Populationsentwicklung und Gefährdung von *Asplenium septentrionale* auf Findlingen im Schweizer Mittelland und Jura

Daniela Mazenauer, Rolf Holderegger, Bertil Krüsi und Daniel Hepenstrick

The calcifuge rock-dwelling fern *Asplenium septentrionale* is rare on the Swiss Plateau and in the Jura region, where it exclusively inhabits siliceous erratic boulders. A historical scientific debate on the origin of *A. septentrionale* on erratic boulders – transportation during the ice ages by glaciers on erratic boulders vs. post-glacial long-distance colonization – underlines the importance of those populations for science history. In the present study, a census of *A. septentrionale* on erratic boulders on the Swiss Plateau and in the Jura region was conducted, since only little is known about the current distribution of these biogeographically remarkable populations. We reviewed herbaria and literature and revisited locations. In total, historical records from 17 populations were found. Of these, five were confirmed, four were extinct, and the status of eight further populations remained uncertain, because the records were not accurate enough to allow the exact erratic boulders to be found. Two well-documented recent populations in the canton of Zurich showed a decline in population size over the last 100 years. Only 72 individuals were found in total. Destruction of erratic boulders for construction and collection for herbaria were significant historical threats, while shading by vegetation and sport climbing (bouldering) are contemporary threats today. On the Swiss Plateau and in the Jura region, regionally rare lichen and bryophyte species unique to siliceous erratic boulders would also profit from conservation measures for *A. septentrionale*.

Keywords: biogeography, cryptogams, nature conservation, glacial relics, Androsacion vandellii

Adressen der Autoren/-in:
Daniela Mazenauer
Prof. Dr. Bertil Krüsi
Daniel Hepenstrick
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen
Grüental
8820 Wädenswil/Schweiz

Prof. Dr. Rolf Holderegger
WSL Eidgenössische Forschungsanstalt
Zürcherstrasse 111
8903 Birmensdorf/Schweiz

Korrespondenz:
daniel.hepenstrick@zhaw.ch

Angenommen: 24. Februar 2014

Der Nordische Streifenfarn *(Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm.; Abb. 1) ist eine in den Silikatgebirgen Europas, Asiens und Nordamerikas verbreitete, felsbewohnende Farnart. Das Hauptvorkommen von *A. septentrionale* in der Schweiz liegt in den Silikatgebieten der Zentral- und Südalpen (Hess et al. 1967). Im kalkgeprägten Schweizer Mittelland und Jura ist *A. septentrionale* als «der kalkflüchtigste unserer Farne» (Reichstein 1984) nur sehr selten und ausschliesslich auf silikatischen Findlingen zu finden (Weber 1912). Wie *A. septentrionale* diese isolierten Findlinge besiedelte, war Thema einer heftigen wissenschaftlichen Diskussion anfangs des 20. Jahrhunderts. Christ (1882) formulierte die ursprüngliche Theorie, nach der *A. septentrionale* die Eiszeiten in den Alpen überdauerte und gleichzeitig von dort auf Findlingen auf den Gletschern an die heutigen Fundorte im Mittelland und Jura getragen wurde. Spätere Forscher kritisierten die Theorie von Christ als unwahrscheinlich und bevorzugten eher nacheiszeitliche Besiedlung der Findlinge über weite Distanzen (Wirth 1916, Brockmann-Jerosch & Brockmann-Jerosch 1926, Holderegger et al. 2011). Bis heute ist die Herkunft dieser wissenschaftshistorisch wichtigen Populationen von *A. septentrionale* auf Findlingen im Mittelland und Jura nicht restlos geklärt (Holderegger & Schneller 1994).

Die Vorkommen von *A. septentrionale* im Schweizer Mittelland und Jura gelten als stark gefährdet, bzw. vom Aussterben



Abb. 1: *Asplenium septentrionale* ist anhand der linealen, gegabelten Wedel unverwechselbar.

bedroht (Moser et al. 2002). Einerseits waren die Populationen von *A. septentrionale* im Mittelland und Jura seit jeher auf wenige silikatische Findlinge beschränkt und die Art deshalb in diesen Regionen selten, andererseits vermuten wir, dass die folgenden vier Gefährdungsursachen zum Rückgang der Populationen von *A. septentrionale* im Mittelland und Jura geführt haben. (i) Der früheren Zerstörung von Findlingen, um sie als Baumaterial zu nutzen oder zur Flurbereinigung, fielen wahrscheinlich etliche Populationen von *A. septentrionale* zum Opfer, bevor diese Vorkommen überhaupt bekannt wurden (Delarze & Gonseth 2008). (ii) Die auf Findlingen im Mittelland und Jura wachsenden *A. septentrionale* wurden häufig von Botanikern für ihre Herbarien gesammelt. So waren gemäss Weber (1912) Botaniker für das vorübergehende Verschwinden von *A. septentrionale* auf dem Alexanderstein im Küsnachter Tobel (ZH) verantwortlich. (iii) Die Nutzungsänderungen bzw. -aufgabe im Wald führten in den letzten 200 Jahren zur Verdunkelung der Wälder (Bürgi et al. 2006). Da *A. septentrionale* eine Art von sonnigen Standorten ist (Hess et al. 1967), erscheint es wahrscheinlich, dass die in Wäldern liegenden Populationen auf Findlingen im Mittelland und Jura unter diesen negativ veränderten Lebensbedingungen leiden. (iv) Bouldern, also ungesichertes Klettern an Felsblöcken in geringer Höhe (Gill 1969), wurde in den letzten Jahrzehnten in der Schweiz populär. So wird auch an Findlingen, auf denen *A. septentrionale* wächst, gebouldert (www.kletterportal.ch, www.zh-boulder.ch), was für die Art, wegen den bekannten negativen Auswirkungen von Sportklettern auf die Felsflora (Rusterholz et al. 2004), eine Gefährdungsursache darstellt.

Weil aktuelle Nachweise von *A. septentrionale* aus dem Mittelland und Jura weitgehend fehlen (www.infoflora.ch) und die aktuelle Gefährdungslage dieser biogeographisch und wissenschaftshistorisch bedeutsamen Populationen unbekannt war, wurde die vorliegende Studie durchgeführt. Ihr Ziel war es, möglichst viele der früheren und heutigen Populationen von *A. septentrionale* im Mittelland und Jura ausfindig zu machen und hinsichtlich ihrer Entwicklung und Gefährdung zu beurteilen.

Material und Methoden

Nach historischen Fundorten von *A. septentrionale* im Mittelland und Jura wurde im Herbarium der Basler Botanischen Gesellschaft (BASBG), im Herbarium der Universität Neuchâtel (NEU), in den vereinigten Herbarien der Universität und ETH Zürich (Z+ZT) sowie in der Literatur recherchiert. Zudem wurde ein Datenauszug von Info Flora (2012; www.infoflora.ch) zu *A. septentrionale* und weitere unveröffentlichte Feldaufnahmen beigezogen. Die Fundorte, Hinweise zu Populationsgrössen sowie die Anzahl Wedelbüschel auf den Herbarbelegen wurden notiert. Auf Landkarten 1:25 000 wurde nach

eingezeichneten Findlingen gesucht, die möglichst genau den historischen Nachweisen entsprachen. Diese Findlinge wurden im Feld in den Jahren 2012 und 2013 aufgesucht und auf heutige Vorkommen von *A. septentrionale* überprüft. Zudem wurden weitere im Feld vorgefundene Findlinge auf *A. septentrionale* überprüft. Für zwei historische Fundorte waren auf dem konsultierten Kartenmaterial keine Findlinge eingezeichnet; diese beiden Fundorte wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht überprüft. Wo *A. septentrionale* vorhanden war, wurde die Anzahl Individuen gezählt, wobei ein an der Basis deutlich abgegrenztes Wedelbüschel als Individuum definiert wurde. Zudem wurden die Individuen fotografiert, einer Grössenkategorie (klein, mittel, gross) zugeteilt und auf Skizzen der Findlinge wurden die genauen Wuchsorte eingezeichnet (genaue Daten in MAZENAUER 2013). Im Feld festgestellte mögliche Gefährdungsursachen oder Gründe für einen Nicht-Nachweis von *A. septentrionale* wurden festgehalten. Nur in Fällen, wo sicher war, dass die überprüften Findlinge genau den historischen Fundorten entsprachen, wurde eine nicht wieder nachgewiesene Population als ausgestorben bezeichnet. Historische Fundorte von *A. septentrionale* auf in der Literatur explizit als zerstört bezeichneten Findlingen wurden im Feld nicht aufgesucht und ebenfalls als ausgestorben klassifiziert.

Ergebnisse

Historische Nachweise

In den Herbarien Z+ZT und NEU wurden 39 Herbarbelege vorgefunden, welche Vorkommen von *A. septentrionale* auf Findlingen im Schweizer Mittelland und Jura nachwiesen (Tab. 1). Im Herbarium BASBG wurden keine Belege von *A. septentrionale* auf Findlingen festgestellt. In der Literatur wurden in neun Quellen 30 historische Nachweise von *A. septentrionale* aus dem Schweizer Mittelland und Jura gefunden. Die unveröffentlichten Feldaufnahmen und die Daten von Info Flora enthielten Informationen zu zwei Populationen auf Findlingen. Insgesamt dokumentierten die zusammengetragenen historischen Nachweise 17 verschiedene Fundorte (Tab. 1, Abb. 2). Bei unseren Feldaufnahmen in den Jahren 2012 und 2013 konnte *A. septentrionale* nur an fünf der überprüften Fundorte nachgewiesen werden (Tab. 1). Davon lagen drei im Schweizer Mittelland und zwei im Schweizer Jura.

Mittelland

Von den sechs historisch dokumentierten Populationen aus dem Mittelland konnten drei bestätigt werden (Tab. 1). Die drei nicht wieder nachgewiesenen Populationen sind mit grosser Wahrscheinlichkeit ausgestorben. Die Population in der Gemeinde Künten (AG) wurde Opfer der Findlingszerstörung (CHRIST 1900). Die Population am Lorenstein in Hägglingen (AG) wurde «1911 durch Vandalismus zerstört» (LÜSCHER

Tab. 1: Fundort, historische Nachweise und aktueller Status von 17 Populationen von *Asplenium septentrionale* im Schweizer Mittelland und Jura. Die Spalte ID bezieht sich auf die Nummerierung in Abbildung 2.

Fundort **Name der Findlinge, Gemeinde, Kanton, Region**	**Historische Nachweise** **Herbarien; Literatur; weitere Quellen**	**Status 2012/2013**	**ID**
Alexanderstein, Küsnacht, ZH, Mittelland	8× Z+ZT; L3, L4, L5, L9; –	6 Exemplare: 1 mittel, 5 klein	1
Pflugstein, Herrliberg, ZH, Mittelland	13× Z+ZT; L3, L4, L5, L9; –	7 Exemplare: 1 gross, 4 mittel, 2 klein	2
Roren, Meilen, ZH, Mittelland	7× Z+ZT; L5, L9; uD1, uD2	15 Exemplare: 5 gross, 5 mittel, 5 klein	3
Lorenstein, Hägglingen, AG, Mittelland	–; L3, L8; –	Kein Nachweis: ausgestorben	4
Granitblock bei Künten, Künten, AG, Mittelland	–; L3; –	Findling wurde zerstört: ausgestorben	5
Pierre à Roland, Burtigny, VD, Mittelland	–; L1, L2; –	Kein Nachweis: ausgestorben	6
Les Entes, Lignerolle, VD, Jura	1× NEU; –; –	Kein Nachweis: richtiger Findling überprüft?	7
Pierre de Bon Château, Rances, VD, Jura	3× NEU; L1, L2, L3; uD3	25 Exemplare: 13 gross, 3 mittel, 9 klein	8
Findlinge am Fusse der Aiguille de Baulmes, Baulmes, VD, Jura	–; L6; –	Nicht untersucht	9
Findlinge am Südfuss der Chasseronkette, Bullet, VD, Jura	–; L6; –	Findlinge wurden zerstört: ausgestorben	10
Findling bei La Pidouse, Tévenon, VD, Jura	1× NEU; L7; –	19 Exemplare:1 gross, 2 mittel, 16 klein	11
Granitblock zwischen Montautier und Provence, Provence, VD, Jura	–; L3, L6; –	Kein Nachweis: richtiger Findling überprüft?	12
Findling, Montalchez, NE, Jura	–; L6; –	Nicht untersucht	13
Findling über Troisrods, Boudry, NE, Jura	2× NEU; L3, L6; –	Kein Nachweis: richtiger Findling überprüft?	14
Findling über Corcelles, Corcelles-Cormondrèche, NE, Jura	1× NEU; L3, L6; –	Kein Nachweis: richtiger Findling überprüft?	15
Findling in der Fôret du Chanet, Neuchâtel, NE, Jura	–; L7; –	Kein Nachweis: richtiger Findling überprüft?	16
Findling im Bois de l'Hôpital, Neuchâtel, NE, Jura	3× NEU; L3; –	Kein Nachweis: richtiger Findling überprüft?	17

H: Herbarbelege. Die Zahl vor × bezeichnet die Anzahl gefundener Belege. **NEU** Herbarium der Universität Neuchâtel; **Z+ZT** Vereinigte Herbarien der Universität und ETH Zürich. **L:** Literatur. **L1** Rapin (1862); **L2** Durand & Pittier (1882); **L3** Christ (1900); **L4** Rikli (1912); **L5** Weber (1912); **L6** Wirth (1914); **L7** Spinner (1918); **L8** Lüscher (1918); **L9** Holderegger & Schneller (1994). **uD1** unveröffentlichte Daten Peter Voser, 29. 8. 1984 & 2003; **uD2** unveröffentlichte Daten Roeland Kerst 23. 1. 2008; **uD3** unveröffentlichte Daten Henri Ceppi 23. 4. 2006 und Françoise Hoffer-Massard 31. 10. 2009

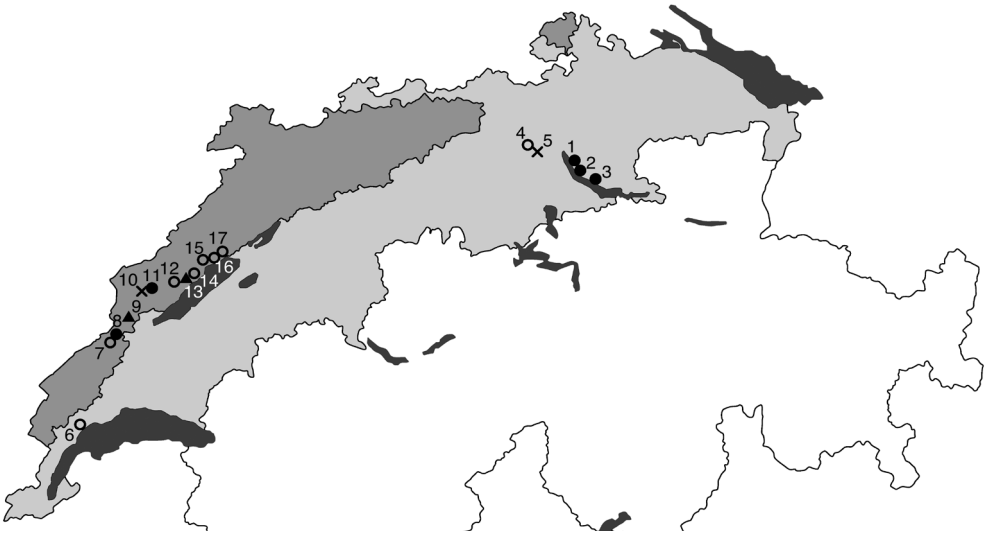


Abb. 2: Historische Fundorte von *Asplenium septentrionale* auf Findlingen im Schweizer Mittelland und Jura. Die Nummern entsprechen denjenigen in Tabelle 1.
Fläche mittelgrau: Jura
Fläche hellgrau: Mittelland
Kreis gefüllt: Nachweis 2012/2013
Kreis leer: 2012/2013 besucht und nicht nachgewiesen
Kreuz: Findling wurde zerstört
Dreieck: 2012/2013 nicht besucht

1918) und konnte 2012 nicht mehr nachgewiesen werden. Der Lorenstein befindet sich in dichtem Wald neben einer öffentlichen Feuerstelle. Auch am Pierre à Roland in Burtigny im Kanton Waadt konnte *A. septentrionale* nicht mehr bestätigt werden. Der Pierre à Roland befindet sich heute in einem Fichtenforst.

Ausserordentlich gut dokumentiert, mit 72 Prozent der Herbarbelege und 30 Prozent der Literaturangaben, sind die drei Populationen im Kanton Zürich. Die drei nördlich des Zürichsees gelegenen Populationen konnten alle aktuell bestätigt werden, und die Entwicklung dieser Populationen konnte über einen Zeitraum von mehr als 100 Jahren dokumentiert werden (Abb. 3, 5, 7).

Alexanderstein (Abb. 4). Von diesem Taveyannaz-Sandstein (Weber 1912) in der Gemeinde Küsnacht (ZH) stammte der früheste bisher gefundene Nachweis von *A. septentrionale* auf einem Findling. 1861 galt der Bestand als «spärlich» (Rikli 1912). Im Jahr 1889 wurde die erste genaue Aussage über die Anzahl Individuen gemacht. Damals zählte der Botaniker E. Baumann 12 Kolonien von *A. septentrionale* (Weber 1912). Danach wurden vom Bestand mindestens neun Wedelbüschel entnommen, bis er im Jahr 1912 als verschwunden bezeichnet wurde (Weber 1912; Abb. 3). Rund 80 Jahre später wurde *A. septentrionale* auf dem Alexanderstein mit neun Individuen erneut dokumentiert (Holderegger & Schneller 1994). Der an einem Wanderweg in einem Bachtobel liegende Findling wird von Laubbäumen beschattet. Magnesiaspuren (Magnesiumcarbonat) an der Südseite des Steins und eine Informationstafel, welche das Bouldern verbietet, zeugen davon, dass der Findling als Kletterstein genutzt wurde. Die sechs im Jahr 2012 nachgewiesenen Individuen wuchsen vor allem in den oberen Bereichen des Steins.

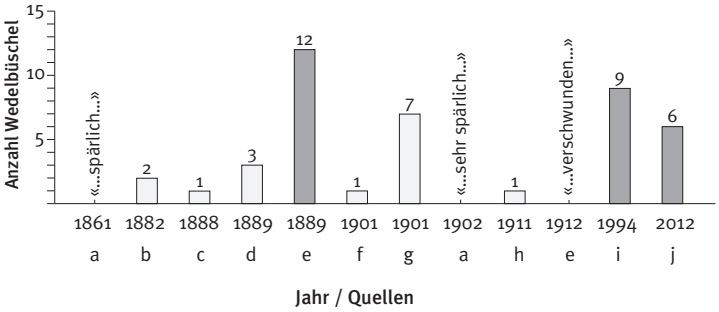


Abb. 3: Nachweise aus Literatur und Herbarbelegen von *Asplenium septentrionale* auf dem Alexanderstein in der Gemeinde Küsnacht ZH.
Dunkle Säulen: Angaben über Anzahl Wedelbüschel am Fundort.
Helle Säulen: Anzahl Wedelbüschel auf Herbariumbelegen.
Text in Anführungszeichen: qualitative Mengenangaben.
Quellen: alle Herbariumbelege (kursiv) stammen aus den vereinigten Herbarien der Universität und ETH Zürich (Z+ZT):
a Rikli (1912)
b *Calmann* (1882)
c *Baumann* (1888)
d *Baumann* (1889)
e Weber (1912)
f *Baumann* (1901)
g *Kuhn* (1901)
h *Brockmann* (1911)
i Holderegger & Schneller (1994)
j Mazenauer (2013)

Pflugstein (Abb. 6). Der Melaphyr-Block (Weber 1912) in der Gemeinde Herrliberg gilt als der grösste Findling im Kanton Zürich. Die Populationsgrösse von *A. septentrionale* auf diesem Findling wurde im Jahr 1883 mit «in Menge» beschrieben (Abb. 5). Bis 1885 wurden mindestens 19 Wedelbüschel vom Findling für Herbarbelege entnommen. Nach Rikli (1912) wurden 1885 noch «ca. 15» Individuen gezählt. In den folgenden Jahren wurden weitere Exemplare gesammelt und 1920 waren, gemäss Notizen auf einem Herbarbeleg, «nur noch wenige Exemplare» vorhanden (Abb. 5). Im Jahr 1994 wurden 20 bis 30 Individuen festgestellt (Holderegger & Schneller 1994). Die Population am Pflugstein umfasste auch Wuchsorte auf direkt neben dem Pflugstein liegenden kleineren Findlingen, wo Anfang des 20. Jahrhunderts ebenfalls zehn Individuen gefunden wurden (Weber 1912). Diese Findlinge waren im Jahr 2012 weitgehend mit Efeu überwuchert und es konnte dort kein *A. septentrionale* festgestellt werden. Der auf einer Landwirtschaftsfläche gelegene Pflugstein wird sowohl zum gesicherten Klettern (Westseite) wie auch zum Bouldern (Südseite) genutzt. Davon zeugen Kletterhaken und Magnesiaspuren. Die sieben 2012 festgestellten Individuen wuchsen auf der steilen Ostseite des Findlings.

Roren (Abb. 8). Die drei erratischen Melaphyr-Blöcke (Weber 1912) befinden sich im Feuchtgebiet Roren in der Gemeinde Meilen. Auf diesen Findlingen wurde im Jahr 1912 eine Population von *A. septentrionale* mit über 60 Individuen entdeckt (Weber 1912). Bis 1925 wurden 22 Wedelbüschel für Herbarbelege gesammelt (Abb. 7). Im Jahr 1981 wurden nur noch 15 Individuen gezählt und in den darauf folgenden Jahren schwankte die festgestellte Individuenanzahl zwischen 8 und 15 (Abb. 7). Da sich die Population heute in einem Naturschutzgebiet befindet, wird sie aktuell kaum von menschlichen Aktivitäten beeinträchtigt. Im Sommer werden grosse Teile der Findlinge aber von einem über 2 m hohen, dichten Schilfbestand beschattet. 2012 wurden 15 Individuen von *A. septentrionale* gezählt, wobei nur noch zwei der drei Findlinge besiedelt waren. Die Individuen wuchsen ost-, süd- und westexponiert.



Abb. 4: Der Alexanderstein in Küsnacht ZH, Südseite

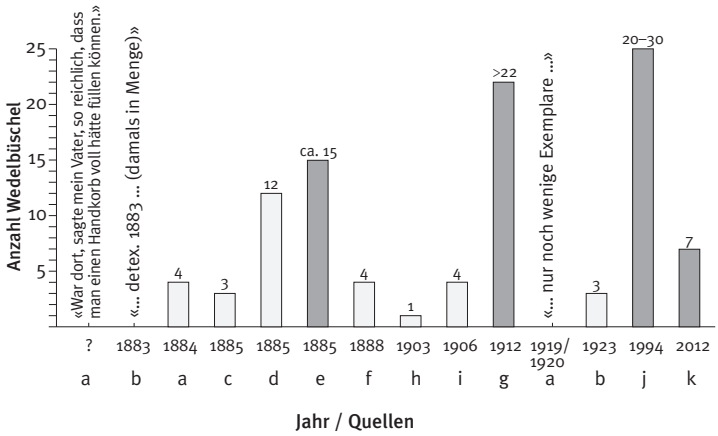


Abb. 5: Nachweise von *Asplenium septentrionale* auf dem Pflugstein (inkl. kleineren Findlingen neben dem Pflugstein) in der Gemeinde Herrliberg ZH.
Dunkle Säulen: Angaben über Anzahl Wedelbüschel am Fundort.
Helle Säulen: Anzahl Wedelbüschel auf Herbariumbelegen.
Text in Anführungszeichen: qualitative Mengenangaben.
Quellen: alle Herbariumbelege (kursiv) stammen aus den vereinigten Herbarien der Universität und ETH Zürich (Z+ZT):
a 4× *Sulger-Büel* (1884)
b *Sulger-Büel* (1923)
c *Sulger-Büel* (1885)
d 2× *Lüscher* (1885)
e Rikli (1912)
f 2× *Baumann* (1888)
g Weber (1912)
h *Schinz* (1903)
i *Anonymus* (1906)
j Holderegger & Schneller (1994)
k Mazenauer (2013)

Jura

Von den zehn historisch dokumentierten Populationen aus dem Jura konnten nur zwei wieder nachgewiesen werden (Tab. 1). Bei sechs historisch dokumentierten Populationen war nicht sicher, ob die im Feld aufgesuchten Findlinge wirklich den historischen Fundorten entsprachen: Auf den vorgefundenen Findlingen wurden keine Exemplare von *A. septentrionale* festgestellt. Zwei weitere Fundorte im Jura wurden nicht überprüft, weil auf dem konsultierten Kartenmaterial keine Findlinge eingezeichnet waren. Die Findlinge eines Vorkommens von *A. septentrionale* am Südfuss der Chasseronkette wurden zur Baumaterialgewinnung zerstört (Wirth 1914).

Pierre de Bon Château (Abb. 9). Die Gruppe aneinanderliegender granitischer Findlinge befindet sich in der Gemeinde Rances (VD). In den Literaturnachweisen (Rapin 1862, Durand & Pittier 1882, Christ 1900) und auf den Herbarbelegen (Tab. 1) fehlen Angaben zur Populationsgrösse. Die beiden bei Info Flora vorliegenden Nachweise geben 18 (2006) und 10 (2009) Exemplare an. Die Findlingsgruppe liegt in einem Mischwald nahe einem südexponierten Waldrand und ist mit Haselsträuchern durchsetzt und teils mit Efeu bewachsen. Bei der Feldaufnahme wurde an einem Stein ein Kletterhaken festgestellt, der auf (ehemalige?) Sportkletteraktivitäten an den Steinen hinweist. Bei der aktuellen Erhebung wurden 2012 an zwei Findlingen insgesamt 25 Individuen von *A. septentrionale* gezählt. Die Individuen wuchsen nord-, west- wie auch südexponiert.

La Pidouse (Abb. 10). Der granitische Findling bei La Pidouse in der Gemeinde Mauborget (VD) liegt auf einer Weide. Im Literaturnachweis (Spinner 1918) und auf dem Herbarbeleg (Tab. 1) fehlen Angaben zur Populationsgrösse. Im Jahr 2013 wurden 19 Individuen festgestellt, die alle in derselben Ritze auf der Südseite des Steins wuchsen.



Abb. 6: Der Pflugstein in der Gemeinde Herrliberg ZH, Ostseite

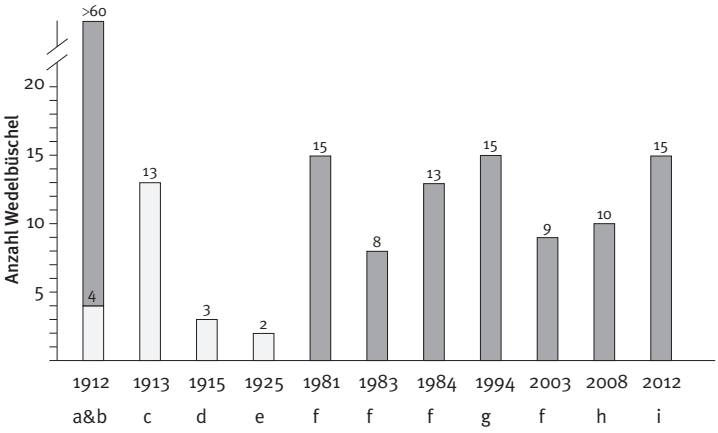


Abb. 7: Nachweise von *Asplenium septentrionale* auf Findlingen im Naturschutzgebiet Roren in der Gemeinde Meilen ZH.
Dunkle Säulen: Angaben über Anzahl Wedelbüschel am Fundort.
Helle Säulen: Anzahl Wedelbüschel auf Herbariumbelegen.
Quellen: alle Herbariumbelege (kursiv) stammen aus den vereinigten Herbarien der Universität und ETH Zürich (Z+ZT);
* unpublizierte Daten):
a *Weber* (1912)
b Weber (1912)
c 4× *Baumann* (1913)
d *Baumann* (1915)
e *Anonymus* (1925)
f Voser (1984 & 2003)*
g Holderegger & Schneller (1994)
h Kerst (2008)*
i Mazenauer (2013)



Abb. 8: Der südlichste der drei Findlinge im Naturschutzgebiet Roren in der Gemeinde Meilen ZH, Ostseite

Diskussion

Populationen und ihre Entwicklung

In der vorliegenden Studie konnten neun historische Fundorte von *A. septentrionale* im Mittelland und Jura genau lokalisiert werden. Der Verbleib von acht weiteren historisch belegten Vorkommen im Jura ist, aufgrund ungenauer Fundortangaben, ungewiss. Zwar wurden an den dokumentierten Orten Findlinge vorgefunden und – mit negativem Ergebnis – auf *A. septentrionale* überprüft, doch kann nicht abschliessend beurteilt werden, ob auch tatsächlich jene Findlinge abgesucht wurden, von welchen die historischen Nachweise stammen (Mazenauer 2013). Die Populationsgrössenangaben der fünf bestätigten aktuellen Populationen bedürfen einer vorsichtigen Interpretation, weil die Zähleinheit «Individuum» nicht klar ist und unterschiedlich definiert werden kann. In der vorliegenden Studie wurde ein an der Wedelbasis deutlich abgegrenztes Wedelbüschel als Individuum definiert. Die von uns angewandte Zählmethode tendiert eher zur Überschätzung der Populationsgrössen, weil unterschiedliche an der Basis voneinander abgegrenzte Büschel von einen verzweigten Rhizom desselben Individuums entstammen können (Reichstein 1984). Zu den Zähleinheiten der historischen Daten haben wir keine Angaben. Auch wissen wir nicht, ob die historischen Daten auf Schätzungen oder Zählungen beruhen. Die drei aktuellen Populationen im Mittelland verfügen über eine breitere Datenbasis (Abb. 3, 5, 7), aus welcher sich zum Teil Trends für die einzelnen Populationen ableiten lassen, während zur Entwicklung der aktuellen Populationen im Jura mit den vorliegenden Daten keine Aussage möglich ist. Ein deutlicher positiver Trend ist bei keiner Population auszumachen.

Ausgestorbene Populationen. An vier der neun sicher lokalisierten Fundorten stufen wir *A. septentrionale* als ausgestorben ein. Zwei Populationen wurden durch Findlingszer-

störung ausgelöscht, eine wurde Opfer von «Vandalismus» (LÜSCHER 1918) und bei einer Population ist der Grund für ihr Aussterben ungewiss (Tab. 1).

Alexanderstein. Aus den Zähldaten zur Population am Alexanderstein leiten wir keinen generellen Trend ab, weil die Zahlen auf tiefem Niveau schwanken (Abb. 3). Dass *A. septentrionale* am Alexanderstein 1912 als «verschwunden» bezeichnet wurde (WEBER 1912), interpretieren wir als Abnahme der Populationsgrösse zwischen 1889 und 1912. In jüngerer Zeit berichteten lokale Floristen über eine erneute Abnahme der Populationsgrösse (Daten R. Holderegger und persönliche Mitteilung J. Schneller). Dieser Eindruck deckt sich mit der Abnahme der Zahlen um 30 Prozent zwischen 1994 und 2012 (Abb. 3).

Pflugstein. Dass die Zahlen zwischen den Jahren 1994 und 2012 um über 65 Prozent, von 20 bis 30 auf sieben, abgenommen haben, interpretieren wir als eine Abnahme der dortigen Populationsgrösse in jüngerer Zeit (Abb. 5). Auch über die gesamte dokumentierte Zeit hinweg machen wir, aufgrund des Verschwindens der Teilpopulation auf direkt benachbarten Findlingen (WEBER 1912) und der Kommentare auf den Herbarbelegen, eine generelle Abnahme der Populationsgrösse aus (Abb. 5).

Roren. Wir interpretieren die Abnahme zwischen 1912 und 1981 um 75 Prozent, von über 60 auf 15 Individuen, als generelle Abnahme der Populationsgrösse über die letzten 100 Jahre hinweg (Abb. 7). Aus den sieben Zählungen von 1981 bis 2012 leiten wir keinen aktuellen Trend für die dortige Population ab, wobei 2012 allerdings nur noch zwei der drei dortigen Findlingen besiedelt waren (2008 waren noch alle drei Findlinge besiedelt; MAZENAUER 2013).

Pierre de Bon Château und La Pidouse. Aus den Zähldaten zur Findlingsgruppe Pierre de Bon Château (2006: 18, 2009: 10, 2012: 25) leiten wir keinen Trend ab. Für die Population vom Findling La Pidouse fehlen historische Angaben zur Populationsgrösse.



Abb. 9: Die Findlingsgruppe Pierre de Bon Château in der Gemeinde Rances VD, Ansicht von Süden



Abb. 10: Der Findling bei La Pidouse in der Gemeinde Mauborget VD, Südseite

Gefährdungsursachen und Schutz

Alle vier vermuteten Gefährdungsursachen – Findlingszerstörung, Sammeln für Herbarien, Verdunkelung des Lebensraumes und Sportklettern – scheinen für das Aussterben oder die Verkleinerung der Populationsgrössen von *A. septentrionale* im Mittelland und Jura eine Rolle gespielt zu haben.

Findlingszerstörung. Wir gehen davon aus, dass in den letzten Jahrhunderten zahlreiche Populationen von *A. septentrionale* auf Findlingen zwecks Baumaterialgewinnung oder Flurbereinigung zerstört wurden, bevor sie oder die entsprechenden Findlinge überhaupt dokumentiert wurden. Mitte des 19. Jahrhundert formierte sich aus Wissenschaftskreisen eine Bewegung gegen diese Findlingszerstörung, welche 1909 zur Gründung des Schweizerischen Bunds für Naturschutz,

die heutige Pro Natura, führte (Maurer 2005; Wirz 2009). Heute stehen viele Findlinge als Geotope von nationaler oder regionaler Bedeutung unter Schutz (Heitzmann et al. 2006). Somit sind zumindest die meisten grösseren Findlinge von der direkten Zerstörung geschützt. Inwiefern im Geotopschutz der Findlinge auch deren Bewuchs enthalten ist, bleibt abzuklären. Umgekehrt gilt gemäss der Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV 1991) ein Biotop – z.B. ein Findling – als schützenswert, wenn es Rote-Liste-Arten – z.B. im Mittelland und Jura *A. septentrionale* (Moser et al. 2002) – beherbergt.

Sammeln für Herbarien. Das Sammeln von *A. septentrionale* für Herbarien, im Zeitraum von ca. 1880 bis 1920, hat mit hoher Wahrscheinlichkeit zur in dieser Zeit beobachteten Abnahme der Populationsgrössen im Kanton Zürich geführt (Abb. 3, 5, 7). Auch Zeitzeugen wiesen auf die Abnahme der Populationsgrössen aufgrund von Sammeltätigkeiten hin (Notizen auf Herbarbeleg von Sulger-Büel 1884, Weber 1912). So lagern in den Herbarien Zürich (Z+ZT) mehr als doppelt so viele, den Populationen entnommene Wedelbüschel (nämlich 68), als heute an den drei Fundorten vorkommen (28). Wahrscheinlich war der damalige Sammeleifer auch im damaligen wissenschaftlichen Diskurs um die Herkunft von *A. septentrionale* auf den Findlingen begründet (Christ 1882, Wirth 1914, Brockmann-Jerosch & Brockmann-Jerosch 1926). Mit dem Artikel «Neue Standorte von *Asplenium septentrionale*» gab Weber (1912) ein Abbild des damaligen Entdeckungsfiebers um Populationen von *A. septentrionale* auf Findlingen. Immerhin ist somit davon auszugehen, dass zumindest in der Region Zürich, wo mit dem Forscherehepaar Brockmann-Jerosch ein «Epizentrum» der Diskussion um die postglaziale Rekolonisation des Mittellands angesiedelt war (Holderegger et al. 2011), keine Population von *A. septentrionale* undokumentiert blieb.

Heutzutage geht von sammelnden Botanikern kaum mehr eine Gefahr aus. Trotzdem sollten ausdrücklich keine Herbarbelege von *A. septentrionale* von Findlingen entnommen werden, um die kleinen und bedrohten Populationen nicht zu belasten.

Verdunkelung des Lebensraumes. Ob die «generelle Verdunkelung der Wälder» (Bürgi et al. 2006) beim Rückgang und Verschwinden der Populationen eine wesentliche Rolle spielte, ist nicht klar. Reichstein (1984) gibt mit «in vorwiegend trockenen, lichtexponierten Standortslagen, seltener auf erratischen Blöcken in feuchten Bachtobeln» einen relativ breiten Vorkommensbereich für *A. septentrionale* an. So umfassten auch die vorgefundenen Wuchsorte das ganze Spektrum von unbeschatteter Südexposition (La Pidouse) bis zur stark beschatteten Nordexposition (Pierre de Bon Château), ohne dass augenfällige Unterschiede im Wuchs von *A. septentrionale* festgestellt wurden. Offensichtlich war der Mangel an

Licht jedoch bei zwei Fundorten, wo die Beschattung direkt auf den Felsen stattfand. Die direkt neben dem Pflugstein (Abb. 6) liegenden Findlinge, welche noch 1912 eine Teilpopulation beherbergt hatten (WEBER 1912), waren 2012 von Efeu *(Hedera helix)* völlig überwachsen und eignen sich heute nicht mehr als Lebensraum für *A. septentrionale*. Im Feuchtgebiet Roren (Abb. 8) scheint die seit den 1970er Jahren in Streuwiesen des Mittellands verbreitete Verschilfung (GÜSEWELL & KLÖTZLI 2002) den Lebensraum der dortigen Population von *A. septentrionale* zu schmälern, wenn im Sommer grosse Teile der Findlinge von einem dichten Schilfbestand *(Phragmites australis)* beschattet werden.

Sanftes, über mehrere Jahre erfolgendes Auslichten des Baumbestandes um die Findlinge herum und Verhindern von grossflächiger direkter Beschattung durch an den Findlingen wuchernden Pflanzen erscheinen als geeignete Massnahmen, um der Verdunkelung des Lebensraums vom *A. septentrionale* entgegenzuwirken.

Sportklettern und andere Freizeitaktivitäten. Es ist wahrscheinlich, dass Boulderer und Sportkletternde aus Unwissenheit Individuen von *A. septentrionale* aus Felsritzen entfernt haben, um letztere als Klettergriffe zu benutzen. Damit liesse sich der seit 1994 beobachtete Rückgang der Populationsgrössen am Pflugstein (Abnahme zw. 1994 und 2012 von: 20 bis 30 auf 7) und am Alexanderstein (Daten R. Holderegger und persönliche Mitteilung J. Schneller) erklären, während für die Population im nahe gelegenen Naturschutzgebiet Roren über die letzten 30 Jahre kein eindeutig negativer Trend auszumachen ist (Abb. 3, 5, 7). Auch das beim Klettern benutzte Magnesiapulver beeinflusst den Lebensraum von *A. septentrionale*. An Klettergriffen auf den Findlingen Alexanderstein und Pflugstein wurde ein pH-Wert um 8 gemessen, während der pH-Wert in den Felsritzen mit *A. septentrionale* bei 4.5 lag (SIEGRIST 2013). Es ist wahrscheinlich, dass sich eine solche Lebensraumveränderung von sauer zu basisch auf den säureliebenden Nordischen Streifenfarn negativ auswirkt. Im Weiteren haben wir, wie auch bereits WEBER (1912), festgestellt, dass *A. septentrionale* auf von «nicht-sportkletternden» Erholungssuchenden oft begangenen Bereichen der Findlinge nicht wächst. Solche Bereiche, wo auch weder Moos- noch Flechtenbewuchs vorhanden sind, wurden 2012 auf den meisten Findlingen festgestellt.

Radikale Schutzmassnahmen wie das Absperren der Findlinge erscheinen uns ungeeignet, weil sie den Besuchern ein positives Erleben von Findlingen verwehren und deren landschaftliche Wirkung schmälern. Aufgrund der Unscheinbarkeit von *A. septentrionale* schätzen wir die Gefahr der Zerstörung einer Population aus Unwissenheit grösser ein, als deren bewusstes Zerstören. Darum halten wir an Orten mit vielen Besuchern Informationstafeln für eine geeignete Massnahme, um die Belastung der Populationen von *A. septentrionale* durch Erholungssuchende zu verringern.

Schlussfolgerungen

Die biogeographisch und wissenschaftshistorisch wichtigen Populationen von *A. septentrionale* im Mittelland und Jura schätzen wir, mit aktuell lediglich 72 nachgewiesenen Individuen in fünf Populationen, als vom Aussterben bedroht ein. Historisch waren die direkte Findlingszerstörung und das Sammeln von Herbarbelegen bedeutsame Gefährdungsursachen. Aktuell sind die Populationen vor allem durch die Beschattung und Konkurrenz von anderen an den Findlingen wachsenden Pflanzen und die unbeabsichtigte Zerstörung der Populationen durch Sportkletternde bedroht. Schutzmassnahmen für die bekannten Populationen sind nötig. Auch sollte silikatischen Findlingen in kalkgeprägten Gebieten im Allgemeinen mehr naturschutzfachliche Beachtung geschenkt werden, denn sie sind auch Lebensraum für eine Vielzahl wenig erforschter Moos- und Flechtenarten, welche ähnliche Verbreitungsmuster zeigen wie *A. septentrionale* (Ammann 1894, Meylan 1912, 1926, Delarze & Gonseth 2008, Vust 2013).

Es bestehen offene Fragen, welche für den Schutz der besonderen Kryptogamenflora auf silikatischen Findlingen von Bedeutung sind. So müssen etwa der Verbleib der in der aktuellen Studie wenig dokumentierten westschweizer Populationen von *A. septentrionale* genauer geklärt und aus bryologischer und lichenologischer Sicht wertvolle Findlinge bestimmt werden. Im Weiteren sollte der direkte Einfluss des Boulderns bzw. der indirekte Einfluss des im Klettersport verwendeten Magnesiapulvers auf felsbewohnende Arten quantifiziert werden. Antworten auf diese Fragen liefern Grundlagen für den Erhalt eines speziellen Naturerbes: der inselhaft verbreiteten Kryptogamenflora silikatischer Findlinge in kalkgeprägten Gebieten.

Dank

Roeland Kerst, Peter Voser, den Mitarbeitenden des Herbariums der Basler Botanischen Gesellschaft, des Herbariums der Universität Neuchâtel, der vereinigten Herbarien der Universität und ETH Zürich sowie von Info Flora mit den Fundortmeldenden Henri Ceppi und Françoise Hoffer-Massard danken wir sehr herzlich für die Unterstützung der vorliegenden Arbeit. Wir danken einem anonymen Begutachter für hilfreiche Kommentare zum Manuskript.

Literatur

AMMANN J (1894) Woher stammen die Laubmoose der erratischen Blöcke der schweizerischen Hochebene und des Jura? Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft 4: 19–30

BROCKMANN-JEROSCH H & BROCKMANN-JEROSCH M (1926) Die Geschichte der schweizerischen Alpenflora. In: Schröter C (Hrsg) Das Pflanzenleben der Alpen. Albert Raustein, Zürich. pp 1149–1199

BÜRGI M, WOHLGEMUTH T & ZIMMERMANN S (2006) Austragsnutzungen im Wald. Zürcher Wald 38: 28–29

CHRIST H (1882) Das Pflanzenleben der Schweiz. Schulthess, Zürich. 488 pp

CHRIST H (1900) Die Farnkräuter der Schweiz. Wyss, Bern. 189 pp

DELARZE R & GONSETH Y (2008) Lebensräume der Schweiz. Ott, Thun. 424 pp

DURAND T & PITTIER H (1882) Catalogue de la Flore Vaudoise. Librairie Rouge, Lausanne. 549 pp

GILL J (1969) The art of bouldering. The American Alpine Journal 16: 355–357

GÜSEWELL S & KLÖTZLI F (2002) Verschilfung von Streuwiesen im Schweizer Mittelland. Geobotanisches Institut ETH Zürich, Zürich. 66 pp

HEITZMANN P, REYNARD E & STÜRM B (2006) Geotopschutz in der Schweiz – quo vadis? Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften 44: 48–54

HESS HE, LANDOLT E, HIRZEL R (1967) Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete, I. Birkhäuser, Basel. 858 pp

HOLDEREGGER R & SCHNELLER JJ (1994) Are small isolated populations of *Asplenium septentrionale* variable? Biological Journal of the Linnean Society 51: 377–385

HOLDEREGGER R, THIEL-EGENTER C & PARISOD C (2011) Marie Brockmann-Jerosch and her influence on Alpine phylogeography. Alpine Botany 121: 5–10

LÜSCHER H (1918) Flora des Kantons Aargau. Sauerländer, Aarau. 217 pp

MAURER D (2005) Der Schutz der Findlinge im Kanton Bern. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern 62: 135–159

MAZENAUER D (2013) Vorkommen und Gefährdung von *Asplenium septentrionale* auf den Findlingen im Schweizer Mittelland und Jura. Semesterarbeit, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil. 60 pp (unveröffentlicht)

MEYLAN C (1912) La flore bryologique des blocs erratiques du Jura. Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles 48: 49–70

MEYLAN C (1926) La flore bryologique et lichénologique du bloc erratique de La Grange-de-la-Côte. Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles 56: 165–172

MOSER DM, GYGAX A, BÄUMLER B, WYLER N & PALESE R (2002) Rote Liste der gefährdeten Arten der Schweiz: Farn- und Blütenpflanzen. BUWAL, Bern. 118 pp

NHV (1991) Verordnung über den Natur- und Heimatschutz vom 16. Januar 1991 (Stand am 1. März 2011). Schweizerische Eidgenossenschaft, Bern

RAPIN D (1862) Le guide du botaniste dans le canton de Vaud. Joël Cherbuliez, Genève. 772 pp

REICHSTEIN T (1984) *Asplenium*. In: Kramer KU (Hrsg) Gustav Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa, I (1). Paul Parey, Berlin. pp 211–266

RIKLI M (1912) Die Pteridophyten des Kantons Zürich. Berichte der Zürcherischen Botanischen Gesellschaft 11: 14–61

RUSTERHOLZ HP, MÜLLER SW & BAUR B (2004) Effects of rock climbing on plant communities on exposed limestone cliffs in the Swiss Jura Mountains. Applied Vegetation Science 7: 35–40

SIEGRIST M (2013) Einfluss von Magnesia auf den Keimungserfolg von *Asplenium septentrionale:* Methodenentwicklung. Semesterarbeit, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil. 54 pp (unveröffentlicht)

SPINNER H (1918) La distribution verticale et horizontale des végétaux vasculaires dans le Jura Neuchâtelois. Attinger Frères, Neuchâtel. 200 pp

VUST M (2013) Les lichens de la Pierre des Marmettes, Monthey (VS). Meylania 50: 17–20

WEBER J (1912) Neue Standorte von *Asplenium septentrionale*. Mittei-

lungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Winterthur 9: 140–145

WIRTH C (1914) Flora des Traverstales und der Chasseronkette. Heinrich, Dresden. 143 pp

WIRZ T (2009) Der Stein des Anstosses. Pro Natura Magazin 2009(1): 25–32