



Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Landschaft und Natur
Fachstelle Naturschutz

Aktionsplan Moorbärlapp (*Lycopodiella inundata* (L.) Holub)

**Artenschutzmassnahmen für gefährdete Farn- und Blütenpflanzen
im Kanton Zürich**

November 2022





Herausgeberin

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

Autor-/in

Christoph Käsermann, Ecolot GmbH. Fliederweg 10, 3007 Bern

Redaktionelle Bearbeitung

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

Titelbild

Nora Rieder, Impuls AG. Seestrasse 2, 3600 Thun



Inhalt

Zusammenfassung	5
1. Einleitung	6
2. Allgemeine Angaben zu <i>Lycopodiella inundata</i> (L.) Holub	7
2.1. Ökologie	7
2.2. Gefährdungsursachen	10
2.3. Auswirkungen einer Klimaveränderung	11
2.4. Bestandessituation in Europa	11
2.5. Bestandessituation in der Schweiz.	12
3. Situation im Kanton Zürich	15
3.1. Ursprüngliche Vorkommen	15
3.2. Neu gegründete Vorkommen	15
3.3. Aktuelle Bestandessituation und Gefährdung	16
4. Umsetzung Aktionsplan	18
4.1. Ziele	18
4.1.1. Gesamt- und Zwischenziele	18
4.1.2. Zielbegründung	19
4.2. Erhaltungs- und Förderungsmassnahmen	19
4.2.1. Bestehende Vorkommen	19
4.2.2. Wiederansiedlungen	21
4.2.3. Potenziell geeignete Lebensräume	22
4.2.4. Optimale Pflege der Lebensräume	23
5. Erfolgskontrolle	24
5.1. Erfolgskontrolle Aktionsplan	24
5.1.1. Methode	24
5.1.2. Erfolgsbeurteilung	24
5.1.3. Interventionswerte	25
5.2. Erfolgsbeurteilung der bisherigen Massnahmen	25
5.2.1. Massnahmen allgemein	25
5.2.2. Wiederangesiedelte Populationen	25
5.2.3. Weiteres Vorgehen	26
6. Literatur / Quellen	27



Auf Anfrage:

Anhang A:

Checkliste zu den Ansiedlungen und Erfolgskontrollen

Anhang B:

Karte der priorisierten Ansiedlungsregionen und des Ansiedlungskonzepts für *Lycopodiella inundata* (L.) Holub im Kanton Zürich

Anhang C:

Karte der Vorkommen von *Lycopodiella inundata* (L.) Holub im Kanton Zürich und Umgebung

Anhang D:

Liste der Vorkommen von *Lycopodiella inundata* (L.) Holub im Kanton Zürich und Umgebung

Anhang E:

Bestandessituation der ursprünglichen Vorkommen von *Lycopodiella inundata* (L.) Holub im Kanton Zürich

Anhang F:

Bestandessituation der wieder angesiedelten und kontrollierten Vorkommen von *Lycopodiella inundata* (L.) Holub im Kanton Zürich

Zusammenfassung

Die Vorkommen des Moorbärlapps (Syn. Sumpf-Bärlapp) (*Lycopodiella inundata* (L.) Holub) sind gesamtschweizerisch sehr stark zurückgegangen. Als wichtiger Teil der wenigen tiefgelegenen Mittellandvorkommen trägt der Kanton Zürich eine spezifische Verantwortung für dessen Erhaltung. Der vorliegende Aktionsplan für *Lycopodiella inundata* beschreibt diejenigen Massnahmen, mit denen die Art im Kanton Zürich langfristig erhalten und gefördert werden soll. Er enthält Angaben zu den Bestandesgrössen, den Förderungszielen, eine Erfolgsbeurteilung der bisherigen Massnahmen (Stand 2021) und Beispiele für konkrete Förderungsmaßnahmen. Der Aktionsplan soll als Arbeitshilfe für die Realisierung lokaler Projekte (z.B. bei Hochmoorregenerationen) dienen.

Ursprüngliche Lebensräume von *Lycopodiella inundata* sind konkurrenzarme, torfige Stellen mit meist geringer Torfmoosdeckung in Schlenken von Hochmooren und an Rändern von Hochmoortümpeln in nicht zu nassen, niedrigwüchsigen, offenen Zwischenmooren. Lokal können auch nasse bis wechsellasse, teils von Torfflächen umgebene, aber eher mineralische, sandige, kleinflächig gestörte, (neutrale bis) saure Böden besiedelt werden (z.B. Viehtrittstellen in subalpiner Stufe auf eher sandigem Untergrund in Flach-/Hochmoorkomplexen). Im Ausland bieten auch nasse oder wechsellasse, sandige, nährstoffarme Böden einen Sekundärlebensraum. Im Kanton Zürich existieren aktuell zwei ursprüngliche Populationen. Derzeit ist noch unsicher, ob sich die Art ex situ vermehren lässt, erste Versuche (Kanton Bern) sind gescheitert und auch in mehreren Botanischen Gärten gibt es noch keinen Erfolg. Gemäss Benca (2014) sollte aber eine Kultivierung prinzipiell möglich sein. Um das Vorkommen von *Lycopodiella inundata* im Kanton Zürich langfristig zu sichern, müssen daher primär die aktuellen Populationen erhalten und gefördert werden. Daneben werden – erfolgreiche Vermehrungen und/oder Verpflanzungen vorausgesetzt – als Zielgrössen insgesamt rund 15 Populationen, davon mindestens 5 Populationen mit über 500 Trieben auf mind. 25m² Populationsfläche (mit Deckung mind. 10%) angestrebt. Die Hauptförderungsmaßnahme besteht in der Erhaltung der bestehenden Populationen und der Schaffung konkurrenzarmer, gut durchfeuchteter, offener und sehr nährstoffarmer Torfstellen in Hoch- und Übergangsmooren der Umgebung. Starkes Torfmooswachstum ist dabei ein wichtiger Gefährdungsfaktor.



1. Einleitung

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

Abgesehen von den allgemeinen Massnahmen der Pflegepläne realisiert die Fachstelle Naturschutz des Kantons Zürich bisher keine spezifischen Massnahmen zur Erhaltung und Förderung des Moorbärlapps (*Lycopodiella inundata* (L.) Holub). Im vorliegenden Bericht wird das bisherige Wissen zur Art und die aktuelle Situation der Bestände (Stand 2022) im Kanton Zürich beschrieben. Die vorgesehenen Massnahmen fördern auch andere gefährdete Arten der Übergangsmoore mit ähnlichen Lebensraumansprüchen.

2. Allgemeine Angaben zu *Lycopodiella inundata* (L.) Holub

2.1. Ökologie

Synonyme: *Lycopodium inundatum* L., *Lepidotis inundata* (L.) OPIZ, *Lycopodium palustre* LAM

Lebensraumansprüche: Der Moorbärlapp (*Lycopodiella inundata* (L.) Holub), in Europa die einzige natürlich vorkommende Art der Gattung, ist auf offene Böden angewiesen. Primäre und wichtigste Lebensräume sind Schlenken und feuchte Senken in Hoch- und Zwischenmooren sowie Schwingrasen. In höheren Lagen scheint, z.B. im Berner Oberland, ein anderer Standort charakteristischer: ständig leicht überrieselte, nur selten überschwemmte, oft leicht geneigte Hangmoore mit viel nacktem Torf (und selten Sandanteilen, z.B. Niederhorn BE) und dominierender Rasen-Haarbinse (*Trichophorum cespitosum*), meist ausserhalb typischer Schlenken (Grossenbacher, 1980; Nora Rieder, 2021 mündl.).

Im europäischen Ausland wächst die Art seltener auch an quelligen, sickernassen Stellen, in Moorheiden, in Uferbereichen von Moor- und Heideseen, in feuchten Borstgrasweiden (Polen) oder in Fahrspuren in Heidevegetation und in Sekundärbiotopen. Solche sekundären Lebensräume finden sich an feuchten Wegrändern in Sandgebieten, Kies-, Lehm- oder Tongruben, in ehemaligen Steinbrüchen, in Randbereichen an Sekundärgewässern und auch auf militärisch genutzten Flächen (Sebald et al., 1993; Zippel et al., 2015). In der Schweiz sind bisher keine Sekundärvorkommen bekannt.

In lockeren bis dichten Beständen werden bevorzugt gut durchfeuchtete bis nasse, kalkarme und meist saure bis neutrale, nährstoffarme Torfschlamm Böden besiedelt. Diese sind vegetationsfrei oder zumindest vegetationsarm und niedrigwüchsig. Zudem besiedelt er auch schlammig-feuchte, offene Sandböden z.B. in Dünensenken sowie selten weitere mineralische Unterlagen oder gar offene Lehm Böden (Sebald et al., 1993; Oberdorfer, 2001; Zippel et al., 2015). Oft sind diese Standorte temporär seicht überschwemmt. Allen Standorten gemeinsam ist die starke Besonnung (bzw. keine Beschattung), ausreichende Feuchtigkeit und Nährstoffarmut des Substrats und sehr oft tiefer pH. Da die Art sehr konkurrenzschwach ist gegenüber dichter Vegetation (Torfmoos, Gräser, Verbuschung, andere Moosarten) sind kleinflächige Störungen (z.B. durch Weidetiere, Überschwemmungen etc.), welche offenen Bodenstellen schaffen, ein wichtiges Element des Lebensraums des Moorbärlapps (Petersen, 2004; Bennert, 1999).

Soziologie: Der Moorbärlapp ist eine Charakterart des Übergangsmoores (Verb. *Rhynchosporion albae*) und kommt schwerpunktmässig in verschiedenen Ausprägungen des Schnabelbinsenrieds vor (*Rhynchosporium albae*). Zudem findet er sich in den Moorschlenken des Schlammseggenrieds (*Caricetum limosae*) oder selten gar des

Braunseggenrieds (*Caricetum nigrae*) (Bennert, 1999; Dostal & Reichstein, 1984). Daneben kommt der Moorbärlapp in verschiedenen Rumpfgesellschaften oder gar ohne Begleitvegetation in einer eigenen Pioniergesellschaft auf nackten Torfschlammböden vor (Petersen et al., 2004). Er steht oft im randlichen Kontakt mit Hochmoor-Bultgesellschaften. (Starkes) Torfmooswachstum ist eine wichtige Konkurrenz für den Moorbärlapp, er wird davon rasch verdrängt. Das Schnabelbinsenried unterscheidet sich von den Moorschlenken durch einen verhältnismässig festen Boden und die stärkere Austrocknungstendenz im Sommer. Es ist ärmer an Torfmoosen, da diese mehr Staunässe benötigen (Mertz, 2000). TypoCH: *Sphagnion magellanicum* 2.4.1, *Caricion lasiocarpae* 2.2.4 (inkl. Rhynchosporion); Natura2000: 7150 Rhynchosporion) (BIB, 2021; Info Flora, 2021).

Höhenverbreitung: *Lycopodiella inundata* ist in der Schweiz (kollin)-montan-(subalpin) verbreitet (Landolt, 2010) und steigt im Oberengadin bis auf 2150 m ü.M. (Info Flora, 2021). Für Europa wird gar 2200 m ü.M. angegeben (Hegi, 1984). Bis auf wenige weitere Stellen wie den Gletschboden liegen aber fast alle Vorkommen unter 1700 m ü.M. In tiefen Lagen (früher tiefstes Vorkommen am Zürichsee bei 408 m ü.M.) wächst die Art bei uns v.a. nahe am Alpenrand. Aktuell liegt der tiefste Schweizer Fundort bei 444 m ü.M. (Buochs, NW). In (Nord)-Deutschland hat die Art ihren Verbreitungsschwerpunkt jedoch unterhalb von 150 m ü.M. und geht bis auf Meereshöhe hinab (Petersen et al., 2004)

Zeigerwerte: Nachfolgend die ökologischen Zeigerwerte von *Lycopodiella inundata* gemäss Landolt et al. (2010):

- F4+ nass
- W3 Feuchtigkeit stark wechselnd, mehr als ± 1.0 der Feuchtezahl
- R1 stark sauer 2.5-5-5
- N1 sehr nährstoffarm
- H5 sehr hoher Humusgehalt, Torf
- D1 schlechte Durchlüftung
- L5 hell (Lichtzeiger)
- T3 montan
- K2 subozeanisch (hohe Luftfeuchtigkeit, geringe Temperaturschwankungen, eher milde Winter)

Wuchsform, Fortpflanzung: *Lycopodiella inundata* ist ein \pm immergrüner, krautiger Charmaephyt mit oberirdisch kriechenden Haupttrieben, die jährlich nur einen aufrechten Sporangienast bilden (Sporobillien/Sporophylle). In den Sporangien reifen die braunen und wahrscheinlich austrocknungsresistenten, also orthodoxen Sporen zwischen Juni und Oktober von unten nach oben innerhalb von etwa zwei Wochen (ENSCONET, 2009b; Zippel et al., 2015). Die windverbreitete Pionierart vermehrt sich über grössere Distanzen v.a. auf generativem Weg mittels Sporen, die bei ausreichender Feuchtigkeit im Boden bereits nach wenigen Tagen keimen (Bennert, 1999). Mit Hilfe ihrer Sporen kann sie sich leicht neue Standorte erschliessen (Kaplan, 1990; Anm. des Autors: „leicht“ gilt verm. für Norddeutschland) und schnell an Veränderungen der Wuchsorte anpassen bzw. zeitnah neue besiedeln (Petersen, 2004). Zudem ist bekannt, dass die Sporen auch nach einigen Jahren

noch keimen können (Rasmussen, 2002).

Lokal am Standort breiten sich die aufkommenden Pflanzen v.a. mit Hilfe der kriechenden Sprosse und Brutknospen vegetativ aus. Der Hauptspross verzweigt sich jährlich und wächst bis zu mehreren Zentimeter pro Jahr. Die älteren Teile der kriechenden Triebe sterben alljährlich ab, die nächstjährigen Triebe entstehen aus Knospen, die an der Basis des Sporangien tragenden Triebes gebildet werden (Sebald et al., 1993). Selten werden Bulbillen auch in den Blattachsen des Hauptsprosses gebildet (Bennert, 1999; Sebald et al., 1993). Durch die teils sehr rasche (vegetative) Entwicklung der Pflanze vermag sie als ausgesprochene Pionierart geeignete Flächen schnell zu besiedeln und unter günstigen Bedingungen in relativ kurzer Zeit grössere, meist klonale Bestände aufzubauen und an naheliegende geeignete Stellen auszuweichen (Bennert, 1999; Dostal & Reichstein, 1984; Sebald et al., 1993). Gemäss einer Studie aus Polen konnte eine Fläche von 300m² in fünf Jahren neu bewachsen werden.

Die genetische Variabilität eines Vorkommens ist wegen dem klonalen Wachstum oft etwas eingeschränkt (Petersen et al., 2004). Meist verschwindet die Art aber infolge der Standortveränderungen (Sukzession) schnell wieder. Die Bestandesgrösse kann jahresweise stark schwanken (Bennert, 1999).

Gametophyten werden wegen ihrer Kurzlebigkeit nur selten beobachtet. Gametangien werden im folgenden Jahr gebildet. Das Prothallium entwickelt sich – passend zum Pioniercharakter der Art - recht schnell. Die vegetative Bildung von Tochterprothallien ist möglich, aber selten (Sebald et al., 1993; Petersen et al., 2004). Im Gegensatz zu den anderen einheimischen Bärlapp-Arten wachsen die Prothallien des Moorbärlapps oberirdisch und enthalten Chlorophyll und können daher photosynthetisieren (Whittier, 1998; Petersen et al., 2004). Der Moorbärlapp weist einen kürzeren Entwicklungszyklus als andere Bärlapp-Arten auf, benötigt er doch von der Keimung bis zum reproduzierenden Sporophyten nur wenige Jahre (Sonnberger & Huck, 2009). Zur Dormanz und den edaphischen Keimungsansprüchen ist nichts bekannt (Zippel et al., 2015). Die Art wurde bisher nicht erfolgreich ex situ vermehrt.

Empfindlichkeiten: *Lycopodiella inundata* ist schnittempfindlich, wird aber durch den sehr bodennahen Wuchs bei schonender Mahd meist nicht tangiert. Die Art soll zudem empfindlich gegenüber Überflutung während der Vegetationszeit sein. Trockenheit wird in einem gewissen Umfang ertragen, kann aber über längere Zeit ebenfalls zum Absterben der Pflanzen führen (Petersen, 2004; Bennert, 1999).

Weitere Kenntnisse:

Mykorrhizierung: An den liegenden Sprossen befinden sich zahlreiche feine, weisse Wurzeln (Info Flora, 2021; Zippel et al., 2015). Der Moorbärlapp lebt in Symbiose mit spezifischen Mykorrhizapilzarten. Es ist jedoch unklar, ob die Art zwingend auf diese Symbiose angewiesen ist (Kowal et al., 2020). Gemäss Literaturangaben findet 17% Kolonisierung durch arbuskuläre Mykorrhiza im Frühling und 0% im Herbst statt, 1% dunkle, septierte Endophyten im Frühling (Fuchs & Haselwandter, 2004), Prothallien stets mit Pilz (Goebel, 1887).

Saatgutsammlung: Verwendung von 100%-ig dichten Papiertüten (Sporengröße!), ggf. Tüten am Rand nachfalzen, Falz fixieren, Sammlung der Sporen durch Ausklopfen der Sporophylle in die Tüte oder Entnahme von Sporophyllen. Gegen Ende der Sporenreife

Triebspitze abschneiden, Sporophylle nicht berühren (Pinzette!), Sammlung von verschiedenen möglichst weit voneinander entfernten Sporophyllen (weitere Informationen unter ENSCONET (2009a)). Die Sporen sind braun, daher wahrscheinlich austrocknungsresistent (orthodox). Ggf. Tütchen in Aluminiumfolie einwickeln und wie Samen trocknen und lagern (ENSCONET, 2009b).

2.2. Gefährdungsursachen

Zusammengefasst bestehen für *Lycopodiella inundata* folgende Gefährdungsursachen (Hess et al., 1980; Landolt, 2010; Info Flora, 2021; Huck, 2009; BfN, 2022; LUBW, 2013; Sebald et al., 1993):

Gefährdungsursachen	Gewichtung und Bemerkungen (aktuell)
Schaffung von ungestörten Moorflächen, fehlende kleinflächige Bodenverwundungen	Hoch: Der Moorbärlapp ist eine konkurrenzschwache Art, Populationen verschwinden innerhalb weniger Jahre, wenn sie von der umliegenden Vegetation überwachsen werden (Zippel et al., 2015). Schweizweit werden Moorflächen ausgezäunt zugunsten der Hochmoorentwicklung, dadurch werden für den Moorbärlapp förderliche, regelmässige Störungen verhindert.
Ungenügende Berücksichtigung bei Hochmoorregenerationen	Mittel: Zahlreiche Hochmoorregenerationen fokussieren auf die Hochmoorentwicklung. Zwischenmoore werden dabei oft gestört oder zumindest nicht gezielt gefördert. Die Regenerationen fördern oft einseitig das Torfmooswachstum, welches die Standorte der Art massiv bedroht. Demgegenüber gibt es aber noch viele mittelhochgelegene Populationen ohne geplante Regenerationen.
Eutrophierung (terrestrisch und atmosphärisch)	Mittel: Grundsätzlich reagiert die Art besonders sensitiv auf Veränderungen des Nährstoffgehaltes, weniger auf die Veränderungen des pHs (Rasmussen, 2002). Besonders im Mittelland ist die Gefährdung durch Stickstoffeintrag hoch, in höher gelegenen Gebieten weniger ausgeprägt (Guntem, 2016). Die Zunahme der Vegetationsdichte infolge einer erhöhten Nährstoffkonzentration im Boden ist eine grosse Konkurrenz / Gefährdung für den Moorbärlapp (Kiedrzyński et al., 2016). Auf eutrophierten Standorten findet die Verdrängung noch schneller statt. Als mögliche Störzeiger werden <i>Polytrichum commune</i> und <i>P. formosum</i> , <i>Molinia caerulea</i> und <i>Agrostis canina</i> genannt (Kaplan, 2000).
Sukzession, Verbuschung	Mittel: Bei gestörtem Wasserhaushalt (oder Nährstoffeintrag) können aufkommende dichte Vegetation und verholzende Pflanzen den Moorbärlapp schnell verdrängen. Die Art ist nicht schattentolerant (Kiedrzyński et al., 2016) und konkurrenzschwach.
Zu kleine, isolierte Population	Mittel: Gegen zwei Drittel der Vorkommen der Schweiz dürften klein bis mittelgross sein. Dies könnte, zusammen mit der oft klonalen Wuchsform, leicht zu genetischer Verarmung führen. Die Isolation vieler Vorkommen verhindert den genetischen Austausch zusätzlich.
Auswirkungen des Klimawandels	Mittel: Der Klimawandel hat wahrscheinlich negative Auswirkungen auf Zwischenmoore / Torfmoor-Schlenken. Höhere Durchschnittstemperaturen könnten eine stärkere Austrocknung des Lebensraums bewirken, häufigere Extremereignisse (Trockenheit/Niederschläge) könnten aber auch längere Überflutungen zur Folge haben.
Störungen des Wasserhaushalts / Austrocknung	Tief: Im Gegensatz zu Zeiten bis etwa 1970 werden aktuell keine Wuchsorte von <i>Lycopodiella inundata</i> (L.) Horub mehr bewusst und direkt entwässert, da diese meist geschützt sind. Es verbleiben jedoch vielfältige Störungen des hydrologischen Haushalts durch Entwässerungsgräben, Drainagen, Eindolungen von Gewässern, Veränderungen im Umland etc. Allerdings besteht grosses Potenzial für Regenerationen, indem bestehende Entwässerungssysteme aufgehoben werden und dadurch grössere und neue Biotope geschaffen werden können. Dabei muss aber auf die besonderen ökologischen Bedürfnisse der Übergangsmoore Rücksicht genommen werden.
Zerstörung des Lebensraums: Überschüttung, Auffüllung, Torfabbau...	Tief: In der Vergangenheit sicher relevant, zahlreiche Moore und Zwischenmoore wurden vollständig zerstört, besonders im Mittelland. Aktuell kaum noch eine Gefährdung (Petersen, 2004; Waldis et al., 2007).

2.3. Auswirkungen einer Klimaveränderung

Da die Art bevorzugt in feuchteren, kühl-wintermilden Lagen wächst und bei uns einen eher reliktschen Charakter aufweist, wird sich eine Erhöhung der durchschnittlichen Jahrestemperatur fast sicher negativ auswirken (siehe auch Guntern, 2016 für ökologisch verwandte Arten). Auch eine allfällige Abnahme des Niederschlags v.a. im Sommerhalbjahr wäre wegen der Austrocknungstendenz heikel; lange, heftige Dürreperioden gar bestandesbedrohend. Gleichzeitig führen aber auch vermehrte Extremereignisse wie starke Hochwasser zu längerer Überflutungsdauer z.B. am Pfäffikersee und schädlichen Nährstoffeinträgen und Veränderungen in der Artenzusammensetzung. Auch kann sich durch solche Ereignisse der Wasserhaushalt verändern.

2.4. Bestandessituation in Europa

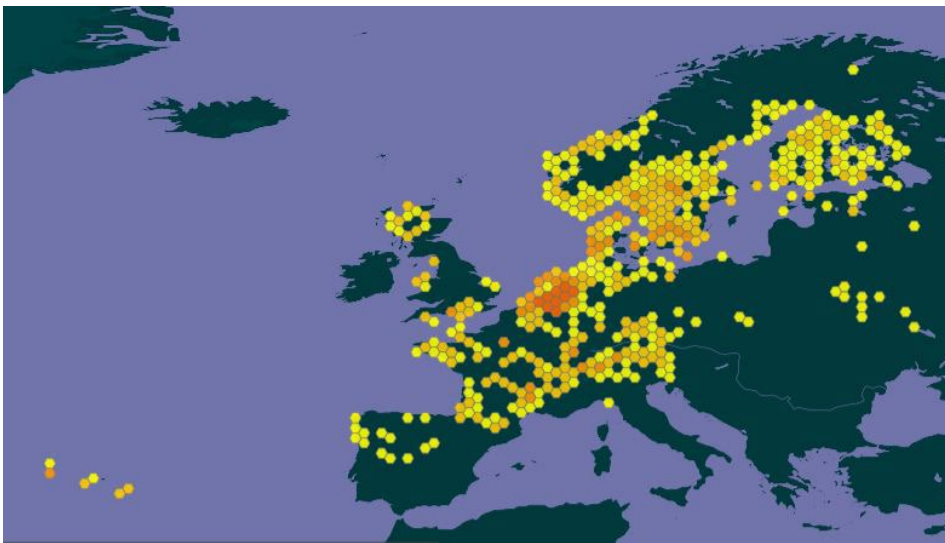


Abb. 1 Aktuelle Verbreitungssituation von *Lycopodiella inundata* (L.) Holub in Europa. Quelle: GBIF, 2022. Meldungen 2000-2021.

Lycopodiella inundata ist ein boreal-(temperates), schwach subatlantisches Florenelement (Sebald et al., 1993). Die Art ist nordhemisphärisch zirkumpolar verbreitet in den kühl-gemässigten Breiten Nordamerikas (v.a. im Osten der USA und Kanadas), Europas und Teilen Asiens (vereinzelt in Sibirien sowie in Teilen Japans). Daneben kommt die Art auf den Azoren vor und eine (evtl. fragliche) Meldung stammt von Madagaskar (GBIF, 2022). In Europa (s. Abb. 1) ist die Art weit verbreitet von Nordspanien über die Alpen und das kühl-gemässigte Mitteleuropa bis nach Süd- und Mittelskandinavien (bis ca. zum Polarkreis), Finnland und dem Baltikum. Im Osten geht sie nur noch lückig bis Westrussland. Die Art fehlt im eigentlichen Mittelmeerraum und erreicht die Südgrenze in Nordportugal, den Pyrenäen und den Karpaten mit Einzelvorkommen auch im nördlichen Apennin und in Bulgarien (GBIF, 2022; Meusel et al., 1965, Ivanova, D. & R. Natcheva, 2016). Im südlichen Teil des

europäischen Arealen inkl. der Alpen ist die Art recht selten und gefährdet, in Norddeutschland oder in Skandinavien aber teils noch weit verbreitet und daher gesamteuropäisch als nicht gefährdet (LC) eingestuft (IUCN, 2021, Garcia et al., 2017). Frankreich: NT (ausser Bretagne aber EN, INPN, 2022, Naucie et al., 2006), Deutschland: 3 (bzw. VU, BfN, 2022), Österreich: 2 (bzw. EN, Nikfeld & Schrott-Ehrendorfer, 1999), Italien: DD.

Der Moorbärlapp ist eine Art der Fauna-Flora-Habitatrichtlinien (Natura2000) und ist im Anhang V aufgeführt (FFH-Richtlinie, 1992).

Die Bestände der Art nehmen in vielen Ländern ab. Im mit der Schweiz vergleichbaren Bayern sind höhere Standorte meist stabil, tiefere zeigen jedoch oft deutliche Abnahmen (BIB, 2021).

Im Rahmen der Berechnung der neuen Artwerte für die Fachstelle Naturschutz ergab die Einschätzung der Gefährdung der Pflanzenarten in Europa durch S. Demuth und Th. Breunig (Marti, 2020) für *Lycopodiella inundata* die Einstufung «verletzlich».

2.5. Bestandessituation in der Schweiz.

Die Art wird in der ganzen Schweiz als selten und verletzlich (VU) (Bornand et al., 2016) mit mässig nationaler Priorität eingestuft (NPA 4, Info Flora, 2021). Die internationale Verantwortung wird als gering gewertet (BAFU, 2019). Im Mittelland gilt sie als stark gefährdet (EN, Bornand et al., 2019).

Den Verbreitungsschwerpunkt hat die Art in den Mooren der nördlichen Voralpen und im Molasse-Hügelland zwischen Thuner- und Zürichsee sowie in den Kantonen St. Gallen und Appenzell (s. Abb. 2). In den Zentral- und Südalpen sowie westlich des Kandertals (BE) gibt es weniger als 10 aktuelle, isolierte Einzelvorkommen, so bei Rüscheegg (BE), Val de Charmey (FR) sowie Gadmen (BE), ob Oberwald (VS), im Medel (GR), Val Pontirone bei Biasca (TI), evtl. ob Faido (TI) und ob St. Moritz (GR) im Oberengadin (GR), wo die Art mit 2150 m ü.M. die höchsten Vorkommen hat (noch nicht validiert). Im tiefer gelegenen Mittelland kommt sie nur noch bei Buochs (NW) und an den zwei Zürcher Fundorten am Zimmerberg und im Zürcher Oberland vor. In den Mooren der nördlichen Vor- und Nordalpen ist sie noch zerstreut verbreitet, Fundorte und Populationsgrössen gehen aber in den letzten 30 Jahren teils auch dort deutlich zurück (Grossenbacher, 1980; Grossenbacher, 2000 mündl.). Allerdings wurden z.B. um Beatenberg/Habkern (BE) in den letzten Jahren mehrere bisher unbekannte und teils grosse Vorkommen entdeckt (Nora Rieder mündl., 2021). Die erloschenen Fundorte liegen tendenziell etwas tiefer als die aktuellen.

Schweizweit ist die Art im Rückgang begriffen. Zahlreiche Standorte besonders im Mittelland, Tessin und Jura konnten in den letzten Jahrzehnten nicht mehr nachgewiesen werden und sind verschollen, selbst in noch weitgehend intakten Hochmooren. Die Hauptgründe für den starken Rückgang werden unter Kapitel 2.2. diskutiert. Bis 1950 war sicher die direkte Zerstörung der Lebensräume die Hauptursache für den Rückgang, v.a. in tieferen Lagen (Trockenlegungen, Abtorfung). Heute haben auch die fehlenden Mikrostörungen in den Hochmooren (z.B. durch extensive Beweidung, Tritt) und die damit verbundene stärkere Konkurrenz mit Torfmoosen und Blütenpflanzen, die Abtrocknung vieler

Moorstandorte (vgl. Erfolgskontrolle Moorschutz Schweiz) sowie die Regeneration von Hochmooren mit (zu) starkem Torfmooswachstum einen grossen Einfluss. Viele Populationen weisen heute weniger als 100 Triebe auf, doch gibt es gerade im Gebiet Beatenberg-Sörenberg und evtl. im Kt. St. Gallen noch grosse, intakte Populationen mit >5'000 Trieben.

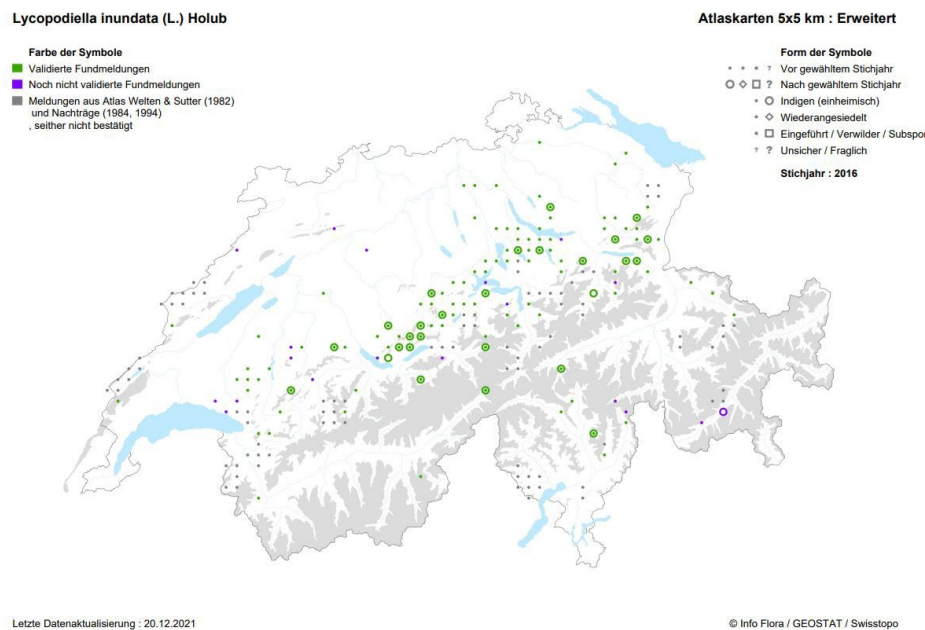


Abb. 2 Aktuelle Verbreitung von *Lycopodiella inundata* (L.) Holub in der Schweiz (Stichjahr: 2016). Quelle: Info Flora, 2021.

Die Art ist in der ganzen Schweiz selten und als verletzlich (VU) (Bornand et al., 2016) mit mässiger nationaler Priorität eingestuft (NPA 4) (Info Flora, 2021). Ausserhalb der Nordalpen (VU) gilt sie überall als mindestens stark gefährdet (EN), im Jura gar als vom Aussterben bedroht (CR). Die internationale Verantwortung wird als gering gewertet (BAFU, 2019). Im Mittelland gilt sie als stark gefährdet (EN) (Bornand et al., 2019). In den Kantonen Nidwalden, Thurgau und Waadt ist die Art geschützt (Info Flora, 2021).

Zur Förderung der Art besteht ein grosser Handlungsbedarf. Im Hügelland und in den nördlichen Voralpen gibt es zwar noch wenige grosse, intakte Populationen. An den Fundorten mit negativem Trend müssen die Ursachen für den Rückgang moorspezifisch analysiert und geeignete Massnahmen individuell definiert werden. Dies können z.B. künstliche Eingriffe wie Entfernung der obersten Torfmoosdecke an geeigneten Stellen auf jeweils 0.1 bis 0.5m² oder auf wenigen Quadratmetern, Verbesserung der Moorhydrologie, Entbuschungen oder evtl. eine (sehr) extensive Beweidung in Randbereichen sein. Insbesondere bei Hochmoorregenerationen muss darauf geachtet werden, dass die potenziellen oder aktuellen Wuchsorte berücksichtigt werden und nicht infolge starken Torfmooswachstums verschwinden.

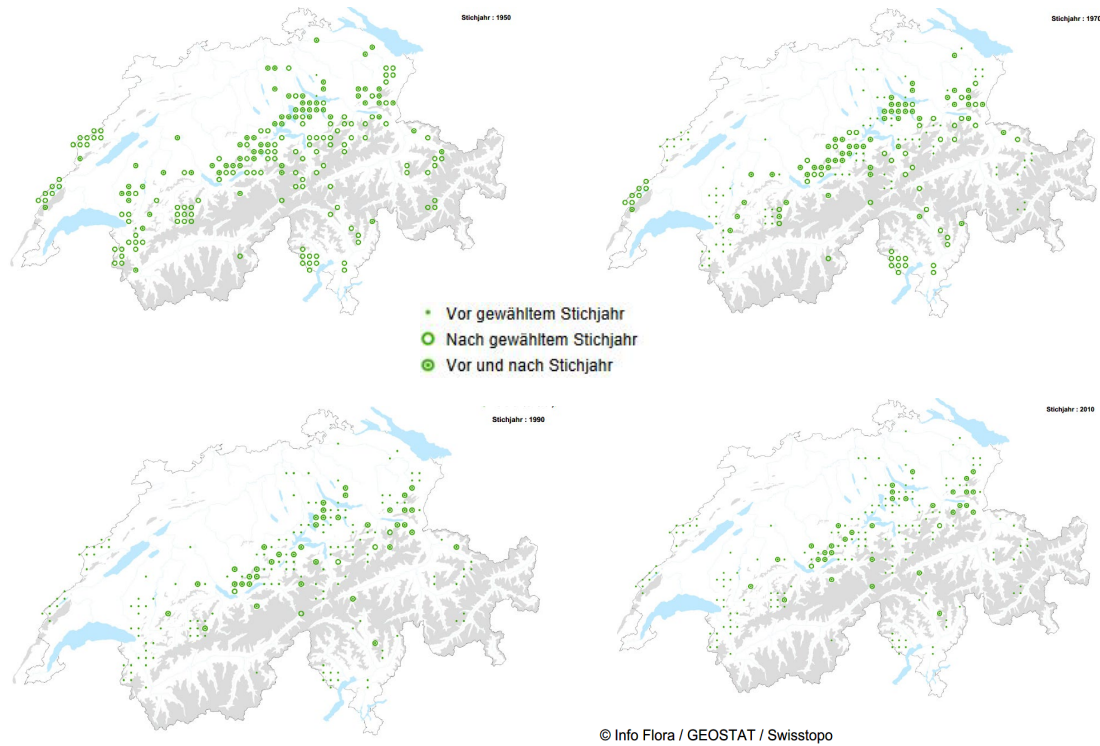


Abb. 3 Rückgang von *Lycopodiella inundata* (L.) Holub in der Schweiz aufgrund der Meldungen von Info Flora (2021), 1950 (o.l), 1970 (o.r.), 1990 (u.l.) und 2010 (u.r.).

3. Situation im Kanton Zürich

3.1. Ursprüngliche Vorkommen

Im Kanton Zürich sind gemäss den Recherchen in Literatur, Herbar und bei Info Flora insgesamt 27 Populationen bekannt. Davon sind nur jene auf dem Hirzel und im Oberland aktuell, letztere aber sehr klein. Frühere Vorkommen sind v.a. aus der Drumlinlandschaft von Horgenberg, Hirzel bis Schönenberg sowie den Mooren am Pfäffikersee, Greifensee, der Drumlinlandschaft zwischen Wetzikon und Hinwil sowie um Hombrechtikon-Bubikon bekannt. Daneben existierten weitere Fundstellen in isolierten Mooren z.B. bei Rifferswil/Kappel a. Albis, am Katzensee oder in der Au bei Wädenswil. Möglicherweise sind nicht ganz alle früheren Vorkommen im Anhang aufgelistet, dürften doch einige Moore abgetorft worden sein, bevor Botaniker Herbarbelege sammeln oder Fundmeldungen gemacht haben. Insgesamt ist der Rückgang massiv, 90-95% der früher bekannten Vorkommen sind zerstört oder verschollen. Es ist aufgrund der speziellen Ökologie und dem Druck auf die wenigen potenziell geeigneten Lebensräume sowie der im Kanton Zürich doch recht guten botanischen Abdeckung nicht mit der Entdeckung neuer, mittlerer oder grosser Vorkommen zu rechnen. Sehr kleine, bisher übersehene ursprüngliche Bestände wären an wenigen Stellen insbesondere in der Umgebung der beiden erwähnten Vorkommen allenfalls noch möglich, aber ebenfalls eher unwahrscheinlich.

Zeitpunkt: 24 der 27 Populationen haben die letzte Meldung vor 1980, sie sind mit grosser Wahrscheinlichkeit erloschen. Eine weitere Population ist zwischen 1980 und 2000 das letzte Mal erwähnt worden. Auch sie ist fast sicher erloschen. Zwei Populationen waren noch in den letzten 20 Jahren bekannt, es sind dies die auch heute noch aktuellen Populationen.

Ursachen: Die genaue Ursache des Verschwindens ist bei den einzelnen Populationen oft unklar, ausser das Moor wurde zerstört. Neben Sukzession/Konkurrenz v.a. aufgrund des Nährstoffeintrags (falls mit Pufferzonen meist atmogen) dürften auch die anderen, unter Kap. 2.2 angegebenen Gefährdungsursachen wesentlich beteiligt gewesen sein. Dazu zählen speziell das Verschwinden von gut durchfeuchteten, torfigen Pionierstellen, dies mitunter zugunsten einer Ausbreitung von Torfmoosen.

3.2. Neu gegründete Vorkommen

Bisher sind weder im Kanton Zürich (Fachstelle Naturschutz Kanton Zürich, 2022), noch in anderen Schweizer Kantonen neu gegründete Vorkommen bekannt. Dies ist aktuell nur durch Verpflanzung von Individuen von anderen Fundorten möglich. Die Art lässt sich bisher nicht genügend ex situ vermehren, obschon dies eigentlich aus Sporen möglich sein müsste.

3.3. Aktuelle Bestandessituation und Gefährdung

Im Kanton Zürich sind derzeit zwei sichere Vorkommen von *Lycopodiella inundata* (L) Hohlub bekannt; am Zimmerberg und im Oberland. Das letztere Vorkommen galt zwischenzeitlich als erloschen (Spillman et al., 2016), die Art ist dort aber seither an mehreren Stellen, teils nur temporär und mit wenigen Individuen wieder aufgetreten.

Höhenlage: Im Kanton Zürich lagen die bisherigen 27 Fundorte zwischen 408 m ü.M. und 665 m ü.M. Die beiden aktuellen Vorkommen liegen bei 665 m ü.M. bzw. 538 m ü.M.

Lebensraum: Am Zimmerberg liegt das Vorkommen in einem kleinen Hochmoorbestand mit relativ wenig Torfmoos und mehreren Schlenken sowie offenen Pionierstellen. Im Oberland ist der Wuchsort aktuell eine Übergangsmoorschlenke (Schnabelbinsenried) im Hochmoorbereich. Weitere aktuell noch unbestätigte Vorkommen im Oberland liegen randlich kleiner Hoch- bzw. Übergangsmoore bzw. Schlenken innerhalb der Flachmoorkomplexe mit nur geringer Verschilfung.

Bewirtschaftung: beide Vorkommen liegen in Schutzgebieten. Am Zimmerberg wird das Moor bis auf die jährliche Pflegemahd mit Streuenutzung ab dem 1.9. nicht genutzt. Auch im Moor im Oberland findet nur eine Pflegemahd mit Streuenutzung statt. Der grösste Bestand wird 1x pro 2 Jahre oder ½ pro Jahr ab dem 15.8. gemäht. Die andere Stelle wird 1x jährlich ab dem 1.9. und das vermutlich erloschene Vorkommen ab dem 1.10. 1x jährlich gemäht. Letzteres hat überlagernd noch einen Schilfrühschnitt zwischen dem 1.5. und 30.6. Lokal werden Brachestreifen für Insekten und Verstecke stehen gelassen. Diese wechseln jährlich den Standort. Spezifische Aufwertungsmassnahmen für den Moorbärlapp wurden noch keine durchgeführt.

Exposition/Neigung: beide Fundstellen sind weitgehend flach und nicht oder nur sehr wenig geneigt. Sie liegen offen und werden nicht beschattet. Am Hirzel finden sich einige seicht überschwemmte Schlenken. Im Robenhuserried gibt es zum Teil auch Schlenken (meist mit *Rhynchospora alba* und *R. fusca*, *Carex limosa*).

Böden: Der pH und die Leitfähigkeit haben einen starken Einfluss auf das Wachstum von Torfmoosen (*Sphagnum* sp.) und können dadurch indirekt einen starken Einfluss auf die Populationen des Moorbärlapps haben. Um fundierte Aussagen über diesen Zusammenhang zu machen, wären jedoch intensivere, wiederholte Messungen an verschiedenen Fundorten in der Schweiz notwendig (Nora Rieder, mündl., 2021).

Verbuschung: Die Vorkommen zeigen keine Verbuschungstendenz. In der nahen Umgebung wachsen jedoch teils Gewöhnliche Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum*), Besenheide (*Calluna vulgaris*) und Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*).

Gefährdung: Generell dürfte der atmogene Stickstoffeintrag zu stärkerer Konkurrenz führen. Um eine Gefährdung durch Konkurrenz, Überwachsen/Beschatten und Verfilzung zu



verhindern, sollten Brachen nicht in Schnabelbinsen- und Schlamm-Seggenrieden angelegt werden (falls doch, müssen sie zwingend jedes Jahr gewechselt werden).

Gefährdungsstufe und Handlungsbedarf: Im Rahmen der Berechnung der neuen Artwerte für die Fachstelle Naturschutz ergab die Einschätzung der Gefährdung der Pflanzenarten im Kanton Zürich durch verschiedene Experten (Marti, 2020) für *Lycopodiella inundata* die Einstufung «vom Aussterben bedroht». Der Handlungsbedarf ist sehr gross. Angesichts der aktuellen Bestandssituation von *Lycopodiella inundata* in der Schweiz kommt dem Kanton Zürich insgesamt eine geringe, fürs tiefgelegene Mittelland hingegen eine grosse Verantwortung für die Erhaltung dieser Art zu.

Schutzmassnahmen: Der Erhalt der aktuellen ursprünglichen Vorkommen ist prioritär. Sofern die Standorte keine natürliche Dynamik zeigen, welche ausreichend offene Bodenstellen zur Folge hat, bedarf es pflegerischer Eingriffe und Massnahmen. Neben ausreichendem, aber nicht zu hohem Wasserstand mit Gewährleistung der entsprechenden Durchfeuchtung der oberen Substratschichten ist die Nährstoffarmut von entscheidender Bedeutung. Landschaftspflegerische Empfehlungen siehe bei Bennert (1999).

4. Umsetzung Aktionsplan

4.1. Ziele

4.1.1. Gesamt- und Zwischenziele

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

Um dieses Ziel zu erreichen, muss für *Lycopodiella inundata* das unten definierte Gesamtziel erreicht werden. Da die Art aktuell (noch) nicht erfolgreich vermehrt werden kann sind Ansiedlungsmassnahmen nur via Verpflanzungen von Lebendmaterial oder Ausbringen von Sporen möglich. Bei diesen beiden Methoden sind die Erfolgsaussichten derzeit ebenfalls noch sehr unsicher, praktische Erfahrungen fehlen weitgehend. Ohne ex situ-Vermehrung ist eine kantonsübergreifende Lösung mit den Kantonen Nidwalden, St. Gallen und evtl. Schwyz unabdingbar.

Gesamtziel

Anzahl Populationen:	15 Populationen*
Grösse der Populationen:	5 Populationen auf je mind. 25m ² Gesamtfläche mit > 10% Deckung und mit > 500 Trieben*
Autochthone Populationen:	Fläche und Zahl der Triebe verdoppeln

*einschliesslich der beiden ursprünglichen Populationen

*Die Zählinheit dieser klonalen Art ist die Populationsfläche in m² zusammen mit der Deckung in %. Bei kleinen (Teil-)Populationen unter 10m² ist zudem die Zählung/Schätzung der Anzahl der Ähren (Strobili) oder der Triebe sinnvoll, da diese Einheiten im Feld ohne zu viele Trittschäden auszählbar sind.

Die Ziele werden ab dem Start des Aktionsplanes im Jahr 2022 gerechnet. Mit der Umsetzung des vorliegenden Aktionsplanes sollen in einem Zeitrahmen von 10 Jahren folgende Zwischenziele erreicht werden:

- Die ursprünglichen Populationen sollen in ihrem Bestand erhalten und vergrössert werden.
- In der Nähe der bekannten ehemaligen sowie an weiteren geeigneten Wuchsorten im ehemaligen Zürcher Verbreitungsareal sollen – sofern technisch und ökologisch möglich – neue Vorkommen gegründet werden.



Zwischenziel 2032

Ziel 1	8 neue Populationen
Ziel 2	5 neue Populationen mit mindestens 150 Trieben
Ziel 3	3 neue Populationen mit mindestens 50 Trieben
Ziel 4	Mindestens Erhaltung der autochthonen Populationen

4.1.2. Zielbegründung

Äussere Ereignisse wie Hitzesommer, Nährstoffeintrag aus der Luft, zu viele oder zu wenige Niederschläge, Herbivoren etc. können das Erlöschen von Populationen einer Art bewirken. Eine Anzahl von weniger als 10 Populationen ist generell als zu risikoreich zu beurteilen. Kleine Populationen sind besonders gefährdet auszusterben. Aus populationsökologischer Perspektive sind für das langfristige Überleben bei vielen Arten allgemein mindestens 5'000-10'000 Pflanzen in vernetzten Beständen erforderlich. Der Kanton Zürich lag schon immer am Rande des Verbreitungsgebiets dieser Art. Die Sicherung und Ausweitung der bisherigen Population(en) auf dem Horgenberg im Bereich Hirzel-Schönenberg sowie im Robenhuserried bzw. der Drumlinlandschaft Wetzikon-Hinwil ist wichtiger als die Schaffung von Populationen an völlig neuen oder isolierteren Standorten.

Zielkonflikte / Limitierungen: Ein relevanter Zielkonflikt besteht zwischen dem Schutz von Hochmooren und Zwischenmooren. Regenerationen von Hochmooren können zum Verschwinden von Zwischenmoorarten führen, für Zwischenmoore wichtige Störungen können die Hochmoorentwicklung hemmen.

Zudem sind übergeordnete, für den Moorbärlapp negative Entwicklungen (z.B. Auswirkungen des Klimawandels, atmogener Stickstoffeintrag) im Rahmen des Aktionsplans nicht zu beheben.

4.2. Erhaltungs- und Förderungsmaßnahmen

4.2.1. Bestehende Vorkommen

In erster Linie sollen für die bestehenden, ursprünglichen Populationen Förderungsmaßnahmen eingeleitet werden. Der Aktionsperimeter ist auf die aktuellen Populationen und die kürzlich erloschenen Populationen und deren unmittelbare Umgebung beschränkt, da hier der Massnahmenbedarf gross ist und die Erfolgchancen höher sind. Dadurch fokussiert sich der Aktionsplan auf folgende Gemeinden: Horgen, Wädenswil, Wetzikon und (evtl.) Pfäffikon.

Die bestehenden Vorkommen werden durch folgende übergeordneten Massnahmen erhalten bzw. gefördert:

- alle Beobachtungsmeldungen jünger als 1980 überprüfen

- Erarbeitung und Umsetzung eines Konzepts zur Schaffung von kleinen, durchfeuchteten, offenen Pionierstellen auf Torf in der Umgebung der bestehenden Vorkommen: periodisch kleinflächige Störungen herbeiführen:
 - o im Abstand von 3-5 Jahren durch Entfernung der obersten Zentimeter des Oberbodens (auf nassem, gut durchfeuchteten und nährstoffarmen Torf) kleine (0.1-0.5m² oder 1-5m²) offene Bereiche in der nahen Umgebung der Vorkommen schaffen, dies am besten in Bereichen mit schon vorher niedrigwüchsiger Vegetation (ca. 15cm hoch)



Abb. 4 **links**: Abblaggen des Oberbodens in Sachsen, die offenen Bodenstellen können vom Moorbärlapp rasch besiedelt werden. **rechts**: Das regelmässige Entfernen der Vegetation inkl. verholzender Pflanzen zeigt Wirkung, die Bereiche werden durch dichte Bestände des Moorbärlapp besiedelt (Freistaat Sachsen, 2022).

- o Schaffen kleiner, flachgründiger Schlenken ohne Vegetation, welche gut durchfeuchtet oder temporär flach überschwemmt werden (vgl. Merkblatt Freshwater habitats trust. 2022)
- Überprüfung der Pflegekonzepte bei beiden ursprünglichen Vorkommen in Bezug auf die Bedürfnisse von *Lycopodiella inundata*, gegebenenfalls Anpassungen durchführen (s. unten)

Weitere Massnahmen:

- o beim Vorkommen im Oberland über mehrere Jahre Nachsuche, ob es noch weitere Fundstellen gibt, ansonsten analoge Massnahmen zur Schaffung geeigneter Kleinlebensräume in den Hoch- und Zwischenmooren
- o engmaschiges Monitoring der Vorkommen, damit erstens rasch auf negative Entwicklungen reagiert werden kann und zweitens die allfälligen Populationsschwankungen besser verstanden und interpretiert werden können
- o Kennzeichnen der Bestände in den Pflegeplänen

- Pflegepläne so anpassen, dass in Übergangs- und Hochmooren keine (oder nur sehr temporär) Brachestadien zugelassen werden, falls die Fläche gemäht wird
- auf die Art abgestimmte Pflege der entsprechenden Flächen (noch festzulegen)
- Reduktion von aufkommenden Konkurrenten, insbesondere Sträucher, Grasbestände, Seggenhorste etc.
- Vernetzen / Schaffung benachbarter Vorkommen zur Sicherung des genetischen Austauschs

4.2.2. Wiederansiedlungen

Eine spontane Ansiedlung wurde in den vergangenen Jahren nicht festgestellt. Aufgrund der kleinen Anzahl bestehender Populationen, der geringen Anzahl und der grossen Distanz (Barrieren) geeigneter aufnahmefähiger Biotope besteht trotz der Distanzausbreitung mittels Sporen eine geringe Wahrscheinlichkeit der Entwicklung von neuen Pflanzen an einer neuen Stelle. Neue Populationen müssen daher i.d.R. durch Ausbringen von Sporen und/oder Verpflanzen von Individuen aus einer anderen Population gegründet werden.

Zur Senkung des Aussterberisikos sind neben den Massnahmen an den zwei aktuellen Fundorten daher allenfalls Verpflanzungen aus intakten, kräftigen Populationen aus der Umgebung des Kantons Zürich vorzusehen. Eine Publikation (Benca, 2014) erwähnt aber in einem Nebensatz die Erfolglosigkeit solcher Aktionen. Dies müsste zuerst genauer in der Literatur überprüft werden. Da es aber wahrscheinlich noch nicht viel Erfahrung mit solchen Verpflanzungen gibt, wäre trotzdem ein Versuch vorzusehen. Dazu kommt am ehesten die ebenfalls tief liegende Population von Buochs (NW) und die etwas höhere von Studen (SZ) in Frage. Zuerst muss aber noch definitiv abgeklärt werden, ob es überhaupt potenziell geeignete Ansiedlungsstellen im Kanton Zürich gibt oder solche bei Renaturierungen geschaffen werden können. Zudem müssen die Zielkonflikte in diesen Gebieten vorgängig geklärt werden (z.B. Hochmoorrenaturierung mit Torfmooswachstum versus Schaffung von offenen Pionierstellen auf Torf).

Lycopodiella inundata war schon früher v.a. im Randbereich des Tieflandes bzw. im Hügel-land gegen die Voralpen zu finden, so v.a. in der Moränenlandschaft von Kappel a. Albis bis Schönenberg südlich vom Zürichsee, in den Mooren am Pfäffiker- und Greifensee sowie in einigen Mooren und an Seen um Hombrechtikon und zwischen Wetzikon und Hinwil. Ansiedlungen sind im Kanton Zürich v.a. in diesen Regionen anzustreben, sofern die potenziellen Ansiedlungsstandorte nicht isoliert sind bzw. langfristig isoliert bleiben. Die Ansiedlungsstellen sind naturgemäss auf die wenigen bestehenden Hoch- und Übergangsmoore beschränkt, anthropogene Standorte bzw. renaturierte, abhumusierte Stellen, die nicht auf Torfböden liegen, eignen sich nicht (Ausnahme: Versuche auf gut durchfeuchteten, humosen, sehr nährstoffarmen Sandböden sind evtl. sinnvoll).

Für Wiederansiedlungen und Verpflanzungen sind folgende Punkte zu beachten:

- rechtlicher Schutz der Ansiedlungsorte: Wiederansiedlungen erfolgen ausschliesslich in unter Naturschutz stehenden Gebieten oder solchen, die in absehbarer Zeit geschützt werden



- Wahl geeigneter Ansiedlungsorte:
 - ehemalige Wuchsorte (wo die Populationen sicher erloschen sind und wo die zum Erlöschen führenden Faktoren beseitigt sind)
 - geeignete Orte gemäss den in Kap. 4.2.3 beschriebenen Faktoren
 - Standorte, bei welchen durch Massnahmen gezielt Zwischenmoore entstanden sind und durch gezielte Pflege (vgl. kleinflächige Störungen herbeiführen) ein langfristiger Erhalt denkbar ist
- die Jungpflanzen / das Saatgut sollen von den biogeographisch nächsten vorhandenen ursprünglichen Populationen stammen, zugleich ist auf eine möglichst grosse genetische Vielfalt zu achten
- Dokumentation
- ohne Pflege sind Verpflanzungen der Pionierart *Lycopodiella inundata* langfristig nicht erfolgreich (Ivanova and Natcheva, 2016)

Sollte die Ex situ-Vermehrung doch noch erfolgreich verlaufen, sollen Tests auch an mineralischen Sekundärstandorten vorgenommen werden. Gemäss Kaplan (1990) sind besonders auch an solchen Sekundärvorkommen ein ausreichend hoher Wasserstand mit Gewährleistung der entsprechenden Durchfeuchtung der oberen Substratschichten wie auch die Nährstoffarmut von entscheidender Bedeutung.

4.2.3. Potenziell geeignete Lebensräume

Für die Art potenziell geeignet sind teilweise abgetorfte oder sonst in einen Pionierzustand auf Torf(schlamm)böden versetzte, temporär flach überschwemmte oder vernässte Stellen in Übergangs- und Hochmooren sowie leicht wiedervernässte offene Torfflächen. Abzuklären ist, ob und wie aus Deutschland bekannte Vorkommen auf humosen, gut durchnässten, nährstoffarmen Sandaufschüttungen bei uns als Pionierlebensraum für Ansiedlungen reproduzierbar sind.

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

Standort:

- eher kühle Stellen, Höhenlage entsprechend den bestehenden Hoch- und Übergangsmooren, eher randlich am oder im Hügelland
- gute Besonnung, Beschattung unter 10%
- sehr gut durchfeuchtete bis nasse, temporär evtl. seicht überflutete Torfflächen
- tendenziell in Umgebung von temporär durchrieselten Moorflächen oder benachbart an Moortümpel

Boden/Substrat:

- offene, sehr konkurrenzarme Standorte auf Torf(schlamm)böden mit nur geringer Deckung von Torfmoosen

- sehr geringer Nährstoffgehalt
- pH-Wert leicht bis stark sauer
- kaum staunass, aber doch gut durchfeuchtet, allenfalls zeitweise flach überflutet, oligotroph
- testweise (sofern vermehrtes Material vorhanden): gut durchnässte, sehr nährstoffarme, evtl. etwas humose Sandaufschüttungen (mit tiefem pH) als Pionierlebensraum

Vegetation:

- offene Schnabelbinsen- und Schlammseggenbestände, evtl. analoge Schlenken in Hochmooren; vernässte, aber temporär abtrocknende Pionierstellen auf Torf
- niedrigwüchsige, offene Vegetation (max. 70% Deckung)
- keine dominant auftretenden Konkurrenzarten wie *Phragmites*, *Cladium*, Zwergsträucher, Grosseggen
- kein starkes Torfmooswachstum z.B. bei Staunässe

Pflege:

- früher war im *Rhynchosporion* theoretisch keine Mahd notwendig (ausser evtl. in Seeriedflächen oder bei starker Konkurrenz). Durch Eutrophierung auch aus der Luft ist eine Mahd heute oft sinnvoll. Falls bisher gemäht wurde oder falls starke Konkurrenz herrscht, diese Pflegemahd fortführen, aber möglichst mit Schnitthöhe mind. 10-15 cm
- periodisch wieder geeignete offene Torf(schlamm)flächen von wenigen Quadratmetern schaffen; diese können, wenn häufiger durchgeführt, zur Schonung der Umgebungsvegetation auch sehr kleinflächig sein (0.1-0.5m²)
- bei Ansiedlungen und evtl. bei den bestehenden Populationen Entfernung von Konkurrenzarten wie Schilf, Zwergsträucher, Grosseggen, evtl. lokal auch Torfmoose

Die Realisierbarkeit von Wiederansiedlungen oder Verpflanzungen ist für jeden Standort anhand obenstehender Kriterienliste zu prüfen. Als Grundlage für die Detailplanung und die Umsetzung ist im Anhang eine Checkliste für Ansiedlungen beigefügt (Anhang A).

4.2.4. Optimale Pflege der Lebensräume

An Orten mit Vorkommen von *Lycopodiella inundata* dürfen keine Eingriffe (inkl. Pflegemaßnahmen) ohne Rücksprache mit bzw. Bewilligung der Fachstelle Naturschutz vorgenommen werden. Hydrologie und Hydrochemie dürfen auch im Umfeld nicht negativ beeinflusst werden. Randliche, höherwüchsige und/oder nährstoffreichere Riedflächen müssen mind. einmal jährlich gemäht und das Mähgut abtransportiert werden. Allfällig aufkommende Büsche (auch *Salix repens* (L.), falls im Bestand) müssen vorsichtig entfernt werden. Ansonsten wird auf die bereits mehrfach ausgeführten Massnahmen zur Erhaltung der Pionierstandorte auf Torf in den vorhergehenden Kapiteln verwiesen.

5. Erfolgskontrolle

5.1. Erfolgskontrolle Aktionsplan

5.1.1. Methode

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

Anwendungsfall	Kontrolljahre (=Anz. Jahre nach Start/Ansiedlung)
Ursprüngliche Teilpopulation < 20 Ind. / > 20 Ind. / > 500 Ind.	je nach Grösse jedes 2. / 4. / 8. Jahr
Angepflanzte Teilpopulation	2, 6, 14, 22
Ansiedlungsbegleitung nach Anpflanzung	1 – 2 x in den ersten 4 Jahren (falls nötig bis zu 4 x einschliesslich der regulären Kontrolle im 2. Jahr)
Angesäte Teilpopulation	6, 8, 12, 20
Ansiedlungsbegleitung nach Ansaat	1 oder 2

Für die Bestandes- und Wirkungskontrollen wird innerhalb der einzelnen Teilflächen jeweils die zielrelevanten Einheiten (Anzahl m² Populationsfläche mit Deckungsgrad in % sowie Anzahl Sporophylle) gezählt oder geschätzt sowie mittlere Wuchshöhe, Fertilität und Angaben zur Konkurrenz notiert (siehe Checkliste in Anhang A). Wünschenswert wären auch Messungen zum Nährstoffgehalt und pH des Bodens.

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

Schnitter et al. (2006) geben ein detailliertes Bewertungsschema des Erhaltungszustandes der Populationen von *Lycopodiella inundata*. Dieses ist sehr detailliert und könnte ebenfalls zur Bewertung herangezogen werden.

5.1.2. Erfolgsbeurteilung

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



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

Beurteilungsskala

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

5.1.3. Interventionswerte

Die Populationsgrösse kann jährlich stark schwanken (Petersen et al., 2004). Beobachtungen zu den Interventionswerten sind daher gemittelt über mehrere Jahre nötig. Ein dringender Handlungsbedarf entsteht, wenn künftig ein Rückgang um 25% oder mehr der Fläche der einzelnen (Teil-) Populationen oder der Anzahl der Triebe festgestellt wird. Als Massnahmen bieten sich dann an: offene, durchnässte, torfige Bodenstellen schaffen und/oder Konkurrenten entfernen.

5.2. Erfolgsbeurteilung der bisherigen Massnahmen

5.2.1. Massnahmen allgemein

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

Bisher wurden keine Förderungsmassnahmen für *Lycopodiella inundata* im Kanton Zürich umgesetzt.

5.2.2. Wiederangesiedelte Populationen

Im Kanton Zürich bzw. in der ganzen Schweiz gibt es noch keine neu gegründete Population von *Lycopodiella inundata*.

(Potenzielle) Wiederansiedlung von Populationen von *Lycopodiella inundata* erfolgen einerseits durch verpflanzte Exemplare ausserkantonaler reichhaltiger Vorkommen, wünschenswert grenznah und in ähnlicher Ökologie und Höhenlage wie im Kanton Zürich. Ansonsten evtl. mittels auf vorbereitete Ansiedlungsstellen ausgestreute Sporen.

Eine Ex Situ-Vermehrung ist aktuell noch nicht möglich, Versuche zur vegetativen Vermehrung und Verpflanzung sind z.B. auf Veranlassung des Kantons Bern (Artverantwortliche Nora Rieder) und ab Herbst 2022 in einer Gartenanlage im Kanton Zürich Arbeit. Versuche



zur Aufzucht aus Sporen wurden noch nicht durchgeführt, erste Versuche laufen ab 2022 in einer Zürcher Gartenanlage.

Eine Vorbereitung der Ansiedlungsstellen durch kleinflächige Schaffung von offenen, temporär vernässten Pionierstandorten mit Torfschlammböden in Hoch- und Übergangsmooren fördert voraussichtlich den Erfolg von Wiederansiedlungen wesentlich.

5.2.3. Weiteres Vorgehen

Prioritär ist die Umsetzung der Massnahmen an den bestehenden Fundstellen am Zimmerberg und in der Umgebung der Vorkommen im Oberland.

Danach sollte abgeklärt werden, ob es überhaupt geeignete Wiederansiedlungsstellen gibt und ob allfällige Zielkonflikte gelöst werden können. Falls dies der Fall ist, muss mit den Kantonen NW, SZ, evtl. SG verhandelt werden, ob genügend Exemplare für eine Verpflanzung bereit stehen. Gleichzeitig soll versucht werden, die Art aus Sporen anzuziehen oder Sporen direkt auszubringen. Je nach Resultaten in der Ex situ-Vermehrung und aus den Abklärungen innerhalb des Kt. Zürich bzw. bei den anderen genannten Kantonen könnte mit Wiederansiedlungen begonnen werden. Die notwendige Erfolgskontrolle zeigt dann deren Entwicklung.

6. Literatur / Quellen

BAFU, 2019. Digitale Liste der National Prioritären Arten. www.bafu.admin.ch (XLS, abgerufen am 27.6.2019).

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

Benca, J.P., 2014. Cultivation Techniques for Terrestrial Clubmosses (Lycopodiaceae): Conservation, Research, and Horticultural Opportunities for an Early-Diverging Plant Lineage. *American Fern Journal*, Nr. 104(2), 25–48.

Bennert, H.W., 1999. Die seltenen und gefährdeten Farnpflanzen Deutschlands. Biologie, Verbreitung Schutz. Landwirtschaftsverlag, Münster.

BfN, 2022. BfN FloraWeb *Lycopodiella inundata*. <https://www.floraweb.de/xsql/arten-home.xsql?suchnr=3559&> (abgerufen am 15.02.2022).

BIB, 2021. Botanischer Informationsknoten Bayern. IB - Steckbriefe Gefäßpflanzen: *L. inundata*. https://daten.bayernflora.de/de/info_pflanzen.php?taxnr=3559&suchtext=lycopodiella&g=&de= (abgerufen am 15.2.2022).

Bornand, C., Eggenberg, S., Gygax, A., Juillerat, P., Jutzi, M., Marazzi, B. et al., 2019. Regionale Rote Liste der Gefässpflanzen der Schweiz. Info Flora, Bern.

Bornand, C., Gygax, A., Juillerat, P., Jutzi, M., Möhl, A., Rometsch, S., Sager, L. et al., 2016. Rote Liste Gefässpflanzen. Gefährdete Arten der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern und Info Flora, Genf. Umwelt-Vollzug, Nr. 1621.

Dostal, J. & T. Reichstein, 1984. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Pteridoyphata, Spermatophyta. Band. 1, Paul Parey, Berlin und Hamburg.

ENSCONET, 2009a. ENSCONET Seed Collecting Manual for wild species. *Studi Trentini die Scienze Naturali*, Nr. 90, 221-248.

ENSCONET, 2009b. ENSCONET Curation Protocols and Recommendations. *Studi Trentini die Scienze Naturali*, Nr. 90, 249-289.

Fachstelle Naturschutz Kanton Zürich, 2022. Aktionsplan Flora Datenbank Kanton Zürich, apflora.ch, Stand 2022.

FFH-Richtlinie, 1992. Richtlinie 92/43/EWG des Rates zur Erhaltung der Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen vom 21 Mai 1992. *Abl. Nr. L 206*, S. 7.

Freistaat Sachsen, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 2022. Bärlappe in Sachsen. Website und flyer. <http://www.baerlappe.de/Artenhilfsprogramm> (abgerufen am 15.2. 2022).

Freshwater habitats trust, 2022. Creating ponds for Marsh Clubmoss *Lycopodiella inundata*. www.freshwaterhabitats.org.uk/pond-clinic/identifying-freshwater-plants/marsh-club-moss/ (abgefragt am 15.02.2022)

Fuchs B. & K. Haselwandter, 2004. Red list plants: colonization by arbuscular mycorrhizal fungi and dark septate endophytes. *Mycorrhiza*, Nr. 14, 277–281.

Garcia Criado, M., Väre, H.U., Nieto, A., Bento Elias, R., Dyer, R., Ivanenko, Y., Christenhusz, M. J. et al., 2017. European red list of lycopods and ferns.

GBIF, 2022. Search for Species in Global Biodiversity Information Facility. Free and Open Access to Biodiversity Data. <https://www.gbif.org/species/2688345> (abgerufen am 15.02.2022).

Goebel, K., 1887. Ueber Prothallien und Keimpflanzen von *Lycopodium inundatum*. *Botanische Zeitung*, Nr. 45, 161-168, 177-190.

Grossenbacher, K., 1980. Die Hoch- und Übergangsmoore des Kantons Bern: eine Übersicht. Bd. 37, *Mitt. Nat. Ges. Bern*.

Guntern, J., 2016. Klimawandel und Biodiversität Auswirkungen und mögliche Stossrichtungen für Massnahmen im Kanton Zürich Fachbericht als Grundlage für die Ergänzung des Naturschutzgesamtkonzeptes des Kantons Zürich. im Auftrag der Fachstelle Naturschutz, Amt für Landschaft und Natur.

Hegi, G., 1984. *Illustrierte Flora von Mittel-Europa: mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz*. Bd. I/1: Pteridophyta, 3. Aufl.. Weissdorn-Verlag, Jena.

Hess, H.E., Landolt, E. & R. Hirzel, 1980. *Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete*. Bd. 1, Birkhäuser Verlag, Basel.

Huck S., 2009. Artensteckbrief für den Sumpf-Bärlapp (*Lycopodiella inundata* (L.) Holub). Hessen-Forst, Fachbereich Forsteinrichtung und Naturschutz (FENA).

Info Flora, 2021. Verbreitungskarte. Das nationale Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flora: *Lycopodiella inundata* (L.) Holub <https://www.infoflora.ch/de/flora/lycopodiella-inundata.html> (abgerufen am 13.12.2021).

INPN, 2022. INPN Inventaire National du Patrimoine Naturel https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/106993 (abgerufen am 15.02.22).



IUCN, 2021. The IUCN Red List of Threatened Species, Version 2021-3. <https://www.iucnredlist.org> (abgerufen am 15.02.22).

Ivanova, D. & R. Natcheva, 2016. Reintroduction of the critically endangered plant marsh clubmoos (*Lycopodiella inundata*) in one of its historical occurrence. First National Conference of reintroduction of conservation-reliant species, Sofia, 36-42.

Kaplan, K., 1990. Verbreitung, Gefährdung und Schutz der Sonnentau- und Schnabelriedarten sowie des Sumpf-Bärlapps im nordwestlichen Westfalen und südwestlichen Niedersachsen. Metelener Schriftenreihe für Naturschutz, Nr. 1, 31-38.

Kaplan, K. 2000. Dauerquadratuntersuchungen an Pflanzenarten der Moorschlenken auf Sekundärstandorten - Mit Hinweisen zur Pflege neuer Naturschutzgewässer. Metelener Schriftenreihe für Naturschutz, Nr. 9, 183-193.

Kiedrzyński, M., Bogdanowicz, M. & A. Śliwińska-Wyrzychowska, 2016. Succession is threatening the large population of *Lycopodiella inundata* (L.) Holub. On anthropogenic site. Ecological Questions, Nr. 22, 67-73.

Kowal, J., Arrigoni, E., Serra, J. & M. Bidartondo, 2020. Prevalence and phenology of fine root endophyte colonization across populations of *Lycopodiella inundata*. Mycorrhiza, Nr. 30(5), 577–587.

Landolt, E., Bäumler, B., Erhardt, E., Hegg, O., Klötzli, F., Lämmler, W., Wohlgemuth, T. et al., 2010. Flora indicativa. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. 2. Aufl., Haupt Verlag, Bern.

LUBW, 2013. Steckbrief FFH-Lebensraumtyp 7150 Torfmooschlenken., <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/natur-und-landschaft/7150-torfmoor-schlenken> (abgerufen am 22.02.2022).

Marti, K., 2020. Floristische Artwerte Kanton Zürich 2018, Methodenbericht. Unveröff. Bericht, Fachstelle Naturschutz Kanton Zürich

Mertz, P., 2000. Pflanzengesellschaften Mitteleuropas und der Alpen. Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg/Lech.

Meusel, H., Jäger, E. & E. Weinert, 1965. Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Bd. 1, Gustav Fischer Verlag, Jena.

Naucie, G. & J. Guyonneau, 2005. Connaissance de la flore rare ou menacé de Franche-Comté - *Lycopodiella inundata*.

Niklfeld, H. & L. Schratt-Ehrendorfer, 1999. Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta und Spermatophyta) Österreichs. 2. Fassung. In: Niklfeld, H. (Hrsg.): Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. 2. Auflage, Band 10, Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, austria medien service, Graz.



Oberdorfer, E., 2001. Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8. Aufl., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Petersen, B., Ellwanger, G., Biewald, G., Hauke, U., Ludwig, G., Pretscher, P., Ssymank, A. et al, 2004. Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. Schriftenreihe f. Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 69, Bd. 1., BfN, Bonn.

Rasmussen, K.K. & J.E. Lawesson, 2002. *Lycopodiella inundata* in British plant communities and reasons for its decline. *Watsonia*, Nr. 24, 45–55

Schnitter, P., Eichen, C., Ellwanger, G., Neukirchen, M., Schröder, E. & Bund-Länder-Arbeitskreis Arten, 2006. Empfehlungen für die Erfassung und Bewertung von Arten als Basis für das Monitoring nach Artikel 11 und 17 der FFH-Richtlinie in Deutschland.

Sebald, O., Seybold, S. & G. Philippi, 1993. Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. 2. Auflage, Bd. 1, Eugen Ulmer, Stuttgart.

Sonnberger, M. & S. Huck., 2009. Die Bärlappe (Lycopodiaceae) des Anhangs V in Hessen. Tagungsunterlage zur Veranstaltung der Naturschutz-Akademie Hessen „Rentierflechte, Bärlapp & Co.“, Wetzlar.

Spillmann, J., Schnyder, N. & A. Keel, 2016. Vegetation und Flora der Moorlandschaft am Pfäffikersee.

Waldis, R., Gonet, C., Magnin, B., Küttel, M., Marti, F., Grosvernier, P., Urech, G. M. et al., 2007. Zustand und Entwicklung der Moore in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern.

Whittier, P., 1998. Germination of Spores of the Lycopodiaceae in Axenic Culture. *American Fern Journal*, Nr. 88, 106-113.

Zippel, E., Lauterbach D., Weißbach S. & M. Burkart, 2015. Steckbrief *Lycopodiella inundata*. Netzwerk zum Schutz gefährdeter Wildpflanzen in besonderer Verantwortung Deutschlands (WIPs-De).

Mündliche Auskunft:

Nora Rieder, Bern, mündliche Mitteilung (Februar 2022)

Kurt Grossenbacher, Bern, mündliche Mitteilung (Dezember 2020)