Nachweise diploider und triploider Sippen aus dem *Dryopteris affinis*-Aggregat und einer Hybride mit *Dryopteris filix-mas* (Dryopteridaceae, Pteridophyta) im Gebiet der Obersauer (Luxemburg)

Yves Krippel[1], Walter Bujnoch[2] & Günther Zenner[3]

[1] Naturpark Öewersauer, 15, rue de Lultzhausen, L-9650 Esch-sur-Sûre (yves.krippel@naturpark-sure.lu)

[2] Freier Mitarbeiter der Biogeographie der Universität Trier, 25-27, Am Wissenschaftspark, D-54296 Trier; Privat: 13, Neuwiese, D-54296 Trier (wrbujnoch@onlinehome.de, bujnoch@uni-trier.de)

[3] 33, Freiherr-vom-Stein-Str., D-55606 Kirn

Krippel, Y., W. Bujnoch & G. Zenner, 2009. Nachweise diploider und triploider Sippen aus dem *Dryopteris affinis*-Aggregat und einer Hybride mit *Dryopteris filix-mas* (Dryopteridaceae, Pteridophyta) im Gebiet der Obersauer (Luxemburg). *Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois* 110: 43-52.

Diese Arbeit ist Léopold Reichling (11.3.1921–2.5.2009) gewidmet. Ohne seine wertvollen Informationen und ohne seine unveröffentlichten Daten und Karten, die er in seiner überaus hilfsbereiten Art zur Verfügung gestellt hat, wäre dieser Beitrag nicht zustande gekommen.

Abstract. We record the first diploid specimens of the *Dryopteris affinis* (Lowe) Fraser-Jenk. group as well as a hybrid with *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott in the Upper-Sûre area in the Luxembourg Ardennes region. Compared to these rare ferns, *Dryopteris borreri* (Newm.) Newm. ex Oberh. & Tavel is more widely distributed in the Upper-Sûre region. To confirm the morphological studies, DNA-analyses were carried out on some specimens. The results are presented and discussed here.

Keywords. Pteridophyta, Dryopteridaceae, *Dryopteris affinis* agg., molecular genetics, distribution, Upper-Sûre, Luxembourg.

1. Einleitung

Am 1. April 2008 fielen dem Erstautor in einer nach Norden ausgerichteten Böschung entlang der Nationalstraße (N 27) südlich des Obersauerstausees, östlich von Lultzhausen, eine Reihe von Stöcken eines Wurmfarnes auf, deren vorjährige Wedel noch grün waren. Die systematische Bestimmung führte zu einem Vertreter der diploiden *Dryopteris affinis* (Lowe) Fraser-Jenk. (früher: *Dryopteris affinis* (Lowe) Fraser-Jenk. subsp. *affinis*). Um das Verständnis der nachfolgenden Ausführungen zu erleichtern sei hier schon darauf hingewiesen, dass die Autoren bis auf wenige Ausnahmen die neue Nomenklatur von Fraser-Jenkins (2007) benutzen, die sich von der bis dahin gebräuchlichen Benennung der Sippen zuerst einmal dadurch unterscheidet, dass nur bei diploiden Vertretern des Aggregates das Artepitheton „*affinis*" im Binom verwendet wird. Zusammenfassend bezeichnen wir die diploiden und triploiden Vertreter des Formenkreises einschließlich deren tetraploiden und pentaploiden Bastarde mit *Dryopteris filix-mas* als „*Dryopteris affinis* agg.".

Die meisten Funde an *Dryopteris affinis* machte Prof. L. Reichling in den Jahren 1950 bis 1960 fast ausschließlich im Gutland. Damals bewertete man sie noch als eine Sippe innerhalb der „*Dryopteris paleacea*". Später, in den Jahren 1994 bis 2008 konnten auf mehreren Exkursionen in das luxemburgische Gutland, auch unter Führung von L. Reichling und R. Thorn, an mehreren Fundstellen außer der triploiden *Dryopteris borreri* (Newm.) Newm. ex Oberh. & Tavel (früher: *Dryopteris affinis* subsp. *borreri* (Newm.) Fraser-Jenk.) Exemplare gefunden

werden, die nach makro- und mikromorphologischen Merkmalen zu den diploiden Vertretern im *Dryopteris affinis*-Aggregat zu stellen sind.

Neben der sehr seltenen *D. affinis* und der etwas häufigeren *D. borreri* ist für Luxemburg zudem noch die triploide *D. cambrensis* (Fraser-Jenk.) Beitel & W. Buck subsp. *insubrica* (Oberh. & Tavel ex Fraser-Jenk.) Fraser-Jenk. anhand von Herbarbelegen identifiziert (det. Fraser-Jenkins). Die beiden ersteren sind auch aus angrenzenden Regionen bekannt; Vorkommen von *D. cambrensis* werden in den Ardennen vermutet (Lambinon et al. 2004, Lambinon 2005), für das Saarland und den Pfälzer Wald ist die Subspecies *insubrica* nachgewiesen (Zenner, Zenner et al. unpubl.). In der Übersicht zur Verbreitung der jeweiligen Sippen des *D. affinis* agg. gibt Fraser-Jenkins (2007) für Luxemburg und Belgien folgende Taxa an: die diploide *Dryopteris affinis* subsp. *affinis* (inkl. var. *disjuncta*), die triploiden *D. cambrensis* subsp. *insubrica*, *D. pseudodisjuncta* (Tavel ex Fraser-Jenk.) Fraser-Jenk. und *D. borreri* sowie die Hybriden *D.* ×*complexa* Fraser-Jenk. nothosubsp. *complexa* (tetraploid, nur Belgien) und *D.* ×*critica* (Fraser-Jenk.) Fraser-Jenk. (pentaploid).

Da *Dryopteris affinis* – was das Ösling betrifft – bisher nur einmal im südlichen Randbereich gemeldet worden ist (van Rompaey et al. 1979, Reichling pers. comm.), wurde der erwähnte Fund bei Lultzhausen zum Anlass genommen, um den Nordhang an der N 27 intensiver zu begehen und in der Region um den Stausee nach weiteren Vorkommen von *Dryopteris affinis* zu forschen. Bei Exkursionen am 26. Juni und am 11. Juli 2008 (YK, WB & GZ), sowie am 12. November 2008 (YK & A. Scheer) ergaben sich noch weitere interessante Funde. Zur Untermauerung der nach morphologischen Kriterien erfolgten Bestimmung der Aufsammlungen wurden gleichzeitig an diesem Material molekulargenetische Untersuchungen durch einen der Autoren (WB) durchgeführt. Herbarbelege zu dem für die Untersuchungen benutzten Pflanzenmaterial sind bei G. Zenner hinterlegt. Die Benennung der hier aufgeführten apogamen Sippen aus dem *Dryopteris affinis*-Aggregat erfolgt, wie schon erwähnt, in der Regel nach Fraser-Jenkins (2007). Für die im südlichen Mitteleuropa regional nicht seltene Sippe „*disjuncta*" wird hier weiterhin nach Fraser-Jenkins (1980, 1984) die Bezeichnung *Dryopteris affinis* subsp. *affinis* var. *disjuncta* (Fomin) Fraser-Jenk. verwendet.

2. Material und Methode

Auf der Suche nach Vorkommen von Schuppen-Wurmfarnen (*Dryopteris affinis* agg.) wurden neben der erwähnten Böschung an der N 27 weitere nordexponierte Standorte in der Obersauerregion begangen. Gefundene Exemplare konnten zunächst vor Ort nur nach makromorphologischen Merkmalen bestimmt werden. Für eine spätere, genauere Untersuchung auch mikromorphologischer und molekulargenetischer Merkmale wurden ganze Wedel und zusätzlich Fiedern gesammelt. Neben einer Analyse zur Ausprägung der Schleier (Indusia), der Nervatur und Zähnung der Fiederabschnitte wurden die mittlere Länge der Sporen (Exospor) und der Schließzellen bestimmt (GZ und WB). Dazu dienten einerseits Präparate der Sporen in Kanadabalsam (Fa. Carl Roth, Karlsruhe, Deutschland) und andererseits Präparate aus der Epidermis der Spreitenunterseite in wässrigem Medium.

Die molekulargenetischen Untersuchungen erfolgten mit der RAPD-Methode (random amplification of polymorphic DNA), weil für den *Dryopteris affinis*-Komplex keine spezifischen polymorphe Genomabschnitte bekannt sind. Hierbei wird eine Vielzahl von DNA-Fragmenten mittels PCR (polymerase chain reaction) erzeugt und durch Gelelektrophorese aufgetrennt. Die entstehenden Fingerprint-Muster wurden in vorangegangenen Versuchsreihen auf die Sippen differenzierende Banden hin abgesucht (Bujnoch unpubl.). Solche unterscheidende Marker, die bestimmte Sippen in vielen Fällen trennen können, sind in den abgebildeten Gelelektropherogrammen durch Pfeile gekennzeichnet. Isolation von DNA: Zur Gewinnung PCR-geeigneter DNA wurden 100 mg Blattmaterial (frisch oder bei -25°C gelagert) eingewogen und mit dem DNeasy Plant Mini Kit von Qiagen (Hilden, Deutsch-

land) nach der Vorschrift des Herstellers extrahiert und gereinigt. PCR: Zur Amplifikation wurde der HotStar Taq Plus Master Mix von Qiagen benutzt; Polymerase 0,5 U/ 20 µl Reaktionsvolumen, 200 µM je dNTP, $MgCl_2$ 1,5 mM; RAPD-Primer (Primer-Sets von Roth, Karlsruhe, Deutschland) 1,5 µM; DNA (Template) 1 µl von 200 µl Gesamt-Eluat. Benutzte Primer: B15 (5'-GGA GGG TGT T -3') und B12 (5'-CCT TGA CGC A -3'). Cycler-Programm (Biometra Tpersonal): 95°C 5 min; 45 Cyclen: 94°C 1 min, 36°C 1 min, 72°C 1 min; Endverlängerung 72°C 10 min. Trennung und Nachweis: Die Auftrennung der PCR-Fragmente erfolgte mit 1,6 % Agarose-Minigelen bei ca. 60 Volt. Zur Visualisierung der Banden wurde Ethidiumbromid verwendet. Die Dokumentation der Elektropherogramme erfolgte mittels einer Nikon Coolpix - Kamera mit 605 nm Interferenzfilter.

3. Ergebnisse

Während der Exkursionen im Sommer 2008 konnten häufig *Dryopteris filix-mas* und *Dryopteris dilatata* (G.C. Hoffmann) Asa Gray, gelegentlich *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P. Fuchs und selten Sippen aus dem *Dryopteris affinis*-Aggregat aufgefunden werden.

3.1. *Dryopteris affinis* (Lowe) Fraser-Jenk.

3.1.1. *Dryopteris affinis* subsp. *affinis* var. *disjuncta* (Fomin) Fraser-Jenk.

Insenborn, Gäschleed (58,1/106,9; K8.41.11), 1 Stock, 11.7.2008 (GZ, YK & WB).

Eine DNA-Probe dieses bereits am Fundort als Varietät *disjuncta* angesprochenen Exemplars wurde zusammen mit entsprechenden Proben von *Dryopteris affinis* subsp. *affinis* anderer Herkünfte (darunter solche von zwei weiteren Luxemburger Fundorten) molekulargenetisch untersucht. Das Resultat ist in Abb. 1 dargestellt; die Herkunft der für die Proben verwendeten Stöcke ist in Tab. 1 angegeben.

Die Spuren 1 bis 5 im Gelelektropherogramm (Abb. 1) zeigen Fingerprints von *Dryopteris affinis* subsp. *affinis* Pflanzen (det. G. Zenner und J. Freigang), die nach dem augenblicklichen Kenntnisstand nicht zur Varietät *disjuncta* gestellt werden können. Die Spuren 6 bis 10 zeigen die Fingerprints von 5 Vertretern der Varietät *disjuncta.* Bei der Untersuchung mit Primer B15 unter-

Tab. 1. Herkunft der Pflanzen, von denen DNA-Proben für das Gelelektropherogramm zu Varietäten der *Dryopteris affinis* subsp. *affinis* in Abb. 1 verwendet wurden.

Spur	Taxon	Herkunft	Bemerkung
01	*Dr. aff aff*	D, Trier, Ruwertal oberhalb des Riveris-Stausees	leg. WB 1.8.1994, SP 983, FZ 94/7, Garten WB: GWBT116, DNA 033
02	*Dr. aff aff*	L, Luxemburg, Grünewald, Glaasburgronn, nahe des Hunnefiels	leg. WB & GZ 4.9.1994, Garten WB: GWBT065, DNA 036
03	*Dr. aff aff* var. *aff*	P, Madeira, W Machico, Lombo das Fajas	leg. GZ 14.4.1995, GZ: Dr.1, WB: FZ 95/22, Garten WB: GWBT153, DNA 018
04	*Dr. aff aff*	D, NW Saarburg, N Mannebach, Nitteler Wald	leg. WB 14.7.2005, FO 2, Ex.2, DNA 080
05	*Dr. aff aff*	B, Prov. Antwerpen, E Herselt, NW Diest	leg. WB, GZ & H. Vannerom 27.7.1999, WB FZ 99/2, DNA 115
06	*Dr. aff aff* var. *dis*	D, Nord-Schwarzwald, SW Nordrach	Garten J. Freigang: JFV098, DNA 120
07	*Dr. aff aff* var. *dis*	L, SW Dillingen, Laangefeld	leg. WB & GZ 16.7.1995, Garten WB: GWBT071, DNA 044
08	*Dr. aff aff* var. *dis*	F, Bas-Rhin, S Oberhof, NW Saverne	leg. GZ 1.11.1995, GZ: Dr.2, Garten WB: GWBT119, DNA 040
09	*Dr. aff aff* var. *dis*	L, Obersauer, SW Insenborn, Gäschleed	leg. WB, YK & GZ 11.7.2008, GZ: Dr.18, WB: FdPb13, MPb630, DNA 538
10	*Dr. aff aff* var. *dis*	D, Nord-Schwarzwald, SE Baden-Baden, W Rote Lache	leg. GZ 1.10.2007, Dr.3, WB: MPb466, DNA 438
11	Leiter 100 extended	Fa. Roth, Karlsruhe	

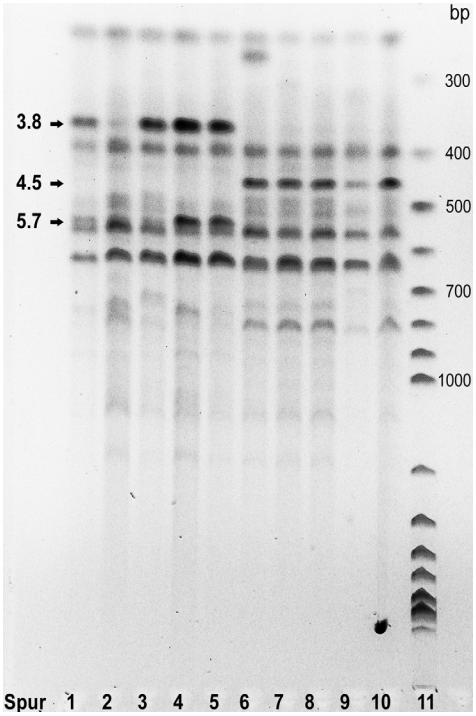


Abb. 1. Gelelektropherogramm zu Varietäten der diploiden *Dryopteris affinis* subsp. *affinis*. Die differenzierenden Banden, die die Sippen voneinander unterscheiden, sind durch Pfeile gekennzeichnet. Die Spur 9 betrifft die Probe der *Dryopteris affinis* aus Insenborn. Die Details der aufgetragenen Proben sind in der Tab. 1 aufgelistet.

scheiden sich beide Gruppen einerseits dadurch, dass die Banden 3.8 und 5.7 den Vertretern von *disjuncta* fehlen, aber bei den *affinis affinis* Proben, wenn auch manchmal abgeschwächt, vorhanden sind. Andererseits tritt die Bande 4.5 bei *disjuncta* auf, bei der *affinis affinis* Gruppe erscheint sie aber nicht. Die Bande 3.8 ist auf Spur 2 nur ganz schwach ausgebildet. Dieses weist auf eine gewisse Besonderheit hin. Schon bei gleichartigen früher durchgeführten Untersuchungen (Bujnoch unpubl.) war aufgefallen, dass diese Bande bei Proben von diploiden Pflanzen dieser Fundstelle in Luxemburg nur schwach ausgebildet wird oder ganz fehlt. Diese Eigenheit zeigen noch weitere diploide Vertreter von anderen Fundstellen in Europa. Möglicherweise handelt es sich hier um eine besondere Klonlinie der *Dryopteris affinis* subsp. *affinis*.

3.1.2. *Dryopteris affinis* subsp. *affinis*

Lultzhausen, ale Kamp, an der N 27 (60,9/107,9; K8.31.43), mehrere Stöcke, 1.4.2008 (YK) & 11.7.2008 (YK, GZ & WB).

Die Pflanzen dieser mehrere Stöcke aus dem *Dryopteris affinis*-Aggregat umfassenden Kleinpopulation an der Bergböschung entlang der N 27 zwischen Esch-Sauer und Insenborn sind nach G. Zenner Mitglieder

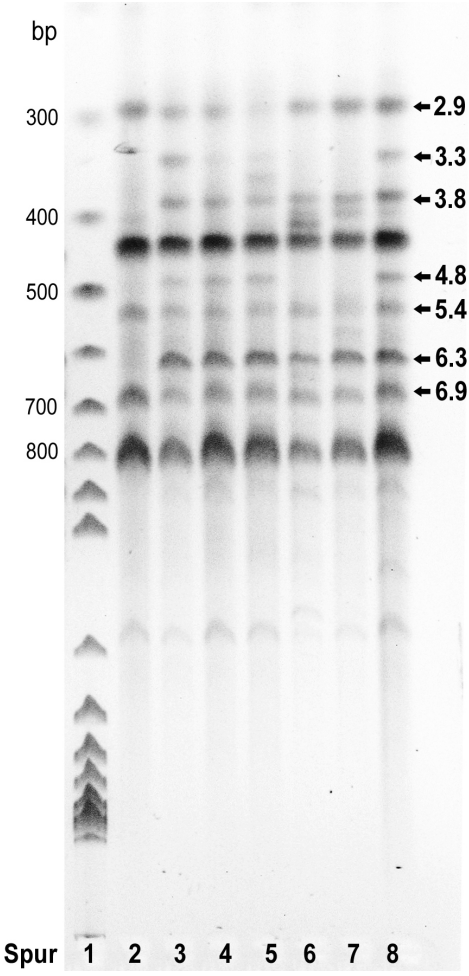


Abb. 2. Gelelektropherogramm betreffend Proben von drei Stöcken aus der Lultzhausener Kleinpopulation an der N 27 (Spur 5 - 7), von zwei gleichartigen Sippen aus Deutschland (Spur 3 & 4) und von jeweils einem Vertreter der ihnen morphologisch nahe stehenden Sippen der *Dryopteris affinis* subsp. *punctata* (Spur 2) und *Dryopteris affinis* subsp. *paleaceolobata* (Spur 8). Details in Tab. 2.

Tab. 2. Herkunft der Pflanzen, von denen DNA-Proben für das Gelelektropherogramm in Abb. 2 verwendet wurden.

Spur	Taxon	Herkunft	Bemerkung
01	Leiter 100 extended	Fa. Roth, Karlsruhe	
02	*Dr. aff punc*	CH, Kanton Zürich, Nordseite des Höhronen oberhalb Hütten, ca. 950 m	Garten J. Freigang: JFV190, Tochter von TR-740, Garten T. Reichstein, Agarone, DNA 196
03	*Dr. aff* ‚Typ M'	D, BWB, SW Ravensburg, Taldorfer Bach	Garten J. Freigang: JFV220, 12.2006, DNA 361
04	*Dr. aff* ‚Typ M'	D, BAY, Allgäu, Grünten, NE Burgberg	leg. JF&GZ 28.7.2007, GZ: Dr.7, JF: JF1353 WB: MPb170, DNA 407
05	*Dr. aff* ‚Typ M'	L, Lultzhausen, an der N 27 zw. Esch-Sauer und Insenborn, Obersauer	leg. WB, YK & GZ 11.7.2008, GZ: Dr.1, WB: FdPb5, MPb 623, DNA 531
06	*Dr. aff* ‚Typ M'	L, Lultzhausen, an der N 27 zw. Esch-Sauer und Insenborn, Obersauer	leg. WB, YK & GZ 11.7.2008, GZ: Dr.2, WB: FdPb7, MPb 625, DNA 533
07	*Dr. aff* ‚Typ M'	L, Lultzhausen, an der N 27 zw. Esch-Sauer und Insenborn, Obersauer	leg. WB, YK & GZ 11.7.2008, GZ: Dr.3, WB: FdPb9, MPb 627, DNA 535
08	*Dr. aff paleaceolobata*	GB, Wales, vc 47, W Newtown, Nordende des Llyn Clywedog	Garten A. Pigott, 4.6.1995: ACP 90/27, Garten WB: GWBT70, DNA 053

einer diploiden Sippe, die entsprechend ihrer morphologischen Merkmale zwischen *Dryopteris affinis* subsp. *punctata* Fraser-Jenk. und der auf den Britischen Inseln verbreiteten *Dryopteris affinis* subsp. *paleaceolobata* (T. Moore) Fraser-Jenk. eingereiht werden kann. Diese diploide Sippe konnte aufgrund ihrer charakteristischen morphologischen Merkmale schon mehrfach von J. Freigang und G. Zenner in Süddeutschland erkannt werden und erhielt den vorläufigen Arbeitsnamen „Typ M". Nach Aufsammlungen durch Freigang und Zenner untersuchte W. Bujnoch mit molekulargenetischen Methoden Exemplare dieser Sippe aus Deutschland (unpubl.). Als besonders geeignet erwies sich dabei der Einsatz von Primer B12, der auch bei der Bearbeitung der Proben (Tab. 2) aus der Luxemburger Kleinpopulation verwendet wurde (Abb. 2).

Bei der Verwendung des Primers B12 lassen sich die hier untersuchten Vertreter von *Dryopteris affinis* subsp. *punctata* (Spur 2) und *Dryopteris affinis* subsp. *paleaceolobata* (Spur 8) im Bereich von drei Banden, gekennzeichnet mit 3.3, 4.8 und 6.3, deutlich voneinander unterscheiden. Sehr viel schwieriger dagegen gestaltet sich mit der hier angewandten Methode die Identifizierung der vorläufig mit „Typ M" bezeichneten Sippe. Sie lässt sich in dem vorliegenden Gelelektropherogramm nur schwer gegen *Dryopteris affinis* subsp. *paleaceolobata* abgrenzen. Nur an einer Abschwächung, selten einem Fehlen der Banden 2.9, 3.3, 4.8 und 6.9 kann man sie von letzterer Sippe trennen, obwohl sich beide Sippen morphologisch durchaus unterscheiden.

3.2. ***Dryopteris borreri*** (Newm.) Newm. ex Oberh. & Tavel

Insenborn, Gäschleed (58,0/106,9; K8.41.11), mindestens 9 Stöcke, 11.7.2008 (YK, GZ & WB). - Heiderscheider-Grund, Pëlleschbësch (64,2/107,4; K8.32.43), 1 Stock im Fels entlang des Weges in der Nähe der „Barrage de compensation", 11.7.2008 (YK, GZ & WB).

Die Pflanze im Heiderscheider-Grund entspricht *Dryopteris affinis* subsp. *robusta* (Oberh. & Tavel) ex Fraser-Jenk. (Fraser-Jenkins 1980, 1984), später aber von Fraser-Jenkins (1987, 2007) nicht mehr als eigenständige Sippe anerkannt und in die Synonymie von *D. borreri* gestellt.

3.3. ***Dryopteris affinis*** agg.

Lultzhausen, ale Kamp, an der N 27 (60,6/107,9; K8.31.43), 1 Stock, 26.6.2008 und 11.7.2008 (WB, YK & GZ). - Bigonville, Kuelebrenner (53,6/103,3; K7.47.44), 1 Stock, 12.11.2008 (YK & A. Scheer).

Die Pflanze bei Lultzhausen (leg. GZ: Dr. 5; WB: FdPb6, MPb 626) wurde aufgrund

der Ausprägung einiger Merkmale – abgestumpfte Fiederabschnitte, die sich lateral berühren bis überlappen; schwach ausgebildeter blau-schwarzer Fleck an den Fiederstielen; dünne, nicht ledrige Schleier, die sich nicht radial spalten, aber nach der Sporenreife stark einschrumpfen – in einer ersten Feldbestimmung *Dryopteris borreri* zugeordnet. Da sich aber bei den molekulargenetischen Untersuchungen Zweifel an der Bestimmung ergaben, untersuchte GZ die Belege eingehender. Im Gegensatz zu den Schleiern sind die Fiederabschnitte sehr ledrig und sitzen mit breiter Basis auf der Fiederspindel. Ihre Enden sind zwar breit und stumpf gerundet, aber nicht irgendwie geschnitten-gestutzt. Die Sporen sind ziemlich klein und die Schließzellen recht kurz. Die zuletzt genannten Eigenschaften weisen auf einen diploiden Vertreter aus dem *Dryopteris affinis*-Aggregat hin. Infolge der nicht eindeutigen Ausprägung der untersuchten Merkmale kann diese Pflanze bisher nicht genauer determiniert werden.

Was die Pflanze bei Bigonville betrifft, so weisen die Länge der Sporen und der Schließzellen sowie die Ausprägung weiterer Merkmale auf eine triploide Sippe im *Dryopteris affinis*-Aggregat hin. Aufgrund einer eigenartigen Gestaltung mehrerer Merkmale kann dieser Stock nicht zu *Dryopteris borreri* gestellt werden. Daher unterbleibt im Augenblick eine weitergehende Bestimmung, bis zusätzliche Untersuchungen eine größere Sicherheit bei der Zuordnung ermöglichen.

3.4. Hybride: *Dryopteris affinis* agg. × *Dryopteris filix-mas*

Lultzhausen, ale Kamp, an der N 27 (61,0/108,0; K8.31.42), 1 Stock, 11.7.2008 (GZ, WB & YK).

Der bei Lultzhausen an der N 27 aufgefundene Stock erinnerte in seinem Aussehen zunächst an *Dryopteris borreri* (*robusta*), stellte sich aber bei näherer Untersuchung als eine Hybridpflanze zwischen einem Vertreter der *Dryopteris affinis* agg. und *Dryopteris filix-mas* heraus. Der blaue Fleck an den Stielen der Fieder ist nur noch schwach ausgebildet. Die Schleier bedecken abgeflacht ohne einen nach innen umgeschlagenen Rand die Sporenkapselhäufchen und schrumpfen im Bereich einer verdünnten Randzone besonders stark ein. Viele Sporen schlagen fehl und sind in großer Anzahl zu Krümel degeneriert. Andere Sporen, die noch einen Inhalt aus Ölkörpern und Zellkern besitzen, zeigen eine große Formvielfalt (Kugeln und andere Formen). Der Mittelwert in der Länge solcher Sporen wurde bei ca. 62 Mikrometer, der Mittelwert in der Länge der Schließzellen bei etwa 68 Mikrometer festgestellt (GZ und WB). Mit diesen Werten kann nicht entschieden werden, ob eine tetraploide oder eine pentaploide Hybride vorliegt. Auch eine molekulargenetische Untersuchung erbrachte im vorliegenden Fall keine eindeutigen Ergebnisse (WB). Für weitere Aussagen müsste zunächst die Ploidiestufe der Pflanze beispielsweise durch Zählung der Chromosomen oder durch Flow-Cytometrie ermittelt werden.

4. Diskussion

Das Verbreitungsgebiet der Schuppen-Wurmfarne (*Dryopteris affinis* agg.) kann grob als (sub)atlantisch-europäisch bis submediterran-westasiatisch umschrieben werden. In Luxemburg sind ihre Vorkommen hauptsächlich auf das Gutland beschränkt. Es sind nach Lambinon et al. (2004) auf luxemburgischem Gebiet bisher folgende Sippen der Schuppen-Wurmfarne nachgewiesen: *Dryopteris affinis* (Lowe) Fraser-Jenkins subsp. *affinis*, *D. affinis* (Lowe) Fraser-Jenkins subsp. *borreri* (Newmann) *Fraser-Jenkins* und *D. affinis* (Lowe) Fraser-Jenkins subsp. *cambrensis* Fraser-Jenkins. Die „Nouvelle Flore" beschränkt sich auch auf diese 3 Unterarten (Lambinon et al. 2004, Lambinon 2005). Nach Fraser-Jenkins (2007) entspricht das folgenden Sippen: ***Dryopteris affinis*** (Lowe) Fraser-Jenk. subsp. ***affinis***, ***Dryopteris borreri*** (Newm.) Newm. ex Oberh. & Tavel und ***Dryopteris cambrensis*** (Fraser-Jenk.) Beitel & W. Buck subsp. ***insubrica*** (Oberh. & Tavel ex Fraser-Jenk.) Fraser-Jenk..

Auch in Luxemburg wurde früher ein Teil der Vertreter von ***Dryopteris borreri*** als Bastard zwischen einem Schuppen-Wurmfarn und dem Männlichen Wurmfarn (*Dryopteris filix-mas*) aufgefasst und *Dryopteris ×tavelii* Rothm. genannt. (Lawalrée & Lawalrée 1952, Reichling 1953a & b, De

Langhe et al. 1983, Reichling 2005). Wenngleich sich der Verbreitungsschwerpunkt für *Dryopteris borreri* eindeutig im Bereich des Luxemburger Sandsteins befindet, so liegen doch eine Reihe von Funden aus den Luxemburger Ardennen (Ösling) vor, wie an der Our (Reichling pers. comm. / unveröffentlichte Verbreitungskarten), an der Sauer bei Bigonville (Colling et al. 1994) und im benachbarten Belgien bei Burg-Reuland (Colling et al. 1998). Für das östlich von Vianden in Deutschland gelegene Grenzgebiet wurde das Vorkommen einer Pflanze am Teggelbach gemeldet (Bujnoch 1990). Der „Atlas de la Flore Belge et Luxembourgeoise" (van Rompaey et al. 1979: carte 38) zeigt fürs Ösling eine Verbreitung in K8.16, K8.26, K8.34, K8.35, K8.36 und J8.55. Nach der Roten Liste (Colling 2005) wird *Dryopteris borreri* als „gefährdet" (Vulnerable - VU) eingestuft. Die jetzigen Funde am Obersauerstausee sind keinesfalls spektakulär. Sie unterstreichen eher, dass *Dryopteris affinis* agg. früher nicht von *Dryopteris filix-mas* unterschieden wurde und bei Geländebegehungen zuweilen immer noch übersehen wird.

Dryopteris affinis subsp. ***affinis*** ist in der ganzen Region bisher extrem selten nachgewiesen worden; „Ard. occ., Lorr. sept. (Grand-Duché de Luxembourg): RR" (Lambinon et al. 2004). Die geringe Zahl der Nachweise erklärt sich einerseits aus dem zerstreuten und isolierten Vorkommen, andererseits auch aus der (sehr) geringen Individuenzahl an ihren Wuchsplätzen; „… doublement rare: par son isolement géographique d'une part, par le (très) petit nombre d'individus présents d'autre part." (Parent 1997). In der Roten Liste (Colling 2005) wird diese Sippe als „sehr selten" (Extremely rare - R) eingestuft. *Dryopteris affinis* subsp. *affinis* (früher unter den Namen „*Dryopteris paleacea* auct." bzw. „*Dryopteris borreri* Newm." bekannt) wurde erstmals 1952 im Grünewald (Gréngewald) nördlich der Stadt Luxemburg auf Luxemburger Sandstein festgestellt (Reichling 1953a). In der gleichen Gegend, sowie in der Kleinen Luxemburger Schweiz, erfolgten seither einige weitere Funde (Reichling 1953b, Reichling 1954a & b, Reichling pers. comm.). Im Randbereich des Öslings geben van Rompaey et al. (1979) in der Karte Nr. 37 als Fundbereiche auch das Gebiet der Quadrate L7.17 und L7.18, das wäre die Gegend um Holtz und Roodt/Ell, an. Es dürfte sich hier um die gleichen Vorkommen handeln, die auch Reichling bei Holtz (54/97) aufgefunden hat (Herbarbeleg von Reichling vom 15.7.1962 LUX 28175, Reichling unveröffentlichte Verbreitungskarten). Offenbar repräsentieren diese Funde von *Dryopteris affinis* subsp. *affinis* um Holtz bisher die einzigen bekannten Vorkommen dieser Sippe auf Devonischem Schiefer in Luxemburg. Dieser Umstand verleiht den beiden jetzigen Funden dieses Taxons am Obersauerstausee bei Lultzhausen und Insenborn ein größeres Gewicht. Schon vor fast 60 Jahren schrieb Lawalrée (1950), dass die Art („*Dryopteris borreri* Newm.") in den engen Tälern der Ardennenregion zu suchen wäre („A rechercher en particulier dans les vallées encaissées du district Ardennais."). Auch die jetzt zwischen Esch-Sauer und Lultzhausen entdeckten diploiden Exemplare eines Schuppen-Wurmfarnes, der in seinem Aussehen zwischen der bisher fast ausschließlich britischen *Dryopteris affinis* subsp. *paleaceolobata* und der mehr mitteleuropäischen *Dryopteris affinis* subsp. *punctata* vermittelt und in Mitteleuropa fast völlig unbeachtet geblieben ist, sollten zu weiterer Erkundungstätigkeit anspornen. Wir möchten an dieser Stelle noch zusätzlich erwähnen, dass H. Vannerom aus Belgien einen Beleg von *Dryopteris affinis* subsp. *paleaceolobata*, teste C.R. Fraser-Jenkins, G. Zenner und W. Bujnoch, aus dem Nordosten Belgiens herbarisiert hat. Leider ist die Mutterpflanze inzwischen aus der Natur verschwunden.

Eine dritte Art, ***Dryopteris cambrensis***, wird von Lambinon et al. (1992, 2004) für das Luxemburger Gutland angegeben. Bei einer Überprüfung der Spezimen aus dem *Dryopteris affinis*-Komplex im Herbar LUX wurden einige in den 1950er Jahren von L. Reichling gesammelten Belege (LUX 19046, LUX 19047, LUX 19048, LUX 19049, LUX 19069 und LUX 19093) aus dem Grünewald (Réngelbaach u. Glaasburgronn) von Fraser-Jenkins als „*D. affinis* ssp. *cambrensis* var. *insubrica*" determiniert (det. C.R. Fraser-Jenkins 24.8.1987). Da in den letzten Jahren in Luxemburg keine weiteren Funde

dieser Sippe gemacht werden konnten (auch für *Dryopteris pseudodisjuncta* liegen keine neueren Fundmeldungen vor), wäre es aufschlussreich, die Herbarexemplare auf der Grundlage des heutigen Kenntnisstandes zu revidieren.

Vorkommen und Verbreitung der **Hybriden** zwischen Sippen des ***Dryopteris affinis*** agg. und ***Dryopteris filix-mas*** (früher zunächst *Dryopteris* ×*tavelii* auct. non Rothm., später *Dryopteris* ×*complexa* Fraser-Jenk. benannt, heute nach Fraser-Jenkins (2007) in mehrere Nothospecies mit verschiedenen Nothosubspecies aufgeteilt) in Luxemburg sind noch völlig ungewiss. Die Präsenz solcher Bastarde in Luxemburg wurde sogar angezweifelt; „sa présence dans le territoire de la Flore reste douteuse" (Lambinon et al. 2004). Fraser-Jenkins (2007) gibt für Luxemburg *Dryopteris* ×*critica* (= *Dryopteris borreri* × *Dryopteris filix-mas*) an. Diese Nennung beruht wohl auf Ergebnissen seiner Bestimmung der Belege im Herbar des Naturhistorischen Museums von Luxemburg. In der Tat finden sich hier einige von L. Reichling gesammelten Belege aus den 1950er Jahren (LUX 19101, LUX 19109), die als „*D.* ×*complexa* prob. nssp. *critica* (= *borreri* × *fmas*)", bzw. „*D.* ×*complexa* nssp. *critica*" determiniert worden sind (det. C.R. Fraser-Jenkins 24.8.1987). Ausgedehnte Begehungen und reichliche Aufsammlung von sporenreifem Frischmaterial sind demnach unerlässlich, um unser Wissen über die Verbreitung und Entstehung der Hybriden zwischen den Sippen der Schuppen-Wurmfarne und dem Gewöhnlichen Wurmfarn zu erweitern.

5. Schlussfolgerungen

Der Artengruppe der apogamen Schuppen-Wurmfarne (*Dryopteris affinis* agg.) ist in der zurückliegenden Zeit bei der floristischen Kartierung gewiss zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden. Dieses liegt zum Teil darin begründet, dass in einigen verbreiteten Werken zur Bestimmung der Pflanzen diese Farnsippen bisher nicht ausreichend berücksichtigt sind. Weiterhin braucht man zur Erkennung der Sippen ein gewisses Maß an Erfahrung, gewonnen durch intensive Feldarbeit unter kundiger Begleitung, um in der Vielfalt von Klonlinien aus vielen veränderlichen Merkmalen wie in einem Puzzle ein in sich stimmiges Gesamtbild zu gewinnen, das jeweils mit der Beschreibung und dem Aussehen der Sippen in Einklang gebracht werden kann. Wie die beiden oben unter *Dryopteris affinis*-Aggregat (Abschnitt 3.3.) erwähnten und noch nicht eindeutig bestimmten Farnstöcke zeigen, muss man wie in anderen Gebieten (Freigang & Zenner 2007) auch in Luxemburg damit rechnen, dass es Individuen und Klonlinien in diesem Sippenkreis gibt, die vorerst nicht genauer determiniert werden können. Aufgrund der komplexen Sippenstruktur in dieser Artengruppe sind neben den makro- und mikromorphologischen Untersuchungen auch chemische und cytologische Untersuchungen, sowie in Zukunft die molekulargenetischen Analysen unerlässlich (Krause 1998).

Gewiss sind die Schuppen-Wurmfarne in den bisher erstellten, sie betreffenden Verbreitungskarten stark unterrepräsentiert. Eine intensive Nachforschung wie beispielsweise im französischen Ardennengebiet und in angrenzenden Regionen (Behr 1995, Bizot 1996a & b, 2003, Bizot & Bouillard 2005) hat ergeben, dass in der angegebenen Region einige Neufunde gemacht werden konnten und die Kenntnis über die Verbreitung der Schuppen-Wurmfarne in diesem Gebiet wesentlich erweitert wurde.

Danksagungen

Ein besonderer Dank gilt A. Bizot (F) für Informationen über das Vorkommen von *Dryopteris affinis* in den französischen Ardennen und die Besorgung von Literatur, G. Colling (L) und J. Lambinon (B) für die Durchsicht des Manuskriptes und Anmerkungen sowie T. Helminger (L) für seine Unterstützung bei der Bereitstellung von Herbarbelegen. W. Bujnoch dankt herzlich Prof. em. Dr. Dr.h.c.mult. P. Müller (D) für einen Arbeitsplatz am Biogeographischen Institut an der Universität Trier. Ebenso dankt er Prof. Dr. T. Schmitt (D), der ihn in seinen Arbeitskreis „Molekulare Biogeographie" als freier Mitarbeiter aufgenommen hat, sowie allen Kolleginnen und Kollegen, die ihn bei seiner Arbeit unterstützt haben. Der Dank geht auch an die Umweltprobenbank, die flüssigen Stickstoff für die DNA-Isolation zur Verfügung gestellt hat.

Literatur

Behr, R., 1995. Une fougère à rechercher *Dryopteris affinis* subsp. *affinis*. *Bull. Soc. Hist. nat. Ard.* 90: 30.

Bizot, A., 1996a. Première observation de *Dryopteris affinis* subsp. *affinis* dans les Ardennes (note brève). *Bull. Soc. Hist. nat. Ard.* 85: 73.

Bizot, A., 1996b. Connaître et reconnaître les Fougères (et plantes alliées) des Ardennes. Soc. Hist. nat. Ardennes: 70-71.

Bizot, A., 2003. Observations floristiques dans les Ardennes (7ème note). *Bull. Soc. Hist. nat. Ard.* 92: 63-68.

Bizot, A. & P. Bouillard, 2005. Observations floristiques dans les Ardennes (8ème note). *Bull. Soc. Hist. nat. Ard.* 94: 47-51.

Bujnoch, W., 1990. Farnstandorte im Regierungsbezirk Trier. 6. Nachtrag. *Dendrocopos* 17: 154-161.

Colling, G., 2005. Red List of the Vascular Plants of Luxembourg. *Ferrantia* 42. Musée national d'histoire naturelle Luxembourg, Luxembourg, 77 pp.

Colling, G., T. Helminger & L. Reichling, 1994. Notes floristiques 1990-1993. *Bull. Soc. Nat. luxemb.* 95: 119-134.

Colling, G., G.H. Parent & L. Reichling, 1998. Notes floristiques. Observations faites dans le Luxembourg et les régions voisines belges et allemandes (1996-1997 et observations antérieures). *Bull. Soc. Nat. luxemb.* 99: 27-44.

De Langhe, J.-E., L. Delvosalle, J. Duvigneaud, J. Lambinon & C. Vanden Berghen (& coll.), 1983. Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines. (Ptéridophytes et Spermatophytes), 3e éd. Jardin botanique national de Belgique, Meise, 153 + 1016 pp.

Fraser-Jenkins, C.R., 1980. *Dryopteris affinis*: a new treatment for a complex species in the European Pteridophyte flora. *Willdenowia* 10: 107 - 115, Berlin.

Fraser-Jenkins, C.R., 1984. *Dryopteris affinis*. In: Kramer, K. U. (Hrsg.), Gustav Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Pteridophyta Spermatophyta. Bd I/1.:142-148.

Fraser-Jenkins, C.R., 1987. *Dryopteris*. In: Derrick, L.N., A.C. Jermy & A.M. Paul (eds.). Checklist of European Pteridophytes. *Sommerfeltia* 6: I-XX, 94 pp.

Fraser-Jenkins, C.R., 2007. The species and subspecies in the *Dryopteris affinis* group. *Fern Gaz.* 18(1): 1-26.

Freigang, J. & G. Zenner, 2007. Die Verbreitung von *Dryopteris affinis* (Lowe) Fraser-Jenkins (Pteridophyta, Dryopteridaceae) im baden-württembergischen Alpenvorland mit einer Anleitung zur Bestimmung ihrer hier aufgefundenen Sippen. *Ber. Bot. Arbeitsgem. Südwestdeutschland* 4: 37-64.

Krause, S., 1998. *Dryopteris*. In: Wisskirchen, R. & H. Haeupler (& coll.), 1998. Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart: 182-190.

Lambinon, J. (& coll.), 2005. La cinquième édition de la « Nouvelle Flore » de la Belgique et des régions voisines: commentaires taxonomiques, nomenclaturaux et chorologiques. *Dumortiera* 85-87: 1-94.

Lambinon, J., J.-E. De Langhe, L. Delvosalle & J. Duvigneaud (& coll.), 1992. Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines. (Ptéridophytes et Spermatophytes), 4e éd. Editions du Patrimoine du Jardin botanique national de Belgique, Meise, 120 + 1092 pp.

Lambinon, J., L. Delvosalle & J. Duvigneaud (& coll.), 2004. Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines. (Ptéridophytes et Spermatophytes), 5e éd. Jardin botanique national de Belgique, Meise, 130 + 1167 pp.

Lawalrée, A., 1950. Flore générale de Belgique. Ptéridophytes. Ministère de l'Agriculture Jardin Botanique de l'Etat, Bruxelles, 195 pp.

Lawalrée, A.-M. & A. Lawalrée, 1952. Du nouveau sur les Ptéridophytes du Grand-Duché de Luxembourg en 1951. *Bull. Soc. Nat. luxemb.* 56: 60-66.

Parent, G.H., 1997. Atlas des Ptéridophytes des régions lorraines et vosgiennes, avec les territoires adjacents. *Trav. Scientif. Mus. Hist. Nat. Lux.* 25: 304 pp.

Reichling, L., 1953a. Herborisations faites dans le Grand-Duché de Luxembourg en 1952. *Bull. Soc. Nat. luxemb.* 57: 155-182.

Reichling, L., 1953b. *Dryopteris paleacea* (Sw.) Handel-Mazetti et *Dryopteris* ×*Tavelii* Rothmaler au Grand-Duché de Luxembourg et en Belgique. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.* 89: 39-57.

Reichling, L., 1954a. Herborisations faites dans le Grand-Duché de Luxembourg en 1953. *Bull. Soc. Nat. luxemb.* 58: 76-134.

Reichling, L., 1954b. L'élément atlantique dans la végétation de la vallée inférieure de l'Ernz noire (G.-D. de Luxembourg). *Archs Inst.*

g.-d. Luxemb., sect. sci. nat., phys. math. 21: 99-114.

Reichling, L. (coll. Y. Krippel), 2005. Die Farnpflanzen (Pteridophyta) des Müllerthalgebietes. In: Krippel, Y. (Hrsg.), 2005. Die Kleine Luxemburger Schweiz - Geheimnisvolle Felsenlandschaft im Wandel der Zeit. Luxembourg. Société des naturalistes luxembourgeois, Musée national d'histoire naturelle, Administration des eaux & forêts. Luxembourg: 193-211.

van Rompaey, E. & L. Delvosalle (coll. J.E. de Langhe, R. D'hose, A. Lawalrée, L. Reichling, R. Schumacker, L. Vanhecke & H. Vannerom), 1979. Atlas de la flore belge et luxembourgeoise, Ptéridophytes et Spermatophytes, 2e éd. Jardin botanique national de Belgique, Meise, 1542 cartes.