

Der Lausitzer Streifenfarn *Asplenium trichomanes* nothosubsp. *lusaticum* (*Aspleniaceae*) im Grenzgebiet zwischen Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz*

W. JÄGER & H. BÄPPLER

Kurzfassung

Asplenium trichomanes nothosubsp. *lusaticum* konnte im Grenzgebiet der Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz bestätigt werden. Nach aktuellem Kenntnisstand handelt es sich um die ersten flow-cytometrisch gesicherten Nachweise für beide Bundesländer.

Abstract: *Asplenium trichomanes* nothosubsp. *lusaticum* (*Aspleniaceae*) in the border region of North Rhine-Westphalia and Rhineland-Palatinate.

Asplenium trichomanes nothosubsp. *lusaticum* was found in the border region of the two federal states North Rhine-Westphalia and Rhineland-Palatinate, Germany. This is the first record for this taxon verified by flow cytometry for both states so far known.

1 Einleitung

Bisher wurden in Nordrhein-Westfalen drei Unterarten und eine intraspezifische Hybride aus dem *Asplenium trichomanes*-Komplex nachgewiesen: die diploide kalkmeidende Unterart *A. trichomanes* L. subsp. *trichomanes*, die bzgl. ihrer Bodenansprüche deutlich tolerantere tetraploide subsp. *quadrivalens* D. E. MEYER, die kalkliebende subsp. *hastatum* (CHRIST) S. JESS. sowie die triploide intraspezifische Hybride nothosubsp. *lovisianum* S. JESS. (subsp. *quadrivalens* × subsp. *hastatum*) (DIEKJOBST 1997, HAEUPLER & al. 2003, GÖTTE 2007, LUBIENSKI & JESSEN 2015).

Während einer Exkursion im Brölbachtal (Rheinland-Pfalz) war den Autoren erstmals eine Hybrid-Pflanze aufgefallen, die zu weiteren Untersuchungen Anlass gab. Umfangreiche Überprüfungen der *Asplenium trichomanes*-Bestände in diesem und im angrenzenden nordrhein-westfälischen Gebiet führten zu weiteren Funden.

Für die Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz konnte in der Folge der von MEYER (1962) beschriebene Lausitzer Streifenfarn (benannt nach seinem Erstfund in der Oberlausitz), *Asplenium trichomanes* nothosubsp. *lusaticum* (D. E. MEYER) LAWALRÉE flow-cytometrisch gesichert nachgewiesen werden. Für Nordrhein-Westfalen handelt es sich hierbei um den Erstdnachweis dieser intraspezifischen Hybride zwischen *A. trichomanes* subsp. *trichomanes* und subsp. *quadrivalens*.

2 Die Zytotypen des Braunstieligen Streifenfarns in Europa

In Europa sind bisher zwei diploide, vier tetraploide und eine hexaploide Sippe des *Asplenium trichomanes*-Komplexes beschrieben worden (REICHSTEIN 1981 & 1984, GIBBY & LOVIS 1989, RASBACH & al. 1991, JESSEN 1995). Darüber hinaus sind bis jetzt fünf triploide und vier tetraploide intraspezifische Hybriden bekannt. Während die diploiden und tetraploiden Sippen mehr oder weniger häufig anzutreffen sind, wurden hexaploide Sippen bisher nur sporadisch in Belgien, Frankreich, Südspanien und Portugal nachgewiesen (GIBBY & LOVIS 1989, JESSEN 1995), so z. B. die einzige bisher mit Namen beschriebene subsp. *maderense* GIBBY & LOVIS, die bereits 1981 auch vom Erstautor auf Madeira gefunden wurde.

Einige der intraspezifischen Hybriden sind häufig zu finden, sofern die Elternarten zusammen vorkommen und die ökologischen Ansprüche gut übereinstimmen, mitunter ist an Fundorten aber durchaus auch nur eine Elternart nachzuweisen. Bei deutlich unterschiedlichen

* Außerdem erschienen am 21.11.2016 als Veröff. Bochumer Bot. Ver. 8(10): 110–117.

Substratansprüchen der Elternarten ist naturgemäß nur selten ein Auffinden von Hybriden zu erwarten, dies ist am ehesten noch dort möglich, wo die verschiedenen ökologischen Bereiche aneinandergrenzen.

Die zum Komplex des Braunstieligen Streifenfarns gehörigen Sippen unterschiedlicher Ploidiegrade wurden in der Literatur vielfach als Unterarten beschrieben (REICHSTEIN 1981 & 1984, GIBBY & LOVIS 1989, RASBACH & al. 1991, JESSEN 1995), teilweise aber auch als eigene Arten geführt (KRAMER & VIANE 1990, ROSELLÓ & al. 1991). Wegen der Vielzahl der in Europa vorkommenden Unterarten und intraspezifischen Hybriden werden diese hier nochmals tabellarisch zusammengefasst (Tab. 1).

Tab. 1: Unterarten (Fettdruck) und in der Natur vorkommende, intraspezifische Hybriden des *Asplenium trichomanes*-Komplexes in Europa.

diploid	triploid	tetraploid	hexaploid
subsp. <i>trichomanes</i>	nothosubsp. <i>lusaticum</i> (subsp. <i>trichomanes</i> × subsp. <i>quadrivalens</i>)	subsp. <i>quadrivalens</i>	subsp. <i>maderense</i>
subsp. <i>inexpectans</i>	nothosubsp. <i>melzeranum</i> (subsp. <i>inexpectans</i> × subsp. <i>hastatum</i>)	subsp. <i>hastatum</i>	
	nothosubsp. <i>tadei-reichsteinii</i> (subsp. <i>inexpectans</i> × subsp. <i>pachyrachis</i>)	subsp. <i>pachyrachis</i>	
	nothosubsp. <i>malacitense</i> (subsp. <i>inexpectans</i> × subsp. <i>coriaceifolium</i>)	subsp. <i>coriaceifolium</i> (= <i>A. azomanes</i>)	
	nothosubsp. <i>lucanum</i> (subsp. <i>inexpectans</i> × subsp. <i>quadrivalens</i>)	nothosubsp. <i>lovisianum</i> (subsp. <i>quadrivalens</i> × subsp. <i>hastatum</i>)	
		nothosubsp. <i>moravicum</i> (subsp. <i>hastatum</i> × subsp. <i>pachyrachis</i>)	
		nothosubsp. <i>staufferi</i> (subsp. <i>quadrivalens</i> × subsp. <i>pachyrachis</i>)	
		nothosubsp. <i>barreraense</i> (subsp. <i>quadrivalens</i> × subsp. <i>coriaceifolium</i>) (= <i>A. ×tubalense</i>)	

3 Zur Unterscheidung des Lausitzer Streifenfarns und seiner Elternsippen

Eine makromorphologische Unterscheidung zwischen *Asplenium trichomanes* nothosubsp. *lusaticum*, subsp. *trichomanes* und subsp. *quadrivalens* im Gelände ist schwierig (DAMBOLDT 1964, BOUHARMONT 1968, JERMY & PAGE 1980, REICHSTEIN 1984, PAGE 1997), weshalb zur sicheren Unterscheidung meist mikromorphologische Kriterien wie die Sporen- und Stomata-Größe herangezogen werden müssen. Hybrid-Pflanzen zeigen aber häufig den Heterosis-Effekt (sie sind kräftiger im Wuchs als die Elternarten). Darüber hinaus können die Hybrid-Pflanzen durch mikroskopische Untersuchung mit der Feststellung von abortierten Sporen erkannt werden. Dies setzt voraus, dass die Untersuchung zum optimalen Reifetermin der Sporen erfolgt. Untersuchungen, die durchgeführt werden, nachdem die überwiegende Anzahl der Sporen bereits ausgefallen ist, können zu falschen Ergebnissen führen, da oftmals die wenigen im Sporangium zurückbleibenden Sporen missgebildet sind (DIEKJOBST

1997). Darüber hinaus können auch lange Trockenperioden, in denen es zu keiner optimalen Reife der Sporen kommt, zu Fehlinterpretationen des Sporangien-Inhaltes führen. Bei den Hybridpflanzen fanden die Autoren neben einem überwiegenden Anteil abortierter Sporen vereinzelt auch gut ausgebildete Sporen. Auf diesen Umstand hat bereits BOUHARMONT (1968) hingewiesen. Er konnte zeigen, dass die Aussaat dieser Sporen zu hexaploiden Nachkommen führt.

4 Weitergehende mikromorphologische Untersuchungen (Sporen- und Schließzellen-Messungen)

Aufgrund der oben beschriebenen Problematik einer makromorphologischen Bestimmung der Sippen im Gelände wurden die im Brölbachtal und den angrenzenden Gebieten Nordrhein-Westfalens gefundenen Pflanzen noch weitergehenden mikromorphologischen Untersuchungen unterzogen. Es wurden jeweils 20 Messungen der Sporenlänge/-breite und der Schließzellenlänge/-breite bei 400-facher Vergrößerung mit einem Olympus CH 2–Mikroskop in Wasser durchgeführt (Tab. 2). In der Tabelle sind jeweils der kleinste und größte Messwert, der arithmetische Mittelwert (Fettdruck) und der Bereich, in dem ca. 80 % der Messwerte liegen, angegeben.

Die an diesen beiden Populationen erhobenen Ergebnisse der Sporen- und Stomata-Messungen zeigen, dass sich hiermit alle Sippen deutlich voneinander abgrenzen lassen. Diese Ergebnisse stimmen sehr gut mit in der Literatur angegebenen Werten überein (VIANE & al. 1996, EKRT & ŠTECH 2008). Bei genauer mikromorphologischer Untersuchung ist eine sichere Bestimmung in der Regel möglich. Vor allem die Kombination aus Sporen- und Schließzellenmessungen führt zu zuverlässigen Ergebnissen. Die alleinige Anwendung von Sporenmessungen ist nicht immer ausreichend, da auch Populationen existieren, in denen es in Einzelfällen zu Überlappungen zwischen den Sporengrößen der diploiden und tetraploiden Sippe kommt (W. JÄGER, unveröff., G. ZENNER, mündl. Mitt.).

An beiden Fundorten sind die Sporen der Elternsippen normal ausgebildet und zeigen deutlich unterschiedliche Exospor-Längen und -Breiten in Abhängigkeit vom Ploidiegrad (Abb. 1, Tab. 2). Erwartungsgemäß zeigten die Proben der triploiden Hybride im Gegensatz zu den Elternsippen abortierte Sporen (Abb. 2).

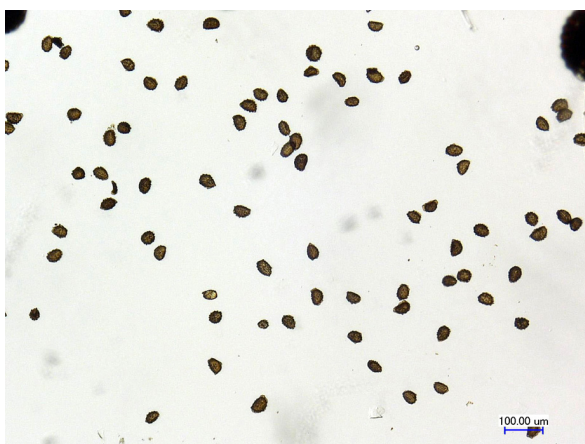


Abb. 1: *Asplenium trichomanes* subsp. *quadrivalens*, normal ausgebildete Sporen (Morsbach-Volperhausen, Nordrhein-Westfalen, W. JÄGER, Foto: V. M. DÖRKEN).

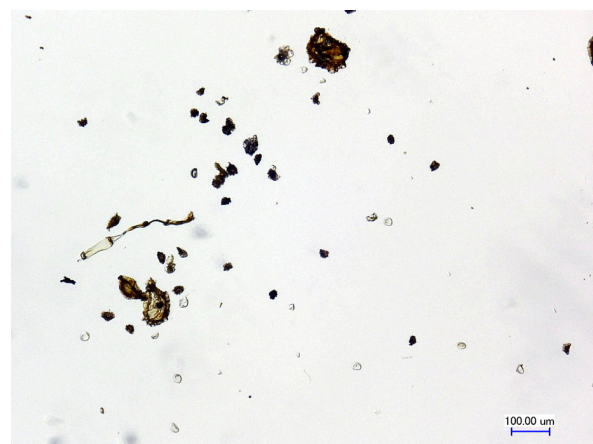


Abb. 2: *Asplenium trichomanes* nothosubsp. *lusaticum*, abortierte Sporen (Morsbach-Volperhausen, Nordrhein-Westfalen, W. JÄGER, Foto: V. M. DÖRKEN).

Tab. 2: Ergebnisse der Sporen-/Stomata-Messungen. Minimal- und Maximalwerte (in Klammern), Mittelwert (fett) und der Bereich in dem 80 % der Messwerte liegen.

Sippe	Sammel - Nr.	Sporenlänge (Exospor) (µm)	Sporenbreite (Exospor) (µm)	Stomatalänge (µm)	Stomatabreite (µm)
subsp. trichomanes	Jä 220/12	(24)25 - 28 - 30(38)	(16)17 - 19 - 22(26)	(34)35 - 37 - 39(43)	(20)21 - 24 - 26(30)
	Jä 267/16	(25)27 - 29 - 31(33)	(20)21 - 23 - 25(28)	(30)34 - 36 - 38(40)	(20)23 - 25 - 27(29)
nothosubsp. lusaticum	Jä 221a/12	Sporen abortiert	Sporen abortiert	(38)40 - 41 - 43(45)	(23)25 - 27 - 28(30)
	Jä 221b/12	Sporen abortiert	Sporen abortiert	(35)38 - 41 - 43(45)	(21)23 - 26 - 29(31)
	Jä 139/13	Sporen abortiert	Sporen abortiert	(36)39 - 41 - 43(45)	(21)24 - 26 - 29(30)
	Jä 87/14	Sporen abortiert	Sporen abortiert	(31)37 - 40 - 43(44)	(24)24 - 26 - 27(29)
	Jä 268/16	Sporen abortiert	Sporen abortiert	(35)38 - 40 - 43(48)	(23)26 - 28 - 31(31)
subsp. quadrivalens	Jä 220a/12	(34)35 - 37 - 39(40)	(24)25 - 27 - 29(30)	(41)42 - 44 - 46(50)	(26)27 - 29 - 30(33)
	Jä 266/16	(31)34 - 37 - 40(43)	(21)25 - 27 - 30(30)	(41)42 - 45 - 49(55)	(26)28 - 29 - 31(33)

5 Experimentelle Bestätigung des Ploidiegrades

Zur Bestätigung der mikromorphologisch über die Vermessung von Sporen und Stomata ermittelten Ploidiegrade wurde von einzelnen Pflanzen frisch gesammeltes Material mittels Flow-Cytometrie (FCM) analysiert. Dabei wurde die gleiche Methode angewendet wie bei BENNERT & al. (2013) dargestellt und DAPI als Farbstoff verwendet, was die Ermittlung relativer DNA-Mengen ermöglicht. Der Quotient aus dem Wert der *Asplenium*-Probe und einer internen Standardprobe kann dann für die Unterscheidung verschiedener Ploidiestufen herangezogen werden. Die Ergebnisse für die Kern-DNA-Mengen unserer verwendeten Proben deckten sich vollständig mit den mikromorphologischen Ergebnissen (Tab. 3).

Tab. 3: Ergebnisse der flow-cytometrischen Untersuchungen.

Sippe	Sammel-Nr.	FCM-Ergebnis	Ploidiegrad
subsp. trichomanes	Jä 220/12	2,0 2,0	diploid
	Jä 267/16		nicht untersucht
nothosubsp. lusaticum	Jä 221a/12	2,9	triploid
	Jä 221b/12	2,9	triploid
	Jä 139/13	3,0	triploid
	Jä 87/14	3,1	triploid
	Jä 268/16		nicht untersucht
subsp. quadrivalens	Jä 220a/12	3,9	tetraploid
	Jä 266/16	3,9	nicht untersucht
		3,5	

6 Das Vorkommen im Bröltal (Rheinland-Pfalz)

Anlass für die Untersuchungen des *Asplenium trichomanes*-Komplexes im Grenzgebiet zwischen Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz war der Fund eines großen, frisch herausgerissenen Farnstocks auf dem Wanderweg entlang des Brölbaches im Siegerland. Diese Pflanze wurde ausgiebig untersucht und von einem der Autoren (H. B.), der über dieses Gebiet bereits früher berichtet hatte (BÄPPLER 1986) in Kultur genommen. Zu diesem Zeitpunkt wurde die Umgebung des Fundpunktes noch nicht weiter auf das Vorkommen beider Elternarten untersucht. Als die mikromorphologische Analyse ergab, dass es sich um

eine *A. trichomanes*-Hybride handelt, wurde eine weitere Exkursion in das Gebiet durchgeführt. In der Folge konnten sowohl die diploide Sippe *A. trichomanes* subsp. *trichomanes* als auch die tetraploide Sippe subsp. *quadri-valens* und deren Hybride nachgewiesen werden. Die Pflanzen wachsen hier relativ eng begrenzt an ehemals beschatteten Grauwacke-Felsen an einem zum Brölbach geneigten Hang (MTB 5212/12) auf 155 m ü. NN (Abb. 3–5).

In unmittelbarer Umgebung der Felsgruppe wachsen Rot-Buche (*Fagus sylvatica*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Eiche (*Quercus robur*) und Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) als schattengebende Pflanzen. Darüber hinaus treten noch Haselnuss (*Corylus avellana*), Brombeere (*Rubus spec.*), Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*), Kleiner Dornfarn (*Dryopteris carthusiana*), Wald-Erdbeere (*Fragaria vesca*) und an den Felsen die Tüpfelfarn-Sippen *Polypodium vulgare*, *P. interjectum* und *P. ×mantoniae* auf. Bedingt durch Sturmschäden wurden hier umfangreiche Baumrodungsmaßnahmen durchgeführt, die nunmehr zu einer deutlich höheren Sonneneinstrahlung auf die Felsgruppe führen.



Abb. 3: Felsgruppe oberhalb des Brölbaches/Rheinland-Pfalz, mit *Asplenium trichomanes* nothosubsp. *lusaticum*, subsp. *trichomanes* und subsp. *quadri-valens* (05.10.2016, W. JÄGER).



Abb. 4: *Asplenium trichomanes* nothosubsp. *lusaticum* im Bröltal/Rheinland-Pfalz (05.10.2016, W. JÄGER).



Abb. 5: *Asplenium trichomanes* subsp. *trichomanes*, subsp. *quadri-valens* und nothosubsp. *lusaticum* im Bröltal, Rheinland-Pfalz (05.10.2016, W. JÄGER).

7 Das Vorkommen in Morsbach-Volperhausen (Nordrhein-Westfalen)

In Morsbach-Volperhausen konnten alle drei Sippen an beschatteten Grauwacke-Felsen am Rande einer viel befahrenen Bundesstraße nachgewiesen werden (Abb. 6 & 7). Die Elternsippen wachsen hier reichlich zusammen mit mehreren Hybrid-Stöcken hinter dichtem Haselnuss-Strauchwerk und sind ohne Kenntnis des Fundortes nicht zu sehen. Das

Vorkommen liegt auf ca. 200 m ü. NN (MTB 5112/14). Diese Fundstelle liegt ca. 9 km Luftlinie vom rheinland-pfälzischen Vorkommen entfernt.

Als schattenspendende Pflanzen wachsen hier Haselnuss (*Corylus avellana*), Rot-Buche (*Fagus sylvatica*) und Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), darüber hinaus noch Waldgeißblatt (*Lonicera periclymenum*), Brombeere (*Rubus spec.*) und an den Felsen Wurmfarne (*Dryopteris filix-mas*), Großer Dornfarn (*Dryopteris dilatata*) und Tüpfelfarn (*Polypodium interjectum*).



Abb 6 & 7: *Asplenium trichomanes* nothosubsp. *lusaticum*, subsp. *trichomanes* und subsp. *quadri-valens* auf Felsen bei Morsbach-Volperhausen/NRW (05.10.2016, W. JÄGER).

8 Nachweise von *Asplenium trichomanes* nothosubsp. *lusaticum* in Rheinland-Pfalz

Das hier vorgestellte rheinland-pfälzische Vorkommen von *Asplenium trichomanes* nothosubsp. *lusaticum* im Bröltal reiht sich ein in weitere bisher bekannt gewordene Vorkommen für das Bundesland. So werden im Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen für die Pfalz und ihre Randgebiete (LANG & WOLFF 2011) sechs Fundstellen für diese Hybride angegeben. Darüber hinaus wurden in Rheinland-Pfalz weitere Vorkommen (Hunsrück MTB 6306/14, Nahebergland MTB 6212/21 und Nordpfälzer Bergland MTB 6310/44) durch G. ZENNER (schriftl. Mitt.) nachgewiesen. Bereits 1990 wurde vom Erstautor eine Pflanze der Hybride in der Nähe der Burg Eitz zwischen Maifeld und Eifel (MTB 5710/33) entdeckt (W. JÄGER, unveröff.).

Eine Recherche in einigen Herbarien (Naturhistorisches Museum Mainz [Herbarium Geisenheyner, Herbarium Thyssen & Laven], Universität Bonn, Pfalzmuseum für Naturkunde) führte nur im Herbar des Pfalzmuseums für Naturkunde in Bad Dürkheim zu einem von GERHARD SCHULZE gesammelten Beleg, der mit dem Namen der Hybride beschriftet ist und darüber hinaus den Hinweis "Völlig abortierte Sporangien !" auf dem Herbar-Etikett trägt. Da diese Angabe den Autoren zweifelhaft erschien, wurde dieser Beleg mikroskopisch untersucht. Die durchgeführte Kontrolle ergab, dass die Sporangien normal ausgebildet sind und auch normal entwickelte Sporen enthalten. Die Messung der Sporenlänge ergab (33)34 – 36 – 38(40) µm, die der Sporenbreite (25)27 – 28 – 30(30) µm. Die Stomata-Länge betrug (39)42 – 45 – 47(48) µm, die Stomata-Breite (25)27 – 29 – 31(33) µm. Diese Werte stimmten sehr gut mit eigenen und aus der Literatur bekannten Werten für die subsp. *quadri-valens* überein. Damit handelt es sich eindeutig um eine Fehlbestimmung (Abb. 8).



Abb. 8: Als *Asplenium trichomanes* subsp. *quadrivalens* revidierter Herbar-Beleg zu *A. trichomanes* nothosubsp. *lusaticum* aus dem Herbar GERHARD SCHULZE, jetzt Pfalzmuseum für Naturkunde Bad Dürkheim.

9 Nachweise von *Asplenium trichomanes* nothosubsp. *lusaticum* in Nordrhein-Westfalen

Wie eingangs bereits festgestellt, konnten in Nordrhein-Westfalen von den bekannten Unterarten des *Asplenium trichomanes*-Komplexes bisher drei (subsp. *trichomanes*, subsp. *quadrivalens* und subsp. *hastatum*) und von den intraspezifischen Hybriden nur eine (nothosubsp. *lovisianum*) nachgewiesen werden (DIEKJOBST 1997, HAEUPLER & al. 2003, GÖTTE 2007, LUBIENSKI & JESSEN 2015). Das hier vorgestellte Vorkommen von *A. trichomanes* nothosubsp. *lusaticum* ist nicht nur der Erstnachweis dieser Hybride für das Bundesland, sondern erhöht auch die Anzahl der für NRW bekannten Hybriden auf nunmehr zwei.

Die sehr umfangreichen Gelände-Untersuchungen von DIEKJOBST (1997) erbrachten erstaunlicherweise keinen Nachweis des Lausitzer Streifenfarns im Südwestfälischen Bergland. Allerdings wurde vom Autor auch einschränkend erwähnt, dass die Unterarten jeweils weit voneinander entfernt wuchsen. Das Vorkommen der Hybride im Ostsauerland konnte nach der Beschreibung bei GÖTTE (2007) zwar vermutet werden, blieb aber unklar (vgl. LUBIENSKI & JESSEN 2015).

Danksagung

Die Autoren danken R. VIANE (Universität Gent) für die Durchführung der flow-cytometrischen Messungen, V. M. DÖRKEN (Universität Konstanz) für die Anfertigung der mikroskopischen Aufnahmen, M. LUBIENSKI (Hagen) für hilfreiche Diskussionen, die Bereitstellung von Literatur und die kritische Durchsicht des Manuskriptes. C. RENKER und D. HANSELMANN (Naturhistorisches Museum Mainz), M. LEHNERT (Universität Bonn) und V. JOHN (Pfalzmuseum für Naturkunde, Bad Dürkheim) für die Sichtung von Herbar-Belegen bzgl. *Asplenium trichomanes* nothosubsp. *lusaticum*. V. JOHN darüber hinaus für das Ausleihen des Herbar-Beleges von G. SCHULZE und C. RENKER für die Bereitstellung von Literatur. G. ZENNER (Kirn) danken wir für die Erlaubnis, neuere Funde aus Rheinland-Pfalz hier nennen zu dürfen und für konstruktive Diskussionen.

Literatur

- BÄPPLER, H. 1986: Bemerkenswerte Farnfunde bei Wissen (Sieg) und Bergneustadt (Oberbergischer Kreis). – *Decheniana* 139: 199.
- BENNERT, H. W., NEIKES, N., GAUSMANN, P., JÄGER, W., LUBIENSKI, M. & VIANE, R. 2013: Erstnachweis von *Dryopteris affinis* s. str. (*Dryopteridaceae*, *Pteridophyta*) für Nordrhein-Westfalen. – *Kochia* 7: 87-107.
- BOUHARMONT, J. 1968: Les formes chromosomique d'*Asplenium trichomanes*. – *L. Bull. Jard. Nat. Belg.* 38: 103–114.

- DAMBOLDT, J. 1964: Ein Beitrag zur Kenntnis von *Asplenium trichomanes* L. em. HUDS. in Bayern. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 37: 5–9.
- DIEKJOBST, H. 1997: Zur Verbreitung der beiden Unterarten des Braunstieligen Streifenfarns (*Asplenium trichomanes* ssp. *trichomanes* und ssp. *quadrivalens*) im Südwestfälischen Bergland. – Natur und Heimat (Münster) 57: 121–127.
- EKRT, L. & ŠTECH, M. 2008: A morphometric study and revision of the *Asplenium trichomanes* group in the Czech Republic. – Preslia 80: 325–347.
- GIBBY, M. & LOVIS, J.D. 1989: New Ferns of Madeira. – Fern Gaz. 13: 285–290.
- GÖTTE, R. 2007: Flora im östlichen Sauerland. – Arnsberg.
- HAEUPLER, H., JAGEL, A. & SCHUMACHER, W. 2003: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen. Hrsg.: Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW. – Recklinghausen.
- JERMY, A. C. & PAGE, C. N. 1980: Additional field characters separating the subspecies of *Asplenium trichomanes* in Britain. – Fern Gaz. 12: 112–113.
- JESSEN, S. 1995: *Asplenium trichomanes* L. subsp. *hastatum*, stat. nov. – eine neue Unterart des Braunstiel-Streifenfarns in Europa und vier neue intraspezifische Hybriden (*Aspleniaceae*, *Pteridophyta*). – Ber. Bayer. Bot. Ges. 65: 107–132.
- KRAMER, K. U. & VIANE, R. L. L. 1990: *Aspleniaceae*. In: KRAMER, K. U. & GREEN, P. S. (eds.), The Families and genera of vascular plants. Vol. I. Pteridophytes and Gymnosperms: 52–56. – Berlin.
- LANG, W. & WOLFF, P. 2011: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen für die Pfalz und ihre Randgebiete, 2. Aufl. (CD-Auflage). – Speyer.
- LUBIENSKI, M. & JESSEN, S. 2015: *Asplenium trichomanes* subsp. *hastatum* und nothosubsp. *lovisianum* (*Aspleniaceae*) in Hagen (Nordrhein-Westfalen). – Jahrb. Bochumer Bot. Ver. 6: 54–62.
- MEYER, D. E. 1962: Zur Zytologie der Asplenien Mitteleuropas (XXIX, Abschluß). – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 74: 449–461.
- PAGE, C. N. 1997: The ferns of Britain and Ireland, 2nd ed. – Cambridge.
- RASBACH, H., RASBACH, K., REICHSTEIN, T. & BENNERT, H. W. 1991: *Asplenium trichomanes* subsp. *coriaceifolium*, a new subspecies and two new intraspecific hybrids of the *A. trichomanes* complex (*Aspleniaceae*, *Pteridophyta*). II. Description and illustration. With an appendix on pairing behavior of chromosomes in fern hybrids. – Willdenowia 21: 239–261.
- REICHSTEIN, T. 1981: Hybrids in European *Aspleniaceae* (*Pteridophyta*). – Bot. Helv. 91: 89–139.
- REICHSTEIN, T. 1984: *Asplenium*. In: HEGI, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa, 3. Aufl., Bd. I/1: 211–269. – Berlin, Hamburg.
- RÖHNER, G., ZENNER, G., STARK, C. & SCHAUBEL, K. 2011: Meldung von Funden bestimmungskritischer Farne im Gebiet der Bergstraße, des Odenwaldes und des unteren Neckartales. – Hessische Floristische Briefe 59: 33–40.
- ROSSELLÓ, J. A., CUBAS, P. & REBASSA, A. 1991: Two new *Asplenium* taxa from the Balearic Islands: *A. azomanes* and *A. ×tubalense* (*A. azomanes* × *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens*). – Rivasgodaya 6: 115–128.
- VIANE, R., RASBACH, H., RASBACH, K. & REICHSTEIN, T. 1996: Observations on some ferns of Poros and adjacent parts of the Peloponnesus (Greece). – Bocconeia 5: 279–300.
- ZENNER, G., RÖHNER, G. & SCHAUBEL, K. 2015: Nachweise von Streifenfarnen (*Asplenium*, *Aspleniaceae*, *Pteridophyta*) im Gebiet zwischen Rhein, nördlichem Kraichgau, Bauland und Spessart-Main von 2005 bis 2015. – Hessische Floristische Briefe 63: 1–35.

Anschriften der Autoren

WOLFGANG JÄGER
Finkenweg 45
42489 Wülfrath
wr.jaeger[at]t-online.de

HANS BÄPPLER
Am Wall 17
57489 Drolshagen