

Die Einfache Mondraute (*Botrychium simplex* E. Hitchcock) in Tirol

Karsten Horn & Dieter Korneck

Zusammenfassung: In den Jahren 1996 und 2002 konnten insgesamt fünf Funde der europaweit hochgradig bedrohten Einfachen Mondraute (*Botrychium simplex*) im Raum Vent in den Öztaler Alpen getätigt werden. Über die im gesamten Alpenraum extrem seltene Art liegen aus Mitteleuropa kaum publizierte Daten zur Standortökologie sowie zum Gesellschaftsanschluss vor. In den Öztaler Alpen besiedelt *B. simplex* lückige Eissegg-Rasen (*Caricetum frigidae*), wie sie besonders an überrieselten Gneisfelsen anzutreffen sind, sowie lückige Borstgras-Rasen (*Geo montani-Nardetum strictae*). *B. simplex* kommt in den Öztaler Alpen in Höhenlagen zwischen 2130 m ü. NN und 2330 m ü. NN vor. Die Wuchsplätze liegen in ost-, südost-, süd- oder südwestexponierten, meist schwach, selten stark geneigten Hanglagen (Neigung zwischen 2° und 10°, selten 60°). An den Standorten dominieren sandige bis schluffige Lehm- und Tonböden, die teilweise mit ihren hohen Humusgehalten (zwischen 3,70 % und 17,36 %) als anmoorig zu bezeichnen sind. Die meist durch Sickerwasser versorgten Böden sind feucht bis nass, stark bis mäßig sauer (pH-Werte zwischen 4,8 und 5,9) und arm an Stickstoff (N_t-Gehalte zwischen 0,17 % und 0,58 %) und Kohlenstoff (C_t-Gehalte zwischen 1,85 % und 8,68 %). Das C/N-Verhältnis liegt zwischen 10,9 und 16,8 und zeigt die hohe Humusqualität der Böden sowie die gute Stickstoff-Verfügbarkeit für Pflanzen an. *B. simplex* wächst in den Öztaler Alpen in voll besonnten Lagen (relativer Lichtgenuss 100 %).

An den Fundorten in den Öztaler Alpen tritt die Einfache Mondraute sowohl als Einzelpflanze, in kleineren Gruppen mit fünf bis 30 Exemplaren als auch in großen Populationen mit mindestens 300 Pflanzen (gezählt 500 Blätter) auf. Somit gehören diese Vorkommen zu den individuenreichsten, die derzeit im gesamten Alpenraum wie in Europa insgesamt bekannt sind. Die Blattzahl kann zwar als Maß für die Vitalität eines Bestandes, nicht hingegen für die Anzahl der Individuen dienen, da das im Boden überdauernde Rhizom in einer Vegetationsperiode eine unterschiedlich große Zahl von Blättern ausbilden kann. In den Beobachtungsjahren 1996, 1997, 2001 und 2002 ließen sich für die Öztaler Vorkommen keine nennenswerten Populationsschwankungen feststellen, von einem starken Bestandsrückgang eines Vorkommens im mittleren Rofental durch natürliche Erosionsvorgänge und damit verbundene Austrocknung des Bodens einmal abgesehen. Im Jahr 2003 waren infolge extremer Trockenheit nur noch sehr wenige Individuen zu finden. Bei Beibehaltung der bisherigen Bewirtschaftungsformen an den Wuchsorten (extensive Schafbeweidung) lassen sich für die Vorkommen in den Öztaler Alpen derzeit keine Gefährdungen erkennen. Lediglich skrupellose Raritätensammler stellen einen ernstzunehmenden potenziellen Gefährdungsfaktor, insbesondere für individuen schwache Populationen, dar. Auf Grund der europaweiten Bedeutung der Vorkommen sollten die zuständigen österreichischen Behörden Maßnahmen zur langfristigen Sicherung der Wuchsorte ergreifen und eine regelmäßige Kontrolle der Bestände im Form eines Populationsmonitorings durchführen lassen.

Summary: The extremely rare Least Moonwort (*Botrychium simplex*), a small fern endangered at a European scale, was found five times between 1996 and 2002 in the Ötztal valley (Austrian Alps, region Vent). Almost no data are published characterizing ecology and sociological behaviour of the species in Central Europe. In the Ötztal valley, *B. simplex* inhabits sparsely covered alpine meadows dominated by the arctic-alpine sedge *Carex frigida* (*Caricetum frigidae*), especially on gneiss outcrops provided with trickling water, or sparsely covered acidic grass-heaths with *Nardus stricta* (*Geo montani-Nardetum strictae*). The species was found between 2130 and 2330 m elevation on east- to southwest-exposed shallow slopes (inclinations between 2° and 10°, rarely up to 60°) with sandy to muddy soils composed of loam and clay. These mostly acidic soils (pH values between 4.8 and 5.9) are well moistured by trickling water and poor in nitrogen (N_t values between 0.17 % and 0.58 %) as well as carbon (C_t values range from 1.85 % to 8.68 %). C/N relations ranging from 10.9 to 16.8 indicate nevertheless a good nitrogen availability for plants. The humus

contents are high (between 3.70% and 17.36%). All localities were exposed to full sunlight (relative light availability 100%).

The newly discovered populations in the Ötztal valley were quite different in size, ranging from solitary plants over small groups of 5 to 30 plants to large populations with up to 300 plants (500 fronds counted). Some are among the largest stands of this fern known from the Alps. A simple count of the number of fronds may serve as a measure for the vitality of a population but cannot truly reflect the number of individuals, since the rhizome persisting in the soil can produce different numbers of fronds in consecutive years. However, in the years 1996 and 1997 as well as 2001 and 2002, no significant fluctuations in frond numbers were found. The single exception was the natural decline of one population in the middle Rofental due to soil erosion and improved drainage of the soil. In the year 2003 only a very small number of plants could be observed because of the extremely drought.

If the current patterns of land use (mostly extensive grazing by sheep) will be maintained, the Least Moonwort should have a good prognosis in the Ötztal valley. Only plant collectors impose a serious threat, especially to small populations. The populations described here are of European importance, thus the growth sites should be conserved and regularly monitored.

Keywords: Pteridophyta, Ophioglossaceae, *Botrychium simplex*, Austria, Tyrol, ecology, phytosociological behaviour

Nur sehr wenigen Botanikern ist es vergönnt, einmal im Gelände der Einfachen Mondraute (*Botrychium simplex* E. Hitchcock) zu begegnen. *B. simplex* ist nicht nur sehr selten, sondern auch der kleinste der in Europa insgesamt sechs vorkommenden Rautenfarne. Die meist winzigen, manchmal nur 2 mm großen Pflanzen sind leicht zu übersehen, nur während weniger Wochen zu beobachten und können jahrelang ausbleiben. Sehr spezielle Standortansprüche bedingen die Seltenheit. In ihrem gesamten europäischen Verbreitungsgebiet gilt die Einfache Mondraute als hochgradig gefährdet oder wurde seit sehr langer Zeit nicht mehr nachgewiesen. Lediglich im nordamerikanischen Teilareal ist sie häufiger anzutreffen. In Österreich galt *B. simplex* als ausgestorben oder verschollen.

Erst vor wenigen Jahren wurde *B. simplex* an wenigen Stellen in der Steiermark und in Tirol entdeckt. Neufunde in den Ötztaler Alpen waren der Anlass, die dortigen Populationen in Bezug auf Lebens- und Standortbedingungen sowie Gesellschaftsanschluss näher zu untersuchen. Ergänzend wurde die verfügbare Literatur aus anderen Teilen Europas ausgewertet.

Methoden

Die im Jahr 1996 entdeckten Bestände von *B. simplex* im Ötztal wurden in den Jahren 1997, 2001 und 2002 nochmals aufgesucht, wobei nach Möglichkeit der phänologisch günstigste Zeitpunkt (gerade einsetzende Sporenreife) ausgewählt wurde; in der Regel war dies der Zeitraum zwischen Ende Juli und Anfang August. Danach verwelken die Blätter rasch, vor allem bei Trockenheit, und bereits Mitte bis Ende August (je nach Witterung) sind die Pflanzen oberirdisch nicht mehr aufzufinden. Während dieser Periode war auch eine gezielte Suche an weiteren potenziell geeigneten Wuchsorten möglich, die im Jahr 2002 insgesamt drei neue Nachweise erbrachte. Sämtliche Fundstellen wurden im Jahr 2003 erneut aufgesucht. Die Bestandsgröße wurde durch Auszählen der Blätter ermittelt, wobei auch sterile Blätter mit gezählt wurden. Die Blattzahl liefert jedoch kein genaues Maß für die Anzahl der Individuen, da von einem unterirdischen Rhizom in einer Vegetationsperiode 1 bis 10 Blätter gebildet werden können. Die Zählungen sind mit Fehlern behaftet, da vor allem die kleinsten Blätter (die gerade mal 2 mm Länge erreichen) in der Vegetationsdecke selbst in gebückter Haltung nur schwer auszumachen sind. Die Zahlenangaben stellen daher die unterste Grenze der tatsächlichen Verhältnisse dar. Weiterhin wurden die Blattgröße ermittelt (durch Ausmessen

Botrychium simplex in Tirol

der größten und kleinsten Blätter sowie einiger Blätter mit mittlerer Größe) und der Fertilitätsgrad notiert.

Neben allgemeinen standortökologischen Parametern (Meereshöhe, Exposition, Neigung, relativer Lichtgenuss) wurden folgende bodenkundliche Kennwerte ermittelt: Bodenart (mittels der Fingerprobe), Feuchtigkeitsverhältnisse (die Abschätzung bezieht sich auf längerfristige Bedingungen am Wuchsort und wurde im Gelände vorgenommen), pH-Wert (mit einer Einstabmeßelektrode in 0,01 M CaCl₂ an einer Bodenprobe aus 2–6 cm Tiefe) sowie Stickstoffgehalt, Kohlenstoffgehalt, C/N-Verhältnis und Humusgehalt. Die C- und N-Messungen erfolgten an einer lufttrockenen, gesiebten und homogenisierten Probe aus 2–8 cm Tiefe (A_h-Horizont) mit Hilfe eines Elementaranalysators (CE 1110 der Firma Carlo Erba), basierend auf dem Prinzip der oxidativen Verbrennung. Sämtliche Proben wurden zweimal gemessen und anschließend die Mittelwerte berechnet. Aus den gemessenen Kohlenstoffgehalten wurde durch Multiplikation mit dem Faktor 2 der Gehalt an organischer Substanz für jede Bodenprobe berechnet, der nach SCHACHTSCHABEL et al. (1992) und KUNTZE et al. (1994) dem Humusgehalt gleichzusetzen ist.

Die Vergesellschaftung wurde mittels pflanzensoziologischer Aufnahmen nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) dokumentiert, unter Verwendung einer verfeinerten Artmächtigkeitsskala nach REICHELT & WILMANN (1973) in Anlehnung an BARKMAN et al. (1964). Bei der Ansprache von Moosen zu den im Jahr 2002 angefertigten Vegetationsaufnahmen wurden wir bereits im Gelände von G. Philippi unterstützt.

Die Nomenklatur richtet sich bei den Gefäßpflanzen nach WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998), bei den Moosen nach KOPERSKI et al. (2000) und bei den Flechten nach SCHOLZ (2000). Bei den wenigen nicht in Deutschland vorkommenden Sippen höherer Pflanzen wurde die „Exkursionsflora von Österreich“ (ADLER et al. 1994) als Referenz zugrunde gelegt.

Verbreitung

Allgemeine Verbreitung

Botrychium simplex ist eine Art der gemäßigten bis kühl-gemäßigten Zone mit einem Areal, das Europa, Grönland, Nordamerika (mit je einem Teilareal im westlichen und östlichen Nordamerika) sowie – dort fraglich – Japan umfasst (CLAUSEN 1938; MEUSEL et al. 1965; JALAS & SUOMINEN 1972; HULTÉN & FRIES 1986; WAGNER & WAGNER 1993). In Europa besitzt die Art zwei Teilareale: ein nördliches, das Skandinavien (Dänemark, Südnorwegen, Süd- und Mittelschweden, Finnland) sowie Island, das Baltikum und Nordrussland einschließt und Vorposten in Norddeutschland aufweist, sowie ein südliches, das sich über die mitteleuropäischen Gebirge bis zu den Pyrenäen, Norditalien und Korsika erstreckt (JALAS & SUOMINEN 1972; PIGNATTI 1982; WELTEN & SUTTER 1982; SLAVÍK 1986; PRELLI & BOUDRIE 1992; LAASIMER et al. 1993; JONSELL 2000; BENNERT 1999; PRELLI 2001; ZAJAC & ZAJAC 2001). In diesem Teilareal wird die Art als Glazialrelikt gedeutet. MEUSEL et al. (1965) charakterisieren *B. simplex* als temperat-(boreal)-ozeanische Art mit einem Verbreitungsschwerpunkt, der innerhalb Europas in der (alpisch)-demontanen sowie der sundisch-baltischen Zone liegt.

Im Alpenraum kommt die Einfache Mondraute als große floristische Rarität nur an wenigen Stellen vor (Abb. 1). In Slowenien (Julische Alpen) ist *B. simplex* nur an einer Lokalität im Jahr

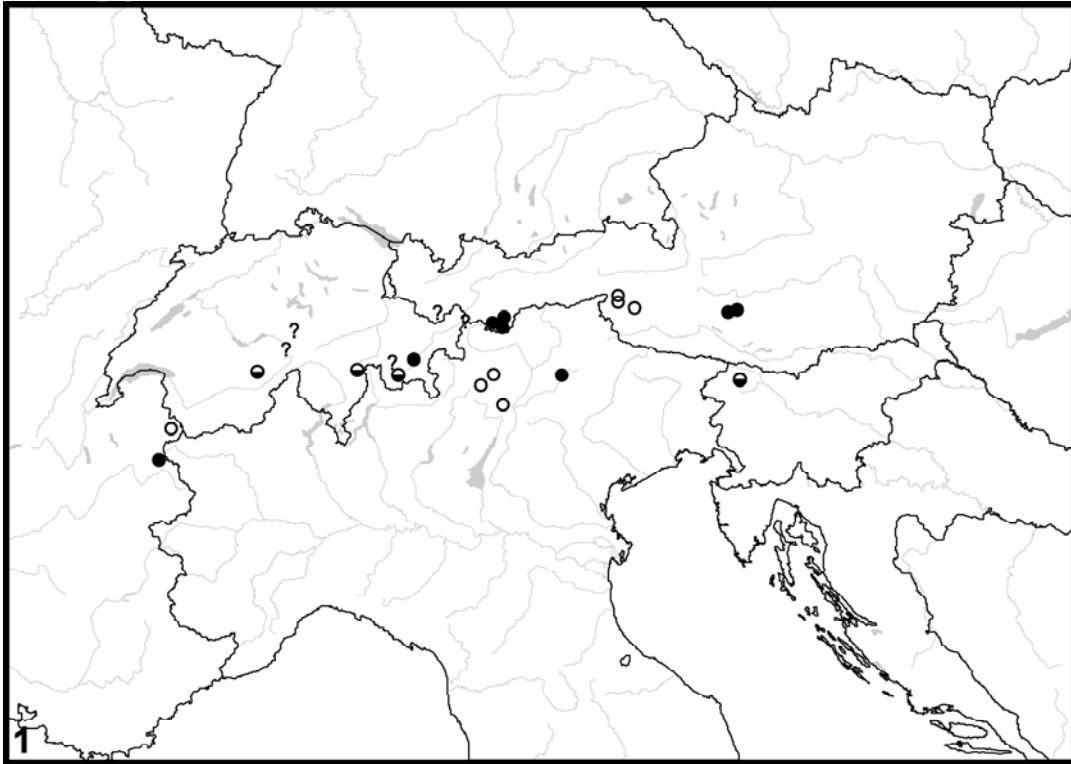


Abbildung 1: Verbreitung von *Botrychium simplex* in den Alpen. Leere Kreise: Nachweise vor 1900; halb ausgefüllte Kreise: Nachweise nach 1900; ausgefüllte Kreise: ab 1990 beobachtete Vorkommen; Fragezeichen: ungesicherte Angaben.

1959 beobachtet worden (WRABER & SKOBERNE 1989). Aus Italien liegt neben drei Nachweisen aus dem 19. Jahrhundert (Campiolo Levi bei Pejo, Alpe Malgazza im Bresimo-Tal, Lago di Molveno: DALLA TORRE & SARNTHEIN 1906; FIORI 1943) lediglich ein aktueller Nachweis der Art von Pozza di Fassa vor (PROSSER 1994, 2000). Aus der Schweiz sind Funde aus dem Zeitraum 1950 bis etwa 1960 von der Gugginalp (Ane) im Hinteren Lötschental, vom San Bernadino bei Misox sowie aus der Ebene von Cavigli bei Casaccia im Bergell (Graubünden) bekannt. Fragwürdige Angaben liegen vor aus dem Jahr 1971 von der Alp da Flix oberhalb Sur „Falotta“ in Graubünden sowie aus dem 19. Jahrhundert von Handeck im Berner Oberland und von Engelberg im Oberwallis (CHRIST 1900; BECHERER 1966; HESS et al. 1967, 1972; FUCHS-ECKERT & HEITZ-WENIGER 1978). Erst im Jahr 2001 gelang ein Wiederfund für die Schweiz bei Samedan im Val Roseg in Graubünden (MOSER et al. 2002b). Für den französischen Teil der Alpen ist *B. simplex* von einer früheren Fundstelle bei Les Couverets ca. 13 km talabwärts von Chamonix in den Hochsavoyen aus dem Jahr 1848 sowie mit einem derzeit noch bestehenden Vorkommen bei Beaufortain in den Savoyen belegt (FUCHS-ECKERT & HEITZ-WENIGER 1982; PRELLI 2001).

Verbreitung in Österreich

In Österreich war *B. simplex* seit den Nachweisen bei Matrei in Osttirol (Abb. 2) auf der Dorfer Alm bei Prägraten und auf der Berger Alm bei Virgen bekannt (KERNER 1882; vgl. auch LUERSSSEN 1889; DALLA TORRE & SARNTHEIN 1906). Ein nicht belegtes ehemaliges Vorkommen bei Finstermünz wird von CHRIST (1900) erwähnt. Die geographisch von DOSTÁL

Botrychium simplex in Tirol

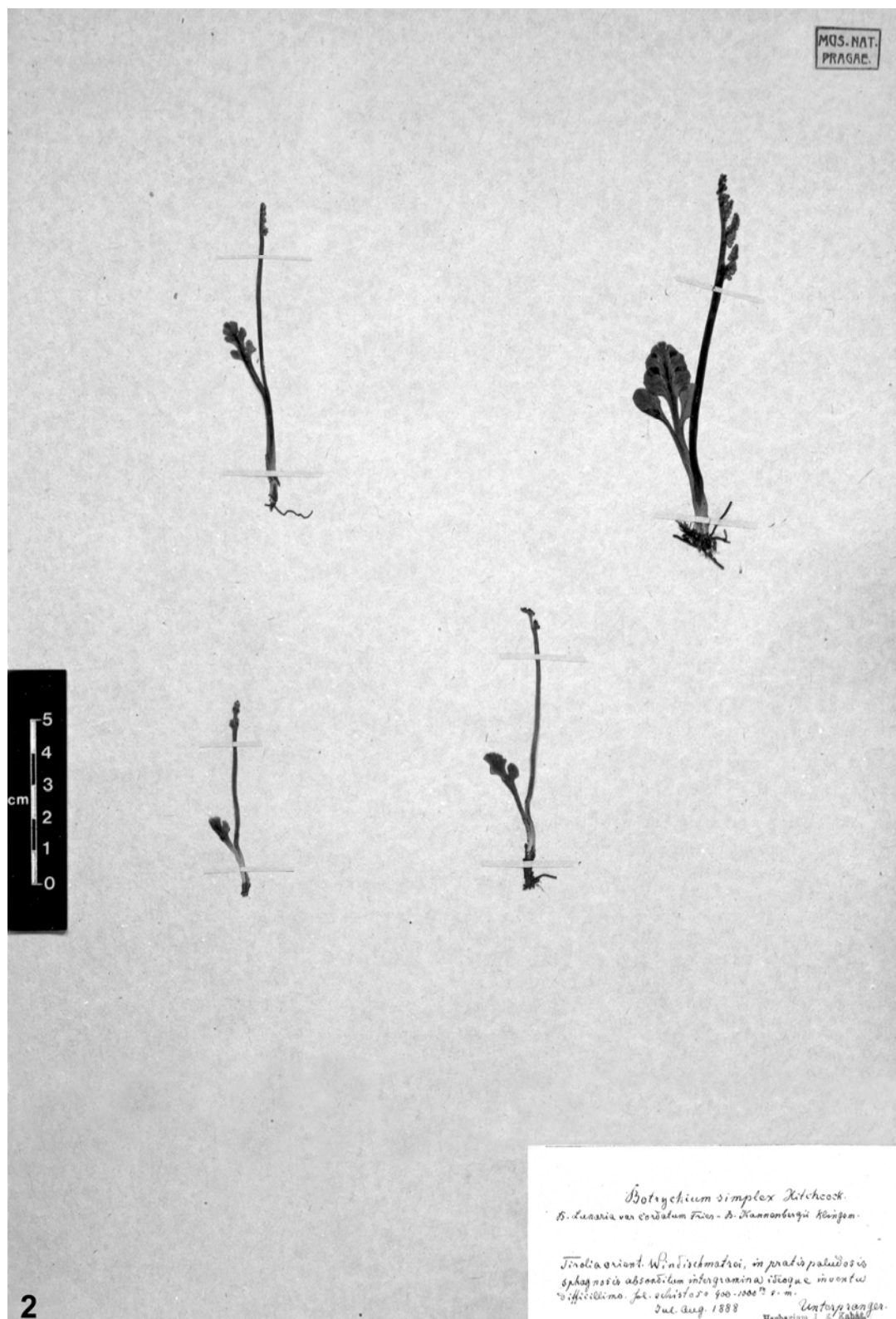
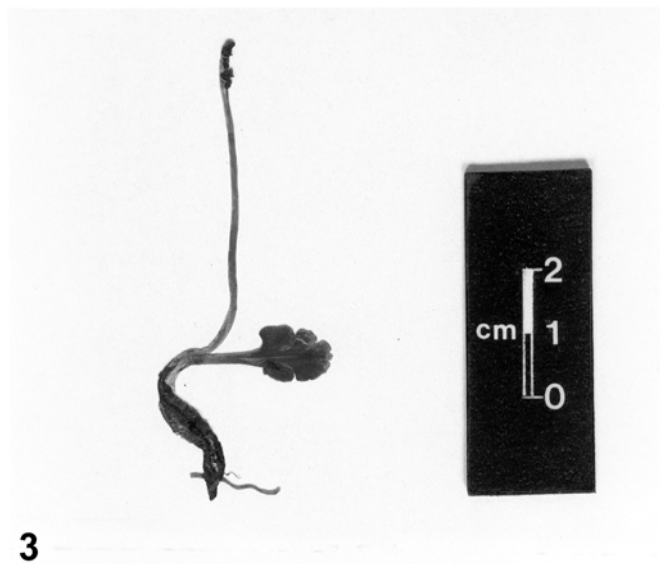


Abbildung 2: Herbarbeleg von einer der ersten in Österreich bekannt gewordenen Fundstellen von *B. simplex* bei Matri in Osttirol aus dem Jahr 1888 (PR). Foto: V. Griener.

K. HORN & D. KORNECK



Botrychium simplex E.Hitchc.

Österreich, Steiermark, Gurktaler
Alpen, N-Seite des Rinsennock,
ca. 550m SE Winkleralm, 1910m;

Silikat und Ankerit, auf einem Carex
nigra-Bult in einem Quellmoor

22.8.1993

leg. Rainer KARL

Abbildung 3: Herbarbeleg des 1993 entdeckten Vorkommens von *Botrychium simplex* in der Nähe der Winkleralm, Gurktaler Alpen, Steiermark. Foto: V. Griener.

(1984) irrtümlich Norditalien zugerechnete Angabe „Nauders“ bezieht sich vermutlich ebenfalls auf diese Lokalität. Bei JANCHEN (1960) findet sich eine auf H. Gams zurückgehende Angabe ohne Nennung einer genauen Lokalität für das Ötztal in Tirol (vgl. auch DOSTÁL 1984), die von MELZER (1990) als unglaublich angezweifelt wird. Eine auf einer Verwechslung mit kleinwüchsigen Formen von *B. lunaria* basierende Angabe von LEUTE (1967) aus dem Raum Bielschitz (Karawanken, Kärnten) ist als falsch zu streichen (H. Niklfeld, mdl. Mitt.). Erst MELZER (1990) konnte *B. simplex* 1988 auf der Turracher Höhe (Gurktaler Alpen, Steiermark) wieder aktuell für Österreich nachweisen. Im Jahr 1993 gelang R. Karl (briefl. Mitt.) ein weiterer Nachweis der Art in der Nähe einer benachbarten Almfläche (Abb. 3). – Bei vegetationskundlichen Studien in den Ötztaler Alpen entdeckten Bremer Botaniker im Jahr 1989 eine Einzelpflanze der Einfachen Mondraute im hinteren Rofental südwestlich Vent (J. Müller, mdl. Mitt.). Angeregt durch diesen Fund unternahmen K. Horn und P. Aleksejew im Sommer 1996 eine Exkursion in die Ötztaler Alpen, um die dortige Fundstelle zu besichtigen. Bereits auf halber Wegstrecke zur Fundstelle der Bremer Kollegen gelang einem der Autoren (K. H.) der Nachweis einer größeren Population (mindestens 60 Pflanzen) von *B. simplex* im mittleren Rofental (Abb. 4). An der Lokalität im hinteren Rofental wurden dann auf der genau lokalisierbaren Fundstelle etwa 50 Exemplare der Einfachen Mondraute gezählt. Eine Suche im benach

Botrychium simplex in Tirol



Abbildungen 4–5: Habitus und Wuchsort von *Botrychium simplex*. 4) Kräftiges, fertiles Exemplar von *Botrychium simplex* aus dem mittleren Rofental. Foto: K. Horn (30.7.1997). 5) Wuchsort von *Botrychium simplex* in einem Eisseggens-Rasen (*Caricetum frigidae*) auf einem überrieselten Gneisfelsen im mittleren Rofental. Foto: D. Korneck (28.7.2002).

barten Umfeld erbrachte an weiteren Wuchsstellen rund 200 Pflanzen. Im Jahr 2001 entdeckte K. H. im hinteren Rofental im Bereich der schon bekannten Vorkommen weitere Wuchsstellen mit insgesamt über 100 Pflanzen. Während einer Exkursion im Jahr 2002 konnte *B. simplex* von den Autoren im mittleren Rofental an zwei neuen Lokalitäten nachgewiesen werden. Ein weiterer Fund gelang im benachbarten Niedertal südlich Vent. – Aus dem Jahr 1998 liegt eine unpublizierte und nicht abgesicherte Angabe aus dem Lareintal bei Galtür vor (M. Engelhardt, briefl. Mitt.). MAIER et al. (2001) führen in ihrer Verbreitungskarte von *B. simplex* für Tirol ferner als derzeit vorhanden einen nicht näher ermittelbaren Fundpunkt auf.

Die nachfolgende Auflistung gibt eine Übersicht über die bislang bekannt gewordenen Fundorte der Einfachen Mondraute in Österreich mit Angaben zum Zeitraum des Nachweises und zu Quadrantennummern der Mitteleuropa-Kartierung:

- Berger Alm bei Virgen, etwa um 1880, 8940/3
- Fuß des Zunig bei Matrei in Osttirol, etwa um 1880, 9041/1
- Dorfer Alm bei Prägraten, etwa um 1880, 8940/1
- Schlucht von Finstermünz vor dem kleinen Tunnel, Nauderser Seite, 1891, 9028/4
- Turracher Höhe, Gurktaler Alpen, 1988, 9048/4
- Nähe Winkleralm, Gurktaler Alpen, 1993, 9048/4
- Lareintal bei Galtür, 1998, 9027/1 oder 3
- Mittleres Rofental südwestlich Vent, 3 Vorkommen, 1996 und 2002, 9131/3
- Hinteres Rofental südwestlich Vent, 1989 und 1996, 9130/4
- Niedertal südlich Vent, 2002, 9131/3.

Ökologie und Populationsbiologie

Standortökologie

Die Standorte von *B. simplex* in den Ötztaler Alpen liegen in Höhenlagen zwischen 2130 m ü. NN und 2330 m ü. NN. Die Wuchsorte sind schwach bis stark geneigt (Neigungen zwischen 2° und 60°) und weisen Expositionen nach Osten, Südosten, Süden oder Südwesten auf. *B. simplex* besiedelt in den Ötztaler Alpen sandige bis schluffige Lehm- und Tonböden, die mit ihren Humusgehalten von 3,70 % bis 17,36 % von mäßig humos bis anmoorig variieren, überwiegend aber stark humos (Humusgehalte 4–8 %) bzw. anmoorig (Humusgehalte 15–30 %) sind (vgl. BLUM 1992). Die meist durchsickerten oder überrieselten Böden sind feucht bis nass, stark bis mäßig sauer (pH-Werte zwischen 4,8 und 5,9) und arm an Stickstoff (N_r-Gehalte zwischen 0,17 % und 0,58 %) und Kohlenstoff (C_r-Gehalte zwischen 1,85 % und 8,68 %). Das C/N-Verhältnis liegt zwischen 10,9 und 16,8 und zeigt die hohe Humusqualität der Böden sowie die gute Stickstoff-Verfügbarkeit für Pflanzen an. *B. simplex* wächst in den Ötztaler Alpen in voll besonnten Lagen (relativer Lichtgenuss 100 %). – An der von MELZER (1990) auf der Turracher Höhe in den Gurktaler Alpen (Steiermark) entdeckten Fundstelle wurden im Vergleich ermittelt: Seehöhe 1835 m, Neigung 5° nach Nordosten, Boden ein mäßig nasser, schluffiger Ton mit einem nur schwach humosen Oberboden. Der Boden ist schwach sauer (pH-Wert 6,2) und sehr arm an Stickstoff (N_r-Gehalt 0,08 %) und Kohlenstoff (C_r-Gehalt 0,83 %). Das C/N-Verhältnis liegt bei 10,3. – Tab. 1 gibt eine zusammenfassende Übersicht über die standortökologischen Kennwerte an den untersuchten Wuchsorten von *B. simplex*.

Tabelle 1: Standortökologische Kennwerte an den Wuchsorten von *Botrychium simplex* in den Ötztaler Alpen. Zum Vergleich sind die Kennwerte vom Wuchsort eines aktuell nicht mehr bestätigten Vorkommens auf der Turracher Höhe (Gurktaler Alpen) angeführt.

	Ötztaler Alpen					Gurktaler Alpen
	Niedertal	Mittleres Rofental Lokalität 1	Mittleres Rofental Lokalität 2*	Mittleres Rofental Lokalität 3	Hinteres Rofental	Turracher Höhe
Höhe [m NN]	2130	2145	2135–2150	2140	2300–2330	1835
Exposition	O	SO	O/SO/SW	O	O/SO/S	NO
Neigung [°]	5–10	2	5–60	10	2–10	6
Bodenart	schluffiger Ton	schluffiger Lehm	sandiger Lehm	sandiger Ton	sandiger Ton	schluffiger Ton
pH-Wert (in 0,01 M CaCl ₂)	5,5	4,8	5,4/5,9	5,4	4,8	6,2
N _r -Gehalt [%]	0,58	0,44	0,17/0,29	0,21	0,55	0,08
C _r -Gehalt [%]	8,09	7,37	1,85/3,76	3,17	8,68	0,83
C/N-Verhältnis	13,9	16,8	10,9/13,0	15,4	15,9	10,3
Humusgehalt [%]	16,18	14,74	3,70/7,52	6,34	17,36	1,66
Feuchtigkeitsverhältnisse	feucht	feucht	feucht bis nass	feucht bis nass	feucht bis nass	mäßig nass
relativer Lichtgenuss [%]	100	100	100	100	100	100

* An der Lokalität 2 im mittleren Rofental wurde an zwei verschiedenen, räumlich getrennten Wuchsstellen von *B. simplex* eine Bodenprobe entnommen, weshalb bei den bodenchemischen Kennwerten jeweils zwei Messwerte aufgeführt sind.

Botrychium simplex in Tirol

Pflanzensoziologischer Anschluss

In den Öztaler Alpen besiedelt *B. simplex*, wie Tab. 2 zeigt, einerseits lückige Eissegg-Rasen (*Caricetum frigidae*), wie sie besonders an überrieselten Gneisfelsen anzutreffen sind (Abb. 5 und 6). Andererseits findet sich die Einfache Mondraute hier in lückigen Borstgras-Rasen auf mehr oder weniger sickerfeuchten, teils anmoorigen Böden über Gneis (Abb. 7). Diese lassen sich dem Bergnelkenwurz-Borstgras-Rasen (*Geo montani-Nardetum strictae* Lüdi 1948) in der Umgrenzung von PEPPLER-LISBACH & PETERSEN (2001) anschließen. Während das *Geo montani-Nardetum typicum* nur einmal erfasst wurde, ist das zu den Weiderasen vermittelnde *Geo montani-Nardetum trifolietosum* überwiegend vertreten.

Populationsbiologische Aspekte

Über die Populationsbiologie von *B. simplex* ist wenig bekannt. Die Art gilt als noch unsteter im Erscheinen, als dies bei Mondrauten generell der Fall ist. Mancherorts können die Pflanzen jahrzehntelang ausbleiben, um dann am gleichen Wuchsort erneut zu erscheinen (ØLLGAARD & TIND 1993). CLAUSEN (1938) erklärt dieses Phänomen mit der Beobachtung, dass *B. simplex* wie auch andere *Botrychium*-Arten meist Kolonien von Pflanzen gleicher Größe und gleichen Alters bildet. Diese sind aus windverbreiteten Sporen hervorgegangen, welche zum Boden sedimentiert sind und dort, geeignete Keimbedingungen vorausgesetzt, sich gleichzeitig entwickelt haben. Ändern sich die Keimbedingungen am besiedelten Standort für die Art nachteilig, so kann eine Population innerhalb kurzer Zeit erlöschen und sich eine neue an anderer Stelle etablieren. Auch das Wiederauftreten an ehemaligen Fundorten lässt sich so erklären. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Bestandsgröße durch Auszählen der Blätter ermittelt wurde, da dies die einzigen oberirdisch sichtbaren Organe sind. Zwar kann die Blattzahl als Maß für die Vitalität des Bestandes, nicht hingegen für die Anzahl der Individuen verwendet werden. Das im Boden überdauernde Rhizom (*B. simplex* ist ein Geophyt) bildet in einer Vegetationsperiode eine unterschiedlich große Zahl von Blättern aus. An einigen Lokalitäten im Rofental sind Trupps von dicht zusammenstehenden Blättern häufiger zu beobachten. Abb. 8 zeigt eine solche Ansammlung von insgesamt fünf Blättern, die sehr wahrscheinlich einem gemeinsamen Rhizom entspringen, also zu einem einzigen Individuum gehören. An den bekannten Fundorten in den Öztaler Alpen tritt die Einfache Mondraute sowohl als Einzelpflanze, in kleineren Gruppen mit fünf bis 30 Exemplaren als auch in großen Populationen mit mindestens 300 Pflanzen (gezählt 500 Blätter) auf. Im Jahr 2002 wurden an allen dort bekannten Lokalitäten insgesamt ca. 620 Blätter gezählt, die zu mindestens 400 unterschiedlichen Pflanzen gehören. In aller Regel sind die Blätter fertil; nur etwa 5 % sind kleinwüchsige, sterile Blätter (vermutlich junge Sporophyten). Die Größe der Pflanzen schwankt zwischen 2 mm und 13 cm, wobei bereits Blätter von nur 9 mm Höhe Sporangien ausbilden können. Von einem deutlichen Bestandsrückgang einer Population im mittleren Rofental durch natürliche Erosionsvorgänge und damit verbundene Austrocknung des Bodens einmal abgesehen (1996 noch mindestens 60 überwiegend kräftige Pflanzen; 2002 lediglich 12 kümmerliche Exemplare), lassen sich für den Beobachtungszeitraum von 1996 bis 2002 für die untersuchten Vorkommen in den Öztaler Alpen keine nennenswerten Populationschwankungen feststellen. Die niederschlagsreiche Vegetationsperiode des Jahres 2002 war für die Bestandsentwicklung von *B. simplex* sehr günstig. Demgegenüber waren im extrem niederschlagsarmen Jahr 2003 nur sehr wenige Exemplare der Einfachen Mondraute zu finden, von denen etliche bereits vor der Sporenreife oberirdisch abgestorben waren. An einigen der im Vorjahr beobachteten Vorkommen konnten 2003 überhaupt keine Pflanzen nachgewiesen werden.

K. HORN & D. KORNECK

Tabelle 2: Vergesellschaftung von *Botrychium simplex* in den Öztaler Alpen.

1: Caricetum frigidae 2: Geo montani-Nardetum strictae; a: typicum, b: trifolietosum

Lfd. Nr.	1		2a	2b							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aufnahme Nr.	6	7	2	11	10	3	5	12	9	8	4
Ort	R1	R1	R1	R2	R2	R2	R2	R2	R1	R1	N
Aufnahmefläche [m ²]	0,3	0,5	9	6	8	9	3	0,9	0,25	0,49	0,8
Höhe [m ü. NN]	2140	2150	2140	2320	2310	2330	2300	2320	2140	2140	2130
Exposition	SO	SO	O	SO	NO	SO	O	SO	SO	SW	O
Neigung [°]	5–40	30	10	5	10	10	5	10	45	10–60	5–10
Deckung [%]											
Krautschicht	25	40	70	70	70	85	75	60	60	40	70
Moosschicht	80	80	10	30	60	20	20	50	30	45	5
Gesamt	90	95	80	98	85	90	90	80	85	90	75
Artenzahl	14	13	27	38	31	30	22	30	22	23	34
<i>Botrychium simplex</i>	1	+	1	+	+	1	+	2m	1	1	+
AC Caricetum frigidae											
<i>Carex frigida</i>	1	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	+j
DA <i>Saxifraga aizoides</i>	2a	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Blindia acuta</i>	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Drepanocladus revolvens</i>	2b	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tofieldia pusilla</i>	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aneura pinguis</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campylium stellatum</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scheuchzerio-Caricetea fuscae-Arten											
<i>Carex capillaris</i>	r	.	1	.	.	+	.	+	+	+	.
<i>Selaginella selaginoides</i>	+	+	.	1	.	.	.	.	.	.	1
<i>Pinguicula vulgaris</i>	1	+	.	.	.	1	.	.	.	+	.
<i>Parnassia palustris</i>	.	r	1	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Viola palustris</i>	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Juncus triglumis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex brunnescens</i> var. <i>brunnescens</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex nigra</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
DA Geo montani-Nardetum strictae											
<i>Euphrasia minima</i>	.	.	1	.	+	+	1	.	1	.	2a
<i>Bistorta vivipara</i>	+	+j	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Phleum alpinum</i>	.	.	1	r	.	.	+	.	.	.	.
d trifolietosum											
<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	1	1	1	2b	1	1	+	.
<i>Poa alpina</i> (DA)	.	.	.	+	1	.	+	+	r	.	1
<i>Lotus corniculatus</i> agg.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	+j	+
<i>Alchemilla monticola</i>	.	.	.	+	.	r	.	.	.	.	.
Calluno-Ulicetea-Arten											
<i>Nardus stricta</i>	1	.	3	4	3	4	3	2a	.	.	2a
<i>Luzula sudetica</i>	.	.	+	1	1	1	.	.	.	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	.	.	.	1	.	r ^o	.	.	.	1j	.
<i>Leontodon helveticus</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+	1	.
<i>Hieracium lactucella</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.
<i>Potentilla aurea</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+
Caricetea curvulae-Arten											
<i>Agrostis rupestris</i>	.	r	+	.	+	+	.	1	1	1	+
<i>Luzula spicata</i>	.	.	.	+	1	+	+	1	+	.	.
<i>Minuartia recurva</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica bellidioides</i>	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+

Botrychium simplex in Tirol

Tabelle 2, Fortsetzung

Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Salicetea herbaceae-Arten											
<i>Gnaphalium supinum</i>	.	.	r	+	+	1	.	+	.	.	r
<i>Sagina saginoides</i>	.	.	1	1	.	r	.	.	.	.	.
<i>Sibbaldia procumbens</i>	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.	+
<i>Salix herbacea</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	r	.
Sonstige Gefäßpflanzen											
<i>Festuca nigrescens</i>	r	1	2b	1	1	1	2b	2a	.	2a	1
<i>Trifolium badium</i>	.	.	1	1	1	1	1	+	.	.	.
<i>Senecio abrotanifolius</i> ssp. <i>tirolensis</i> juv.	.	.	.	1	1	1	+°	r	.	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i> agg.	.	.	.	1	2a	.	1	.	r	.	+
<i>Galium pumilum</i>	.	.	r	+	1	.	.	.	.	+	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	1	+	.	.	1	.	.	.	1
<i>Veronica fruticans</i>	.	.	.	+	1	+	.	.	.	.	.
<i>Gentiana nivalis</i>	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.
<i>Sedum atratum</i> ssp. <i>atratum</i>	.	.	.	.	+	+j	+	.	.	.	.
<i>Saxifraga exarata</i>	.	.	.	.	.	.	.	2a	+	+	.
<i>Agrostis capillaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	1
<i>Campanula scheuchzeri</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Taraxacum</i> spec.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Silene acaulis</i>	.	.	.	.	.	.	.	r	3	.	.
<i>Poa nemoralis</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Gentiana verna</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.
<i>Hieracium</i> spec. (subg. <i>Pilosella</i>) juv.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.
<i>Thymus praecox</i> ssp. <i>polytrichus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+
<i>Alchemilla</i> cf. <i>glaucescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
Sonstige Moose und Flechten											
<i>Racomitrium canescens</i> s. lat.	.	.	+	2b	3	2a	1	1	.	2b	r
<i>Pogonatum urnigerum</i>	.	.	.	1	1	1	1	1	1	+	.
<i>Sanionia uncinata</i>	.	.	1	1	+	.	.	.	.	.	1
<i>Polytrichum juniperinum</i>	.	.	1	.	1	1	.	2a	.	.	.
<i>Bryum pallescens</i>	.	.	1	.	.	1	+	+	.	.	.
<i>Peltigera</i> spec.	.	.	.	+	+	.	.	.	1	.	.
<i>Brachythecium turgidum</i>	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	1
<i>Stereocaulon alpinum</i>	.	.	.	.	1	+	.	+	.	.	.
<i>Cetraria islandica</i>	.	.	.	.	1	r	.	+	.	.	.
<i>Polytrichum piliferum</i>	.	.	.	.	1	.	1	1	.	.	.
<i>Tortella fragilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	1	1
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Ceratodon purpureus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Pohlia nutans</i>	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.
<i>Philonotis fontana</i> var. <i>pumila</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	r

Außerdem je einmal: In lfd. Nr. 3: + *Cerastium holosteoides*, *Epilobium nutans*, *Trifolium thalii*, *Scapania helvetica*; in 4: + *Alchemilla glabra*, *Aconitum napellus* agg. juv.; in 5: 1 *Cladonia pyxidata* ssp. *chlorophaea*, *Cladonia* spec., + *Scapania curta*; in 6: 1 *Jungermannia gracillima*, *Lophozia bicrenata*; in 7: 1 *Hypnum cupressiforme* agg., + *Thamnolia vermicularis*; in 8: + *Bellardiocloa variegata*, *Saxifraga stellaris* ssp. *robusta*, *Leucanthemopsis alpina*, *Cladonia fimbriata*, *Flavocetraria nivalis*, *Cladonia foliacea*, *Cephalozia hampeana*; in 9: 1 *Phyteuma hemisphaericum*, *Amphidium mougeotii*, + *Anomobryum julaceum*, r *Achillea moschata* juv., *Anthyllis vulneraria* s. lat. juv.; in 10: 1 *Euphrasia stricta*, + *Climacium dendroides*; in 11: + *Ligusticum mutellina*, *Salix retusa*, *Trifolium pratense* ssp. *nivale*, r *Homogyne alpina*.

(AC Assoziationscharakterart, DA Assoziationstrennart[en], d Trennart[en] der Subassoziation)

N: Niedertal südlich Vent (9131/3); feuchter Boden über Gneis neben einem Bachlauf; 26.7.2002 (Aufn. Nr. 4)

R1: Mittleres Rofental südwestlich Vent (9131/3); überrieselte Gneisfelsen (Aufn. Nr. 6, 7) sowie Borstgras-Rasen auf bodenfeuchten Hangterrassen über Gneis (Aufn. Nr. 2, 8, 9); 30.7.1997 (2) und 29.7.2002 (6, 7, 8, 9)

R2: Hinteres Rofental südwestlich Vent (9130/4); bodenfeuchte Borstgras-Rasen auf Hangterrassen über Gneis; 30.7.1997 (Aufn. Nr. 3), 27.7.2002 (5) und 28.7.2002 (10, 11, 12)

(Aufn. Nr. 2 und 3: K. Horn; 5: D. Korneck; übrige: K. Horn & D. Korneck)

K. HORN & D. KORNECK



Diskussion

Standortökologie

Konkrete Angaben zur Standortökologie von *B. simplex* liegen, mit Ausnahme des einzigen aktuellen deutschen Vorkommens, bislang kaum vor. Allgemein lässt sich sagen, dass die Einfache Mondraute als äußerst kleinwüchsige und somit konkurrenzschwache sowie azidophile und feuchtigkeitsliebende Pflanzenart lückige und kurzrasige Pflanzengesellschaften auf nährstoffarmen und wechselfeuchten bis anmoorigen bzw. quelligen Standorten besiedelt. Offensichtlich stellt *B. simplex* von allen heimischen *Botrychium*-Arten die höchsten Ansprüche an die Wasserversorgung der besiedelten Standorte. In den Alpen (MELZER 1990) bzw. in Skandinavien (FÄHRÆUS 1981; ENGAN 2001) werden als Wuchsorte von *B. simplex* quellige oder anmoorige Magerrasen und Moorwiesen angegeben. Für Norddeutschland werden grasige Dünentäler (Norderney, Ostfriesische Inseln: BUCHENAU 1896) und für Ostpreußen Flussufer fast auf reinem, feuchten Sand (MILDE 1869), kurzrasige Triften an Seeufern (WARNSTORF 1871) sowie Stellen auf "fruchtbaren Wiesen in hohem Grase" (WARNSTORF 1892) genannt. Eine Angabe von GÖRZ (1913) für eine Bergkuppe im Havelland (Brandenburg) wird von BENKERT (1982) angezweifelt; jedoch beschreibt bereits MILDE (1859) ein Vorkommen von *B. simplex* von einem Abhang eines Kalkhügels bei Nieder-Lindewiese (Hohes Gesenke) auf dem Gebiet der heutigen Tschechischen Republik. Daneben werden aus Deutschland auch Sekundärstandorte wie Sandgruben (SCHNEIDER 1891), Bahnböschungen (HERGT 1906) und alte Bergwerkshalden (BERTSCH 1951) als Wuchsorte genannt. Aus Dalarna in Mittelschweden wird als Wuchsort von *B. simplex* der Randbereich eines Waldweges angegeben (WESTMAN 1996).

Am einzigen derzeit in Deutschland bekannten Fundort in der Senne in Nordrhein-Westfalen wächst *B. simplex* in Biotopen, die als wechselfeuchter, bodensaurer Borstgras-Rasen, als heidiger, lückig bewachsener Sandweg sowie als extensiv durch Mahd genutztes Grünland charakterisiert werden können. Es dominieren sandige Böden, die mäßig frisch bis mäßig feucht sind und eine fehlende bis geringe Humusaufgabe aufweisen. Der pH-Wert liegt im mäßig bis schwach sauren Bereich (5,6–6,5). *B. simplex* wächst an halbschattigen bis voll besonnten Stellen (relativer Lichtgenuss 41–100 %), wobei drei der vier Teilpopulationen volle Freilandhelligkeit erhalten (BENNERT 1999; BENNERT et al. 2003).

Aus Jæren in Südwest-Norwegen werden für von *B. simplex* besiedelte oberflächlich saure Flugsandböden pH-Werte im schwach sauren bis schwach basischen Bereich (6,3–7,5) genannt, die in größerer Bodentiefe (5–25 cm bzw. 3–40 cm) bereits Werte zwischen 7,8 und 8,5 aufweisen (NEDKVITNE 1953).

Die Höhenamplitude der von *B. simplex* in Europa besiedelten Wuchsorte reicht vom Meeresspiegel (Skandinavien, Baltikum, Norddeutschland) bis in die alpine Stufe bei etwa 2300 m Seehöhe. Die Fundstellen der Einfachen Mondraute in der Schweiz liegen zwischen

Abbildungen 6–8: Wuchsorte und Habitus von *Botrychium simplex*. 6) Wuchsort von *Botrychium simplex* in einem Eisseeggen-Rasen (*Caricetum frigidae*) im mittleren Rofental. Foto: K. Horn (25.7.2003). 7) Wuchsort von *Botrychium simplex* in einem lückigen, sickerfeuchten Borstgras-Rasen (*Geo montani-Nardetum strictae*) im mittleren Rofental. Foto: K. Horn (30.7.1997). 8) Gruppe von vier nahe zusammenstehenden fertilen Blättern und einem sterilen Blatt von *Botrychium simplex* im hinteren Rofental; vermutlich entspringen sie einem gemeinsamen unterirdischen Rhizom und gehören damit zu einer einzigen Pflanze. Foto: K. Horn (30.7.1997).

1640 m ü. NN und 2300 m ü. NN (HESS et al. 1967). Die Wuchsorte in Norditalien befinden sich in einem Höhenbereich zwischen ca. 1620 m ü. NN und 2200 m ü. NN (FIORI 1943; PROSSER 2000). Die französischen Fundstellen auf dem Festland liegen in Höhenlagen zwischen 1200 m und 2000 m Seehöhe (PRELLI & BOUDRIE 1992; PRELLI 2001). Auf Korsika ist die Einfache Mondraute in Höhen zwischen 1300 m ü. NN und 1660 m ü. NN gefunden worden (BADRE et al. 1986; GAMISANS et al. 1993). An den früheren österreichischen Fundstellen in Osttirol kam *B. simplex* nach KERNER (1882) in Höhenlagen von 1000 m ü. NN (Matrei) bzw. zwischen 2000 m und 2300 m Seehöhe (Dorfer Alm, Berger Alm) vor. Die Vorkommen in der Steiermark befinden sich in 1835 m bzw. 1910 m Seehöhe, die Wuchsorte in den Ötztaler Alpen in Höhenlagen zwischen 2130 m ü. NN und 2330 m ü. NN und liegen somit im oberen Grenzbereich der bislang bekannten Höhenverbreitung von *B. simplex* in Europa.

Soziologie

Da bisher nur wenige Vegetationsaufnahmen mit *B. simplex* veröffentlicht wurden, lassen Standortbeschreibungen und Aufzählungen wichtiger Begleitpflanzen meist nur indirekt auf die Soziologie der Art schließen. Nach allgemeinen Angaben besiedelt die Einfache Mondraute lückige und kurzrasige Pflanzengesellschaften auf nährstoffarmen und wechselfeuchten bis anmoorigen bzw. quelligen Stellen.

Aus Mitteleuropa liegen nur sehr wenige veröffentlichte Vegetationsaufnahmen mit *B. simplex* vor. MELZER (1990) entdeckte *B. simplex* im August 1988 als neu für die Steiermark an einer anmoorigen Stelle nahe einem Quellbächlein auf einer aufgelassenen Alm in den Gurktaler Alpen. In den folgenden Jahren wurde die kleine, nach H. Melzer (mdl. Mitt.) nur etwa 15 Pflanzen zählende Population durch einen einschlägig bekannten Pflanzensammler stark dezimiert oder sogar ausgerottet; letztmalig wurde die Art dort im Jahr 1990 beobachtet (vgl. HORN & STOOR 1995). Nachsuchen blieben trotz genauer Kenntnis des Fundortes in den darauf folgenden Jahren erfolglos. Am 5.8.1996 wurde die Fundstelle unter Führung von H. Melzer erneut besichtigt. Wie die Vegetationsaufnahme in Tab. 3 zeigt, wächst hier ein Sumpfhferzblatt-Braunseggen-Rasen (Parnassio-Caricetum fuscae).

Botrychium simplex wurde nicht wiedergefunden. Nach H. Melzer (mdl. Mitt.) war die Einfache Mondraute auf dieser Fläche im Jahr 1988 mit Deckungsgrad 1 vertreten.

PROSSER (1994) dokumentiert *B. simplex* von einem Caricetum fuscae mit der nordischen, auch in den Ötztaler Alpen vertretenen *Paludella squarrosa* aus dem Trentino in Italien.

In Deutschland, wo die Art seit mehreren Jahrzehnten als ausgestorben galt, wurde *B. simplex* im Jahr 1993 überraschend als neu für Nordrhein-Westfalen im Truppenübungsplatz „Senne“ nahe Bielefeld gefunden (SONNEBORN & SONNEBORN 1994). Hier wächst die Einfache Mondraute nach BENNERT et al. (2003) im Honiggras-Torfbinsen-Rasen (Juncetum squarrosi holcetosum lanati). Besiedelt werden lückige, extensiv durch Mahd genutzte Rasen, teils an Wegrändern, auf mäßig feuchten, sandigen Böden mit höchstens geringer Humusaufgabe. – BUCHENAU (1896) gab *B. simplex* von grasigen Dünentälern auf Norderney an. Da in feuchten Dünentälchen der Ostfriesischen Inseln Caricion fuscae-Gesellschaften nicht selten sind, könnte *B. simplex* dort einst in einem solchen Bestand vorgekommen sein.

Für einen ehemaligen Wuchsort am Abhang eines Kalkhügels bei Nieder-Lindewiese im Hohen Gesenke (Tschechische Republik) werden *Botrychium lunaria*, *Gymnadenia conopsea* und *Orchis mascula* als Begleitpflanzen angegeben (MILDE 1859). Für ein ehemals reiches Vorkommen bei

Botrychium simplex in Tirol

Tabelle 3: Vegetationsaufnahme von einem ehemaligen *Botrychium simplex*-Wuchsort in der Steiermark. 5.8.1996, Turracher Höhe, Gurktaler Alpen, Flachmoor auf einer aufgelassenen Alm, über Ankerit; 1835 m ü. NN; Aufnahmefläche 4 m², Neigung 5° SO; Deckung der Krautschicht 85 %, der Moosschicht 80 %, gesamt 98 %; Artenzahl 42; Aufnahme: K. Horn.

Scheuchzerio-Caricetea fuscae-Arten

3	<i>Carex nigra</i>	+	<i>Carex demissa</i>
2a	<i>Drepanocladus revolvens</i>	+	<i>Carex flava</i> var. <i>alpina</i>
1	<i>Bartsia alpina</i>	+	<i>Carex frigida</i>
1	<i>Eriophorum latifolium</i>	+	<i>Juncus alpinus</i>
1	<i>Parnassia palustris</i>	+	<i>Juncus triglumis</i>
1	<i>Pinguicula vulgaris</i>	+	<i>Swertia perennis</i> ssp. <i>alpestris</i>
1	<i>Selaginella selaginoides</i>	+	<i>Tofieldia calyculata</i>
1	<i>Tofieldia pusilla</i>	+	<i>Tofieldia</i> × <i>hybrida</i>
1	<i>Willemetia stipitata</i>	r	<i>Carex capillaris</i>

Sonstige Gefäßpflanzen

2a	<i>Salix retusa</i>	+	<i>Ligusticum mutellina</i>
1	<i>Bistorta vivipara</i>	+	<i>Rhododendron hirsutum</i> juv.
1	<i>Euphrasia minima</i>	+	<i>Salix reticulata</i>
1	<i>Festuca nigrescens</i>	+	<i>Salix serpyllifolia</i>
1	<i>Gentiana bavarica</i>	+	<i>Trifolium badium</i>
1	<i>Pinus cembra</i> juv.	+	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>
1	<i>Potentilla erecta</i>	r	<i>Caltha palustris</i>
+	<i>Campanula scheuchzeri</i>	r	<i>Silene pusilla</i>
+	<i>Crepis aurea</i>		

Sonstige Moose

2a	<i>Catocarpium nigrum</i>	2a	<i>Tritomaria polita</i>
2a	<i>Fissidens osmundoides</i>	1	<i>Oncophorus virens</i>
2a	<i>Leiocolea alpestris</i>	+	<i>Lophozia wenzelii</i>
2a	<i>Philonotis calcarea</i>		

Driesen (Polen) beschreibt MILDE (1859) den Standort folgendermaßen: „Der Hauptstandort ist der hiesige Anger, welcher an diesem Theil vor etwa 50 Jahren mit Kiefern und Laubholz bestanden war Die niedrigsten Stellen sind im Herbst und Frühlinge ziemlich nass, aber nur auf den etwas erhöhten, mehr sandigen Stellen bei kurzem Pflanzenwuchs, zwischen *Thymus serpyll[um]*, *Festuca ovina* und dergl. Gräser, *Polygala*, *Spergula nodosa*, *Cirsium arvense*, [*C.] acaule* etc. finden sich alle 4 Arten [der Gattung *Botrychium*] beisammen; ...“.

Aus S ü d e u r o p a liegen ebenfalls nur wenige publizierte Vegetationsaufnahmen mit *B. simplex* vor, so von lückigen Rasen-Gesellschaften auf sickerfeuchten, mehr oder weniger torfigen Böden, welche neben Cynosurion-Elementen auch Arten der Borstsimen-Gesellschaft (Stellario-Scirpetum setacei) sowie anderer Vegetationseinheiten nasser Standorte aufweisen auf Korsika (LITARDIÈRE 1927, 1928). Dann beschreibt LITARDIÈRE (1930a, b) von Korsika eine Flachmoor-Gesellschaft mit *Juncus alpinus* sowie bodenfeuchte Borstgras-Rasen („Udo-Nardetum“), in welchen *B. simplex* ebenfalls vertreten ist. Nach GAMISANS (1976) kommt die Einfache Mondraute auf Korsika in Violion caninae-Gesellschaften vor, die er als Ophioglosso-Nardetum strictae bezeichnet. – Auf dem Plateau du Carlit nordwestlich von Mont-Louis in den östlichen Pyrenäen fand sich *B. simplex* nach BOUBY (1963) im Jahr 1962 in feuchten Magerrasen, u. a. mit *Juncus* spec., *Gentiana verna*, *Gentiana nivalis*, *Silene ciliata*, *Lychnis alpina*, *Pedicularis pyrenaica*, *P. mixta* und *Pinguicula* spec. in fast 2000 m ü. NN. Weitere Vorkommen der Einfachen Mondraute wurden dort von PASCAL & PASCAL (1986) in den Jahren 1984 und 1985 entdeckt. – Allgemein werden von PRELLI & BOUDRIE (1992) und PRELLI (2001) für Frankreich –

Korsika, Pyrenäen, Zentralmassiv, Savoyen – kurzrasige Stellen auf etwas feuchten Wiesen, an Bachufern, am Rand von Sümpfen und Mooren, aber auch am Fuß isolierter Felsblöcke als Wuchsplätze von *B. simplex* genannt.

In Skandinavien wird die Art für küstennahe Magerrasen angegeben. So nennt FÄHRÆUS (1981) für ein Vorkommen auf der Insel Fårö (Gotland, Schweden) u. a. *Agrostis capillaris*, *Nardus stricta*, *Carex arenaria*, *C. ericetorum*, *C. panicea*, *Antennaria dioica*, *Centaureum littorale* und *Hieracium pilosella* als typische Begleitpflanzen. In Dänemark (Insel Seeland) wurde *B. simplex* in Trockenrasen der Küstenzone mit *Aira praecox*, *Festuca rubra*, *Luzula campestris*, *Poa humilis*, *Achillea millefolium*, *Astragalus danicus*, *Cerastium fontanum*, *Galium verum*, *Hieracium pilosella* u. a. beobachtet (ØLLGAARD & TIND 1993). – Nach NEDKVITNE (1953) kommt *B. simplex* in Jæren (Südwest-Norwegen) im Kontakt mit *Empetrum nigrum* und *Salix repens* in einer Flachmoor-Gesellschaft zusammen mit *Carex nigra*, *C. panicea*, *C. viridula* var. *viridula*, *Agrostis canina*, *Parnassia palustris*, *Pinguicula vulgaris*, *Fissidens adianthoides* u. a. vor. In Østfold (Südost-Norwegen) sind vom Gletscher geschliffene Felsrundhöcker und Bodensenken mit jeweils eigener Vegetation mosaikartig verzahnt (HAUGE 1951; ENGAN 2001). Während auf den extrem flachgründigen Gesteinsböden *Sedum acre*, *S. album*, *Agrostis vinealis*, *Rumex acetosella* und mehrere Flechten-Arten vorkommen, tragen die Mulden auf tiefergründigen, mehr oder weniger feuchten Böden Magerrasen mit *Agrostis capillaris*, *Calluna vulgaris*, *Botrychium lunaria*, *Leontodon autumnalis* und *Viola canina* sowie kleinflächige Flachmoore mit *Agrostis canina*, *Carex nigra*, *C. flacca*, *C. panicea*, *C. viridula* var. *viridula*, *Eleocharis uniglumis*, *Juncus articulatus*, *Botrychium simplex*, *Galium palustre*, *Sagina nodosa*, *Aulacomnium palustre*, *Bryum alpinum* u. a. Alle diese Bestände harren noch näherer vegetationskundlicher Untersuchung.

Populationsbiologie

Botrychium simplex ist, wie auch die übrigen *Botrychium*-Arten, ein obligater Dunkelkeimer. Die Sporen keimen in der Natur im Boden und nur bei Anwesenheit von Pilzen als Symbionten und bilden chlorophyllfreie Prothallien aus (vgl. SCHMID & OBERWINKLER 1994). Typisch sind niedrigere Keimungsraten und ein wesentlich langsamerer Keimungsverlauf als bei Lichtkeimern. Das Wachstum der Prothallien und die Bildung neuer Sporophyten erfordern ebenfalls längere Zeiträume. Zwischen Befruchtung und Ausbildung des ersten oberirdischen Organs können bei den bislang untersuchten *Botrychium*-Arten bis zu zehn Jahre vergehen (MULLER 1993). LESICA & AHLENSLAGER (1996) halten es für möglich, dass diese unterirdischen Jugendstadien und die Prothallien in ihrer reproduktionsbiologischen Funktion den Samenbanken der Angiospermen entsprechen und ihnen eine bedeutende Rolle für die Populationsdynamik zukommt (vgl. auch JOHNSON-GROH et al. 2002). Typisch für viele *Botrychium*-Arten ist ihr unstetes Auftreten mit einer jährlich schwankenden Anzahl oberirdischer Organe (vgl. z. B. KELLY 1994; JOHNSON-GROH & LEE 2002). Insbesondere bei *B. simplex* treten einjährige oder auch mehrjährige Ruheperioden auf, in denen keine oder nur eine verminderte Anzahl oberirdischer Organe gebildet werden (vgl. TÖRNROTH 1955; BENNERT et al. 2003). Auch können individuenreiche Populationen mit weit über 100 Pflanzen innerhalb weniger Jahre gänzlich verschwinden (TÖRNROTH 1955). Auslöser hierfür sind oftmals natürliche Umwelteinflüsse wie beispielsweise Trockenstress (MULLER 1992; LESICA & STEELE 1994; LESICA & AHLENSLAGER 1996). Bei populationsbiologischen Untersuchungen liefern einmalige Zählungen daher kein zuverlässiges Bild über die tatsächlich vorhandene Populationsgröße. – Die Lebensdauer der ausgewachsenen Sporophyten und der Populationen ist bei den einzelnen *Botrychium*-Arten sehr unterschiedlich (LESICA & AHLENSLAGER 1996).

Botrychium simplex in Tirol

Arten der Untergattung *Botrychium*, zu der *B. simplex* gehört, gelten als kurzlebig. *B. matricariifolium* beispielsweise besitzt eine Halblebenszeit (Zeit, in der die Anzahl von Pflanzen einer Population um die Hälfte abgenommen hat) von 1,3 Jahren (MULLER 1993).

Oft wachsen mehrere *Botrychium*-Arten miteinander vergesellschaftet (vgl. MILDE 1859, 1869; MEYER 1966; PERSSON 1983) und bilden „Gattungs-Gemeinschaften“ („genus communities“; WAGNER & WAGNER 1983), wodurch die Bildung von Hybriden trotz der überwiegenden Selbstbefruchtung (MCCAULEY et al. 1985; SOLTIS & SOLTIS 1996; WATANO & SAHASHI 1992) begünstigt wird. Während aus Nordamerika Hybriden zwischen *B. simplex* und *B. lunaria* bzw. *B. matricariifolium* bekannt sind (WAGNER 1980, 1991; WAGNER et al. 1985; WAGNER & WAGNER 1988), liegen aus Europa Funde solcher Pflanzen bislang nicht vor. Da aber auch an einigen europäischen Wuchsorten (z. B. in Deutschland; BENNERT et al. 2003) gemeinsame Vorkommen der Einfachen Mondraute mit anderen Vertretern der Gattung *Botrychium*, vor allem mit *B. lunaria*, beobachtet werden können, sollte auch hier auf mögliche Hybriden geachtet werden, auch wenn solche Pflanzen meist nur in Einzelexemplaren zwischen großen Populationen der Elternpflanzen auftreten (vgl. WAGNER 1993).

An vielen europäischen Fundorten ist die Einfache Mondraute in nur individuenarmen Populationen oder stellenweise nur als Einzelpflanze nachgewiesen worden. Für die meisten norwegischen und schwedischen Vorkommen werden als Bestandszahlen zwischen einer und etwa 60 Pflanzen genannt (HAUGE 1951; NEDKVITNE 1953; WESTMAN 1996; ENGAN 2001). Populationen mit hundert und mehr Exemplaren sind die große Ausnahme und nur für wenige Lokalitäten in Norwegen, Schweden und Dänemark dokumentiert (TÖRNROTH 1955, 1960; FAHREUS 1981; HOLTAN-HARTWIG & TIMDAL 1990; WIND 1992; ENGAN 2001). Auch an manchen Fundstellen in den Alpen kommt *B. simplex* nur in kleinen bis sehr kleinen Populationen vor: drei Exemplare an der derzeit einzigen Fundstelle in Italien (PROSSER 2000), vier Exemplare bei Samedan in der Schweiz (MOSER et al. 2002b), eine Einzelpflanze bzw. ca. 15 Exemplare an den beiden Lokalitäten in der Steiermark (R. Karl, mdl. Mitt.; H. Melzer, mdl. Mitt.). Die teilweise individuenreichen Bestände in den Ötztaler Alpen sind im Vergleich mit anderen europäischen Vorkommen, insbesondere mit denen in den Alpen, als überdurchschnittlich groß zu bezeichnen.

Bestandssituation, Gefährdung und Schutz

Botrychium simplex war in Europa schon immer eine relativ seltene Art (vgl. JALAS & SUOMINEN 1972), die zudem in den letzten Jahrzehnten in den allermeisten Regionen massive Bestandseinbrüche hinnehmen musste. JÄGER & HOFFMANN (1997) gehen europaweit von weniger als 20 aktuellen Vorkommen aus, einer Zahl, die durch die Neufunde in Österreich leicht nach oben korrigiert werden kann. Insbesondere in Gebieten mit ehemals zahlreicheren Vorkommen wie Skandinavien, Polen und anderen baltischen Staaten hat die Einfache Mondraute die meisten ihrer Vorkommen eingebüßt. In Schweden liegen aktuelle Nachweise von drei Lokalitäten vor (WESTMAN 1996). In Dänemark ist aus jüngerer Zeit nur ein Vorkommen aus dem Jahr 1992 bekannt (WIND 1992). Im Zeitraum zwischen 1890 und 1950 wurde *B. simplex* dort immerhin an sieben Lokalitäten gefunden (WINSTEDT 1953). Für Polen stehen 24 früheren Nachweisen nur zwei Funde nach 1980 gegenüber (KAŻMIERCZAKOWA & ZARZYCKI 2001). Für die übrigen baltischen Staaten (Estland, Lettland, Litauen) liegen keine aktuellen Beobachtungen vor (LAASIMER et al. 1993). Der letzte Nachweis in Estland an einer der insgesamt zwei bekannt gewordenen Fundstellen erfolgte im Jahr 1926. In Lettland wurde

B. simplex letztmalig 1984 an einer der wenigen bekannten Fundorte in der Küstenregion beobachtet. Aus Litauen sind keine präzisen Angaben zu Anzahl der Vorkommen und Jahr des letzten Nachweises bekannt (LAASIMER et al. 1993). Falls nicht bereits vollständig erloschen bzw. verschollen, wird die Art mittlerweile für diese Staaten als „vom Aussterben bedroht“ eingestuft (INGELÖG et al. 1993; KOTIRANTA et al. 1998; KAŹMIERCZAKOWA & ZARZYCKI 2001). In Deutschland steht 10 älteren Nachweisen, überwiegend aus dem 19. Jahrhundert, nur ein aktuell bestehendes Vorkommen gegenüber. Auch hier muss *B. simplex* als „vom Aussterben bedroht“ gelten (BENNERT 1999). Für das Gebiet der Tschechischen Republik (ehemals zwei Vorkommen; SLAVÍK 1986) gilt *B. simplex* seit Jahrzehnten als erloschen (HOLUB & PROCHÁZKA 2000). Für Frankreich mit weniger als fünf in den letzten Jahren beobachteten Vorkommen ist die Art als „Vulnérable“ (entspricht der Kategorie „gefährdet“) eingestuft (OLIVIER et al. 1995). In Slowenien ist die Einfache Mondraute seit fast 50 Jahren nicht mehr gefunden worden und gilt als „erloschen“ (WRABER & SKOBERNE 1989). Für Italien (PROSSER 2001; bei CONTI et al. 1992 und CELLINESE et al. 1996 noch als „gefährdet“ geführt), Österreich (NIKLFIELD & SCHRATT-EHRENDORFER 1999) und die Schweiz (MOSER et al. 2002a) gilt *B. simplex* als „vom Aussterben bedroht“. An vielen der aktuell noch bestehenden Fundorte außerhalb Österreichs kommt die Einfache Mondraute oft nur in Kleinst- oder Kleinpopulationen vor, die zwischen einer und etwa 60 Pflanzen umfassen (s. oben).

Als Gefährdungsfaktoren werden Bewirtschaftungsveränderungen und damit einhergehende Sukzessionsabläufe wie Vergrasung und Verbuschung (z.B. infolge Aufgabe extensiver Beweidung), Bautätigkeit und Tourismus, Aufforstungen, Veränderung des Wasserregimes sowie das illegale Sammeln durch „Raritätenjäger“ genannt (WIND 1992; HORN & STOOR 1995; KOTIRANTA et al. 1998; KÄSERMANN & MOSER 1999). Insbesondere das skrupellose Plündern ganzer Populationen durch einen kleinen Kreis rücksichtsloser Sammler ist in neuerer Zeit zu einem nicht zu unterschätzenden Gefährdungsfaktor geworden und hat, wie in der Steiermark, bereits zum Verschwinden von Vorkommen geführt (HORN & STOOR 1995). Ferner treffen für *B. simplex* aus den reproduktionsbiologischen Besonderheiten der Art abzuleitende biologische Risikofaktoren zu wie eine Keimung der chlorophyllfreien Sporen nur bei Anwesenheit von Pilzen als Symbionten, eine anschließende mehrjährige Entwicklung der mykotrophen Prothallien sowie eine vermutliche kurze Lebensspanne der einzelnen Sporophyten (vgl. BENNERT 2000). – Aktuelle Gefährdungsfaktoren sind in den Ötztaler Alpen derzeit nicht zu erkennen, von kleinflächigen natürlichen Erosionsvorgängen einmal abgesehen.

Als wirkungsvolle Schutzmaßnahmen bieten sich an: Beibehaltung bisheriger extensiver Bewirtschaftungsformen in Gebieten mit *B. simplex*-Vorkommen ohne Einsatz von Dünger, Unterbindung von Erschließungs- und Bauvorhaben, sofern dadurch Wuchsorte der Art bedroht würden, ggf. Pflegemaßnahmen in Form von Zurückdrängen unmittelbarer Konkurrenzpflanzen sowie nach Möglichkeit jährliche Bestandskontrollen in Form eines Populationsmonitorings als „Frühwarnsystem“, um negative Einflüsse rechtzeitig erkennen zu können. Ferner sollten nur die für Naturschutz und Landschaftspflege unmittelbar zuständigen Fachbehörden über die genaue Lage der Vorkommen in Kenntnis gesetzt werden und ansonsten eine konsequente Zurückhaltung in der Weitergabe genauer Informationen über geographische Lage von Wuchsorten geübt werden. An alle Botaniker, die im Gelände *B. simplex* beobachten, ergeht die eindringliche Bitte um absolute Schonung der Pflanzen!

Botrychium simplex in Tirol

Den teilweise individuenstarken Populationen in den Öztaler Alpen kommt unter dem Aspekt der großen Seltenheit von *B. simplex* sowie der starken Gefährdung und dem deutlichen Rückgang im gesamten europäischen Areal eine besondere Bedeutung für die Erhaltung der Art innerhalb Europas zu (vgl. JÄGER & HOFFMANN 1997; SCHNITTLER & GÜNTHER 1999, 2001; WELK 2002). Die Einfache Mondraute ist eine nach der Berner Konvention besonders geschützte Art. Als Art des Anhangs II der FFH-Richtlinie besteht für ihre Bestände eine besondere Verantwortlichkeit innerhalb der Länder der Europäischen Union. Die zuständigen österreichischen Behörden sollten daher Maßnahmen zur langfristigen Sicherung der Wuchsorte in den Öztaler Alpen ergreifen und eine regelmäßige Kontrolle der Bestände im Form eines Populationsmonitorings durchführen lassen.

Danksagung

Herr Dr. J. Müller (Bremen) übermittelte uns freundlicherweise den während einer Studenten-Exkursion im Jahr 1989 erbrachten Nachweis von *B. simplex* in den Öztaler Alpen und teilte uns die genaue Fundstelle mit. Herrn Mag. R. Karl (Köflach) danken wir für die Mitteilung seines Fundes der Einfachen Mondraute in der Steiermark und die Erlaubnis, den Fund in vorliegender Arbeit zu veröffentlichen. Herrn M. Engelhardt (Tübingen-Lustnau) gilt unser Dank für den Hinweis auf die fragwürdige Angabe „Galtür“. Herrn Univ.-Prof. Dr. H. Niklfeld (Wien) verdanken wir den Hinweis auf die fälschliche Angabe aus den Karawanken. Herr Mag. Dr. A. Tribsch (Wien) übernahm freundlicherweise das Erstellen der Verbreitungskarte, wofür ihm an dieser Stelle herzlich gedankt sei. Herrn Prof. Dr. M. Schnittler (Greifswald) danken wir für das Erstellen der englischsprachigen Zusammenfassung. Herrn Prof. Dr. H. W. Bennert (Bochum) gilt unser Dank für die Möglichkeit, die Aufbereitung sowie die pH-Wert-Messungen der Bodenproben in seiner Arbeitsgruppe am Lehrstuhl für Spezielle Botanik der Ruhr-Universität Bochum durchführen zu lassen; Frau Ilse Wessel (Bochum) danken wir für die Ausführung dieser Arbeiten. Herrn Priv.-Doz. Dr. M. M. Joachimski sowie Frau Daniele Lutz vom Institut für Geologie und Mineralogie der Universität Erlangen-Nürnberg gilt unser Dank für die Analyse der Kohlenstoff- und Stickstoffwerte. Herrn V. Griener (Karlsruhe) gilt unser Dank für das Anfertigen der Herbarfotos. Für Bestimmungshilfen danken wir den Herren Dr. E. Foerster, Kleve (*Festuca*), Prof. Dr. G. Philippi, Karlsruhe (Moose), und Prof. Dr. V. Wirth, Karlsruhe (Flechten). Dem Kustos des Herbariums am Nationalmuseum in Prag (PR) gilt unser Dank für die Ausleihe von Herbarmaterial. Herr F. Procházka (Vimperk) vermittelte freundlicherweise diese Ausleihe.

Literatur

- ADLER W., OSWALD K. & FISCHER, R. [Bearb.] (1994):** Exkursionsflora von Österreich. Bestimmungsbuch für alle in Österreich wildwachsenden sowie die wichtigsten kultivierten Gefäßpflanzen (Farnpflanzen und Samenpflanzen) mit Angaben über ihre Ökologie und Verbreitung. Herausgegeben von FISCHER M. A. – Stuttgart, Wien: Ulmer.
- BADRÉ, F., DESCHATRES, R. & GAMISANS, J. (1986):** Les Ptéridophytes de la Corse. – Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., 4^e Sér., 8 (Sect. B, Adansonia 4): 423–461.
- BARKMAN, J. J., DOING, H. & SEGAL, S. (1964):** Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. – Acta Bot. Neerl. 13(3): 394–419.
- BECHERER, A. (1966):** Fortschritte in der Systematik und Floristik der Schweizerflora (Gefäßpflanzen) in den Jahren 1964 und 1965. – Ber. Schweiz. Bot. Ges. 76: 97–145.

- BENKERT, D. (1982):** Verbreitungskarten brandenburgischer Pflanzenarten. 1. Reihe. Ophioglossaceae und Pyrolaceae. – *Gleditschia* **9**: 77–107.
- BENNERT, H. W. (1999):** Die seltenen und gefährdeten Farnpflanzen Deutschlands – Biologie, Verbreitung, Schutz. Unter Mitarbeit von HORN, K., BENEMANN, J. & HEISER, T. – Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag.
- BENNERT, H. W. (2000):** Risk assessment in German pteridophytes – Methods and results of a field survey. – *Z. Ökologie Naturschutz* **9**(1/2): 27–34.
- BENNERT, H. W., SONNEBORN, I., SONNEBORN, W. & HORN, K. (2003):** Bestandsdynamik, Ökologie und Soziologie von *Botrychium simplex* in der Senne (Nordrhein-Westfalen). – *Abh. Westf. Mus. Naturk.* **65**(1/2): 31–42.
- BERTSCH, K. (1951):** Kritische Pflanzen unserer Flora. – *Jh. Ver. Vaterl. Naturk. Württ.* **106**: 46–68.
- BLUM, W. E. H. [Bearb.] (1992):** Bodenkunde in Stichworten (5. Aufl.). Begr.: SCHROEDER, D. – Berlin, Stuttgart: Borntraeger.
- BOUBY, H. (1963):** *Botrychium simplex* Hitchc., fougère nouvelle pour la moitié sud de la France. – *Bull. Mus. Nat. d'Hist. Nat., 2^e Sér.* **35**(6): 654–661.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964):** Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde (3. Aufl.). – Wien, New York: Springer.
- BUCHENAU, F. (1896):** Flora der Ostfriesischen Inseln (einschliesslich der Insel Wangeroog). 3. Aufl. – Leipzig: Engelmann.
- CELLINESE, N., JARVIS, C. E., PICHİ SERMOLLI, R. E. G., PRESS, J. R., SHORT, M. J. & VICIANI, D. (1996):** Threatened plants of Italy. Pteridophytes. – *Mem. Accad. Lunigianese Sci. «Giovanni Capellini»* **66**: 117–145.
- CHRIST, H. (1900):** Die Farnkräuter der Schweiz. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz. Band I, Heft 2. – Bern: Wyss.
- CLAUSEN, R. T. (1938):** A monograph of the Ophioglossaceae. – *Mem. Torrey Bot. Club* **19**(2): 1–177.
- CONTI, F., MANZI, A. & PEDROTTI, F. (1992):** Libro rosso delle piante d'Italia. – Rom: WWF Associazione Italiana, Società Botanica Italiana.
- DALLA TORRE, K. W. VON & SARNTHEIN, L. VON (1906):** Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol, des Landes Vorarlberg und des Fürstenthumes Liechtenstein. Band 6, 1. Teil: Die Farnpflanzen, Nadelhölzer und Spitzkeimer (Pteridophyta, Gymnospermae et Monocotyledoneae). – Innsbruck: Wagner'sche Universitätsbuchhandlung.
- DOSTÁL, J. (1984):** Familie Ophioglossaceae, Rautenfarngewächse. – In: HEGI, G. [Begr.] Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band 1, Teil 1 (3. Aufl.): Pteridophyta: 84–98. – Berlin, Hamburg: Parey.
- ENGAN, G. (2001):** Dvergmarinøkkel *Botrychium simplex* funnet to steder i Hvaler i Østfold. – *Blyttia* **59**(4): 177–181.
- FÄHRÆUS, G. (1981):** Nya gotländska *Botrychium*-fynd. – *Svensk Bot. Tidskr.* **75**: 97–101.
- FIORI, A. (1943):** Flora Italica Cryptogama. Pars V: Pteridophyta. Filicinae, Equisetinae, Lycopodinae. – Firenze: Ricci.
- FUCHS-ECKERT, H. P. & HEITZ-WENIGER, C. (1978):** Fortschritte in der Systematik und Floristik der Schweizerflora (Gefäßpflanzen) in den Jahren 1976 und 1977 (mit besonderer Berücksichtigung der Grenzgebiete). – *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* **88**(3/4): 121–296.
- FUCHS-ECKERT, H. P. & HEITZ-WENIGER, C. (1982):** Fortschritte in der Floristik der Schweizerflora (Gefäßpflanzen) in den Jahren 1978 und 1979 (mit besonderer Berücksichtigung der an die Schweiz angrenzenden Gebiete). – *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* **92**: 61–321.
- GAMISANS, J. (1976):** La végétation des montagnes corses. – *Phytocoenologia* **3**(4): 425–498.

Botrychium simplex in Tirol

- GAMISANS, J., GUYOT, I., JEANMONOD, D. & REGATO, P. (1993):** *Botrychium simplex* E. Hitchc. – In: JEANMONOD, D. & BURDET, H.-M. [éds.]: Notes et contributions à la flore de Corse, IX. – Candollea **48**: 530.
- GÖRZ, R. (1913):** Die Hügelflora um Brandenburg a.H. Ein Beitrag zur Charakteristik und Entwicklung der pontischen Flora des Havellandes. – Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg **54**: 182–217.
- HAUGE, N. (1951):** *Botrychium simplex* i Østfold. – Blyttia **9**: 16–21.
- HERGT, B. (1906):** Die Farnpflanzen Thüringens. – Mitt. Thüring. Bot. Ver. N.F. **21**: 1–50.
- HESS, H. E., LANDOLT, E. & HIRZEL, R. (1967):** Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. Band 1: Pteridophyta bis Caryophyllaceae. – Basel: Birkhäuser.
- HESS, H. E., LANDOLT, E. & HIRZEL, R. (1972):** Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. Band 3: Plumbaginaceae bis Compositae. – Basel: Birkhäuser.
- HOLTAN-HARTWIG, J. & TIMDAL, E. (1990):** Dvergmarinøkkel funnet i Hordaland. – Blyttia **48**: 132.
- HOLUB, J. & PROCHÁZKA, F. (2000):** Red list of vascular plants of the Czech Republic – 2000. – Preslia **72**(2–4): 187–230.
- HORN, K. & STOOR, A. M. (1995):** Pflanzensammeln contra Artenschutz – drei Fallbeispiele. – Ber. Bayer. Bot. Ges. **65**: 143–146.
- HULTÉN, E. & FRIES, M. (1986):** Atlas of North European Vascular Plants North of the Tropic of Cancer. Vol. 1. – Königstein: Koeltz.
- INGELÖG, T., ANDERSSON, R. & TJERNBERG, M. [eds.] (1993):** Red Data Book of the Baltic Region. Part 1: Lists of threatened vascular plants and vertebrates. – Uppsala: Swedish Threatened Species Unit; Riga: Institute of Biology.
- JÄGER, E. J. & HOFFMANN, M. H. (1997):** Schutzwürdigkeit von Gefäßpflanzen aus der Sicht der Gesamtareale. – Z. Ökologie Naturschutz **6**(4): 225–232.
- JALAS, J. & SUOMINEN, J. [eds.] (1972):** Atlas Florae Europaeae. Vol. 1: Pteridophyta (*Psilotaceae* to *Azollaceae*). – Helsinki: The Committee for Mapping the Flora of Europe and Societas Biologica Fennica Vanamo.
- JANCHEN, E. (1960):** Catalogus Florae Austriae. Ein systematisches Verzeichnis der auf österreichischem Gebiet festgestellten Pflanzenarten. I. Teil: Pteridophyten und Anthophyten (Farne und Blütenpflanzen). Heft 4 (Monocotyledones, Nachträge, Register). – Wien: Springer. („1959“)
- JOHNSON-GROH, C. & LEE, J. M. (2002):** Phenology and demography of two species of *Botrychium* (Ophioglossaceae). – Amer. J. Bot. **89**(10): 1624–1633.
- JOHNSON-GROH, C., RIEDEL, C., SCHOESSLER, L. & SKOGEN, K. (2002):** Belowground distribution and abundance of *Botrychium* gametophytes and juvenile sporophytes. – Amer. Fern J. **92**(2): 80–92.
- JONSELL, B. (2000):** Ophioglossaceae. – In: JONSELL, B. [ed.]: Flora Nordica. Vol. 1: Lycopodiaceae to Polygonaceae: 29–38. – Stockholm: Bergius Foundation, Royal Swedish Academy of Sciences.
- KÄSERMANN, C. & MOSER, D. M. (1999):** Merkblätter Artenschutz. Blütenpflanzen und Farne. Stand: Oktober 1999. – Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- KAŹMIERCZAKOWA, R. & ZARZYCKI, K. [eds.] (2001):** Polska czerwona księga roślin. Paprotniki i rośliny kwiatowe [Polish red data book of plants. Pteridophytes and flowering plants]. – Kraków: Instytut Botaniki im. W. Szafera, Instytut Ochrony Przyrody, Polska Akademia Nauk.
- KELLY, D. (1994):** Demography and conservation of *Botrychium australe*, a peculiar, sparse mycorrhizal fern. – New Zeal. J. Bot. **32**(4): 393–400.
- KERNER, A. (1882):** Schedae ad Floram exsiccata Austro-Hungaricam. Vol. 2. – Vindobonae: Frick.

- KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W. & GRADSTEIN, S.R. (2000):** Referenzliste der Moose Deutschlands. Dokumentation unterschiedlicher taxonomischer Auffassungen. – Schriftenr. Vegetationskde. **34**: 1–519.
- KOTIRANTA, H., UOTILA, P., SULKAVA, S. & PELTONEN, S.-L. [eds.] (1998):** Red Data Book of East Fennoscandia. – Helsinki: Ministry of the Environment, Finnish Environment Institute, Botanical Museum, Finnish Museum of Natural History.
- KUNTZE, H., ROESCHMANN, G. & SCHWERDTFEGER, G. (1994):** Bodenkunde (5. Aufl.). – Stuttgart: Ulmer.
- LAASIMER, L., KUUSK, V., TABAKA, L. & LEKAVIČIUS, A. [eds.] (1993):** Flora of the Baltic countries. Compendium of vascular plants. Vol. 1. – Tartu: Estonian Academy of Sciences, Institute of Zoology and Botany.
- LESICA, P. & AHLENSLAGER, K. (1996):** Demography and life history of three sympatric species of *Botrychium* subg. *Botrychium* in Waterton Lakes National Park, Alberta. – Can. J. Bot. **74**: 538–543.
- LESICA, P. & STEELE, B.M. (1994):** Prolonged dormancy in vascular plants and implications for monitoring studies. – Nat. Areas J. **14**(3): 209–212.
- LEUTE, G.H. (1967):** Nachträge zur Flora von Kärnten I. – Carinthia II **157/77**: 137–164.
- LITARDIÈRE, R. DE (1927):** Le *Botrychium simplex* Hitchc. en Corse. – Bull. Soc. Bot. France **74**: 729–734.
- LITARDIÈRE, R. DE (1928):** Contributions à l'étude phytosociologique de la Corse. Les montagnes de la Corse orientale entre le Golo et le Tavignano. – Arch. Bot. **2**, Mém. 4: 1–184, pl. 1–10.
- LITARDIÈRE, R. DE (1930a):** Nouvelles contributions à l'étude de la flore de la Corse (Fascicule 3). – Arch. Bot. **4**, Mém. 2: 1–16.
- LITARDIÈRE, R. DE (1930b):** Contributions à l'étude phytosociologique de la Corse. Les pozzines du Massif de l'Incudine. – Arch. Bot. **4**, Mém. 4: 1–20.
- LUERSSSEN, C. (1889):** Die Farnpflanzen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. 3. Band (2. Aufl.). – Leipzig: Kummer.
- MCCAULEY, D.E., WHITTIER, D.P. & REILLY, L.M. (1985):** Inbreeding and the rate of self-fertilization in a grape fern, *Botrychium dissectum*. – Amer. J. Bot. **72**(12): 1978–1981.
- MAIER, M., NEUNER, W. & POLATSCHKE, A. (2001):** Flora von Nordtirol, Osttirol und Vorarlberg. Bd. 5: Einkeimblättrige: Poaceae bis Zannichelliaceae, Nachträge, Kartenteil, Rote Listen, Geschichte der botanischen Erforschung, Rückblick und Ausblick, Literaturnachträge. – Innsbruck: Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum.
- MELZER, H. (1990):** *Botrychium simplex* Hitchcock, die Einfache Mondraute – auch in der Steiermark. – Not. Flora Steiermark **11**: 1–6.
- MEUSEL, H., JÄGER, E. & WEINERT, E. [Hrsg.] (1965):** Vergleichende Chorologie der zentral-europäischen Flora. Bd. 1, Kartenteil, Textteil. – Jena: VEB Fischer.
- MEYER, D.E. (1966):** Ein Standort von drei *Botrychium*-Arten und *Ophioglossum* mit Prothalliumfunden am Straßenrand der Großstadt. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. **78**: 396–397.
- MILDE, J. (1859):** Die Gefäß-Cryptogamen in Schlesien preussischen und österreichischen Antheils. – Nova Acta Leop. **26**(2): 369–767, Tab. 31–55. („1858“)
- MILDE, J. (1869):** Botrychiorum Monographia. – Verh. Zool.-bot. Ges. Wien **19**: 55–190, Taf. VII–IX.
- MOSER, D.M., GYGAX, A., BÄUMLER, B., WYLER, N. & PALESE, R. (2002a):** Rote Liste der gefährdeten Arten der Schweiz. Farn- und Blütenpflanzen. Ausgabe 2002. – Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.

Botrychium simplex in Tirol

- MOSER, D. M., GYGAX, A., PALESE, R., BÄUMLER, B. & WYLER, N. (2002b):** Fortschritte in der Floristik der Schweizer Flora (Gefäßpflanzen) (Mit Berücksichtigung der an die Schweiz angrenzenden Gebiete). 63. Folge (Berichtsjahr 2001, 2. Teil). – Bot. Helv. **112**(1): 69–90.
- MULLER, S. (1992):** The impact of a drought in spring on the sporulation of *Botrychium matricariifolium* (Retz) A. Br. in the Bitcherland (Northern Vosges, France). – Acta Oecol. **13**(3): 335–343.
- MULLER, S. (1993):** Population dynamics in *Botrychium matricariifolium* in Bitcherland (Northern Vosges Mountains, France). – Belg. J. Bot. **126**: 13–19.
- NEDKVITNE, K. (1953):** *Botrychium simplex* på Jæren. – Blyttia **11**: 140–142.
- NIKLFIELD, H. & SCHRATT-EHRENDORFER, L. (1999):** Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta und Spermatophyta) Österreichs. 2. Fassung. – Grüne Reihe Bundesministerium für Umwelt, Jugend, Familie **10**: 33–152.
- ØLLGAARD, B. & TIND, K. (1993):** Scandinavian ferns. A natural history of the ferns, clubmosses, quillworts, and horsetails of Denmark, Norway, and Sweden. – Copenhagen: Rhodos.
- OLIVIER, L., GALLAND, J.-P. & MAURIN, H. (1995):** Livre rouge de la flore menacée de France. Tome I: Espèces prioritaires. – Paris: Museum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire Botanique National de Porquerolles, Ministère de l'Environnement.
- PASCAL, D. & PASCAL, M. (1986):** *Botrychium simplex* Hitch. dans les Pyrénées orientales. – Le Monde des Plantes **423/424**: 9–10.
- PEPPLER-LISBACH, C. & PETERSEN, J. (2001):** Calluno-Ulicetea (G3). Teil 1: Nardetalia strictae. Borstgrasrasen. – Synopsis Pflanzengesellschaften Deutschlands **8**: 1–117.
- PERSSON, S. (1983):** En *Botrychium*-lokal i Medelpad. – Svensk Bot. Tidskr. **77**: 88.
- PIGNATTI, S. (1982):** Flora d'Italia. Vol. 1. – Bologna: Edagricole.
- PRELLI, R. (2001):** Les fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale. Avec la collaboration de BOUDRIE, M. – Paris: Belin.
- PRELLI, R. & BOUDRIE, M. (1992):** Atlas écologique des fougères et plantes alliées. – Paris: Lechevalier.
- PROSSER, F. (1994):** Segnalazioni per il Trentino di *Paludella squarrosa* (Hedw.) Brid. e *Thamnobryum alopecurum* (Hedw.) Gang. (Bryophyta). – Ann. Mus. Civ. Rovereto, Sez. Arch., St., Sc. Nat., **9**: 151–160.
- PROSSER, F. (2000):** Segnalazioni floristiche Tridentine. VII. – Ann. Mus. Civ. Rovereto, Sez. Arch., St., Sc. Nat., **15**: 107–141.
- PROSSER, F. (2001):** Lista Rossa della Flora del Trentino. Pteridofite e Fanerogame. – Rovereto: Edizioni osiride.
- REICHELT, G. & WILMANN, O. (1973):** Vegetationsgeographie. – Braunschweig: Westermann.
- SCHACHTSCHABEL, P., BLUME, H.-P., BRÜMMER, G., HARTGE, K.-H. & SCHWERTMANN, U. (1992):** Lehrbuch der Bodenkunde (13. Aufl.). Unter Mitarbeit von FISCHER, W. R., RENGGER, M. & STREBEL, O. – Stuttgart: Enke.
- SCHMID, E. & OBERWINKLER, F. (1994):** Light and electron microscopy of the host-fungus interaction in the achlorophyllous gametophyte of *Botrychium lunaria*. – Can. J. Bot. **72**: 182–188.
- SCHNEIDER, L. (1891):** Beschreibung der Gefäßpflanzen des Florengebiets von Magdeburg, Bernburg und Zerbst. Mit einer Uebersicht der Boden- und Vegetations-Verhältnisse (2. Aufl.). – Magdeburg: Creutz.
- SCHNITTLER, M. & GÜNTHER, K.-F. (1999):** Central european vascular plants requiring priority conservation measures – an analyses from national Red Lists and distribution maps. – Biodiversity Conserv. **8**(7): 891–925.
- SCHNITTLER, M. & GÜNTHER, K.-F. (2001):** Vorrangig schutzbedürftige Pflanzenarten in Mitteleuropa – eine Auswertung nationaler Roter Listen und Arealkarten. – Pulsatilla **4**: 28–46.

- SCHOLZ, P. (2000):** Katalog der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskde. **31**: 1–298.
- SLAVÍK, B. (1986):** Fytokartografické syntézy ČSR. Vol. 1. – Průhonice: Botanický ústav ČSAV.
- SOLTIS, D. E. & SOLTIS, P. S. (1986):** Electrophoretic evidence for inbreeding in the fern *Botrychium virginianum* (Ophioglossaceae). – Amer. J. Bot. **73**(4): 588–592.
- SONNEBORN, I. & SONNEBORN, W. (1994):** *Botrychium simplex* Hitchcock – Einfache Mondraute: Der Fund einer verschollenen oder ausgestorbenen Pflanzenart auf dem Truppenübungsplatz „Sennelager“. – Natur u. Heimat **54**(1): 25–27.
- TÖRNROTH, H. (1955):** Iakttagelser över trenne *Botrychium*-arter. – Acta Soc. Fauna Fl. Fenn. **72**(21): 1–4.
- TÖRNROTH, H. (1960):** Om *Botrychium*-arternas uppträdande på Åland. – Mem. Soc. Fauna Fl. Fenn. **35**: 67.
- WAGNER, F. S. (1993):** Chromosomes of North American grapeferns and moonworts (Ophioglossaceae: *Botrychium*). – Contr. Univ. Michigan Herb. **19**: 83–92.
- WAGNER, W. H. JR. (1980):** A probable new hybrid grapefern, *Botrychium matricariifolium* × *simplex*, from central Michigan. – Michigan Bot. **19**: 31–36.
- WAGNER, W. H. JR. (1991):** New examples of the Moonwort hybrid, *Botrychium matricariifolium* × *simplex* (Ophioglossaceae). – Canad. Field-Naturalist **105**: 91–94.
- WAGNER, W. H. JR. & WAGNER, F. S. (1983):** Genus communities as a tool in the study of New World *Botrychium* (Ophioglossaceae). – Taxon **32**(1): 51–63.
- WAGNER, W. H. JR. & WAGNER, F. S. (1988):** Detecting *Botrychium* hybrids in the Lake Superior region. – Michigan Bot. **27**: 75–80.
- WAGNER, W. H. JR. & WAGNER, F. S. (1993):** Ophioglossaceae C. Agardh. Adder's-tongue family. – In: FLORA OF NORTH AMERICA EDITORIAL COMMITTEE [eds.]: Flora of North America North of Mexico. Vol. 2: Pteridophytes and Gymnosperms: 85–106. – New York, Oxford: Oxford University Press.
- WAGNER, W. H. JR., WAGNER, F. S. & BEITEL, J. M. (1985):** Evidence for interspecific hybridisation in pteridophytes with subterranean mycoparasitic gametophytes. – Proc. Roy. Soc. Edinb. **86** B: 273–281.
- WARNSTORF, C. (1871):** Systematische Zusammenstellung der bis zum Jahre 1870 in der Umgebung von Arnswalde beobachteten einheimischen und verwilderten Phanerogamen und Kryptogamen. – Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg **13**: 1–46.
- WARNSTORF, C. (1892):** Beiträge zur Ruppiner Flora mit besonderer Berücksichtigung der Pteridophyten. – Z. Naturwiss. Ver. Harzes Wernigerode **7**: 63–90.
- WATANO, Y. & SAHASHI, N. (1992):** Predominant inbreeding and its consequences in a homosporous fern genus, *Sceptridium* (Ophioglossaceae). – Syst. Bot. **17**(3): 486–502.
- WELK, E. (2002):** Arealkundliche Analyse und Bewertung der Schutzrelevanz seltener und gefährdeter Gefäßpflanzen Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskde. **37**: 1–337.
- WELTEN, M. & SUTTER, R. (1982):** Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Vol. 1. – Basel: Birkhäuser.
- WESTMANN, G. (1996):** En ny lokal för dvärgsläbräken, *Botrychium simplex*, i Dalarna. – Svensk Bot. Tidskr. **90**: 159–160.
- WIINSTEDT, K. (1953):** Pteridofyternes Udbredelse i Danmark. – Bot. Tidsskr. **49**: 305–388.
- WIND, P. (1992):** Fredede arter i Danmark 2. – Urt **1992**: 89–93.
- WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998):** Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands mit Chromosomenatlas von ALBERS, F. – Stuttgart: Ulmer.

Botrychium simplex in Tirol

- WRABER, T. & SKOBERNE, P. (1989):** Rdeči seznam ogroženih praprotnic in semenk SR Slovenije [The Red Data List of threatened vascular plants in Socialist Republic of Slovenia]. – Varstvo Narave **14/15**: 9–429.
- ZAJĄC, A. & ZAJĄC, M. [eds.] (2001):** Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce [Distribution atlas of vascular plants in Poland]. – Kraków: Nakładem Pracowni Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego i Fundacji dla Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Anschriften der Verfasser:

Dipl.-Biol. Karsten Horn
Maria-Gebbert-Straße 17
D-91080 Uttenreuth
Deutschland
E-Mail: horn.karsten@t-online.de

Dr. h. c. Dieter Korneck
In der Held 33
D-53343 Wachtberg
Deutschland

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wulfenia](#)

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Horn Karsten, Korneck Dieter

Artikel/Article: [Die einfache Mondraute \(*Botrychium simplex* E. Hitchcock\) in Tirol 145-169](#)