

***Asplenium xbosco-gurinense*, hybr. nov., eine neue Streifenfarn-Hybride aus dem Tessin (*Aspleniaceae*, *Pteridophyta*)**

STEFAN JESSEN & WALTER BUJNOCH

Zusammenfassung: Eine Hybride zwischen *Asplenium septentrionale* (L.) HOFFM. subsp. *septentrionale* und *A. viride* (L.) HUDS. wird beschrieben. Der Bastard wurde in einem Exemplar bei Bosco-Gurin im Schweizer Kanton Tessin gefunden. Die morphologische Mittelstellung sowie Sporen-, cytologische und molekulargenetische Untersuchungen bestätigten die vermutete Abstammung.

Abstract: *Asplenium xbosco-gurinense*, hybr. nov., a new *Asplenium* hybrid from the Tessin (*Aspleniaceae*, *Pteridophyta*). A hybrid between *A. septentrionale* (L.) HOFFM. subsp. *septentrionale* and *A. viride* (L.) HUDS. is described. This hybrid was found as a single specimen near Bosco-Gurin in the Canton Ticino, Switzerland. The intermediate morphology as well as investigations of spores, molecular genetics and cytology confirms the supposed parental origin.

Walter Bujnoch
Biogeographie, Universität Trier,
Universitätsring 15, 54296 Trier;
bujnoch@uni-trier.de,
wrbujnoch@onlinehome.de

Stefan Jeßen
Walter-Meusel-Stiftung
Arktisch-Alpiner-Garten,
Schmidt-Rottluff-Straße 90, 09114 Chemnitz;
jessen.walter-meusel-stiftung@gmx.de

Der Beitrag ist dem Pteridologen Prof. Dr. H. Wilfried Bennert zu seinem 67. Geburtstag gewidmet.

1. Einleitung

Es gibt wenige Stellen, an denen das fast ausschließlich silikatische Gesteine besiedelnde *Asplenium septentrionale* und das kalkholde

A. viride gemeinsam vorkommen. Eine solche befindet sich in der Umgebung des Dorfes Bosco-Gurin im Schweizer Kanton Tessin. Das kleine Felsgebiet ist in Pteridologenkreisen wegen seiner Vorkommen des ansonsten auf Serpentin spezialisierten *A. adulterinum* MILDE bekannt, das hier auf Peridotit (bzw. Gilt- oder Ofenstein, vgl. REICHSTEIN 1984), einem magnetithaltigen Mischgestein, vorkommt.

Am 18. Juli 2000 fiel einem der Verfasser (S. J.) an einem Felsen westsüdwestlich des Ortsteiles Ferder von Bosco-Gurin ein noch junges Exemplar einer *Asplenium*-Hybride auf, an der augenscheinlich *A. septentrionale* beteiligt war und die er zunächst für *A. xalternifolium* WULFEN nothosubsp. *alternifolium*, die Hybride aus *A. septentrionale* und *A. trichomanes* L. subsp. *trichomanes* hielt. Verwunderlich erschien einzig, dass in der näheren Umgebung der Hybridpflanze nur *A. septentrionale* und *A. viride* zu wachsen schienen. Jedoch konnte nach längerer Suche auch ein Individuum von *A. trichomanes* subsp. *trichomanes* gefunden werden, so dass die Voraussetzungen für die Entstehung des Bastardes im Prinzip gegeben waren. Die Hybride wurde für Untersuchungszwecke entnommen und im Arktisch-Alpinen-Garten in Chemnitz unter der Nummer SJ-3276 kultiviert (vgl. Abb. 1).

Unerwarteterweise entpuppte sich die zunächst kümmerliche Pflanze als in Topfkultur äußerst gut wachsend. Sie übertraf in ihrer Wüchsigkeit bald bei weitem unter gleichen Bedingungen gehaltenes *A. xalternifolium* nothosubsp. *alternifolium* und konnte durch Teilung vermehrt werden. Auffällig war, dass die mittlerweile ausgewachsenen Individuen kleiner als *A. xalternifolium* nothosubsp. *alternifolium* blieben und ihre Wedelstiele nicht wie bei diesem, bis zur Hälfte oder sogar bis zur Spreite kastanienbraun gefärbt waren, sondern die Dunkelfärbung lediglich wenige Millimeter am Stielgrund einnahm, ein deutlicher Hinweis auf *A. viride*.

Material der Hybridpflanze sowie weiterer *Asplenium*-Vertreter wurde daraufhin an Jo-



Abb. 1: *Asplenium xbosco-gurinense*, Teilstück des Typusstockes in Kultur, 13.10.2002 (Foto: S. Jeßen). – *A. xbosco-gurinense*, part of type plant in cultivation.

hannes Vogel, Naturhistorisches Museum London, geschickt, der es einer Chloroplasten-DNA-Untersuchung unterzog. Das Ergebnis lautete, dass bei der Entstehung der Hybride *A. viride* beteiligt gewesen sein müsse (J. Vogel, pers. Mitt. 13.10.2002).

Die Pflanze konnte inzwischen cytologisch untersucht werden und die Ergebnisse weiterer molekulargenetischer Untersuchungen bestätigten die Vermutung, dass es sich um eine bislang nicht bekannte Hybride aus *A. septentrionale* subsp. *septentrionale* und *A. viride* handelt. Sie wird im Folgenden als *A. xbosco-gurinense* beschrieben.

2. Material und Methoden

In die Untersuchungen wurde folgendes Pflanzenmaterial einbezogen (Belege in den Herbarien der Sammler):

A. xbosco-gurinense, SJ-3276, Schweiz, Kanton Tessin, Bosco-Gurin, Felsen zwischen der Kirche und dem Ortsteil Ferder, 1510 m ü. NN, leg. S. Jeßen 18.7.2002.

A. trichomanes subsp. *hastatum*, SJ-810, Deutschland, Erzgebirge, Grünhainichen, leg. S. Jeßen 6.9.1980.

A. trichomanes subsp. *quadrivalens*, Deutschland, Rheinland-Pfalz, Mosel, Bernkastel/Tiefenbach, leg. W. Bujnoch 14.10.2007.

A. trichomanes subsp. *trichomanes*, SJ-3677, Schweiz, Tessin, Agarone bei Bellinzona, ca. 360 m ü. NN, leg. S. Jeßen 17.7.2001.

A. septentrionale subsp. *septentrionale*, SJ-3643, Schweiz, Tessin: Bosco-Gurin: Felsen nordöstlich des Ortes, ca. 1530 m ü. NN, leg. S. Jeßen 13.7.2003.

A. septentrionale subsp. *septentrionale*, SJ-3678, Schweiz, Tessin, Agarone bei Bellinzona, ca. 360 m ü. NN, leg. S. Jeßen 17.7.2001.

A. viride, SJ-3644, Schweiz, Tessin: Bosco-Gurin: Felsen nordöstlich des Ortes, ca. 1530 m ü. NN, leg. S. Jeßen 13.7.2003.

A. viride, SJ-3762, N-Italien, Dolomiten, Pragser Wildsee, leg. S. Jeßen & L. Lehmann 3.10.1996.

Die Untersuchung der Sori erfolgte unter dem Stereomikroskop (10–50×), die von Sporen in einem Balsam-Präparat mit einem Mikroskop

(125–200×) mit Moticam-Kamera, wie auch die Messung der Schließzellenlänge bei 500facher Vergrößerung (Epidermis in Wasser von herbarisiertem Material).

Für die cytologischen Untersuchungen von *A. xbosco-gurinense* wurden im Juni Wedelabschnitte mit unreifen Sporangien in einem Gemisch aus Alkohol/Eisessig (im Verhältnis 3 : 1) fixiert und nach der Methode von MANTON (1950) weiterverarbeitet. Dabei werden Quetschpräparate angefertigt und die Chromosomen der Sporenmutterzellen mit Carmin-Essigsäure angefärbt. Die Analyse der Präparate erfolgte bei 900- bis 1250facher Vergrößerung im Phasenkontrast (Zeiss, Photomikroskop III). Zur Zählung der Chromosomen wurde das Monitor-Lifebild des Dokumentationssystems (Moticam 1000 mit Software) benutzt.

Für molekulargenetische Untersuchungen muss in den meisten Fällen die DNA aus einer Gewebeprobe extrahiert werden. Die GesamtdNA wurde, nach Aufschluss mit flüssigem Stickstoff, mit Hilfe des DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen, Hilden, BRD) aus Frischmaterial nach dem Protokoll des Herstellers isoliert. Das zu untersuchende cpDNA-Fragment wurde mittels einer PCR erzeugt. Pipettierschema pro 20 µl-Ansatz: Wasser 6,0 µl, Primer E/F je 1,5 µl (bei einer Konzentration von 10 pmol/µl), Qiagen Hot Star Taq Plus Master Mix 10 µl, Template-DNA 1,0 µl (bei einer Konzentration von ca. 1 ng/µl). Thermocycler-Programm: Vorschmelzen 95 °C 5 min.; 35 Cyclen: Schmelzen 95 °C 30 sec., Primerhybridisierung 53 °C 30 sec., Elongation 72 °C 1 min; Endverlängerung 72 °C 10 min. Die Charakterisierung der PCR-Produkte erfolgte auf einem 1,6%-Agarosegel, das zur Sichtbarmachung der trnL-trnF-Fragmente Ethidiumbromid enthielt. Als DNA-Fragmentlängenleiter wurde die 100-bp-extend.-Leiter von Fa. Roth/Karlsruhe benutzt. Die Dokumentation erfolgte mit einer Nikon Coolpix 95, die mit einem Interferenzfilter von 605 nm ausgestattet ist.

Zur Synthese des in dieser Arbeit benutzten Teilfragments des trnL-trnF-intergenic-Spacers der Chloroplasten-DNA (cpDNA) wurden die folgenden beiden Primer benutzt (TABERTLET & al. 1991):

Taberlet-Primer E:

5'- GGT TCA AGT CCC TCT ATC CC -3'

Taberlet-Primer F:

5'- ATT TGA ACT GGT GAC ACG AG -3'

Die trnL-trnF-Fragmente für das Genotyping wurden auf die gleiche Weise erhalten, nur dass statt Primer E der FAM-gelabelte Primer E benutzt wurde, das heißt, am 5'-Ende des Primers ist ein fluoreszierendes Farbstoffmolekül gebunden. Als Längenstandard wurde ROX550 benutzt.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Sori von *A. xbosco-gurinense* enthalten reichlich Sporangien, diese sind aber zum größten Teil taub, d. h. besitzen keinen Sporenhalt und auch die Anuli sind unvollständig ausgebildet. Die wenigen, eine schwarze Masse enthaltenden Sporangien öffnen sich trotz scheinbar intaktem Anulus meistens nicht. Um ihren Inhalt freizusetzen, muss man sie künstlich öffnen. Sie zeigen schwarzen, deformierten Inhalt, also abortierte Sporen (Abb. 2).

Auf Grund der Morphologie und der die Bastardpflanze am Standort begleitenden *Asplenium*-Sippen war anzunehmen, dass es sich um eine Hybride aus diploidem *A. viride* ($2n = 72$, Genomformel ViVi, wobei Vi einen der beiden Chromosomensätze des Genoms symbolisiert) und autotetraploidem *A. septentrionale* subsp. *septentrionale* ($2n = 144$, Genomformel SpSp-SpSp) handelt. Da sich beide Arten sexuell vermehren, sollte *A. xbosco-gurinense* triploid sein, also $2n = 108$ Chromosomen besitzen und in der Meiose theoretisch 36 Bivalente und

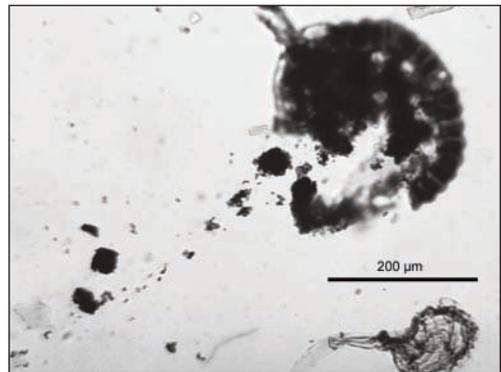


Abb. 2: Künstlich geöffnetes Sporangium von *Asplenium xbosco-gurinense* mit abortiertem Inhalt; rechts unten im Bild ein fehlentwickeltes Sporangium. – *A. xbosco-gurinense*, artificially opened sporangium, contents aborted; malformed sporangium at bottom right.

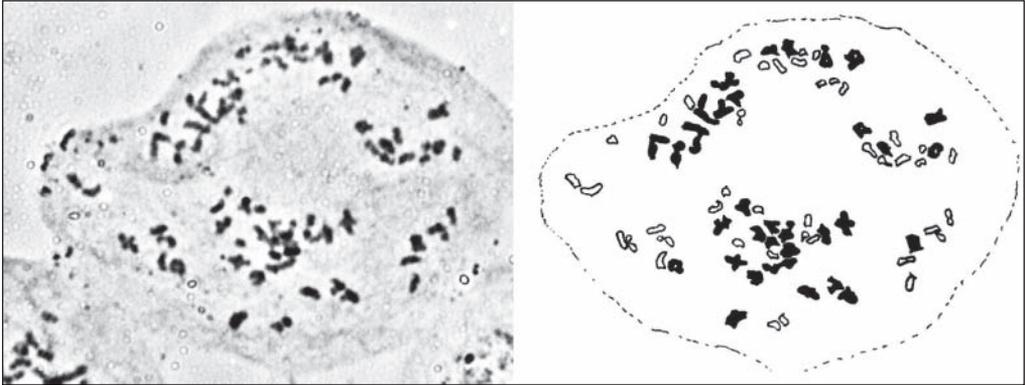


Abb. 3: Meiotische Zelle von *Asplenium xbosco-gurinense* mit ca. 33 Bivalenten und ca. 42 Univalenten, links: Foto (1250 \times), rechts: Interpretationsdiagramm: Bivalente schwarz, Univalente im Umriss. – *A. xbosco-gurinense*, meiotic cell with c. 33 bivalents and c. 42 univalents; left: photo (1250 \times), right: interpretation diagram, bivalents black, univalents white.

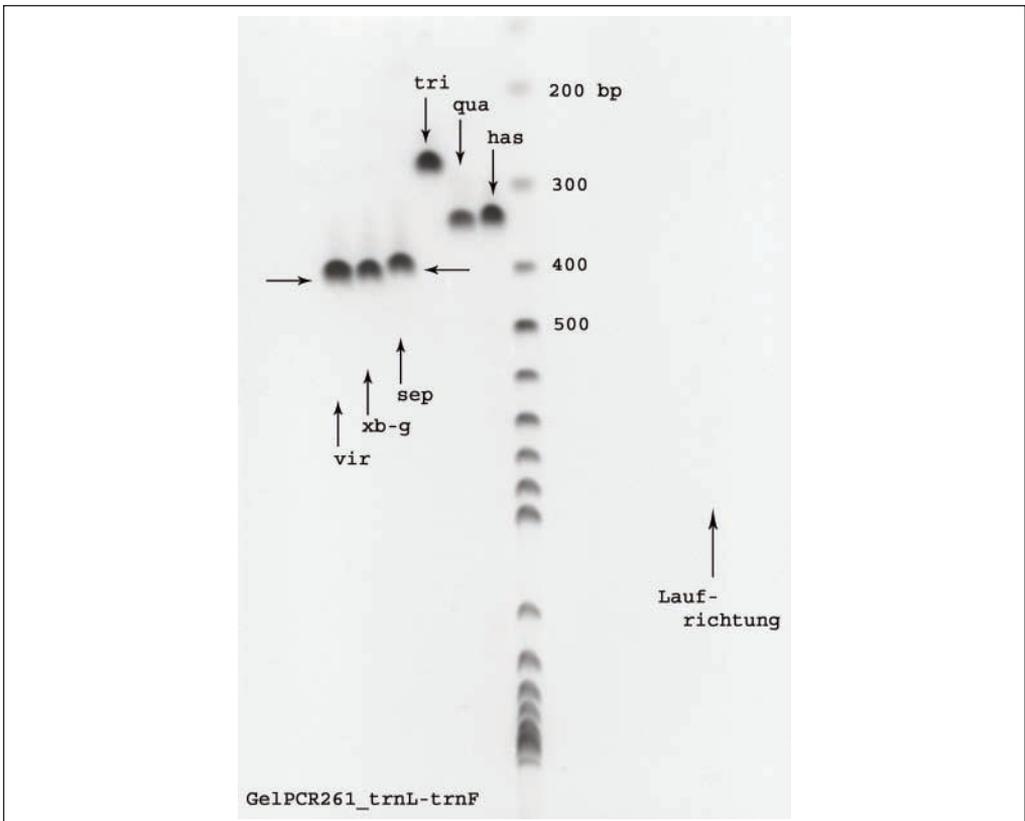


Abb. 4: Agarose-Gel-Chromatogramm der trnL-trnF-Spacer der cpDNA von *Asplenium xbosco-gurinense*, den Elternsippen und verschiedenen *A. trichomanes*-Unterarten. – Agarose gel chromatogram (trnL trnF spacer of cpDNA) of *A. xbosco-gurinense*, its parental species and several *A. trichomanes* sub-species.

Im Chromatogramm benutzte Abkürzungen / abbreviations: vir = *A. viride* (SJ-3762), xb-g = *A. xbosco-gurinense*, sep = *A. septentrionale* (SJ-3678), tri = *A. trichomanes* subsp. *trichomanes*, qua = *A. trichomanes* subsp. *quadri-valens*, has = *A. trichomanes* subsp. *hastatum*

36 Univalente zeigen, was der Genomformel SpSpVi im Sinne von REICHSTEIN (1981) entsprechen würde.

Von einem der Autoren der vorliegenden Arbeit (W. B.) wurden 5 Sporenmutterzellen von *A. xbosco-gurinense* untersucht (vgl. Abb. 3).

Die Analysen ergaben eine Gesamtzahl von ca. 108 Chromosomen, die Pflanze ist also triploid. Die Paarungsverhältnisse in der Meiose waren trotz relativ gut gespreiteter Chromosomen schwierig zu analysieren. Die Untersuchungen der 5 Zellen erbrachten 27, 31, 32 und zweimal 33 Bivalente sowie 54, 46, 44 und zweimal 42 Univalente. Das Auftreten von weniger als 36 Bivalenten bei *A. xbosco-gurinense* zeigt, wie auch die analogen Resultate von MANTON (1950), BOUHARMONT (1972) und WAGNER & al. (1991) an der triploiden Hybride *A. xalternifolium* nothosubsp. *alternifolium*, dass die Autosyndese der beiden *A. septentrionale*-Chromosomensätze des öfteren nicht zur vollständigen Paarbildung führt, die Sp-Genome also nicht vollständig homolog zu sein scheinen. Daraus folgt, dass *A. septentrionale* besser durch die Genomformel SpSpSp'Sp' (vgl. REICHSTEIN 1981, 1984) und *A. xbosco-gurinense* durch SpSp'Vi charakterisiert werden sollte.

Ein zu dieser Konstellation analoger Fall ist die mehrfach untersuchte triploide Hybride *A. xalternifolium* nothosubsp. *alternifolium*, die aus tetraploidem *A. septentrionale* subsp. *septentrionale* und diploidem *A. trichomanes* subsp. *trichomanes* gebildet wird. Die zu erwartenden Paarungsverhältnisse von 36 Bivalenten und 36 Univalenten wurden in jüngster Zeit von RASBACH (2005) an Material aus dem Schwarzwald nachgewiesen. Sie fand bei ihren Untersuchungen 36 (35) Chromosomenpaare und 36 (38) Einzelchromosomen. Diese „maximale“ Paarbildung scheint jedoch nicht generell aufzutreten. Die Analyse einer meiotischen Sporenmutterzelle zeigte bei MANTON (1950) 30 Bivalente und 48 Univalente. WAGNER & al. (1991) fanden ebenfalls nur 30 Bivalente an Material aus Virginia. BOUHARMONT (1966) ermittelte die Paarungsverhältnisse in 7 Hybrid-Pflanzen, wobei die Zahl der Bivalenten zwischen 12 und 35, die der Univalenten zwischen 84 und 38 schwankte.

Das Ergebnis der molekulargenetischen Untersuchung zeigt das Gel-Chromatogramm in Abb. 4.

Neben der begleitenden Farnflora von *A. xbosco-gurinense*, den morphologischen

und cytologischen Eigenschaften der Hybride weisen auch die molekulargenetischen Untersuchungen auf *A. viride* als Elternteil hin. Man erkennt auf dem Gel-Chromatogramm, dass die trnL-trnF-Fragmente von *A. viride* und *A. xbosco-gurinense* von der Startlinie (unterer Rand der Abb.) etwa den selben Abstand besitzen, also praktisch von gleicher Länge sind, während das entsprechende Fragment von *A. septentrionale* in der selben Zeit etwas weiter gelaufen ist, also etwas kürzer ist. Das bedeutet, wenn keine Längenvariationen in den Sippen selbst vorhanden sind, was zumindest bei *A. septentrionale* sowie bei den beiden Unterarten von *A. trichomanes*, subsp. *trichomanes* und subsp. *quadrivalens*, durch VOGEL & al. (1998a) eingehend untersucht und verneint wurde, kann man folgern, dass *A. viride* die Muttersippe der Hybride ist und nicht *A. trichomanes* subsp. *trichomanes*. Man erkennt auch, dass die übrigen abgebildeten *Asplenien*-Sippen nicht als Eizellenspender in Frage kommen.

Während ein Elektrophoresegel (vgl. Abb. 4) die Längenverhältnisse der trnL-trnF-Fragmente grob quantitativ wiedergibt, kann man mit Hilfe von fluoreszenzgelabelten Primern und eines Sequenzierers auch quantitative Ergebnisse erhalten (vgl. Abb. 5). Wie man aus der Abb. 4 ersehen kann, findet sich im Plastidengenom des Bastards das maternal vererbte trnL-trnF-Fragment von *A. viride* mit der Länge von etwas über 400 Basenpaaren. Das Genotyping ergibt den genauen Wert von 415 Basenpaaren, während das paternale Fragment von *A. septentrionale* mit 406 Basenpaaren um 9 Basen kürzer ist. Die qualitativen Aussagen des Gels werden durch das Genotyping bestätigt.

Die Aussage, dass ein Elternteil der Hybride *A. viride* ist, konnte molekulargenetisch durch die oben geschilderten Methoden nur deshalb bestätigt werden, weil auf Grund der maternalen Vererbung der Chloroplasten-DNA (VOGEL & al. 1998b) *A. viride* die Eizelle für die Bildung der Bastard-Zygote geliefert haben muss (sonst wäre die „viride-Bande“ bei *A. xbosco-gurinense* im Gel-Chromatogramm nicht sichtbar). Dies war aber ein durchaus überraschendes Ergebnis. Wie schon oben erwähnt, kann man formal die Bildung von *A. xalternifolium* aus *A. trichomanes* und *A. septentrionale* als Analogfall betrachten. Die Untersuchung von 97 *A. xalternifolium*-Pflan-

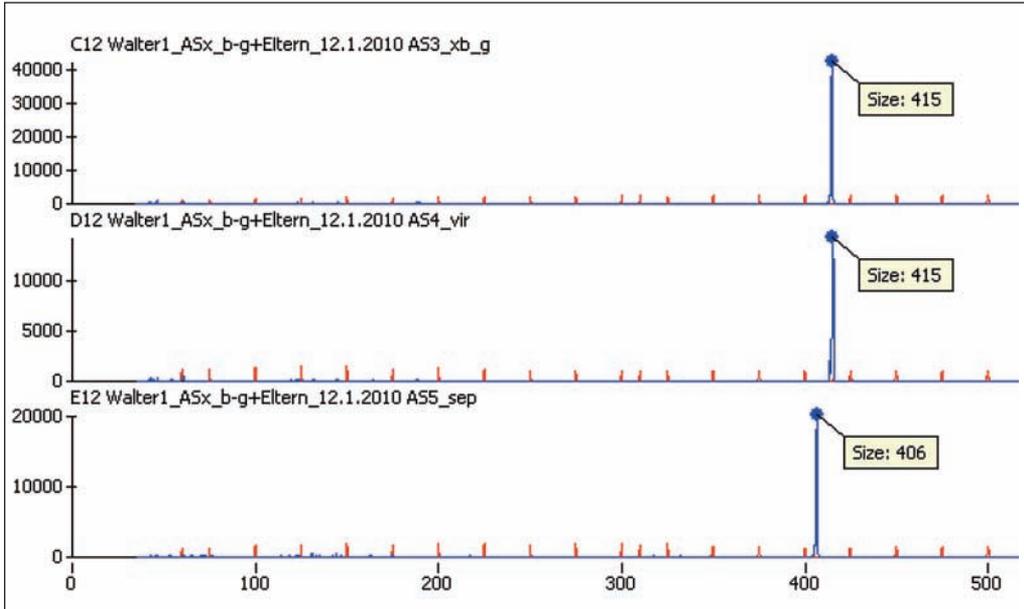


Abb. 5: Elektropherogramme von Genotypisierungen des trnL-trnF-Spacers von *Asplenium xbosco-gurinense*, *A. viride* (SJ-3762) und *A. septentrionale* (SJ-3678) (von oben) auf einem Kapillarsequenzierer (Amersham MegaBace). – Electropherograms of trnL-rtnF spacer genotyping of *A. xbosco-gurinense* (top), *A. viride* (SJ-3762) and *A. septentrionale* (SJ-3678).

zen aus Deutschland, Frankreich, Italien und der Schweiz (dort auch Proben von *Bosco-Gurin*) ergab, dass bis auf 3 Ausnahmen (2 in Frankreich, 1 in Italien) in allen Fällen *A. septentrionale* der maternale Elter war, dies auch bei allen 9 untersuchten seltenen tetraploiden Bastarden (VOGEL & al. 1998a), *A. xalternifolium* nothosubsp. *heuffleri*. Dass hier *A. septentrionale* die mütterlichen Gameten liefert, ist also nicht zufällig, sondern vielmehr vorrangig der Fall. In der Arbeit werden auch mögliche Gründe für diese fast unidirektionale Hybridisierung, wie auch Gründe für das seltene Auftreten der tetraploiden Hybride *A. xalternifolium* nothosubsp. *heuffleri* diskutiert, so auch die Frage, ob die Fortpflanzungssysteme dabei eine Rolle spielen. Sowohl bei der zuletzt erwähnten Hybride, als auch bei *A. xbosco-gurinense*, also beiden sich selten bildenden Kreuzungen, ist der Hybridisierungspartner des Inbreeders *A. septentrionale* (HOLDEREGGER & SCHNELLER 1994) das als obligater Outbreeder bezeichnete *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens* (VOGEL & al. 1998a), bzw. das vorwiegend Outbreeding zeigende *A. viride* (SCHNELLER & HOLDEREGGER 1996). Trotzdem liegen gegensätzliche Kreuzungs-

richtungen vor. Eher erscheinen uns die auch von VOGEL & al. (1998a) diskutierten Antheridogensysteme (siehe auch KRAMER & al. 1995) und/oder die relativen Reifungszeiten der Antheridien und Archegonien der an der Kreuzung beteiligten Gametophyten eine Rolle zu spielen. Die hier vorliegenden Fälle wurden jedoch unseres Wissens bislang nicht näher untersucht.

4. Beschreibung

***Asplenium xbosco-gurinense* S. JESS. & BUJNOCH, hybr. nov.**

Diagnose: Planta hybrida, media inter parentes, scilicet *Asplenium septentrionale* subsp. *septentrionale* et *Asplenium viride*, forma foliorum *Asplenio xalternifolium* nothosubsp. *alternifolium* similis; foliae 4–8 cm longae; lamina pinnata vel bipinnata, pinnulae ultimae anguste-cuneatae; Petioli 2–4 cm longi, 0,4–0,8 mm crassi, in parte inferiore per 2–5 mm runnei; sporae abortivae; planta triploidea, numerus chromosomaticus c. 108, meiosi bivalentibus c. 27–33 et univalentibus c. 42–54.

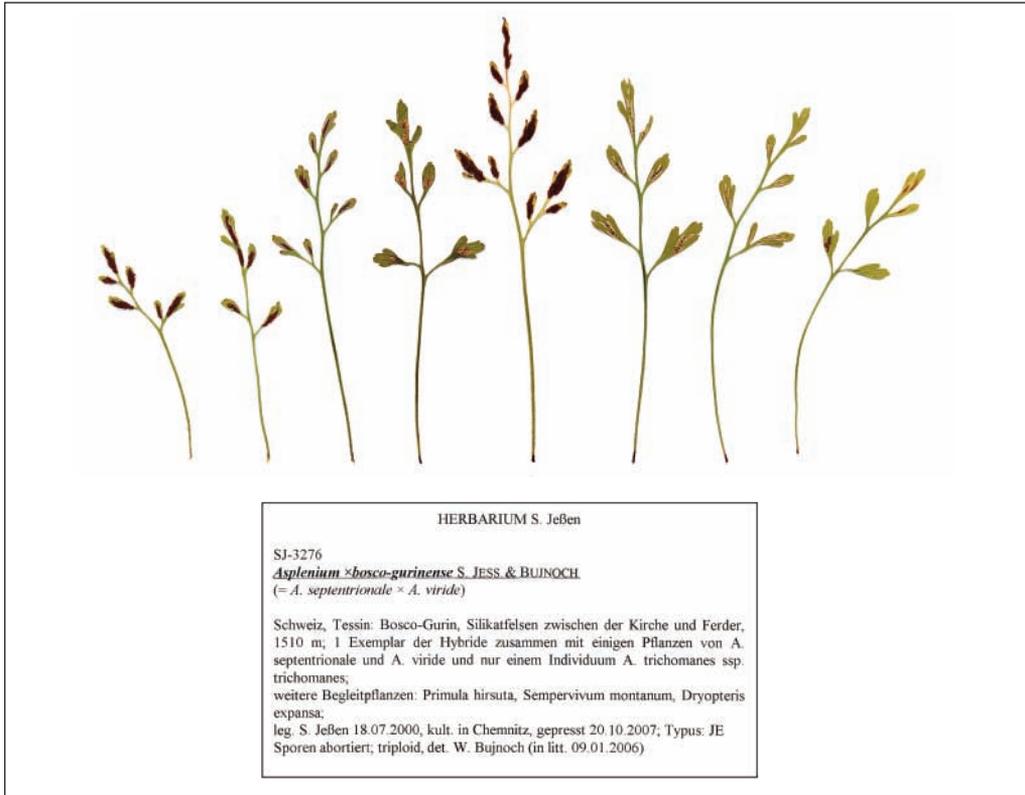


Abb. 6: Typusbeleg von *Asplenium xbosco-gurinense*. – Type of *A. xbosco-gurinense*.

Holotypus: „Schweiz, Tessin: Bosco-Gurin, Silikاتفelsen zwischen der Kirche und Ferder, 1510 m; 1 Exemplar der Hybride zusammen mit einigen Pflanzen von *A. septentrionale* und *A. viride* und nur einem Individuum *A. trichomanes* ssp. *trichomanes* sowie *Primula hirsuta*, *Sempervivum montanum* und *Dryopteris expansa*; Lebendmaterial entnommen am 18.7.2000, leg. S. Jeßen, kultiviert in Chemnitz unter der Kulturnummer SJ-3276, Beleg entnommen: 20.10.2007 (JE).

Derivatio: Nach dem Dorf Bosco-Gurin im Tessin, an dessen nördlichem Rand sich der Locus classicus befindet.

Beschreibung:

Wedel 4–8 cm lang, gelblich- bis dunkelgrün, meist wintergrün;
 Blattstiel 2–4 cm lang, 0,4–0,8 mm dick und 0,7–1,5-mal so lang wie die Spreite; nur am Grunde 2–5 mm dunkelbraun gefärbt;
 Blattspreite 1- bis 2fach gefiedert mit jederseits

2–3(–4) meist wechselständigen Fiedern; kahl;

Fiedern 6–17 mm lang, 2–10 mm breit, im unteren Spreitenabschnitt bis 4 mm gestielt, oben fast sitzend;

Fiederabschnitte letzter Ordnung länglich-keilförmig, 3–10 mm lang und 2–3 mm breit, am Ende ± abgerundet, mit wenigen kurzen, spitzen Zähnen;

Spreuschuppen borstenförmig, zugespitzt, schwarz-braun gegittert, ohne dunklen Mittelstreifen;

Sori länglich, 2–3 mm lang, 1–4(–5) pro Fiederabschnitt, parallel bis leicht auseinanderstrebend angeordnet;

Indusium länglich bis lineal-lanzettlich, ganzrandig;

Schließzellenlänge (Mittelwert aus 20 Messungen): 46,5 µm;

Sporangieninhalt abortiert;

Cytologie: triploid, Chromosomenzahl ca. 108 mit ca. 27–33 Bivalenten und ca. 42–54 Univalenten in der Meiose.

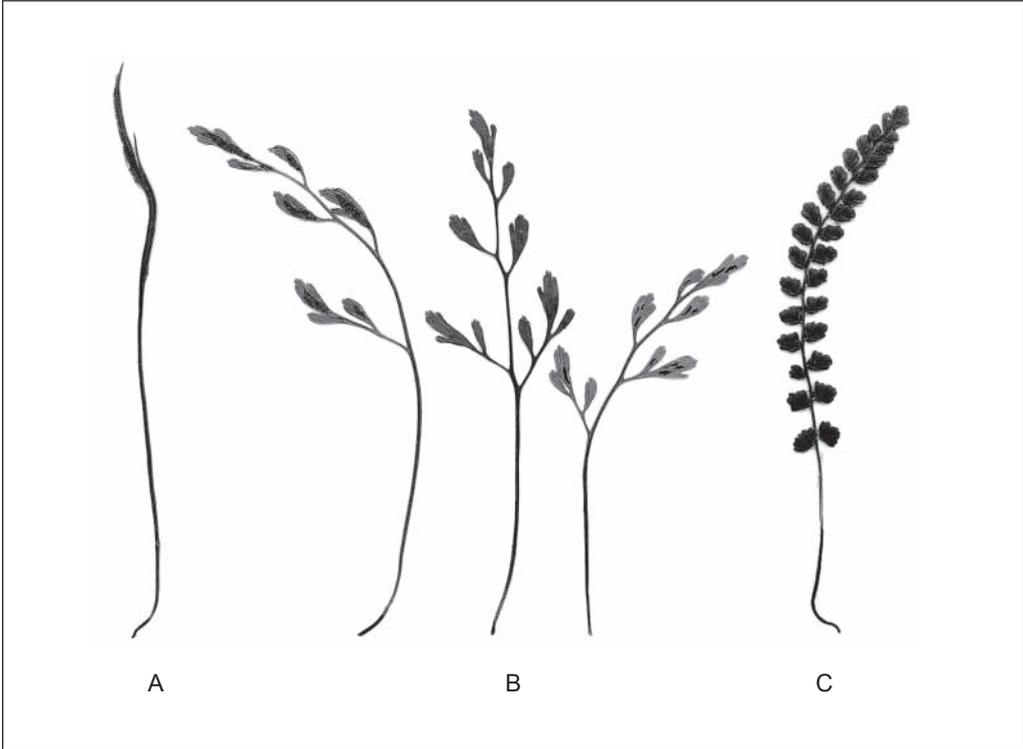


Abb. 7: Silhouetten der Wedel von *Asplenium xbosco-gurinense* und seinen Elternarten bei Bosco-Gurin . – Frond silhouettes of *A. xbosco-gurinense* and its parental species collected at Bosco-Gurin.

A: *A. septentrionale* subsp. *septentrionale*, SJ-3643; B: *A. xbosco-gurinense*; C: *A. viride*, SJ-3644.

5. Dank

Unser Dank gilt Herrn Dr. Johannes Vogel, London (jetzt Berlin), für die erste cpDNA-Untersuchung. Wir danken Herrn Dipl.-Biol. Karsten Horn, Dormitz, für die Durchsicht und Korrektur des Manuskriptes. S. Jeßen dankt den Enkeln des 1996 verstorbenen Prof. Tadeus Reichstein, Dr. Benjamin, Patric und Dr. Till Straumann, für das jährliche Gewähren von Unterkunft und Forschungsmöglichkeit im Garten ihres Großvaters in Agarone (Tessin), wo sich eine umfangreiche Sammlung lebender Farne des Baseler Chemikers und Pteridologen befindet. W. Bujnoch bedankt sich bei Prof. Dr. Thomas Schmitt und Prof. Dr. Michael Veith für einen Arbeitsplatz in der Biogeographie der Universität Trier, sowie bei Dipl.-Biogeogr. Katja Kramp und Dipl.-Biol. Kathrin Witzenberger für die Hilfe am Sequenzierer.

6. Literatur

- BOUHARMONT, J. 1966: Note sur *Asplenium xalternifolium* WULFEN. – Bull. Jard. Bot. État, Bruxelles 36: 383–391.
- 1972: Meiosis in apogamously produced diploid plants of *Asplenium septentrionale*. – Brit. Fern Gaz. 10: 237–240.
- HOLDEREGGER, R. & SCHNELLER, J. J. 1994: Are small isolated populations of *Asplenium septentrionale* variable? – Biol. J. Linn. Soc. 51: 377–385.
- KRAMER, K. U., SCHNELLER, J. J. & WOLLENWEBER, E. 1995: Farne und Farnverwandte. – Stuttgart: Georg Thieme.
- MANTON, I. 1950: Problems of cytology and evolution in the *Pteridophyta*. – Cambridge: University.
- RASBACH, H. 2005: Neufunde von *Asplenium xheufferi* REICHARDT im Schwarzwald und ein Vergleich mit *Asplenium xalternifolium*

- WULFEN (*Pteridophyta*). – *Carolinea* 63: 87–94, 3 Tafeln.
- REICHSTEIN, T. 1981: Hybrids in European *Aspleniaceae* (*Pteridophyta*). – *Bot. Helv.* 91: 89–139.
- 1984: *Asplenium*. – p. 211–269. In: KRAMER, K. U. (ed.), *Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa I/1*, ed. 3. – Berlin & Hamburg: Parey.
- SCHNELLER, J. J. & HOLDEREGGER, R. 1996: Genetic variation in small, isolated fern populations. – *J. Veg. Sci.* 7: 113–120.
- TABERLET, P., GIELLY, L., PAUTOU, G. & BOUVET, J. 1991: Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. – *Pl. Molec. Biol.* 17: 1105–1109.
- VOGEL, J. C., RUSSELL, S. J., BARRETT, J. A. & GIBBY, M. 1996: A non-coding region of chloroplast DNA as a tool to investigate reticulate evolution in European *Asplenium*. – p. 313–327. In: CAMUS, J. M., GIBBY, M. & JOHNS, R. J. (ed.), *Pteridology in Perspective*. – Kew: Royal Botanic Gardens.
- , —, RUMSEY, F. J., BARRETT, J. A. & GIBBY, M. 1998a: On Hybrid Formation in the Rock Fern *Asplenium xalternifolium* (*Aspleniaceae*, *Pteridophyta*). – *Bot. Acta* 111: 241–246.
- , —, —, — & — 1998b: Evidence for Maternal Transmission of Chloroplast DNA in the Genus *Asplenium* (*Aspleniaceae*, *Pteridophyta*). – *Bot. Acta* 111: 247–249.
- WAGNER, W. H., BUSH, E. M., WERTH, C. R. & BARTGIS, R. L. 1991: First Records of Alternate-leaved Spleenwort, *Asplenium xalternifolium*, in the New World. – *Castanea* 56: 128–134.