zwei Fundstellen, wo die Art aktuell vorkommt, nämlich in den feuchten Senken am Husemersee und in den Thurauen.

In Tab. 4 sind zwei gänzlich verschiedene Lebensraumtypen, die von *Nitella tenuissima* besiedelt werden, dargestellt.

Die flache Senke in den Thurauen und die Feuchtmulde am Husemersee sind periodisch austrocknende Flachgewässer. Während das ephemere Gewässer in den Thurauen im Sommer 2024 viel Wasser führte und erst gegen Ende August 2024 austrocknete, waren die Wuchsorte am Husemersee 2021 permanent vernässt,

jedoch in den Folgejahren 2022–2024 sommerlich trockengefallen, die Schirmförmige Glanzleuchteralge konnte dort nicht nachgewiesen werden. Die Pflanzenbestände dieser beiden Wuchsorte können dem Charetum vulgaris zugeordnet werden.

Die Seen in Baden-Württemberg (BW) sind oligo- bis mesotrophe, kalkreiche Abgrabungsgewässer mit Grundwasseranschluss (Baggerseen, zwischen 11 und 33 m tief) in der Oberrheinebene. Die von Krause (1969) beschriebene Assoziation des Nitelletum syncarpae-tenuissimae stammt aus jungen Kiesseen dieser Region. Die drei Bestände in Tab. 4 können dieser Dominanzgesellschaft zugeordnet werden.

Hier kommt *Nitella tenuissima* in allen Tiefenstufen vor, vom Flachwasserbereich (1–2 m) bis in Tiefen von 6.5 m. Im Hardtsee bildet sie, zusammen mit *Nitella syncarpa*, zwischen 4 und 5 m sogar die Vegetationsgrenze. Diese Wuchsorte fallen nie trocken. Insgesamt ist die Art in 12 von 90 untersuchten Baggerseen in der badischen Oberrheinebene vorhanden (LUBW 2006).

In den austrocknungsgefährdeten Wuchsorten in der Schweiz kann sie sich als annuelle Pionierart behaupten. Sommerliches Trockenfallen erträgt *Nitella tenuissima* gut, sofern genug Zeit bleibt, damit sich reife Oosporen entwickeln können. Nach Auderset Joye et al. (2014) sind die Oosporen noch nach mehreren Jahrzehnten keimfähig.

In den tiefen Baggerseen der badischen Oberrheinebene wirken andere Faktoren. Die Konkurrenzminderung, die durch die Austrocknung der Flachgewässer entsteht, wird an den Wuchsorten in den Baggerseen durch nährstoffarmes Sediment (Kiesrohböden) und nährstoffarmes Wasser (Grundwasseraustritte) bewirkt, sodass sie sich als perennierende Art dort jahrelang halten kann («permanent pioneer» im Sinne von Schubert et al. (2018).

Schnelle Keimfähigkeit, rasches Sprosswachstum, eine zeitlich angepasste Oosporenbildung sowie die Fähigkeit, als ausgewachsene Pflanze zu überwintern sind Eigenschaften, die für die ex-situ-Erhaltung (vgl. IUCN/SSC 2013) bedeutsam sind. Im Vermehrungsgarten für gefährdete Pflanzen des Kantons ZH in Wangen konnte sich *Nitella tenuissima* aus Oosporen, die Ende August 2022 in einem Freilandaquarium auf einer dünnen Schicht aus Feinkies ausgebracht wurden innerhalb von 3 Wochen zur erwachsenen Pflanze entwickeln (Schwarzer 2022). Dabei wurden auch Gametangien gebildet. Die Pflanzen überdauerten den Winter unter einer 5 cm dicken Eisschicht, ohne an Grösse oder Vitalität zu verlieren.

Tabelle 4: Vorhandene Arten in den Untersuchungsflächen, mit Abschätzung der Häufigkeit nach Kohler (1978). Untersuchte Flächengrössen: für Thuraue und Husemersee jeweils 25 m². ZH (Kanton Zürich), BW (Baden-Württemberg/Deutschland, mit Daten aus LUBW 2006)

Art	Thuraue ZH 2024	Husemersee ZH 2021	Büntwört BW 2006	Hardtsee BW 2026	Balkertsee BW 2006
Chara aspera	–	–	2	–	–
Chara globularis	3	3	1	–	4
Chara hispida	–	–	2	–	–
Chara intermedia	–	3	–	–	–
Chara polyacantha	–	–	–	5	–
Chara vulgaris	4	3	–	–	–
Elodea nuttallii	–	–	–	–	5
Iris pseudacorus	–	1	–	–	–
Juncus tenuis	3	–	–	–	–
Myriophyllum spicatum	–	–	1	1	3
Myriophyllum verticillatum	–	–	–	1	–
Nitella confervacea	–	–	–	1	–
Nitella syncarpa	–	–	2	2	3
Nitella tenuissima	3	2	3	3	4
Nitellopsis obtusa	–	–	–	–	3
Phragmites australis	1	2	–	–	–
Potamogeton berchtoldii	–	–	–	–	–
Potamogeton pectinatus	–	–	2	–	–
Schoenoplectus lacustris	2	–	–	–	–
Potentilla reptans	2	–	–	–	–
Solanum dulcamara	–	–	–	–	–
Utricularia australis	–	–	–	3	–
Utricularia spec.	–	1	–	–	–
Artenzahl	7	7	9	6	6

Schlussfolgerungen

Die Aufklärung der Lebensstrategie einer Art ist unerlässlich, um Artenschutzmassnahmen erfolgreich zu initiieren. Für beide Characeen-Arten wurden mittlerweile im Kanton Zürich Aktionspläne vorgelegt (Schwarzer 2021, 2022). Darin wird der gegenwärtige Stand des Wissens zusammengetragen und die Grundlagen für Wiederansiedlungen gelegt. Defizite bestehen nach wie vor bei der pflanzensoziologischen Einordnung dieser Arten. Es existiert kaum aktuelle Literatur über diese Thematik in der Schweiz.

Generell wird den Characeen noch zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt, obwohl die meisten Arten dieser überschaubaren Artengruppe auch für die angewandte Ökologie und den Naturschutz wichtige Indikatoren darstellen können. Die mitunter

aufwändige Untersuchungsmethodik und die Schwierigkeiten bei der Artbestimmung sind sicherlich Gründe dafür, dass es zu wenige Spezialisten gibt, die sich mit der Taxonomie und Ökologie dieser faszinierenden Pflanzengruppe beschäftigen. Weitere Freilanduntersuchungen und Veröffentlichungen über ihre Verbreitung und Biologie, Fachvorträge und Weiterbildungen insbesondere mit Bestimmungsworkshops könnten dem abhelfen.

Dank

Ich danke dem Amt für Natur, Jagd und Fischerei Kanton St. Gallen und der Fachstelle für Naturschutz Kanton Zürich für die Beauftragung der Feldstudien in deren Rahmen der Nachweise für *Chara filiformis* und *Nitella tenuissima* ermöglicht wurden.

Literatur

Aquaplus (2007) Park am See. Seeufergestaltung – Vorprojekt. Gemeinde Altendorf 20 pp

Aquaplus (2012) Wasserpflanzen Vierwaldstättersee. Untersuchungen 2007–2011. Im Auftrag der Aufsichtskommission Vierwaldstättersee (AKV), Kantone UR, SZ, NW, OW, LU 95 pp. Auswertungsdossier, Plandarstellungen und Anhang

Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands (2016) Armleuchteralgen. Die Characeen Deutschlands. Springer, Berlin 618 pp

Auderset Joye D (1993) Contribution a l'écologie des Characées de Suisse. Dissertation Faculté de Sciences, Thèse No 2580, Genève 273 pp

Auderset Joye D, Demierre A, Juge R, Perfetta J & Lachavanne J B (1995) Untersuchung der Makrophyten des Zürichsees. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Kantone Schwyz, St. Gallen und Zürich. Universität Genf, Genf 140 pp

Auderset Joye D, Boissezon A & Université de Genève (2014) Les Characées de Genève et environs: distribution et écologie. Université de Genève, Genève 92 pp

Auderset Joye D. & Schwarzer A (2012) Rote Liste Armleuchteralgen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Umwelt-Vollzug Nr. 1213, 72 pp

BAFU, Bundesamt für Umwelt (2011) Liste der National Prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. Umwelt-Vollzug Nr. 1103., 132 pp

Bauhin C (1623) Pinax theatri botanici. Johann König, Basel 624 pp

Becker R (2016) Gefährdung und Schutz von Characeen. In: Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands (Hrsg) Armleuchteralgen. Die Characeen Deutschlands. Springer, Berlin pp 149–192

Becker R (2019) The Characeae (Charales, Charophyceae) of Sardinia (Italy): habitats, distribution and conservation. Webbia 74(4): 1–19

Blindow I (2008) Schwedische Artenschutzprogramme für bedrohte Characeen. RMB 19: 23–28

Chara-Gen (2023) Conservation genetics of *Chara strigosa* A. Braun and its ecologically and morphologically related species in Switzerland (Project leader–team Aurélie Boissezon (HEPIA), Patrice Prunier (HEPIA)) https://www.hesge.ch/hepia/en/recherche-developpement/projets-recherche/chara-gen (abgerufen: 17.3.2025)

IUCN/SSC, International Union for Conservation of nature / Species Survival Commission (2013) Guidelines for Reintroductions and other Conservation Translocations. Version 1.0. IUCN Species Survival Commission, Gland 57 pp

Kabus T & Mauersberger R (2011) Liste und Rote Liste der Armleuchteralgen (Characeae) des Landes Brandenburg 2011. Nat schutz Landsch pfl Brandenburg 20 (4)

Kohler A (1978) Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süşswasserbiotopen. Landsch + Stadt 10(2): 73–85

Kolada A K (2021) Charophyte variation in sensitivity to eutrophication affects their potential for the trophic and ecological status indication. Knowl Manag Aquat Ecosyst 422 (30): 1–12

Korte E, Pätzold F & H Schubert H (2016) *Nitella tenuissima*. In: Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands (Hrsg) Armleuchteralgen. Die Characeen Deutschlands. Springer, Berlin pp 485–493

Krausch H D (1964) Die Pflanzengesellschaften des Stechlinseegebietes I: Die Gesellschaften des offenen Wassers. Limnologica 2: 145–203

Krausch H.D. (1969) Geobotanische Exkursionen in die Niederlausitz, das Odertal, zum Plagefenn bei Chorin und in andere brandenburgische Landschaften. Lehrbriefe für das Fernstudium der Lehrer. Pädagogische Hochschule Potsdam 142 pp

Krause W (1969) Zur Characeenvegetation der Oberrheinebene. Arch Hydrobiol Suppl 35(2): 202–253

Krause W (1997) Charales (Charophyceae). In: Ettl H, Gärtner G, Heynig H & Mollenhauer D (Hrsg) Süsswasserflora von Mitteleuropa. Band 18. Springer, Jena 202 pp

Lachavanne J B & Perfetta J (1985) Les macrophytes du lac de Zürich. Geobot Kom der Schweiz Naturf Gesell 61: 1–79

Langangen A (2015) Calcareous lakes and charophytes collected in Salzkammergut, Austria in 2015. Stapfia 107: 119–125

LUBW, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2006) Der Makrophytenbestand in ausgewählten Baggerseen der Oberhreinebene. Oberird Gew Gew ökologie Bd 102. Greiserdruck, Rastatt 348 pp

Melzer A, Haber W & Kohler A (1977) Floristisch-ökologische Charakterisierung und Gliederung der Osterseen (Oberbayern) mit Hilfe von submersen Makrophyten. Mitt Florist-Soziol Arbeitsgem N F 19/20: 139–151

Migula W (1897) Die Characeen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. In: Rabenhorsts Kryptogamenflora Band V. Kummer, Leipzig 688 pp

Mouronval J B, Baudouin S, Borel N, Soulie-Märsche I, Klesczewski M & Grillas P (2015) Guide des Characées de France mediterranéenne. Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Paris 211 pp

Müller J (1881) Les characées genevoises. Bull trav Soc Bot Genève 1879–1880: 42–93

Nowak P, Hendrik Schubert H & Ralf Schaible R (2016) Molecular evaluation of the validity of the morphological characters of three Swedish *Chara* sections: Chara, Grovesia, and Desvauxia (Charales, Charophyceae). Aq Bot 134: 113–119

Oldorff S, Spieş H-J, Waterstraat A & Kirschey T (2015) Die Makrophytenvegetation des Groşen Fürstenseer Sees und des Hinnensees. In: Kaiser K, Kobel J, Küster M & Schwabe M (Hrsg.) Neue Beiträge zum Naturraum und zur Landschaftsgeschichte im Teilgebiet Serrahn des Müritz-Nationalparks. Geozon Science Media, Berlin pp 149–178

Pätzold F (2011) Beobachtungen zur Verbreitung von Characeen in Baggerseen der Badischen Oberrheinebene. Ber Bot Arbeitsgem Südwestdeutschland Beih 3: 37–42

Prunier P, Greulich F, Béguin C, Delarze R, Hegg O, Klötzli F, Pantke R,

Peter S & Vittoz P (2014) Associations végétales de Suisse – Clé d'identification, Version intermédiaire 160 pp, (27 mai 2014)

Schneider S C, Nowak P, Von Ammon P & Andreas Ballot A (2016) Species differentiation in the genus *Chara* (Charophyceae): considerable phenotypic plasticity occurs within homogenous genetic groups. Eur J Phycol 51(3): 282–293

Schröter C (1932) Die Flora des Zürichsees. Verband zum Schutze des Landschaftsbildes am Zürichsee (Hrsg). Jahrbuch vom Zürichsee. Th. Gut & Co, Stäfa pp 87–129

Schubert H, Blindow I, Bueno NC, Casanova MT, Pelechaty M & Pukacz A (2018) Ecology of charophytes – permanent pioneers and ecosystem engineers. Perspec Phycol 5(1): 61–74

Schwarzer A (2010) Die Armleuchteralgenbelege (Charales) des Bündner Naturmuseums – Geschichte, Ökologie und wissenschaftliche Bedeutung. Jahresb Naturf Ges Graub 116: 91–98

Schwarzer A (2018) Die Faden-Armleuchteralge (*Chara filiformis*) in der Schweiz. Forschungsarbeiten zur Ökologie und Verbreitung zu einer nahezu unbekannten Art. Unveröff Gutachten im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Vertragsnummer: 05.0039.PZ Rote Listen / O223-0968, Arten, Ökosysteme, Landschaften, Bern 16 pp

Schwarzer A (2020) Schutz prioritärer Pflanzenvorkommen im Kanton St. Gallen-Characeae (Armleuchteralgen). Gutachten im Auftrag des Kantons St. Gallen, Abteilung Natur und Landschaft, St. Gallen 28 pp

Schwarzer A (2021) Aktionsplan Faden-Armleuchteralge (*Chara filiformis* Hertzsch). Kanton Zürich. Amt für Landschaft und Natur, Fachstelle Naturschutz (Hrsg), Zürich 21 pp

Schwarzer A (2022) Aktionsplan Schirmförmige Glanzleuchteralge (*Nitella tenuissima*). Kanton Zürich. Amt f Landsch und Natur, Fachstelle Naturschutz (Hrsg), Zürich 24 pp

Schwarzer A (2023) Schutz prioritärer Pflanzenvorkommen im Kanton St. Gallen: Characeae. Ergebnisse der Tätigkeiten 2022. Bericht an die Abteilung Natur und Landschaft, St. Gallen 15 pp

Sinkeviciene Z (2019) Peculiarities of *Chara filiformis* (Charales, Charophyceae) distribution and oospore sizes in Lithuania. Webbia 74(1):1–6

Stelzer D (2003) Makrophyten als Bioindikatoren zur leitbildbezogenen Seenbewertung – Ein Beitrag zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland. Dissertation, Technische Universität München, Department für Ökologie. Fachgebiet für Limnologie. München 141 pp

Suško U (2010) Macrophyte flora and vegetation of lake Riču. Acta Biol Univ Daugavp, Suppl 2: 79–96

Teppke M (2016) *Chara filiformis*. In: Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands (Hrsg) Armleuchteralgen, Die Characeen Deutschlands. Springer, Berlin pp 292–299

Tüxen R & Preising E (1942) Grundbegriffe und Methoden zum Studium der Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften. Dt Wasserwirtschaft 37: 10–17

Urbaniak J & Gabka M (2014) Polish charophytes. An illustrated guide to identification. Print sp. j Z Przyborowski, Wroclaw 120 pp

Wood R D (1962) New combination and taxa in the revision of the Characeae. Taxon 11: 7–25

Wood R D & Imahori K (1965) A revision of the Characeae. First part 1: Monograph of the Characeae. Cramer, Weinheim 904 pp

Zviedre E (2007) Genus *Chara L.* in Latvia – freshwater species and their identification. Acta Biol Univ Daugavp 7 (2): 139–147.