

Die Botrychium lunaria-Gruppe in der Schweiz : ein kurzer Überblick darüber, was wir aktuell wissen - und was wir noch nicht wissen

Autor(en): **Mossion, Vinciane / Kessler, Michael / Maccagni, Alessio**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **FernFolio**

Band (Jahr): **3 (2022)**

PDF erstellt am: **17.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1033341>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Taxonomie

Die *Botrychium lunaria*-Gruppe in der Schweiz: Ein kurzer Überblick darüber, was wir aktuell wissen – und was wir noch nicht wissen



(mk)

Viele von uns kennen die auffällige Echte Mondraute (*Botrychium lunaria*) aus den Alpen. Bis vor Kurzem war dies eine der am einfachsten zu bestimmenden einheimischen Farnarten. Aber neue Forschung ändert dies nun. In ihrer kürzlich abgeschlossenen Doktorarbeit hat V. Mossion (2021) die Mondrauten in Europa und Asien intensiv im Feld und im Labor untersucht und hat herausgefunden, dass die Gruppe mindestens 11 Arten umfasst, möglicherweise sogar noch mehr (siehe auch Dauphin et al. 2017, Maccagni et al. 2017). Zusammen mit unseren Kollegen Don Farrar, Jason Grant und Benjamin Dauphin, denen wir hier danken, haben wir diese Pflanzen untersucht und wissen nun, dass die Gruppe der Echten Mondraute in der Schweiz fünf bis sechs Arten umfasst, die wir hier vorstellen.

Aber zunächst: Warum müssen wir so viele Arten aner-

kennen? Wäre es nicht einfacher, sie alle in einer breit definierten Art *B. lunaria* zu belassen? Nun, zunächst zeigen die genetischen Analysen, dass sich die meisten Arten schon vor 1,5–3 Millionen Jahren voneinander getrennt haben und seitdem weitgehend unabhängig voneinander evolvieren. Weiterhin ist es so, dass wo Arten zusammen vorkommen, sie getrennt bleiben. Auch wenn Hybriden gelegentlich vorkommen, haben diese zumeist fehlgebildete Sporen und sind steril. Wenn die Hybriden ausnahmsweise einmal fertil werden, entwickeln sich daraus eigene evolutive Linien und sie kreuzen sich nicht mit den Eltern zurück. Und letztlich: Auch wenn die Arten sehr ähnlich sind, gibt es doch morphologische Unterschiede zwischen ihnen. Die Arten haben zudem unterschiedliche Verbreitungsgebiete und ökologische Ansprüche.

Also, es gibt hinreichend Hinweise dafür, dass es sich bei den unterschiedlichen genetischen Gruppen tatsächlich um so-

genannte "kryptische" Arten handelt, also Arten, die evolutiv unabhängig sind, morphologisch aber sehr ähnlich. Solche Gruppen kryptischer Arten sind ein Alptraum für Feldbotaniker*innen und auch wir können oft einzelne Pflanzen nicht einer bestimmten Art zuordnen. Trotzdem kennen wir vier der Arten mittlerweile so gut, dass wir sie hier im Detail vorstellen können. Weitere zwei "Arten" sind zu wenig bekannt, um sie aktuell voll abhandeln zu können. Wir stellen hier einen vorläufigen Schlüssel und Hinweise zur Artbestimmung bereit.

Zur Beschreibung der besonderen Morphologie der Mondrauten braucht es ein paar spezielle Begriffe: die Pflanzen bilden ein einzelnes Blatt, das sich in einen grünen, photosynthetisch aktiven Teil, das Trophophor, und einen schlanken, blassen, sporentragenden Teil, das Sporophor, unterteilt.

Die "gut bekannten" Schweizer Arten

***Botrychium lunaria* L. s.str.**

(s.str. steht für „im engeren Sinne“)

Dies ist die häufige, grosse Mondraute, die man in Wiesen auf zumeist saurem Gestein überall in den Schweizer Alpen findet. Dies ist eine primär europäische Art, deren Verbreitung nach Osten bis Kirgizstan reicht. Man erkennt sie an folgender Merkmalskombination: Trophophore mit 5–7 Fiederpaaren; ab Blattmitte sind die Fiedern aufsteigend; die unteren Fiedern sind mondformig; die Stiele der reifen Sporophore sind etwas kürzer oder so lang wie die Trophophore (können bei Pflanzen im Schatten länger sein); die fertilen Teile der Sporophore umfassen ca. 30–50 % der Gesamtlänge der reifen Sporophore; die Abstände zwischen den sporentragenden Ästen nehmen graduell nach oben ab. Lebende Pflanzen sind kräftig bis dunkel grün und haben im Durchschnitt eine dünnere Blatttextur als *B. tunux* und *B. sp. A.*

***Botrychium onondagense* Underw.**

Die genetischen Analysen von Mossion (2021) zeigen, dass alle bislang *B. lunaria* genannten Pflanzen aus Nordamerika eine getrennte Art darstellen, auf die der Name *B. onondagense* zutrifft. Diese Art kommt auch in Eurasien vor und ist in der Schweiz nicht selten. Sie hat eine grosse ökologische Amplitude und wächst sowohl auf basischem als auch auf saurem Gestein. Man erkennt sie an den kräftig grünen Fiedern und blassgrünen Blattstielen, kurz gestielten Trophophoren und den keil- bis rundlich fächerförmigen Fiedern, die meist nur leicht asymmetrisch sind. Die untersten Fiedern sind oft gegenständig, jene weiter oben wechselständig. Bei reifen Sporophoren sind die beiden untersten sporentragenden Äste oft deutlich abgesetzt, während die oberen Äste alle gehäuft sind. Sehr grosse Pflanzen nähern sich morphologisch *B. lunaria* s.str. an. Sie kommt oft zusammen mit *B. sp. A.* vor. Wir schlagen den beschreibenden deutschen Namen Schlanke Mondraute vor.

***Botrychium tunux* Stensvold & Farrar**

(wird "tunuch" ausgesprochen)

Dies ist eine sehr kleine bis mittelgrosse Art, die zerstreut in Nordamerika und Europa östlich bis Kirgizstan vorkommt. In der Schweiz scheint sie selten zu sein und kommt meist in offener, niedriger Vegetation auf kalkhaltigem Gestein vor, oft zusammen mit *B. sp. A.* Beide Arten sind eher klein und unterscheiden sich von *B. lunaria* s.str. dadurch, dass sie nur 2–5 Fiederpaare, mittlere bis dicke Blattstruktur und gelblich grüne Farbe haben. *Botrychium tunux* erkennt man an folgenden Merkmalen: Fiedern stark asymmetrisch mit stark verlängerten unteren Seiten (vor allem am untersten Fiederpaar), etwas mondformig und oft seitlich einmal eingeschnitten; die Verbindung zwischen Tropho- und Sporophor liegt deutlich unter dem untersten Fiederpaar; die sporentragenden Äste richten sich bei Reife gegen das Trophophor (unreife Sporophore anderer Arten sind ähnlich ausgerichtet und drehen sich erst bei Reife weg vom Trophophor). In Nordamerika gilt die Art als bedroht (VU). Wir schlagen den deutschen Namen Zwerg-Mondraute vor.

Botrychium sp. A.

Diese bislang noch unbeschriebene Art kommt von Europa bis China vor. Sie ist in der Schweiz nicht selten und kommt typischerweise in offener Vegetation auf zumeist basischem Gestein (u.a. Magerrasen) und auf Alluvionen vor, hinunter bis 500 m ü. M. Sie ist eng mit *B. tunux* verwandt und diesem Taxon ähnlich, ist aber tendenziell grösser, hat weniger asymmetrische Fiedern ohne die auffällig vergrösserte untere Seite, ein ungestieltes Trophophor (Tropho- und Sporophor trennen sich auf der Höhe der untersten Fiedern) und bei Reife wenden sich die sporentragenden Äste vom Trophophor ab. Wir schlagen den deutschen Namen Rundfiedrige Mondraute vor.

Die ungeklärten Arten

Botrychium aff. lunaria

(aff. bedeutet "verwandt mit")

Innerhalb von *B. lunaria* s.str. findet sich eine genetisch gut abgegrenzte Gruppe, die nur in den Alpen vorkommt, vor allem in der Schweiz. Morphologisch ist sie fast identisch mit *B. lunaria* s.str., aber sie tendiert dazu, dass die Endfiedern so lang sind wie die angrenzenden Fiedern, auch wenn sie schmaler sind, wodurch die Endfieder länglicher aussieht und das Trophophor etwas zugespitzt wirkt. Auch sind die nach unten gerichteten Fiederränder oberhalb des untersten Fiederpaares gerade und stehen etwa in rechtem Winkel von der Rachis ab, wodurch das Trophophor leiterförmig wirkt. Wir brauchen detailliertere Untersuchungen, um den taxonomischen Status dieser Form abzuklären.

Botrychium sp. B

In den Herbarien haben wir eine Reihe von Pflanzen gefunden,

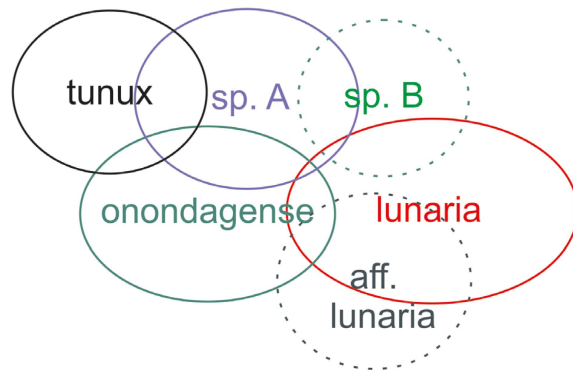
die als *B. lunaria* bestimmt waren, jedoch auffällig gross und fleischig sind und bläulich trocknen (Foto links). Interessanterweise kommen diese Pflanzen ausschliesslich aus Mooren und Heiden (mit *Calluna* usw.). Sie erinnern etwas an *B. boreale*, eine nordische Art, die nicht aus den Alpen bekannt ist. Jedoch hat bereits W.H. Wagner potentielle *lunaria x boreale* Hybridpflanzen aus den Alpen bestimmt, die unseren Pflanzen entsprechen könnten (D. Farrar, pers. Mitt.). Leider sind alle Aufsammlungen, die wir aus der Schweiz gesehen haben, über 100 Jahre alt (viele vom Pfäffikersee, ZH und bei Rothenthurm, SZ), so dass wir annehmen, dass die Art in der Schweiz aktuell extrem selten ist, auch wenn ähnlich aussehende Pflanzen aus Nordeuropa bekannt sind (die Fotos der lebenden Pflanzen stammen aus Norwegen). Auch hier sind weitere Untersuchungen nötig. Falls jemand eine Mondraute in einem Moor findet: bitte unbedingt gut fotografieren und genaue Koordinaten erheben (aber nicht sammeln!).

Vorläufiger Schlüssel zu den Schweizer Arten der *Botrychium lunaria* Gruppe

- 1a** Pflanzen gross, mit 4-7 Fiederpaaren; Blätter nicht fleischig; in offener bis dichter Vegetation ... **2**
- 1b** Pflanzen klein, mit 2-5 Fiederpaaren; Blätter oft etwas fleischig; in offener Vegetation ... **5**
- 2a** Pflanzen in sauren Mooren und Heiden; Stiele auffällig fleischig ... **B. sp. B**
- 2b** Pflanzen in vielfältigen Habitaten, v.a. in Wiesen und Weiden; Stiele nicht auffällig fleischig ... **3**
- 3a** Sporophorstiel deutlich länger als Trophophor; verzweigter Teil des Sporophors ungefähr 1/3 der Gesamtlänge des Sporophors; Fiedern rundlich, schwach asymmetrisch, schwach aufsteigend, nicht bis schwach überlappend; die beiden untersten Paare der Sporophoräste deutlich abgesetzt ... **B. onondagense**
- 3b** Sporophorstiel gleich lang oder länger als Trophophor; verzweigter Teil des Sporophors ungefähr 1/3-2/3 der Gesamtlänge des Sporophors; Fiedern rundlich bis fächerförmig, symmetrisch bis stark asymmetrisch, schwach bis stark aufsteigend, schwach bis stark überlappend; Abstände zwischen den Sporophorästen graduell nach oben verringert ... **4**
- 4a** Trophophorspitze abgerundet, oberstes Fiederpaar kleiner als die angrenzenden Paare; Fiedern zumeist überlappend, schwach aufsteigend, schwach asymmetrisch, untere Ränder oft gebogen, Winkel zur Rachis meist < 90°; Abstände zwischen den sporentragenden Ästen des Sporophors graduell nach oben abnehmend ... **B. lunaria s.str.**
- 4b** Trophophorspitze zugespitzt, oberstes Fiederpaar gleich gross wie die angrenzenden Paare; Fiedern zumeist nicht überlappend, stark aufsteigend, stark asymmetrisch, untere Ränder meist gerade, Winkel zur Rachis meist ≥90°; untere sporentragende Äste des Sporophors

oft von den anderen abgesetzt ... **B. aff. lunaria**

- 5a** Verzweigter Teil des Sporophors 1/3 der Länge des Sporophors, die beiden untersten Astpaare von den anderen Ästen abgesetzt; Pflanzen schlank ... **B. onondagense**
- 5b** Verzweigter Teil des Sporophors 1/2-1/3 der Länge des Sporophors, alle sporentragende Äste gedrängt; Pflanzen gestaucht ... **6**
- 6a** Abwärts gerichtete Fiederseiten deutlich vergrössert; Fiederränder oft mittig eingeschnitten; Sporophor sitzt unterhalb der untersten Fiedern am Trophophor an; sporentragende Äste des Sporophors zeigt zum Trophophor hin ... **B. tunux**
- 6b** Fiedern mehr oder weniger symmetrisch; Fiederränder nicht mittig eingeschnitten; Sporophor sitzt bei den untersten Fiedern am Trophophor an; sporentragende Äste des Sporophors vom Trophophor abgewandt ... **B. sp. A**



Schematische Darstellung der morphologischen Überlappung der sechs Arten aus der *Botrychium lunaria*-Gruppe in der Schweiz. Die Überlappungsbereiche zeigen, bei welchen Artkombinationen es Individuen gibt, die sich morphologisch nicht der einen oder anderen Art zuordnen lassen (mk, vm).

Einige Tipps als Hilfe zur Bestimmung:

- Bestimmungen sollten an ausgereiften, lebenden Pflanzen durchgeführt werden.
- Oft wachsen mehrere Arten gemeinsam an einem Ort, wie das auch von Nordamerika bekannt ist. Zum Beispiel kommen an der Station Riffelberg oberhalb Zermatt vier Arten vor.
- Versuche nicht, jede einzelne Pflanze zu bestimmen. Viele Individuen sind in ihrer Morphologie intermediär zwischen Arten und lassen sich nicht eindeutig ansprechen. Besser ist, typische Exemplare zu suchen, die alle Merkmale der Art vereinigen.
- Beschädigte oder missgebildete Pflanzen sollte man ebenfalls ignorieren.
- Individuen, die im Schatten wachsen, sehen oft anders aus und lassen sich nur schwer ansprechen.

- Letztlich gibt es vereinzelte auffallend grosse Pflanzen, die oft verzweigte Tropho- und Sporophore haben. Diese sind entweder Hybriden (was darauf hindeutet, dass die Population mehr als eine Art enthalten könnte) oder monströse Pflanzen.

Wie geht es weiter?

Wir hoffen mit dieser kurzen Zusammenstellung unseres noch sehr unvollständigen Kenntnisstandes zur *B. lunaria*-Gruppe in der Schweiz die Mitglieder unserer Gesellschaft und Botaniker*innen im Allgemeinen auf die faszinierende versteckte Vielfalt der Mondrauten aufmerksam zu machen, die uns so lange verborgen geblieben ist. Wer hätte gedacht, dass es in der Schweiz noch unbeschriebene Farnarten gibt?

Was bedeutet dies also für Feldbotaniker*innen? Für viele wird es das Beste sein, von jetzt an solche Pflanzen einfach als *B. lunaria*-Aggregat zu kartieren (der Name ist bei Info Flora noch nicht verfügbar). Für den Artenschutz und um zu verstehen, wie Farnvielfalt entstanden ist, ist die Unterscheidung der Arten aber unentbehrlich. Und für jene von uns, die von Mondrauten fasziniert sind, stellen diese Arten eine neue Herausforderung für Feldstudien dar. Wir empfehlen euch, von jetzt an jede "Echte" Mondraute genau anzuschauen und gute Fotos zu machen (idealerweise ausgereifte Pflanzen, an denen man die Form der untersten Fiedern und die Verbindung von

Tropho- und Sporophor sehen kann). Diese Fotos könnt ihr auf Open Flora (openflora.ch) teilen und wir werden unser Bestes geben, euch Namen für die Pflanzen zu geben. M. Kessler freut sich auch über Herbarbelege, aber bevor ihr sie sammelt, setzt euch unbedingt mit ihm in Verbindung, um sicher zu gehen, dass keine bedrohten Arten/Populationen besammelt werden und die Belege für wissenschaftliche Studien verwendet werden können.

Literatur

- Dauphin, B., Farrar, D.R., Maccagni, A. & Grant, J.R. 2017: A worldwide molecular phylogeny provides new insight on cryptic diversity within the moonworts (*Botrychium* ss, Ophioglossaceae). *Systematic Botany* 42: 620-639.
- Maccagni, A., Parisod, C. & Grant, J.R. 2017: Phylogeography of the moonwort fern *Botrychium lunaria* (Ophioglossaceae) based on chloroplast DNA in the Central-European Mountain System. *Alpine Botany* 127: 185-196.
- Mossion, V. 2021: Unravelling complex evolutionary histories by a multidisciplinary approach: The case of the common moonwort ferns. PhD thesis, Univ. of Neuchâtel.

Bitte um Hilfe beim Digitalisieren der Herbarbelege

DE

In den Vereinten Herbarien Zürich (ETH und Universität Zürich) wurden kürzlich alle Mondrauten-Belege fotografiert, damit sie online zur freien Verfügung gestellt werden können. Was jedoch noch fehlt, ist, die Angaben auf den meist handgeschriebenen Etiketten (Fundort, Datum, usw.) zu entziffern und in eine Datenbank einzutragen (Transkribieren) sowie den Fundort mit Koordinaten zu versehen (Georeferenzieren). Nur mit diesen vollständigen Informationen können Verbreitungskarten erstellt und in einem späteren Schritt der jeweilige Rote-Liste-Status der Taxa eruiert werden. Dies ist eine Arbeit, die man wunderbar von zuhause aus am Computer machen kann. Prioritär werden aktuell die Mondrauten-Belege bearbeitet, mittelfristig wollen wir alle Schweizer Farnbelege digitalisieren. Interessierte melden sich bitte bei M. Kessler (michael.kessler@systbot.uzh.ch).

Alla ricerca di aiuto per la digitalizzazione di campioni d'erbario

IT

Tutti i campioni di *Botrychium* degli erbari di Zurigo (ETH e Università) sono stati fotografati e potranno così essere resi liberamente accessibili on-line. Tuttavia, occorre ancora un po' di lavoro, ad esempio, è necessario decifrare le informazioni, spesso scritte a mano, riportate sulle etichette (p.es., località, data), trascriverle all'interno di una banca dati e ricercare le coordinate del luogo di raccolta (georeferenziazione). Disponendo di queste informazioni sarà possibile delineare l'areale di distribuzione dei differenti taxa e, in una fase successiva, ricavarne il rispettivo status della Lista Rossa. Attualmente la priorità è data agli esemplari di *Botrychium lunaria*, ma a medio termine l'intento è di digitalizzare tutti i campioni di felci della Svizzera. Si tratta di un lavoro che può essere tranquillamente svolto da casa davanti al proprio computer, se qualcuno fosse interessato a contribuire può contattate M. Kessler (michael.kessler@systbot.uzh.ch).

Recherche d'aide pour la numérisation des spécimens d'herbiers

FR

Tous les échantillons de *Botrychium* provenant des herbiers de Zurich (ETH et Université) ont été photographiés et peuvent ainsi être rendus librement accessibles en ligne. Cependant, certains travaux doivent encore être effectués, par exemple les informations, souvent manuscrites, sur les étiquettes (par exemple la localité, la date) doivent être déchiffrées, transcrites dans une base de données et les coordonnées du site de la récolte doivent être recherchées (géoréférencement). Grâce à ces informations, il sera possible de définir l'aire de répartition des différents taxons et, à la suite, de déterminer leur statut dans la Liste rouge. Actuellement, la priorité est donnée aux spécimens de *Botrychium lunaria*, mais à moyen terme, l'intention est de numériser tous les spécimens de fougères en Suisse. Il s'agit d'un travail qui peut facilement être effectué depuis la maison, devant son propre ordinateur ; si quelqu'un est intéressé à contribuer, il peut prendre contact avec M. Kessler (michael.kessler@systbot.uzh.ch).

Botrychium lunaria s.str.



mk♂

mk♀



mk♂

am♀



mk♂

♀vm



♀mk



♀vm



♀am

♀mk





vmó



vmó



mkó

amó

Botrychium aff. lunaria

amó

vmó





♂ vm



♂ mk



♂ mk



♂ mk



♂ mk



am♂



mk♂

♂ mk



Botrychium sp. A

♂ vm





mb ♂



mb ♂



mk ♂



vm ♂

♂ mk

Botrychium tunux

♂ vm



Botrychium onondagense



vm♂

am♀



mk♂

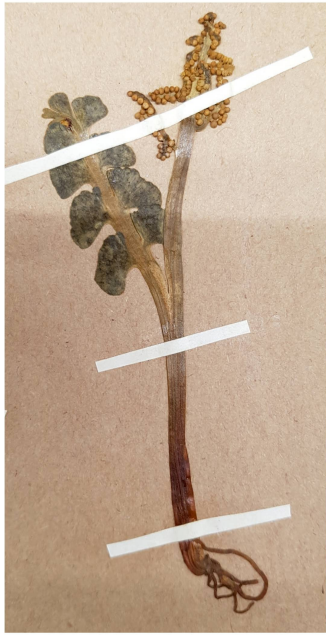


♀ am

vm ♂

♂ mk





Vereinte Herbarien Zürich



mk



mk



mk

Botrychium sp. B

The *Botrychium lunaria* group in Switzerland: a brief overview on what we do know – and don't know

A full English version of this article can be found on our website

EN The Common Moonwort (*Botrychium lunaria*) is common in the Swiss Alps. In her recent PhD thesis, V. Mossion extensively sampled moonworts in Europe and across Asia, finding that the group contains at least 11, and possibly even more species, 5-6 of which occur in Switzerland. Although the species are morphologically very similar to each other (cryptic species), they should be considered as good species because (1) the genetic analyses show that the species mostly separated some 1.5-3 million years ago, (2) they remain distinct even when they co-occur, (3) hybrids have mostly malformed spores or develop independent evolutionary lineages, (4) they show some morphological differences between them, and (5) they have distinct geographical ranges and different ecological requirements. In Switzerland, four species are reasonably well known and can be reliably characterized, a further two are still “mystery” species. In our article, we present these species and a provisional key in the hope of fostering increased interest in these plants to increase our understanding of their taxonomy, ecology, and conservation status. For most field botanists, the best course in dealing with these species

will be to identify these plants from now on simply as *B. lunaria* aggr. But for conservation purposes and for understanding how fern diversity has evolved, recognition of the species is essential. We encourage the readers to carefully look at *B. “lunaria”* from now on and to take good photographs (ideally mature plants, showing the shape of the lowermost pinnae and the attachment place of the sporophore). You can share these on OpenFlora and we will do our best to give you names.

The “well-known” Swiss species

***Botrychium lunaria* L. s.str.** is the common, large moonwort found in meadows on usually acidic rocks throughout the Swiss Alps.

***Botrychium onondagense* Underw.** is a North American species now known to also occur across Europe.

***Botrychium tunux* Stensvold & Farrar** is a very small to mid-sized species that occurs in scattered sites across North America and Europe east to Kyrgystan. It is rare in Switzerland, where it generally occurs in open, short alpine vegetation on basic soils, often together with *B. sp. A.*

Botrychium sp. A. is a so far unnamed species that occurs across Europe to China. In Switzerland it is quite common, and typically occurs in open vegetation on basic soils and on alluvial plains, down to 500 m.

The mystery species

Botrychium* aff. *lunaria (aff. means related to) is a genetically well-defined subgroup that occurs only in the Alps, with most records from Switzerland. Morphologically, it is almost identical to *B. lunaria* s.str., and its distinctness remains to be confirmed.

Botrychium sp. B is currently known only from herbarium specimens in Switzerland which are conspicuously large, very fleshy, and dry with a bluish sheen. They come exclusively from acidic soils in peat bogs and heaths. All collections that we have seen from Switzerland are over 100 years old, suggesting that this form is now exceedingly rare in Switzerland, although similar looking plants have been collected more recently in northern Europe.

Provisional key to the Swiss species of the *Botrychium lunaria* group

- 1a** Plants large, with 4-7 pinna pairs; leaves not fleshy; in open to dense vegetation ... **2**
- 1b** Plants small, with 2-5 pinna pairs; leaves somewhat fleshy; in open vegetation ... **5**
- 2a** Plants growing in acidic bogs and heaths; stems conspicuously fleshy ... **B. sp. B**
- 2b** Plants growing in a wide variety of habitats, most commonly in meadows; stems not conspicuously fleshy ... **3**
- 3a** Sporophore stalk much longer than the trophophore; branch-bearing part of the sporophore about 1/3 of the sporophore length; pinnae rounded, slightly asymmetrical, slightly ascending, not to weakly overlapping; the two basal branch pairs of the sporophore distant from the top branches, which are clustered ... **B. onondagense**
- 3b** Sporophore stalks equal to or longer than the trophophore; branch-bearing part of the sporophore about 1/3-2/3 of the sporophore length; pinnae rounded to fan-shaped, symmetrical to strongly asymmetrical, weakly to strongly ascending, weakly to strongly overlapping; distances between the branch pairs of the sporophore gradually reduced toward the apex ... **4**
- 4a** Trophophore apex rounded, pinnae of the last pair smaller in size than the previous ones; pinnae mostly overlapping, ascending, slightly asymmetrical, lower margins often curved, average angle with the rachises less than 90°; inter-branch distances in the sporangia-bearing branches reduced gradually toward the apex ... **B. lunaria s.str.**
- 4b** Trophophore apex pointed, pinnae of the last pair of the same size as the previous ones; pinnae mostly remote, strongly ascending, strongly asymmetrical, lower margins often straight, average angle with the rachises about 90° or more; lowermost sporangia-bearing branches often distant from the other branches, with the subsequent inter-branch distances reduced gradually toward the apex ... **B. aff. lunaria**
- 5a** Branch-bearing part of the sporophores 1/3 of the sporophore length, the two basal branch pairs of the sporophore distant from the top branches, which are conspicuously clustered; plants slender ... **B. onondagense**

- 5b** Branch-bearing part of the sporophores 1/2-2/3 of the sporophore length, the top branch pairs of the sporophores not clustered; plants usually of bulky or thick aspect ... **6**
- 6a** Downward-pointing pinna sides expanded; pinna margins commonly cleft; junction of sporophore below lowermost pinnae; mature sporophores with sporangia-bearing branches directed towards the trophophore ... **B. tunux**
- 6b** Downward-pointing pinna sides more or less of the same size as the acroscopic ones; pinna margins rarely cleft; junction of sporophore at or above lowermost pinnae; mature sporophores often twisted, projecting the sporangia-bearing branches outward from the trophophores ... **B. sp. A**

A few tips to help with identification:

- Identifications should be done on mature, living plants.
- Often, several species co-occur side-by-side, as is also known from North America. For example, all four well-known species can be found around the station Riffelberg above Zermatt.
- Do not try to identify each single plant. Many plants are intermediate between species and cannot be assigned with certainty. Rather, focus on finding distinctive plants that combine all the traits of the species.
- Also, ignore damaged and malformed individual plants.
- Plants growing in deep shade can also have atypical growth form and are difficult to identify.
- Finally, there are scattered, conspicuously large plants, often with branched tropho- or sporophores. These can be hybrids (suggesting that your population may include more than one species) or monstrous plants.

Le groupe *Botrychium lunaria* en Suisse: un bref aperçu de ce que nous savons - et nous ne savons pas

Une version anglaise complète de cet article se trouve sur notre site internet.

FR Le botryche lunaire (*Botrychium lunaria*) est commun dans les Alpes suisses. Dans sa récente thèse de doctorat, Vinciane Moission a échantillonné de nombreuses localités de cette fougère à travers l'Europe et l'Asie. Elle a découvert que ce groupe comprend au minimum 11 espèces, dont 5 à 6 sont présentes en Suisse. Bien que ces espèces soient morphologiquement très similaires les unes des

autres (espèces cryptiques), les points suivants appuient leur reconnaissance en tant que taxa indépendants : (1) les analyses génétiques montrent que ces espèces ont divergé les unes des autres il y a environ 1,5 à 3 millions d'années, (2) elles restent distinctes même lorsqu'elles coexistent localement, (3) les hybrides ont pour la plupart des spores malformées ou développent des lignées évolutives indépendantes, (4) elles sont, dans une certaine mesure, morphologiquement différenciables, et (5) elles ont des aires de distribution géographique distinctes ainsi que des exigences écologiques propres. En Suisse, 4 espèces sont relativement bien connues et peuvent être caractérisées de manière fiable, tandis que deux autres sont encore des espèces „mystère“. Dans notre article, nous présentons toutes les espèces trouvées en Suisse à ce jour ainsi qu'une clé d'identification provisoire pour ces dernières. Nous espérons susciter chez les lecteurs un intérêt marqué pour ces plantes discrètes dans le but d'améliorer notre compréhension de leur distribution, de leur écologie et de leur statut de conservation. Pour la plupart des botanistes de terrain, la meilleure façon de traiter ces espèces serait de les identifier dorénavant comme *B. lunaria* aggr. Cependant, pour des raisons de conservation et pour comprendre l'origine de la diversité de ces fougères, la reconnaissance de ces espèces est essentielle. Nous encourageons les lecteurs à observer attentivement *B. „lunaria“* dès maintenant et à prendre des photos permettant l'identification des spécimens rencontrés (idéalement de plantes matures, montrant la forme des pennes inférieures et l'insertion du sporophore sur le rachis). N'hésitez pas à partager vos photos sur OpenFlora. Nous ferons de notre mieux pour nommer les spécimens photographiés.

Les espèces suisses 'bien connues'

Botrychium lunaria L. s.str. est une grande espèce de botryche, commune dans les prairies et pâturages acides des Alpes suisses.

Botrychium onondagense Underw. est une espèce décrite d'Amérique du Nord mais également présente en Europe.

Botrychium tunux Stensvold & Farrar est une espèce de petite à moyenne taille, connue de localités discontinues en Amérique du Nord et en Europe jusqu'à l'est du Kirghizistan. Elle est rare en Suisse, où elle croît sur des pelouses alpines basiques, souvent en association avec *B. sp. A.*

Botrychium sp. A. est une espèce jusqu'ici sans nom qui est présente de l'Europe de l'Ouest jusqu'en Chine. En Suisse, elle est assez commune, et se trouve typiquement en végétation ouverte sur des sols basiques et dans les plaines alluviales, à partir de 500 m d'altitude.

Les espèces mystère

Botrychium aff. lunaria (aff. signifie apparenté à) est un groupe génétiquement bien défini qui n'est présent que dans les Alpes et dans le Jura, la plupart des données provenant de Suisse. Morphologiquement, il est presque identique à *B. lunaria* s.str, et sa distinction reste à confirmer.

Botrychium sp. B n'est actuellement connu que de spécimens d'herbier en Suisse. Ces spécimens sont ostensiblement grands, très charnus, et arborent une coloration aux reflets bleutés. Ils proviennent exclusivement de tourbières et de landes acides. Toutes les collections que nous avons vues en Suisse ont plus de 100 ans, ce qui suggère que cette forme est actuellement extrêmement rare en Suisse. Cependant, des plantes d'apparences similaires ont été collectées récemment en Europe du Nord.

Clé d'identification provisoire des espèces suisses du groupe *Botrychium lunaria*

- 1a** Plantes de grandes tailles, avec 4-7 paires de pennes ; feuilles non charnues ; poussent dans une végétation ouverte à dense ... **2**
- 1b** Plantes de petites tailles, avec 2-5 paires de pennes ; feuilles un peu charnues ; poussent dans une végétation ouverte ... **5**
- 2a** Plantes poussant dans les tourbières et les landes acides ; tiges manifestement charnues ... **B. sp. B**
- 2b** Plantes poussant dans une grande variété d'habitats, le plus souvent dans des prairies et pâturages ; tiges non manifestement charnues ... **3**
- 3a** Pétiole de sporophore beaucoup plus long que le trophophore ; partie du sporophore portant les branches sporifères représente environ 1/3 de la longueur du sporophore ; pennes arrondies, légèrement asymétriques, légèrement ascendantes, ne se recouvrent pas ou peu ; première et deuxième paire de branches sporifères éloignées des paires de branches supérieures, visiblement groupées ... **B. onondagense**
- 3b** Pétiole du sporophore égal ou plus long que le trophophore ; partie du sporophore portant les branches sporifères représente environ 1/3-2/3 de la longueur du sporophore ; pennes souvent en forme d'éventail, rarement arrondies, symétriques à fortement asymétriques, faiblement à fortement ascendantes, se recouvrant faiblement à fortement ; distances entre les paires de branches sporifères diminuent progressivement vers l'apex ... **4**
- 4a** Apex du trophophore arrondi, pennes de la dernière paire de taille plus petite que les précédentes ; pennes se chevauchant pour la plupart, ascendantes, légèrement asymétriques, bords inférieurs souvent courbés, angle moyen des marges inférieures des pennes avec le rachis inférieur à 90° ; distances entre les paires de branches sporifères réduites progressivement vers l'apex ... **B. lunaria s.str.**
- 4b** Apex du trophophore pointu, pennes de la dernière paire de même taille que les précédentes ; pennes le plus souvent distantes, fortement ascendantes, fortement asymétriques, marges inférieures des pennes souvent droites, ayant un angle moyen avec le rachis d'environ 90° ou plus ; branches sporifères les plus

basses souvent éloignées des autres branches, distances entre les paires de branches sporifères diminuant progressivement vers l'apex ... *B. aff. lunaria*

- 5a** Partie portant les branches sporifères des sporophores représentant 1/3 de la longueur du sporophore, première et deuxième paires de branches sporifères distantes des paires de branches supérieures, clairement groupées ; plantes graciles ... ***B. onondagense***
- 5b** Partie portant les branches sporifères des sporophores 1/2-2/3 de la longueur du sporophore, paires de branches sporifères supérieures non groupées ; plantes généralement d'aspect volumineux ou épais ... **6**
- 6a** Extrémités des pennes pointant vers le bas élargies ; marges externes souvent fendues ; jonction entre le sporophore et le trophophore placée sous la paire de pennes basale ; branches sporifères des sporophores matures orientées vers les trophophores ... ***B. tunux***
- 6b** Extrémités des pennes pointant vers le bas plus ou moins de la même taille que les extrémités pointant vers le haut ; marges externes rarement fendues ; jonction entre le sporophore et le trophophore placée entre ou au-dessus des pennes basales ; sporophores matures souvent vrillés, projetant les branches sporifères vers l'extérieur des trophophores ... ***B. sp. A***

Quelques conseils pour faciliter l'identification:

- Les identifications doivent être faites sur des plantes matures et vivantes.
- Souvent, plusieurs espèces coexistent localement, comme observé en Amérique du Nord. Par exemple, les quatre espèces bien connues peuvent être trouvées autour de la station de Riffelberg au-dessus de Zermatt.
- N'essayez pas d'identifier chaque plante individuellement. De nombreuses plantes sont morphologiquement intermédiaires et ne peuvent être identifiées avec certitude. Concentrez-vous plutôt sur la recherche de plantes morphologiquement caractéristiques qui combinent tous les traits de l'espèce.
- Ne tenez pas compte, non plus, des plantes endommagées ou malformées.
- Les plantes qui poussent en zones fortement ombragées peuvent également avoir une forme de croissance atypique et sont difficiles à identifier.
- Enfin, il existe des plantes de très grande taille, souvent dotées de trophophores ou de sporophores excessivement ramifiés. Il peut s'agir d'hybrides (ce qui suggère que votre population peut comprendre plus d'une espèce) ou de plantes dites monstrueuses.

Il gruppo *Botrychium lunaria* in Svizzera: una breve panoramica di quanto sappiamo e quanto non sappiamo

Una versione integrale e in lingua inglese è disponibile sul nostro sito web.

IT *Botrychium lunaria* è comune nelle Alpi svizzere dove è considerato di facile determinazione. Nella sua tesi di dottorato V. Mossion (2021) ha campionato estensivamente questa specie dall'Europa all'Asia scoprendo che si tratta di un gruppo contenente almeno 11 specie, di cui 5-6 sono presenti in Svizzera.

Queste specie sono molto simili tra loro (specie criptiche), ciò nonostante, il loro riconoscimento quali taxa distinti è supportato dai seguenti punti: (1) le analisi genetiche indicano un'evoluzione indipendente di queste specie iniziata circa 1.5-3 milioni di anni fa, (2) laddove le specie coesistono queste rimangono distinte, (3) gli ibridi che si formano presentano spore malformate e nel qual caso si generino ibridi fertili, questi sviluppano lignaggi indipendenti, (4) sebbene le diverse specie siano apparentemente molto simili, esse presentano differenze morfologiche, e (5) ecologiche e di ripartizione geografica che le distinguono tra loro. In Svizzera, quattro specie sono ben conosciute e possono essere determinate in maniera affidabile, mentre altre due sono ancora «misteriose». In questo articolo presentiamo tutte le specie finora trovate in Svizzera assieme ad una chiave di identificazione provvisoria. Con questo, speriamo di suscitare maggior interesse per queste piante, al fine di meglio comprenderne la distribuzione, l'ecologia ed il grado di minaccia.

La maggioranza dei botanici di campo potrà semplicemente identificare queste specie come *B. lunaria* aggr., tuttavia il riconoscimento preciso di queste specie è essenziale per le azioni di conservazione e per comprenderne la diversificazione. Invitiamo dunque i lettori a prestare attenzione alle osservazioni di *B. lunaria*, di scattare fotografie degli esemplari incontrati (piante mature, che mostrino la forma delle pinne basali e l'inserimento dello sporoforo), che potranno essere condivise su OpenFlora dove faremo del nostro meglio per dare un nome agli esemplari osservati.

Le quattro specie "ben conosciute" in Svizzera

***Botrychium lunaria* L. s.str.** è una specie di grandi dimensioni, comune nei prati e nei pascoli acidi delle Alpi svizzere.

***Botrychium onondagense* Underw.** è una specie descritta dal Nord America, ma presente anche in Europa.

***Botrychium tunux* Stensvold & Farrar** è una specie di dimensioni medio-piccole, con distribuzione discontinua dal Nord America fino al Kirghizistan orientale. È rara in Svizzera,

dove cresce nelle praterie alpine su suolo basico, spesso in con *B. sp. A.*

Botrychium sp. A è una specie finora sconosciuta, presente dall'Europa occidentale alla Cina. In Svizzera è abbastanza comune, tipicamente presente nella vegetazione aperta su terreni basici e nelle pianure alluvionali, a partire da 500 m di altitudine.

Le specie misteriose.

Botrychium aff. lunaria (aff. significa imparentato con) è un gruppo geneticamente ben definito, presente solo nelle Alpi e nel Giura, con la maggior parte delle occorrenze provenienti dalla Svizzera. Morfologicamente quasi identica a *B. lunaria s.str.*, ma la sua distinzione resta da confermare.

Botrychium sp. B la specie è conosciuta solo da esemplari d'erbario. Questi esemplari sono grandi, molto carnosi e hanno una colorazione bluastra. I campioni che provengono unicamente da ambienti umidi e torbiere acide, hanno più di 100 anni, suggerendo si tratti di una forma estremamente rara in Svizzera. Tuttavia, piante di simile aspetto sono state recentemente raccolte nel Nord Europa.

Chiave provvisoria per le specie del gruppo Botrychium lunaria presenti in Svizzera

- 1a** Piante grandi, con 4-7 coppie di pinnule; foglie non carnose; in ambienti con vegetazione da aperta a densa ... **2**
- 1b** Piante piccole, con 2-5 coppie di pinnule; foglie un po' carnose; in ambienti con vegetazione aperta ... **5**
- 2a** Piante che crescono in torbiere e brughiere acide; fusti vistosamente carnosi ... **B. sp. B**
- 2b** Piante che crescono in altro tipo di ambiente, più comunemente nei prati; fusti non vistosamente carnosi ... **3**
- 3a** Peduncolo dello sporoforo molto più lungo del trofoforo; parte ramificata dello sporoforo lunga circa 1/3 della lunghezza dello sporoforo; pinnule arrotondate, leggermente asimmetriche e ascendenti, da debolmente a non sovrapposte; le due coppie di rami basali dello sporoforo distanti dai rami superiori, questi ultimi raggruppati ... **B. onondagense**
- 3b** Peduncolo dello sporoforo uguale o più lungo del trofoforo; parte ramificata dello sporoforo pari a circa 1/3-2/3 della sua lunghezza; pinnule da arrotondate a ventaglio, da simmetriche a fortemente asimmetriche, da debolmente a fortemente ascendenti, da debolmente a fortemente sovrapposte; la distanza tra le coppie di rami dello sporoforo si riduce gradualmente verso l'apice ... **4**
- 4a** Apice del trofoforo arrotondato, ultima coppia di pinnule di dimensioni inferiori alle precedenti; pinnule per lo più sovrapposte, ascendenti, leggermente asimmetriche, margini inferiori spesso curvi, angolo medio con i rachidi inferiore a 90°;

le distanze tra i rami delle sporigeni si riducono gradualmente verso l'apice ... **B. lunaria s.str.**

- 4b** Apice del trofoforo appuntito, ultima coppia di pinnule della stessa dimensione delle precedenti; pinnule per lo più distanziate, fortemente ascendenti, fortemente asimmetriche, margini inferiori spesso rettilinei, angolo medio con i rachidi di circa 90° o più; rami sporigeni più bassi spesso distanti dagli altri rami, con le successive distanze tra i rami ridotte gradualmente verso l'apice ... **B. aff. lunaria**
- 5a** Parte ramificata degli sporofori pari a 1/3 della lunghezza dello sporoforo, le due coppie di rami basali dello sporoforo distanti dai rami superiori, che sono vistosamente raggruppati; piante gracili ... **B. onondagense**
- 5b** Parte ramificata degli sporofori lunga 1/2-2/3 dello sporoforo, le coppie di rami superiori degli sporofori non raggruppate; piante solitamente di aspetto voluminoso e robusto ... **6**
- 6a** Pinne con le estremità rivolte verso il basso allargate; margini delle pinne comunemente fessurati; giunzione dello sporoforo al di sotto delle pinne basali; sporofori maturi con rami portatori di sporangi diretti verso il trofoforo ... **B. tunux**
- 6b** Pinne con le estremità rivolte verso il basso di dimensioni simili a quelle rivolte verso l'alto; margini delle pinne non fessurati; giunzione dello sporoforo in corrispondenza o al di sopra delle pinne inferiori; sporofori maturi spesso attorcigliati, con rami portatori di sporangi rivolti verso l'esterno del trofofori ... **B. sp. A**

Alcuni suggerimenti per l'identificazione:

- Le identificazioni devono essere effettuate su piante mature e viventi.
- È comune che più specie coesistano, p.es. alla stazione di Riffelberg, sopra Zermatt è possibile trovare tutte e quattro le quattro specie.
- Non cercate di identificare ogni singola pianta. Molti individui mostrano forme intermedie tra le specie e non possono essere determinate con certezza. Concentratevi piuttosto sulla ricerca di piante con portamento distintivo che combini tutti i tratti differenziali della specie.
- Inoltre, ignorate le piante danneggiate e malformate, così come le piante che crescono in ambienti molto ombreggiati, che possono manifestare una forma di crescita atipica.
- Infine, se vi sono piante sparse, vistosamente grandi, spesso con trofofori o sporofori ramificati queste possono essere ibridi (il che suggerisce che la vostra popolazione potrebbe includere più di una specie).