

> Rote Liste Armleuchteralgen

Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

FACULTÉ DES SCIENCES
Laboratoire d'écologie
et de biologie aquatique

> Rote Liste Armleuchteralgen

Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010

With summary in English

Herausgeber:
Bundesamt für Umwelt BAFU
Laboratoire d'Ecologie et de Biologie Aquatique der Universität Genf
Bern, 2012

Rechtlicher Stellenwert dieser Publikation

Rote Liste des BAFU im Sinne von Artikel 14 Absatz 3 der Verordnung vom 16. Januar 1991 über den Natur- und Heimatschutz (NHV; SR 451.1) www.admin.ch/ch/d/sr/45.html.

Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BAFU als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und soll eine einheitliche Vollzugspraxis fördern. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfen, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen; andere Lösungen sind aber auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind. Das BAFU veröffentlicht solche Vollzugshilfen (bisher oft auch als Richtlinien, Wegleitungen, Empfehlungen, Handbücher, Praxishilfen u.ä. bezeichnet) in seiner Reihe «Umwelt-Vollzug».

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU) des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK);
Laboratoire d'écologie et de biologie aquatique (LEBA) der Universität Genf

Autoren

Dominique Auderset Joye, Université de Genève
Arno Schwarzer, ecole-gis, Lüsslingen
in Zusammenarbeit mit Jean-Bernard Lachavanne, Raphaëlle Juge, Anthony Lehmann, Université de Genève

Begleitung BAFU

Francis Cordillot, Arten, Ökosysteme, Landschaften

Zitierung

Auderset Joye D., Schwarzer A. 2012: Rote Liste Armleuchteralgen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern und Laboratoire d'écologie et de biologie aquatique (LEBA) der Universität Genf. Umwelt-Vollzug Nr. 1213: 72 S.

Übersetzung

Francis Cordillot, Worblaufen

Gestaltung

Ursula Nöthiger-Koch, Uerkheim

Titelbild

Chara tomentosa im Vierwaldstättersee, Arno Schwarzer

Bezug der gedruckten Fassung und PDF-Download

BBL, Vertrieb Bundespublikationen, CH-3003 Bern
Tel. +41 (0)31 325 50 50, Fax +41 (0)31 325 50 58
verkauf.zivil@bbl.admin.ch
Bestellnummer: 810.100.092d, kostenlos
www.bafu.admin.ch/uv-1213-d

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar.

© BAFU/UniGE 2012

> Inhalt

Abstracts	5
Vorwort	7
Zusammenfassung	8
Summary	9

1	Einleitung	10
----------	-------------------	-----------

2	Empfehlungen für Massnahmen	12
----------	------------------------------------	-----------

3	Einstufung der Arten	14
3.1	Übersicht	14
3.2	In der Schweiz ausgestorben (RE)	15
3.3	Vom Aussterben bedroht (CR)	19
3.4	Stark gefährdet (EN)	22
3.5	Verletzlich (VU)	28
3.6	Potenziell gefährdet (NT)	35
3.7	Nicht gefährdet (LC)	36
3.8	Ungenügende Datengrundlagen (DD)	38
3.9	Gefährdungskategorie nach Lebensraum	40
3.10	Vergleich mit Roten Listen des Auslands	42

4	Artenlisten mit Gefährdungskategorien	43
----------	--	-----------

5	Interpretation und Diskussion der Roten Liste	45
5.1	Charakteristika der Armleuchteralgen	45
5.2	Datenquellen	46
5.3	Bewertungsmethode	47
5.4	Wichtigste Gefährdungsursachen	47
5.5	Entwicklung der Vorkommen (<i>trend</i>)	49

Anhang	51
A1 Nomenklatur und Taxonomie	51
A2 Vorgehen bei der Erstellung der Roten Liste	52
A3 Die Roten Listen der IUCN	58
A4 Dank	66

Literatur	68
Spezifische Studien	70

> Abstracts

The red list of threatened Characeae 2010 is the first list of endangered macroalgues published in Switzerland. It contains a list of all Characeae identified on Swiss territory, classified by category of threat according to the IUCN criteria. Out of 25 species identified in Switzerland to date, four species are regionally extinct (RE), four are critically endangered (CR), six are endangered (EN), and six are vulnerable (VU). More than 87 % of Switzerland's stonewort species with sufficient data were included on the red list, 17 % are extinct in Switzerland, and 70 % are species at extinction risk and listed in categories CR to VU.

Keywords:

Red List,
threatened species,
species conservation,
macroalgae,
stoneworts

Es ist die Erstausgabe der Roten Liste der gefährdeten Armleuchteralgen (Characeae) in der Schweiz. Darin sind alle bisher in der Schweiz festgestellten Characeenarten mit dem entsprechenden Gefährdungsgrad aufgrund der IUCN-Kriterien aufgeführt. Von den bekannten 25 einheimischen Arten sind 4 verschollen oder ausgestorben, 4 vom Aussterben bedroht, 6 stark gefährdet und 6 gefährdet. Somit stehen von den Schweizer Vertretern dieser Grossalgenfamilie mit ausreichender Datengrundlage 87 % auf der Roten Liste, wobei 17 % verschwunden (RE) und 70 % der vorkommenden Arten den Gefährdungskategorien «vom Aussterben bedroht» (CR) bis «gefährdet» (VU) zugeordnet sind.

Stichwörter:

Rote Liste,
gefährdete Arten,
Artenschutz,
Makroalgen,
Armleuchteralgen

La liste rouge 2011 des characées (Characeae) est la première liste de macroalgues menacées publiée en Suisse. Sur les 25 espèces recensées à ce jour sur le territoire helvétique, 23 ont été classées par catégorie selon les critères de menace de l'UICN. Il en résulte que 4 espèces indigènes sont considérées comme éteintes en Suisse (RE), 4 au bord de l'extinction (CR), 6 en danger (EN) et 6 vulnérables (VU). Ainsi, 87 % des représentants de cette famille de macroalgues à données suffisantes sont inscrits sur la liste rouge, dont 17 % portées disparues en Suisse (RE) et 70 % répertoriées dans les catégories «au bord de l'extinction» (CR) à «vulnérable» (VU).

Mots-clés:

liste rouge,
espèces menacées,
conservation des espèces,
macroalgues,
characées

La Lista Rossa delle caracee a rischio in Svizzera è alla sua prima edizione. Vi figurano tutte le specie di caracee censite sul territorio elvetico fino ad oggi, classificate in diverse categorie di minaccia secondo i criteri dell'UICN. Delle 25 specie indigene censite, 4 sono estinte, 4 in pericolo d'estinzione, 6 fortemente minacciate e 6 vulnerabili. Pertanto ben l'87 % delle specie svizzere, con dati sufficienti, appartenenti a questa famiglia di macroalghe figura nella Lista Rossa, il 17 % è stato classificato come estinto (RE) e il 70 % di quelle esistenti è stato assegnato alle categorie di minaccia da «in pericolo d'estinzione» (CR) a «vulnerabile» (VU).

Parole chiave:

Lista Rossa,
specie minacciate,
conservazione delle specie,
macroalghe,
caracee

> Vorwort

Für die meisten Menschen an Land bleibt die biologische Vielfalt unter Wasser eine unbekannte Welt. Beim Baden in naturnahen Gewässern kommt man vielleicht mit Wasserpflanzen und Algen in Berührung, was nicht unbedingt positiv wahrgenommen wird. Obwohl Algenbestände gewöhnlich nicht besonders attraktiv aussehen, stellen sie für zahlreiche wirbellose Tierarten und Fische lebenswichtige Lebensräume dar. Armleuchteralgen (Characeen) reagieren sehr empfindlich auf Veränderungen im Lebensraum und sind daher ausgezeichnete Bioindikatoren für den Zustand der Oberflächengewässer.

Die Abschätzung des Gefährdungstatus von Organismen wurde schon bei verschiedenen Artengruppen angewendet. Diese Publikation vermittelt die erste Einstufung des Aussterberisikos der Armleuchteralgen in der Schweiz. Das wissenschaftlich begründete Verfahren verwendet Gefährungskriterien und Kategorien der Weltnaturschutzorganisation IUCN und eignet sich für einen Vergleich in zehn Jahren, wenn die erste Revision fällig wird.

Die seit den 1960er-Jahren erfolgten Massnahmen im Gewässerschutz vermochten die Gefahr des Aussterbens von einigen Vertretern dieser Algenfamilie noch nicht zu bannen. Diese Algen reagieren sensibel auf Nährstoffüberschüsse im Wasser, auf die Zerstörung ihres Habitats und der natürlichen Strukturen in Ufernähe, auf den Verlust der Wasserdynamik besonders in Auen und genauso wie andere Lebewesen auf die Entwicklung der Landschaft. Die Auswirkungen zeigen sich am hohen Anteil der Rote-Liste-Arten (87 %) in dieser kleinen Algengruppe, im ähnlichen Ausmass wie bei den anderen ans Wasser gebundenen Artengruppen, wie die Amphibien (78 %), die Fische und Rundmäuler (58 %) oder die Brutvögel der Feuchtgebiete und Gewässer (68 %).

Das Signal des Bestandesrückgangs der vielen Gewässerarten ist ernst zu nehmen. Die Situation sollte zu mehr Massnahmen motivieren, um die Belastungen der betroffenen Lebensräume nachhaltig reduzieren zu können. Die Lagebeurteilung unterstreicht ebenso die Notwendigkeit der Erhaltung und Förderung der Artenkenntnisse über die Characeen. Das verlangt nicht nur mehr Wissen durch Forschung und die Aneignung eines Bewusstseins über unser heimatliches Naturgut, sondern auch die Förderung der Artenkenntnisse. Die nächste Rote-Liste-Revision wird zeigen, ob ausreichend Rücksicht auf die Lebensansprüche der aquatischen Lebewesen genommen worden ist.

Willy Geiger
Vizedirektor
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

> Zusammenfassung

ArMLEUCHTERALGEN bzw. Characeen besiedeln in der Schweiz eine Vielfalt von aquatischen Lebensräumen: Grossseen, Stillgewässer in Auengebieten, Flachmoore, Tümpel und sogar langsam fliessende Gewässer. Gewisse Arten bevorzugen das Flachwasser, andere besiedeln tiefgründige Seen bis zu einer Tiefe um 12 m. Diese Makroalgen kommen zwar von der kollinen bis zur alpinen Höhenstufe vor, jedoch in höchster Artenvielfalt in den Tieflagen, besonders in Lebensräumen mit geringen bis mittleren Nährstoffgehalten.

Die Rote Liste der Armleuchteralgen in der Schweiz verwendet die Gefährungskriterien und -kategorien der Weltnaturschutzunion (IUCN 2001, 2003). Die Abschätzung des Aussterberisikos der Arten stützt sich auf alle erhältlichen Beobachtungen seit dem 18. Jahrhundert bis ins Jahr 2005, zuzüglich der neuen Feldbeobachtungen für das Rote-Liste-Projekt von 2006 bis 2009.

Die Mehrheit der 23 in der Schweiz ausreichend dokumentierten Characeenarten steht auf der Roten Liste, nämlich 20 Arten bzw. 87 %, wovon 4 seit 70 Jahren keinen Wiederfund mehr verzeichnen (Kategorie «in der Schweiz ausgestorben» (RE)). Vom Aussterben bedroht (CR) sind 4 Arten, wovon 3 erst neuerdings an einem einzigen Standort wieder entdeckt und *Nitella tenuissima* letztmals 1992 nachgewiesen wurden. Andere 6 Arten sind «stark gefährdet» (EN) und 6 weitere «verletzlich» (VU). 1 Art ist «potenziell gefährdet» (NT) und 2 weitere sind als «nicht gefährdet» (LC) eingestuft. Ferner gibt es 2 Arten, die keine ausreichende Datengrundlage für die Bewertung (DD) aufweisen.

Hauptursachen für den Rückgang der Characeen sind die Gewässereutrophierung, der Verlust an Lebensraum und Qualität sowie der Verlust an Wasserdynamik der Fliessgewässer (u.a. durch Begradigungen, Wasserstandsregulierungen) und der Stillgewässer (Wasserstandstabilisierung auf Kosten der Zone im Schwankungsbereich der Wasserlinie, dem sog. Eulittoral). Die Ergebnisse zeigen, dass das Aussterberisiko für habitatgebundene Arten besonders gross ist. Die gefährdetsten Arten in der Schweiz gehören zur Gattung *Nitella*, wovon einige einjährige Arten sind, die sich in kleinflächigen Tümpeln mit neutralem bis leicht saurem Süsswasser niedriger Härte vermehren. Informationen über die Ökologie von Tümpeln gibt es noch kaum.

> Summary

The green algae of Characeae colonise in Switzerland different aquatic environments: large lakes, stretches of water on alluvial plains, fens, vernal pools and, sometimes, slow-flowing streams. While certain species display a preference for shallow waters, others are more likely to colonise deep lakes, currently up to around 12 m in depth. The species, which are found in habitats ranging from the colline to Alpine zones, display maximum diversity in low-altitude habitats with a low to average nutrient content.

The Liste Rouge des Characées de Suisse (Red List of Swiss Characeae) was compiled using the criteria and categories proposed by the International Union for Conservation of Nature (2001, 2003). The evaluation of the scale of the threat to the species was carried out on the basis of all of the data available from the 18th century to 2005 and new data collected specifically with a view to the creation of the red list (2006–2009).

Of the 25 species likely to be found in the country, 23 could be evaluated. The assessment shows that the majority (87 %) of 20 species is currently included in the red list, are, four of them have not been seen in the country for 70 years at least (category «regionally extinct» (RE)). Among the four species classified as «critically endangered» (CR), three were recently observed in a single site; the last sighting of *Nitella tenuissima* dates from 1992. Among the other species on the list, six are classified as «endangered» (EN) and six as «vulnerable» (VU). One species is «near threatened» (NT) and two others are considered as «least concern» (LC). Finally, it was not possible to evaluate two of the species due to a lack of sufficient information; these are classified, therefore, as «data deficient» (DD).

The factors that threaten the survival of the Characeae are eutrophication, habitat loss and degradation and low dynamics in watercourses (damming, modification of the hydrological regime etc.) and water bodies (regulation of the water level which reduces the eulittoral zone). The results of the survey show that the risk of the decline in populations is greater in specialist species. The most threatened species of Characeae in Switzerland belong to the genus *Nitella*, several of which are annual plants that reproduce in shallow temporary freshwater habitats which are weakly calcareous or neutral to slightly acidic. Very little data are available on these species.

1 > Einleitung

Das Erstellen der Roten Listen hat eine Grundlage im Bundesgesetz vom 1. Juli 1966 über den Natur- und Heimatschutz (NHG; SR 451), sodann im «Biotopschutzartikel» 14 Absätze 3 und 5 der Verordnung zum Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz vom 16. Januar 1991 (NHV; SR 451.1) und dient unter anderem der Schaffung von Schutzzonen nach Artikel 17 des Bundesgesetzes über die Raumplanung vom 22. Juni 1979 (RPG; SR 700).

Die vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) publizierten oder anerkannten Roten Listen sind ein wichtiges Instrument für die Politik des Natur- und Landschaftsschutzes in der Schweiz. Sie sind Kennarten zur Bewertung von Lebensräumen oder zur Bezeichnung von schutzwürdigen Biotopen (Art.14 Abs. 3 der Natur- und Heimatschutzverordnung, NHV; SR 451.1; www.admin.ch/ch/f/sr/451_1.html).

Rote Listen sind ein Hilfsmittel für:

- > die Wirkungskontrolle von Naturschutzmassnahmen;
- > die Evaluation des Einflusses von raumplanerischen Massnahmen auf die Umwelt;
- > die Bezeichnung von prioritären Arten, für welche die Ausarbeitung von besonderen Aktionsplänen nötig ist;
- > die Sensibilisierung der Öffentlichkeit für den Schutz von Arten und ihrer Lebensräume;
- > die Einschätzung des internationalen Gefährdungsstatus der Arten und die Definition von prioritären Erhaltungszielen auf dem europäischen Kontinent;
- > die kurz- bis langfristige Überwachung des Zustands und Bewertung der Qualitätsentwicklung der Oberflächengewässer anhand eines biotischen Indexes wie sie das Modelstufen-Konzept (MSK) für Fliessgewässer verwendet und für Seen vorsieht.

Diese Schrift ist die Erstausgabe der Roten Liste der Armleuchteralgen in der Schweiz. Für die Abschätzung ihres Gefährdungszustands kamen die Kriterien und Kategorien der Weltnaturschutzunion zur Anwendung (IUCN 2001, 2003). Die Beurteilung stützt sich auf eine statistische Analyse der für jede einzelne Art derzeit verfügbaren Verbreitungsdaten ab. Damit soll eine möglichst objektive Einschätzung der Lage gewährleistet sein.

Die Probenahmestrategie und das Feldaufnahmeprotokoll für die Prüfung und Ergänzung der verfügbaren Daten sowie die statistische Auswertungsmethode für die Erstellung dieser Roten Liste wurden von A. Lehmann und D. Auderset Joye festgelegt. Die Feldarbeiten haben D. Auderset Joye (operative Koordination), A. Schwarzer, J. Détraz-Méroz, R. Juge und J.-B. Lachavanne mit der Unterstützung von Mitarbeitern durchgeführt. Die Bestimmung der Arten und ihre Einstufung in die Gefährdungskategorien sowie das Abfassen der Texte haben D. Auderset Joye und A. Schwarzer be-

sorgt. J.-B. Lachavanne war zuständig für die administrative Projektleitung und die Durchsicht des Manuskripts mit R. Juge.

Im Dokument werden zuerst Empfehlungen für die Erhaltung der Armleuchteralgen aufgeführt. Dann folgen die Evaluationsergebnisse, besonders ausführlich für die Rote-Liste-Arten. Das verwendete Verfahren zur Einstufung der Arten in die Gefährdungskategorien sowie die massgebenden Anpassungen der Expertinnen und Experten sind im Anhang A2 erläutert.

2 > Empfehlungen für Massnahmen

Characeen sind Grossalgen (Makroalgen), die eine Vielfalt von aquatischen Lebensräumen von der kollinen bis in die alpine Höhenstufe besiedeln: Seen, Weiher, Kiesgruben, Moore, Bachgraben, Hochmoor-Schlenken sowie langsam fliessende Gewässer und Abflussrinnen mit langsamer Fliessgeschwindigkeit (siehe 5.1). Die Abschätzung des aktuellen Aussterberisikos zeigt, dass die meisten Arten in der Schweiz bedroht sind.

Trotz der bisherigen Verbesserungen des physikalisch-chemischen Zustands der Seen und Flüsse in der Schweiz, besonders im Mittelland, konnten gewisse Characeenarten nicht mehr beobachtet werden. Andere Arten halten sich mit Mühe und finden kaum Ersatzstandorte. Diese Arten werden nur mit zusätzlichen Massnahmen zur Anhebung der örtlichen Wasserqualität erhalten werden können. Dies gilt besonders für diejenigen in den ufernahen Flachwasserbereichen (Littoralzone), die den punktuellen oder diffusen Verunreinigungen und Nährstoffeinträgen direkt ausgesetzt sind. Zudem müssen günstige Ansiedlungsbedingungen für Wasserpflanzen wiederhergestellt werden (ökomorphologische Renaturierungen und Abflachung der Uferbereiche), eine Verlängerung der Uferlinie durch Einbuchtungen, die Schaffung von vor Wind und Wellenschlag geschützten Flachwasserbereichen, ferner auch Lagunenbereiche und Pufferzonen, zudem ein Mindestmass von natürlichen Wasserstandsschwankungen in Seen, um dort die Artenvielfalt wieder zu erlangen, mit Arten wie *Chara tomentosa*, *Chara hispida*, *Nitellopsis obtusa*, *Tolypella glomerata* und *Nitella opaca*.

Seen und Flüsse

Aufgrund der bisherigen Beobachtungen und Nachweisen aus der Literatur kolonisieren die am stärksten gefährdeten Armleuchteralgenarten vorzugsweise kleine stehende Gewässer (Tümpel), die im Sommer über kurze oder längere Zeit trockenfallen (jährlich oder in kürzeren Intervallen). Ihr Wasser ist pH-neutral bis sauer (*Nitella gracilis*) oder eher alkalisch (*N. capillaris* und *N. mucronata*, *Tolypella intricata* und *T. glomerata*). Diese hochspezialisierten Arten haben die Eigenschaft, nach Jahren der unscheinbaren Überdauerung wieder in Erscheinung zu treten; vorausgesetzt, dass der Standort inzwischen nicht völlig durch Blütenpflanzen erobert worden ist. Eine periodische Entfernung der Krautschicht im Schwemmbereich der seichten Tümpel kann als Massnahme für diese speziellen Arten empfohlen werden, vor allem in Schutzgebieten. Kleinflächige, abschnittsweise Eingriffe in Flachwasserbereiche mit günstigen Voraussetzungen für das Aufkommen und die Entwicklung solcher auf Tümpel spezialisierten Algen, wirken sich förderlich aus und sind daher empfehlenswert. Besonders die Pionierarten darunter profitieren durch die Herstellung von vegetationsfreien Bereichen und Dellen in Flachmooren, die gelegentlich unter Wasser stehen.

Tümpel

Besonders gefährdete Characeenarten wie *Nitella confervacea*, *N. tenuissima*, *Tolypella glomerata* und *T. intricata* kommen auch in Auengebieten vor. Die Hochwasserdynamik der Auen schichtet periodisch das Substrat um und bildet verschiedenartige neue Wasserstellen, die mehr oder weniger in Verbindung mit dem Fluss stehen und günstige Voraussetzungen für diese Arten bieten. Die Wasserstände in den neu gebildeten

Pionierflächen in Auen

Auengewässern sind abhängig vom Fluss-Grundwasser, von Überschwemmungen durch Hochwasser oder von seitlichen Zuflüssen. Besonders Quellwasseraufstösse (Giessen) bieten gute Voraussetzungen für Algenarten, die mineralhaltiges Wasser und sandige oder schlufige Substrate bevorzugen wie *Chara hispida*, *C. intermedia* und *C. polyacantha* (Bornette et al. 1996). Je nach Alter und Eigenschaften des Standorts können diese Arten sich halten oder durch die Flusssdynamik neu entstandene Flächen besiedeln. Wo diese nicht mehr gegeben ist, müssen Ersatzmassnahmen getroffen werden. Besonders im Flachland, wo ursprüngliche Auenlandschaften in Berührung mit Grundwasservorkommen stehen, empfiehlt sich die Schaffung von Tümpeln und Weihern als Ersatzlebensräume zwecks Förderung von Armleuchteralgen. Es ist in jedem Fall dafür zu sorgen, dass eine Pufferzone z. B. in der Gestalt eines Walls geschaffen wird, um sie vor eventuellen Nährstoffzuflüssen (Phosphor, Stickstoff) abzusichern.

Sekundärstandorte wie Kiesgrubenweiher oder Baggerseen bilden wertvolle Refugien für mehrere Characeenarten wie *Chara hispida*, *C. intermedia* und *Nitella syncarpa*. Nach Aufgabe der Abbautätigkeit wäre das Auflassen des Standorts unter Zulassung natürlicher Sukzession unter Umständen nützlicher als die Umwandlung in eine landwirtschaftliche Nutzfläche. Zumindest könnten bestimmte Wasserstellen, die sich für Wasserpflanzen eignen, vor einer Nutzung bewahrt werden. Diese könnten dann abschnittsweise und periodisch in die Pionierphase zurückgeführt und mit verschiedenen Wassertiefen gestaltet werden. All diese Massnahmen dienen der allgemeinen Förderung der Biodiversität, aber eben ganz besonders dieser speziellen Algenflora.

Ehemalige Steinbrüche
und Kiesgruben

Die Mehrzahl der sogenannten Pionierarten besiedeln Wasserstellen, die mehr oder weniger stark und häufig gestört werden und dadurch den Standort verjüngen. Das passiert entweder durch natürliche Vorgänge (Hochwasser, Trockenperioden, Wasserbewegungen in der Littoralzone) oder durch menschliche Einflüsse (Rohstoffausbeutung in Auengebieten, Schaffung von Stillgewässern usw.). Nach der Pionierbesiedlung werden die wenig konkurrenzfähigen Characeen durch die Ausbreitung der aquatischen Gefässpflanzen tendenziell verdrängt und gedeihen nicht mehr so gut, unter anderem durch Zunahme der Nährstoffe im Wasser. In tiefen Stillgewässern, besonders in Seen mit langsameren physikalisch-chemischen Umwälzungen, können sich die Characeen länger halten.

Pionierzustände erhalten

Nicht zuletzt braucht es auch fundierte wissenschaftliche Kenntnisse in der Systematik und Ökologie der Characeenarten, um sie erhalten zu können. Im Moment gibt es jedoch nur wenige Expertinnen und Experten, welche die Arten in der Schweiz bestimmen und Beobachtungen verifizieren können, was für die nächste Revision der Roten Liste wichtig wäre. Das Wissen über die ökologischen Ansprüche dieser Algenarten muss vertieft werden, besonders im Hinblick auf gezielte Förderungsmassnahmen. Über die seltensten und am stärksten bedrohten Arten sind eigentlich nur wenige Informationen verfügbar, was Feldarbeiten nötig macht. Ausserdem sollen gewisse Arten noch genauer beschrieben und ein Artbestimmungsschlüssel für die in der Schweiz bekannten Characeenarten ausgearbeitet werden.

Kenntnis der Arten und Wissen
über ihre ökologischen
Ansprüche

3 > Einstufung der Arten

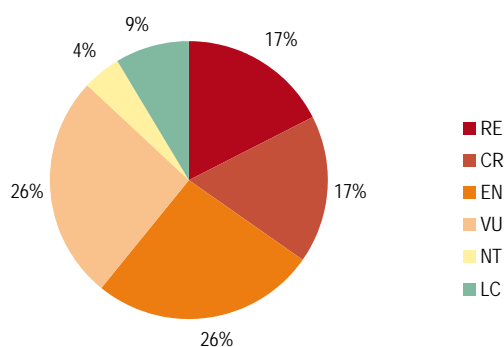
3.1 Übersicht

Alle 25 in der Schweiz vorkommenden Armleuchteralgen sind für diese erste Rote Liste beurteilt worden. Insgesamt konnten 23 mit ausreichender Datengrundlage hinsichtlich ihres Aussterberisikos bewertet werden. Die meisten davon (87 %) mussten als bedroht eingestuft werden und gelten daher als Rote-Liste-Arten (Tab. 1 und Abb. 1). Die zugrunde liegenden Kriterien und Definitionen der Gefährdungskategorien nach IUCN sind im Anhang A3 erläutert.

Tab. 1 > Anzahl Characeenarten pro Gefährdungskategorie

Kategorie	Anzahl Arten	Anteil (%) an Roter Liste	Anteil (%) an total bewerteten Arten	Anteil (%) an total beurteilten Arten
RE In der Schweiz ausgestorben	4	20,0	17,4	16,0
CR Vom Aussterben bedroht	4	20,0	17,4	16,0
EN Stark gefährdet	6	30,0	26,1	24,0
VU Verletzlich	6	30,0	26,1	24,0
Total Arten der Roten Liste	20	100 %	87,0 %	80,0 %
NT Potenziell gefährdet	1		4,3	4,0
LC Nicht gefährdet	2		8,7	8,0
DD Ungenügende Datengrundlage	2			8,0
Total Arten	25		100 %	100 %

Abb. 1 > Anteil der bewerteten Characeenarten nach Gefährdungskategorien



3.2 In der Schweiz ausgestorben (RE)

4 Characeenarten sind in der Schweiz mutmasslich ausgestorben, weil sie seit mindestens 80 Jahren nicht mehr gemeldet worden sind und gezielte Nachforschungen im Feld keine neuen Nachweise erbringen konnten. Es handelt sich um *Nitella batrachosperma*, *N. capillaris*, *N. hyalina* und *Tolypella intricata*.

3.2.1 *Nitella batrachosperma* (Reich.) A. Braun

Die letzten 2 Nachweise von *Nitella batrachosperma* datieren von 1916 und 1920 aus der Auenlandschaft des Alten Rheins bei Rheineck (SG) sowie aus einem Bachgraben des Kaltbrunner Riets (SG). Genauere Nachforschungen vor Ort brachten nach 2005 keinen rezenten Nachweis ihres Vorkommens mehr, auch nicht an anderen möglichen Stellen in der Schweiz.

Die Art ist sehr kleinwüchsig und nicht selten ziemlich mit Schlick verkrustet, wodurch sie leicht übersehen werden kann. Kürzlich wurde sie unweit von Genf in einem seichten Weiher im französischen Arvetal in der Haute-Savoie (F-74) festgestellt. Ein Vorkommen in der Schweiz kann daher nicht ausgeschlossen werden. Zudem wurde die Art in Deutschland nach 1990 in der Rheinebene zwischen Kehl und Mainz nachgewiesen. Im Bundesland Brandenburg sowie in der Tschechischen Republik gilt sie als «vom Aussterben bedroht» (CR), in den Balkanländern und in Skandinavien (Finnland, Norwegen) als «verletzlich» (VU) mit Ausnahme von Schweden, wo die letzte Rote-Liste-Revision die Art auf den Status «potenziell gefährdet» (NT) zurückgestuft hat.

Abb. 2 > Verbreitung von *Nitella batrachosperma* in der Schweiz, wo sie derzeit als ausgestorben gilt (RE)

*An keinem der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Orte nachgewiesen (Häufigkeit 0 %).



○ vor 1970: ● 1970–2005: ● nach 2005

3.2.2 *Nitella capillaris* (Krockner) J. Groves et Bull.-Webst.

2 Belege von *Nitella capillaris* konnten in Herbarien festgestellt werden: der eine aus dem Kanton Bern (Roggwil 1869) und der andere aus dem Zürichsee (1853), jedoch ohne weitere Nachweise seither. Über die Ökologie ist sehr wenig bekannt; sie gilt als Pionierart temporärer Kleingewässer (Blindow 2009a).

Früher kam diese Art in Deutschland in der Umgebung des Bodensees vor. Das derzeit der Schweiz nächstgelegene Vorkommen ist in der Rheinebene auf der Höhe von Karlsruhe zu finden. In Sachsen und Hessen gilt sie als «ausgestorben» (RE), in Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein, Brandenburg und Thüringen als «vom Aussterben bedroht» (CR). In Grossbritannien ist sie als «ausgestorben» (RE) eingestuft. Die revidierte Rote Liste Schwedens von 2010 führt sie in der Kategorie «ungenügende Datengrundlage» (DD) auf, und in den Roten Listen der Balkanländer steht sie in der Kategorie «verletzlich» (VU).

Abb. 3 > Verbreitung von *Nitella capillaris* in der Schweiz, wo sie derzeit als ausgestorben gilt (RE)

An keinem der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Orte mehr nachgewiesen (Häufigkeit 0 %).



○ vor 1970; ● 1970–2005; ● nach 2005

3.2.3 *Nitella hyalina* (DC.) C. Agardh

Nitella hyalina kam früher an verschiedenen Orten in der Schweiz vor, sehr wahrscheinlich im Flachuferbereich des Bodensees, Zürichsees und des Genfersees, aber auch im Vorarlberg im österreichischen Grenzgebiet. Der letzte Nachweis datiert von 1922 in Yverdon-les-Bains am Neuenburgersee. Man muss mit Sicherheit annehmen, dass diese Art in der Schweiz ausgestorben ist. Ihr Verschwinden ist auf die Zerstörung ihres Lebensraumes zurückzuführen. Einer der mutmasslichen Standorte befand sich in einem Stehgewässer am Ufer des Genfersees (Baie de Vidy bei Lausanne), das die anfangs des 19. Jahrhunderts auf der Siegfriedkarte verzeichnet ist. Um 1992 wurde sie noch am Ufer zwischen Rolle und Allaman (VD) gesehen (van Raam, pers. Mitt.), leider ohne Belegexemplar oder Foto.

Nitella hyalina ist in Europa sehr selten. In Deutschland wurde sie nach 1990 in 2 Gegenden festgestellt: an einem Standort in der Rheinebene nahe Kehl und an einem anderen im Nordosten von Niedersachsen (Korsch et al. 2008). In den Balkanländern wird sie als «vom Aussterben bedroht» (CR) und in Grossbritannien als «ausgestorben» betrachtet; in Finnland gilt sie als «potenziell gefährdet» (NT). Zuletzt wurde sie 2009 in einem Weiher des französischen Departements Hérault gesammelt. Die Art ist einfach zu vermehren, bildet viele Fruchtkörper und könnte in der Schweiz vielleicht wieder angesiedelt werden.

Abb. 4 > Verbreitung von *Nitella hyalina* in der Schweiz, wo sie derzeit als ausgestorben gilt (RE)

An keinem der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Orte mehr nachgewiesen (Häufigkeit 0 %).



○ vor 1970; ◐ 1970–2005; ● nach 2005

3.2.4 *Tolypella intricata* (Roth.) Leonh.

Die letzten Nachweise von *Tolypella intricata* in der Schweiz erfolgten im 19. Jahrhundert, zwischen 1850 und 1880 und waren alle auf Weiher der Genfer Region beschränkt. Das Verschwinden dieser Art steht hauptsächlich im Zusammenhang mit der Überbauung ihres natürlichen Lebensraumes durch die Agglomeration. Sie erscheint nur flüchtig im Frühling und zieht sich gleich nach der Sporenbildung wieder zurück. Die Art ist sehr konkurrenzschwach und nutzt für andere Arten nicht bekömmliche Störungen aus, u. a. das Trockenfallen des Standorts.

In Deutschland wurde *Tolypella intricata* nach 1990 am Bodensee sowie in der Rheinebene zwischen Karlsruhe und Mainz gesichtet. In den Bundesländern Nordrhein-Westfalen wird sie jedoch als «ausgestorben» (RE) und in Sachsen und Brandenburg als «vom Aussterben bedroht» (CR) eingestuft. Zudem gilt sie in Schweden sowie in den Balkanländern als «stark gefährdet» (EN) und in Grossbritannien sowie Irland als «verletzlich» (VU).

Abb. 5 > Verbreitung von *Tolypella intricata* in der Schweiz, wo sie derzeit als verschwunden gilt (RE)

An keinem der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Orte mehr nachgewiesen (Häufigkeit 0 %).



○ vor 1970; ◐ 1970–2005; ● nach 2005

3.3 Vom Aussterben bedroht (CR)

In die Gefährdungskategorie «vom Aussterben bedroht» (CR) der Roten Liste fallen alle Arten, die derzeit nur noch an einem Standort nachgewiesen werden konnten oder bei welchen die Wiederfundrate zwischen 2006 und 2009 an altbekannten Standorten um mehr als 80 % gesunken oder deren Besiedlungsfläche sehr klein geworden ist ($\leq 100 \text{ m}^2$).

3.3.1 *Chara polyacantha* A. Braun

Früher war *Chara polyacantha* in verschiedenen Seen und Weihern in den Kantonen Wallis, Freiburg, Schaffhausen, Thurgau und Graubünden anzutreffen. Ein starker Rückgang ist bei dieser Art festzustellen, weil sie insgesamt weniger als 100 m^2 besiedelt und nur noch in 2 Weihern festgestellt werden konnte: im Pfywald (VS) und in Arth-Goldau (SZ). Sie steht der *Chara intermedia* taxonomisch sehr nah, von der sie sich durch eine längere und dichtere Bestachelung unterscheidet.

Chara polyacantha ist nach 1990 im Tyrol, in Bayern sowie in der Rheinebene um Mannheim nachgewiesen worden. Die Roten Listen der deutschen Bundesländer führen sie entweder als «ausgestorben» (RE) oder als «stark gefährdet» (EN) auf. In Frankreich war die Art schon immer selten, aber ihre derzeitige Verbreitung ist nicht bekannt. In Norwegen sowie in den Balkanländern gilt *Chara polyacantha* als «stark gefährdet» (EN), derzeit hingegen in Schweden als «potenziell gefährdet» (NT).

Abb. 6 > Verbreitung von *Chara polyacantha* in der Schweiz, wo sie vom Aussterben bedroht ist (CR)

Nur an 1 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 0,1 %).



○ vor 1970; ● 1970–2005; ● nach 2005

3.3.2 *Chara tenuispina* A. Braun

Die Herbarbelege von *Chara tenuispina* aus der Schweiz weisen auf eine beschränkte Verbreitung auf zwei Alpenseen um 1800 m im Oberengadin. Die Nachforschungen zwischen 2005 und 2006 konnten sie nur noch im See von Ovis-chel wiederfinden, jedoch nicht mehr im See von Champfèr. Diese Art ähnelt sehr *Chara globularis*, besitzt aber längere Stacheln. Sie gehört zu den seltensten und gefährdetsten Arten Europas.

Seit 1898 konnte diese Art in Deutschland nicht mehr nachgewiesen werden, bis sie neuerdings in einem kleinen Moor im Bodenseegebiet wiederentdeckt wurde. Die Rote Liste Schleswig-Holsteins führt sie als «ausgestorben» (RE) auf, diejenige Brandenburgs als «vom Aussterben bedroht» (CR), und die Listen der Balkanländer stufen sie als «stark gefährdet» (EN) ein. Es sind nur recht wenige Vorkommen bekannt, obschon sich ihr Verbreitungsareal in Europa über Deutschland, Polen, Ungarn, den Balkan, Rumänien, die Ukraine und Zypern erstreckt (Krause & Krüttner 1990, Langangen & Pavlides 1999, Gabka 2007).

Abb. 7 > Verbreitung von *Chara tenuispina* in der Schweiz, wo sie vom Aussterben bedroht ist (CR)

Nur an 1 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 0,1 %).



○ vor 1970; ◐ 1970–2005; ● nach 2005

3.3.3 *Nitella flexilis* (L.) C. Agardh

Die Belege von *Nitella flexilis* von Anfang des 20. Jahrhunderts (1904) stammen einzig aus dem St. Moritzersee im Engadin. In den 1980er-Jahren wurde die Art im Luganersee sowie im Langensee (Lago Maggiore) nachgewiesen. Viele alte Belege mit herbarisierten sterilen Individuen tragen die Bezeichnung *N. flexilis*. Aber ohne Fruchtkörper kann die einhäusige *Nitella flexilis* nicht von der zweihäusigen *Nitella opaca* unterschieden werden. Also wurden alle sterilen Belegexemplare unter dem Begriff *N. anarthrodactylata* zusammengefasst, worunter sich höchst wahrscheinlich echte Exemplare von *Nitella flexilis* befinden. Die einzigen in der Schweiz kürzlich nachgewiesenen eindeutig einhäusigen Individuen stammen aus einem Weiher bei Murgenthal (AG).

Nitella flexilis ist auch in den Nachbarländern nachgewiesen. In Frankreich wurde sie 2008 bei Grenoble auf 2050 m ü.M. (Lac Fourchu) gefunden, mit männlichen und weiblichen Geschlechtsorganen auf demselben Spross (einhäusig). Auf der deutschen Seite liegt der nächste Standort in der Rheinebene in der Gegend von Kehl. In Europa mit Ausnahme des Bundeslands Hessen sowie der Tschechischen Republik, Schwedens und Grossbritanniens steht *Nitella flexilis* ebenfalls auf der Roten Liste (Status EN oder VU).

Abb. 8 > Verbreitung von *Nitella flexilis* in der Schweiz, wo sie vom Aussterben bedroht ist (CR)

Nur an 1 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 0,1 %).



○ vor 1970; ● 1970–2005; ● nach 2005

3.3.4 *Nitella tenuissima* (Desv.) Kütz.

Schon immer war die Verbreitung von *Nitella tenuissima* in der Schweiz äusserst beschränkt. Sie kam in der Umgebung des Greifensees (ZH) und des Nussbaumersees (TG) sowie an der französischen Grenze bei Genf, am Fuss des Salève (F-74 Haute-Savoie), vor. 1987 wurde die Art am Südufer des Neuenburgersees gesichtet, wo ihr Vorkommen zum letzten Mal 1992 bestätigt werden konnte. Kürzlich konnte die Art jedoch im Arvental der Haute-Savoie (F-74) und im Rhonetal des Département de l'Ain (F-01), just nach dem Grenzübergang von Chancy (GE), belegt werden. Demzufolge bekommt sie in der Schweiz den Status «vom Aussterben bedroht» (CR).

In Deutschland wird *Nitella tenuissima* je nach Bundesland als «ausgestorben» (RE) oder als «vom Aussterben bedroht» (CR) eingestuft. Dort sind nach 1990 Vorkommen in der Rheinebene zwischen Kehl und Frankfurt nachgewiesen worden. In Frankreich gibt es Fundmeldungen aus der Region der Loire. In Grossbritannien steht sie in der Kategorie «stark gefährdet» (EN). In Schweden blieben neuere Nachforschungen erfolglos, sodass sie dort als «ausgestorben» (RE) gilt. In Zentral- und Südeuropa wird sie als selten betrachtet (Urbaniak et al. 2008).

Abb. 9 > Verbreitung von *Nitella tenuissima* in der Schweiz, wo sie vom Aussterben bedroht ist (CR)

An keinem der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 0 %).



○ vor 1970; ◐ 1970–2005; ● nach 2005

3.4 Stark gefährdet (EN)

In die Kategorie «stark gefährdet» (EN) fallen 6 Arten, die ein kleines und fragmentiertes Verbreitungsgebiet aufweisen (5 Standorte oder weniger) oder deren effektiv besiedelte Fläche sehr klein ist ($\leq 1000 \text{ m}^2$) und die einen Verlust von 50 bis 80 Prozent ihres ursprünglichen Bestandes erlitten haben.

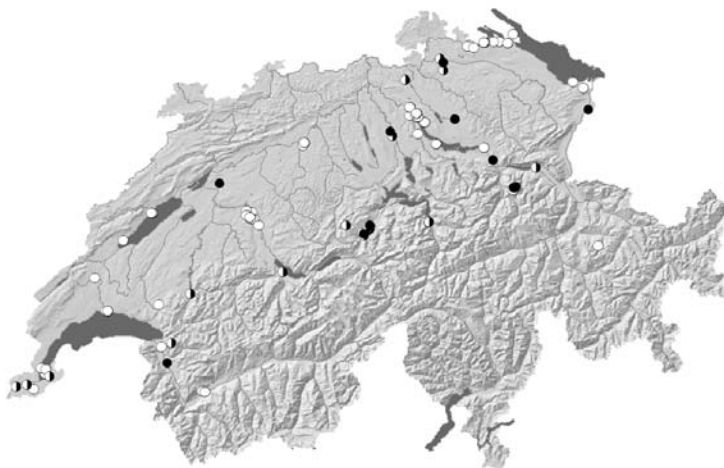
3.4.1 *Nitella syncarpa* (Thuill.) Chevall.

Die herbarisierten Belegexemplare von *Nitella syncarpa* aus dem 19. Jahrhundert stammen aus dem Genfersee, Neuenburgersee, Zürichsee, Bodensee, Sarnersee, Walensee und dem Murgsee sowie von kleineren Stillgewässern aus der Umgebung dieser Seen. Die Eutrophierung der meisten grossen Mittellandseen im Verlauf der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts dürfte die Hauptursache für das Verschwinden dieser Art sein, denn selbst nach Abnahme der Nährstofffracht im Wasser seit Beginn der 1980er-Jahre ist sie kaum mehr in Erscheinung getreten. Zurzeit beschränkt sich ihr Besiedlungsraum auf den Sarnersee (469 m ü.M.), den Murgsee (1820 m ü.M.), das südöstliche Flachmoor am Pfäffikersee sowie angelegte Stillgewässer in den Auengebieten der Alten Aare, der Rhone, des Rheins, der Linth und der Reuss. Das Wiederaufsuchen der bekannten Standorte zwischen 2006 und 2009 zeigt ein tendenziell starker Rückgang (um > 80 %) der Vorkommen an. Doch scheint die Art verschiedene, auf die vorherrschenden Standortbedingungen ausgerichtete Überlebensstrategien entwickelt zu haben. In Grossseen, wo die sommerlichen Spitztemperaturen des Wassers relativ kühl bleiben, scheint sie stabile Bestandesgrössen halten zu können. In seichten Stillgewässern, wo das Wasser bereits im Frühling sich rasch erwärmt, liegen die Verhältnisse jedoch anders. Dort erscheint sie nur sehr flüchtig, bildet Fruchtkörper und verschwindet gleich wieder. Aufgrund dieser Strategie gehört *Nitella syncarpa* eher in die Kategorie «stark gefährdet» (EN) als in die Kategorie «vom Aussterben bedroht» (CR), in welche sie, rein rechnerisch, aufgrund der Populationsrückgangs zu stellen wäre (siehe Anhang A3-3).

Nitella syncarpa ist im benachbarten Deutschland auf der ganzen Strecke des Rheins nachgewiesen, aber je nach Bundesland sind ihre Bestände «ausgestorben» (RE) oder «vom Aussterben bedroht» (CR). In den Balkanländern sowie in der Tschechischen Republik hat sie den Status «stark gefährdet» (EN), ebenso in Schweden, wo sie die revidierte Rote Liste 2010 um eine Kategorie heruntergestuft hat.

Abb. 10 > Verbreitung von *Nitella syncarpa* in der Schweiz, wo sie stark gefährdet ist (EN)

An 11 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 08 %).



○ vor 1970; ● 1970–2005; ● nach 2005

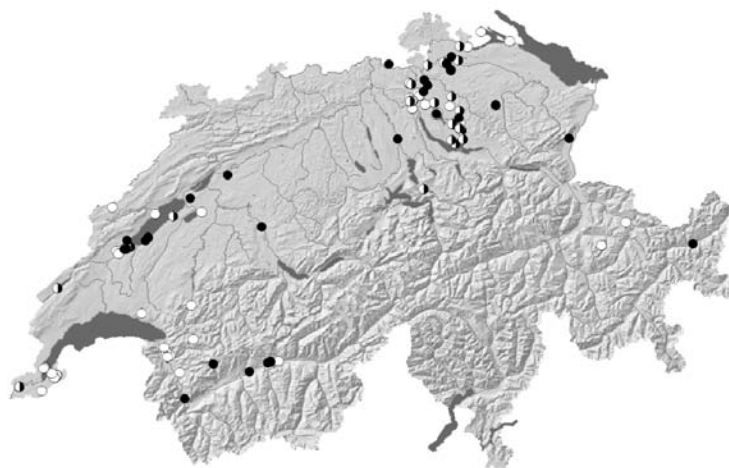
3.4.2 *Chara intermedia* A. Braun

Chara intermedia kommt von der kollinen bis an die Untergrenze der subalpinen Stufe (1400 m ü.M.) vor, insbesondere in sehr mineralreichen Gewässern, die oft in Verbindung mit Grundwasser stehen. Die Art ist leicht mit *Chara hispida* zu verwechseln, sie ist jedoch viel weniger häufig und stärker im Rückgang. Auch ist sie weniger als *Chara hispida* an Auen gebunden. Die Herbarbelege zeigen, dass sie vor 1930 verschiedene Weiher im waadtländischen Chablais, den Glattkanal und Seen wie den Lac de Bret und den Lac de Joux besiedelt hat, aber auch Feuchtgebiete im Mittelland im Umfeld folgender Seen: Katzenssee, Pfäffikersee, Neuenburgersee, Bodensee und Genfersee. Hauptursachen für ihren Rückgang sind die starke Abnahme der Moorflächen und Weiher sowie der dichte Uferverbau der Seen.

Chara intermedia gilt in den meisten Ländern Deutschlands als eine bedrohte Art (RE oder EN), ebenso in den Balkanländern (EN). Anders ist die Situation in Skandinavien, wo sie in Finnland und Norwegen der Kategorie «potenziell gefährdet» (NT) und in Schweden der Kategorie «nicht gefährdet» (LC) zugeordnet wird.

Abb. 11 > Verbreitung von *Chara intermedia* in der Schweiz, wo sie stark gefährdet ist (EN)

An 28 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 2,0 %).



○ vor 1970; ◐ 1970–2005; ● nach 2005

3.4.3 *Chara strigosa* A. Braun

Chara strigosa ist eine seltene Art, die sehr kleine, weit auseinanderliegende Besiedlungsgebiete aufweist. Sie gilt als ein Glazialrelikt Zentraleuropas, das in nährstoffarmen (oligotrophen), kalkreichen Kleinseen des Voralpen- und Alpenraums überlebt. In der Schweiz beschränkt sich die Verbreitung der Art auf den Jura und die Bündner Alpen. Im Schweizer Jura erscheint sie als endemische Form. Ihre derzeitigen Teilpopulationen scheinen stabil zu sein, aber in Anbetracht der äusserst begrenzten Vorkommen muss sie als «stark gefährdet» (EN) eingestuft werden. Ihr Gefährdungsstatus und ihre beschränkte Verbreitung, empfiehlt sie als prioritäre Art zu behandeln, wofür die Schweiz auf internationaler Ebene eine gewisse Verantwortung trägt.

Die Art kommt auch in Nordeuropa vor (Finnland, Schweden und Norwegen), wo sie als «potenziell gefährdet» (NT) eingestuft ist. Ausserdem wurde sie in einem See im Nordwesten Polens nachgewiesen. In Zentraleuropa erscheint sie nur in kalkhaltigen Alpenseen.

Abb. 12 > Verbreitung von *Chara strigosa* in der Schweiz, wo sie stark gefährdet ist (EN)

An 21 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 1,5 %).



○ vor 1970; ◐ 1970–2005; ● nach 2005

3.4.4 *Nitella gracilis* (Sm.) C. Agardh

Die ersten Belege für das Vorkommen von *Nitella gracilis* in der Schweiz stammen aus dem Beginn des 20. Jahrhunderts. Sie wurde 1904 und 1915 in zwei Kleinseen auf dem Berninapass zwischen dem Val Poschiavo und dem Engadiner Tal entdeckt. In den 1970er-Jahren wurde sie im Rahmen des Wasserpflanzeninventars des Kantons Zürich in 3 Stillgewässern festgestellt. Das Aufsuchen aller von früher bekannten Standorte zwischen 2006 und 2009 vermochte ein Vorkommen von *Nitella gracilis* nur noch am Berninapass zu bestätigen. Während dieser Feldkampagne konnte sie hingegen an 2 Orten im Mittelland (GE und ZH) sowie an 2 weiteren auf mehr als 2400 m Höhe an der Bündner Grenze zu Italien neu festgestellt werden. Die alpinen Bestände trugen zwar keine Fruchtkörper oder nur wenige, schienen aber gut etabliert zu sein. Der 2007 in einem Waldmoor im Kanton Zürich entdeckte Bestand ist auch unverändert geblieben, trotz zugefrorener Wasserfläche im Winter. Die im selben Jahr erstmals gefundene Genfer Population erschien aber nur flüchtig, weil im Folgejahr nicht mehr auffindbar gewesen. Doch trat sie jedoch im Frühling 2010 wieder in Erscheinung. Die physikalisch-chemischen Untersuchungen dieser Gewässer haben gezeigt, dass die Art in einem mineralarmen und insbesondere kalziumarmen Medium gedeiht. Weil *Nitella gracilis* in einem stark zerstückelten Verbreitungsareal mit wenigen Vorkommen auf kleinen Besiedlungsflächen lebt, wird sie der Kategorie «stark gefährdet» (EN) zugewiesen.

In allen Regionen (Ländern) der Bundesrepublik Deutschland ist die Art gefährdet, mit Status von «ausgestorben» (RE) bis «stark gefährdet» (EN). Stark gefährdet (EN) ist sie auch in der Tschechischen Republik und in den Balkanländern. In Schweden waren rezente Feldnachforschungen so erfolgreich, dass ihr Status von «stark gefährdet» (EN) auf «potenziell gefährdet» (NT) heruntergestuft werden konnte. In Norwegen und Finnland steht sie in der Kategorie «verletzlich» (VU).

Abb. 13 > Verbreitung von *Nitella gracilis* in der Schweiz, wo sie stark gefährdet ist (EN)

An 5 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 0,4 %).



○ vor 1970; ◐ 1970–2005; ● nach 2005

3.4.5 *Nitella mucronata* (A. Braun) Miquel

Nitella mucronata war früher von wenigen, hauptsächlich in der Nordostschweiz gelegenen Standorten bekannt, aber auch in der Nähe von Bern und im waadtländischen Chablais kam sie vor. Bei rezenten Nachforschungen liessen sich keine Population an den ursprünglichen Standorten wiederfinden. Dafür sind zwei 2 Standorte entdeckt werden: in einem kürzlich revitalisierten Kanal im Kanton Genf und in einem Waldmoor in der Nähe der Thur (ZH). Die beschränkte Anzahl besiedelter Gewässer, die in einem begrenzten Verbreitungsareal mit fragmentiertem kleinen Besiedlungsgebiet ist ein Argument für eine Zuweisung in die Kategorie «stark gefährdet» (EN).

Nitella mucronata ist in verschiedenen Altarmen des Ain in Frankreich nachgewiesen und neuerdings in einer alten Kiesgrube an der französisch-schweizerischen Grenze bei Pougny (F-01Ain) festgestellt worden. In praktisch ganz Europa ist die Art gefährdet: In Deutschland variiert ihr Status von «ausgestorben» (RE) bis «stark gefährdet» (EN), in der Tschechischen Republik gilt sie als «vom Aussterben bedroht» (CR) und in den Balkanländern als «verletzlich» (VU), ebenso in Norwegen. In Schweden haben neue Fundmeldungen während der Revision der Roten Liste ihren Status von «stark gefährdet» (EN) auf «potenziell gefährdet» (NT) 2010 herunter gestuft.

Abb. 14 > Verbreitung von *Nitella mucronata* in der Schweiz, wo sie stark gefährdet ist (EN)

An 2 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 0,1 %).



○ vor 1970; ◐ 1970–2005; ● nach 2005

3.4.6 *Tolypella glomerata* (Desv.) Leonh.

In der Schweiz kommt *Tolypella glomerata* vor allem in Seen vor, entweder alleine bestandesbildend oder in Mischbeständen mit anderen Characeen. Die einstigen Bestände des Genfersees und des Bodensees von Ende des 19. und Beginn des 20. Jahrhunderts liessen sich seither nicht mehr bestätigen. In den Jahren von 1970 bis 1980 wurde die Art einzig in den Seen des Juras und der Alpennordflanke nachgewiesen werden. Heute ist sie in verschiedenen Abschnitten des Vierwaldstättersees, im Lac de Joux sowie im Brienersee, im Thunersee und im Sarnersee präsent, wo sie offensichtlich stabile Bestände bildet. Im Vierwaldstättersee, in Tiefen zwischen 3 und 6 m, ist diese Art recht verbreitet. 2009 wurde sie auch im Walensee entdeckt. Gesamthaft ist ihre Verbreitung jedoch ziemlich zurückgegangen, zumal sie nur noch in 9 von 19 bekannten Standorten vorkommt. Der starke Rückgang an Fundorten in einem begrenzten Verbreitungsareal mit kleinen Besiedlungsflächen sind Argumente für eine Zuweisung der Art in die Kategorie «stark gefährdet» (EN).

In den Bundesländern Deutschlands belegt *Tolypella glomerata* alle Gefährdungskategorien von «ausgestorben» (RE) bis «gefährdet» (VU). In der Tschechischen Republik gilt sie als «vom Aussterben bedroht» (CR). In Schweden hat die revidierte Rote Liste (2010) ihren Status um eine Kategorie auf «stark gefährdet» (EN) heruntergestuft.

Abb. 15 > Verbreitung von *Tolypella glomerata* in der Schweiz, wo sie stark gefährdet ist (EN)

An 12 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 0,9 %).



○ vor 1970; ● 1970–2005; ● nach 2005

3.5 **Verletzlich (VU)**

6 in der Schweiz vorkommende Characeenarten gehören zur Roten-Liste-Kategorie «verletzlich» (VU). Es handelt sich um Taxa, die einen mittleren Rückgang von 30 bis 50 % der bekannten Standorte verzeichnen und eine relativ kleine Besiedlungsfläche oder sehr kleine Bestandesgrößen aufweisen (siehe Anhang A3-3).

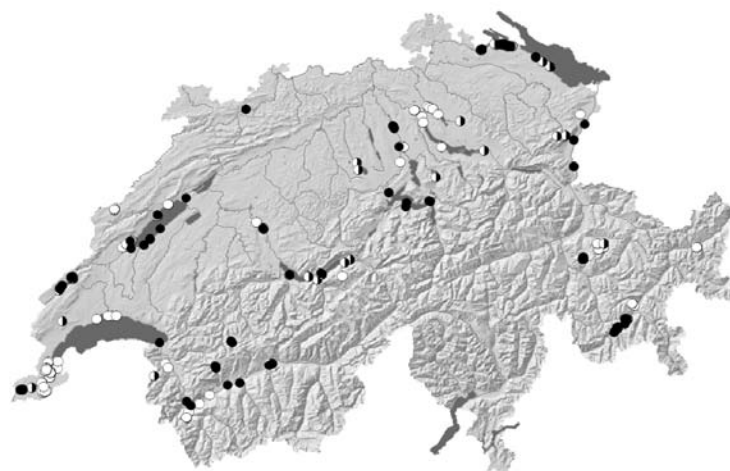
3.5.1 *Chara aspera* Willd.

Chara aspera war früher in vielen Stillgewässertypen präsent (Seen, Weiher und Tümpel). Bereits seit Jahrzehnten ist sie vermutlich infolge der Überdüngung in den Grossseen des Mittellandes nicht mehr beobachtet worden (Genfersee, Sempachersee und Zürichsee). Hingegen haben sich die Bestände der Juraseen (Neuenburgersee, Lac de Joux), der Nordalpen (Thuner- und Brienersee) sowie des Vierwaldstättersees und des Bodensees halten können. Neuerdings konnte die Art zusätzlich auf der Lenzerheide (Heidsee), im Engadin (Seen von Sils, Champfèr und Silvaplana), in den Berner Alpen (Lauenensee), in den Auengebieten des St. Galler Rheintals, der Aare (Belp BE) und der Reuss (AG), ferner im Grossen Moos zwischen Murten-, Neuenburger- und Bielersee sowie am Südufer des Neuenburgersees (Grande Carrière) nachgewiesen werden. Sie besiedelt auch viele Standorte entlang des Walliser Rhonetals und verschiedene Weiher um Genf oberhalb des Stauwehrs von Verbois. *Chara aspera* bevorzugt Pionierstandorte, die menschliche Aktivitäten geschaffen haben (Steinbrüche, Kiesgruben, Weiher, die als Ausgleichs- oder Ersatzmassnahme angelegt wurden) und profitiert von den Fördermassnahmen für Amphibien. Sie ist jedoch äusserst konkurrenzschwach und wird schnell durch die Ausbreitung von anderen Wasserpflanzengesellschaften (Gefässpflanzen) verdrängt. Das Fehlen der natürlichen Gewässerdynamik in gewissen Gewässertypen könnte ihr künftig zum Verhängnis werden. Damit würden ihre Bestände, zumindest ausserhalb von Seen, rasch abnehmen.

In Deutschland steht *Chara aspera* je nach Region in den Kategorien «vom Aussterben bedroht» (CR) bis «verletzlich» (VU). In Norwegen ist sie «potenziell gefährdet» (NT) und in den Balkanländern sogar «nicht gefährdet» (LC).

Abb. 16 > Verbreitung von *Chara aspera* in der Schweiz, wo sie verletzlich ist (VU)

An 75 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 5,3 %).



○ vor 1970; ● 1970–2005; ● nach 2005

3.5.2 *Chara delicatula* C. Agardh

Chara delicatula kommt vor im Thuner- und Brienzersee (BE), Lac de Joux und Lac de Brenet (VD), Sarnersee (OW) und Talsee (GL) sowie in Weihern der alten Fluss-schlaufen der Aare (BE), der Reuss (AG) und des Rheins. Im Vergleich zu den älteren Beobachtungsdaten scheint die Art ihr Verbreitungsgebiet vergrössert zu haben. Sie könnte früher auch mit *Chara globularis* verwechselt worden sein, weil ihr Habitus sehr ähnlich ist. Jedoch besiedelt *C. delicatula* eher oligotrophere Gewässer mit niedrigerem Mineralgehalt und ist daher seltener anzutreffen. Ihr Verbreitungsgebiet ist dadurch ziemlich eingeschränkt, was ihre Zuordnung zur Kategorie «verletzlich» (VU) begründet.

In Europa hat *Chara delicatula* ihren Schwerpunkt in den nördlichen und alpinen Regionen Frankreichs und Deutschlands. Die deutschen Bundesländer weisen sie je nach Region den Rote-Liste-Kategorien zwischen «vom Aussterben bedroht» (CR) bis «verletzlich» (VU) zu, wobei sie in Schleswig-Holstein gar als «nicht gefährdet» (LC) gilt. In Irland und in Schottland kommt sie ziemlich häufig vor; dort ist sie auch nicht gefährdet. Hingegen tritt sie in Norwegen, Schweden, Russland (Region Karelien) und auf der Iberischen Halbinsel nur sporadisch auf.

Abb. 17 > Verbreitung von *Chara delicatula* in der Schweiz, wo sie verletzlich ist (VU)

An 28 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 2,0 %).



○ vor 1970; ◐ 1970–2005; ● nach 2005

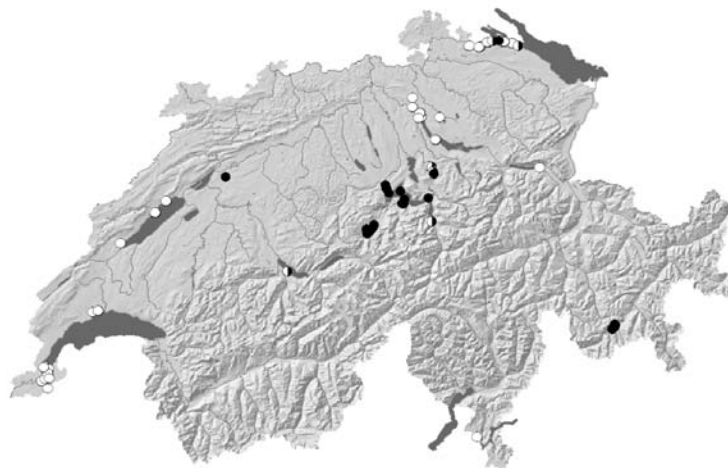
3.5.3 *Chara tomentosa* L.

Chara tomentosa ist vor allem an Seen gebunden. Früher war sie in verschiedenen Seen anzutreffen: Genfersee, Neuenburgersee, Zürichsee, Greifensee, Katzenssee, Bodensee, Luganersee, Thunersee, Sarnersee, Vierwaldstättersee, Aegerisee, Walensee und im Silsersee. Heute kommt sie noch in einem Abschnitt des Bodensees und in Seen der Alpennordflanke (Vierwaldstättersee und Sarnersee), des Engadins (Silsersee) sowie in einem tiefgründigen Weiher im Auengebiet der Alten Aare vor. Diese Stillgewässer wurden von der landesweiten Gewässereutrophierung der 70er- und 80er-Jahre offenbar weniger beeinflusst als diejenigen des Mittellandes und konnten dadurch die für diese Art benötigte Lebensraumqualität wahren. *Chara tomentosa* hat jedoch viele Standorte eingebüsst; die übrigen verteilen sich in einem ziemlich fragmentierten, beschränkten Besiedlungsgebiet, was für die Einstufung als «verletzlich» (VU) spricht.

In gewissen Bundesländern Deutschlands konnte in den letzten Jahren die Art gar nicht mehr aufgefunden werden; wo vorhanden, wurde sie als «stark gefährdet» (EN) klassifiziert. Im Gegensatz zu Norwegen, wo sie den Status «vom Aussterben bedroht» (CR) hat, ist sie in Schweden als «nicht gefährdet» (LC) eingestuft. In der Tschechischen Republik gilt sie als «vom Aussterben bedroht» und in den Balkanländern als «verletzlich» (VU).

Abb. 18 > Verbreitung von *Chara tomentosa* in der Schweiz, wo sie heute als gefährdet gilt (VU)

An 20 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 1,4 %).



○ vor 1970; ● 1970–2005; ● nach 2005

3.5.4 *Chara vulgaris* L.

Chara vulgaris kommt heute landesweit in einer Vielzahl von kleinen Stillgewässern vor, auch wenn sie etwa seltener in den Nordalpen vorkommt. Sie ist eine weltweit verbreitete Pionierart. Eigentlich scheint heute kein Aussterberisiko für *Chara vulgaris* zu bestehen. Trotzdem zeigen die rezenten Feldaufnahmen beim Wiederaufsuchen bekannter Standorte, dass ihr Vorkommensgebiet stark geschrumpft ist (mehr als 79 %), womit sie als stark gefährdet (EN) einzustufen wäre. Mit Ausnahme des Bodensees und des Sarnersees konnten keine Vorkommen mehr in den früher besiedelten Seen wie Genfersee, Lac de Joux, Lac de Brenet, Zürichsee, Katzenssee, Vierwaldstättersee, Sempachersee, Neuenburgersee, Lac de Taillères (NE), Schwarzsee (FR), Thunersee, Aegerisee und Heidsee (Lenzerheide) bestätigt werden. Sie ist aus vielen kleineren Stillgewässern verschwunden und scheint dafür neue kolonisiert zu haben. Wegen ihres Pioniercharakters entspricht die Einstufung «verletzlich» (VU) ihrem heutigen Zustand besser als «stark gefährdet». Ihr Fortbestand hängt jedoch stark von den menschlichen Aktivitäten ab, die frische Pionierstandorte schaffen, jedenfalls solange keine natürliche Dynamik solche entstehen lässt.

In Norwegen ist *Chara vulgaris* «stark gefährdet» (EN). In den Balkanländern, in Schweden und in der Tschechischen Republik wird ihr kaum ein Aussterberisiko zugeschrieben, während die Bundesländer Deutschlands ihr je nach Region den Status «verletzlich» (VU) bis «nicht gefährdet» (LC) verleihen.

Abb. 19 > Verbreitung von *Chara vulgaris* in der Schweiz, wo sie verletzlich ist (VU)

An 124 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 8,8 %).



○ vor 1970; ◐ 1970–2005; ● nach 2005

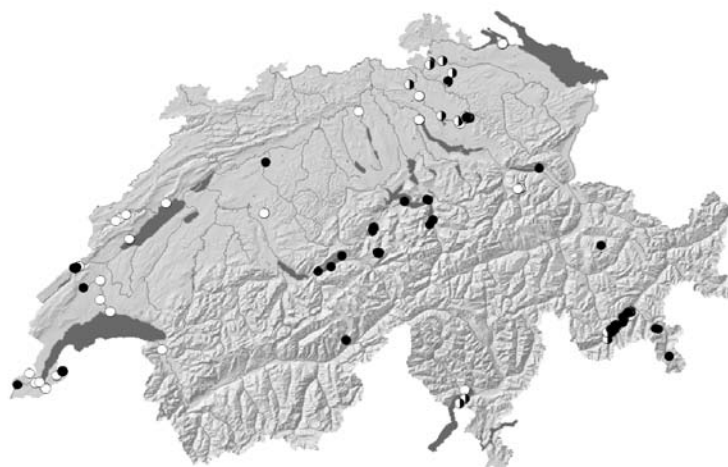
3.5.5 *Nitella opaca* (Bruzellius) C. Agardh

Die Verbreitung der *Nitella opaca* liegt schwerpunktmässig in den Seen der Nordalpen (Brienzersee, Sarnersee, Melchsee, Vierwaldstättersee, Walensee), der östlichen Zentralalpen (Seen von Arosa, Sils, Champfèr, Silvaplana, St.Moritz sowie im Lej Nair, im Lagh da la Crusetta und im Lago di Poschiavo (GR)) und in kalten Weihern in den Ebenen des Mittellandes (Winterthur, Hittnau (ZH), Gy und Russin (GE), Vallorbe (VD)). Im Wallis ist derzeit einzig im Bettmersee ein Vorkommen bekannt. Wegen ihres beschränkten Verbreitungsgebiets wird diese Art der Kategorie «verletzlich» (VU) zugeordnet.

In den Bundesländern Deutschlands wird *Nitella opaca* unterschiedlich eingestuft: «vom Aussterben bedroht» (CR) oder «stark gefährdet» (EN) und einzig in Hessen als «potenziell gefährdet» (NT). In den Balkanländern sowie in Skandinavien ist sie «nicht gefährdet» (LC).

Abb. 20 > Verbreitung von *Nitella opaca* in der Schweiz, wo sie verletzlich ist (VU)

An 39 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 2,8%).



○ vor 1970; ● 1970–2005; ● nach 2005

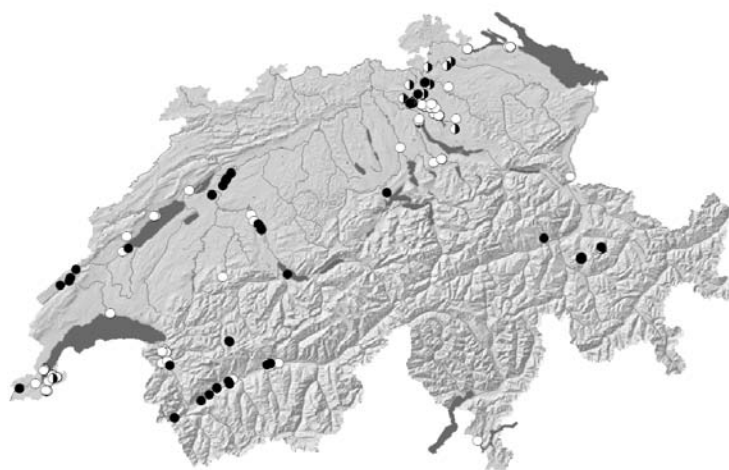
3.5.6 *Chara hispida* L.

Chara hispida ist an mineralreiches Wasser gebunden, das häufig mit Grundwasser in Verbindung steht. Sie kommt im Lac de Joux, Thunersee und Vierwaldstättersee, Heidsensee, Obersee von Arosa vor, aber auch in älteren Kiesgrubenweihern oder Baggerseen sowie in Altarmen von Flussauen der Rhone (oberhalb und unterhalb des Genfersees), der Alten Aare, der Aare zwischen Thun und Bern sowie in der Glatt. Dort ist die Art nach wie vor präsent. Trotzdem ist sie aus einigen Seen des Mittellands verschwunden: Bodensee, Katzenssee, Bielersee, Neuenburgersee, Genfersee, Schwarzsee, zudem auch aus gewissen Fliesswasserstrecken (Rhein, Arve) und Feuchtgebieten (Sionnet, Roche, Pfäffikon (SZ), Belp). In Anbetracht der starken Abnahme der Vorkommen in wiederbesuchten Standorten grenzt ihr Gefährdungsstatus an «stark gefährdet» (EN), doch das Verbreitungsgebiet spricht eher für ihre Einstufung als «verletzlich» (VU). In der Tat hat die Anzahl bekannter Gewässer mit Vorkommen gegenüber früher zugenommen, und die Art kann grosse Bestände bilden. Zudem ist sie mehrjährig und verjüngt sich im Frühling aus Sprossbruchstücken auch nach Überwinterung unter einer Eisdecke.

Die meisten Bundesländer Deutschlands wie auch die Tschechische Republik und die Balkanländer führen *Chara hispida* in der Kategorie «verletzlich» (VU). In Skandinavien (Norwegen, Schweden und Finnland) scheint sie nicht gefährdet zu sein (Status NT oder LC).

Abb. 21 > Verbreitung von *Chara hispida* in der Schweiz, wo sie verletzlich ist (VU)

An 42 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 3,0 %).



○ vor 1970; ◐ 1970–2005; ● nach 2005

3.6 Potenziell gefährdet (NT)

Nur eine Characeenart ist in die Kategorie «potenziell gefährdet» (NT) eingestuft.

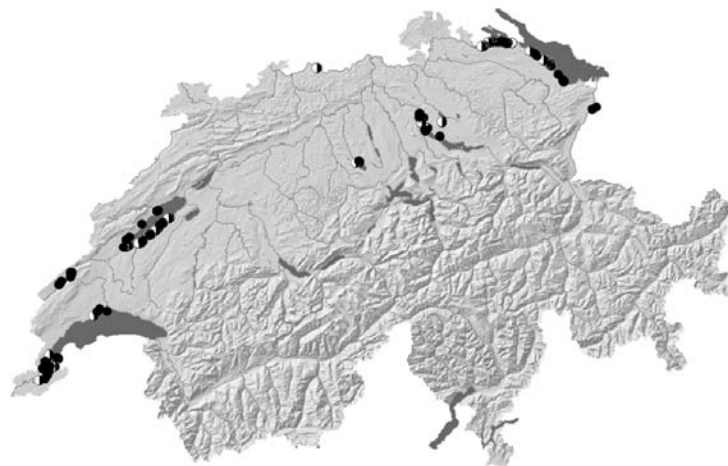
3.6.1 *Nitellopsis obtusa* (Desv.) J. Groves

Nitellopsis obtusa wurde erstmals 1911 im Bodensee (Untersee) entdeckt; frühere Fundmeldungen aus dem 19. Jahrhundert gibt es nicht. In der Schweiz kommt sie normalerweise in Seen vor, häufig im Bodensee, Zürichsee, Neuenburgersee und Genfersee und mit weiteren Vorkommen im Lac de Joux, im Lac de Brenet und im Sempachersee. Kleinere Bestände sind sogar im Alten Rhein bei Diepoldsau festgestellt worden, obwohl dies kein seetypischer Lebensraum ist. Es sieht so aus, als ob die vergangene Seeeutrophierung im Mittelland ihre Verbreitung gar beschleunigt hätte, ähnlich wie in anderen Seen Europas (Krause 1985).

Nach Interpretation der IUCN-Kriterien für die Rote-Liste-Einstufung der Characeenarten der Schweiz, unter Berücksichtigung der Eigenheiten der Artengruppe (siehe Anhang A2), sollte diese Art aufgrund ihres disjunktiven Verbreitungsgebietes als «verletzlich» (VU) gelten. Ihr Verbreitungsgebiet ist zwar fragmentiert und nicht vernetzt, aber die meisten der bekannten Populationen sind beständig oder gar in Expansion. Ausserdem scheint sie recht hohe Nährstoffkonzentrationen zu ertragen, und sie breitet sich in ganz Europa aus (Krause 1985). Aus diesen Gründen erscheint das Aussterberisiko für *Nitellopsis obtusa* kleiner als berechnet und wird daher in die Kategorie «potenziell gefährdet» (NT) heruntergestuft. In Deutschland hingegen, reihen sie die Bundesländer in die Gefährdungskategorien ab «vom Aussterben bedroht» (CR) bis «verletzlich» (VU) ein. In den skandinavischen Staaten gilt sie als «stark gefährdet» (EN), in Grossbritannien und in den Balkanländern als «verletzlich» (VU).

Abb. 22 > Verbreitung von *Nitellopsis obtusa* in der Schweiz, wo sie potenziell gefährdet ist (NT)

An 46 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 3,3 %).



○ vor 1970; ● 1970–2005; ● nach 2005

3.7 Nicht gefährdet (LC)

Zwei Characeenarten gelten als «nicht gefährdet» (LC). Sie sind in der Schweiz weit verbreitet, und ihre Populationen erscheinen beständig oder in Ausbreitung.

3.7.1 *Chara contraria* A. Braun

Nach *Chara globularis* ist *Chara contraria* in den schweizer Gewässern die verbreitetste Characeenart. Sie besiedelt stehende Gewässer der kollinen und montanen, ja sogar der subalpinen Höhenstufe. Die Art ist verbreitet und häufig, besonders in Seen des Mittellandes und des Juras (Genfersee, Zürichsee, Neuenburgersee, Lac de Joux, Lac de Brenet). Zudem kommt sie in Weihern des Bodensee- und des Genferseebeckens, im Jura, auf der Apennordflanke sowie in den Zentralalpen vor. Im Lac des Taillères, im Sempachersee, Lauerzersee und Schwarzsee konnte sie in den letzten Jahren jedoch nicht mehr gefunden werden. Trotzdem scheint sie derzeit ihr Verbreitungsgebiet auszudehnen.

In Deutschland steht *Chara contraria* auf mehreren Roten Listen der Bundesländer mit Status «verletzlich» (VU). In Skandinavien beurteilt sie Finnland als «vom Aussterben bedroht» (CR), Norwegen als «verletzlich» (VU) und Schweden als «nicht gefährdet».

Abb. 23 > Verbreitung von *Chara contraria* in der Schweiz, wo sie nicht gefährdet ist (LC)

An 133 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 9,5 %).



○ vor 1970; ◐ 1970–2005; ● nach 2005

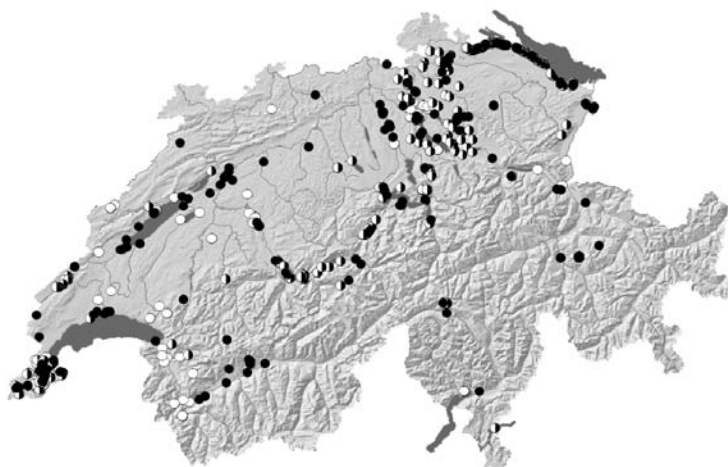
3.7.2 *Chara globularis* Thuill.

Chara globularis ist die am meisten vorkommende Characeenart in der Schweiz. Sie weist eine breite ökologische Amplitude auf und besiedelt in üppigen Beständen die Grossseen des Mittellands und des Juras, aber auch eine Vielfalt von weiteren aquatischen Lebensräumen von der kollinen bis in die subalpine Stufe. Somit weist sie ein ausgedehntes Verbreitungsgebiet auf, das aufgrund der Ergebnisse aus der Feldkampagne von 2006 bis 2009 sogar leicht im Zunehmen begriffen ist.

Die skandinavischen Länder, die Tschechische Republik, die Balkanländer und mehrere Bundesländer Deutschlands stufen *Chara globularis* als «nicht gefährdet» (LC) ein. In anderen Regionen Deutschlands (Saarland, Sachsen und Thüringen) gilt sie entweder als «verletzlich» (VU) oder als «stark gefährdet» (EN).

Abb. 24 > Verbreitung von *Chara globularis* in der Schweiz, wo sie nicht gefährdet ist (LC)

An 152 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 10,8 %).



○ vor 1970; ● 1970–2005; ● nach 2005

3.8 Ungenügende Datengrundlagen (DD)

Die verfügbaren Daten zur Verbreitung und Abundanz von *Chara denudata* sowie *Chara filiformis* reichen im Moment nicht aus, um mit IUCN-Kriterien ihr Aussterberisiko abschätzen und sie einer Gefährdungskategorie zuordnen zu können.

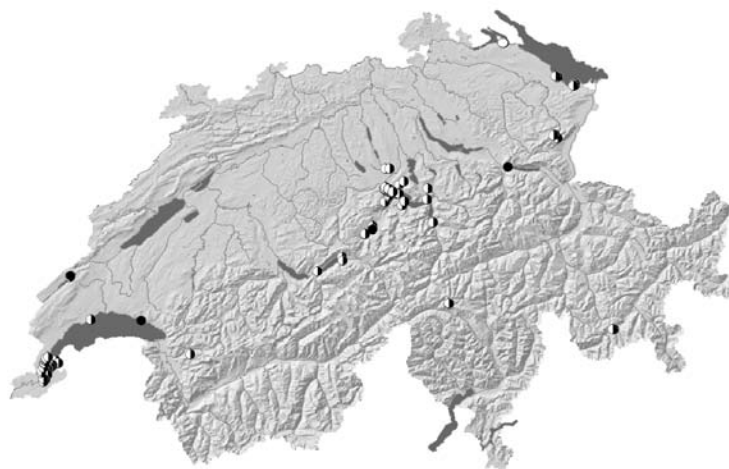
3.8.1 *Chara denudata* A. Braun

Chara denudata wurde früher in vielen Seen des Mittellands und der Voralpen registriert: Bodensee, Genfersee, Lago di Cadagno, Lac de Chavannes, Silsersee, Fälensee, Seealpsee, Vierwaldstättersee, Sarnersee, Brienersee, Lauerzsee und Lac de Joux. Ihr Besiedlungsgebiet scheint heute viel kleiner zu sein, denn die Feldkampagnen von 2006 bis 2009 konnten Vorkommen im Genfersee, Sarnersee und Walensee feststellen. Gemäss Corillion (1957) könnte dieses Taxon eine Abart von *Chara contraria* sein, die durch Entartung der Rindenschicht und Anpassung an aussergewöhnliche ökologische Bedingungen entstanden ist. Die mehrheitliche Entwicklung der Seen zurück zu einem oligotrophen Zustand dürfte daher die andere nicht degradierte Form in der Gestalt von *Chara contraria* fördern, was aus ihrer derzeitigen Expansion ersichtlich wird.

In Frankreich tritt *Chara denudata* sporadisch auf und zeigt eine deckungsgleiche Verbreitung wie *Chara contraria*. In Deutschland liegen neuere Nachweise für ihr Vorkommen am Bodensee und im Rheintal bei Karlsruhe konzentriert. Für eine Risikoabschätzung auf europäischer Ebene genügt die derzeitige Datengrundlage wahrscheinlich auch nicht.

Abb. 25 > Verbreitung von *Chara denudata* in der Schweiz, ungenügende Datengrundlage (DD)

An 3 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 0,2 %).



○ vor 1970; ● 1970–2005; ● nach 2005

3.8.2 *Chara filiformis* Hertzch

Hertzch beschrieb *Chara filiformis* 1855 als *Chara jubata* A. Braun (Migula 1890). Gemäss Wood R.D. (1962) steht sie den osteuropäischen Lebensformen sehr nah, insbesondere der *Chara contraria*, wovon sie eine Unterart bzw. eine Varietät sein könnte (Corillion 1975). Dennoch ist ihr Artstatus zurzeit kaum bestritten (Blindow 2009b, Blümel & Raabe 2004). Sie besiedelt dieselbe Nische wie *Chara contraria*, jedoch mit unterschiedlichen Präferenzen in der Standortwahl. Ihre ökologischen Ansprüche sind wenig bekannt, ausser folgendes Merkmal: In oligo-mesotrophen Seen zwischen Dänemark und Polen bildet sie in ungefähr 5 m Tiefe massive Bestände (Krause 1997). In der Schweiz ist *Chara filiformis* von verschiedenen Seen bekannt, neuerdings im Sarnersee und im Vierwaldstättersee zwischen 1,5 und 4 m Tiefe entdeckt (Schwarzer 2010). Die aktuellen Datengrundlagen mögen ihre effektive Verbreitung unterschätzen, denn sie dürfte in weiteren Schweizer Seen vorkommen.

Chara filiformis führt Schweden in der Gefährdungskategorie «vom Aussterben bedroht» (CR) und die Rote Liste Brandenburgs in Deutschland unter «stark gefährdet» (EN) auf.

Abb. 26 > Verbreitung von *Chara filiformis* in der Schweiz, ohne ausreichende Datengrundlage (DD)

An 5 der 1402 im Zeitraum 2006–09 besuchten Standorte nachgewiesen (Häufigkeit 0,4 %).



○ vor 1970; ◐ 1970–2005; ● nach 2005

3.9

Gefährdungskategorie nach Lebensraum

Bedrohte Characeenarten kommen in allen Wasser führenden Lebensräumen vor: in Seen, Weihern oder sporadischen Wasserstellen wie Tümpeln, alten Kiesgruben oder in Betrieb befindlichen Baggerseen, in Stillgewässerabschnitten von Fließwasserstrecken, in Feuchtgebieten usw. Je angepasster die Art an einen bestimmten Habitattyp ist, umso höher ist ihr Aussterberisiko. Gewisse Characeen sind Ubiquisten, andere scheinen sich auf spezielle Lebensraumsituationen eingestellt zu haben.

Die fast überall in der Schweiz vorkommenden Characeenarten sind am wenigsten gefährdet (*Chara contraria* und *Chara globularis*). Alle anderen stellen eher spezielle Lebensraumansprüche und bevorzugen nur einen Lebensraumtyp. Gefährdete Characeen kommen in allen Gewässertypen vor, was dem Lebensraum einen besonderen Wert verleiht. Besonders einige der höchst gefährdeten Characeenarten besiedeln ausschliesslich kleinflächige, temporär Wasser führende Lebensraumstrukturen. Es handelt sich hier um *Nitella batrachosperma*, *N. gracilis*, *N. capillaris* und *Tolypella intricata* der Kategorien «ausgestorben» (RE) und «stark gefährdet» (EN).

In der Schweiz schadet die Gewässereutrophierung am meisten den praktisch nur an Seen gebundenen Arten, namentlich *Chara filiformis*, *Chara strigosa*, *Chara tomentosa*, *Nitellopsis obtusa* und *Tolypella glomerata*. Seen mit typischen Characeenbeständen, wo diese Makroalgen dichte Rasen bilden können, sind natürlicherweise oligo- bis mesotroph.

Arten der Seen

Arملهuchteralgen verschaffen sich Licht und günstigere Lebensbedingungen, indem sie Schwebstoffe im Wasser zum Sedimentieren bringen (Scheffer et al.1993, Blindow et al.2002). Auch reagieren sie nicht linear auf schädigende Umwelteinflüsse, wie z. B. eine Zunahme der Nährstoffkonzentration. Sie halten zunächst eine progressive Eutrophierung ohne sichtbare Beeinträchtigung bis zu einem kritischen Punkt aus, darüber hinaus nehmen sie dann drastisch ab (Blindow 2009b). Dieser Fall ist in der Schweiz zwischen 1950 und 1980 durch die allgemeine Eutrophierung der Gewässer eingetreten, besonders in den Seen des Mittellands. Gewisse Arten, die früher sogar in üppigen Beständen die Grossseen des Mittellands besiedelten, sind nicht mehr gefunden worden, ein Zeichen, dass nicht jede Bestandesabnahme reversibel ist. In der Tat weisen heute viele Seen eine bessere Wasserqualität auf, zum Teil sogar mit tieferen Nährstoffwerten als zuvor, aber die Sedimente im Littoral sind noch reichlich mit Nährstoffen belastet, insbesondere mit Phosphorverbindungen. Unter Sauerstoffausschluss kann diese Fracht wieder in Umlauf gelangen, was die Entwicklung der Characeen benachteiligen würde. Sie verlieren dadurch an Fruchtbarkeit, werden noch konkurrenzschwächer und gehen unter dem Druck der aquatischen Gefässpflanzen zurück. Ihr Überleben ist dadurch ernsthaft in Frage gestellt, besonders wenn bereits stark gefährdet. Eine andere Ursache für die Gefährdung oder das Verschwinden von typischen Arten der Seen (z. B. *Nitella hyalina*) ist die Überbauung der Seeuferbereiche, wodurch natürlich strukturierte Lebensräume verloren gehen. Seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts sind mehr als 70 % der naturnahen Uferpartien der Grossseen des Mittellands zerstört worden (siehe u.a. Broggi & Schlegel 1989). Dazu kommt die Intensivierung des Schiffverkehrs in Ufernähe, die eine weitere Gefährdungsursache für den Rückgang der Characeenarten darstellen dürfte (UK biodiversity group 1999, Blindow 2009b).

Wenn die natürliche Dynamik der Fließgewässer hinsichtlich der Wasser- und Geschiebeführung beeinträchtigt ist, dann trocknet der Lebensraum der Auenarten aus oder die typischen Auenstandorte altern mehr oder weniger rasch durch natürliche Sukzession. Bleiben periodische Hochwasser aus, verlieren die Characeen mit Pioniercharakter Fläche für Neubesiedlungen und unterliegen früher oder später der Konkurrenz mit anderen Wasserpflanzen. Zudem wird dieser Vorgang durch die Eutrophierung des Gewässers beschleunigt, indem die Primärproduktion kurz gesteigert und die Sukzession beschleunigt wird. Dies stellt ein zusätzlicher Gefährdungsfaktor für Characeen dar. Ein lebendiges Wasser mit laufend neugestalteten Lebensraumstrukturen bietet ideale Voraussetzungen fürs Überleben vieler Characeenarten. Die darin periodisch im Rhythmus wechselnder Wasserstände «verjüngten» Standorte bilden mit den vom Fließgewässer weiter entfernten bzw. weniger oft gestörten Standorten ein vielfältiges Mosaik von Sukzessionsstadien. Die Auendynamik fördert nämlich sowohl Pionierarten wie z. B. *Chara vulgaris*, *Nitella capillaris* und *N. batrachosperma* als auch solche, die stabilere Verhältnisse bevorzugen wie *Chara hispida*, *C. intermedia*, *C. globularis* oder auch *Nitella tenuissima* (siehe u.a. Bornette & Arens 2002). Bekanntlich gibt es Standorte in Talauen, die seit über zwanzig Jahren seltene und gefährdete Arten wie z. B. *Nitella tenuissima* beherbergen. An Stellen, wo Auengewässer der Niederungen zudem mit nitratarmem Wasser der Giessen in Verbindung stehen, sind häufig mehrere Characeenarten anzutreffen. Gute Beispiele sind die Kiesabbauflächen in der Oberrheinischen Tiefebene und am Main (Hessen), die bis zu 10 Characeenarten von den gefährdetsten in der Region und in Deutschland zählen (Korte et al. 2009).

Arten der Auen

Gewisse Arten sind einjährige Pflanzen (Annuelle), die sich sporadisch und ausschliesslich in kleinflächigen Stillgewässern fortpflanzen, wie z. B. *Nitella capillaris* und *Tolypella intricata*. Diese sind speziell an frisch entstandene oder temporäre Wasserstellen angepasst, die im Sommer meist trockenfallen. Sie produzieren im Allgemeinen eine grosse Zahl von Oosporen, die trockenheits- und frostresistent sind. Daher sind sie in der Lage, langfristig zu überdauern und gleich auszukeimen, sobald günstige Bedingungen sich wieder einstellen. Diese Arten der kurzfristigen Nassstandorte sind durch den Verlust von potenziellen Lebensräumen bedroht. Viel natürliches Lebensraumpotenzial geht hauptsächlich durch die Landentwässerung für die landwirtschaftliche Nutzung, das Zuschütten von Tümpeln und Weihern sowie die Kanalisierung von kleineren Fließgewässern in Abflussrinnen verloren. Es wird angenommen, dass rund 70 % der Auengebiete und 82 % der Feuchtgebiete und Moore seit Mitte 19. Jahrhundert auf Schweizer Boden zerstört worden sind (Lachat et al. 2010). Die Wasserlöcher in Kiesgruben und die im Rahmen von Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen anlässlich des Strassen- oder Eisenbahnbau angelegten Weiher, inklusive solcher für die Naherholung der Menschen bis zu Pfützen auf Verkehrswegen (Wagenspuren, Wasserlöcher usw.), sind lebenswichtige Besiedlungspotenziale für diese einjährige Characeenarten. Dennoch vermag das Anlegen von Weihern vermutlich nicht allein den Verlust der natürlichen Habitate auszugleichen und ausreichende Bestände erhalten zu können. Eutrophierung der Oberflächengewässer und die Lebensraumzerstörung sind die wesentlichsten Bedrohungsursachen für diese Arten. Und wenn die natürliche Sukzession in den neu geschaffenen Wasserstellen sich beschleunigt, dann werden die konkurrenzschwachen Pionieralgenarten rasch durch Sumpfpflanzen verdrängt (z. B. Lambert-Servien et al. 2006).

Arten kurzlebiger Lebensräume

Gewisse Arten sind nicht nur für einen bestimmten Lebensraumtyp charakteristisch. *Nitella opaca* gedeiht in kaltem Wasser sowohl von Bergseen als auch von stehenden, mit Grundwasser verbundenen Gewässern in Talebenen, was die jährlichen Temperaturschwankungen auf eine relativ konstante Bandbreite von 8 bis 12 °C einengt. Die allgemeine Erwärmung der Oberflächengewässer durch den globalen Klimawandel wird für diese Art künftig ein zusätzliches Gefährdungsrisiko darstellen.

Arten anderer Lebensräume

Aufgrund unserer (Autoren) Beobachtungen besiedelt die grosswüchsige *Chara tomentosa* ebenfalls kalte Gewässer bzw. Kaltwasserbereiche in Seen des Tieflands im Littoralbereich unter der Temperatur-Sprungschicht oder in tiefgründigen Auenabschnitten oder alpine Gewässer. Im Zusammenhang mit der Erwärmung des Seewassers in Tallagen, wird ein Ausweichen in grösseren Tiefen nur bei günstigen Lichtverhältnissen möglich sein.

Nitella syncarpa scheint jedoch mehrere Habitattypen, die zum Teil huminsäurehaltig sind, besiedeln zu können.

Hingegen kann hinsichtlich der bevorzugten Lebensräume und Standortbedingungen für Arten wie *Nitella mucronata* und *Nitella flexilis* heute aufgrund der wenigen rezenten Beobachtungen und der Wissenslücken in Bezug auf ihre ökologischen Anforderungen noch keine Aussage gemacht werden.

3.10 Vergleich mit Roten Listen des Auslands

In der Schweiz ist die Anzahl der bedrohten Characeenarten hoch, aber im Ergebnis vergleichbar mit vielen anderen Ländern Europas, welche das Aussterberisiko dieser Makroalgen bisher evaluiert haben. In Grossbritannien gab die erste nationale Rote Liste der Charophyten (*stoneworts*) an, dass dort 57 % der Characeenarten bedroht sind (Stewart & Church 1992). In Schweden, das als erstes Land eine Rote Liste der Characeen (*Kransalger*) unter Anwendung der IUCN-Kriterien publizierte (Gärdenfors 2000, 2005, 2010) sind gemäss der letzten Revision 58 % der Arten gefährdet. Ebenfalls nach den IUCN-Kriterien evaluiert, stehen in Norwegen 88 % der Arten auf der Roten Liste (Kålås et al. 2006). In der Balkanregion, bekannt als Hotspot der Armleuchteralgenvielfalt in Europa, erachten die Experten über 80 % der Arten als gefährdet (Blazenčić et al. 2006), ebenso in der Tschechischen Republik (Caisova & Gabka 2009). In Deutschland sind nationale Verbreitungskarten der Armleuchteralgen veröffentlicht worden und ihr Gefährdungsstatus für einen Teil der Regionen abgeschätzt. Die bisher publizierten Roten Listen der Bundesländer zeigen, dass rund 80 % als bedroht eingestuft sind (van de Weyer & Raabe 2004, Hamann & Garnier Kieler 2002, Gregor 2003, 2008, Täuscher 2004, 2009, Wolff 2008). Die anderen Nachbarländer der Schweiz (Frankreich, Italien, Österreich, Liechtenstein) haben noch keine Rote Liste der Armleuchteralgen publiziert.

4 > Artenlisten mit Gefährdungskategorien

Legende zu Tabelle 2

Namen Wissenschaftlicher Name
 Deutscher Name

Kat. Gefährdungskategorien gemäss IUCN (2001)

RE In der Schweiz ausgestorben
 CR Vom Aussterben bedroht
 EN Stark gefährdet
 VU Verletzlich
 NT Potenziell gefährdet
 LC Nicht gefährdet
 DD Ungenügende Datengrundlage
 (NE) Nicht beurteilt – Kategorie nicht verwendet

IUCN-Kriterien für die Evaluation (siehe Anhang A3-3)

A Abnahme des Bestandes (früher, aktuell oder zukünftig)
 B Geografische Verbreitung verbunden mit Fragmentierung,
 Abnahme oder Fluktuationen
 C Geringe Grösse der Population verbunden mit einer Abnahme
 des Bestandes
 D Sehr geringe Grösse der Population oder des Verbreitungs-
 gebietes

Abkürzungen

Lebensraum	Wichtigste Lebensraumtypen, in denen die Art während der Erstellung der Roten Liste der Armleuchteralgen der Schweiz festgestellt wurde (im Zeitraum von 2006 bis 2009)		
Wassertiefe	Mittlere Wassertiefen (Minimum und Maximum), die während der Feldkampagnen 2006–2009 für die Rote Liste der Armleuchteralgen der Schweiz gemessen wurden		
Lage	Höhenstufe	Region Jura, Mittelland, Alpennordflanke	Region: Westliche Zentralalpen, Östliche Zentralalpen, Alpensüdflanke
C	kollin	≤ 600 m	≤ 800 m
M	montan	601 bis 1200 m	801 bis 1500 m
S	subalpin	1201 bis 1900 m	1501 bis 2100 m
A	alpin	> 1900 m	> 2100 m

Tab. 2 > Artenliste mit Gefährdungskategorien

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Kat.	Kriterien der IUCN	Lebens- raumtyp	Wassertiefe (m)	Hö- hen- stufen	Bemerkungen
<i>Chara aspera</i> Willd.	Rauhe Armleuchteralge	VU	B1ab(iv), B2ab(iv)		1,9 (0,1–8)	C – S	
<i>Chara contraria</i> A. Braun	Gegensätzliche Armleuchteralge	LC	B1ab(iv), B2ab(iv)	v. a. Seen	3,6 (0,1–12)	C – A	
<i>Chara delicatula</i> C. Agardh	Feine Armleuchteralge	VU	B1ab(iv), B2ab(iv)		3,3 (0,1–9)	C – S	
<i>Chara denudata</i> A. Braun	Nackte Armleuchteralge	DD		Seen	3,5 (0,5–7)	C – S	Unsicherer Status
<i>Chara filliformis</i> Hertzsch	Feine Armleuchteralge	DD		Seen	3,7 (1–5)	C	Vermutlich häufiger als beobachtet
<i>Chara globularis</i> Thuill.	Zerbrechliche Armleuchteralge,	LC	B1ab(iv), B2ab(iv)	alle	3,3 (0,1–12)	C – S	
<i>Chara hispida</i> L.	Steifhaarige Armleuchteralge	VU	B1ab(iv), B2ab(iv)		2,7 (0,1–20)	C – S	
<i>Chara intermedia</i> A. Braun	Kurzstachelige Armleuchteralge	EN	B1ab(iv), B2ab(iv)		1,3 (0,1–4)	C – S	
<i>Chara polyacantha</i> A. Braun	Vielstachelige Armleuchteralge	CR	B2ab(iv), D2		2,75 (0,2–4)	C – M	
<i>Chara strigosa</i> A. Braun	Striemen-Armleuchteralge	EN	B1ab(iv), B2ab(iv)		4,0 (0,1–7)	C – S	Glazialrelikt
<i>Chara tenuispina</i> A. Braun	Dünnstachelige Armleuchteralge	CR	B2ab(iv), D2		-	S	
<i>Chara tomentosa</i> L.	Geweih-Armleuchteralge	VU	B1ab(iv), B2ab(iv)	v. a. Seen	4,0 (0,2–6)	C – S	
<i>Chara vulgaris</i> L.	Gewöhnliche Armleuchteralge	VU	B1ab(iv), B2ab(iv)	alle	1,3 (0,1–20)	C – A	
<i>Nitella capillaris</i> (Krock.) J. Groves & Bull.-Webst.	Haarfeine Glanzleuchteralge	RE			-	C	Letzter CH-Nachweis 1869
<i>Nitella batrachosperma</i> (Reich.) A. Braun	Kleinste Glanzleuchteralge	RE			-	C	Letzter CH-Nachweis 1920; gegenwärtig in Frankreich bei Genf
<i>Nitella flexilis</i> (L.) C. Agardh	Biegsame Glanzleuchteralge	CR	B2ab(iv), D2		0,9	C – S	Bisher 1 einziger Nachweis
<i>Nitella gracilis</i> (Sm.) C. Agardh	Zierliche Glanzleuchteralge	EN	B2ab(iv)		0,5 (0,2–1,0)	C – A	
<i>Nitella hyalina</i> (DC.) C. Agardh	Vielästige Glanzleuchteralge	RE		Seelittoral	-	C	Letzter CH-Nachweis 1922
<i>Nitella mucronata</i> (A. Braun) Miq.	Stachelspitzige Glanzleuchteralge	EN	B2ab(iv), D2		0,5 (0,1–10)	C	
<i>Nitella opaca</i> (Bruzellus) C. Agardh	Dunkle Glanzleuchteralge	VU	B1ab(iv), B2ab(iv)		4,1 (0,1–15)	C – A	
<i>Nitella syncarpa</i> (Thuill.) Chevall.	Verwachsenfrüchtige Glanzleuchteralge	EN	B2ab(iv)		2,2 (0,1–10)	C – S	
<i>Nitella tenuissima</i> (Desv.) Kütz.	Schirmförmige Glanzleuchteralge	CR	B2ab(iv)		-	C	Letzter CH-Nachweis 1992; gegenwärtig in Frankreich bei Genf
<i>Nitellopsis obtusa</i> (Desv.) J. Groves	Stern-Armleuchteralge*	NT	B1ab(iv), B2ab(iv)	v. a. Seen	6,8 (0,6–12)	C – M	
<i>Tolypella glomerata</i> (Desv.) Leonh.	Knäuel-Armleuchteralge	EN	B1ab(iv), B2ab(iv)	v. a. Seen	4,0 (0,2–6)	C – M	
<i>Tolypella intricata</i> (Roth.) Leonh.	Verworrene Armleuchteralge	RE		-	-	C	Letzter CH-Nachweis 1880

5 > Interpretation und Diskussion der Roten Liste

5.1 Charakteristika der Armeleuchteralgen

Aufgrund neuer phylogenetischer Studien teilen sich die *Charophyta sensu lato* in 6 verschiedenen Gruppen auf (Karol et al. 2001, McCourt, Delwiche & Karol 2004). Vom Aufbau her ist die Ordnung *Charales* oder *Charophyta sensu stricto* unter diesen 6 Gruppen die komplexeste. Diese leben hauptsächlich in Süßwasser und gehören zu den höchst entwickelten Grünalgen, die den Gefäßpflanzen systematisch am nächsten stehen. Fossile Funde aus dem Silur zeigen, dass die taxonomische Vielfalt damals noch viel grösser war als heute. Derzeit zählt diese Ordnung der *Charales* oder Charophyten *sensu stricto* weltweit nur 1 Familie: *Characeae*, die aus 6 Gattungen mit ein paar Hundert Arten besteht. In der Schweiz kommen 4 Gattungen vor: *Chara*, *Nitellopsis*, *Nitella* und *Tolypella*.

Die Verbreitung der Armeleuchteralgen oder *Characeae* ist deutlich an die Verteilung der im Wasser gelösten Mineralsalze gekoppelt, insbesondere an Chlorid- (Salzgehalt) und Kalzium-Ionen. Die in der Schweiz vorkommenden Arten sind mehrheitlich kalkliebend (z. B. 8 Arten im Lac de Joux, ein typisch kalkhaltiger See des Juras). Seltener sind Arten, die einen geringen Kalziumgehalt und saures Milieu bevorzugen (Gattung *Nitella*).

Chemische Faktoren

Sandige und sandig-schluffige Substrate behagen besonders den Arten mit Brutknospen (*Chara aspera*) und feinere Korngrößen eher den Gattungen *Chara* und *Nitella*. Die kurzen Rhizoiden (wurzelähnliche Fortsätze am Fuss des Sprosses) dringen nicht tief ins Substrat, sodass zahlreiche Arten relativ dünne Sedimentablagerungen auf unterschiedlichen Unterlagen oder Gestein besiedeln können. Dicke Schlammschichten und organische Ablagerungen sind weniger geeignet.

Substrat

Gewisse Characeen brauchen besonders viel Licht und besiedeln seichte Stellen, andere kommen bis 40 m Tiefe vor. Die Lichtdurchlässigkeit des Wassers ist für die maximale Besiedlungstiefe der Unterwasserpflanzen massgebend. Diese liegt etwa bei 12 m in Seen des Mittellandes und bei etwa 15 m in den Engadiner Seen.

Licht und Wassertiefe

Die Lichtintensität bestimmt auch die Gestaltung des vegetativen Algensprosses, der viele Variationen aufweisen kann (Schneider et al. 2006). So entstehen an Standorten mit wenig Sonneneinstrahlung verschiedenartige Ausgestaltungen des Habitus (Phänotypen mit langen Internodien, ausgezogenen und blattähnlichen Sprossachsen). An lichtreicheren Standorten weisen dieselben Arten kürzere Internodien und eher gedrungene Sprossabschnitte (Corillion 1975).

Viele Characeenaarten sind einjährig und vermehren sich durch Keimung der Oosporen (befruchtete Oogonien). Der Zeitpunkt der Spross- und der Fruchtbildung hängt sowohl vom Klima als auch vom Wärmehaushalt des Gewässers ab. Je nach Temperaturverhältnissen kann eine Art wie *Tolypella glomerata* in sehr seichten Weihern (60 cm) nur ganz kurz erscheinen, indem sie bereits im März-April wächst, Oosporen bildet und danach gleich wieder verschwindet. In tiefen Seen kann dieselbe Art erst später im Sommer bis Herbst Sporen bilden. Andere Characeen sind über einen längeren Zeitraum im Gewässer sichtbar, weil sie sich das ganze Jahr hindurch entwickeln und in einem vegetativen Zustand überwintern (zum Beispiel *Chara globularis*, *Chara hispida*, *C. intermedia*).

Phänologie

Armlauchteralgen besiedeln praktisch alle wasserführenden Lebensraumtypen der kollinen bis alpinen Höhenstufen (Auderset Joye et al. 2002). Mit Fundmeldungen um 2700 m ü.M. halten *Chara vulgaris* sowie *Nitella gracilis* und *N. opaca* um 2400 m ü.M. die Höhenrekorde. Allerdings sind die Lebensräume in den Tieflagen des Mittelandes viel artenreicher als in den Alpen. Vermutlich bestimmt weder die Wasserqualität noch die Temperatur die spärliche Verbreitung gewisser Characeen (*Chara vulgaris*, *Nitella opaca*, *Nitella gracilis*, *Chara tomentosa*), sondern vielmehr das Nichtvorhandensein oder die Seltenheit geeigneter Verbreitungsvektoren, insbesondere der Wasservögel, die am effektivsten Oosporen oder Algenfragmente verbreiten. Doch Zugvögel bevorzugen die durchgängigsten Höhen als Flugroute und vermeiden Alpenüberquerungen. Nach Auskunft der Schweizerischen Vogelwarte in Sempach (www.vogelwarte.ch) riskiert nur ein Fünftel der Zugvögel den Durchflug über Alpenpässe, während die grosse Mehrheit entlang des Alpenbogens zieht. Somit dürften ziehende Wasservögel am ehesten die dünne Characeenbesiedlung auf der Alpensüdflanke (Tessin) erklären.

Höhenlage und Biogeographie

Algen gedeihen in aquatischen Lebensräumen, die man grob 3 Hauptkategorien zuordnen kann:

Lebensraumtypen

- > Seen, v. a. der Tieflagen mit schwach geneigten Ufern und weiträumigem, seichtem Littoral, das verschiedenartige Substrate, Licht- und Temperaturverhältnisse bietet;
- > Kleingewässer im Einzugsbereich von Fliessgewässern, die aufgrund der Auendynamik (Grundwasser und Wasserstandsschwankungen) eine Vielfalt an günstigen Bedingungen für die Besiedlung bieten,
- > Temporäre Kleingewässer, die jährlich oder in grösseren Abständen trocken fallen und die günstige Bedingungen für die Entwicklung von darauf spezialisierten Arten bieten.

5.2

Datenquellen

Floristische Daten aus verschiedenen Quellen sind in die Evaluation der Roten Liste der Armleuchteralgen in der Schweiz eingeflossen. Zu den historischen Funden (1800–1970) aus Herbarien von Universitäten, botanischen Gärten und Museen in der Schweiz kamen Fundmeldungen aus neueren Untersuchungen dazu. Im Wesentlichen handelt es sich um die eingehenden Studien über den floristischen Zustand der Seen in der Schweiz (1970–1995) und von weiteren Gewässertypen im Rahmen von nationa-

len, regionalen und sektoriellen Untersuchungen (1995–2005). Schliesslich kamen alle Fundmeldungen aus den eigens für diese Rote Liste durchgeführten Felderhebungen dazu (2006–2009). Die im Anhang aufgelistete Literatur und die Abb. 28 spiegeln den Aufbau der Datengrundlage wider.

Diese Datengrundlage vermittelt eine brauchbare Übersicht über historische und aktuelle Vorkommen und erlaubt eine erste Evaluation des Zustands dieser Algenflora in der Schweiz. Sie soll aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass für gewisse Arten noch einige Wissenslücken bestehen. Zum Beispiel sind mehrere Arten im Feld äusserst schwierig auszumachen; oft sind sie mit Schlick verkrustet, wodurch sie leicht übersehen werden. Das ist insbesondere der Fall bei *Nitella batrachosperma*, manchmal auch bei *N. gracilis* und bei *N. tenuissima*. Im Hinblick auf eine künftige Revision der Roten Liste muss diesen Arten mehr Beachtung geschenkt werden.

5.3 Bewertungsmethode

In einem ersten Schritt kamen die international anerkannten Gefährdungskriterien der IUCN (2001, 2003) zur Anwendung, wie bei den anderen Organismengruppen auch. Da sich gewisse Kriterien aber kaum für die Wasserflora eignen, mussten die Schwellenwerte etwas angepasst werden (siehe Anhang A2). Als zweckmässige Kriterien für die Berechnung der Gefährdungsstufe für jede Armleuchteralgenart in der Schweiz erwiesen sich: die geografische Verbreitung (*extent of occurrence and fragmentation*), die Fläche des nachweislich besiedelten Gebiets (*area of occupancy*) sowie die Bestandesentwicklung über einen Zeitraum hinweg (*Trend*).

In einem zweiten Schritt wurde der nach den IUCN-Kriterien und Schwellenwerten berechnete Status für gewisse Arten mit zusätzlichen Kriterien durch die Autoren der Roten Liste genauer analysiert und angepasst. Die Anwendung der im Anhang A2-6 erläuterten Zusatzkriterien hat den Gefährdungsstatus von 5 Arten beeinflusst.

5.4 Wichtigste Gefährdungsursachen

Die Gewässereutrophierung ist eine der wichtigsten Ursachen für den Artenschwund bei den Armleuchteralgen. Characeen sind äusserst sensibel auf Verschmutzung durch Nährstoffeinträge, wie oben erklärt (Kap. 3.9). Wann man die Fläche der landwirtschaftlichen Bodennutzung ins Verhältnis zur Fläche des Einzugsgebiets der Gewässer setzt und dies als eine indirekte Variable für den Eutrophierungsgrad annimmt, dann wird landesweit erkennbar, dass bei zunehmender landwirtschaftlicher Nutzungsdichte im Einzugsgebiet die Characeenvielfalt in den Stillgewässern abnimmt (Abb. 27).

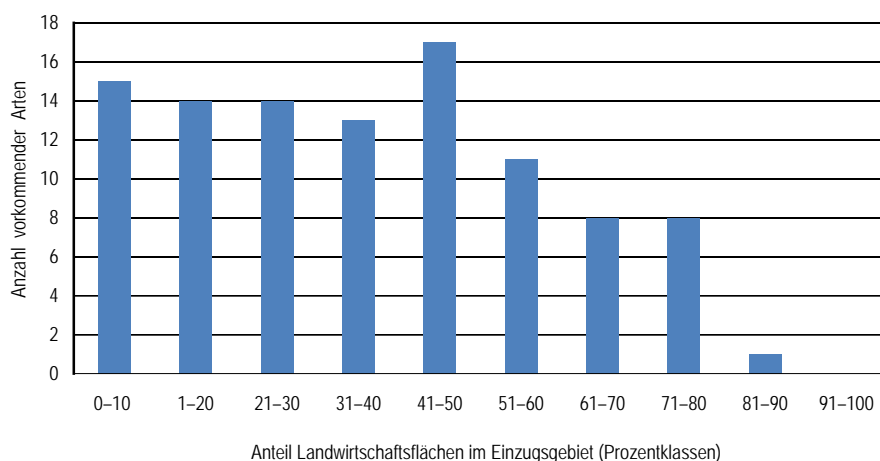
Eutrophierung der Gewässer
(Nährstoffanreicherung)

Die bis in die 1980er-Jahre zunehmenden anthropogenen Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer haben manche Armleuchteralgen in Schweizer Seen zum Verschwinden gebracht, zum Teil bis zum letzten Vertreter der Artengruppe. Seither sind grosse Anstrengungen unternommen worden, um Nährstoffeinträge in natürliche Gewässerökosysteme zu reduzieren: Rinigungsanlagen für Abwasser aus Industrie und

Haushalten, Verbot der Verwendung von Phosphaten in Waschmitteln, landwirtschaftliche Regelungen für eine umweltschonendere Produktion (ausgeglichene Stoffbilanzen besonders hinsichtlich der Verwendung von Düngern und Chemikalien, verbesserten Umgang mit anfallenden Abfällen in landwirtschaftlichen Betrieben, Massnahmen gegen die Bodenerosion, usw.).

Abb. 27 > Anzahl Characeenarten pro Flächenanteil der landwirtschaftlichen Nutzung im Einzugsgebiet

Ausgewählte Objektstandorte.



Quelle: Laboratoire d'écologie et de biologie aquatique – Universität Genf

Diese Massnahmen gegen anthropogen verursachte Nährstoffeinträge in den natürlichen Wasserkreislauf haben sich auf die Gewässerqualität der Seen, Weiher und Fließgewässer in der Schweiz positiv ausgewirkt. Die sukzessive Abnahme des Nährstoffgehalts in den Ökosystemen entspricht einer Entwicklung, die man als «Oligotrophierung» der Gewässer bezeichnen kann. Seitdem kann auch eine allgemeine Erholung der Characeenflora festgestellt werden. In bestimmten Lebensraumtypen konnte die Artenvielfalt jedoch nicht ganz wiederhergestellt werden, denn einzelne Arten blieben verschwunden. Andere nährstofftolerante Arten wie *Chara contraria*, *C. globularis* und *Nitellopsis obtusa* sind bald wieder aufgetaucht und in den Mittellandseen sogar recht häufig geworden. Auch wenn die allgemeine Wasserqualität sich verbessert hat, besteht nach wie vor Verschmutzungsgefahr. Lokal diffuse Einträge (durch Sickerwasser, Erosion, Drainagen usw.) erreichen allzu oft das Littoral der Gewässer und belasten die dortigen Wasserpflanzenbestände, wobei die Characeen gewöhnlich als Erste verschwinden.

Weitere Einflussfaktoren, häufig in Kombination mit der Gewässereutrophierung, stellen für die Armleuchteralgen eine Bedrohung. Am Einschneidendsten wirkt sich der Verlust von günstigen Lebensräumen, insbesondere von Pionierstandorten aus. Seit 1900 sind schätzungsweise 60 bis 70 % der Feuchtgebiete in Europa verloren gegangen, und mit ihnen ein Teil der angestammten Pflanzenvielfalt (Ravenga et al. 2000). Ebenso in der Schweiz, wo viele Feuchtgebiete für die landwirtschaftliche Produktion

Habitatsverluste

entwässert und ausgetrocknet worden sind (Flächenabnahme nach 1850 von 82 % der Feuchtgebiete bzw. von 70 % der Auengebiete gemäss Lachat et al. 2010). Gleichzeitig fanden grössere Gewässerkorrekturen mit Laufbegradigungen und Bau von Hochwasserdämmen statt, welche die natürlichen Ufer und ihre typischen Lebensräume beseitigt haben. Heute werden Fliessgewässer zunehmend revitalisiert, womit ein Teil der verlorenen Uferbereiche wieder der natürlichen Besiedlung zur Verfügung steht. Gleichzeitig setzt sich der Rückgang der Feuchtgebiete immer noch fort, trotz Annahme der «Rothenthurm-Initiative» von 1987 und Verankerung des Moorschutzes im Gesetz. Offenbar greift der Schutz der Moore und Moorlandschaften in der Schweiz noch nicht im erforderlichen Ausmass, wie die Bilanz über den Zustand und die jüngste Entwicklung der inventarisierten Hoch- und Flachmoor-Objekte von nationaler Bedeutung zeigt: ein Teil trocknet aus und die Nährstoffkonzentrationen nehmen zu (Klaus 2007).

Gewisse Armleuchteralgen entwickeln sich nur an Pionierstandorten. Solche entstehen im natürlichen Ökosystem durch die Gewässerdynamik, welche die Entwicklung von Standorten ab und zu ins Anfangsstadium zurücksetzt. Das Ausbleiben von wechselnden Wasserständen durch menschliche Regulierungen (Verlust von wechselnden Pegelständen in Seen sowie gestörtes Abflussregime der Fliessgewässer infolge Wasserkraftnutzung) führt zu einem Defizit an Wasserstellen mit Pioniercharakter, was der Armleuchteralgenflora schwer zusetzt. Das ist einer der Hauptgründe für den Rückgang gewisser Characeenarten, die ausschliesslich in leicht gestörten oder frisch geschaffenen Gewässerabschnitten gedeihen, in denen der Konkurrenzdruck durch andere Wasserpflanzengemeinschaften (epiphytische Algen, Fadenalgen, planktische Algen und aquatische Gefässpflanzen) fehlt. Die Eindämmungen und Begradigungen der Läufe haben die natürliche Gewässerdynamik weggenommen, welche die Begleitgewässer im Uferbereich immer wieder auf vielfältiger Weise frisch geschaffen haben. Damit ist das Besiedlungspotenzial für Characeen gesunken.

Konkurrenz

Es ist schwierig die Entwicklung der Characeen im sich abzeichnenden Klimawandel zu prognostizieren, weil ihre Ökologie noch zu wenig bekannt ist. Gewiss ist, dass einige Arten nur eher in kaltem Wasser gedeihen, wie *Chara tomentosa* und *Nitella opaca* in grösseren Tiefen von Seen. Andere werden nur in seichten Gewässern gesichtet, die sich im Sommer erwärmen. Das trifft vor allem für Arten von temporären Gewässern wie *Nitella capillaris* und *Tolypella intricata* zu, welche durch zeitweiliges Austrocknen der seichten Wasserstellen bei hohen Sommertemperaturen gefördert werden. Das anschliessende Fluten der vorübergehend trockengelegten Oosporen soll ihre Auskeimung gar fördern (Casanova & Brock 1990, Duarte et al. 1993).

Klimaerwärmung

5.5 Entwicklung der Vorkommen (*trend*)

Die Gefährdungsabschätzung der Arten beruht auch auf der Zu- oder Abnahme der früher bekannten Standorte aufgrund der verfügbaren Feldnachweise im betrachteten Zeitraum (Trend). 5 Characeenarten scheinen ihr Verbreitungsareal in der Schweiz auszudehnen (*Chara contraria*, *C. delicatula*, *C. filiformis*, *C. globularis* und *Nitellopsis obtusa*), während 20 andere zurückgehen.

In den abgesuchten früheren Fundorten hat *Chara delicatula* im betrachteten Zeitraum ihre Häufigkeit gegenüber früher fast verdoppelt. Die Fundhäufigkeit von *Nitellopsis obtusa* ist von 15 auf 26 % gestiegen, was einer Zunahme von fast 70 % entspricht. Ähnlich verhält sich diese Art in Deutschland, wo ihre Expansion im Zusammenhang mit der Erwärmung der Oberflächengewässer vermutet wird (Krause 1985). *Chara contraria* hat ihre Häufigkeit verdoppelt. Im umgekehrten Ausmass hat diejenige von *Chara denudata* abgenommen. Nach Corillion (1957) könnte *Chara denudata* eine unvollständige Entwicklungsform von *C. contraria* darstellen, die bei für ihr Wachstum ungünstigen Umweltbedingungen entsteht. Der Übergang von der einen zur *contraria*-Form könnte Ausdruck einer allgemeinen Verbesserung des Gewässerzustands sein. Eine Aussage zur Entwicklung von *Chara filiformis* kann aufgrund der wenigen Funde nicht gemacht werden. Sie dürfte häufiger vorkommen, wie neue Tauchbeobachtungen ausserhalb der wiederbesuchten Gebiete belegen. Die Expansion von *Chara delicatula* ist mit Vorsicht zu geniessen und müsste durch genauere Identifikation und Unterscheidung von der sehr ähnlichen *Chara globularis* neu beurteilt werden. Schliesslich, die leichte Zunahme (7 %) an Häufigkeit der *Chara globularis* (von 37 auf 39 % im betrachteten Zeitintervall) spricht für eine Stabilisierung der Lage.

Zunahme

Bei der Mehrheit der erfassten Characeenarten wird ein Rückgang oder ein Verschwinden festgestellt. Fünf Arten (*Nitella capillaris*, *Nitella batrachosperma*, *Nitella hyalina*, *Nitella tenuissima* und *Tolypella glomerata*) konnten in den Feldaufnahmen von 2006 bis 2009 nicht mehr nachgewiesen werden. *Chara polyacantha*, *Nitella flexilis*, *Chara denudata* sowie *Nitella syncarpa* verbuchen ein Verlust von mehr als 80 %. Der Rückgang weiterer 7 Arten (*Chara vulgaris*, *Chara intermedia*, *Nitella gracilis*, *Nitella mucronata*, *Tolypella glomerata*, *Chara hispida* und *Chara tenuispina*) variiert zwischen 50 und 80 % im beurteilten Zeitraum. *Chara tomentosa* und *Tolypella glomerata*, die in der Schweiz hauptsächlich in nordalpinen Seen leben, haben rund 30 bzw. 53 % ihres ursprünglichen Häufigkeit eingebüsst, vermutlich weil die Nährstoffverhältnisse ihnen nicht mehr entsprochen haben. *Chara hispida* und *Chara intermedia*, die normalerweise mineralreiche Wasserstellen in Auen, oft in Verbindung mit Grundwassereinfluss besiedeln, weisen einen noch stärkeren Rückgang von 52 bzw. 77 % auf. Dieser ist vermutlich auf die Zunahme von Nitratverbindungen im Grundwasser zurückzuführen (Jordi 2009). Ähnliches gilt für die Pionierart flacher Gewässer, *Chara vulgaris*, die zwar an gewissen wiederbesuchten alten Fundorten verschwunden, dafür aber an neuen erschienen ist. Die ursprüngliche Häufigkeiten von *Nitella opaca*, *Chara strigosa* und *Chara aspera* sind um weniger als 20 % zurückgegangen. Dafür gibt es folgende Gründe: *Nitella opaca* und *Chara strigosa* sind Kaltwasser-Arten, die vor allem Seen des Juras und der Alpen besiedeln, in denen häufig viel nährstoffärmere Verhältnisse vorliegen als in den Seen des Mittellandes.

Abnahme

> Anhang

A1 Nomenklatur und Taxonomie

Wir (Autoren) haben uns für die Nomenklatur der Monografie von Krause (1997) entschieden, welche das umfassendste und europaweit geläufigste Referenzwerk für Characeenfachleute darstellt.

Weitere Bestimmungsschlüssel kamen für die Abklärung schwieriger Arten zur Anwendung, u.a. Corillion (1957, 1975) für Frankreich, Bruinsma et al. (1998), Compère (1972), van Raam (2009) für die Benelux-Staaten, Moore (1986) für Grossbritannien, Blindow & Krause (1990), Blindow & Koistinen (2003) für die Ostsee sowie Blindow et al. (2007) für Skandinavien.

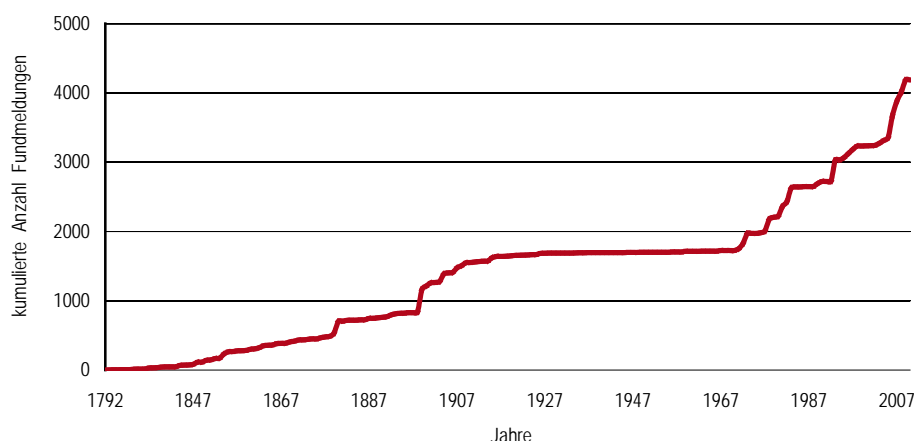
Die IUCN sieht keine besonderen Bestimmungen zur Auswahl der taxonomischen Einheiten in Roten Listen vor. Alle Taxa, die Krause (1997) beschrieben hat, sind berücksichtigt und als Art behandelt worden, ungeachtet dessen, ob andere Charophyten-spezialistinnen oder -spezialisten in Europa sie als Art, Unterart oder Varietät einstufen. Bei der Characeengruppe ist die Artunterscheidung nicht immer eindeutig. Für die genaue Bestimmung kann sich deshalb eine gesamtheitliche Betrachtung der morphologischen, phytogeografischen und genetischen Merkmale als entscheidend erweisen (siehe zum Beispiel Wood & Imahori 1965, Proctor 1976, 1980).

A2 Vorgehen bei der Erstellung der Roten Liste

A2-1 Datengrundlagen

Die Abschätzung des Gefährdungsstatus für die heute in Schweizer Gewässern vorkommenden Characeenarten basiert auf rund 3400 «alten» Fundmeldungen (vom 19. Jahrhundert bis ins Jahr 2005, Abb. 28) aus verifizierten Herbarbelegen zuzüglich mehr als 800 «neuer» Angaben aus der Feldkampagne für die Rote Liste von 2006 bis 2009, bei der rund 1400 Objekt-Standorte untersucht wurden (z. B. Seeuferabschnitte, kleine stehende Gewässer wie Weiher sowie einige Amphibienlaichplätze von nationaler Bedeutung, sog. «IANB-Objekte»).

Abb. 28 > Mit der Zeit kumulierte Anzahl Characeen-Feldbeobachtungen in der Schweiz



Quelle: Laboratoire d'écologie et de biologie aquatique – Universität Genf

A2-2 Wahl der Stichprobenflächen

Die Feldaufnahmestrategie für die Rote-Liste-Evaluation der Characeen hat verschiedene Ziele verfolgt. Einerseits sollten möglichst alle bekannten Standorte kontrolliert werden, um die Bestandeszunahme oder -abnahme der Arten abschätzen zu können. Andererseits musste eine vergleichbare Anzahl Probenahmestellen in jedem Lebensraumtyp (Stratifizierung) ausgewählt werden, um die artspezifischen Unterschiede in den ökologischen Ansprüchen berücksichtigen zu können.

Das Auswahlverfahren hat sämtliche verfügbaren Feldbeobachtungen von Characeen zwischen 1792 und 2005 in Betracht gezogen (siehe Auderset Joye et al. 2002). Diese Datengrundlage enthält zunächst die durch Characeen besiedelbaren Lebensraumtypen und erlaubt anschliessend für jede Art dieser Habitate, eine Abnahme oder Zunahme der Bestandesentwicklung zu berechnen.

In einem ersten Schritt ging es darum, die Datengrundlage mit Informationen über alle in der Schweiz Stillgewässer zu versehen. Da jedoch stehende Gewässer sehr unregelmässig über das Land verteilt sind, wurde von einem wie für Rote Listen terrestrischer Artengruppen üblichen Kilometerraster für die Stichprobenahmen abgesehen. Also wurde eine Auswahl von kleineren Stehgewässern oder von Abschnitten eines Kilometers entlang von grösseren Seen getroffen, und jede Einheit als «Objekt-Standort» bezeichnet. Insgesamt wurden 9442 Stillgewässer mit der Landeskarte 1:25 000 identifiziert (Vector25, Swisstopo: Stand 2005), 9351 Amphibienlaichplätze aus der karch-Datenbank übernommen sowie 1932 Littoralabschnitte von Seen mit einer Uferlänge grösser als 2 km ausgewiesen. Dadurch konnten ca. 21 000 Objekt-Standorte in die Datenbank einfließen.

In einem zweiten Schritt mussten diese 21 000 Objekt-Standorte gebündelt (stratifiziert) werden. Sie wurden 108 Bündeln zugeordnet, aufgrund der biogeografischen Verteilung (6 Regionen), der Höhenlagen (6 Höhenstufen) und des Flächenanteils der landwirtschaftlichen Nutzung im Verhältnis zur Einzugsgebietsfläche der betrachteten Gewässer (3 Klassen). Das letzte Klassifizierungskriterium hat dort als Variable für eine indirekte Anzeige des Nährstoffgehalts der Objekt-Standorte gedient.

Im dritten und letzten Schritt wurden die Ziel-Objekte für die Feldkampagne durch Zufallsprinzip bei Erfüllen definierter Auswahlkriterien bestimmt. Die Auswahl erfolgte anhand eines Algorithmus (durch Anthony Lehmann erstellt) mit folgenden Auflagen: pro Characeenart 25 Objekt-Standorte mit historischen Nachweisen zwecks Kontrollaufnahmen zuzüglich 4 Objekt-Standorte aus jedem Lebensraumbündel.

Diese Prozedur erlaubte, alle bekannten Standorte von seltenen Arten auszuwählen und im Feld zu überprüfen. Falls die Datenbank für eine Art weniger als 25 Objekt-Standorte enthielt, wurde eine ergänzende Anzahl von zu untersuchenden Neustandorten nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, wofür bisher noch keine Fundmeldungen über Armleuchteralgen vorlagen. Das Verfahren erlaubt auch einen Datenvergleich zwischen zwei Epochen (vor 2005 und 2006–2009) an einem Standort anzustellen. Es wurden 4 Objekt-Standorte pro Lebensraumbündel gewählt, um verlässlichere Ergebnisse aus der statistischen Berechnung zu erzielen sowie die zur Verfügung stehenden finanziellen und personellen Mitteln optimal einsetzen zu können.

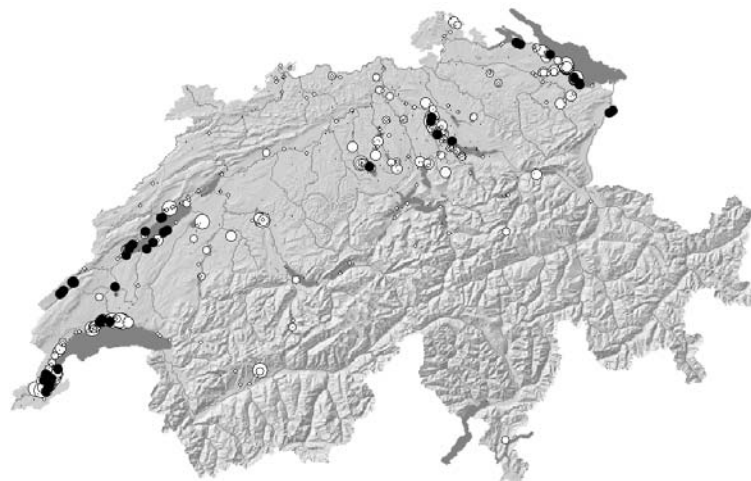
Schliesslich wurden 426 Objekt-Standorte ausgewählt, die zwischen 2006 und 2009 auf Characeen im Feld untersucht wurden. Zur Vervollständigung der Datenbank und zwecks Entdeckung neuer Vorkommen oder Arten, sind zudem die in der Nähe der ausgewählten Objekt-Standorte gesichteten Wasserstellen (Tümpel, Sümpfe, Wassergräben, usw.) mit untersucht worden. Dadurch sind insgesamt 1402 Objekt-Standorte nach Characeenvorkommen abgesucht worden (Abb. 29).

Abb. 29 > Verteilung der untersuchten Objekt-Standorte*Vorbestimmte und zusätzliche Probenahmestellen.*

Schwarz: durch Auswahlverfahren bestimmte Standorte; Weiss: zusätzlich aufgesuchte Standorte

A2-3 Verbreitungsgebiet

Gemäss Empfehlungen der IUCN umfasst das Verbreitungsgebiet einer Art (*Extent of Occurrence* EOO) die kleinste Fläche in km², die ein Polygon durch die äussersten Eckpunkte der Vorkommen im Untersuchungsgebiet bildet. Darin sind sämtliche nachweislichen Fundorte enthalten. Wegen der diskontinuierlichen Verteilung der Gewässer in der Schweiz ist dieses Kriterium wenig brauchbar, weshalb eine Abschätzung des Verbreitungspotenzials für jede Art bevorzugt wird. Dieses wird in einem Modell errechnet, das für jede Art die Präsenz/Absenz-Beobachtungen der neuesten Feldkampagne (2006–2009) mit Umweltvariablen des Klimas (Temperaturen, Niederschlagsmengen), der Geologie (Kalkgehalt des Gesteins) und der Bodennutzung (Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche und des Waldes im Einzugsgebiet sowie in unmittelbarer Nähe des Objekt-Standorts) verknüpft (Lehmann et al. 2003, Allenbach et al. 2008, Zimmermann & Kienast 1999). Ist das Modell gut aufgebaut, kann die Wahrscheinlichkeit für das Vorkommen einer bestimmten Art an jedem der ausgewählten Objekt-Standorte abgeschätzt werden. Die Projektion aller Vorkommenswahrscheinlichkeiten auf der Landeskarte ergibt dann ein Bild über die Besiedlungspotenziale der betreffenden Art (Abb. 30). Diese Methode ist jedoch für die häufigsten und weit verbreiteten Arten wie *Chara vulgaris* und *Chara globularis* nicht geeignet, auch nicht für Arten mit weniger als 11 Fundorten. Die Grenzen zwischen den Gefährdungskategorien bestimmt die Klassifizierung der Arten im Verhältnis zueinander, die abhängig ist von der errechneten Vorkommenswahrscheinlichkeit: CR: ≤ 50 Vorkommen, EN: 51 bis 250; VU: 251 bis 1000; NT: 1001 bis 2000; LC: > 2000 (Auderset Joye 2010).

Abb. 30 > Beobachtete und errechnete potenzielle Verbreitung von *Nitellopsis obtusa* in der Schweiz*Effektive und vom Modell vorausgesagte Fundorte.*

Schwarz: effektive Fundorte; Weiss: modellbedingte Voraussagen. Die Grösse der Kreise entsprechen der Vorkommenswahrscheinlichkeit.

A2-4 Besiedeltes Gebiet

Das Besiedlungsareal (*Area of Occupancy* AOO) gemäss IUCN (2001) umfasst die von der Art effektiv besiedelte Fläche im Verbreitungsareal (Untersuchungsgebiet). Sie entspricht der Summe aller nachweislich besiedelten Flächen in jedem untersuchten Objekt-Standort. Für jede Art wird der festgestellte Besiedlungsgrad (%) mit der besiedelbaren Fläche am jeweiligen Kleingewässer oder Uferabschnitt multipliziert. Handelt es sich um einen tiefen See, dann wird die besiedelbare Fläche auf 1 Kilometer Uferlänge zwischen Wasserlinie (bei mittlerem Wasserstand) und Höhenlinie auf der Landeskarte im Massstab 1 : 25 000 des entsprechenden tiefstliegenden Vorkommens unter Wasser berechnet.

Gemäss Kriterien der IUCN (siehe Anhang A3, Kriterien B) fällt eine Art mit einer effektiven Besiedlungsfläche unter 10 km² in die Kategorie «Vom Aussterben bedroht» (CR). Würde dieses Kriterium unverändert angewendet, wären alle Characeen der Schweiz dieser Gefährdungskategorie zugeordnet. Weil diese Algengruppe in der Natur kaum üppige Vorkommen bildet (im Durchschnitt nur 3 % der besiedelbaren Fläche der Objekt-Standorte), mussten die IUCN-Schwellenwerte für die Zuordnung der Gefährdungskategorien wie folgt angepasst werden: CR < 100 m² (< 0,0001 km²); EN < 1000 m²; VU < 10 000 m²; NT < 100 000 m²; LC > 100 000 m² (> 0,1 km²). Die aufsummierte effektive Besiedlungsfläche aller erfassten Characeenarten erwies sich als äusserst klein (1,8 km²) im Verhältnis zur potenziell besiedelbaren Fläche der untersuchten stehenden Gewässer (65 km²).

A2-5 Beurteilung der zeitlichen Entwicklung der Artvorkommen (*Trend*)

Die Berechnung der Verbreitungshäufigkeit einer Art beruht auf dem Datenvergleich zwischen zwei Beobachtungsperioden. Also wurden ältere Fundmeldungen (ohne Vermerk von Absenzen) aus 776 besiedelten Objekt-Standorten mit rezenten Präsenz-/ Absenz-Meldungen aus 1402 abgesuchten Objekt-Standorten (mit 387 Vorkommen zwischen 2006 und 2009) verglichen. Da die Daten der beiden Zeiträume auf unterschiedlichen Grundlagen beruhen, dürfen sie nicht als Abnahme oder Zunahme der Vorkommen in der Zeit (Trend) für die Bezeichnung der Gefährdungskategorie miteinander verrechnet werden. Die verzerrte Berechnung würde die Aussage für praktisch alle Arten in Richtung Abnahme verfälschen. Somit wurde die Beurteilung auf einer vergleichbaren Datenbasis von 155 Objekt-Standorten mit gültigen Daten vor 2006 (t1) und nach 2006 (t2) getroffen. Das ergibt eine partielle, aber realistische Vorstellung über die landesweite Entwicklung der Characeenbesiedlung in den Wasserlebensräumen, ohne die krassen Schwankungen namentlich während der starken Eutrophierungszeiten in den Seen direkt auszudrücken. Die angewandten IUCN-Schwellenwerte für die Zuordnung der Rote-Listen-Kategorien sind folgende: CR: $\geq 80\%$; EN $\geq 50\%$; VU $\geq 30\%$; ferner für die anderen Kategorien ohne unmittelbare Gefährdung: NT $< 30\%$; LC bei gleichbleibenden oder in Expansion begriffenen Häufigkeiten.

Chara contraria, *C. delicatula*, *C. filiformis*, *C. globularis* und *Nitellopsis obtusa* scheinen sich in der Schweiz auszubreiten. Die Häufigkeit der *Nitellopsis obtusa* ist an den ehemaligen Fundorten von 15 auf 26 % gestiegen, was einen Zuwachs von fast 70 % bedeutet. Aber das nach wie vor spärliche Vorkommen von *Chara filiformis* macht eine Interpretation schwierig. Sie dürfte häufiger vorkommen als die Fundmeldungen zeigen, wenn man die rezenten Beobachtungen beim Tauchen berücksichtigt, die ausserhalb des Probenahmegebiets lagen. Die Expansion von *Chara delicatula* dürfte mit der besseren Unterscheidung von der leicht zu verwechselnden *Chara globularis* zusammenhängen, aber auch mit dem Umstand, dass die geringe Anzahl von Beobachtungen die Berechnung stark beeinflussen. Die im Laufe der Zeit festgestellte leichte Zunahme der Häufigkeit der *Chara globularis* (von 37 auf 39 %) könnte als Zeichen von Stabilisierung der Bestände gedeutet werden.

Zunahme

20 Characeenarten sind in der Schweiz zurückgegangen oder verschollen. Der Rückgang variiert zwischen 50 und 80 %, besonders bei *Chara vulgaris*, *Chara intermedia*, *Nitella gracilis*, *Nitella mucronata*, *Tolypella glomerata*, *Chara hispida* und *Chara tenuispina*, und um 30 % bei *Chara tomentosa*. Im Gegensatz dazu wird der relativ geringe Rückgang von *Nitella opaca*, *Chara strigosa* und *Chara aspera* auf weniger als 20 % eingeschätzt.

Abnahme

Mehrere Arten der Gattung *Nitella* konnten nicht mehr nachgewiesen werden. Der Umstand, dass für diese Arten schon immer wenige Fundstellen bekannt waren, übt einen starken Einfluss in der Trendanalyse aus. Gewisse *Nitella*-Arten erscheinen nur ganz flüchtig und konnten früher schon übersehen worden sein. Das könnte besonders für *Nitella syncarpa* zutreffen, bei der ein Rückgang von 84 % an den altbekannten Standorten und zugleich eine Zunahme von 10 neuen Vorkommen (Objekt-Standorte) verzeichnet wird. Dies bedeutet einen Informationsgewinn über ihre Pioniereigenschaften, fordert aber zu mehr Aufmerksamkeit auf.

A2-6 Anpassung des Gefährdungsstatus anhand von Zusatzkriterien

Bei 5 Arten musste der im ersten Schritt nach IUCN-Kriterien errechnete Gefährdungsstatus angepasst werden (Tab. 3). Die Berücksichtigung zusätzlicher Kriterien aus den verfügbaren Daten über die Arten hat dazu geführt, dass diese Arten in einem zweiten Schritt zurückgestuft wurden. Zum Beispiel wies die rigurose Anwendung der IUCN-Kriterien *Nitella syncarpa* in die Kategorie «Vom Aussterben bedroht» (CR), weil in den kontrollierten Objekt-Standorten ein Bestandesrückgang von fast 80 % festgestellt worden ist. Jedoch ist die Art an verschiedenen Standorten neu nachgewiesen worden, sodass eine Rückstufung auf die nächst untere Kategorie «stark gefährdet» (EN) vertretbarer ist.

Tab. 3 > Anpassung Gefährdungsstatus im zweiten Schritt der Evaluation

5 Characeenarten wurden aufgrund von Zusatzkriterien anders eingestuft als im blossen Vergleich mit den Schwellenwerten der IUCN-Kriterien.

Taxa	Berechnung	Experten	Grund
<i>Chara contraria</i>	NT	LC	Ausdehnung des Verbreitungsgebiets
<i>Chara hispida</i>	EN	VU	Mehrfährig, geschlechtliche und vegetative Vermehrung
<i>Chara vulgaris</i>	EN	VU	Pionierart, die viele Fruchtkörper bildet
<i>Nitella syncarpa</i>	CR	EN	Flüchtig erscheinende Pionierart, deren Vorkommen vermutlich übersehen werden
<i>Nitellopsis obtusa</i>	VU	NT	Ausdehnung des Verbreitungsgebiets, vegetative Vermehrungseinheiten (Adventivknospen)

Legende: RE: in der Schweiz ausgestorben, verschollen; CR: vom Aussterben bedroht; EN: stark gefährdet; VU: verletzlich; NT: potenziell gefährdet; LC: nicht gefährdet; DD: ungenügende Datengrundlage.

A3 Die Roten Listen der IUCN

A3-1 Prinzipien

Seit 1963 erstellt die Weltnaturschutzunion (IUCN) Rote Listen weltweit gefährdeter Tier- und Pflanzenarten. Dazu werden die Arten anhand festgelegter Kriterien in Gefährdungskategorien eingeteilt. Diese in den 1960er-Jahren eher subjektiv formulierten Kriterien wurden 1994 durch ein objektiveres System abgelöst. Die Revision der Rote-Liste-Kategorien hatte zum Ziel, ein objektiveres Einstufungsverfahren der Arten zu bieten, dem klare Richtlinien zugrunde liegen und eine einheitlichere Handhabung durch unterschiedliche Autorinnen und Autoren verschiedener Ländern gewährleistet. Das erleichtert auch den grossräumigen Vergleich zwischen den Roten Listen. Mit den Erfahrungen entstand eine weitere revidierte Empfehlung in der Fassung 3.1, die heute massgebend ist und als Referenz für diese erste Rote Liste der Armleuchteralgen der Schweiz gedient hat (IUCN 2001: Red List Categories and Criteria version 3.1, www.iucnredlist.org). Anleitungen zur Verwendung der Kategorien und Kriterien erlässt die IUCN regelmässig; die letzte datiert von 2010 (IUCN 2010).

Die Roten Listen der IUCN beruhen einzig auf der Schätzung der Aussterbewahrscheinlichkeit eines Taxons in einem gegebenen Zeitraum. Für einen Staat bedeuten sie folglich die Aussterbewahrscheinlichkeit einer Art innerhalb der Landesgrenzen. Als taxonomische Einheit wurde meistens die Art verwendet, aber die Schätzung kann auch für tiefere taxonomische Stufen benutzt werden.

Dieses Vorgehen darf nicht mit nationaler Prioritätensetzung im Artenschutz verwechselt werden. Letztere wird auch von anderen Faktoren beeinflusst, zum Beispiel der Verantwortung eines Staates für die Erhaltung einer vorgegebenen Art.

Die wichtigsten von der IUCN angewendeten Kriterien für die Zuteilung der Arten in die verschiedenen Gefährdungskategorien sind quantitativer Art. Sie betreffen die Populationsgrösse und Bestandesveränderung der Arten, Grösse oder Veränderung des Verbreitungsgebietes (Verbreitungsareal im Untersuchungsgebiet) oder die Anzahl bzw. die Zu- oder Abnahme besiedelter geografischer Einheiten (Besiedlungsareal). Dazu kommen weitere Parameter wie: der Isolationsgrad oder Fragmentierungsgrad der Populationen, die Qualität ihrer Lebensräume oder ihre Konzentration auf sehr kleine Gebiete. Man geht davon aus, dass jenseits des angegebenen Schwellenwerts für die jeweilige Variable die Aussterbewahrscheinlichkeit für die beurteilte Art entscheidend zunimmt.

Kriterien zur Einstufung

Diese Kriterien wurden ursprünglich zur Beurteilung des weltweiten Gefährdungsgrades einer Art entwickelt. Für die Erstellung von regionalen Roten Listen hat die IUCN speziell Richtlinien formuliert, die auf den Arbeiten von Gärdenfors et al. (2001) beruhen (IUCN 2003: Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels, Version 3.0, www.iucnredlist.org).

A3-2 Gefährdungskategorien

Die Texte in diesem und im folgenden Kapitel stammen von der IUCN (IUCN 2001, Version 3.1) und wurden aus dem englischen Originaltext übersetzt. Um die Einheitlichkeit der Schweizer Roten Listen zu gewährleisten, werden die französischen, deutschen und italienischen Übersetzungen aller Ausgaben mit IUCN-Kategorien seit 2001 gleich gehalten (www.bafu.admin.ch/rotelisten).

EX (Extinct): ausgestorben

Ein Taxon ist *ausgestorben*, wenn kein begründeter Zweifel vorhanden ist, dass das letzte Individuum gestorben ist. Ein Taxon gilt als ausgestorben, wenn erschöpfende Nachforschungen in bekannten und/oder wahrscheinlichen Lebensräumen, in geeigneten Zeiträumen (tages- und jahreszeitlich, jährlich), im ganzen historischen Verbreitungsgebiet, kein einziges Individuum mehr lebend feststellen konnte. Der Lebenszyklus und die Lebensform sollten innerhalb eines angepassten Zeitrahmens untersucht werden. Diese Kategorie ist nicht für nationale oder regionale Listen verwendbar.

EW (Extinct in the Wild): in der Natur ausgestorben

Ein Taxon ist *in der Natur ausgestorben*, wenn es nur noch in Kultur, in Gefangenschaft oder in einer Population (oder mehrere) ausserhalb seines ursprünglichen Verbreitungsgebietes eingebürgert überlebt. Ein Taxon gilt als in der Natur ausgestorben, wenn erschöpfende Nachforschungen in bekannten und/oder wahrscheinlichen Lebensräumen, in geeigneten Zeiträumen (tages- und jahreszeitlich, jährlich), im ganzen historischen Verbreitungsgebiet, kein einziges Individuum mehr lebend feststellen konnte. Diese Kategorie der weltweiten Roten Listen wird in nationalen bzw. regionalen Listen durch **RE** (regionally extinct) ersetzt.

RE (Regionally Extinct): regional bzw. in der Schweiz ausgestorben

Ein Taxon gilt als *regional* bzw. *in der Schweiz ausgestorben*, wenn kein begründeter Zweifel vorhanden ist, dass das letzte zur Fortpflanzung fähige Individuum aus dem Land bzw. dem zu beurteilenden Raum verschwunden ist. Die Untersuchungen sollten innerhalb eines dem Lebenszyklus und der Lebensform angepassten Zeitrahmens durchgeführt werden.

CR (Critically Endangered): vom Aussterben bedroht

Ein Taxon ist *vom Aussterben bedroht*, wenn aufgrund der besten verfügbaren Datengrundlagen eines der Kriterien A bis E (siehe Abschnitt A3-3) dieser Kategorie des extrem hohen Aussterberisikos in der Natur zutrifft.

EN (Endangered): stark gefährdet

Ein Taxon ist *stark gefährdet*, wenn gemäss den besten verfügbaren Datengrundlagen ein sehr hohes Risiko besteht, dass das Taxon in der Natur ausstirbt, basierend auf einem der Kriterien A bis E (siehe Abschnitt A3-3) für diese Kategorie.

VU (Vulnerable): verletzlich

Ein Taxon ist *verletzlich* (Synonym: *gefährdet*), wenn gemäss den besten verfügbaren Datengrundlagen ein hohes Risiko besteht, dass das Taxon in der Natur ausstirbt, basierend auf einem der Kriterien A bis E (siehe Abschnitt A3-3) für diese Kategorie.

NT (Near Threatened): potenziell gefährdet

Ein Taxon ist *potenziell gefährdet*, wenn es nach den Kriterien A bis E beurteilt wurde, und zurzeit kein Kriterium der Kategorien *vom Aussterben bedroht*, *stark gefährdet* oder *verletzlich* erfüllt, jedoch nahe an der Grenze zur Einstufung in eine Gefährdungskategorie liegt oder den Schwellenwert wahrscheinlich in naher Zukunft überschreitet.

LC (Least Concern): nicht gefährdet

Ein Taxon ist *nicht gefährdet*, wenn es nach den Kriterien A bis E beurteilt wurde und zurzeit kein Kriterium der Kategorien *vom Aussterben bedroht*, *stark gefährdet*, *verletzlich* oder *potenziell gefährdet* erfüllt. Weit verbreitete und häufige Taxa werden in diese Kategorie eingestuft.

DD (Data Deficient): ungenügende Datengrundlage

Ein Taxon wird in die Kategorie *ungenügende Datengrundlage* aufgenommen, wenn die vorhandenen Informationen nicht ausreichen, um auf der Basis seiner Verbreitung und/oder seiner Bestandessituation eine direkte oder indirekte Beurteilung des Aussterberisikos vorzunehmen. Ein Taxon in dieser Kategorie kann gut untersucht und seine Biologie kann gut bekannt sein, aber geeignete Daten über die Häufigkeit seines Vorkommens und/oder über seine Verbreitung fehlen. Es handelt sich deshalb nicht um eine Gefährdungskategorie. Die Aufnahme von Taxa in diese Kategorie weist darauf hin, dass mehr Information nötig ist, und anerkennt die Möglichkeit, dass aufgrund zukünftiger Forschung eine Einstufung in eine Gefährdungskategorie angebracht ist. Es ist wichtig, alle verfügbaren Daten zu berücksichtigen. In vielen Fällen muss die Wahl zwischen der Beurteilung einer ungenügenden Datengrundlage und einer Einstufung in eine Gefährdungskategorie sehr sorgfältig getroffen werden. Wenn vermutet wird, dass das Verbreitungsgebiet eines Taxons relativ gut abgegrenzt werden kann, und wenn eine beachtliche Zeit seit dem letzten Nachweis verstrichen ist, könnte eine Einstufung in eine Gefährdungskategorie durchaus gerechtfertigt sein. Man braucht nur die Anzahl Arten der Kategorie DD zur Gesamtzahl der bewerteten Arten zusammen zu zählen, um die Anzahl der bekannten einheimischen Arten zu erhalten (Anmerkung BAFU).

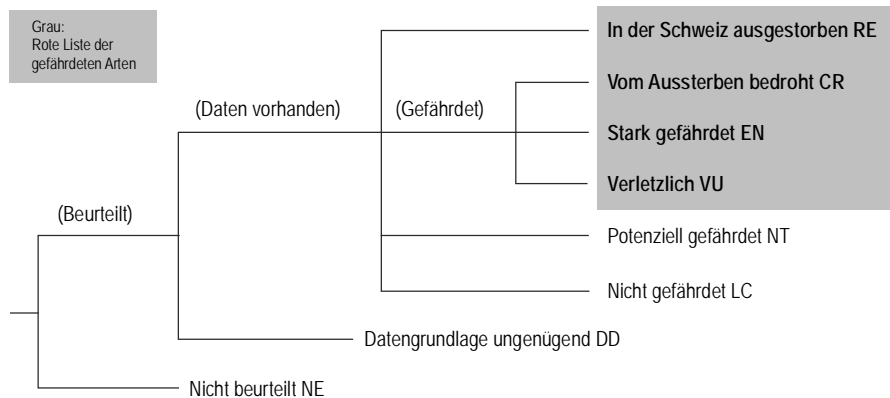
NE (not evaluated): nicht beurteilt

Ein Taxon wird als *nicht beurteilt* bezeichnet, wenn es nicht mit den Kriterien konfrontiert worden ist. Gebietsfremde Arten (Neophyta) werden ebenfalls nicht beurteilt und dazugezählt (Anmerkung BAFU).

Als Rote Liste werden alle Arten der Kategorien EX (ausgestorben), EW (in der Natur ausgestorben) bzw. RE (in der Schweiz ausgestorben), CR (vom Aussterben bedroht), EN (stark gefährdet) und VU (verletzlich) zusammengefasst (Abb. 31). Die Kategorie NT (potenziell gefährdet) steht zwischen der eigentlichen Roten Liste und der Liste der nicht gefährdeten Arten (LC).

Abgrenzung Rote Liste

Abb. 31 > Gefährdungskategorien der Roten Listen der Schweiz



Nach den Kriterien der IUCN 2001, Version 3.1

A3-3

Kriterien für die Einstufung in die Gefährdungskategorien CR, EN und VU

Die Einstufungskriterien lauten für die Gefährdungskategorien CR, EN und VU gleich, lediglich die Schwellenwerte variieren. Im Folgenden werden nur die Kriterien für CR und die jeweiligen Schwellenwerte für EN und VU formuliert.

Ein Taxon ist *vom Aussterben bedroht* (bzw. *stark gefährdet* oder *verletzlich*), wenn die besten verfügbaren Grundlagen darauf hinweisen, dass es irgendeines der folgenden Kriterien (A–E) erfüllt und deshalb ein extrem hohes (bzw. sehr hohes oder hohes) Risiko besteht, in der freien Natur auszusterben:

A. Abnahme der Populationsgrösse gemäss einer der folgenden Bedingungen:

1. Eine beobachtete, geschätzte, abgeleitete oder vermutete Abnahme der Populationsgrösse von $\geq 90\%$ (EN 70% , VU 50%) in den letzten 10 Jahren oder über drei Generationen, je nachdem, was länger ist, wenn die Ursachen für die Abnahme nachweislich reversibel sind UND klar verstanden sind UND zu wirken aufgehört haben, basierend auf einem der folgenden Punkte (entsprechend anzugeben):
 - a) direkte Beobachtung;
 - b) der Art angepassten Abundanzindex;
 - c) Rückgang der Grösse des Verbreitungsgebietes, des effektiv besiedelten Gebietes und/oder der Qualität des Habitats;
 - d) aktueller oder potenzieller Nutzungsgrad
 - e) Auswirkungen von eingeführten Taxa, Hybridisierung, Krankheitserregern, Schadstoffen, Konkurrenten oder Parasiten.
2. Eine beobachtete, geschätzte, abgeleitete oder vermutete Abnahme der Populationsgrösse von $\geq 80\%$ (EN 50% , VU 30%) in den letzten 10 Jahren oder über drei Generationen, je nachdem, was länger ist, wenn die Abnahme oder deren Ursachen möglicherweise nicht aufgehört haben ODER möglicherweise nicht verstanden sind ODER möglicherweise nicht reversibel sind, basierend auf einem der unter A1 erwähnten Punkte a–e (entsprechend anzugeben).

3. Eine für die nächsten 10 Jahre oder drei Generationen, je nachdem, was länger ist (bis zu einem Maximum von 100 Jahren), voraussehbare oder vermutete Abnahme der Populationsgrösse von $\geq 80\%$ (EN 50 %, VU 30 %), basierend auf einem der unter A1 erwähnten Punkte b–e (entsprechend anzugeben).
4. Eine beobachtete, geschätzte, abgeleitete oder vermutete Abnahme der Populationsgrösse von $\geq 80\%$ (EN 50 %, VU 30 %) in einem Zeitraum von 10 Jahren oder über drei Generationen, je nachdem, was länger ist (bis zu einem Maximum von 100 Jahren in die Zukunft), für eine beliebige Zeitperiode, die sowohl die Vergangenheit wie auch die Zukunft umfasst, und wenn die Abnahme oder deren Ursachen möglicherweise nicht aufgehört haben ODER möglicherweise nicht verstanden sind ODER möglicherweise nicht reversibel sind, basierend auf einem der unter A1 erwähnten Punkte a–e (entsprechend anzugeben).

B. Geografische Verbreitung entsprechend B1 (Verbreitungsgebiet) ODER B2 (effektiv besiedeltes Gebiet, Besiedlungsareal) ODER beides:

1. Das Verbreitungsgebiet wird auf weniger als 100 km² (EN 5000 km², VU 20000 km²) geschätzt, und Schätzungen weisen auf mindestens zwei der folgenden Punkte a–c hin:
 - a) Starke räumliche Fragmentierung der Population oder nur 1 (EN 5, VU 10) bekannter Fundort
 - b) Ein sich fortsetzender beobachteter, abgeleiteter oder projizierter Rückgang einer der folgenden Parameter:
 - (i) Verbreitungsgebiet
 - (ii) effektiv besiedeltes Gebiete
 - (iii) Fläche, Ausdehnung und/oder Qualität des Habitats
 - (iv) Anzahl Fundorte oder Teilpopulationen
 - (v) Anzahl fortpflanzungsfähiger Individuen
 - c) Extreme Schwankungen einer der folgenden Parameter:
 - (i) Verbreitungsgebiet
 - (ii) effektiv besiedeltes Gebiet
 - (iii) Anzahl Fundorte oder Teilpopulationen
 - (iv) Anzahl fortpflanzungsfähiger Individuen
2. Das effektiv besiedelte Gebiet wird auf weniger als 10 km² (EN 500 km², VU 2000 km²) geschätzt, und Schätzungen weisen auf mindestens zwei der folgenden Punkte a–c hin:
 - a) Starke räumliche Fragmentierung der Population oder nur 1 (EN 5, VU 10) bekannter Fundort
 - b) Ein sich fortsetzender beobachteter, abgeleiteter oder projizierter Rückgang einer der folgenden Parameter:
 - (i) Grösse des Verbreitungsgebietes
 - (ii) Grösse des effektiv besiedelten Gebietes
 - (iii) Fläche, Ausdehnung und/oder Qualität des Habitats
 - (iv) Anzahl Fundorte oder Teilpopulationen
 - (v) Anzahl fortpflanzungsfähiger Individuen

c) Extreme Schwankungen einer der folgenden Parameter:

- (i) Grösse des Verbreitungsgebietes
- (ii) Grösse des effektiv besiedelten Gebietes
- (iii) Anzahl Fundorte oder Teilpopulationen
- (iv) Anzahl fortpflanzungsfähiger Individuen

C. Die Populationsgrösse wird auf weniger als 250 fortpflanzungsfähige Individuen (EN 2500, VU 10 000) geschätzt, und eine der folgenden Bedingungen trifft zu:

1. Ein sich fortsetzender geschätzter Rückgang von mindestens 25 % in 3 Jahren oder 1 Generation, je nachdem, was länger ist (bis zu einem Maximum von 100 Jahren in die Zukunft) (EN 20 % in 5 Jahren oder 2 Generationen, VU 10 % in 10 Jahren oder 3 Generationen), ODER
2. Ein sich fortsetzender, beobachteter, voraussichtlicher oder mutmasslicher Rückgang der Anzahl fortpflanzungsfähigen Individuen, UND mindestens einer der Punkte trifft zu (a, b):
 - a) Populationsstruktur gemäss einem der beiden folgenden Punkte:
 - (i) keine Teilpopulation mit schätzungsweise mehr als 50 adulten Individuen (EN 250, VU 1000) ODER
 - (ii) mindestens 90 % der adulten Individuen (EN 95 %, VU alle), kommen in einer Teilpopulation vor
 - b) Extreme Schwankungen bei der Zahl der adulten Individuen.

D. Die Populationsgrösse wird auf weniger als 50 adulte Individuen (EN 250) geschätzt.

VU: Die Population ist sehr klein oder beschränkt, gemäss eines der folgenden Merkmale:

1. Die Populationsgrösse wird auf weniger als 1000 adulter Individuen geschätzt.
2. Die Population besiedelt ein sehr kleines Gebiet (i.d.R. weniger als 20 km²) oder die Anzahl Lebensräume sehr gering (i.d.R. maximal 5), sodass die Population in einer nicht absehbaren Zukunft menschlichen Aktivitäten oder stochastischer Ereignisse in einer sehr kurzen Zeit ausgesetzt sein kann. Infolgedessen könnte das Taxon sehr schnell in die Gefährdungskategorie CR oder RE wechseln.

E. Quantitative Analysen zeigen, dass das Aussterberisiko im Freiland mindestens 50 % in 10 Jahren oder 3 Generationen, je nachdem, was länger ist, beträgt (bis zu einem Maximum von 100 Jahren). (EN 20 % in 20 Jahren oder 5 Generationen, VU 10 % in 100 Jahren).

A3-4 Richtlinien für die Erstellung regionaler/nationaler Roter Listen

Die Kriterien der IUCN wurden erarbeitet, um die weltweit bedrohten Arten zu bestimmen. Die vorgeschlagenen Schwellenwerte zur Einstufung in die Gefährdungskategorien (Anhang A3-2) sind folglich nicht immer an kleinere geografische Einheiten als Kontinente oder Länder angepasst. Folglich hat ein Expertengremium der IUCN ein Verfahren zur Beurteilung kleinerer geografischer Einheiten entwickelt (Gärdenfors 2001, Gärdenfors et al. 2001), das heute offiziell anerkannt ist (IUCN 2003).

Das vorgeschlagene Verfahren umfasst zwei Schritte:

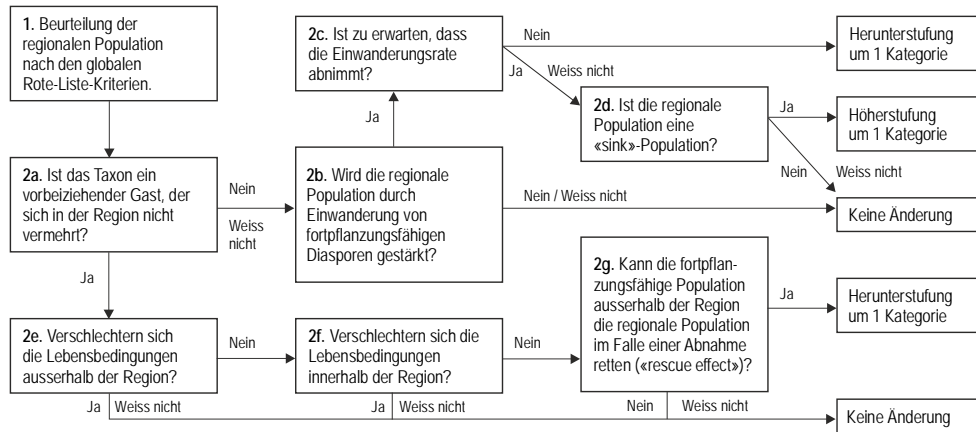
Einstufung in zwei Schritten

1. In einem ersten Schritt werden die Arten nach den Kriterien der IUCN (2001) für weltweite Populationen eingestuft.
2. In einem zweiten Schritt wird das erhaltene Resultat unter Berücksichtigung der nationalen Situation gewichtet («Regionalisierung» der Zwischenergebnisse). Dazu wird die Dynamik der lokalen Populationen in Abhängigkeit ihres Isolationsgrades gegenüber den Populationen der Nachbarländer mit einbezogen. Man geht dabei von der Hypothese aus, dass einheimische Populationen durch die Zuwanderung aus Populationen der Nachbarländer aufgestockt werden können («rescue effect» nach Brown & Kodric-Brown 1977) und dies für zahlreiche Arten den Gefährdungsgrad senken kann (Abb. 32). Dabei ist entscheidend zu wissen, ob die Populationsdynamik im benachbarten Ausland einen Einfluss auf den Gefährdungszustand der betrachteten Art oder Unterart im Inland hat. Zu diesem Zweck wird die Aussterbewahrscheinlichkeit einer Subpopulation im Kontakt mit benachbarten Populationen im angrenzenden Ausland abgeschätzt.

Dieser zweite Schritt kann dazu führen, dass Arten entweder in der ursprünglich definierten Kategorie belassen werden (z. B. endemische Arten oder Arten mit isolierten Populationen) oder dass sie abklassiert werden (*downgrading*) in eine tiefere Gefährdungskategorie (z. B. sich ausbreitende Arten, solche mit zahlreichen lokalen Populationen oder solche mit Zuwanderung aus Nachbarländern) oder aber, dass sie, in seltenen Fällen aufklassiert werden (*upgrading*) in eine höhere Gefährdungskategorie (z. B. Arten mit abnehmenden lokalen Populationen trotz Zuwanderung aus Nachbarländern).

Die diesem Vorgehen zugrunde liegende Hypothese ist jedoch nur glaubwürdig für Arten mit einer starken Ausbreitungskraft und/oder für diejenigen, welche in der betreffenden Region genügend Lebensräume in ihnen genügender Qualität antreffen. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass die Degradierung respektive Zerstörung von Lebensräumen den Hauptgrund für das Verschwinden von Arten, insbesondere der Characeen, darstellt. Zudem bedingt die Anwendung dieses Vorgehens einen sehr hohen Kenntnisstand betreffend Populationsdynamik und Entwicklung von Qualität und Fläche verfügbarer Lebensräume. Dies gilt jeweils nicht nur für die betroffene Region, sondern auch für benachbarte Regionen. Fehlen solche Kenntnisse, wie das der Fall bei dieser Gruppe der Characeen ist, dann empfiehlt die IUCN (2003) die im erstem Schritt zugewiesenen Kategorien beizubehalten, und damit auf einen zweiten Schritt der Regionalisierung zu verzichten.

Abb. 32 > Schrittweise Regionalisierung der Einstufung nach IUCN



Schema gemäss IUCN 2003

A4 Dank

Die Erstellung dieser Roten Liste der Armleuchteralgen (Characeae) stützt sich auf eine Vielzahl von floristischen Belegen aus Herbarien der Universitäten, Museen und Botanischen Gärten in der Schweiz (Genf, Lausanne, Freiburg, Neuenburg, Bern, Zürich) sowie auf Daten, die Mitarbeitende des Laboratoire d'Ecologie et de Biologie Aquatique de l'Université de Genève (LEBA ursprünglich: Unité de Biologie aquatique) seit 1972 zusammengetragen haben. Unser grosser Dank gilt allen Datenlieferanten.

Ausserdem konnte die Datenbank auf einen regen Zufluss von neuen Daten aus Diplomarbeiten, Doktorarbeiten, Privatbüros, Tauchclubs usw. zählen. Sie haben wesentlich zur Verbesserung des Kenntnisstands über die Verbreitung der Characeen in der Schweiz beigetragen. Auch hier ganz herzlichen Dank!

Die Autorenschaft ist ebenfalls den Studierenden und Mitarbeitenden des Laboratoire d'écologie et de biologie aquatique (LEBA) der Universität Genf für ihre wertvolle Mithilfe bei den Feld- und Bestimmungsarbeiten (der Wasserpflanzen) äusserst dankbar: Jacqueline Détraz-Méroz, Pascal Mulattieri, Julien Ferdinand, Aurélie Terrier, Christiane Ilg, Aurélie Rey-Boissezon, Lionel Sager und Timothée Joye.

Zudem sei allen herzlich gedankt, die freiwillig Algenproben gesammelt oder bei einem Tauchgang mitgemacht oder ihre Daten oder Hinweise über Vorkommen mitgeteilt, und damit zum Aufbau der Datengrundlage beigetragen haben: Lionel Sager, Amael Paillex, Olga Béguin, Tamara Garcia, Emmanuel Castella, (Universität Genf), Gilles Bailly (Conservatoire Botanique National de Franche-Comté, F), Marc Bernard (Kanton VS), Gilles Carron † (Ökobüro Insecta, Neuenburg), Christian Clerc (Groupe d'étude et de gestion de la Grande Caricaie, Cheseaux-Noréaz VD), Alain Demierre (Ökobüro GREN, Genf), Michel Desfayes (Saillon, VS), Hervé Détraz (Nendaz, VS), Ökobüro Ecoconseil (NE), Jean-Pierre Ecoffey (Genf), Fabian Egloff (Wettingen, AG), Josef Fischer (Stiftung Reusstal, Rottenschwil, AG), Günther Gelpke (Dübendorf, ZH), Grunder Ingenieur AG (Burgdorf, BE), Kathrin Guthruf (Büro Aquatica GmbH, Wichtrach BE), Büro Hintermann & Weber (Reinach, BL), Nicolas Indermühle (Ökobüro Ecotec, Genf), Dietmar Jäger (Hohenems, A), Denis Jordan (ASTERS, Conservatoire départemental des espaces naturels de Haute-Savoie, F), M. Dominique Joye (Genf), Brigitte Lods-Crozet (Service des eaux, sols et assainissement, Etat de Vaud, Epalinges, VD), Verena Lubini (Büro Gewässerökologie, Zurich), Philippe Marti (Club Subaquatique de Nyon, VD), Nathalie Menetrey (Ökobüro ETEC, écologie aquatique, Sitten, VS), Pascal Mulattieri (Ökobüro Pronat Conseils, Schmitten, FR), Uta Mürle & Johannes Ortlepp (Institut für angewandte Hydrobiologie, Konstanz, D), Klemens Niederberger (Ökobüro Aquaplanus, Zug), Beat Oertli (Ecole d'Ingénieurs de Lullier, Genf), Jean Perfetta (Service de l'écologie de l'eau, Département de l'Intérieur et de la mobilité, Kanton Genf), Emilie Sandoz (Ökobüros Aquabug und Ecotec; Gy, GE), Klaus Schmieder (Universität Hohenheim, D), Violaine Sinniger (Genf), Ingeborg Soulié Märsche (Universität Montpellier, F), Sprungschicht Club (Bern).

Andere Personen haben uns freundlicherweise den Zutritt zum Untersuchungsobjekt erleichtert (Eidg. Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS),

Naturschutzaufseher, Gemeindeverwaltungen, Eigentümer der Zubringergrundstücke usw.). Allen gebührt bester Dank!

Dankbar sind wir auch Beat Bäumler (Pflanzensammlungen und Botanischer Garten Genf), Raoul Palese und Lionel Sager (Zentrum des Datenverbundnetzes der Schweizer Flora ZDSF, frz.: CRSF) für ihre wertvolle Hilfe beim Übernehmen der Datensätze zu Characeen und anderen Wasserpflanzen in die floristische Datenbank des ZDSF.

> Literatur

- Allenbach K., Maggini R., Lehmann A. 2008: SwissED: Swiss Environmental Domains. Rapport OFEV.
- Auderset Joye D., Castella E., Lachavanne J.-B. 2002: Occurrence of *Characeae* in Switzerland over the last two centuries (1800–2000). *Aquatic Botany* 72 (3–4): 369–385.
- Auderset Joye D. 2010: Modélisation de la zone d'occurrence des espèces de characées en Suisse. Rapport de stage du Certificat de géomatique, Université de Genève: 33 p. (<http://geomatique-nt.unige.ch/certificats/index.cfm>, Mai 2010).
- Blazencic J., Stevanovic B., Blazencic Z., Stevanovic V. 2006: Red Data List of Charophytes in the Balkans. *Biodiversity and Conservation* 15: 3445–3457.
- Blindow I., Krause W. 1990: Bestämningsnyckel för svenska kransalger. *Svensk Bot. Tidskr.* 84: 119–160.
- Blindow I., Hargeby A., Andersson G. 2002: Seasonal changes of mechanisms maintaining clear water in a shallow lake with abundant *Chara* vegetation. *Aquatic Botany* 72 (3–4): 315–334.
- Blindow I., Koistinen M. 2003: Determination key for the charophytes in the Baltic Sea. Chap 3: 27–41 in *Charophytes of the Baltic Sea*. The Baltic Marine Biologists Publication no 19. Alfred Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung.
- Blindow I., Krause W., Ljungstrand E., Koistinen M. 2007: Bestämningsnyckel för kransalger i Sverige. *Svensk Botanisk Tidskrift* 101: 165–220.
- Blindow I. 2009a: Åtgärdsprogram för hotade kransalger: arter i småvatten/periodiska vatten 2008–2011. Vårilinske (*Nitella capillaris*) Uddrufse (*Tolypella intricata*), Trubbrufse (*Tolypella glomerata*). Rapport 5849. Naturvårdsverket. Stockholm.
- Blindow I. 2009b: Åtgärdsprogram för hotade kransalger: arter i småvatten/periodiska vatten 2008–2011. Trådsträse (*Chara filiformis*), Spretsträse (*Chara rudis*), Stjärnslinke (*Nitellopsis obtusa*). Rapport 5848. Naturvårdsverket. Stockholm.
- Blümel C., Raabe U. 2004: Vorläufige Checkliste der Characeen Deutschlands. *Rostocker Meeresbiologische Beiträge* 13: 9–26.
- Bornette G., Guerlesquin M., Henry C. 1996: Are the *Characeae* able to indicate the origin of groundwater in former river channels? *Vegetatio* 125: 207–222.
- Bornette G., Arens M.F. 2002: Charophyte communities in cut-off channels: the role of river connectivity. *Aquatic Botany* 73: 149–162.
- Broggi M.F., Schlegel H. 1989: Mindestbedarf an naturnahen Flächen in der Kulturlandschaft. Bericht 31 des Nationalen Forschungsprogrammes «Boden», Liebefeld-Bern: 168 S.
- Brown J.H., Kodric-Brown A. 1977: Turnover rates in insular biogeography: effect of immigration on extinction. *Ecology* 58: 445–449.
- Bruinsma H.J.P., Krause W., Nat E., van Raam J.C. 1998: Determinatietabel voor kranswieren in de Benelux. Stichting Jeugdbondsuitgeverij, Utrecht.
- Caisova L., Gabka M. 2009: Charophytes (*Characeae*, *Charophyta*) in the Czech Republic: taxonomy. *Fottea* 9(1): 1–43.
- Casanova M.T., Brock M.A. 1990: Charophyte germination and establishment from the seed bank of an Australian temporary lake. *Aquatic Botany* 36: 247–254.
- Compère R. 1972: Charophytes. Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique, 4. Jardin botanique nationale de Belgique.
- Corillion R. 1957: Les Charophycées de France et de l'Europe occidentale. *Bull. Soc. Sci. Bretagne* 32, fasc. hors série 1–2: 1–499.
- Corillion R. 1975: Flore et végétation du Massif Armoricaïn. Tome IV: Flore des Charophytes du Massif Armoricaïn et des contrées voisines d'Europe occidentale. Paris: 216 p.
- Duarte C.M., Ham L.T., Grossmann A. 1993: Submerged macrophyte seed bank in a Mediterranean temporary marsh: abundance and relationship with established vegetation. *Oecologia* 94: 1–6.
- Gabka M. 2007: Distribution of *Chara tenuispina* A. Braun 1835 (*Characeae*) in Poland: *International Journal of Oceanography and Hydrobiology*: 241–248.
- Gärdenfors U. 2000: The 2000 Red List of Swedish Species. ArtDatabanken, SLU, Uppsala: 397 p.
- Gärdenfors U. 2001: Classifying threatened species at national versus global level. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 511–516.
- Gärdenfors U., Rodríguez J.P., Hilton-Taylor C., Mace G. 2001: The application of IUCN Red List Criteria at regional level. *Conservation Biology* 15: 1206–1212.
- Gärdenfors U. (ed.) 2005: Rödlistade arter i Sverige 2005 – The 2005 Red List of Swedish Species. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- Gärdenfors U. (ed.) 2010: Rödlistade arter i Sverige – The 2010 Red List of Swedish Species. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- Gregor T. 2003: Rote Liste der Armeleuchteralgen (Characeen) Hessens. Erste Fassung. Botanik und Naturschutz in Hessen 16, Frankfurt am Main: 31–37.

- Hamann U., Garniel A. 2002: Die Armleuchteralgen Schleswig-Holsteins – Rote Liste. Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.). Flintbek.
- IUCN. 1994: IUCN Red List Categories, prepared by the IUCN Species Survival Commission. IUCN Gland, Switzerland: 21 p.
- IUCN. 2001: IUCN Red List categories and criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK: 30 p.
- IUCN. 2003: Guidelines for application of IUCN Red List criteria at regional levels: Version 3.0. – IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK: 25 p. www.iucn.org/about/work/programmes/species/red_list/resources/technical_documents/12.04.2010.
- IUCN Standards and Petitions Subcommittee 2010: Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 3.1. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee in March 2010. Download April 2010 from <http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/RedListGuidelines.pdf>.
- Jordi B. 2009: Ergebnisse der Grundwasserbeobachtung Schweiz (NAQUA). Zustand und Entwicklung 2004 bis 2006. BAFU, Bern: 144 S. www.umwelt-schweiz.ch/grundwasser.
- Kålås J.A., Viken Å., Bakken T. og (red.) 2006: Norsk Rødliste 2006–2006 Norwegian Red List. Artsdatabanken, Norway.
- Karol K.G., McCourt R.M., Cimino M.T., Delwiche C.F. 2001. The closest living relatives of land plants. *Science* 294: 2351–2353.
- Keller V., Gerber A., Schmid H., Volet B., Zbinden N. 2010: Rote Liste Brutvögel. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizerische Vogelwarte, Sempach. Umwelt-Vollzug Nr. 1019: 53 S.
- Klaus G. (Red.) 2007: Zustand und Entwicklung der Moore in der Schweiz. Ergebnisse der Erfolgskontrolle Moorschutz. Umwelt-Zustand Nr. 0730. Bundesamt für Umwelt, Bern: 97 S.
- Korsch H. 2008: Stand der Erfassung und bemerkenswerte Characeen-Funde in Thüringen. Rostock. Meeresbiolog. Beitr. 19: 109–114.
- Korsch H., Raabe U., Van de Weyer K. 2008: Verbreitungskarten der Characeen Deutschlands. Rostock. Meeresbiolog. Beitr. 19: 57–108.
- Korte E., Gregor T., König A. 2009: Aquatische Makrophyten in hessischen Stillgewässern. Botanik und Naturschutz in Hessen 22, Frankfurt am Main: 11–45.
- Krause W. 1985: Über die Standortansprüche und das Ausbreitungsverhalten der Stern-Armleuchteralge *Nitellopsis obtusa* (Desvaux) J. Groves. *Carolinea* 42: 31–42.
- Krause W. 1997: *Charales (Charophyceae)*. In: Ettl H., Gärtner G., Heynig H., Mollenhauer, D. (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 18. Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.
- Krause W., Krüttner A. 1990: Über einen Fund der *Chara tenuispina* im Bodenseegebiet mit Blick auf die Gesamtverbreitung der Pflanze. *Carolinea* 48: 31–36.
- Lachat T., Pauli D., Gonseth Y., Klaus G., Scheidegger C., Vittoz P., Walter T. (Red.) 2010: Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Zürich, Bristol-Stiftung, Bern, Stuttgart, Wien, Haupt: 435 S.
- Lambert E. 2002. Communautés à Characées des eaux oligo-mésotrophes faiblement acides à faiblement alcalines. Fiche 3140 (2). Cahiers d'habitats Natura 2000 «Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire» – Tome 3 Habitats humides – Ed. La documentation française: 107–111.
- Lambert E., Guerlesquin M. 2002. Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara* spp. Fiche 3140. Cahiers d'habitats Natura 2000 «Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire» – Tome 3 Habitats humides – Ed. La documentation française: 97–100.
- Lambert E., Guerlesquin M. 2002. Communautés à Characées des eaux oligo-mésotrophes basiques. Fiche 3140 (1). Cahiers d'habitats Natura 2000 «Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire» – Tome 3 Habitats humides – Ed. La documentation française: 101–106.
- Lambert-Servien E., Clemenceau G., Gabory O., Douillard E., Haury J. 2006: Stoneworts (*Characeae*) and associated macrophyte species as indicators of water quality and human activities in the Pays-de-la-Loire region, France. *Hydrobiologia* 570:107–115.
- Langangen A., Pavlides G. 1999: *Chara tenuispina* A. Braun (*Charales*) found in Greece, Allionia 36.
- Lehmann A., McC. Overton J., Leathwick J.R. 2003: GRASP: generalized regression analysis and spatial prediction. *Ecological Modelling* 157: 189–207.
- Mc Court R.M., Delwiche C.F., Karol K.G. 2004: Charophyte algae and land plant origins. *Trends in Ecology and Evolution*: 19 (12): 661–666.
- Migula W. 1897: Die Characeen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. In: Rabenhorsts Kryptogamenflora Band V, Leipzig.
- Proctor V.W. 1976: Genetics of *Charophyta*. Botanical Monographs 12: 210–218.
- Proctor V.W. 1980: Historical biogeography of *Chara (Charophyta)*: an appraisal of the Braun-Wood-classification plus a falsifiable alternative. *Journal of Phycology* 16: 218–233.
- Ravenga C., Brunner J., Henninger N., Kassem K., Payne R. 2000: Pilot Analysis of Global Ecosystems: Wetland Ecosystems. World Resources Institute, Washington, D.C.
- Scheffer M., Hosper S.H., Meijer M.-L., Moss B., Jeppesen E. 1993: Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends Ecol. Evol.* 8: 275–279.

Schneider S., Ziegler C., Melzer A. 2006. Growth towards light as an adaptation to high light conditions in *Chara* branches. *New Phytologist* 172 (1): 83–91.

Stewart N.F., Church J.M. 1992: Red Data Books of Britain and Ireland. The Joint Nature Conservation Committee, Peterborough (ISBN 1-873701-24-1).

Täuscher L. 2004: Rote Liste der Algen des Landes Sachsen-Anhalt. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 39. www.biologie.uni-rostock.de/oekologie/oekologie/aqcd/archives/rl_sachs_anh_algen_2004.pdf.

Täuscher L. 2009: Revision der Checkliste und Roten Liste der Armleuchteralgen und Prodromus einer Roten Liste der Cyanobakterien/Blualgen, Rot-, Gelbgrün-, Braun- und Grünalgen des Landes Brandenburg. Ergebnisse eines bibliographischen Überblicks zur Algen-Besiedlung. 1859 bis 2009 – 150 Jahre Botanischer Verein von Berlin und Brandenburg, e.V. gegründet 1859, Jubiläumssymposium am 26.09.2009 in Potsdam.

UK Biodiversity Group. 1999: Tranche 2 Action Plans – Volume III: Plants and fungi. Tranche 2, Vol III: 311 S.

Urbaniak J., Gałka M., Blažencic J. 2008: *Nitella tenuissima*, a rare Charophyte in Central and Southern Europe. *Cryptogamie, Algologie* 29: 161–171.

Van Raam J.C. 2009: A matrix key for the determination of Characeae. *Rostock. Meeresbiolog. Beitr.* 22: 53–55.

van de Weyer K., Raabe U. 1999: Rote Liste der gefährdeten Armleuchteralgen-Gewächse (*Charales*) in Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen. Schriftenreihe der LÖBF 17: 295–306.

van de Weyer K., Raabe U. 2004: Die Erfassung der Armleuchteralgen-Gewächse (*Characeae*) in Nordrhein Westfalen. *Rostocker Meeresbiologische Beiträge* 13: 153–162.

Wolff P. 2008: Rote Liste und Florenliste der Armleuchteralgen des Saarlandes. In: Rote Liste gefährdeter Pflanzen und Tiere des Saarlandes. Ministerium für Umwelt, 1. Auflage: 166 S. www.saarland.de/46193.htm.

Wood R.D. 1962: New combinations and taxa in the revision of *Characeae*. *Taxon* 11(1): 7–25.

Wood R.D., Imahori K. 1964–1965: A Revision of the *Characeae*. First Part: Monograph of the *Characeae*. Second Part: Iconograph of the *Characeae*. Verlag J. Cramer, Weinheim.

Zimmermann N.E., Kienast F. 1999: Predictive mapping of alpine grasslands in Switzerland: species versus community approach. *Journal of Vegetation Science* 10: 469–482.

Literaturhinweise zu lokalen Felddaufnahmen und artspezifischen Untersuchungen, die Teil der Datengrundlage sind

Antoine C. 2002: Déterminismes des assemblages de gastéropodes aquatiques en zones alluviales (Rive Sud du lac de Neuchâtel-CH et Basse-Plaine de l'Ain-F). Thèse de Doctorat de l'Université de Genève. (Projet FNRS: 3100–59326.99).

Auderset D. 1985: Etude des macrophytes du lac de Sarnen. Master in Biologie, Université de Genève.

Auderset Joye D. 1993: Contribution à l'Ecologie des Characées de Suisse. Thèse Nr. 2580, Université de Genève. <http://archive-ouverte.unige.ch/vital/access/manager/Repository/unige:89>.

Auderset Joye D., Cambin D., Détraz-Méroz J., Durand P., Juge R., Lachavanne J.-B., Lods-Crozet B., Noetzelin A., Oertli B., Oihénart C., Rossier O. 1993: Les plans d'eau du Canton de Genève. II. Caractérisation et qualification écologiques de 13 étangs, SFPNP Genève & LEBA – Université de Genève: 165 p.

Auderset Joye D., Détraz-Méroz J., Durand P., Juge R., Lachavanne J.-B., Lods-Crozet B., Noetzelin A., Oertli B., Oihénart C., Rossier O. 1992: Les plans d'eau du canton de Genève. I. Inventaire et Qualification. SFPNP Genève & LEBA – Université de Genève: 611 p.

Auderset Joye D., Oertli B., Cambin D., Lachavanne J.-B. 1994: Etude des étangs du Canton de Genève: étangs des Douves, Etang Hainard et Marais du Château. Rapport LEBA, Université de Genève: 43 p.

Auderset Joye D., Demierre A., Juge R., Perfetta J., Lachavanne J.-B. 1995: Untersuchung der Makrophyten des Zürichsees. BUWAL, Kantone Schwyz, St. Gallen und Zürich und Universität Genf: 132 p.

Auderset Joye D., Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B. 1996: Zustand, Erhaltung und Schutz des Sarnersees. Pflanzenökologische Merkmale der Uferzonen des Sarnersees. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Universität Genf.

Auderset Joye D., Lods-Crozet B. 1996: Etude des étangs du Canton de Genève: étang Hainard et étang de Combes Chapuis. Rapport LEBA, Université de Genève.

Auderset Joye D., Oertli B., Juge R., Lachavanne J.-B. 2004: Evaluation biologique des étangs du Bois de Jussy (communes de Gy, Jussy et Presinge). Service des forêts, de la protection de la nature et du paysage (SFPNP), Genève – LEBA, Université de Genève: 24 p. + 7 fascicules.

Bänziger R. 1998: Répartition spatio-temporelle des invertébrés aquatiques en relation avec la dynamique des herbiers littoraux (Lac Léman). Thèse de Doctorat de l'Université de Genève.

Baumann E. 1911: Die Vegetation des Untersees (Bodensee). Archiv für Hydrobiologie, Stuttgart. Zusatzband 1: 469 S.

- Boissezon A. 2008: Préférences écologiques de quelques espèces de Charophytes. Travail de Master en sciences de l'environnement (MESNE), Université de Genève.
- Burgenmeister G. 1978: Les macrophytes du Pfäffikersee et du Greifensee, Travail de diplôme, Université de Genève.
- Braun A. 1849: Übersicht über die schweizerischen Characeen. Neue Denkschrift. S.N.G. Bd X (4): 12 S.
- Castella C., Amoros C. 1984: Répartition des characées dans les bras morts du Haut-Rhône et de L'Ain et signification écologique. Cryptogamie, Algologie V (2-3): 127-139.
- Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1990: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Pfäffikersees. Pflanzenökologische und morphologische Beurteilung. B.F.L. Zürich, Uni Genf. Bde., 80 S. und 72 S.
- Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1990: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Hallwilersees. Pflanzenökologische Beurteilung. BFL, Kantone Aargau und Luzern, Universität Genf, 92 S.
- Demierre A., Juge R., Perfetta J., Lachavanne J.-B. 1991: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Greifensees. Pflanzenökologische und morphologische Beurteilung. BUWAL und Kanton Zürich und Universität Genf, 2 Bde.: 98 S. und 148 S.
- Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1991: Etude des macrophytes du lac de Zoug. Rapport LEBA, Université de Genève, OFEFP et cantons de Zoug, Schwyz et Lucerne: 106 S.
- Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1992: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Sempachersees. Pflanzenökologie und morphologische Beurteilung. BUWAL, Kanton Luzern und Universität Genf, 2 Bde.: 81 S. und 165 S.
- Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1992: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Sempachersees. Pflanzenökologie und morphologische Beurteilung. BUWAL, Kanton Luzern und Universität Genf, 2 Bde.: 81 S. und 165 S.
- Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1992: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Zugersees. BFL und Universität Genf, 101 S. + 3 Karten.
- Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1994: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Aegerisees. BUWAL, Kanton Zug und Universität Genf, 2 Bde.: 93 S.
- Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1995: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Baldeggersees. BUWAL, Kanton Luzern und Universität Genf, 2 Bde.: 81 S. und 59 S.
- Dienst M., Schmieder K. 2003: Wiederfund von *Tolypella glomerata* (Characeae) im Bodensee-Untersee. – Ber. Bot. Arbeitsgem. Südwestdeutschland 2: 114-116.
- Desfayes M. 1996: Flore aquatique et palustre du Valais et du Chablais vaudois: Cahiers de sciences naturelles. Musée cantonal d'histoire naturelle Sion. La Murithienne. Société valaisanne des Sciences naturelles: 167 S.
- Ecotec 2003: Entreprise de correction fluviale Rive sud du lac de Neuchâtel. Tronçon pilote de Cheseaux-Noréaz. Suivi biologique des mesures anti-érosion. Rapport final 1996-2003.
- Egloff F. 1977: Wasserpflanzen des Kantons Zürich. Sonderabdruck von Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 122: (1): 1-140.
- Egloff F.G., Urmi E. 2004: Wasserpflanzen des Kantons Zürich: Kryptogame Makrophyten. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 149(2-3): 59-73.
- Ferdinand J. 2006: Etude de l'impact des aménagements riverains sur les macrophytes des rives genevoises du Léman. Master en Biologie, Université de Genève.
- Hafner E. 2005: Valeur écologique des étangs de la Commune de Bernex. Master en Biologie, Université de Genève.
- Jäger D. 2000: Beiträge zur Characeen-Flora Vorarlbergs (Österreich). Berichte naturwissenschaftlich-medizinischen Verein Innsbruck 87: 67-85.
- Juge R., Perfetta J., Lachavanne J.-B., Demierre A. 1988: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Thunersees. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL und Universität Genf: 101 S. + 3 Karten.
- Juge R., Perfetta J., Lachavanne J.-B., Demierre A. 1990: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Pfäffikersees. BUWAL und Universität Genf: 79 S. + 3 Karten.
- Juge R., Sommaruga M., Demierre A., Perfetta J., Lachavanne J.-B. 1991: Etude des macrophytes du Hallwilersee. Etat actuel et évolution. OFEFP, cantons Argovie et Lucerne, Université de Genève: 99 p.
- Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J., Demierre A. 1992: Etude des macrophytes du lac de Thoune. OFEFP et canton de Berne: 105 p.
- Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J., Demierre A. 1992: Etude des macrophytes du lac de Brienz. OFEFP et canton de Berne: 81 p.
- Lachavanne J.-B. 1977: Contribution à l'étude des macrophytes du Léman. Thèse no 1760, Université de Genève.
- Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1981: Les macrophytes des lacs de Lugano et Majeur (partie suisse). Rapport UBA de l'Université de Genève: 128 p.
- Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1981: Rapport sur les problèmes liés au développement exubérant de la végétation macrophytique du Gravatscha See, communes de Bever et Samedan. Rapport UBA de l'Université de Genève: 7 p.

- Lachavanne J.-B., Crozet B., Juge R., Noetzelin A., Perfetta J. 1984: Etude des macrophytes du Lac des Quatre-Cantons. Rapport UBA de l'Université de Genève et Aufsichtskommission Vierwaldstättersee: 230 p.
- Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1985: Les macrophytes du lac de Zürich. Beiträge zur Geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz Nr. 61: 79 S.
- Lachavanne J.-B., Juge R., Noetzelin A. 1985: La végétation aquatique des rives genevoises du Léman. Etat actuel et évolution depuis 1972. Rapport UBA de l'Université de Genève: 77 p.
- Lachavanne J.-B., Jaquet J.-M., Juge R., Perfetta J. 1986: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Vierwaldstättersee. 2 Bde., 109 S. und 630 S. + 3 Karten. Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz, Bundesamt für Umweltschutz, Aufsichtskommission Vierwaldstättersee, Universität Genf.
- Lachavanne J.-B., Perfetta J., Noetzelin A., Juge R., Lods-Crozet B. 1986: Etude chorologique et écologique des macrophytes des lacs suisses en fonction de leur altitude et de leur niveau trophique. Rapport final FNRS, Université de Genève, 114 p.
- Lachavanne J.-B., Auderset Joye D., Demierre A., Juge R., Perfetta J. 1995: Zustand, Erhaltung und Schutz der Ufer des Zürichersees. Pflanzenökologische und morphologische Beurteilung., BUWAL, Kanton Zürich, Schwyz, St. Gallen und Universität Genf. Band 1: 152.
- Lang G. 1967: Die Ufervegetation des westlichen Bodensees. Stuttgart – Archiv Hydrobiol., Suppl. 32: 437–574.
- Lang G. 1973: Die Makrophyten in der Uferzone des Bodensees unter besonderer Berücksichtigung ihres Zeigerwertes für den Gütezustand. – Ber. Internat. Gewässerschutzkommission Bodensee 12: 1–67.
- Lang G. 1981: Die submersen Makrophyten des Bodensees – im Vergleich mit 1967. – Ber. Internat. Gewässerschutzkommission Bodensee 26: 1–64.
- Lods-Crozet B., Demierre A., Juge R., Auderset Joye D., Lachavanne J.-B. 1995: Etat des rives des lacs de Joux et Brenet. OFEFP, Canton de Vaud et Université de Genève, 2 vol.: 91 p. et 108 p.
- Magnin A. 1894: Les lacs du Jura. Végétation des lacs du Jura suisse. Bull. soc. Bot. de France: XLI, CVIII–CXXVIII.
- Müller J. 1881: Les characées genevoises. Bull. soc. Bot. Genève II: 42–94.
- Müller-Castella J. 2004: Végétation aquatique et gradients environnementaux en zone alluviale péri-lacustre (lac de Neuchâtel, Suisse). Thèse de Doctorat de l'Université de Genève. (Projet FNRS: 3100-049691.96).
- Noetzelin A. 1980: Etude des macrophytes des lacs de Joux et Brenet. Travail de diplôme, Université de Genève. 150 p.
- Oertli B., Auderset Joye D., Castella E., Juge R., Lachavanne J.-B. 2000: Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse. Genève, OFEFP. LEBA, Université de Genève: 434 p.
- Oihénart C., Perfetta J., Robert J., Lachavanne J.-B. 1988: Etude de la végétation macrophytique de deux étangs de la rive sud du lac de Neuchâtel: Châble-Perron et Champ-Pittet. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. 79 (1): 23–38.
- Perfetta J., Juge R., Lachavanne J.-B. 1988: Etat des rives du Klingnauer Stausee. I. Qualification et conservation. II. Morphologische und botanische Qualifikationsdaten für die Uferabschnitte. BUWAL und Universität Genf, 2 Bde.: 44 S. und 46 S.
- Sager L. 2009: Using macrophytes to assess the ecological quality of ponds and small lakes of Switzerland. Thèse de Doctorat de l'Université de Genève.
- Schmieder K. 1998: Submerse Makrophyten der Litoralzone des Bodensees 1993 im Vergleich mit 1978 und 1967. Ber. Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee 46: 171 S.
- Schmieder K. 2004: Die Characeen des Bodensees. Rostocker Meeresbiologische Beiträge 13: 179–194.
- Schröter C., Kirchner O. 1902: Die Vegetation des Bodensees. Schriften des Vereins zur Geschichte des Bodensees 31: 1–86.
- Schwarzer A. 2010: Die Armleuchteralgenbelege (Charales) des Bündner Naturmuseums – Geschichte, Ökologie und wissenschaftliche Bedeutung. Jahresberichte der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden 116: 91–98.
- Sommaruga M., Demierre A., Juge R., Lachavanne J.-B., Perfetta J. 1992: Etude des macrophytes du Greifensee. Etat actuel et évolution. OFEFP, canton de Zürich et Université de Genève: 123 p.
- Wattenhofer R. 1983: Eléments d'écologie des macrophytes du lac Léman. Thèse, Université de Genève.