

Die Verbreitung seltener Mondrauten (*Botrychium* spp., Ophioglossaceae, Pteridophyta) in Südtirol und dem angrenzenden Trentino (Italien)

Karsten Horn, Peter Sackwitz & Thomas Wilhalm

Abstract:

Distribution of rare Moonwort species (*Botrychium* spp., Ophioglossaceae, Pteridophyta) in South Tyrol and in the adjacent Trentino (Italy)

From 1992 to 2004 the rare species *Botrychium lanceolatum*, *B. matricariifolium* and *B. multifidum* have been observed in South Tyrol (Province of Bozen/Bolzano, Italy). In addition to confirming long-known localities, several new ones have been found. These observations are listed together with further unpublished records from the 1980s and 1990s as well as with data known from literature. The herbarium collections of the Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum (IBF) at Innsbruck and the Natural History Kabinett Vinzentinum Brixen (at present in IBF) have also been investigated. Furthermore, all known sites of the three mentioned *Botrychium* species as well as the species *Botrychium simplex* and *B. virginianum* in the neighbouring Province of Trento are listed and discussed regarding the total distribution as well as the range of these ferns in Italy. After 1990, *B. lanceolatum* has been confirmed in South Tyrol from two localities, while *B. matricariifolium* was known only from one and *B. multifidum* from four sites.

Investigations at two South Tyrol sites have shown that the places where *Botrychium* species can usually be found are *Nardus* communities (Geo montani-Nardetum strictae) rather poor in species on humus-rich, strongly acidic and very poor soils. The elevations of the *Botrychium* sites range from 1320 m to 1900 m a.s.l. with the exception of one locality of *B. matricariifolium*.

Due to the very small populations and the documented decline as well as to existing threat factors for the three listed Moonwort species in South Tyrol all of them are "critically endangered". Activities for protection and the initiation of a conservation project for these rare ferns are highly necessary.

Keywords: *Botrychium*, Ophioglossaceae, Pteridophyta, distribution, ecology, phytosociological behaviour, South Tyrol, Italy

1. Einleitung

Innerhalb der Farnpflanzen gelten die Vertreter der Gattung *Botrychium* Sw. (Mondrauten, Rautenfarne) auf Grund ihrer Seltenheit, ihrer ungewöhnlichen Morphologie mit dreidimensional verzweigten Blättern und ihrer mykotrophen Lebensweise schon von je her als besondere Pflanzen und üben eine starke Faszination auf Botaniker aus. Gerne werden sie daher auch als „die Orchideen der Farnpflanzen“ bezeichnet. Die Gattung ist in den gemäßigten Zonen, in der Polarregion sowie in den tropischen Gebirgen weit verbreitet, hat ihre Diversitätszentren jedoch in Nordamerika und Asien (CLAUSEN 1938). Die Gattung *Botrychium* wird in die vier Untergattungen *Osmundopteris*, *Japanobotrychium*, *Sceptridium* und *Botrychium* gegliedert (KRAMER & GREEN 1990), die von einigen Autoren auch als eigene Gattungen bewertet werden. Weltweit sind derzeit

etwa 60 Arten (WAGNER & WAGNER 1993) sowie 16 sterile Hybriden bekannt (WAGNER et al. 1985, WAGNER & WAGNER 1988, WAGNER 1993). In Europa kommen nach derzeitigem Kenntnisstand insgesamt sieben Arten und eine Hybride vor, wobei *B. boreale* und ihre Hybride mit *B. lunaria* (*B. × intermedium*) rein skandinavisch verbreitet sind (ØLLGAARD & TIND 1993, JONSELL 2000). In Italien sind alle sechs übrigen europäischen *Botrychium*-Arten nachgewiesen (FIORI 1943, PIGNATTI 1982, SOSTER 2001, MARCHETTI 2004): *B. lanceolatum*, *B. lunaria*, *B. matricariifolium*, *B. multifidum*, *B. simplex* und *B. virginianum*.

Mit Ausnahme von *B. simplex*, das in Italien nur aus dem Trentino und der Lombardei bekannt ist und *B. virginianum*, das bislang nur im Trentino sowie in Friaul-Julisch Venetien gefunden wurde, kamen bzw. kommen sämtliche Arten auch in Südtirol (Provinz Bozen) vor, wobei sie, abgesehen von *B. lunaria*, zu den großen floristischen Raritäten zählen. Obwohl seit den 1970er Jahren Beobachtungen der drei seltenen Arten durch deutsche Amateurbotaniker aus Südtirol vorlagen, war ihr Vorkommen bei italienischen Botanikern weitgehend unbekannt. Angeregt durch entsprechende Hinweise aus der Literatur sowie durch Informationen anderer Botaniker unternahmen zwei der Autoren (K. H. und P. S.) im August 1992 eine Exkursion nach Südtirol, die eine Überprüfung von bereits länger bekannten *Botrychium*-Fundorten zum Ziel hatte. Nachfolgend sind diese Funde im Kontext mit sämtlichen weiteren Daten, inklusive Neufunden, zum Vorkommen dieser drei *Botrychium*-Arten in der Region Trentino-Südtirol unter Nennung des jeweiligen Quadranten der Kartierung der Flora Mitteleuropas aufgeführt. Die Verbreitung der in Südtirol nachgewiesenen Arten ist kartographisch dargestellt. Auf die Verbreitung in Italien insgesamt wird eingegangen. Darüber hinaus werden für einige Vorkommen in Südtirol Angaben zur Standortökologie, zum Gesellschaftsanschluss sowie zur Populationsbiologie mitgeteilt.

2. Methoden

Zur Ermittlung der ökologischen Ansprüche der *Botrychium*-Arten wurden an den Wuchsorten im Bergltal und Flaggertal neben einigen allgemeinen standortökologischen Parametern (Meereshöhe, Exposition, Neigung, relativer Lichtgenuss bezogen auf die Freilandhelligkeit) folgende bodenkundlichen Kennwerte ermittelt: Bodenart (mittels der Fingerprobe), Feuchtigkeitsverhältnisse (die Abschätzung bezieht sich auf längerfristige Bedingungen am Wuchsort und wurde im Gelände vorgenommen) sowie pH-Wert (mit einer Einstabmesselektrode in 0,01 M CaCl₂ an einer Bodenprobe aus 2-8 cm Tiefe). An einer Bodenprobe vom Wuchsort im Bergltal wurden zusätzlich Stickstoffgehalt, Kohlenstoffgehalt, C/N-Verhältnis und Humusgehalt ermittelt. Die C- und N-Messungen erfolgten an einer lufttrockenen, gesiebten und homogenisierten Probe aus 2-8 cm Tiefe (A_n-Horizont) mit Hilfe eines Elementaranalysators (CE 1110 der Fa. Carlo Erba), basierend auf dem Prinzip der oxidativen Verbrennung. Aus dem gemessenen Kohlenstoffgehalt wurde durch Multiplikation mit dem Faktor 2 der Gehalt an organischer Substanz 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). Die verwendete Nomenklatur richtet sich bei den Gefäßpflanzen nach WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998) und bei den Moosen nach KOPERSKI et al. (2000). Die Abkürzungen der Herbarien folgen HOLMGREN et al. (1990).

3. Verbreitung der untersuchten *Botrychium*-Arten

Botrychium lanceolatum (S.G. Gmel.) Ångstr. (Lanzettliche Mondraute)

Allgemeine Verbreitung: Die Lanzettliche Mondraute weist eine disjunkte boreal-zirkumpolare Verbreitung auf mit einem Areal von Nordeuropa (Island, Skandinavien, Nordrussland) bis Nordostasien (Sibirien, Kamtschatka, Sachalin), Nordamerika und Grönland (HULTÉN & FRIES 1986). In Mitteleuropa existiert ein Teilareal in den Alpen (Frankreich, Italien, Schweiz, Österreich). Ein mittlerweile erloschenes Vorkommen in den polnischen West-Karpaten (JALAS & SUOMINEN 1972, DOSTÁL 1984, KAŻMIERCZAKOWA & ZARZYCKI 2001, ZAJAC & ZAJAC 2001) vermittelt zum nordeuropäischen Teilareal.

Verbreitung in Italien: Der erste Nachweis von *B. lanceolatum* für Italien stammt von J. LOSS aus dem Jahr 1868 von der Alpe Malgazza bei Cles im Trentino (9531/3; HAUSMANN 1869a, b; MILDE 1870; LUERSSSEN 1889; Abb. 1). DALLE TORRE & SARNTHEIN (1906) präzisieren diese Angabe: „Nonsberg; Im Val Bresimo, an einer grasigen, beschatteten Stelle der Alpenweide Malgazza, zwischen den Alpen Malgazza und Malghetto (= Val di Forzio) auf Glimmerschiefer bei etwa 1575 m unter Fichten und Tannen und mit drei anderen Botrychien von Josef Loss am 27. Juli 1868 entdeckt und in mehr als 50 Exemplaren gesammelt“. Dieses Vorkommen ist seit dem Erstfund offensichtlich nie wieder bestätigt worden.

Im Jahr 1909 gelang F. PRENN ein Fund von *B. lanceolatum* an den Wolfskluppen auf dem Wege zur Flaggeralpe bei Franzensfeste im heutigen Südtirol (9235/1; MURR 1910, HEIMERL 1911, HANDEL-MAZZETTI 1953; Abb. 2). Dieses Vorkommen wurde 1973 durch K. ENGLERT wiederbestätigt: „*B. lanceolatum*, *B. multifidum* und *B. ramosum* fand ich am 11. August 1973 zu beiden Seiten des alten Weges zur Unteren Flaggeralm nicht weit entfernt [unterhalb] dieser Alm“. Damals wurden ca. 30 Exemplare von *B. lanceolatum* gezählt (Englert, pers. Mitt.). Am 25. August 1992 konnten zwei der Autoren (K. H. & P. S.) zwei fertile Blätter von *B. lanceolatum*, vermutlich zu einer einzigen Pflanze gehörend (Abb. 3), vergesellschaftet mit *B. lunaria* und *B. multifidum* am alten Steig zur Unteren Flaggeralm in einer Höhe von ca. 1450 m ü.d.M. beobachten.

Ein weiterer Fundort wurde am 9. September 1973 von K. Englert in der Nähe der nur wenige Kilometer entfernten Ortschaft Grasstein im Bergltal (9135/3) entdeckt: „Etwas unterhalb dieses Platzes [bezieht sich auf einen Fundort von *B. multifidum*, s.u.] findet sich östlich des Baches am alten Weg bei ca. 1460 m bis 1470 m Höhe noch eine Stelle mit spärlich *B. lanceolatum* und *B. multifidum*“. Einen weiteren Fundort im Bergltal westlich des Baches in einer Höhe von ca. 1320 m ü.d.M. entdeckten K. H. & P. S. am 26. August 1992. Hier konnte ein Exemplar von *B. lanceolatum* beobachtet werden, vergesellschaftet mit *B. matricariifolium* und *B. multifidum*. Spätere Überprüfungen in den Jahren 2000 bis 2003 sowie 2005 erbrachten sowohl im Flaggertal als auch im Bergltal keine Bestätigung von *B. lanceolatum*.



Abb. 1: Herbarbeleg von der ersten in Italien bekannt gewordenen Fundstelle von *Botrychium lanceolatum* auf der Alpe Malgazza bei Cles im Trentino aus dem Jahr 1868 (Naturhistorisches Kabinett Vinzentinum Brixen). Foto: V. Griener.



Abb. 2: Herbarbeleg von *Botrychium lanceolatum* aus dem Flaggertal bei Franzensfeste aus dem Jahr 1909 (IBF). Foto: V. Griener.

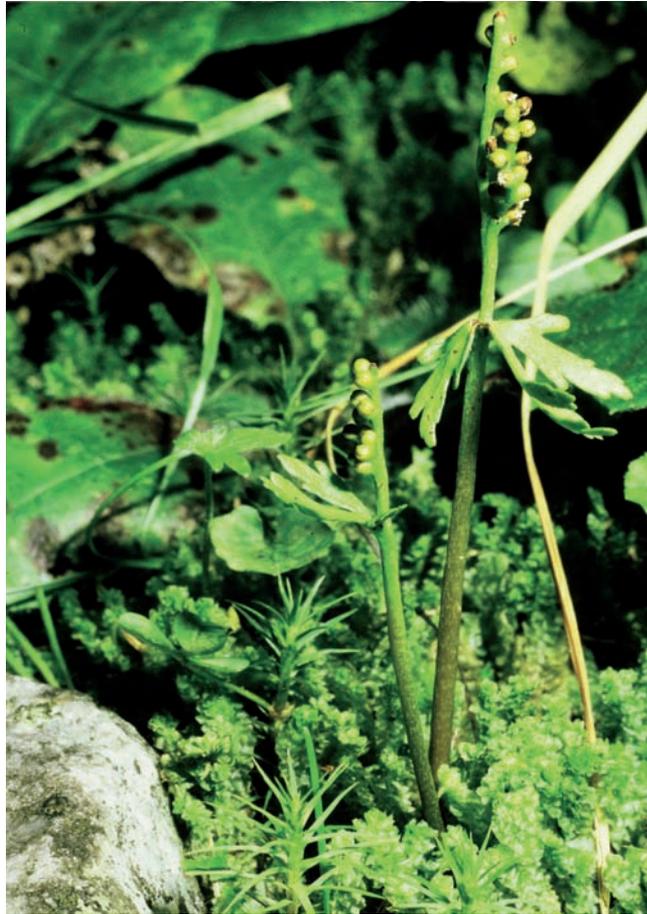
Eine offensichtlich nicht durch einen Herbarbeleg abgesicherte Angabe liegt aus der Lombardei aus dem Raum Bormio (Veltlin) von SCHINZ & KELLER (1909) vor, die allerdings von FURRER & LONGA (1915) angezweifelt wird.

Die Verbreitung von *B. lanceolatum* in Südtirol ist in Abb. 4 dargestellt.

Botrychium matricariifolium (RETZ.) A. BRAUN ex W.D.J. KOCH (Ästige Mondraute)

Allgemeine Verbreitung: Die Ästige Mondraute ist ein Vertreter der gemäßigten und kühlgemäßigten Zone. Die Art kommt (abgesehen von der in Patagonien isoliert auftretenden subsp. *patagonicum*; vgl. CLAUSEN 1938) ausschließlich auf der Nordhalbkugel vor, wo sie als amphiatlantische Art zwei Teilareale beiderseits des Atlantiks besitzt. Das europäische Areal erstreckt sich von Mitteleuropa (Vogesen, Deutschland, Tschechische Republik, Slowakische Republik) über Polen und das Baltikum bis hin nach Nordwest-

Abb. 3:
Zwei nahe zusammenstehende fertile Blätter von *Botrychium lanceolatum* im Flaggertal bei Franzensfeste, die vermutlich einem gemeinsamen Rhizom entspringen und damit zu einer einzigen Pflanze gehören. Foto: K. Horn (25.08.1992)



und Mittelrussland sowie nach Skandinavien. Das Mediterrangebiet und der atlantische Raum werden weitgehend gemieden. Einzelfunde sind von Korsika sowie aus Nord- und Mittelitalien bekannt (JALAS & SUOMINEN 1972; vgl. auch BENNERT 1999).

Verbreitung in Italien: *B. matricariifolium* ist von wenigen Fundpunkten in Nord- und Mittelitalien nachgewiesen und erreicht hier die Südgrenze seiner europäischen Verbreitung. Funde sind aus der Lombardei (Prov. Varese), aus der Region Trentino-Südtirol, aus Venezien, aus Emilia-Romagna, aus der Toskana (Apennin) und aus den Abruzzen bekannt (FIORI 1943, PIGNATTI 1982, BONALBERTI et al. 1995, SOSTER 2001). Eine kartographische Zusammenstellung der bis Anfang der 90er Jahre des 20. Jahrhunderts bekannten Vorkommen geben PERONI & PERONI (1995).

Der erste Nachweis von *B. matricariifolium* für Italien stammt von G. Montini aus dem Jahr 1845 vom Montaletto in der Lagorai-Gruppe im Trentino (9834/2; BONA et al. 2005). Ein weiterer Fund gelang J. Loss im Jahr 1868 auf der Alpe Malgazza bei Cles im Trentino (9531/3; HAUSMANN 1869a, b; MILDE 1870; LUERSSSEN 1889; Abb. 5). Später wurde die Art an beiden Fundorten nicht wieder beobachtet.

Den ersten Nachweis für Südtirol erbrachte F. Prens 1909 im Flaggertal (Weg zur Flaggertal bei Franzensfeste [9235/1]; MURR 1910, als *B. ramosum*). Dieses Vorkommen konnte 1973 von K. Englert (s. unter *B. lanceolatum*) und 1981 von G. Vinatzer wiederbestätigt werden, nicht aber von den Autoren vorliegender Arbeit.

Am 26. August 1992 wurde *B. matricariifolium* durch zwei der Autoren (K. H. & P. S.) in sieben Exemplaren im Bergltal bei Grasstein (9135/3) festgestellt. Die Ästige Mondraute wuchs gemeinsam mit *B. lanceolatum* und *B. multifidum* (s. auch unter *B. lanceolatum*). Spätere Überprüfungen in den Jahren 2000 bis 2003 sowie 2005 erbrachten dort keine Bestätigung von *B. matricariifolium* und *B. lanceolatum*.

Im Jahr 2003 gelang ein Wiederfund durch F. Prosser im Trentino an einer neuen Fundstelle. Allerdings wurde die Pflanze hier zunächst für *B. lunaria* gehalten, dann bei einer anschließenden Herbarrevision aber als *B. matricariifolium* erkannt: „Italia, provincia di Trento, Val di Genova, 550 m a WNW del Ponte delle Cambiali“ [9729/4], Altitude: 1800 m, Ecologia: Boscaglia fitta di acero di monte e ontano verde su frana blocchi (tonalite), leg. et det. F. Prosser (17.06.2003): *Botrychium lunaria*, rev. K. Horn (2004): *B. matricariifolium*, ROV“.

Die Verbreitung von *B. matricariifolium* in Südtirol ist in Abb. 6 dargestellt.

***Botrychium multifidum* (S.G. GMEL.) RUPR. (Vielteilige Mondraute)**

Allgemeine Verbreitung: Die Vielteilige Mondraute ist ein Vertreter der gemäßigten und kühlgemäßigten Zone beiderseits des Atlantiks. Das europäische Areal umfasst den Alpenraum, Deutschland, Tschechien, die Slowakei, Polen, das Baltikum und reicht weit nach Norden und Osten (bis zum 70. Breitengrad und zum Ural). Die südöstlichsten Vorkommen liegen in Rumänien (Karpaten) und in der Ukraine. Der Mittelmeerraum und Westeuropa werden vollständig gemieden (MEUSEL et al. 1965, JALAS & SUOMINEN 1972). In Nordamerika besitzt die Art ein weit von Ost nach West streichendes Areal (WAGNER & WAGNER 1993). Für Nordwest-Asien wird *B. multifidum* ebenfalls angegeben (vgl. WAGNER & WAGNER 1993).

Verbreitung in Italien: *B. multifidum* ist von wenigen Lokalitäten in Norditalien bekannt und erreicht hier die Südgrenze seiner europäischen Verbreitung. Nachweise liegen vor aus der Region Trentino-Südtirol, aus der Lombardei, aus Piemont sowie aus der Emilia-Romagna (PIGNATTI 1982, SOSTER 2001, MARCHETTI 2004). Ungesichert ist eine Angabe aus der Toskana (MARCHETTI 2004).

Die erste Angabe von *B. multifidum* für Italien stammt von BALL (1868) aus der Gegend zwischen Caoria und Val Regana (bei der zweiten Brücke über den Vanoibach) im Trentino (9735/4; vgl. auch VISIANI & SACCARDO 1869, GELMI 1893). Als weitere Fundorte sind im Trentino bekannt geworden: Alpe Malgazza bei Cles (J. Loss, 1868; 9531/3; HAUSMANN 1869b, LUERSSSEN 1889; Abb. 7), Paneveggio (9736/2; LUERSSSEN 1891), auf den Triften oberhalb Rolle bei mindestens 1900 m (9736/2; GELMI 1893; vermutlich identisch mit vorherigem Fundort), Val d'Arnò (9929/4; 1924, S. Tonzig; BONA et al. 2005), Malgazza di Sotto (9531/4; 1927, W. Pfaff; BONA et al. 2005). Eine spätere Bestätigung dieser Vorkommen ist nicht bekannt geworden. Eine ungesicherte Angabe liegt ferner von Arco (0031/3) vor (BONA et al. 2005).

Den ersten Nachweis für Südtirol erbrachte HEIMERL (1904): „Am Abhänge des Joches [Spilucker Joch] zwischen Seekofel und Sattelspitz gegen Riöl zu an einer Stelle nicht selten“ (9235/2; vgl. auch DALLE TORRE & SARNTHEIN 1906, HEIMERL 1911; Abb. 8). DALLA TORRE & SARNTHEIN (1906) nennen ferner als nicht genauer zu lokalisierenden Fundort „Schnalsertal“. HEIMERL (1911) gibt unter Berufung auf MURR (1910) als weiteren Fundort die Flaggeralpe bei Franzensfeste an. Dieser Angabe liegt offensichtlich eine Verwechslung durch HEIMERL (l.c.) zugrunde, da MURR (l.c.) *B. ramosum* nennt, das heutige *B. matricariifolium* (s. dort).

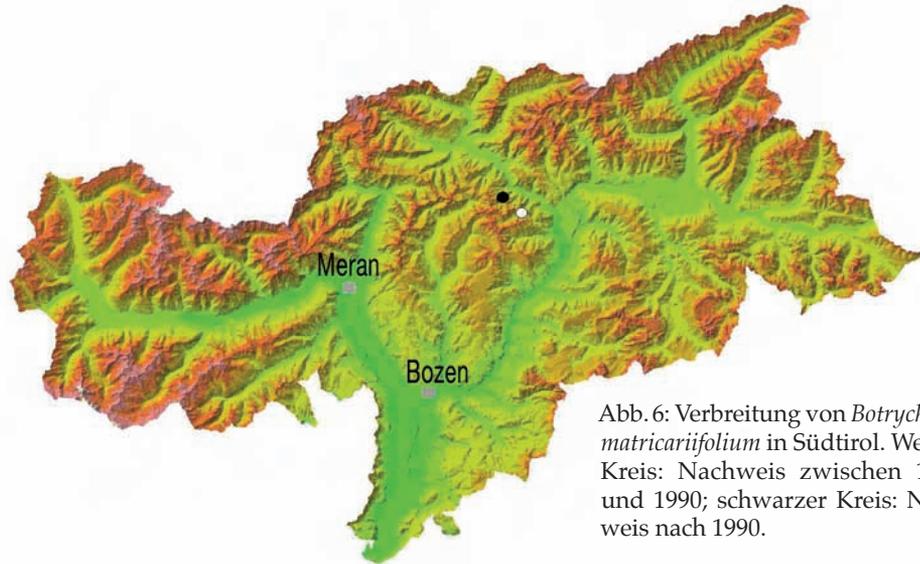


Abb. 6: Verbreitung von *Botrychium matricariifolium* in Südtirol. Weißer Kreis: Nachweis zwischen 1950 und 1990; schwarzer Kreis: Nachweis nach 1990.

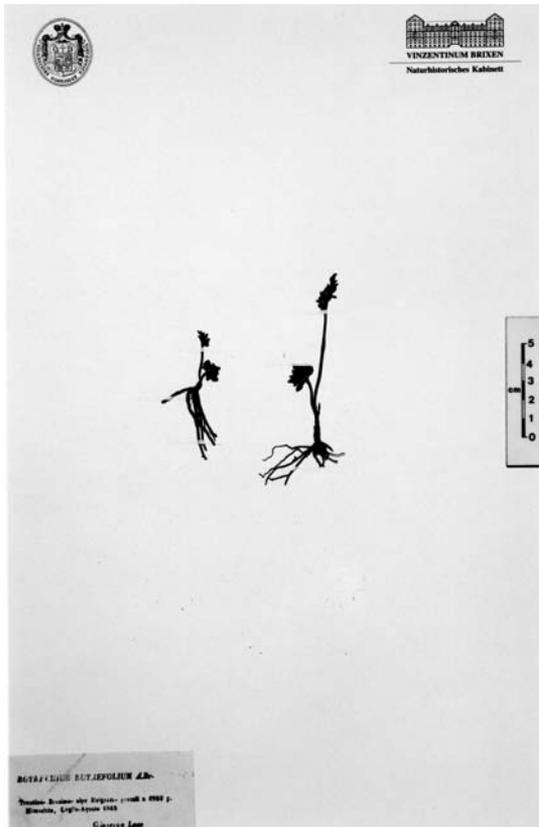


Abb. 7: Herbarbeleg von *Botrychium multifidum* von der Alpe Malgazza bei Cles im Trentino aus dem Jahr 1868 (Naturhistorisches Kabinett Vinzenzinum Brixen). Foto: V. Griener.

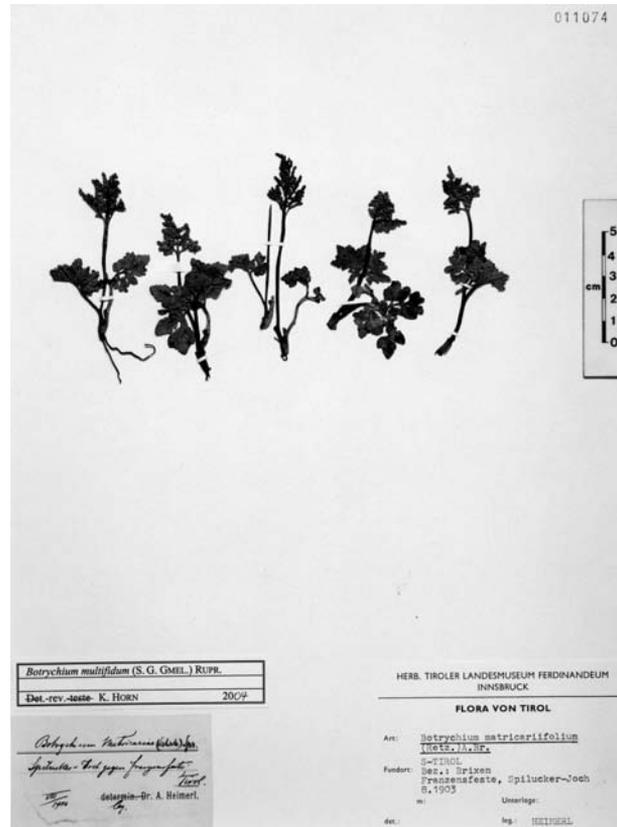


Abb. 8: Herbarbeleg von *Botrychium multifidum* vom Spilucker Joch bei Franzensfeste aus dem Jahr 1903 (IBF). Foto: V. Griener.

Abb.9: Gruppe fertiler Exemplare von *Botrychium multifidum* auf der Unteren Flaggeralm bei Franzensfeste.
Foto: K. Horn (25.08.1992)



Erstmalig am 11. August 1973 wurde *B. multifidum* von K. Englert beiderseits des alten Weges zur Unteren Flaggeralm (9235/1) in ca. 50 Exemplaren entdeckt. Die Art wuchs hier gemeinsam mit *B. lanceolatum* und *B. matricariifolium*. Am 25. August 1992 konnten zwei der Autoren (K. H. & P. S.) ca. 35 Exemplare von *B. multifidum*, vergesellschaftet mit *B. lanceolatum* (s. oben) und *B. lunaria* am alten Steig zur Unteren Flaggeralm zählen. Ein weiteres Vorkommen befindet sich im Randbereich der Unteren Flaggeralm (9235/1). Hier konnten K. H. & P. S. im August 1992, verteilt auf zwei Wuchsstellen, insgesamt acht Pflanzen von *B. multifidum* beobachten (Abb. 9), vergesellschaftet mit *B. lunaria*. K. Englert konnte unabhängig von den Autoren im Jahre 1994 die Art ebenfalls auf der Unteren Flaggeralm feststellen (Englert, pers. Mitt.). Seitdem war es eingeweihten Forstbeamten der Station Freienfeld möglich, die Art dort alljährlich mit 2-6 Exemplaren zu bestätigen (Breitenberger, pers. Mitt.). T. Wilhalm konnte im Jahr 2001 drei Exemplare zählen; 2003 konnte K. H. dort insgesamt neun Pflanzen beobachten.

Zwei weitere Fundstellen wurden von K. Englert in der Nähe der nur wenige Kilometer entfernten Ortschaft Grasstein (9135/3) entdeckt: „Im gleichen Jahr [1973] fand ich am 9. September an mehreren Stellen reichlich [ca. 100 Pflanzen] *B. multifidum* im Berglital

unterhalb der Bergler Alm bei ca. 1520 m Höhe östlich des Baches und des Weges“ (Beleg in BOZ). „Etwas spärlich fand sich diese Art ein paar Hundert Meter unterhalb dieses Platzes in Gesellschaft von einzelnen *B. lanceolatum* am alten Weg, ca. 1460 m bis 1470 m hoch“. Das erstgenannte Vorkommen wurde durch Ausbau des Weges wenige Jahre nach der Entdeckung vernichtet (Englert, in litt.). An einer dritten, ca. 1320 m ü.d.M. gelegenen Fundstelle im Bergtal konnten zwei der Autoren (K. H. & P. S.) am 26. August 1992 insgesamt 24 Exemplare von *B. multifidum* feststellen, vergesellschaftet mit *B. lanceolatum* und *B. matricariifolium* (s. auch unter *B. lanceolatum*). Bei späteren Überprüfungen in den Jahren 2000 bis 2003 konnten lediglich noch jeweils drei Pflanzen von *B. multifidum* an der letztgenannten Wuchsstelle registriert werden. Bei einer erneuten Exkursion im Jahr 2005 konnten weder an der untersten Wuchsstelle noch an der von K. Englert entdeckten, nächst höher gelegenen Fundstelle Mondrauten beobachtet werden.

Im Herbarium des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum in Innsbruck (IBF) findet sich ferner ein Beleg (vermutlich vor 1900, H. [?] Jobstmann) eines offensichtlich bislang nicht publizierten Fundes vom Sellajoch an der Grenze zum Trentino (9436/4 (?); Abb. 10).

Ein weiteres Vorkommen entdeckte K. Englert am 24. Juli 1988 im Arundatal südlich des Baches in fast ebenem Gelände bei ca. 1840-1860 m Seehöhe, etwa 200 m unterhalb der Laatscher Alm (9328/2). Der letzte Neufund für Südtirol gelang kürzlich W. Tratter, als er am 22. September 2004 westlich der Kuppelwieseralm im Ultental (9431/1) in einer Höhe von 1780 m ü.d.M. auf vier Exemplare der Art stieß.

Die Verbreitung von *B. multifidum* in Südtirol ist in Abb. 11 dargestellt.

***Botrychium simplex* E. HITCHC. (Einfache Mondraute)**

Allgemeine Verbreitung: *B. 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 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 (vgl. HORN & KORNECK 2003). In diesem Teilareal wird die Art als Glazialrelikt gedeutet. Im Alpenraum kam bzw. kommt die Einfache Mondraute als große floristische Rarität nur an wenigen Stellen in Österreich, der Schweiz, Frankreich, Italien und Slowenien vor (HORN & KORNECK 2003).

Verbreitung in Italien: In Italien sind bis heute fünf gesicherte Nachweise der Einfachen Mondraute sowie eine zweifelhafte Angabe bekannt geworden, von denen mit Ausnahme eines Fundes in der Lombardei alle aus dem Trentino stammen. Der Erstnachweis der Art in Italien erfolgte vermutlich durch J. Loss im Jahre 1868 auf der Alpe Malgazza im Val Bresimo bei Cles (9531/3; HAUSMANN 1869b; Angabe von DALLA TORRE & SARNTHEIN 1906 angezweifelt). HANDEL-MAZZETTI (1903) konnte *B. simplex* Anfang des 20. Jahrhunderts an dieser Lokalität wiederbestätigen („zwischen Gräsern am Wasserlauf bei der Alpe Malgazza di sotto sehr sparsam [1620 m]“) und als neuen Fundort Campivolo Levi bei Pejo (9630/1) hinzufügen: „ein Exemplar in einer Sumpfstelle ober Campivolo Levi bei Pejo (2150 m)“. Die nicht durch einen Herbarbeleg abgesicherte Angabe „Bereich des Molveno-Sees in der Brentakette (Loss 1873) wird von BONA et al. (2005) angezweifelt. Die einzigen aktuellen Beobachtungen von *B. simplex* stammen aus dem Val

Abb.10: Herbarbeleg von *Botrychium multifidum* vermutlich vom Sellajoch, vor 1900 gesammelt (IBF).
Foto: V. Griener.

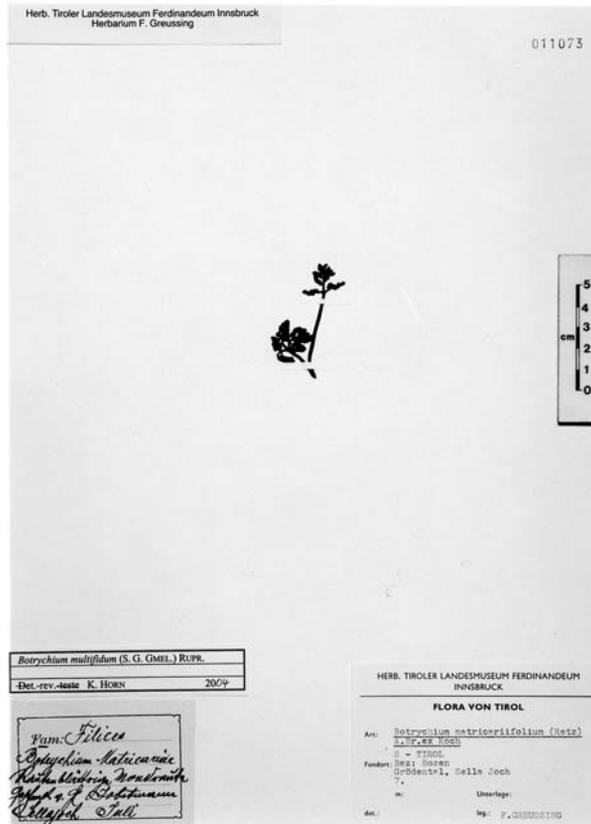


Abb.11: Verbreitung von *Botrychium multifidum* in Südtirol. Weißes Quadrat: Nachweis vor 1950; weißes Quadrat mit diagonalem Strich: Nachweis vor 1950 mit geographischer Unschärfe; weißer Kreis: Nachweis zwischen 1950 und 1990; schwarzer Kreis: Nachweis nach 1990.

Giumella. Am 10. September 1990 konnte F. Prosser ca. 4 km ostnordöstlich von Pozza di Fassa (9536/3) drei Exemplare der Art beobachten (Bestätigung des Vorkommens in einem Exemplar durch L. Maffei am 1. August 2000; PROSSER 1994, 2000). Im Jahr 2005 wurden an einer ca. 500 m von dieser Fundstelle entfernten Lokalität (9536/4) fünf weitere Pflanzen von *B. simplex* von Barbara Ghidotti entdeckt (Prosser, in litt.). Aus der Lombardei liegt eine Beobachtung aus dem Val di Dentro – Seitental Val Lia – (9527/1) vor (BONA et al. 2005). Dieses Vorkommen konnte nach 1990 nicht mehr beobachtet werden.

***Botrychium virginianum* (L.) Sw. (Virginische Mondraute)**

Allgemeine Verbreitung: Die Virginische Mondraute weist in Eurasien ein disjunktes Verbreitungsbild auf, ist in Nordamerika, wo sie das ausgedehnteste Areal aller *Botrychium*-Arten besitzt, hingegen weit verbreitet (vgl. WAGNER & WAGNER 1993). Über Mittelamerika dringt *B. virginianum* bis in die Gebirge des südlichen Amerika vor. Weitere Vorkommen sind aus Ost- und Zentralasien bekannt (CLAUSEN 1938). In Europa ist *B. virginianum* deutlich seltener. Das Verbreitungsgebiet umfasst ein skandinavisches Teilareal mit Vorkommen in Mittel- und Nordschweden sowie vereinzelt Fundpunkten in Finnland (ØLLGAARD & TIND 1993, JONSELL 2000). Etwas häufiger tritt die Art im Baltikum und in Teilen Nordrusslands auf (vgl. JALAS & SUOMINEN 1972). Das südliche Teilareal umfasst den Alpenraum mit Vorkommen in Deutschland, Österreich, der Schweiz, Italien und Slowenien (JALAS & SUOMINEN 1972). Zwischen beiden Teilarealen vermitteln Fundpunkte in Polen (KAŹMIERCZAKOWA & ZARZYCKI 2001, ZAJAC & ZAJAC 2001), der Slowakei (FUTÁK 1966), Ungarn (SÁNDOR 1999) und Rumänien (ROTHMALER 1993).

Verbreitung in Italien: In Italien ist *B. virginianum* bislang nur im Trentino sowie in Friaul-Julisch Venetien gefunden worden (MARCHETTI 2004, BONA et al. 2005). Aus dem Trentino liegen insgesamt zwei Angaben vor: eine nicht durch einen Herbarbeleg abgesicherte Angabe von H. Gams aus dem Zeitraum 1956/57 von Borgo Valsugana (9934/2; HANDEL-MAZZETTI 1957) sowie ein aktueller Nachweis von zwei Pflanzen aus dem Jahr 1996 von F. Pedrotti & P. Minghetti (Beleg in CAME) von Limes im Val Daone (0029/1; PEDROTTI & MINGHETTI 1998). Die Angabe bezüglich einer am Ende des 19. Jahrhunderts bei Sulden (Südtirol) gesammelten Pflanze von *B. virginianum* (HANDEL-MAZZETTI 1953) erscheint fragwürdig und konnte in der Folge auch nie bestätigt werden.

4. Ökologie und Populationsbiologie

4.1 Ergebnisse

Standortökologie

Die bislang in Südtirol bekannt gewordenen Wuchsorte von *B. lanceolatum*, *B. matricariifolium* und *B. multifidum* liegen sämtlich in der montanen Höhenstufe (1320-1470 bzw. 1320-1450 bzw. 1320-1860 m ü.d.M.). Die untersuchten Wuchsorte im Bergl- und Flaggertal sind schwach geneigt (Neigungen zwischen 2° und 8°) und weisen Expositionen nach Norden, Nordosten und Südosten auf. Die drei *Botrychium*-Arten besiedeln hier frische bis mäßig trockene, meist skelettreiche, sandig-lehmige, stark saure (pH-Werte 3,8 bzw. 4,1) Böden. Am untersuchten Standort im Bergl ist der Boden arm an Stickstoff (N_t-Gehalt von 0,32%) und Kohlenstoff (C_t-Gehalt von 4,7%). Das günstige C/N-Verhältnis von 14,7 weist auf eine hohe Humusqualität hin. Der Boden ist mit einem Humusgehalt von 9,4% nach BLUM (1992) als humusreich zu bezeichnen. Die Lichtverhältnisse reichen von vollsonnig (relativer Lichtgenuss von 100%) auf der Unteren Flaggeralm bis zu halbschattig (relativer Lichtgenuss 35-60%) am Wuchsort unterhalb der Flaggeralm.

Pflanzensoziologischer Anschluss

Als kleinwüchsige und somit konkurrenzschwache Pflanzen wachsen die *Botrychium*-Arten bevorzugt in lückigen, kurzrasigen Magerrasen, die oftmals anthropogenen Ursprungs sind (Abb. 12 und 13). Es handelt sich um extensiv beweidete Flächen bzw. durch Wegebau entstandene und später offengehaltene Bereiche. Die untersuchten Bestände im Flaggertal und im Bergl lassen sich in Anlehnung an PEPLER-LISBACH & PETERSEN (2001) als artenarme Ausbildungen des Bergnelkenwurz-Borstgras-Rasen (*Geo montani*-Nardetum strictae Lüdi 1948) klassifizieren (Tab. 1). Wenige Meter von der Aufnahme-fläche im Bergl entfernt (Aufn. Nr. 1) kamen im Jahr 1992 noch *B. lanceolatum* und *B. matricariifolium* vor.

Populationsbiologische Aspekte

Über die Populationsbiologie der europäischen *Botrychium*-Arten ist relativ wenig bekannt. Charakteristisch für die meisten Arten ist ihr unstetes Auftreten und das Ausbleiben über teilweise mehrere Jahre hinweg, um dann plötzlich wieder oberirdisch in Erscheinung zu treten. Somit erlauben die gezählten Pflanzen keine Rückschlüsse auf die tatsächlichen Populationsgrößen. Die Bestandsgrößen an den Fundorten in Südtirol wurden durch Auszählen der oberirdisch sichtbaren Blattwedel ermittelt, wobei diese Zahl nicht der tatsächlichen Individuenzahl gleich zu setzen ist, da bei den *Botrychium*-Arten als Geophyten aus einem Rhizom während einer Vegetationsperiode mehrere Blätter entspringen können (vgl. BENNERT et al. 2003). Von *B. lanceolatum* konnten durch die Autoren im Jahr 1992 an zwei Fundorten insgesamt drei fertile Blätter beobachtet werden, die vermutlich zwei Pflanzen repräsentierten (vgl. Abb. 3). Die Länge der Blätter betrug 3-5 cm. Von *B. matricariifolium* wurden an einer Lokalität sieben fertile Pflanzen gezählt, die eine Größe zwischen 4 und 7 cm erreichten. Beide Arten besiedelten Flächen von nur

wenigen Quadratmetern. Lediglich *B. multifidum* konnte in flächig ausgedehnteren (bis 200 m²), individuenreicheren Populationen mit bis zu 35 Pflanzen angetroffen werden. Die Größe der Pflanzen reichte hier von 6-15 cm. Der Anteil fertiler Pflanzen lag zwischen 80% und 100%. Daneben kommt aber auch *B. multifidum* in Kleinpopulationen von nur wenigen Pflanzen vor. Frühere Vorkommen von *B. lanceolatum* in Südtirol erreichten Populationsgrößen von bis zu 30 Pflanzen, jene von *B. multifidum* sogar bis zu 100.

4.2 Diskussion

Standortökologie

Über die standortökologischen Ansprüche der hier näher untersuchten *Botrychium*-Arten liegen konkrete Angaben bislang kaum vor. Lediglich für die Bestände von *B. matricariifolium* und *B. multifidum* in Deutschland sind umfangreichere Daten verfügbar (BENNERT 1999). Die ökologischen Bedingungen an den untersuchten Südtiroler Wuchsorten beider Arten decken sich weitgehend mit den Befunden aus Deutschland. In Deutschland besiedeln sie trockene bis frische (*B. matricariifolium*) bzw. frische bis mäßig feuchte (*B. multifidum*), sandige oder sandig-lehmige Böden. Diese reagieren sauer bis stark sauer (pH-Werte zwischen 6,7 und 3,7; im Mittel 4,8 bzw. 4,5) und sind stickstoff- und kohlenstoffarm (N_t-Gehalte im Mittel 0,17% bzw. 0,19%, C_t-Gehalte im Mittel 2,7% bzw. 6,3%). *B. matricariifolium* weist ein breites lichtökologisches Spektrum auf und gedeiht an beschatteten bis hin zu voll besonnten Wuchsorten (relativer Lichtgenuss 4-100%); lichtreiche Standorte überwiegen allerdings. *B. multifidum* zeigt eine eindeutige Bevorzugung offener und stärker besonnener Standorte; fast alle deutschen Wuchsorte erhalten nahezu volle Freilandhelligkeit. Für *B. lanceolatum* sind in der Literatur keinerlei standortökologische Daten dokumentiert. Bisherige Beobachtungen und das teilweise gemeinsame Vorkommen mit weiteren Arten der Gattung lassen aber den Schluss zu, dass sich seine ökologischen Ansprüche mit denen von *B. matricariifolium* und *B. multifidum* decken. Die beiden niedrigwüchsigen und konkurrenzschwachen Arten besiedeln in Deutschland heute bevorzugt Sekundärstandorte meist jüngeren anthropogenen Ursprungs, die über eine noch lückige Pflanzendecke verfügen. Dazu zählen Wegränder, wenig befahrene oder begangene Waldwege, Leitungstrassen, Böschungen, Skipisten, ehemalige Holzlagerplätze, aufgelassene Steinbrüche und Sandgruben oder ehemalige Braunkohltagebaureviere (vgl. BENNERT 1999). Gelegentlich sind *B. matricariifolium* und *B. multifidum* in Mitteleuropa auch in Waldbeständen zu finden (KUBÁT 1977; BENKERT 1982; KARL 1991; PHILIPPI 1993; MULLER 2000; DIEWALD & HORN 2001; HORN & KEPPLER in Vorb.). Auch im Alpenraum besiedeln die beiden *Botrychium*-Arten sowie *B. lanceolatum* bevorzugt anthropogene Standorte. Analog zu den Verhältnissen in Südtirol wachsen die drei Arten auch in anderen Regionen der Alpen schwerpunktmäßig in beweideten Magerrasen sowie auf lichten Waldstellen der montanen bis hochmontanen Stufe, wie für Teilgebiete Österreichs (ZIMMERMANN et al. 1989, POLATSCHKEK 1997) und für die Schweiz (HESS et al. 1967) dokumentiert ist. Während *B. matricariifolium* seine vertikale Verbreitungsgrenze im montanen Bereich hat, können *B. lanceolatum* und *B. multifidum* auch bis in die subalpine Stufe vordringen und hier Magerrasen-Gesellschaften besiedeln, die natürlichen Ursprungs sind.



Abb. 12: Wuchsort von *Botrychium lanceolatum*, *B. lunaria* und *B. multifidum* in einem lückigen, syntaxonomisch nicht näher klassifizierbaren Magerrasen auf einer Waldlichtung neben einem alten Steig im Flagertal bei Franzensfeste. Foto: K. Horn (25.08.1992).



Abb. 13: Wuchsort von *Botrychium lunaria* und *B. multifidum* in einem lückigen, extensiv durch Rinder beweideten Borstgras-Rasen (*Geo montani-Nardetum strictae*) auf der Unteren Flaggeralm bei Franzensfeste. Foto: K. Horn (25.08.1992).

Tab. 1: Vergesellschaftung von *Botrychium multifidum* in Südtirol (Aufnahme Nr.1: Bergltal, 31.07.2001, K.Horn, P.Sackwitz und T.Wilhelm; Aufnahme Nr.2: Untere Flaggeralm, 13.09.2001, T.Wilhelm).

Aufnahme Nr.	2	1
Aufnahmefläche [m ²]	12	2,5
Höhe [m ü. NN]	1620	1320
Exposition	SO	N
Neigung [°]	8	2
Deckung [%]		
Krautschicht (K)	95	65
Moosschicht (M)	0	55
gesamt	95	98
Artenzahl	20	25
<i>Botrychium multifidum</i>	+	+
OC Nardetalia		
<i>Nardus stricta</i>	2a	1
<i>Veronica officinalis</i>	2a	1
<i>Carex ovalis</i>	2b	.
<i>Alchemilla glaucescens</i>	.	1
KC Calluno-Ulicetea		
<i>Hieracium pilosella</i>	1	.
<i>Potentilla erecta</i>	.	1
Sonstige Gefäßpflanzen		
<i>Vaccinium myrtillus</i>	+	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i> agg. (in Aufn. Nr. 1 <i>A. alpinum</i>)	+	+
<i>Festuca nigrescens</i>	3	.
<i>Agrostis capillaris</i>	2a	.
<i>Achillea millefolium</i> agg.	1	.
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	1	.
<i>Euphrasia spec.</i>	1	.
<i>Ranunculus montanus</i>	1	.
<i>Rumex arifolius</i>	1	.
<i>Silene vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i>	1	.
<i>Campanula scheuchzeri</i>	+	.
<i>Silene nutans</i>	+	.
<i>Thymus pracox</i> ssp. <i>polytrichus</i>	+	.
<i>Ajuga pyramidalis</i>	r	.
<i>Larix decidua</i> juv.	r	.
<i>Poa nemoralis</i>	.	3
<i>Deschampsia flexuosa</i>	.	2a
<i>Hieracium murorum</i>	.	1
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	.	1
<i>Prunella vulgaris</i>	.	1
<i>Viola riviniana</i>	.	1
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	.	+

<i>Fragaria vesca</i>	.	+
<i>Luzula luzuloides</i>	.	+
<i>Oxalis acetosella</i>	.	+
<i>Ranunculus acris</i>	.	+
<i>Picea abies</i> juv.	.	r
Moose		
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	.	3
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	.	2a
<i>Hylocomium splendens</i>	.	1
<i>Plagiomnium affine</i>	.	1
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	1
<i>Polytrichum formosum</i>	.	+

Soziologie

Botrychium matricariifolium wächst überwiegend in Nardetalia-Gesellschaften, tritt aber auch in Magerrasen auf, die bereits Übergänge zu Brometalia- oder Molinio-Arrhenatheretea-Gesellschaften zeigen. Pflanzengesellschaften der Klasse Koelerio-Corynephoretea (= Sedo-Scleranthetea) werden ebenfalls besiedelt (KUBÁT 1977; WOLFF 1987; MULLER 1986, 1991, 1999; HORN & MEYER, in Vorb.; HORN & KEPPLER, in Vorb.). Für Südtirol dürfte, auch wenn nur wenige Daten verfügbar sind, ebenfalls ein Schwerpunkt in Nardetalia-Gesellschaften anzunehmen sein. Einen ähnlichen Schwerpunkt hat *B. multifidum* (HORN et al., in Vorb.), wobei es an wechselfeuchten Standorten oftmals gemeinsam mit *Molinia caerulea* agg. auftritt (vgl. BENKERT 1982). Aus dem Prättigau im Schweizer Kanton Graubünden beschreibt GÖLDI (1988) ein Vorkommen der Art in einem Bestand, der nach den genannten Begleitarten zum *Geo montani*-Nardetum strictae zu stellen ist, was den Befunden der vorliegenden Arbeit entspricht. An Sekundärstandorten wächst die Art oftmals in Pionierstadien, die syntaxonomisch nur schwierig zu klassifizieren sind (vgl. FRANZ 1995; HORN et al., in Vorb.). Auch *B. lanceolatum* scheint bevorzugt Nardetalia-Gesellschaften zu besiedeln. ALEKSEJEW et al. (1993) beschreiben ein Vorkommen in Graubünden in einem Borstgras-Rasen. Wie im Fall von *B. matricariifolium* standen auch bei *B. lanceolatum* keine Bestände für eine soziologische Aufnahme zur Verfügung. Eigene, ältere Beobachtungen lassen eine Zuordnung zu Gesellschaften der Ordnung Nardetalia strictae jedoch ohne weiteres zu.

Populationsbiologie

Alle Natternzungengewächse sind obligate Dunkelkeimer. Die Sporen keimen in der Natur im Boden und nur bei Anwesenheit von Pilzen als Symbionten und bilden chlorophyllfreie, mykotrophe Prothallien aus (vgl. SCHMID & OBERWINKLER 1994). Typisch sind niedrige 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 mehrere Jahre vergehen (vgl. MULLER 1993). LESICA & AHLENSLAGER (1996) diskutieren die Möglichkeit, dass die langlebigen unterirdischen Stadien und die Prothallien in ihrer reproduktionsbiologischen Funktion den Samenbanken der Angiospermen entsprechen und ihnen eine bedeutende Rolle für die Populationsdynamik zukommt.

Bei vielen *Botrychium*-Arten treten ein- oder mehrjährige Ruheperioden auf, in denen keine oder nur eine verminderte Anzahl oberirdischer Organe ausgebildet werden. Auslöser hierfür sind oft natürliche Umweltfaktoren, vor allem Trockenstress oder eine endogene artspezifische Populationsdynamik (LESICA & STEELE 1994, LESICA & AHLENSLAGER 1996, BENNERT et al. 2003). Bei populationsbiologischen Untersuchungen liefern einmalige Zählungen daher nicht unbedingt ein zuverlässiges Bild über die tatsächliche Populationsgröße.

Generell ist bei den Arten der Gattung *Botrychium* die Lebensdauer der ausgewachsenen Sporophyten und der Populationen sehr unterschiedlich (LESICA & AHLENSLAGER 1996). Während die einzelnen Individuen von Vertretern der Untergattung *Botrychium*, zu der *B. lanceolatum* und *B. matricariifolium* gehören, als kurzlebig gelten (durchschnittlich 2-4 Jahre), können Pflanzen von Arten der Untergattung *Sceptridium*, zu der *B. multifidum* gehört, ein Alter von mehreren Jahrzehnten erreichen. *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). Für das nordamerikanische *B. dissectum*, eine nahe verwandte Art von *B. multifidum*, wird die Halblebenszeit mit 43,2 Jahren angegeben (MONTGOMERY 1990).

Welchen Einfluss die Klimaverhältnisse des aktuellen Jahres oder vorangegangener Jahre auf die Populationsdynamik, insbesondere das Ausbleiben von Sporophyten in einzelnen Jahren, haben, wird kontrovers diskutiert (MULLER 1992, LESICA & AHLENSLAGER 1996). Da das Aussterberisiko mit zunehmender Fluktuation der Populationsgröße ansteigt (LESICA & AHLENSLAGER 1996), sind vor allem kleine Populationen vom Aussterben bedroht. Mehrjährige Beobachtungen an einer größeren Population von *B. matricariifolium* in den Nordvogesen zeigten, dass trotz der von Jahr zu Jahr schwankenden klimatischen Verhältnisse keine erheblichen Veränderungen in der Populationsgröße auftraten (MULLER 1993). Bei dieser Art ist die Zeitspanne, in der ein Individuum Blätter und Sporen ausbildet, offenbar extrem kurz und wird auf durchschnittlich zwei, maximal vier Jahre geschätzt. Nur in wenigen Fällen (bei 7% der fünf Jahre lang beobachteten Pflanzen) trat eine zwischenzeitliche Pause ein, die bis zu drei Jahre betragen kann (MULLER 1993). Längerfristige populationsbiologische Untersuchungen von *B. lanceolatum* und *B. multifidum* sind bislang noch nicht durchgeführt worden. Die Untersuchungen im Rahmen der vorliegenden Arbeit stellen eine Momentaufnahme dar. Trotz der dadurch bedingten eingeschränkten Aussagekraft bezüglich tatsächlicher Größe der Populationen (s. oben) ist davon auszugehen, dass es sich um ehemals größere Bestände gehandelt hat. Dies geht zumindest aus dem Vergleich der heutigen Situation mit den Jahrzehnte alten Beobachtungen anderer Botaniker hervor.

Oft wachsen mehrere *Botrychium*-Arten miteinander vergesellschaftet (vgl. MILDE 1859, 1869; MEYER 1966; PERSSON 1983) und bilden „Gattungs-Gemeinschaften“ („genus communities“; WAGNER & WAGNER 1983), ein Phänomen, welches auch in Südtirol mehrfach beobachtet wurde.

5. Gefährdung und Schutz

Mit Ausnahme von *B. lunaria* sind sämtliche in Italien vorkommenden *Botrychium*-Arten im Rotbuch der Pflanzen Italiens (CONTI et al. 1992) im Sinne der alten IUCN-Kriterien als „vulnerable“ (entspricht „stark gefährdet“ bzw. „gefährdet“) eingestuft (vgl. auch CELLINESE et al. 1996). In der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen der Provinz Trentino führt PROSSER (2001) *B. lanceolatum*, *B. matricariifolium* und *B. multifidum* in der Kategorie „extinct (critically endangered)“ (entspricht „ausgestorben oder verschollen“) und *B. simplex* sowie *B. virginianum* in der Kategorie „critically endangered“ (entspricht „vom Aussterben bedroht“). Mit Ausnahme von *B. matricariifolium*, das im Jahr 2003 fürs Trentino wiederbestätigt werden konnte und in die Kategorie „vom Aussterben bedroht“ zurückgestuft werden kann, haben diese Einstufungen auch aktuell noch Bestand. In der Provinz Bozen müssen die drei Mondrauten-Arten *B. lanceolatum*, *B. matricariifolium* und *B. multifidum* auf Grund ihrer kleinen bis sehr kleinen Populationsgrößen, des dokumentierten Rückganges sowie vorhandener Gefährdungsfaktoren als „vom Aussterben bedroht“ bewertet werden. Da *B. lanceolatum* und *B. matricariifolium* trotz mehrfacher intensiver Nachsuche nach 1992 nicht mehr bestätigt werden konnten, sind diese beiden Arten in der Provinz Bozen mittlerweile vielleicht sogar ausgestorben. Neben populationsbiologischen Risikofaktoren auf Grund der kleinen Bestandsgrößen und des langwierigen mykotrophen Entwicklungszyklus sind an aktuellen Gefährdungen regelmäßige Murenabgänge (Flaggertal) sowie Vernichtung bzw. Beeinträchtigung von Vorkommen durch forstlichen Wegebau bzw. durch Holzeinschlag (Bergltal) zu beobachten. Hinzu kommt eine potentielle Bedrohung der seltenen *Botrychium*-Arten durch skrupellose Raritätensammler (vgl. HORN & STOOR 1995).

Als Schutzmaßnahmen sollten die zuständigen Forstämter bzw. privaten Waldbesitzer von der genauen Lage und der Bedeutung der *Botrychium*-Vorkommen umgehend in Kenntnis gesetzt werden, damit bei zukünftigen forstlichen Wegebaumaßnahmen bzw. beim Holzeinschlag die Bestände nicht versehentlich in Mitleidenschaft gezogen werden. Die bisherigen Nutzungsformen wie beispielsweise extensive Rinderbeweidung sollten unter allen Umständen beibehalten werden. Magerrasen entlang von Wandersteigen und Forststraßen müssen offen gehalten und evtl. aufkommende Gehölze regelmäßig entfernt werden. Nach Möglichkeit sollte eine jährliche Bestandskontrolle in Form eines Populationsmonitorings stattfinden, um negative Einflüsse rechtzeitig erkennen zu können. Ferner sollten nur die für Naturschutz und Landschaftspflege unmittelbar zuständigen Fachbehörden sowie die betroffenen Forstämter bzw. Privatwaldbesitzer über die genaue Lage der Vorkommen in Kenntnis gesetzt werden und ansonsten eine konsequente Zurückhaltung bei der Weitergabe genauer Informationen über geographische Lage von Wuchsorten geübt werden. Die zuständigen Naturschutzbehörden sollten umgehend Maßnahmen zur langfristigen Sicherung der Wuchsorte in Südtirol ergreifen.

Zusammenfassung

Im Zeitraum 1992 bis 2004 konnten Beobachtungen der seltenen Mondrauten-Arten *Botrychium lanceolatum*, *B. matricariifolium* und *B. multifidum* in Südtirol (Provinz Bozen, Italien) gemacht werden. Neben Bestätigungen bereits seit Jahrzehnten bekannter Vorkommen gelangen einige Neufunde. Diese Beobachtungen sind zusammen mit weiteren, bislang unpublizierten Funden anderer Botaniker aus den 80er und 90er Jahren des letzten Jahrhunderts sowie mit allen in der einschlägigen floristischen Literatur verfügbaren Daten zusammengestellt. Zusätzlich wurden die Sammlungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum (IBF) in Innsbruck sowie des Naturhistorischen Kabinetts Vinzentinum Brixen (derzeit in IBF) ausgewertet. Ergänzend sind sämtliche bekannten Vorkommen der drei genannten *Botrychium*-Arten sowie diejenigen von *B. simplex* und *B. virginianum* im angrenzenden Trentino zusammengestellt und unter Berücksichtigung der Gesamtverbreitung sowie der Verbreitung in Italien diskutiert. Nach 1990 konnten in Südtirol von *B. lanceolatum* zwei Vorkommen, von *B. matricariifolium* ein Vorkommen sowie von *B. multifidum* vier Vorkommen beobachtet werden.

Begleitende standortkundliche Untersuchungen an zwei Südtiroler Wuchsorten ergaben, dass die *Botrychium*-Arten dort in artenarmen Ausbildungen des Bergnelkenwurz-Borstgras-Rasens (*Geo montani-Nardetum strictae*) auf humusreichen, stark sauren und nährstoffarmen Böden wachsen. Die Höhenamplitude aller bekannten Fundorte reicht, mit Ausnahme eines Wuchsortes von *B. matricariifolium*, von 1320 m ü.d.M. bis ca. 1900 m ü.d.M.

In Anbetracht ihrer kleinen bis sehr kleinen Populationsgrößen, des dokumentierten Rückganges sowie vorhandener Gefährdungsfaktoren müssen die drei genannten *Botrychium*-Arten in der Provinz Bozen als „vom Aussterben bedroht“ gelten. Schutzmaßnahmen und die Initiierung eines Artenhilfsprogrammes erscheinen dringend notwendig.

Riassunto

La distribuzione di specie rare di Botrichio (*Botrychium* spp., Ophioglossaceae, Pteridophyta) nella provincia di Bolzano e nel Trentino (Italia).

Nel periodo 1992-2004 sono state fatte delle segnalazioni di *Botrychium lanceolatum*, *B. matricariifolium* e *B. multifidum*, specie rare, nella provincia di Bolzano. Oltre alla riconferma di stazioni conosciute da decenni si è riusciti a rinvenire nuove stazioni. Vengono qui riportate queste osservazioni assieme a segnalazioni dagli anni 80 e 90 del secolo scorso fatte da altri botanici, non pubblicate fino ad ora, insieme a tutti i dati disponibili della letteratura floristica. Inoltre sono stati considerati i risultati di una revisione di campioni d'erbario depositati nel Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum (IBF) a Innsbruck e nel Naturhistorisches Kabinett Vinzentinum Brixen/Bressanone (attualmente in IBF). Per completare la presentazione vengono citate tutte le stazioni conosciute delle tre specie di *Botrychium* in questione, nonché di *B. simplex* e *B. virginianum* nella limitrofa provincia di Trento. I dati vengono discussi in rapporto all'areale complessivo delle singole specie e alla loro distribuzione in Italia.

Nella provincia di Bolzano, dopo il 1990, si potevano osservare due stazioni di *B. lanceolatum*, una di *B. matricariifolium* e quattro di *B. multifidum*.

Secondo le indagini eseguite sul sito di due popolazioni in provincia di Bolzano le specie di *Botrychium* crescono in formazioni impoverite del *Geo montani-Nardetum strictae*, su suoli ricchi di humus, assai acidi e oligotrofici. La distribuzione verticale di tutte le popolazioni conosciute si estende, con l'eccezione di una stazione di *B. matricariifolium*, da 1320 m a ca. 1900 m.

Tenuto conto dell'estensione assai ridotta delle singole popolazioni, della loro documentata diminuzione e di fattori di minaccia presenti, le tre specie di *Botrychium* illustrate, nella provincia di Bolzano, devono essere considerate in pericolo di estinzione. Appaiono assolutamente necessarie misure di protezione e la messa in opera di un programma salvaspecie.

Dank

Herrn Prof. Dr. H. W. Bennert, Bochum, danken wir für die Möglichkeit, die Aufbereitung einer Bodenprobe 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 des Kohlenstoff- und Stickstoffwertes. Herrn V. Griener, Karlsruhe, danken wir für das Anfertigen der Herbarfotos. Für die Ausleihe von Herbarmaterial aus den Sammlungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum (IBF) sowie aus dem Naturhistorischen Kabinett Vinzentinum Brixen (derzeit in IBF) danken wir Herrn Mag. W. Neuner, Innsbruck. Herr Prof. Dr. G. Philippi (Karlsruhe) überprüfte bzw. bestimmte freundlicherweise einige Moosproben. Herrn Prof. Dr. M. Schnittler, Greifswald, danken wir für die Korrektur der englischsprachigen Zusammenfassung. Für Fundortangaben, Hilfe bei der Beschaffung von Literatur bzw. die Zusendung einer aktuellen Aufsammlung gilt unser Dank Herrn Dr. F. Prosser, Rovereto, für Auskünfte zu den Beständen im Flagertal (Südtirol) den Beamten der Forststation Freienfeld, im Speziellen J. Breitenberger und A. Hofer. Besonderer Dank gilt den Herren Dr. K. Englert (Kottgeisering) und W. Tratter (St. Pankraz) für die Überlassung von Funddaten und für bereitwillige Auskünfte sowie für die Erlaubnis zur Publikation ihrer Funde. Herrn Univ.-Prof. Dr. H. Niklfeld (Wien) danken wir für hilfreiche Anmerkungen zum Manuskript.

Literatur

- ALEKSEJEW P., GÖLDI R., RASBACH H. & RASBACH K., 1993: Lanzettliche Mondraute – Neue Funde in Graubünden (Schweiz). *Farnblätter*, 24: 1-4.
- BALL J., 1868: A guide to the eastern Alps. Longmans, Green and Co., London. (p. 464)
- BARKMAN J.J., DOING H. & SEGAL S., 1964: Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. *Acta Bot. Neerl.*, 13(3): 394-419.
- BENKERT D., 1982: Verbreitungskarten brandenburgischer Pflanzen. 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. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.
- 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.
- BLUM W.E.H. (Bearb.), 1992: Bodenkunde in Stichworten (5. Aufl.). Begr.: SCHROEDER D. Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- BONA E., MARTINI F., NIKLFELD H. & PROSSER F., 2005: Atlante corologico delle pteridofite nell'Italia nordorientale. Edizioni Osiride, Rovereto.
- BONALBERTI C., PERONI A. & PERONI G., 1995: Contributo alla conoscenza della flora pteridologica della provincia di Sondrio (NW Italia). *Boll. Soc. Tic. Sci. Nat. (Lugano)*, 83(1-2): 121-180.
- BRAUN-BLANQUET J., 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde (3. Aufl.). Springer, Wien, New York.
- CELLINESE N., JARVIS C.E., PICHI 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.

- 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. WWF Associazione Italiana, Società Botanica Italiana, Rom.
- 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). Wagner'sche Universitätsbuchhandlung, Innsbruck.
- DIEWALD W. & HORN K., 2001: Weitere Nachweise bemerkenswerter Farnpflanzen (Pteridophyta) im Nationalpark Bayerischer Wald und angrenzenden Gebieten. Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges., 62: 349-365.
- DOSTÁL J., 1984: Familie Ophioglossaceae, Rautenfarngewächse. In: HEGI G. (Begr.) Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band 1, Teil 1 (3. Aufl.): Pteridophyta. Hrsg.: KRAMER K.U. Parey, Berlin, Hamburg: 84-98.
- FIORI A., 1943: Flora Italica Cryptogama. Pars V: Pteridophyta. Filicinae, Equisetinae, Lycopodinae. Ricci, Firenze.
- FRANZ W.R., 1995: Ein neues Vorkommen der Vielspaltigen Mondraute, *Botrychium multifidum* (S. G. Gmelin) Ruprecht (Fam. Natternfarngewächse) in Kärnten. Wulfenia, 4: 39-47.
- FURRER E. & LONGA M., 1915: Flora von Bormio. Beih. Bot. Centralbl., 33, Abt. 2: 1-112, Taf. 1.
- FUTÁK J. (red.) (1966): Flóra Slovenska. Vol. II. Pteridophyta, Coniferophytina. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava.
- GELMI E., 1893: Prospetto della flora trentina. Scotoni e Vitti, Trento.
- GÖLDI R., 1988: Zwei rare Mondrauten im Prättigau. Ein Wiedersehen und ein Neufund. Farnblätter, 19: 1-7.
- HANDEL-MAZZETTI H., 1903: Beitrag zur Gefäßpflanzenflora von Tirol. Österr. Bot. Z., 53: 289-294, 359-365, 413-420, 456-460.
- HANDEL-MAZZETTI H., 1953: Zur floristischen Erforschung von Tirol und Vorarlberg. Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich, 93: 81-99.
- HANDEL-MAZZETTI H., 1957: Zur floristischen Erforschung von Tirol und Vorarlberg. VII. Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich, 97: 126-146.
- HAUSMANN F., 1869a: *Botrychium lanceolatum* Ångstr. und *B. rutaceum* R. Br. aus Cles. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien, 19: 55 [Sitzungsber.]
- HAUSMANN F., 1869b: Ein für Tirol neues, bisher nur aus dem hohen Norden bekanntes *Botrychium*. Oesterr. Bot. Z., 19(8): 229-232.
- HEIMERL A., 1904: I. Beitrag zur Flora des Eisacktales. Verh. Zool.-bot. Ges. Wien, 54: 448-453.
- HEIMERL A., 1911: Flora von Brixen a.E. Ein mit Standorts- und Höhenangaben versehenes Verzeichnis der im weiteren Gebiete von Brixen a.E. (Südtirol) beobachteten wildwachsenden höheren Sporen- und Samenpflanzen, der Nutzpflanzen und Ziergehölze. Deuticke, Wien, Leipzig.
- HESS H.E., LANDOLT E. & HIRZEL R., 1967: Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. Band 1: Pteridophyta bis Caryophyllaceae. Birkhäuser, Basel.
- HOLMGREN P.K., HOLMGREN N.H. & BARNETT L.C. (eds.), 1990: Index Herbariorum. Part I: The herbaria of the world (8. ed). New York Botanical Garden, Bronx, New York.
- HORN K. & KEPPLER A., in Vorb.: Verbreitung, Ökologie, Soziologie und Gefährdung der Ästigen Mondraute (*Botrychium matricariifolium* [RETZ.] A. BRAUN ex W.D.J. KOCH) in Baden-Württemberg.
- HORN K. & KORNECK D., 2003: Die Einfache Mondraute (*Botrychium simplex* E. Hitchcock) in Tirol. Wulfenia, 10: 145-169.
- HORN K. & MEYER N., in Vorb.: Neufunde der Ästigen Mondraute (*Botrychium matricariifolium* [RETZ.] A. BRAUN ex W.D.J. KOCH) im Abensberger Flugsandgebiet (Niederbayern).
- HORN K. & STOOR A.M., 1995: Pflanzensammeln contra Artenschutz – drei Fallbeispiele. Ber. Bayer. Bot. Ges., 65: 143-146.
- HORN K., DIEWALD W. & PROCHÁZKA F., in Vorb.: Verbreitung, Ökologie, Soziologie und Bestandsituation der Vielteiligen Mondraute (*Botrychium multifidum* [S.G. Gmel.] Rupr., *Ophioglossaceae*, Pteridophyta) im Böhmerwald.

- HULTÉN E. & FRIES M., 1986: Atlas of North European Vascular Plants North of the Tropic of Cancer. Vol. 1. Königstein: Koeltz.
- JALAS J. & SUOMINEN J. (eds.), 1972: Atlas Florae Europaeae. Vol. 1: Pteridophyta (*Pilotaceae* to *Azollaceae*). The Committee for Mapping the Flora of Europe and Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki.
- JONSELL B., 2000: Ophioglossaceae. In: JONSELL B. (ed.): Flora Nordica. Vol. 1: *Lycopodiaceae* to *Polygonaceae*. Bergius Foundation, Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm: 29-38.
- KARL R., 1991: *Botrychium matricariifolium* (RETZ.) A. BRAUN in der Steiermark. Not. Flora Steiermark, 12: 35-45.
- KAŹMIERCZAKOWA R. & ZARZYCKI K. (eds.), 2001: Polska czerwona księga roślin. Paprotniki i rośliny kwiatowe [Polish red data book of plants. Pteridophytes and flowering plants]. Instytut Botaniki im. W. Szafera, Instytut Ochrony Przyrody, Polska Akademia Nauk, Kraków.
- KOPERSKI M., SAUER M., BRAUN W. & GRADSTEIN S.R., 2000: Referenzliste der Moose Deutschlands. Dokumentation unterschiedlicher taxonomischer Auffassungen. Schriftenr. Vegetationskde., 34: 1-519.
- KRAMER K.U. & GREEN P.S. (eds.), 1990: The families and genera of vascular plants. Vol. 1. Pteridophytes and Gymnospermes. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- KUBÁT K., 1977: *Botrychium matricariifolium* in der ČSR. Preslia, 49(4): 329-335.
- KUNTZE H., ROESCHMANN G. & SCHWERDTFEGER G., 1994: Bodenkunde (5. Aufl.). Ulmer, Stuttgart.
- LESICA P. & AHLNSLAGER 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: 209-212.
- LOSS G., 1873: La Valle di Non. Saggio d'illustrazione delle alpi trentine (sec. ed.). Tip. G. Seiser, Trento.
- 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.). Kummer, Leipzig.
- LUERSSSEN C., 1891: Bericht über neue und wichtigere Beobachtungen aus dem Jahre 1890. Abgestattet von der Commission für die Flora von Deutschland. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 9: 166-172.
- MARCHETTI D., 2004: Le pteridofite d'Italia. Ann. Mus. Civ. Rovereto, Sez. Arch., St., Sc. Nat., 19: 71-231.
- MEUSEL H., JÄGER E. & WEINERT E. (eds.), 1965: Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Bd. 1, Kartenteil, Textteil. VEB Fischer, Jena.
- 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. („1858“), 26 (2): 369-767, Tab. 31-55.
- MILDE J., 1869: Botrychiorum Monographia. Verh. Zool.-bot. Ges. Wien, 19: 55-190, Taf. VII-IX.
- MILDE J., 1870: Nachträge zur Monographia Botrychiorum im Jahrgange 1869 der Verhandlungen der k. k. zoolog.-botan. Gesellschaft in Wien. Ver. Zool.-Bot. Ges. Wien, 20: 999-1002.
- MONTGOMERY J.D., 1990: Survivorship and predation changes in five populations of *Botrychium dissectum* in eastern Pennsylvania. Amer. Fern J., 80: 173-182.
- MULLER S., 1986: *Botrychium matricariifolium* (RETZ.) A. BRAUN ex KOCH dans les pelouses sableuses du Pays de Bitche (Vosges du Nord). Bull. Soc. Bot. France, 133, Lettres Bot., 1986 (2): 189-197.
- MULLER S., 1991: Etude des phytocénoses à *Botrychium matricariifolium* (RETZ.) A. BR. du Pays de Bitche (Vosges du nord). Application à la mise au point des modalités de leur gestion conservatoire. Bull. Soc. Bot. France, 138, Actual Bot. (2): 147-158.
- 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: 335-343.
- MULLER S., 1993: Population dynamics in *Botrychium matricariifolium* in Bitcherland (Northern Vosges Mountains, France). Belg. J. Bot., 126(1): 13-19.

- MULLER S., 1999: Plant communities and conservation of *Botrychium*-rich grasslands in the Bitcherland (Northern Vosges Biosphere Reserve, France). *Biodiversity Conserv.*, 8(11): 1519-1532.
- MULLER S., 2000: Assessing occurrence and habitat of *Ophioglossum vulgatum* L. and other *Ophioglossaceae* in European forests. Significance for nature conservation. *Biodiversity Conserv.*, 9(5): 673-681.
- MURR J., 1910: Zur Flora von Tirol (XXIII). *Allg. Bot. Z. Syst.*, 16: 85-86, 117-122.
- ØLLGAARD B. & TIND K., 1993: Scandinavian ferns. A natural history of the ferns, clubmosses, quillworts, and horsetails of Denmark, Norway, and Sweden. Rhodos, Copenhagen.
- PEDROTTI F. & MINGHETTI P., 1998: *Botrypus virginianus* (L.) Holub in Trentino e suo significato fitosociologico. *Doc. Phytosoc. N.S.*, 18: 145-146.
- PEPLER-LISBACH C. & PETERSEN J., 2001: Calluno-Ulicetea (G3). Teil 1: Nardetalia strictae. Borstgrasrasen. *Synopsis Pflanzengesellschaften Deutschlands*, 8: 1-117.
- PERONI A. & PERONI G., 1995: *Botrychium matricariifolium* (RETZ.) BRAUN ex W. KOCH nelle Prealpi varesine. *Atti Soc. It. Sci. Nat. Mus. Civ. Stor. Nat. Milano*, 134(1): 25-32.
- PERSSON S., 1983: En *Botrychium*-lokal i Medelpad. *Svensk Bot. Tidskr.*, 77: 88.
- PHILIPPI G. (Bearb.), 1993: *Ophioglossaceae*. Natternfanggewächse. In: SEBALD O., SEYBOLD S. & PHILIPPI G. (eds.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd.1 (2. Aufl.): Allgemeiner Teil, Spezieller Teil (Pteridophyta, Spermatophyta): *Lycopodiaceae* bis *Plumbaginaceae*. Ulmer, Stuttgart: 100-107.
- PIGNATTI S., 1982: Flora d' Italia. Vol. 1. Edagricole, Bologna.
- POLATSCHKE A., 1997: Flora von Nordtirol, Osttirol und Vorarlberg. Bd. 1: Einführung, Farnpflanzen, Nadelhölzer, Samenpflanzen: *Aceraceae* bis *Boraginaceae*, Rote Listen, Kartenteil, Literatur. Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck.
- 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. Edizioni Osiride, Rovereto.
- REICHEL T. & WILMANN O., 1973. *Vegetationsgeographie*. Westermann, Braunschweig.
- ROTHMALER W., 1993: *Botrychium* Swartz. In: TUTIN T.G., BURGESS N.A., CHATER A.O., EDMONDSON J.R., HEYWOOD V.H., MOORE D.M., VALENTINE D.H., WALTERS S.M. & WEBB D.A. (eds.): *Flora Europaea*. Vol. 1 (2nd ed.): *Psilotaceae* to *Platanaceae*. Assisted by AKEROYD J.R. & NEWTON M.E. Cambridge University Press, Cambridge: 10.
- SÁNDOR F. (ed.), 1999: *Magyrország védett növényei*. Mezőgazda, Budapest.
- SCHACHTSCHABEL P., BLUME H.-P., BRÜMMER G., HARTGE K.-H. & SCHWERTMANN U., 1992: *Lehrbuch der Bodenkunde* (13. Aufl.). Unter Mitarbeit von FISCHER W.R., RENGIER M. & STREBEL O. Enke, Stuttgart.
- SCHINZ H. & KELLER R. (1909): *Flora der Schweiz*. Zum Gebrauche auf Exkursionen, in Schulen und beim Selbstunterricht. I. Teil: Exkursionsflora (3. Aufl.). A. Raustein, Zürich.
- 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.
- SOSTER M., 2001. Identikit delle Felci d'Italia. Guida al riconoscimento delle pteridofite Italiane. Licopside (Licopodi, Isoeti e Selaginelle), Sfenopside (Equiseti), Pteropside o Filicopside (Ofioglossali, Osmundali, Filicali, Marsiliali e Salviniali). Valsesia Editrice, Valsesia.
- VISIANI R. & SACCARDO P.A., 1869: Catalogo delle piante vascolari del Veneto e di quelle più estesamente coltivate. *Atti Reale Ist. Veneto Sci. Lett. Arti*, 14: 73-111, 303-349, 477-519, 703-737, 1091-1139, 1503-1545, 1735-1776. [p. 1759]
- WAGNER F.S., 1993: Chromosomes of North American grapeferns and moonworts (*Ophioglossaceae: Botrychium*). *Contr. Univ. Michigan Herb.*, 19: 83-92.
- 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 (ed.): Flora of North America North of Mexico. Vol. 2: Pteridophytes and Gymnosperms. Oxford University Press, New York, Oxford: 85-106.
- 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.
- WISSKIRCHEN R. & HAEUPLER H., 1998: Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands mit Chromosomenatlas von F. ALBERS. Ulmer, Stuttgart.
- WOLFF P., 1987: Die Mondrauten *Botrychium matricariifolium* und *B. lunaria* in der Westpfalz und im Ostsaarland. Mitt. Pollichia, 74: 205-220.
- ZAJAC A. & ZAJAC M. (eds.), 2001: Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce [Distribution atlas of vascular plants in Poland]. Nakładem Pracowni Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego i Fundacji dla Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- ZIMMERMANN A., KNIELY G., MELZER H., MAURER W. & HÖLLRIEGL R., 1989: Atlas gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen der Steiermark. Mitt. Abt. Bot. Landesmus. Joanneum, 18/19: 1-302.

Adresse der Autoren:

Dipl.-Biol. Karsten Horn*
Frankenstraße 2
D-91077 Dormitz, Deutschland
horn.karsten@t-online.de

Peter Sackwitz
Stuttgarter Straße 78
D-73230 Kirchheim/Teck, Deutschland

Dr. Thomas Wilhalm
Naturmuseum Südtirol
Bindergasse 1
I-39100 Bozen

* korrespondierender Autor

eingereicht: 22.06.2005
angenommen: 27.12.2005

