

Zeitschrift: Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft
Herausgeber: Aargauische Naturforschende Gesellschaft
Band: 40 (2024)

Artikel: Gefährdete Armleuchteralgen in einheimischen Gewässern
Autor: Schwarzer, Arno
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1077396>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

A close-up, underwater photograph showing dense growths of aquatic plants, likely Characeae, with long, thin, hair-like filaments and small, rounded reproductive structures.

ARNO SCHWARZER

Gefährdete Armleuchteralgen in einheimischen Gewässern

Abstract

The first mention of charophytes from the canton of Aargau can be found in the Herbarium Argoviense of the Naturama in Aarau, where the oldest evidence of an herbarium specimen is dated on 1913 (*Chara intermedia*). 90 waterbodies in the canton of Aargau were examined for Characeae between 2020 and 2023. Ten species were recorded between 2020 and 2023 and almost all species previously known from Aargau were found again. One new species was added. In addition to nationally rare and endangered species such as *Chara hispida*, *Chara intermedia* and *Nitella syncarpa*, *Nitella capillaris*, which has been lost in Switzerland for a long time, has been rediscovered.

Zusammenfassung

Erste Erwähnungen und Nachweise von Characeen aus dem Kanton Aargau finden sich im Herbarium Argoviense des Naturamas in Aarau, dort liegt der älteste Beleg einer Armleuchteralge aus dem Jahr 1913 (*Chara intermedia*). 90 Gewässer im Kanton Aargau wurden in den Jahren 2020–2023 auf Characeenvorkommen untersucht. Zwischen 2020 und 2023 wurden zehn Arten erfasst und fast alle bislang aus dem Aargau bekannten Arten wurden wieder gefunden. Ein Neufund kam noch hinzu. Neben landesweit seltenen und gefährdeten Arten wie *Chara hispida*, *Chara intermedia* und *Nitella syncarpa* wurde die seit langem in der Schweiz verschollene *Nitella capillaris* wieder entdeckt.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung / Einführung
2. Material und Methoden
3. Resultate
4. Diskussion
5. Glossar / Erläuterungen der Fachbegriffe
6. Quellenverzeichnis

Die Familie der *Characeae*, gehört nach der botanischen Systematik zu den *Streptophyta*, sie sind aufgrund ihrer Gestalt und ihrer Grösse den Landpflanzen (*Embryophyta*) sehr ähnlich. Die Pflanzenkörper sind sehr komplex aufgebaut und sie werden gemeinhin als die Vorläufer der Landpflanzen angesehen. Die ältesten Funde dieser Pflanzen sind rund 400 Millionen Jahre alt.

1. Einleitung / Einführung

Die Pflanzen sind alle sehr ähnlich aufgebaut. Es gibt eine Hauptachse, von der Seitenäste, die in Quirlen stehen, abgehen. An den Ästen sitzen kleine borstenartige Gebilde, die als Brakteolen bezeichnet werden. Der Teil des Sprosses zwischen zwei Astquirlen wird Internodium genannt.

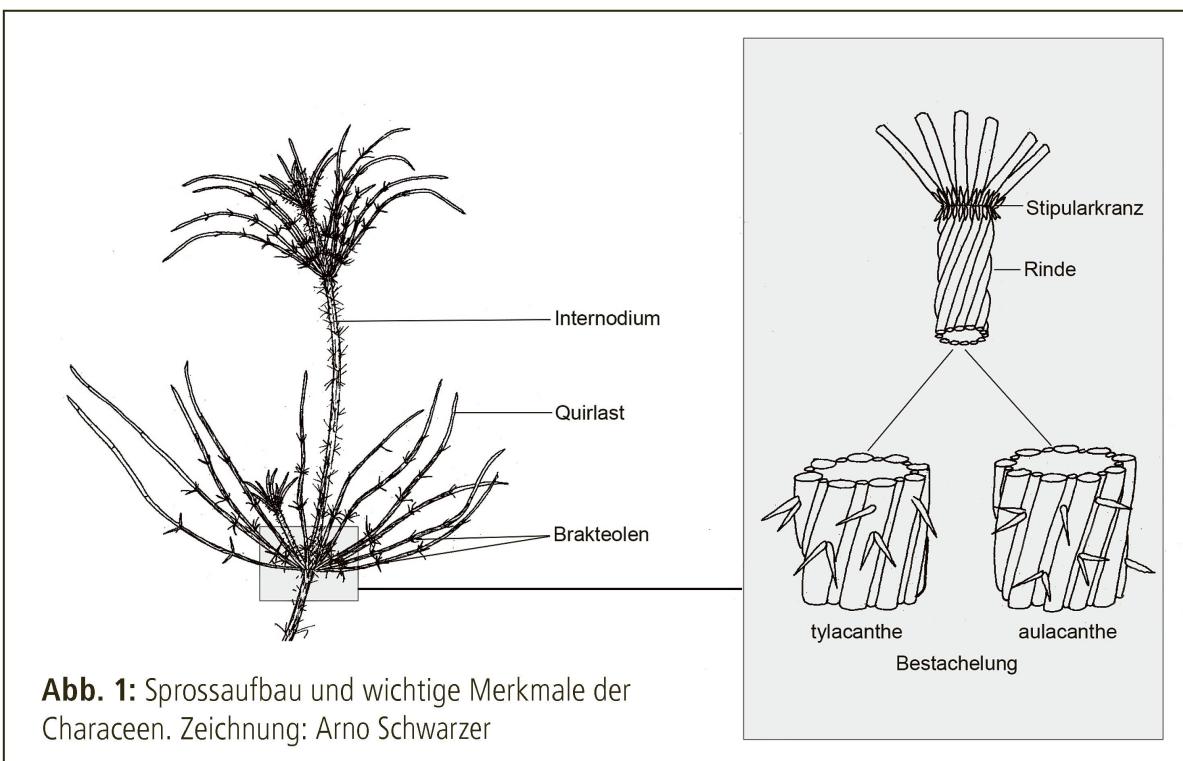


Abb. 1: Sprossaufbau und wichtige Merkmale der Characeen. Zeichnung: Arno Schwarzer

Ein wichtiges Merkmal für die Unterscheidung der Gattungen und Arten ist der Stipulkarkranz. Dies ist ein ringförmiges Gebilde unterhalb des Astansatzes am Spross. Dieser kann fehlen (z.B. Gattung *Nitellopsis*) oder nur teilweise ausgebildet sein. Ein weiteres wichtiges Merkmal ist die sogenannte Rinde. Dies sind nebeneinander liegende Zellreihen, welche die Sprossachse umhüllen. Diese Rinde kann gänzlich fehlen (bei *Nitellopsis* und *Nitella*) oder sehr deutlich ausgebildet sein (Gattung *Chara*). Sie ist oftmals mit Stacheln besetzt, die für die Artbestimmung sehr wichtig sind. Die Stacheln können entweder auf eingesenkten (aulakanth), oder auf erhabenen Rindenreihen sitzen (tylakanth), und dabei einzeln stehen oder zu mehreren zusammensitzen.

Weltweit rechnet man mit deutlich über 700 Arten, wobei sich diese auf lediglich sechs Gattungen innerhalb einer Familie, den *Characeae* verteilen. In Europa rechnet man mit zirka 50 Arten. In der Schweiz sind 25 Arten vertreten, die sich auf vier Gattungen (*Chara*, *Nitella*, *Nitellopsis* und *Tolypella*) aufteilen.

Insgesamt sind frühe Aufzeichnungen über diese bemerkenswerte Artengruppe eher spärlich. Das hatte zum einen damit zu tun, dass sich die Zunft der Botaniker wohl überwiegend mit der Erfassung und wissenschaftlichen Beschreibung der Vielfalt der einfacher zugänglichen Landpflanzen beschäftigte. Zum anderen spielten bei den «Kryptogamen» die technische Entwicklung eine wichtige Rolle. Mit der Entdeckung der Lichtbrechung und der Lichtpolarisation durch den Physiker *Etienne Louis Malus* (1775–1812) gelang im Jahr 1810 ein technischer Durchbruch und ein Qualitätssprung in der Betrachtung der Kleinstlebewelt. Ausgestattet mit guten Mikroskopen konnten die neugierigen Forscher jetzt endlich die pflanzlichen Gewebe detailliert analysieren und die Fortpflanzungsorgane erforschen. Letzteres brachte dann den entscheidenden Durchbruch bei der Klärung der Abstammungs- und Verwandtschaftsverhältnisse der grossen taxonomischen Gruppen. Hier spielten dann wieder die bis dato eher vernachlässigten Kryptogamen wie die Characeen eine wichtige Rolle. Ihre Kleinheit (kryptogam – unauffällig, blütenlos) und die Ursprünglichkeit der Fortpflanzung machten sie zu geeigneten Untersuchungsobjekten (MOLLENHAUER, 2001; SCHWARZER & MÜLLER, 2010).

Allerdings waren es anfangs nicht Botaniker im engeren Sinne, die diese Pflanzengruppe erforschten, sondern vor allem Mediziner, Apotheker, Theologen, Ingenieure und Kaufleute. Erste Erwähnungen von Characeen finden sich bereits bei Caspar Bauhin (1560–1624), der 1623 eine Armleuchteralge im *Pinax theatri botanici* noch als *Equisetum feotidum sub aqua repens* bezeichnet hatte (KORSCH & TÄUSCHER, 2016).

Frühe zusammenfassende Auflistungen bzw. systematische Erwähnungen von Characeen für die gesamte Schweiz wurden von BRAUN (1847) und von MIGULA (1897) veröffentlicht. Erste herbarisierte Pflanzenbelege von Characeen aus der Schweiz stammen vom Naturforscher *Jean Louis Rodolphe Agassiz* (1807–1873). Das älteste Herbarexemplar von ihm findet sich im Naturhistorischen Museum in London und belegt einen Fund von *Nitella opaca* im Kanton Waadt aus dem Jahr 1827 (NATURAL HISTORY MUSEUM, 2023).

Johannes Müller (1828–1896) war gebürtiger Aargauer aus Teufenthal. Sein Studium der Mathematik führte ihn nach Genf. Er wurde dort später der Konservator des berühmten Herbariums von Alphonse Pyrame de Candolle und Direktor des Botanischen Gartens. Um von anderen gleichnamigen Botanikern unterschieden zu werden gab man ihm den Beinamen nach seiner Herkunft «*Müller Argoviensis*» (CHODAT, 1896). Müller war ein hervorragender Taxonom der sich auch mit Characeen beschäftigte, allerdings sind diesbezügliche Tätigkeiten nur aus dem Raum Genf bekannt (MÜLLER, 1881).

Erste Erwähnungen und Nachweise von Characeen aus dem Kanton Aargau finden sich in der Datenbank der info flora und im Herbarium Argoviense des Naturamas in Aarau. Im Naturama wird der älteste Beleg einer Armleuchteralge aus dem Jahr 1913 aufbewahrt. Es handelt sich dabei um die seltene Kurzstachelige Armleuchteralge (*Chara intermedia*).

Armleuchteralgen gehören zu den am meisten gefährdeten Artengruppen der Schweiz und leben in Habitenen, die das höchste Gefährdungspotential aufweisen. Fast alle heimischen Arten stehen auf der «Roten Liste» mit unterschiedlich hohen Gefährdungsgraden, nicht wenige sind vom Aussterben bedroht. Effektive Schutzstrategien müssen dringend erarbeitet und umgesetzt werden, womit man gleichzeitig einen wesentlichen Beitrag zur Nationalen Diversitätsstrategie leisten würde (SBS, 2012).

Ein Schutzkonzept für die Characeen sollte Informationen darüber geben, wo diese hochgradig gefährdeten Pflanzen im Kanton vorkommen, wie sie geschützt werden können und welche Massnahmen ergriffen werden müssen, um zukünftig das Aussterberisiko für diese Arten zu reduzieren und mittelfristig die Artenzahl im Kanton zu erhöhen.



Abb.2: Beleg der seltenen Kurzstacheligen Armleuchteralge (*Chara intermedia*) aus einem Auengewässer der Reuss bei Aristau, gesammelt 1913. Heute kommt *Chara intermedia* dort nicht mehr vor (Beleg: Naturama Aargau, Foto: Arno Schwarzer).

2. Material und Methoden

Die Gewässer im Kanton Aargau wurden in den Jahren 2020–2023 untersucht, jeweils zwischen Mai und September. Je nach Grösse, Tiefe und Zugänglichkeit wurden unterschiedliche Gerätschaften zur Erfassung der Armleuchteralgen benutzt. Grössere Gewässer wurden mit einem Kayak befahren, um auch an abgelegenen Stellen Beprobungen vorzunehmen, kleinere Gewässer konnten vom Ufer aus untersucht werden. Dabei wurde entweder ein Teleskoprechen oder ein Wurfanker verwendet. Grössere Gewässer mit hoher Sichttiefe und einer reichen Wasservegetation wurden betaucht.

Messungen der Leitfähigkeit und der Wassertemperatur wurden mit einem Messgerät der Firma WTW vorgenommen (pH/Cond 3320). Gleiches gilt für Messungen des pH-Wertes, hierbei wurde die pH-Elektrode SenTix 41 eingesetzt. Für die Ermittlung der Gesamthärte wurde der titrimetrische Testsatz Visocolor Eco (Fa. Machery & Nagel) verwendet. Für die Auswertung der Characeenfundorte wurde von info flora ein Datenbankauszug für das Gebiet des Kantons Aargau zur Verfügung gestellt.

3. Resultate

Datenauswertung

Die in der info flora-Datenbank gesammelten Fundnachweise stammen aus sehr unterschiedlichen Quellen wie Herbarbelege, verifizierte Literaturangaben, gemeldete Funde von Experten oder aus öffentlichen Aufträgen. Die Liste ist sicher nicht vollständig, gibt aber dennoch ein gutes Bild der Sammelaktivitäten wieder. Insgesamt gab es bis 2019 – vor dem Beginn der kantonalen Erhebungen 2020 – lediglich 130 Fundmeldungen, von denen jedoch einige nicht auf Artniveau lagen, sodass nur 97 Meldungen verwendet werden konnten. Diese lassen sich zu drei Erfassungsphasen gruppieren:

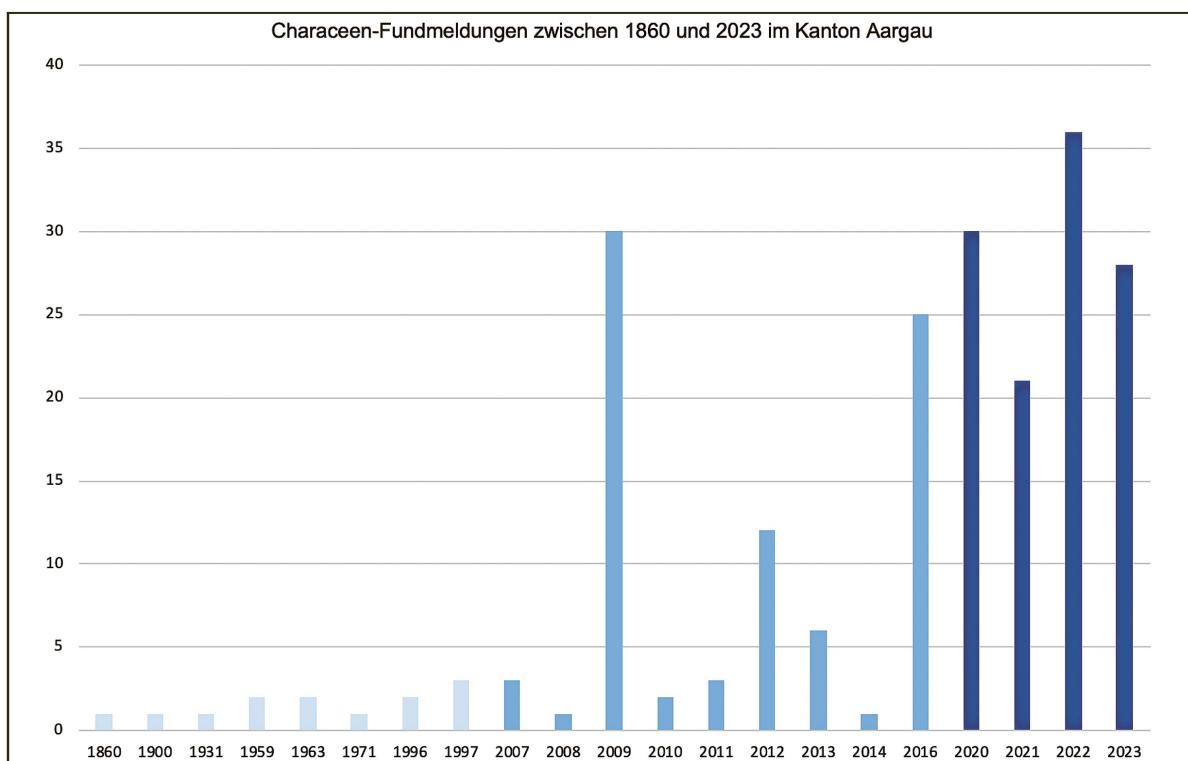


Abb.3: Darstellung der Characeenfunde, die im Zeitraum 1860 bis 2023 im Kanton Aargau gemacht wurden. Die Jahre, in denen Armleuchteralgen nachgewiesen wurden, sind farblich zu drei Hauptfassungszeiträumen gruppiert. Abszisse: Jahre, in denen Characeen gefunden wurden. Ordinate: Anzahl der Fundmeldungen.

Die erste Phase, von 1860 bis 2005, beschreibt einen recht langen historischen Zeitraum, in dem keine systematische Erfassung vorgenommen wurde. Von einzelnen Forschern sind Belege erhalten. Beispielweise stammt die älteste Fundmeldung von Heinrich Josef Guthnik (1800–1880) – einem Apotheker und Botaniker aus Bern – aus dem Jahr 1860, der im Raum Lenzburg die Dunkle Glanzleuchteralge (*Nitella opaca*) fand. Dies war bislang der einzige Nachweis dieser Art aus dem Kanton Aargau, sie wurde seitdem nicht mehr gefunden. Guthnik hat sein Herbarium dem Botanischen Garten Bern überlassen. Möglicherweise finden sich dort noch weitere Characeen-Belege aus dem Kanton Aargau (SCHWARZER & SCHMIT, 2023).

In der zweiten Phase von 2006–2019 wurde erstmals eine grössere Anzahl von Gewässern systematisch auf Characeenvorkommen untersucht. In diesen Zeitraum fällt die Erhebungsphase zur ersten landesweiten Roten Liste der Armleuchteralgen (2006–2010). Danach nahm die Erfassungsintensität wieder ab. Durch eine Gewässeruntersuchung im Hallwilersee im Jahr 2016 kam es erneut zu einer Häufung der Nennungen, die sich jedoch nur auf mehrere Fundorte in einem Gewässer mit einer Art (*Nitellopsis obtusa*) bezieht.

Erst ab 2020 wurden pro Jahr zwischen 20 und 24 Gewässer untersucht. Insgesamt wurden bisher 90 Standorte im Kanton Aargau erforscht. Diese sind, zeitlich differenziert, in Abbildung 3 dargestellt. Diese intensive Phase der Characeenerfassung endet 2024.

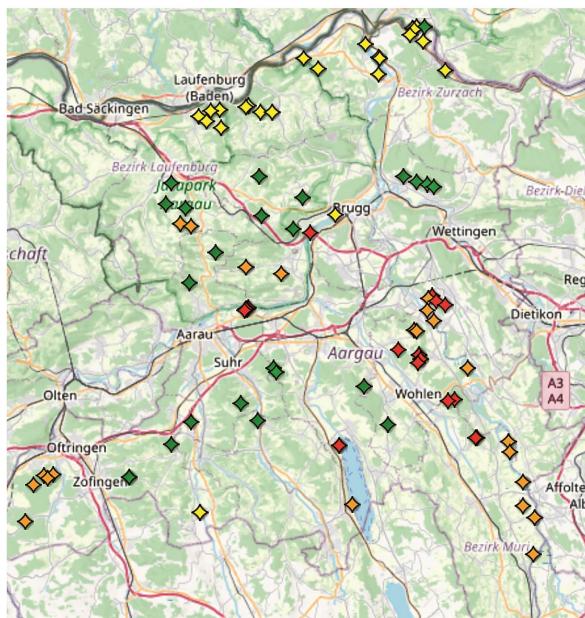


Abb.4: Karte der 90 untersuchten Gewässer im Kanton Aargau. Die Farbverteilung der Quadrate entspricht jeweils einem Untersuchungsjahr: orange 2020, rot 2021, gelb 2022, grün 2023
Kartengrundlage: Openstreetmap.

Bei der Suche nach Characeen wurde Wert daraufgelegt, in möglichst allen Regionen von dieser Artengruppe besiedelte Gewässer zu finden. Allerdings ist die Gewässerdichte nicht überall gleich. Viele Characeengewässer fanden sich in den Tallagen der Flüsse Reuss, Aare und Rhein. Unbewaldete Höhenzüge oder stark landwirtschaftlich genutzte Gebiete weisen dagegen weniger geeignete Wuchsorte auf. Einige nicht untersuchte Gebiete wie das Einzugsgebiet der Wyna zwischen Menziken und Gränichen oder das Einzugsgebiet der Surb zwischen Schneisingen und Klingnau sollen noch vor Abschluss der Feldkampagne 2024 untersucht werden.

Welche Gewässertypen wurden untersucht? Prinzipiell ist jedes Gewässer ein

potentiell geeigneter Wuchsplatz für Armleuchteralgen. Sie kommen sowohl in wasser gefüllten Wagenspuren und in sommerlich austrocknenden Tümpeln als auch in Amphibienschutzteichen, in Waldweiher, Torfstichen, Baggerseen, Altarmen und natürlichen Seen unterschiedlichster Grösse vor. Ihre Existenz hängt von einem Zusammenspiel unterschiedlicher Faktoren ab, eine grosse Rolle spielen vor allem die Konkurrenz mit höheren Wasserpflanzen, die Nährstoffverhältnisse sowie die Sichttiefe im Wasser (SCHUBERT et al. 2018).

Die Grösse eines geeigneten Armleuchteralgenhabitats scheint dagegen eine geringere Rolle zu spielen. Der Hallwilersee ist zwar gross und weist geeignete Wuchsorte auf. Durch den Nährstoffreichtum im Wasser und im Sediment werden jedoch konkurrenzstärkere Wasserpflanzen gefördert. Auch führt die hohe Phytoplanktondichte zu einer geringeren Lichteindringtiefe, was viele lichtbedürftige Characeen nicht aufkommen lässt.

Kleinere klare Gewässer mit nährstoffarmem Wasser wie Baggerseen oder Amphibienschutzteiche können dagegen sehr artenreiche Refugien für Armleuchteralgen darstellen. In derartigen Habitaten konnten auf wenigen Quadratmetern bis zu 6 Arten festgestellt werden.



Abb. 5: «Characeengewässer» im Kanton Aargau: Der über 1000 ha grosse Hallwilersee erscheint auf den ersten Blick ein geeignetes Habitat für Armleuchteralgen zu sein zu sein – tatsächlich findet sich in seinem Litoral nur eine einzige Art, die Stern-Armleuchteralge (*Nitellopsis obtusa*). Foto: Arno Schwarzer.



Abb.6: «Characeengewässer» im Kanton Aargau: Flacher klarer Weiher in der Rheinaue bei Rietheim. Das nur 0,14 ha grosse Sekundärgebässer beherbergt neben zahlreichen gefährdeten Makrophyten auch sechs Characeenarten, welche den Gewässerboden fast flächendeckend bewachsen. Foto: Arno Schwarzer.

	Art	Historische Nachweise 1860- 2005	Rezente Nachweise 2006 - 2019	Aktuelle Nachweise 2020- 2023	„Rote-Liste“ Status CH
1	<i>Chara aspera</i> - Rauhe Armleuchteralge	+	+	+	VU
2	<i>Chara contraria</i> - Gegensätzliche Armleuchteralge	-	+	+	LC
3	<i>Chara globularis</i> - Zerbrechliche Armleuchteralge	+	+	+	LC
4	<i>Chara hispida</i> - Steifhaarige Armleuchteralge	+	-	+	VU
5	<i>Chara intermedia</i> - Kurzstachelige Armleuchteralge	+	+	+	EN
6	<i>Chara virgata</i> - Feine Armleuchteralge	-	+	+	VU
7	<i>Chara vulgaris</i> - Gewöhnliche Armleuchteralge	+	+	+	VU
8	<i>Nitella capillaris</i> - Haarfeine Glanzleuchteralge	-		+	RE
9	<i>Nitella flexilis</i> - Biegsame Glanzleuchteralge	-	+	-	CR
10	<i>Nitella opaca</i> - Dunkle Glanzleuchteralge	+	-	-	VU
11	<i>Nitella syncarpa</i> - Verwachsenfrüchtige Glanzleuchteralge	+	+	+	EN
12	<i>Nitellopsis obtusa</i> - Stern-Armleuchteralge	+	+	+	NT
<i>Artenzahl</i>		8	9	10	

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Artnachweise aus den drei Phasen der Characeenerfassung im Kanton Aargau. Quelle: Datenbank info flora, eigene Erhebungen. «Rote-Liste»-Einstufungen aus AUDERSET-JOYE & SCHWARZER (2012).

Im Kanton Aargau nachgewiesene Arten

Zwischen 1860 und 2005 kamen nachweislich acht Arten im Kanton Aargau vor. Zwischen 2006 und 2019 waren es neun Arten. Die Nachweise dazu wurden im Wesentlichen während der Geländephase zur Erarbeitung der ersten nationalen Roten Liste der Armleuchteralgen erbracht.

Im kurzen Zeitraum zwischen 2020 und 2023 wurden bereits zehn Arten erfasst und fast alle bislang aus dem Aargau bekannten Arten wurden wieder gefunden. Sogar ein Neufund kam noch hinzu. Damit kommen gegenwärtig (rezent + aktuell) 11 von 25 in der Schweiz heimischen Characeen im Kanton Aargau vor.

Zu den am häufigsten gefundenen Arten im Kanton gehören die Zerbrechliche Armleuchteralge (*Chara globularis*) und die Gewöhnliche Armleuchteralge (*Chara vulgaris*). Zwischen 2020 und 2023 wurde *Chara globularis* in 36 Gewässern und *Chara vulgaris* in 29 Gewässern gefunden. Beide sind ausgesprochene Pionierarten, die sich in neu angelegten Gewässern innerhalb einer Vegetationsperiode einstellen können.

Demgegenüber konnte die wesentlich anspruchsvollere Steifhaarige Armleuchteralge (*Chara hispida*), eine der grössten heimischen Arten, nur in zwei Gewässern gefunden werden. Sie war noch nie häufig im Kanton Aargau. Bislang nur einmal 1931 auf dem Gemeindegebiet von Küttigen entdeckt, war sie bis 2021 verschollen.



Abb.7: *Chara hispida* ist nur in sauberen klaren Gewässern, die oftmals Grundwasseranschluss aufweisen, zu finden. Die Art kann sehr gross werden. Neu entdeckt 2023 in einem Waldrandteich mit Grundwasseranschluss auf dem Gemeindegebiet von Obersiggenthal, tritt sie flächendeckend als dominante Art auf. Foto: Arno Schwarzer.

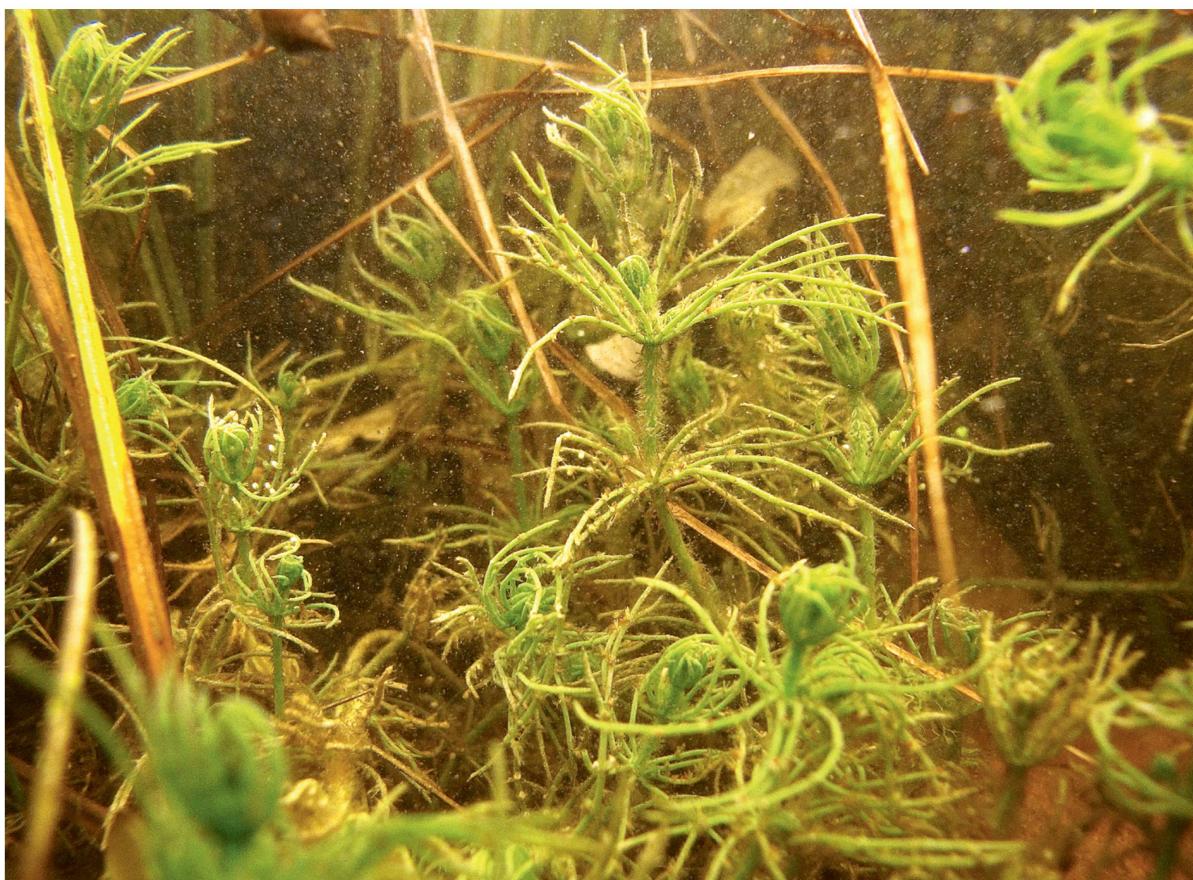


Abb.8: Die starke Bestachelung der Sprossachse, namengebend für die Art, ist im Bild gut erkennbar.
Foto: Arno Schwarzer.

Ebenfalls im Kanton Aargau sehr selten und auch landesweit stark gefährdet ist die Kurzstachelige Armleuchteralge (*Chara intermedia*), sie kommt nur in einem einzigen Moorgewässer vor. Diese Art ist ein ausgesprochener Spezialist unter den Vertretern der Gattung *Chara* und wächst in heimischen Gewässern bevorzugt in Flachmoorteichen oder alten Torfstichen. Im Gegensatz zu *Chara vulgaris* und *Chara globularis* ist sie keine Pionierart. Untersuchungen im Kanton Zürich ergaben, dass Populationen in Flachmoorgewässern über einen Zeitraum von über fünf Jahrzehnten konstant vorkamen und sich reproduzierten. Trotzdem ist *Chara intermedia* stark im Rückgang begriffen, sodass ein Aktionsplan zur Förderung der Art erstellt wurde (SCHWARZER, 2021a).

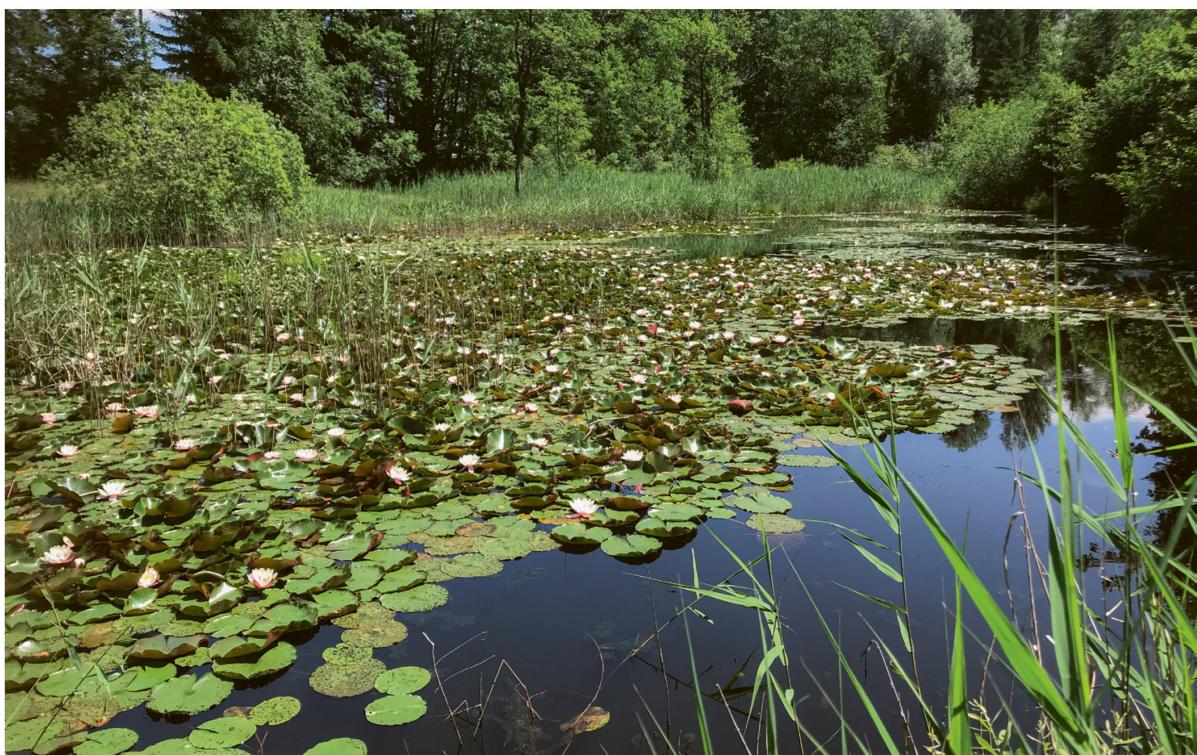


Abb.9: Stark mit Wasserpflanzen bewachsener Moorweiher im Hintersteinemoos, Gemeinde Besenbüren. Aktuell der einzige bekannte Fundort von *Chara intermedia* im Kanton Aargau. Foto: Arno Schwarzer.



Abb.10: Am Gewässerrand, im Schilf-Unterwuchs und in Bestandslücken der Weissen Seerose (*Nymphaea alba*) sind die mittelgrossen Pflanzen der Kurzstacheligen Armleuchteralge noch recht häufig zu finden. Foto: Arno Schwarzer.

Die Biegsame Glanzleuchteralge (*Nitella flexilis*) ist eine sehr seltene Characee in der Schweiz. Derzeit wird sie in der Roten Liste der Armleuchteralgen als «Vom Aussterben bedroht» geführt (CR, in Tab. 1). Sie kommt, von wenigen Ausnahmen abgesehen, nur in hochmontanen/subalpinen Standorten vor. Gesicherte Vorkommen sind in den letzten zehn Jahren nur aus dem St. Moritzersee und dem Unteren Murgsee bekannt. Zudem benötigt diese Art kalkarmes Wasser, welches die potentielle Verbreitung weiter einschränkt.



Abb.11: Fundort von *Nitella flexilis* im Kanton Aargau, Teich im Weiergut, Gemeinde Vordemwald. Foto: Arno Schwarzer.



Abb.12: *Nitella flexilis* (monözisch) ist nur fertil von der nahe verwandten *Nitella opaca* (diözisch) sicher zu unterscheiden. Da die Art protandrisch ist, ist der Probenahmezeitpunkt sehr wichtig. Foto: Arno Schwarzer.

Auch in einem Weiher der Gemeinde Vordemwald waren diese besonderen Bedingungen gegeben. Das Wasser ist sehr kalk- und elektrolytarm. 2007 wurde sie vom Autor erstmals dort entdeckt, zuletzt wurde sie 2013 gesichtet. Leider haben sich die Lebensbedingungen dort in den letzten 10 Jahren zu Ungunsten dieser Art verändert, vor allem der starke Bewuchs mit Neophyten, die auch im Winterhalbjahr nicht absterben (*Nuttall's Wasserpest*, *Elodea nuttallii*) verhindern ein Aufkommen dieser konkurrenzschwachen Art.

***Nitella capillaris* – Rarität in der Schweiz und Erstfund im Kanton Aargau**

Die Haarfeine Glanzleuchteralge war über einen langen Zeitraum in der Schweiz verschollen. Es gab landesweit lediglich 2 historische Fundorte: 1853 vom Zürichsee und 1869 in den Weihern bei Roggwil (BE), wo sie trotz mehrfachen Nachkontrollen des Autors in den letzten Jahren nicht wieder gefunden wurde. Erst bei den Untersuchungen zur Verbreitung der Characeen im Kanton Aargau kam eine aktuelle dritte Fundstelle 2023 hinzu: Ein Sekundärgewässer in der Rheinaue bei Rietheim.

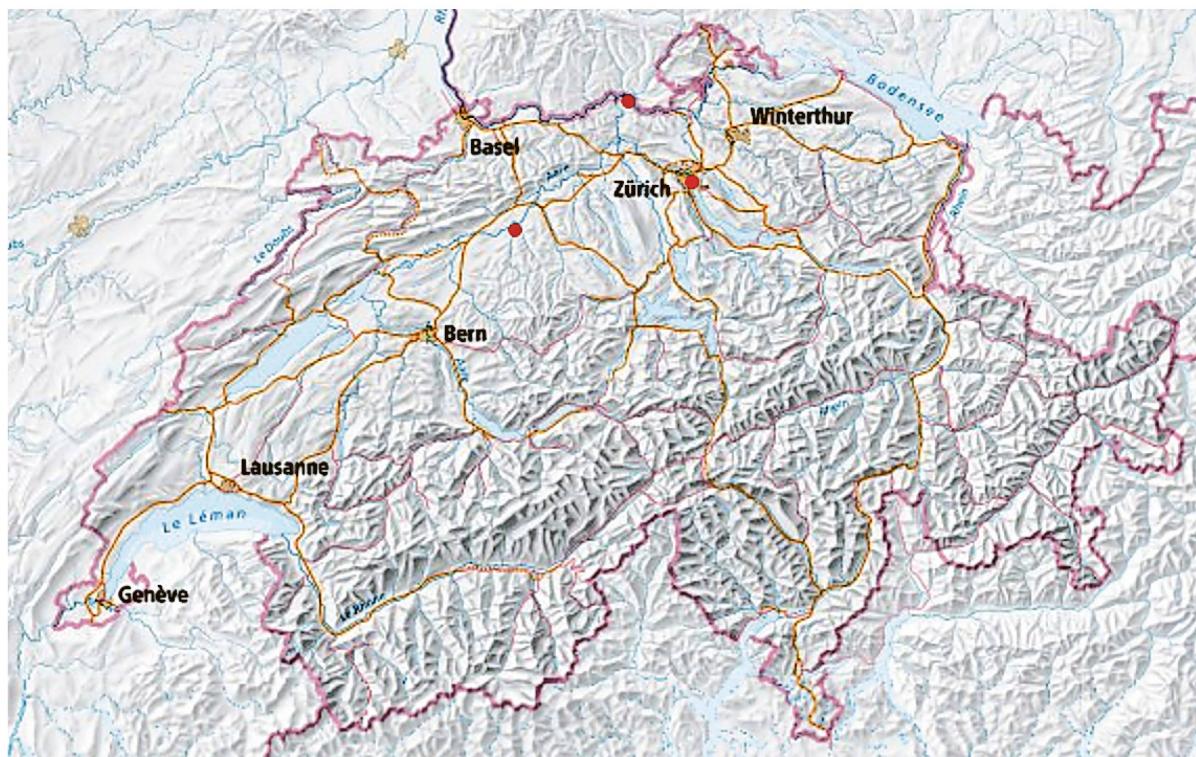


Abb.13: Verbreitung von *Nitella capillaris* in der Schweiz. Der obere rote Punkt in der Karte markiert die aktuelle Fundstelle bei Rietheim AG. Karte: info flora.

Nitella capillaris ist ausserdem eine National Prioritäre Art mit hohem Prioritätsstatus und klarem Massnahmenbedarf (BAFU, 2011). Die Gefährdungen sind bekannt und können klar benannt werden (AUDERSET JOYE & SCHWARZER, 2012; KORTE et al. 2016):

- Habitatverlust durch Verlandung, Verfüllung
- Mangel an Dynamik (Sukzession)
- Gewässereutrophierung (Nährstoffeinträge und Verschmutzung)

Auch aus anderen Ländern Europas ist die Art bekannt, tritt aber in der Regel nie häufig auf. Sie gilt als eine der seltensten Characeen in Europa (WIDGREN, 2009). In Deutschland ist sie in grundwassergespeisten Entwässerungsgräben (GREGOR et al. 2012) oder in Teichen und Kiesgruben zu finden (KORSCH, 2010), dabei besiedelt sie Flachwasserstandorte. BECKER (2010) berichtet ebenfalls von Funden aus holländischen Marschgräben, WATTERLOT & FREY (2016) aus nährstoffarmen und klaren Kleingewässern und Baggerseen in Nordfrankreich, GIARDI (2023) in einem Kleingewässer im Département Hérault. URBANIAK & GABKA (2014) fanden sie selten in polnischen Teichen, Gräben und Flachseen.

Lange Zeit waren die Standortansprüche der Haarfeinen Glanzleuchteralge unklar bzw. widersprüchlich (CORILLION, 1957; KRAUSE, 1997; VAHLE, 1990). Bessere Kenntnisse ihrer aquatischen Lebensräume sowie verfeinerte Untersuchungs-

methoden wie Tauchuntersuchungen trugen dazu bei, das Wissen über diese Art zu erweitern bzw. zu revidieren.

Neuere Untersuchungen belegen, dass die Art nicht nur im Flachwasser von Klein Gewässern, sondern auch in tieferen Bereichen insbesondere von Sekundär Gewässern auftritt. Auch muss die frühere Einschätzung revidiert werden, dass *Nitella capillaris* kalkarme Gewässer bevorzugt. BFG (2007) berichtet von Funden in kalkreichen Abgrabungsgewässern der Oberrheinebene, die bis in 16m Tiefe reichen. BLAŽENČIĆ et al. (2018) fanden sie im Fluss Plavnica im Einmündungsbereich in den montenegrinischen Skadarsee in 2m Tiefe, VÖGE (2009) in nährstoffreichen Sekundär Gewässern im Raum Hamburg.



Abb.14: Der 0,3 ha grosse Fundort von *Nitella capillaris* in der Rheinaue bei Rietheim. Foto: Arno Schwarzer.



Abb.15: Ausgewachsene, fertile Pflanze. Die Art ist zweihäufig, im untersuchten Bestand befanden sich männliche und weibliche Pflanzen. Foto: Arno Schwarzer.

2015 wurde bei Rietheim nach siebenjähriger Planungsphase ein Abschnitt der Rheinaue revitalisiert, wobei auch verschiedene Stillgewässer neu entstanden. Überschwemmungen und Grundwasserstandsschwankungen sind wichtige dynamische Faktoren für die Gewässervegetation in der Überflutungsaue. Die entstandenen Flachgewässer weisen unterschiedliche Tiefen auf und wurden nicht bepflanzt. Innerhalb weniger Jahre hat sich in dem klaren Wasser eine reiche Characeenvegetation etabliert. In fast allen Gewässern sind Armleuchteralgen die dominierende Artengruppe und bedecken grosse Teile des Gewässerbodens. Insgesamt konnten dort bislang sechs Arten nachgewiesen werden. Dieser re-

pH-Wert Auenweiher / Rhein	Leitfähigkeit (μs / 20° C) Auenweiher / Rhein
7,9 / 8,3	456 / 323
Gesamthärte (° dH) Auenweiher / Rhein	Temperatur (Celsius) Auenweiher / Rhein
2 ° / 8 °	20,9 / 21,1

Tabelle 2: Chemisch-physikalische Kennwerte im Auenweiher mit «*Nitella capillaris*» und im Rhein. Einmalige Messungen am 7.9.2023.

vitalisierte Auenabschnitt des Rheins kann als sehr gelungenes Beispiel für eine Gewässerneuanlage angesehen werden, die für Characeen optimal ist (SCHWARZER & SCHMIT, 2023).

Das Wuchsgewässer ist nur 20 Meter vom Rhein entfernt und von diesem nur durch einen Damm getrennt, es wird jedoch nicht überflutet. Die Wasserstands-schwankungen des Rheinlaufes werden lediglich über die schwankenden Grund-wasserstände an das Gewässer weitergegeben, anhand der Bewuchsgrenzen am Ufer lassen sich Schwankungen von 1,8 Metern nachweisen. Trotz der Nähe zum Rhein unterscheiden sich die gemessenen chemisch-physikalischen Werte von Rhein und Auenweiher deutlich, was ganz besonders bei der Gesamthärte zu Tage tritt.

Die *Nitella capillaris*-Pflanzen wachsen in einer Tiefe von 1,6 Metern (Mittelwasser-stand), zusammen mit der Gegensätzlichen Armleuchteralge (*Chara contraria*), der Zerbrechlichen Armleuchteralge (*Chara globularis*), der Feinen Armleuchteralge (*Chara virgata*), der Gewöhnlichen Armleuchteralge (*Chara vulgaris*), dem Ährigen Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) und dem Kammförmigen Laichkraut (*Pota-mogeton pectinatus*).



Abb.16: Sprossspitze von *Nitella capillaris* mit Gametangien. Foto: Arno Schwarzer.

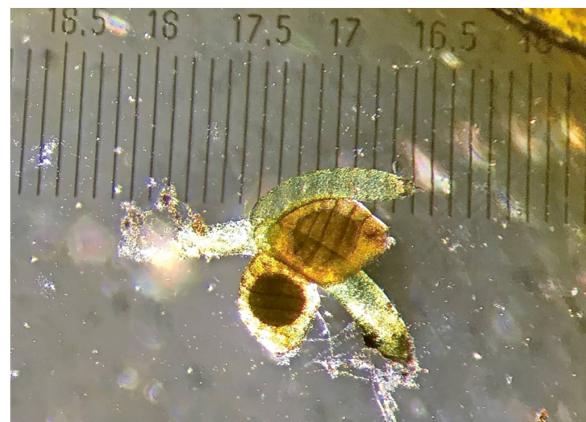


Abb.17: Weiblicher Spross mit Oogonien, die zu weit in den Astgabeln stehen. Wichtiges Merkmal gegenüber der nahe verwandten *Nitella syncarpa*, deren Oogonien nebeneinander an ungeteilten Ästen stehen. Foto: Arno Schwarzer.

Die Pflanzen wurden Anfang Mai entdeckt und waren zu diesem Zeitpunkt bereits fertil. An den Pflanzen fanden sich zahlreiche Gametangien in unterschiedlichen Reifestadien.

Die Morphometrie der Oogonien/Oosporen zeigt, dass die Werte nicht stark streuen und die Grösse wenig variiert. Im Vergleich zu den in der Literatur angegebenen Werte liegen die heimischen Pflanzen innerhalb der Schwankungsbreiten. Lediglich die Oogonien sind geringfügig länger als in der Literatur angegeben (vgl. KORTE *et al.* 2016).

Oogonienlänge in µm (ohne Krönchen)	Oogonienbreite in µm
Ø 619 (580-700)	Ø 437 (400-490)
Oosporenlänge in µm	Oosporenbreite in µm
Ø 377 (350-390)	Ø 337 (320-350)

Tabelle 3: Messungen am 25.5.2023 (Oogonien), 26.6.2023 (Oosporen), n=10

Das Auengewässer bei Rietheim ist derzeit der einzige Fundort von *Nitella capillaris* in der Schweiz. Gezielte Nachforschungen in geeigneten Gewässern während des Frühjahrs könnten aber dazu führen, dass weitere Wuchsorte dieser vom Aussterben bedrohten Art entdeckt werden.

4. Diskussion

Was sind die Kriterien für ein reiches Vorkommen von Characeen in heimischen Gewässern?

Für den Grossteil der gefährdeten Armleuchteralgen gilt, dass nährstoffarmes Wasser, gepaart mit einer hohen Lichteindringtiefe, geringe Konkurrenz durch Wasserpflanzen und das Fehlen benthivorer Fische deren Vorkommen fördert.

Eine Ausnahme ist *Nitella capillaris*. Sie verhält sich am Fundort ähnlich wie die Frühjahrsgeophyten in heimischen Laubwäldern: Sie nutzt die fehlende Vegetationsbedeckung im zeitigen Frühjahr, um sich zu entwickeln. Eigene Versuche mit Treibhausaquarien zeigen, dass die Art die Sporenreife im Juni bereits abgeschlossen hat und sich dann schnell zersetzt. Dies ist auch in nährstoffreichen Gewässern möglich, sofern keine bodenbedeckenden, überwinternden Arten dies verhindern und die Klarwasserphase des Gewässers in das zeitige Frühjahr fällt (VÖGE, 2004).

Während für *Nitella capillaris* eine zeitliche Nische von Vorteil ist, nutzen andere konkurrenzschwache Characeen die räumliche Nische der Vegetationsgrenze in Seen. Dort können viele höhere Wasserpflanzen aufgrund der Druckverhältnisse und der Schwachlichtbedingungen nicht weiter vordringen, sodass die Besiedlungsgrenze von Characeen gebildet wird. Dies ist regelmässig in verschiedenen Grossseen zu beobachten. Im Vierwaldstättersee bilden häufig *Nitella opaca* oder *Chara globularis* die Vegetationsgrenze in zirka 20 Metern Tiefe. Im Walensee und im Thunersee ist es ebenfalls *Nitella opaca*. Im Zürichsee und im Murtensee finden sich regelmässig *Chara globularis* oder *Nitellopsis obtusa*, welche die Vegetationsgrenze in rund 12, respektive in 6,5 Metern markieren.

Gewässertyp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Characeen im Mittelland</i>	Grossseen	Abgrabungsgewässer	Kleinseen + Weiher	Fliessgewässer	Gräben	Moorgewässer	Quelltöpfe	Altarme	Fischteiche	Kleingewässer, perennierend	Kleingewässer, temporär
<i>Chara aspera</i>	••	•	•		•		•	•		••	••
<i>Chara contraria</i>	•••	••	••							•	
<i>Chara denudata</i>	••										
<i>Chara filiformis</i>	•										
<i>Chara globularis</i>	•••	•••	•••		••	•	•	•		••	
<i>Chara hispida</i>	••	••	•			••	••	•		•	
<i>Chara intermedia</i>					•	••				••	
<i>Chara tomentosa</i>	••		•								
<i>Chara virgata</i>	••		••			••				••	
<i>Chara vulgaris</i>	•	•	••	•	•	•	•	•	••		••
<i>Nitella capillaris</i>		•	•			•				•	
<i>Nitella confervacea</i>		•								•	
<i>Nitella flexilis</i>			•							•	
<i>Nitella gracilis</i>					•	•			•	•	
<i>Nitella hyalina</i>	••	••	••			•				••	
<i>Nitella mucronata</i>	••			••				••	••		
<i>Nitella opaca</i>	••		•	•							
<i>Nitella syncarpa</i>	•	•	•							••	
<i>Nitella tenuissima</i>		•				•		•	•	•	
<i>Nitellopsis obtusa</i>	•••	••	•								
<i>Toypella glomerata</i>	••	••	••		•		••			•	•

Legende:

Trophieeinstufig

Vorkommen im Gewässertyp

oligotraphent	fehlend
oligo-/mesotraphent	• selten
mesotraphent	•• verbreitet
meso-/eutraphent	••• häufig

Tabelle 4: Schwerpunkte der Verbreitung der wichtigsten Characeen im Schweizer Mittelland

Die Zahl der im Kanton Aargau vorkommenden Arten ist mit gegenwärtig 11 Arten nicht hoch, es könnten noch weitere Arten im Kanton wieder heimisch oder noch entdeckt werden.

Betrachtet man die Schwerpunktverbreitung der Arten im Mittelland (Tabelle 4) so wird deutlich, dass derzeit geeignete Habitate für einige Arten im Kanton Aargau nicht vorhanden sind oder deren Lebensraumqualität nicht ausreicht.

Beispielweise kommt die oligotraphente Faden-Armleuchteralge (*Chara filiformis*) in der Schweiz ausschliesslich in oligo- bis oligo-mesotrophen Grossseen vor. Aktuell ist die Faden-Armleuchteralge schweizweit gesichert nur aus fünf Seen bekannt (Sarnersee, Thunersee, Vierwaldstättersee, Walensee und Zürichsee-Obersee). Die Art ist auf hohe Sichttiefe und geringe Makrophytenkonkurrenz angewiesen (SCHWARZER, 2021b). Der einzige Grosssee im Kanton Aargau ist der eutrophe Hallwilersee, welcher auf absehbare Zeit die notwendigen Lebensraumansprüche der Faden-Armleuchteralge nicht erfüllt. Ähnliches gilt für die Geweih-Armleuchteralge (*Chara tomentosa*) oder die Nackte Armleuchteralge (*Chara denudata*).

Viele Arten kommen jedoch in deutlich kleineren Gewässern vor und profitieren beispielsweise von angelegten Amphibiengewässern. In Kleingewässern, die auch phasenweise trockenfallen können, kommt bevorzugt die Gelbbauhunke (*Bombycina variegata*) vor. Neben den typischen und weit verbreiteten Pionierarten wie *Chara globularis*, *Chara virgata* oder *Chara vulgaris* ist in derartigen Kleingewässern auch immer wieder die sehr seltene Zwerg-Glanzleuchteralge (*Nitella confervacea*) zu finden (SCHWARZER, 2022).

Am Beispiel vom *Nitella flexilis* wird klar, dass viele Kleingewässer unter fehlender Dynamik leiden und somit konkurrenzschwache Arten schnell wieder verschwinden. Die «Störung», die viele Arten benötigen und die in intakten Überschwemmungsgebieten der Flussauen vorhanden wäre, fehlt praktisch im gesamten Kanton Aargau. Eine Erneuerung von Gewässerstrukturen durch auendynamische Prozesse wie Auskolkung, Gerinneverlagerung oder Laufabschnürung ist bei den grösseren heimischen Fliessgewässern wie Aare oder Reuss aufgrund der durchgängigen Wasserstandsregulierungen nur noch in Ansätzen möglich. Aus diesem Grund müssen Pionierstandorte geschaffen werden, die dann einer geeigneten, regelmässigen Pflege bedürfen; dies ist meist nur in Naturschutzgebieten mit entsprechend ausgerichteten Schutzz Zielen möglich.



Abb.18: Neu gestaltete Kleingewässer in der Aareaue bei Umiken. Nicht immer sind Characeen die Erstbesiedler. Auch der Faktor «Zufall» oder die Diasporenbank im Substrat spielen eine grosse Rolle. Hier werden die Kleingewässer von einer dichten Decke des Ährigen Tausendblattes (*Myriophyllum spicatum*) zugewachsen. Foto: Arno Schwarzer.

Für sehr seltene und stark gefährdete Arten sind ausserdem Ansiedlungsmassnahmen eine Option. Dies ist beispielsweise bei jenen Arten sinnvoll, die in der Vergangenheit einen starken Rückgang ihrer Lebensräume erfahren mussten und deswegen regional ausgestorben sind. Für die Kurzstachelige Armleuchteralge (*Chara intermedia*) wird dies bereits erfolgreich im Kanton Zürich praktiziert (SCHWARZER,

2021a). Im Kanton Aargau kommt diese Art ebenfalls nur noch extrem selten vor und es wäre notwendig, geeignete Habitate in noch vorhandenen Flachmooren oder revitalisierten Moorgewässern (Torfstiche) auf ihre Ansiedlungseignung zu überprüfen.

Ein wichtiges Hilfsmittel ist auch eine Kantonale Rote Liste der Armleuchteralgen. Durch den regionalen Bezug können gefährdete Arten gezielt besser geschützt werden, da sich negative Trends oft zuerst in den Regionen abzeichnen, lange bevor diese auf nationaler Ebene durchschlagen.

Nach Abschluss der Feldarbeiten 2024 wird für den Kanton Aargau eine solche Liste für die Characeen nach IUCN-Kriterien erstellt.

5. Glossar/Erläuterungen der Fachbegriffe

Benthivor

Bodennahrung fressend. Fische, die im Sediment wühlen und dort nach Insekten suchen, nennt man benthivor.

Diaspore

Ausbreitungseinheit einer Pflanze. Dies kann ein Same, eine Spore, ein Brutkörper sein oder auch ein Sprosseil, aus dem sich eine neue Pflanze entwickelt.

Diözisch

Zweihäusig. Männliche und weibliche Blüten kommen auf unterschiedlichen Pflanzen vor. Das Gegenteil ist monözisch (einhäusig), hier kommen männliche und weibliche Blüten auf derselben Pflanze vor.

Gametangien

Fortpflanzungsorgane der Characeen. Die Gametangien bestehen aus männlichen Organen, den Antheridien und den weiblichen Organen, den Oogonien.

Kolk (Auskolkung)

Ein Kolk ist eine Vertiefung im Fließgewässer oder im See, der durch Auswaschung oder Wassererosion entsteht. Er kann beispielsweise durch stark strömendes Wasser oder durch aufsteigendes, unter Druck stehendes Grundwasser entstehen. Der Vorgang wird als Auskolkung bezeichnet.

Neophyt

Neubürger. Ein Neophyt ist eine nicht einheimische Pflanze, die nach 1492 aus fremden Gebieten, meist von anderen Kontinenten, absichtlich eingeführt oder versehentlich eingeschleppt wurde.

IUCN-Kriterien

Die IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) veröffentlicht Listen der weltweit vom Aussterben bedrohten Tier- und Pflanzenarten. Diese Listen werden oft auf nationalem Niveau geführt und als «Rote Listen» bezeichnet. Diese Listen sind wissenschaftliche Fachgutachten zum Aussterberisiko von Arten in einem betreffenden Gebiet bzw. Staat. Die «Roten Listen» sind in der Schweiz rechtswirksam und seit 2000 werden einheitlich die Gefährdungskategorien der IUCN angewendet. Diese sind:

RE-Regional ausgestorben

CR-Vom Aussterben bedroht

EN-Stark gefährdet

VU-Gefährdet

NT-Potenziell gefährdet

LC-Nicht gefährdet

Protandrie

Vormännlichkeit. Der Reifezeitpunkt der männlichen Geschlechtsorgane liegt vor dem der weiblichen Geschlechtsorgane.

Trophie (oligo-meso-eutraphent)

Trophie bezeichnet die Intensität der pflanzlichen Produktion (Wachstum an Algen und höheren Pflanzen) in einem Gewässer. Je mehr Nährstoffe zur Verfügung stehen, desto höher ist die Trophie. Nährstoffarme Seen haben eine geringe Produktion und sind daher oligotroph, nährstoffreiche Gewässer dagegen eutroph. Gewässer mit mässig starker Produktion werden als mesotroph bezeichnet. Pflanzen, die eutrophe Standorte besiedeln, sind eutraphent; mesotrophe oder oligotrophe Gewässer besiedelnde Arten heißen meso- oder eutraphent.

6. Quellenverzeichnis

- AUDERSET-JOYE, D. & SCHWARZER, A. (2012): Rote Liste Armleuchteralgen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Umwelt-Vollzug Nr. 1213. 72 Seiten
- BAFU (2011): Liste der National Prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1103: 132 Seiten
- BECKER, R. (2010): Bemerkenswerte Characeen-Funde in Nordwest-Deutschland. Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Bremen 463, 409–418
- BFG – BÜRO FÜR GEWÄSSERÖKOLOGIE (2007): Grunddatenerhebung zu Monitoring und Management des FFH-Gebietes «Kiesgrube am Weilerhof nordöstlich Wolfskehlen» 6117–310. Im Auftrag des Regierungspräsidium Darmstadt Abteilung V Ländlicher Raum, Forsten, Natur- und Verbraucherschutz Darmstadt 46 Seiten
- BLAŽENČIĆ, J., KASHTA, L., VESIĆ, A., BIBERDŽIĆ, V. & STEVANOVIĆ, B. (2018): Charophytes (Charales) of Lake Skadar/Shkodra: Ecology and Distribution. In: Hutzinger, O. The Handbook of Environmental Chemistry. Volume 80, 169–203 Springer Verlag, Cham 507 Seiten
- BRAUN, A. (1847): Übersicht über die Schweizerischen Characeen. Neue Denkschriften der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften 10, 3–23

- CHODAT, R. (1896): Johann Müller (Argoviensis) Nachruf. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft XIV, 55–65
- CORILLION, R. (1957): Les Charophycées de France et d'Europe Occidentale. Imprimerie Bretonne, Rennes 499 Seiten
- GIARDI, L. (2023): Découverte de *Nitella capillaris* (A.J. Krocke) J. Groves & Bull.-Webst., 1920 sur le Causse du Larzac. Société botanique d'Occitanie 157: <https://doi.org/10.34971/hezw-wm61> (27.11.2023)
- GREGOR, T., KÖNIG, A., KORTE, E., MIKA, M. & MÜLLER, C. (2012): Gewässermakrophyten in Gräben der Oberrhein- und Untermainebene. Botanik und Naturschutz in Hessen 25, 15–30
- KORSCH, H. & TÄUSCHER, L. (2016): Kurze Geschichte der Characeenkunde in Deutschland. 5–16. In: ARBEITSGRUPPE CHARACEEN DEUTSCHLANDS (HRSG.). Armleuchteralgen. 1. Auflage. 618 Seiten. Springer Verlag GmbH Berlin Heidelberg
- KORTE, E., PÄTZOLD, F. & BECKER, R. (2016): *Nitella capillaris*. 405–413. In: ARBEITSGRUPPE CHARACEEN DEUTSCHLANDS (HRSG.). Armleuchteralgen. 1. Auflage. 618 Seiten. Springer Verlag GmbH Berlin Heidelberg
- KORSCH, H. (2010): Ergebnisse der Kartierung der Armleuchteralgen im Süden von Sachsen-Anhalt 2. Beitrag. Mitteilungen der floristischen Kartierung in Sachsen-Anhalt 15, 135–139
- KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophyceae). Süsswasserflora von Mitteleuropa Band 18. Fischer Verlag, Jena. 202 Seiten
- MIGULA, W. (1897): Die Characeen. In: RABENHORST, L. Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 688 Seiten. Kummer Verlag Leipzig
- MÜLLER, J. (MÜLL. ARG.) (1881): Les characées genevoises. Bulletin des travaux de la société botanique de Genève pendant les années 1879–1880, 42–93. Librairie H. Georg Genève Imprimerie B. Soullier Cité 19 Genève
- MOLLENHAUER, D. (2001): Phykologie – Blütezeiten und Ruhepausen einer Wissenschaft im Nebenamt (Fallbeispiel Grünalgen). Verhandlungen zur Geschichte und Theorie der Biologie 8, 97–166
- NATURAL HISTORY MUSEUM (2023): Natural History Museum (London) Collection Specimens. Occurrence dataset <https://doi.org/10.5519/qd.zqujp4ov> accessed via GBIF.org (14.11.2023)
- SBS (STRATEGIE BIODIVERSITÄT SCHWEIZ) (2012): In Erfüllung der Massnahme 69 (Ziel 13, Art. 14, Abschnitt 5) der Legislaturplanung 200–2011: Ausarbeitung einer Strategie zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität. Schweizerische Eidgenossenschaft Bern 89 Seiten
- SCHUBERT, H., BLINDOW, I., BUENO, N.C., MICHELLE T. CASANOVA, M.T., PEŁECHATY, M. & PUKACZ, A. (2018): Ecology of charophytes – permanent pioneers and ecosystem engineers. Perspectives in Phycology 5 (1), 61–74
- SCHWARZER, A. (2021A): Aktionsplan Kurzstachelige Armleuchteralge (*Chara intermedia*). Kanton Zürich, Amt für Landschaft und Natur, Fachstelle Naturschutz (Hrsg.), Zürich 21 Seiten
- SCHWARZER, A. (2021B): Aktionsplan Faden-Armleuchteralge (*Chara filiformis* H. Hertzsch.). Kanton Zürich, Amt für Landschaft und Natur, Fachstelle Naturschutz (Hrsg.), Zürich 22 Seiten
- SCHWARZER, A. (2022): Aktionsplan Zwerg-Glanzleuchteralge (*Nitella confervacea* [Bréb.] Leonh.). Kanton Zürich, Amt für Landschaft und Natur, Fachstelle Naturschutz (Hrsg.), Zürich 25 Seiten
- SCHWARZER, A. & MÜLLER, J. P. (2010): Die Armleuchteralgenbelege des Bündner Naturmuseums. Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden 116, 91–98
- SCHWARZER, A. & SCHMIT, F. (2023): Armleuchteralgen im Kanton Aargau. Umwelt Aargau 93, 25–30
- URBANIAK, J. & GAKBA, M. (2014): Polish charophytes. An illustrated guide to identification. Print sp. j. Z. Przyborowski, Wrocław. 120 Seiten
- VAHLE, H.-C. (1990): Armleuchteralgen (Characeae) in Niedersachsen und Bremen. Verbreitung, Gefährdung und Schutz. Informationsdienst Naturschutz in Niedersachsen 10(5), 85–130

- VÖGE, M (2004): Wachstumsphasen von Opportunisten: Characeen in einem Hamburger Baggersee. Rostocker Meeresbiologische Beiträge 22, 83–86
- WATTERLOT, A. & FREY, T. (2016): Inventaire des Characées sur le territoire picard (Aisne, Oise et Somme) Évaluation patrimoniale Version n°2 / décembre 2016. Centre régional de phytosociologie / Conservatoire botanique national de Bailleul 56 Seiten
- WIDGREN, Å. (2009): Vårslinke återfunnet i Sverige (*Nitella capillaris* rediscovered in Sweden). Svensks Botanisk Tidskrift 103 (1), 35–40

Adresse des Autors

Arno Schwarzer,
Diplom Geograph FR. Biogeographie
Fröschern 175
4574 Lüsslingen SO
arno.schwarzer@gawnet.ch