Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Landschaft und Natur
Fachstelle Naturschutz

Aktionsplan Faden-Armleuchteralge (*Chara filiformis* H. Hertzsch)

Artenschutzmassnahmen für gefährdete Farn- und Blütenpflanzen im Kanton Zürich

Dezember 2021

Herausgeberin

Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Landschaft und Natur
Fachstelle Naturschutz
Walcheplatz 1
8090 Zürich
Telefon 043 259 30 32
naturschutz@bd.zh.ch
www.zh.ch/naturschutz

Autor-/in

Arno Schwarzer, Fröschern 175, 4574 Lüsslingen

Redaktionelle Bearbeitung

Seraina Nuotclà, topos Marti & Müller AG, Idastrasse 24, 8003 Zürich

Titelbild

Arno Schwarzer, Fröschern 175, 4574 Lüsslingen

Inhalt

Zusammenfassung 5

1. Einleitung 6

2. Allgemeine Angaben zu *Chara filiformis* H. Hertzsch 7
2.1. Ökologie 7
2.2. Gefährdungsursachen 8
2.3. Auswirkungen einer Klimaveränderung 8
2.4. Bestandessituation in Europa 9
2.5. Bestandessituation in der Schweiz 10

3. Situation im Kanton Zürich 12
3.1. Ursprüngliche Vorkommen 12
3.2. Neu gegründete Vorkommen 12
3.3. Aktuelle Bestandessituation und Gefährdung 12

4. Umsetzung Aktionsplan 13
4.1. Ziele 13
4.1.1. Gesamt- und Zwischenziele 13
4.1.2. Zielbegründung 14
4.2. Erhaltungs- und Förderungsmassnahmen 14
4.2.1. Bestehende Vorkommen 14
4.2.2. Wiederansiedlungen 14
4.2.3. Potenziell geeignete Lebensräume 15
4.2.4. Optimale Pflege der Lebensräume 15

5. Erfolgskontrolle 17
5.1. Erfolgskontrolle Aktionsplan 17
5.1.1. Methode 17
5.1.2. Erfolgsbeurteilung 17
5.1.3. Interventionswerte 18
5.2. Erfolgsbeurteilung der bisherigen Massnahmen 18
5.2.1. Massnahmen allgemein 18
5.2.2. Wiederangesiedelte Populationen 18
5.2.3. Weiteres Vorgehen 19

6. Literatur / Quellen 20

Auf Anfrage:

Anhang A:
Checkliste zu den Ansiedlungen und Erfolgskontrollen

Anhang B:

Karte der priorisierten Ansiedlungsregionen und des Ansiedlungskonzepts für *Chara filiformis* H. Hertzsch im Kanton Zürich

Anhang C:

Karte der Vorkommen von *Chara filiformis* H. Hertzsch im Kanton Zürich und Umgebung

Anhang D:

Liste der Vorkommen von *Chara filiformis* H. Hertzsch im Kanton Zürich und Umgebung

Anhang E:

Bestandessituation des ursprünglichen Vorkommens von *Chara filiformis* H. Hertzsch im Kanton Zürich

Anhang F:

Bestandessituation der wieder angesiedelten und kontrollierten Vorkommen von *Chara filiformis* H. Hertzsch im Kanton Zürich

Zusammenfassung

Die Vorkommen der Faden-Armleuchteralge (*Chara filiformis* H. Hertzsch) sind gesamtschweizerisch stark zurückgegangen. Als Teil des nordöstlichen der drei Verbreitungsschwerpunkte in der Schweiz trägt der Kanton Zürich eine spezifische Verantwortung für ihre Erhaltung. Der vorliegende Aktionsplan für *Chara filiformis* beschreibt diejenigen Massnahmen, mit denen die Art im Kanton Zürich langfristig erhalten und gefördert werden soll. Er enthält Angaben zu den Bestandesgrössen, den Förderungszielen, eine Erfolgsbeurteilung der bisherigen Massnahmen (Stand 2021) und Beispiele für konkrete Förderungsmassnahmen. Der Aktionsplan soll als Arbeitshilfe für die Realisierung lokaler Projekte dienen.

Ursprüngliche Lebensräume von *Chara filiformis* sind nährstoffarme, klare Seen. Im Kanton Zürich existiert derzeit keine ursprüngliche Population mehr, die Art ist im Kanton Zürich seit zirka 90 Jahren ausgestorben. Um das Vorkommen von *Chara filiformis* im Kanton Zürich langfristig zu sichern, werden als Zielgrössen insgesamt rund 16 Populationen, davon mindestens die Hälfte mit über 500 Pflanzen, angestrebt. Die Hauptförderungsmassnahme besteht in der Schaffung konkurrenzarmer Pflanzenbestände im flachen Litoral des Zürichsees, in Tiefen zwischen 1,5 und 4 m.

1. Einleitung

Das Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz verlangt, dass dem Aussterben einheimischer Tier- und Pflanzenarten durch die Erhaltung genügend grosser Lebensräume (Biotope) und durch andere geeignete Massnahmen entgegenzuwirken ist. Zahlreiche Arten sind im Kanton Zürich oder gesamtschweizerisch so stark gefährdet, dass sie kurz vor dem Aussterben stehen. Die Fachstelle Naturschutz hat in Abstimmung mit der Liste der National Prioritären Arten (BAFU, 2011) diejenigen Arten ausgewählt, für deren Erhaltung in der Schweiz der Kanton Zürich eine besondere Verantwortung trägt und für welche Förderungsmassnahmen dringlich sind. Art und Umfang der Massnahmen, die zusätzlich zum Biotopschutz nötig sind, sollen in artspezifischen Aktionsplänen (Artenhilfsprogrammen) zusammengestellt werden.

Seit 2019 realisiert die Fachstelle Naturschutz des Kantons Zürich Massnahmen zur Erhaltung und Förderung der Faden-Armleuchteralge (*Chara filiformis* H. Hertzsch). Im vorliegenden Bericht wird das bisherige Wissen zur Art und die aktuelle Situation der Bestände (Stand 2021) im Kanton Zürich beschrieben. Die vorgesehenen Massnahmen fördern auch andere gefährdete Arten mit ähnlichen Lebensraumansprüchen.

2. Allgemeine Angaben zu *Chara filiformis* H. Hertzsch

2.1. Ökologie

Phänologie und Vermehrung

Chara filiformis H. Hertzsch überwintert nicht. Die Art erscheint im späten Frühjahr, der Fertilitätsschwerpunkt liegt zwischen Juli und September (Teppke, 2016). Die Fruktifikation (Sporenbildung) wurde an 2 Standorten in der Schweiz (Vierwaldstätter- und Walensee) bisher in den Monaten Juli und August beobachtet. Die Art lässt sich nach Krause (1997) leicht aus Oosporen kultivieren. Die Vermehrung erfolgt aber nicht nur durch Oosporen, sondern auch durch Sprossstücke.

Vergesellschaftung

Chara filiformis bildet sowohl Einartbestände als auch Mischbestände mit anderen Characeenarten aus. Auch in lückigen Phanerogamenbeständen ist sie zu finden. Sie ist Assoziationscharakterart des *Charetum filiformis* (Krausch 1964, 1969).

In der Schweiz tritt sie in flächendeckenden Characeen-Grundrasen, zusammen mit *Chara tomentosa, Chara globularis, Chara contraria*, *Chara aspera* und *Nitellopsis obtusa* auf. Ausser im *Charetum filiformis* findet sie sich bevorzugt im *Charetum tomentosae* Corillion 1957, im *Charetum asperae* Corillon 1957 und im *Charetum contrariae*.

Gewässertypen und Höhenlage

Chara filiformis kommt nahezu ausschliesslich in natürlichen Seen vor, mit Schwerpunkt in oligotrophen Seen der Moränenlandschaften. Einzig ein Sekundär-Vorkommen aus einem Braunkohletagebausee aus Mitteldeutschland ist bekannt (Korte et al., 2010).

In der Schweiz kommt sie gegenwärtig nur in nährstoffarmen grossen Seen vor. Berücksichtigt man die historischen Funde besiedelt sie Gewässer in Höhenlagen zwischen 370 und 1036 m ü.M.

Sediment

Chara filiformis kommt auf Kalkmudde und Sand vor (Teppke, 2016). In der Schweiz wurde sie bisher nur auf Kalkmudde beobachtet.

Kalkgehalt und Nährstoffverhältnisse

Chara filiformis ist bislang - mit einer Ausnahme (vgl. Korte et al., 2010) - nur in kalkreichen Gewässern beobachtet worden (Teppke, 2016). Das deckt sich mit den Beobachtungen in der Schweiz.

Die pH-Werte in der Literatur schwanken zwischen 6,2 und 8,7. In der Schweiz liegen die gemessen pH-Werte an den Wuchsorten alle zwischen 7,5 und 8,2.

Chara filiformis besiedelt fast ausschliesslich oligo- bis mesotrophe Stillgewässer (Teppke, 2016). Dies wird von verschiedenen Autoren in Nordeuropa bestätigt (Blindow, 1992; Urbaniak & Gabka, 2014). Sämtliche Wuchsorte in der Schweiz liegen ebenfalls in nährstoffarmen Seen.

Tiefenstufe

Untersuchungen von Holzhausen et al. (2017) erbrachten den Nachweis, dass die Keimung von *Chara filiformis* stark lichtabhängig ist. Die Art keimt nur erfolgreich aus, wenn eine ausreichend hohe Strahlungsintensität vorliegt. *Chara filiformis* kommt daher vorzugsweise in Flachwasserbereichen zwischen 1 und 5 m vor (Krausch, 1969; Krause, 1997; Urbaniak & Gabka, 2014; Sinkevičienė, 2019), selten werden grössere Tiefen besiedelt. Die maximalen Tiefenangaben liegen zwischen 10 und 13 m (Sinkevičienė & Trainsauskaite, 1973).In der Schweiz liegen sämtliche Beobachtungen zwischen 0,2 und 4 m Tiefe. Das Tiefenoptimum in heimischen Klarwasserseen liegt zwischen 0,5 - 3,5 m Tiefe.

2.2. Gefährdungsursachen

Zusammengefasst bestehen für *Chara filiformis* folgende Gefährdungsursachen (Schwarzer, 2018):

- Gewässereutrophierung
- zu starke Makrophytenkonkurrenz
- fehlende besiedelbare Freiflächen im Gewässer
- Besatz der Siedlungsgewässer mit benthivoren Fischarten
- starke mechanische Störung der Wuchsorte durch Freizeitnutzung

2.3. Auswirkungen einer Klimaveränderung

Mögliche Auswirkungen von Klimaveränderungen sind: Erwärmung der Wasserschichten im besiedelten Wasserkörper, Absenken des Wasserspiegels, Veränderung des Sauerstoff- und Nährstoffhaushaltes im Gewässer, Verringerung der Lichteindringtiefe im Gewässer und Veränderung der Artenzusammensetzung der Makrophyten (vgl. IKSR, 2013).

Eine Abschätzung der mittel- bis langfristigen Folgen ist sehr spekulativ. Da die Faden-Armleuchteralge früher eine Vielzahl von grösseren Seen mit unterschiedlichen Temperaturregimen von der kollinen bis in die montane Stufe besiedelt hat, ist eine gewisse Kompensationsfähigkeit eines Temperaturanstieges zu erwarten. Am stärksten dürfte sich eine Eintrübung des Gewässers auswirken, diese ist jedoch schwer abzuschätzen, da es Kompensations- und Rückkopplungseffekte im See gibt. *Chara filiformis* ist keine kaltstenotherme Art, daher ist davon auszugehen, dass sie von einer moderaten Klimaveränderung (Temperaturerhöhung < 1,5 Grad Celsius im Wasser) nicht direkt betroffen sein wird.

2.4. Bestandessituation in Europa

Die Faden-Armleuchteralge wurde lange Zeit als eine Art mit nordeuropäischer Verbreitung angesehen (Wood, 1962). Tatsächlich ist sie inzwischen auch in Mitteldeutschland und ebenso in der Schweiz nachweisbar, wo sie wohl die Westgrenze ihrer Verbreitung erreicht.

Chara filiformis ist nicht weltweit verbreitet, sondern nur aus Europa bekannt. Sie weist einen Schwerpunkt in der Jungmoränenlandschaft Nordostdeutschlands und Polens auf und ist in den grossen oligo-mesotrophen Seen, z.B. im Stechlinsee, seit vielen Jahrzehnten bekannt und dort auch konstant vorkommend (vgl. Krausch, 1964; Kabus & Mauersberger, 2011). In Nordost-Polen besiedelt sie 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 (Suško, 2010; Zviedre, 2007). In Schweden ist die Faden-Armleuchteralge ebenfalls selten und steht dort auf der Roten Liste als *CR - vom Aussterben bedrohte Art* (Blindow, 2008). Auch aus Russland ist die Art bekannt, wird dort aber ebenfalls nur sehr selten beobachtet Romanov, pers. Mitt. 2018).

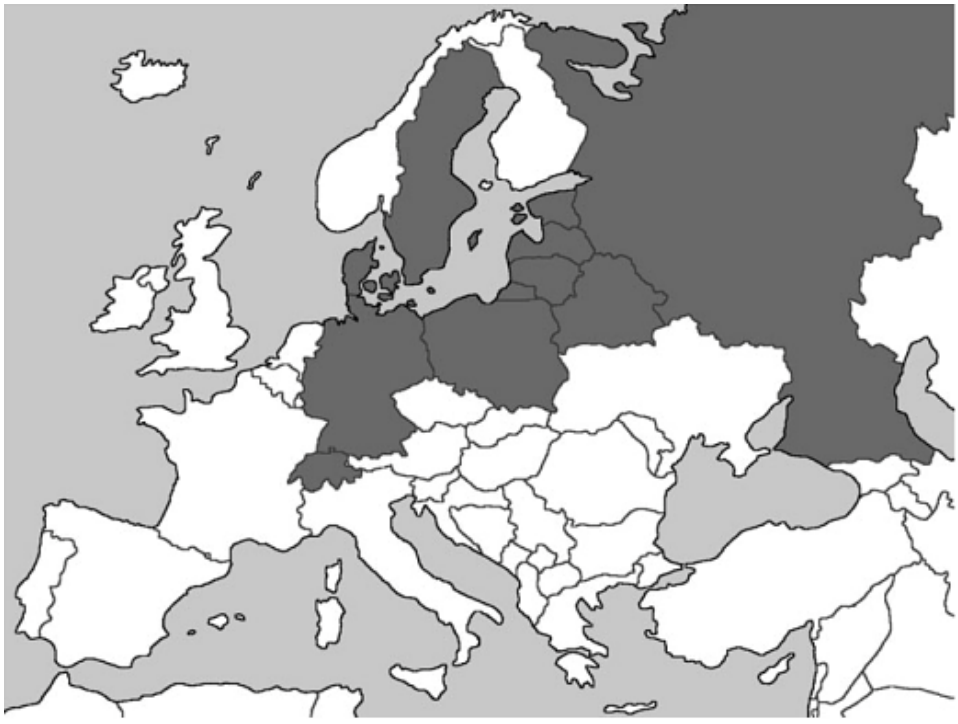

Abb. 1 Verbreitung von *Chara filiformis* H. Hertzsch in Europa (Vorkommen in dunkelgrau). Quelle: Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands, 2016. Anmerkung: Die Karte gibt die Vorkommen auf Basis der Ländergrenzen an, was jedoch keine Rückschlüsse auf die tatsächliche Arealgrösse und die Fundhäufigkeiten zulässt.

2.5. Bestandessituation in der Schweiz

Herbarbelege aus dem 19. Jahrhundert legen nahe, dass *Chara filiformis* in der Schweiz indigen ist und dort in grösseren nährstoffarmen Seen natürlicherweise vorkommt (Schwarzer, 2010).

Aktuell ist die Faden-Armleuchteralge schweizweit gesichert nur aus vier Seen bekannt (Ägerisee, Sarnersee, Walensee und Vierwaldstättersee).

Vorkommen der Art in der Schweiz wurden sowohl im Genfer See als auch im Lac des Joux gemeldet (Müller, 1881). Im holländischen Nationalherbarium Leiden gibt es auch einen Herbarbeleg von *Chara filiformis* aus der Schweiz, nämlich aus dem Lac des Tailleres bei La Brévine / Kanton Neuenburg, gesammelt von O. Bulnheim im Jahr 1855 (J. v. Raam, pers. Mitt. 2018).

Auch aus dem Neuenburgersee gibt es einen Beleg von *Chara filiformis* im Herbar der Universität Neuenburg. Die Art wurde 1844 von A. Braun bei Cortaillod gesammelt. Braun bestimmte die Art damals noch als eine Unterart von *Chara aspera*.

Im Rahmen der Datenrecherche für diesen Aktionsplan fanden sich auch mehrere historische Nachweise in der Literatur, die als gesichert anzusehen sind: Hohl nennt in Schröter (1932)den Ober- und Untersee des Zürichsees, besonders bei Hurden (heute Freienbach, SZ), als Fundorte für *Chara filiformis*. Auch von Prof. Ernst (Kt. Zürich) wird die Art im Zürichsee bei Bollingen im Kanton St. Gallen angegeben (Ernst, 1904). Diese Daten waren zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Roten Liste 2012 noch nicht bekannt und fehlen daher in der CH-Verbreitungskarte für *Chara filiformis.* Es ist also davon auszugehen, dass *Chara filiformis* früher im Zürichsee vorkam.

In der derzeit gültigen Fassung der Roten Liste der Armleuchteralgen wird *Chara filiformis* noch mit *DD – Ungenügende Datengrundlagen* aufgeführt. Dies hat sich jedoch zwischenzeitlich geändert und die Gefährdungseinstufung sollte mit *EN (endangered – stark gefährdet)* angegeben werden. Auf der Website von Info Flora (2021) ist dies allerdings noch nicht aktualisiert.

Aufgrund ihres Gefährdungsstatus, ihrer derzeit sehr begrenzten Verbreitung und ihrer Bindung an oligo-mesotrophe Grossseen besteht akuter Handlungsbedarf.

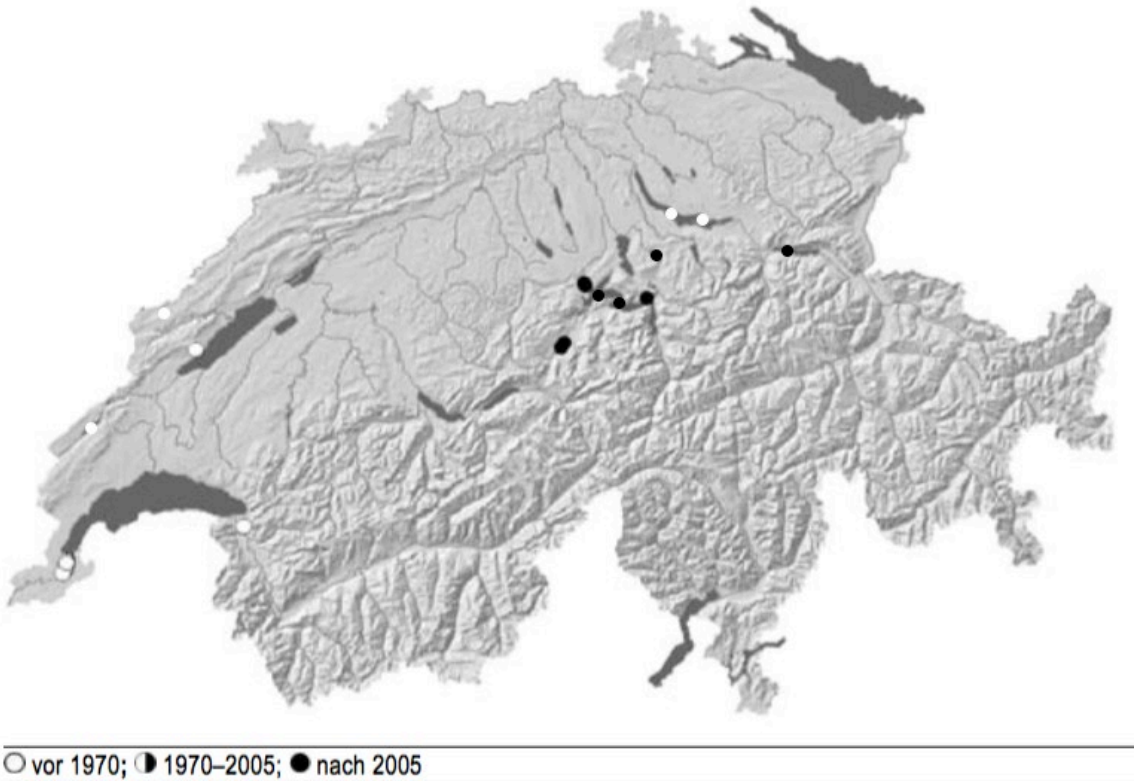

Abb. 2 Aktuelle Verbreitungssituation von *Chara filiformis* H. Hertzsch in der Schweiz. Quelle: Auderset Joye & Schwarzer, 2012, ergänzt.

3. Situation im Kanton Zürich

3.1. Ursprüngliche Vorkommen

Mit grosser Wahrscheinlichkeit ist davon auszugehen, dass *Chara filiformis* im Kanton Zürich früher nur im Zürichsee vorkam. Der Greifensee und der Pfäffikersee waren zu dieser Zeit bereits zu nährstoffreich. Andere Stillgewässer kommen als potenzielle historische Lebensräume für die Art nicht in Betracht.

Wie gross die Bestände im Zürichsee waren, ist nicht bekannt. Eine typische, oligotraphente Begleitart, *Chara tomentosa*, kam früher im nährstoffarmen Zürichsee noch massenhaft vor (Krause, 1997). *Chara filiformis* wird sicherlich regelmässig im Flachwasserbereich im Ober- und Untersee zu finden gewesen sein. Das Ausmass des Rückgangs ist daher vergleichsweise einfach abzuschätzen. Die Art ist im Kanton seit rund 90 Jahren ausgestorben. Es gibt keine Populationen mehr im Zürichsee.

3.2. Neu gegründete Vorkommen

Im Rahmen der seit 2019 begonnenen Förderungsmassnahmen der kantonalen Naturschutzfachstelle wurde 2021 durch Auspflanzung an einem Ansiedlungsort im Kanton Zürich ein neues Vorkommen gegründet (Fachstelle Naturschutz Kanton Zürich, 2021).

3.3. Aktuelle Bestandessituation und Gefährdung

Chara filiformis wird auch in anderen Ländern Europas als «stark gefährdet» oder als «vom Aussterben bedroht» eingestuft (Becker, 2016). Einzig in Schweden existiert bereits ein Hilfsprogramm für *Chara filiformis* (Blindow, 2008).

Aufgrund der (damals) noch ungenügenden Datenlage ist *Chara filiformis* nicht in der Liste der National Prioritären Arten aufgeführt (BAFU, 2011). Berücksichtigt man die gegenwärtige Kenntnislage, wäre sie aber auf jeden Fall ebenfalls eine prioritäre Art mit hoher nationaler Verantwortung und hohem Massnahmenbedarf.

Im Kanton Zürich wird *Chara filiformis* gemäss Expertenbeurteilung als ausgestorben eingestuft. Der Handlungsbedarf ist sehr gross. Angesichts der aktuellen Bestandessituation von *Chara filiformis* in der Schweiz kommt dem Kanton Zürich eine mittlere bis grosse Verantwortung für die Erhaltung dieser Art im Mittelland zu.

4. Umsetzung Aktionsplan

4.1. Ziele

4.1.1. Gesamt- und Zwischenziele

Gemäss dem vom Regierungsrat am 20.12.1995 festgesetzten Naturschutz-Gesamtkonzept sollen die einheimischen Tier- und Pflanzenarten so erhalten werden, dass seltene und heute bedrohte Arten in langfristig gesicherten Beständen vorkommen.

Um dieses Ziel zu erreichen, muss für *Chara filiformis* das unten definierte Gesamtziel erreicht werden.

Gesamtziel

Anzahl Populationen:	16 neue Populationen*
Grösse der Populationen:	8 neue Populationen mit mindestens jeweils 500 Pflanzen**
Bestehende Population:	bestehende angesiedelte Population in Wädenswil vergrössern (auf 7500 Pflanzen)

*einschliesslich der bestehenden angesiedelten Population

**Die Zieleinheit ist die Anzahl Pflanzen, da diese Einheit im Feld auszählbar ist.

Die Ziele werden ab dem Start des Aktionsplanes im Jahr 2022 gerechnet. Erste Massnahmen wurden bereits ab dem Jahr 2019 umgesetzt. Mit der Umsetzung des vorliegenden Aktionsplanes soll in einem Zeitrahmen von 10 Jahren folgendes Zwischenziel erreicht werden:

In der Nähe der bekannten ehemaligen sowie an weiteren geeigneten Wuchsorten im ehemaligen Verbreitungsgebiet sollen neue Vorkommen gegründet werden.

Zwischenziel 2032

Ziel 1	8 neue Populationen
Ziel 2	4 neue Populationen mit mindestens 500 Pflanzen
Ziel 3	4 Populationen mit mindestens 200 Pflanzen
Ziel 4	bestehende angesiedelte Population in Wädenswil mindestens erhalten (5000 Pflanzen)

4.1.2. Zielbegründung

Äussere Ereignisse wie massive Gewässereintrübungen, Trockenfallen, Einleitung von Nähr- und/oder Schadstoffen, mechanische Zerstörung durch Freizeitbetrieb etc. können das Erlöschen von Populationen einer Art bewirken. Eine Anzahl von weniger als 10 Populationen ist daher generell als zu risikoreich zu beurteilen. Kleine Populationen sind besonders gefährdet, auszusterben. Aus populationsökologischer Perspektive sind für das langfristige Überleben allgemein mindestens 5'000-10'000 Pflanzen in vernetzten Beständen erforderlich.

4.2. Erhaltungs- und Förderungsmassnahmen

4.2.1. Bestehende Vorkommen

Es sind keine autochthonen Vorkommen mehr im Kanton Zürich bekannt.

4.2.2. Wiederansiedlungen

Eine spontane Ansiedlung wurde in den vergangenen Jahren nicht festgestellt. Aufgrund der einen bestehenden, angesiedelten Population, der geringen Anzahl und der grossen Distanz (Barrieren) geeigneter aufnahmefähiger Biotope besteht eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit der spontanen Sporenkeimung an einer neuen Stelle. Neue Populationen müssen daher i.d.R. durch Auspflanzung gegründet werden.

Chara filiformis war früher im Zürichsee (Ober- und Untersee) vorhanden. Ansiedlungen sind im ganzen ursprünglichen Verbreitungsgebiet anzustreben, sofern die potenziellen Ansiedlungsstandorte nicht isoliert sind bzw. langfristig isoliert bleiben.

Für die Wiederansiedlung sind folgende Punkte zu beachten:

- rechtlicher Schutz der Ansiedlungsorte: Wiederansiedlungen erfolgen ausschliesslich in unter Naturschutz stehenden Gebieten oder solchen, die in absehbarer Zeit geschützt werden
- Wahl geeigneter Ansiedlungsorte:
  - ehemalige Wuchsorte (wo die Populationen sicher erloschen sind und wo die zum Erlöschen führenden Faktoren beseitigt sind)
  - geeignete Orte gemäss den in Kap. 4.2.3 beschriebenen Faktoren
- die Pflanzen sollen von den biogeographisch nächsten vorhandenen ursprünglichen Populationen stammen, zugleich ist auf eine möglichst grosse genetische Vielfalt zu achten
- Dokumentation

4.2.3. Potenziell geeignete Lebensräume

Für die Art potenziell geeignet sind Bereiche im flachen Seelitoral des Zürichsees, in einer Tiefe zwischen 1,5 und 4 m. Die potenziellen Wuchsorte dürfen nur lückig bewachsen sein. Als potenziell geeignete Sekundärhabitate kommen auch grössere Abgrabungsgewässer (Baggerseen) in Frage, die über Grundwasseranschluss verfügen, flache Litoralbereiche und klares Wasser aufweisen. Bei geeigneten Biotopbedingungen können sich wieder grössere Populationen entwickeln.

Bei der Wiederansiedlung von Populationen sollte die Mehrheit der nachfolgenden Kriterien zutreffen:

Standort:

- flach abfallendes Litoral zwischen 1,5 und 4 m Tiefe
- hohe Sonneneinstrahlung, keine Beschattung durch Röhricht
- keine oder nur geringe Störung durch Freizeitnutzung (Badende, Bootsverkehr)

Boden/Substrat:

- sandig-lehmig oder schlammig, kalkreich
- Gyttia

Wuchsort:

- lückiger Bewuchs
- keine dichten Makrophytenbestände (insbesondere Blütenpflanzen)
- Auspflanzungen wenn möglich in konkurrenzarmen/-freien Bereichen
- keine Konkurrenz durch fädige Grünlagen während der Vegetationsperiode

Wasser:

- mindestens mesotroph (oligotroph-mesotroph oder oligotroph)
- klar, mit sommerlicher Sichttiefe nicht unter 4 m
- keine Verschmutzungseinflüsse (Einleiter etc.) in der Nähe der Auspflanzungsstelle

Pflege:

- bei Beachtung der o.g. Kriterien keine Pflege der submersen Wuchsorte erforderlich

4.2.4. Optimale Pflege der Lebensräume

An Orten mit Vorkommen von *Chara filiformis* dürfen keine Eingriffe (inkl. Pflegemassnahmen) ohne Rücksprache mit bzw. Bewilligung der Fachstelle Naturschutz vorgenommen werden.

Hydrologie und Hydrochemie dürfen auch im Umfeld nicht negativ beeinflusst werden. Es muss darauf geachtet werden, dass Naherholung und Freizeitnutzung an den Ansiedlungsstellen zu keinem übermässigen Nutzungsdruck führen. Dauerhafte Wassertrübung an den Wuchsstellen ist unbedingt zu vermeiden.

Wuchsorte mit Chara *filiformis* können sehr artenreich sein und einige gefährdete Makrophyten (nicht nur Characeen, sondern auch Phanerogamen) finden dort geeignete Habitate zum Überleben. Von einer Förderung dieser Art profitieren quasi als «Mitnahmeeffekt» noch folgende gefährdeten Wasserpflanzen unmittelbar:

Chara aspera, Chara tomentosa, Potamogeton filiformis, Potamogeton friesii, Tolypella glomerata.

5. Erfolgskontrolle

5.1. Erfolgskontrolle Aktionsplan

5.1.1. Methode

Bei angesiedelten Populationen sind anfangs engere Kontrollabstände vorgesehen, die mit der Zeit grösser werden. In besonderen Einzelfällen (beispielsweise zur Sicherstellung einer geeigneten Pflege) können zur Überwachung der Entwicklung eines neuen Wuchsortes über einen Zeitraum von 4 Jahren (resp. 2 Jahren nach Ansaaten) Ansiedlungsbegleitungen ausgeführt werden. Insgesamt werden folgenden Kontroll-Frequenzen angewendet. In begründeten Fällen sind Ausnahmen möglich.

Anwendungsfall	**Kontrolljahre (=Anz. Jahre nach Start/Ansiedlung)**
Angepflanzte Teilpopulation	2, 6, 14, 22
Ansiedlungsbegleitung nach Anpflanzung	1 – 2 x in den ersten 4 Jahren (falls nötig bis zu 4 x einschliesslich der regulären Kontrolle im 2. Jahr)
Ausgebrachte Teilpopulation (Jungpflanzen oder Sporen)	6, 8, 12, 20
Ansiedlungsbegleitung nach Ausbringung	1 oder 2

Für die Bestandes- und Wirkungskontrollen wird innerhalb der einzelnen Teilflächen jeweils die zielrelevante Einheit (Anzahl der Pflanzen) gezählt oder geschätzt sowie Deckungsgrad, mittlere Wuchshöhe, Fertilität und Angaben zur Konkurrenz notiert (siehe Checkliste in Anhang A).

Es ist anzustreben, die Randlinien der Bestände als Polygone mit GPS einzumessen und in ein geographisches Informationssystem zu übertragen. Zudem sollten die Standortfaktoren der Populationen ermittelt und mit den Populationsentwicklungen in Beziehung gesetzt werden.

5.1.2. Erfolgsbeurteilung

Der Erfolg der Umsetzung des Aktionsplanes wird an der Erreichung der Gesamtziele sowie der Zwischenziele für den Zeitraum von 10 Jahren (Kap. 4.1.1) gemessen.

Es wird davon ausgegangen, dass nach einem Jahr ein Zehntel dieser Ziele erreicht werden sollte, d.h. die Zielerreichung wird in Abhängigkeit der verstrichenen Zeit beurteilt. Dabei kommt die folgende Skala zur Anwendung:

Beurteilungsskala

sehr erfolgreich	alle vier Ziele wurden erreicht
erfolgreich	3 Ziele wurden erreicht
mässig erfolgreich	2 Ziele wurden erreicht
wenig erfolgreich	1 Ziel wurde erreicht
nicht erfolgreich	kein Ziel wurde erreicht

5.1.3. Interventionswerte

Ein dringender Handlungsbedarf entsteht, wenn künftig ein Rückgang um 25% oder mehr der Fläche der einzelnen (Teil-) Populationen oder der Anzahl Pflanzen des Gesamtbestandes festgestellt wird. Als Massnahmen bieten sich dann an: Auslichten oder Konkurrenten entfernen, neue Ansiedlungsflächen auswählen.

5.2. Erfolgsbeurteilung der bisherigen Massnahmen

5.2.1. Massnahmen allgemein

Im Allgemeinen stehen Schutzprogramme für Characeen noch ganz am Anfang, obwohl diese von wissenschaftlicher Seite bereits seit Jahren gefordert werden, da die Mehrzahl der Arten aus dieser Artengruppe europaweit stark unter Druck steht (z.B. Stewart, 2004). Meist gingen die bisherigen Bemühungen im konkreten Fall nicht über eine Ausweisung von Schutzgebieten/Schutzzonen hinaus. Gegenwärtig stehen Wiederansiedlungsprogramme und Populationstransplantationen im wissenschaftlichen Fokus (vgl. Blindow et al., 2021).

Einzig in Schweden besteht ein konkretes Schutzprogramm für 10 gefährdete Characeen-Arten, darunter *Chara filiformis* (Blindow, 2009; Zinko, 2017). Dort ist die Art lediglich aus einem einzigen See in Südschweden bekannt, der unter Eutrophierungseinflüssen leidet. Die vorgeschlagenen Massnahmen zielen auf eine umfassende Restaurierung des Sees ab, auch «Transplantationsmassnahmen» werden für die Art vorgeschlagen (Blindow, 2008). Der aktuelle Stand der Umsetzung ist nicht bekannt.

5.2.2. Wiederangesiedelte Populationen

Um die Art zu fördern, sind Wiederansiedlungen auf geeigneten Flächen im Zürichsee wichtig. Aus diesem Grund wurde bereits 2019 ein erster Wiederansiedlungsversuch mit einer kleinen Startpopulation im Zürichsee unternommen. Die nachfolgende Kontrolluntersuchung in 2020 erbrachte kein positives Ergebnis. Die Art war an der Ansiedlungs-Stelle verschwunden, weil sie durch andere Characeen-Arten komplett überwuchert worden war, was zum Aussetzungszeitpunkt nicht zu erwarten war.

Eine weitere Ansiedlung wurde im September 2021 ebenfalls im Zürichsee unternommen. Die Makrophytenkonkurrenz an dieser Stelle war gering, lediglich Einzelpflanzen von *Myriophyllum spicatum* und *Chara contraria* waren vorhanden. Die Ausbringung sollte 2023 kontrolliert werden.

In einem separaten Steckbrief werden Erfahrungen aus bisherigen und zukünftigen Massnahmen zusammengestellt und laufend aktualisiert (auf Nachfrage erhältlich).

5.2.3. Weiteres Vorgehen

Da es eine ausreichend grosse «Spenderpopulation» für *Chara filiformis* im Walensee gibt, sollte in Zukunft in erster Linie auf diese zurückgegriffen werden. Die Keimung aus Oosporen oder Sprossstücken ist zwar möglich, jedoch aufwändig und kostenintensiv. Es wird daher eine Auspflanzung ausgewachsener Pflanzen, die möglichst auch Sporen tragen, favorisiert. Da Characeen praktisch nur über sehr kurze, rudimentäre Wurzeln (Rhizoide) verfügen, ist eine Entnahme mitsamt Substrat unproblematisch. Einzig auf den Entnahmezeitpunkt sollte geachtet werden, damit Pflanzen mit Sporen entnommen werden können (je nach Witterung im Laufe des August).

Die entnommenen Pflanzen können in einem Vermehrungsgarten im Kanton Zürich in geeigneten Behältern (Kunststoffboxen mit Fassungsvermögen von 30l) zwischengehältert oder direkt nach der Entnahme aus dem Ursprungsgewässer (Walensee) an die ausgewählten Wuchsorte im Zürichsee eingesetzt werden. Aufgrund der Arbeiten in Wassertiefen bis zu 4 m ist dabei eine Tauchausrüstung (Pressluft) notwendig.

Da derzeit der Zürichsee als einziger natürlicher Grosssee über geeignete Wuchsbedingungen für *Chara filiformis* verfügt, ist auch eine Ansiedlung in geeigneten Sekundärbiotopen im Kanton Zürich zu prüfen. Grössere, nährstoffarme Abgrabungsgewässer (Baggerseen), die sich in einem frühen Sukzessionsstadium befinden, sind die einzigen Gewässer, die dafür in Frage kommen. Weitere Voraussetzungen sind Grundwasseranschluss, klares Wasser sowie fehlender Besatz von benthivoren Cypriniden. Eine Ausweisung als Schutzgebiet ist ebenfalls unabdingbare Voraussetzung.

6. Literatur / Quellen

Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands, 2016. Armleuchteralgen, Die Characeen Deutschlands. Springer, Berlin.

Auderset Joye, D. & A. Schwarzer, 2012. Rote Liste Armleuchteralgen. Gefährdete Arten der Schweiz. Stand 2010, Bundesamt für Umwelt Bern, LEBA Universität Genf. Umwelt-Vollzug Nr. 1213.

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.

Becker, R., 2016. Gefährdung und Schutz von Characeen. In: Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands.Armleuchteralgen, Die Characeen Deutschlands. Springer, Berlin, 149-192.

Blindow, I., 1992. Decline of charophytes during eutrophication: a comparison to angiosperms. Freshwater Biology, Nr. 28, 9-14.

Blindow, I., 2008. Schwedische Artenschutzprogramme für bedrohte Characeen. Rostocker Meeresbiologische Beiträge, Nr. 19, 23-28.

Blindow, I., 2009. Åtgärdsprogram för hotade kransalger: Arter i kalkrika sjöar 2008–2011. Trådsträfse (*Chara filiformis*), spretsträfse (*Chara rudis*), stjärnslinke (*Nitellopsis obtusa*). Report 5848, Naturvårdsverket, Stockholm.

Blindow, I., Carlsson, M. & K. van de Weyer, 2021. Re-Establishment Techniques and Transplantations of Charophytes to Support Threatened Species. Plants, Nr. 10(9), 1830.

Ernst, A., 1904. Die Stipularblätter von *Nitella hyalina* DC. Ag. Vierteljahresschrift der naturforschenden Gesellschaft Zürich, Nr. 49(1-2), 64-114.

Fachstelle Naturschutz Kanton Zürich, 2021. Aktionsplan Flora Datenbank Kanton Zürich, apflora.ch, Stand 2021.

Holzhausen, A., Porsche, C. & H. Schubert, 2017. Viability assessment and estimation of the germination potential of charophyte oospores: testing for site and species specivity. Botany Letters, Nr. 165.

Info Flora, 2021. Das nationale Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flora: *Chara filiformis* H. Hertzsch. https://www.infoflora.ch/de/flora/chara-filiformis.html (abgerufen am 10.12.2021).

IKSR - Internationale Kommission zum Schutz des Rheins, 2013. Aktueller Kenntnisstand über mögliche Auswirkungen von Änderungen des Ablussgeschehens und der Wassertemperatur auf das Ökosystem Rhein und mögliche Handlungsperspektiven. Kaiserin-Augusta-Anlagen, Koblenz.

Kabus, T. & R. Mauersberger, 2011. Liste und Rote Liste der Armleuchteralgen (Characeae) des Landes Brandenburg 2011. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg, Nr. 20(4), Beilage.

Korte, E., Krautkrämer, V., Pätzold, F. & K. van de Weyer, 2010. Brackwasser-Armleuchteralge (*Chara canescens*) und Faden-Armleuchteralge (*Chara filiformis*) im Borkener See. Zwei bemerkenswerte Neunachweise für Hessen. Botanik und Naturschutz in Hessen, Nr. 23, 55-62.

Krausch, H.-D., 1964. Die Pflanzengesellschaften des Stechlinseegebietes I: Die Gesellschaften des offenen Wassers. Limnologica, Nr. 2, 145-203.

Krausch, H.-D., 1969. Geobotanische Exkursionen in die Niederlausitz, das Odertal, zum Plagefenn bei Chorin und in andere brandenburgische Lanschaften. Lehrerbriefe für das Fernstudium der Lehrer, Pädagogische Hochschule Potsdam.

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

Müller, J., 1881. Les characées genevoises. Bulletin des travaux de la société botanique de Genève pendant les années 1879-1880, 42-93.

Schröter, C., 1932. Die Flora des Zürichsees. Jahrbuch Zürichsee 1932, 87-129.

Schwarzer, A., 2010. Die Armleuchteralgenbelege (Charales) des Bündner Naturmuseums – Geschichte, Ökologie und wissenschaftliche Bedeutung. Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden, Nr. 116, 91-98.

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

Sinkevičienė, Z., 2019. Peculiarities of *Chara filiformis* (Charales, Charophyceae) distribution and oospore sizes in Lithuania. Webbia, Nr. 74(1), 133-138.

Sinkevičienė, Z. & I. Trainsauskaite, 1973. Ecology of Charophytes occuring in Lithuania. In: Jankeviciusk. (Hrsg.): Charophyta and their use in the investigations of the biological processes of cells. Proceedings of the Soviet Union symposium on investigations of Charophytes. Vilnius, 104-118.

Stewart, N., 2004. Important Stonewort Areas. As assessment of the best areas for stoneworts in the United Kingdom. Plantlife International, Salisbury.

Suško, U., 2010. Macrophyte flora and vegetation of lake RIČU. Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, Supplement 2, 79-96.

Teppke, M., 2016. 12.10 *Chara filiformis*. In: Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands. Armleuchteralgen, Die Characeen Deutschlands. Springer, Berlin.

Urbaniak, J. & M. Gabka., 2014. Polish charophytes. An ilustrated guide to identification. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Wroclaw.

Wood, R.D., 1962. New combination and taxa in the revision of the Characeae. Taxon, Nr. 11, 7-25.

Zinko, U., 2017. Kunskapsuppbyggande program—15 hotade makrofytarter i permanenta vatten. Havs-och Vattenmyndighetens Rapport 2017, Nr. 6.

Zviedre, E., 2007. Genus *Chara* L. in Latvia –freshwater species and their identification. Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis, Nr. 7(2), 139-147.