

Cliostomum haematommatis* und *Loxospora cristinae **– zwei wenig bekannte corticole, sorediöse** **Krustenflechten in der Schweiz**

Michael Dietrich & Jiří Malíček
Meylania 63 (2019): 22-29

Abstract

Cliostomum haematommatis and *Loxospora cristinae* – two little known corticolous, sorediate crustose lichens in Switzerland.

For a long time, samples of sorediate crustose lichens containing 2'-O-Methylperlatolic acid have been called *Pertusaria* aff. *pulvereosulphurata* in Switzerland. Finally, their identity was clarified: These are *Cliostomum haematommatis*, which is mentioned for the first time from Switzerland and *Loxospora cristinae*, collected already in the 19th century and recently confirmed in the country. Both species and their distribution in Switzerland are presented and discussed.

Zusammenfassung

Lange Zeit wurden die Belege von sorediösen Krustenflechten mit 2'-O-Methylperlatolsäure in der Schweiz mit *Pertusaria* aff. *pulvereosulphurata* bezeichnet. Nun endlich konnte deren Identität eindeutig geklärt werden: Es handelt sich um *Cliostomum haematommatis*, die erstmals für die Schweiz genannt wird und *Loxospora cristinae*, die kürzlich anhand von Funden aus dem 19. Jahrhundert als neu vermeldet wurde. Die beiden Arten und ihre Verbreitung in der Schweiz werden präsentiert und diskutiert.

Einleitung

Fast 30 Jahre begleitete den Erstautor eine nicht bestimmbar sorediöse Krustenflechte, deren Identität nun endlich geklärt ist. Zum ersten Mal fand sich die baumbewohnende Flechte 1989 im Merliwald (Kanton Obwalden). Mittels Dünnschicht-Chromatografie konnte ein unbekannter Flechtenstoff mit den Rf-Klassen 5-6/5-6/6 und bei einzelnen Belegen zusätzlich Atranorin identifiziert werden, was jedoch nicht annähernd eine Zuordnung zu einem bekannten Taxon erlaubte. Die Flechtenproben wurden in Dietrich (1991) notgedrungen als cf. *Lecidella alba* Hertel geführt. Auch die spätere Untersuchung durch weitaus erfahrenere Lichenologen führte zu keinem schlüssigen Resultat, wobei Tor Tønsgaard 1992 ebenfalls Atranorin und den unbekanntes Inhaltsstoff ermittelte. Dass das Taxon nicht häufig ist, zeigte sich in den folgenden Jahren im Rahmen von umfangreichen Vegetationsaufnahmen von baumbewohnenden Flechten (Dietrich & Scheidegger 1997), wo sich keine sorediösen Krustenflechten mit diesem unbekanntes Stoff nachweisen liessen (Dietrich & Scheidegger 1996). Später, bei der Datenerhebung für die Rote Liste der baumbewohnenden Flechten der Schweiz, konnten dann weitere Funde des Taxons getätigt werden. Immerhin wurde der Flechtenstoff schliesslich als 2'-O-Methylperlatolsäure identifiziert. Mit dem Wissen, dass dieser

Stoff in Arten der Gattung *Pertusaria* vorkommt sowie aufgrund der vorhandenen Ähnlichkeit mit sorediösen *Pertusaria*-Arten erfolgte schliesslich die Bezeichnung der Belege mit *Pertusaria* aff. *pulvereosulphurata*. Einerseits schien die Beschreibung in Schreiner & Hafellner (1992) besonders gut zu passen, andererseits stellte Hako (1983) im Typusmaterial neben Atranorin zwei unbekanntes Inhaltsstoffe fest, von denen die Rf-Klassen des einen die Vermutung auf 2'-O-Methylperlatolsäure erlaubten. In der Roten Liste (Scheidegger et al. 2002) fand *Pertusaria* aff. *pulvereosulphurata* schliesslich als nicht gefährdet (LC) ihren Eingang. Seither wurden die Funde der sorediösen Krustenflechte in der Schweiz so bezeichnet und entsprechend in der Checkliste der Schweiz (Clerc & Truong 2012) und in Swisslichens (Stofer et al. 2008) aufgeführt.

Die Identität der rätselhaften Flechte war jedoch alles andere als befriedigend geklärt. Im Kleinen Melchtal (Kanton Obwalden) fand der Erstautor dann 2016 ein besonders üppiges Vorkommen von *Pertusaria* aff. *pulvereosulphurata* (Abb. 1), zudem entdeckte er im Herbar des Urner Naturforschers Anton Gisler (1820–1888) auch Nachweise aus dem 19. Jahrhundert, was Anlass war, dem Problemfall weiter auf den Grund zu gehen. Es bestand die Absicht, das Typusmaterial von *Pertusaria pulvereosulphurata* Harm. aus dem Herbar in Hamburg zu studieren. Vom zuständigen Konservator Matthias Schultz konnte in Erfahrung gebracht werden, dass das Material bereits beim Zweitautor in Prühonice in Ausleihe war. Danach klärte sich das Problem oder besser gesagt die Problemfälle in kurzer Zeit. Die Anfrage in Prühonice ergab zuerst die schlüssige Auskunft, dass es sich bei den Schweizer Funden um zwei verschiedene Arten handelt. Danach konnte der Zweitautor anhand zugesandter Belege die Vermutung bestätigen: Bei den Belegen mit 2'-O-Methylperlatolsäure und Atranorin handelt es sich um *Cliostomum haematommatis* (Keissler) D. Hawksw. et al., bei jenen ohne Atranorin um *Loxospora cristinae* Guzew-Krzemińska et al.



Abb. 1: Das üppige Vorkommen der gelblichen *Pertusaria* aff. *pulvereosulphurata*, welches sich als *Cliostomum haematommatis* herausstellte, auf einer alten Esche im Kleinen Melchtal.

C. haematommatis wurde ursprünglich von Keissler (1911) als lichenicoler Pilz (*Lichenophoma haematommatis* Keissler) auf *Loxospora elatina* aus der Steiermark in Österreich beschrieben. Aufgrund der Untersuchung von Keisslers Belegen und Zeichnungen in Wien (W) stellte sich jedoch heraus, dass es sich um eine sorediöse Krustenflechte mit Pyknidien handelt. Das führte zum aktuell gültigen Namen (Hawksworth et al. 2006). Als Flechtenstoffe wurden Atranorin und ein unbekannter Stoff festgestellt, dessen Rf-Klassen und Farbe die Vermutung auf Barbat-, Confluentin-, Perlatol- oder Stenosporinsäure erlaubten, was aufgrund des spärlichen Materials jedoch nicht verifiziert werden konnte. Die scheinbar sehr seltene Art ist bisher nur von den zwei Fundorten in der Steiermark (leg. Keissler) bekannt.

L. cristinae wurde erst kürzlich anhand von Funden aus Nordost- und Zentralpolen beschrieben (Guzow-Krzemińska et al. 2018). Anhand molekularer Analysen wurde sie eindeutig von den ähnlichen, nordamerikanischen Arten *Loxospora assateaguensis* Lendemer und *Loxospora confusa* Lendemer (Lendemer 2013) differenziert. Als Flechtenstoff wird 2'-O-Methylperlatolsäure genannt, welcher auch für *L. assateaguensis* und *L. confusa* typisch ist (Lendemer 2013). Wenn auch erst vor Kurzem beschrieben, wurde *L. cristinae* inzwischen auch in Gebieten ausserhalb Polens nachgewiesen. So vermelden Berger et al. (2018) die Art aus Niederösterreich als neu für Österreich sowie Wirth et al. (2018) einen Fund aus dem Schwarzwald als neu für Deutschland. Auch in der Ukraine wurde die Art nachgewiesen, wobei das Vorkommen in den Karpaten als *Loxospora* aff. *confusa* Lendemer publiziert wurde (Vondrák et al. 2018).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, das Vorkommen der beiden Arten in der Schweiz anhand der Überprüfung von Herbarbelegen genauer zu erfassen.

Material und Methoden

Zur Ermittlung der Identität der Schweizer Funde von sorediösen Krustenflechten mit 2'-O-Methylperlatolsäure wurden die Belege des Erstautors sowie die mehrheitlich im Herbar in Genf (G) deponierten und ein an der WSL in Birmensdorf vorhandener Beleg, welche im Rahmen der Datenerhebung für die Rote Liste der Schweiz (Scheidegger et al. 2002) gesammelt wurden (die Belege sind mit RL bezeichnet), nochmals bezüglich ihrer Morphologie und ihrer Inhaltsstoffe analysiert. Ebenso untersucht wurden drei weitere Belege aus G, welche dort unter *Pertusaria pulvereosulphurata* eingeordnet waren, nämlich zwei Proben von Eduard Frey (1888–1974) und ein Beleg aus dem Département Vaucluse in Frankreich von George Clauzade. Berücksichtigt wurden zudem alle sorediösen Krustenflechten mit 2'-O-Methylperlatolsäure im Herbar von Anton Gisler (im Staatsarchiv Uri, Altdorf, mit HG-F bezeichnet), gesammelt von Gisler und von Carl Hegetschweiler (1838–1901). Die Analyse der Flechtenstoffe mittels Dünnschicht-Chromatografie erfolgte nach Culberson & Ammann (1979) und Culberson & Johnson (1982). Die Methoden der molekulargenetischen Untersuchungen entsprechen jenen in Malíček et al. (2018). Bei ohne Autoren genannten Flechten, folgt die Nomenklatur Clerc & Truong (2012).

Resultate

Cliostomum haematommatis (Keissler) D. Hawksw., Earl.-Benn. & Coppins

Der detaillierten Beschreibung von *Cliostomum haematommatis* in Hawksworth et al. (2006) kann hinzugefügt werden, dass das Lager von einem deutlichen schwarzen Vorlager begrenzt sein kann (Abb. 2), dies auch ohne benachbarte Flechten. Apothecien sind nach wie vor nicht bekannt. Wie sich nun herausstellte, handelt es sich bei dem bis anhin unbekanntem Stoff um 2'-O-Methylperlatolsäure, wobei der Zweitautor nicht ausschliesst, dass es sich um ein sehr nah verwandtes Derivat (mit verwandten Stoffen in Spuren) handelt. Anhand einer BLAST-Suche stellte er zudem fest, dass sowohl nukleäre ITS- als auch mitochondriale SSU-Sequenzen eines Schweizer Belegs (Dietrich 4351, Genbank-Nummer MK446224 und MK446223) sehr nahe bei Ramalinaceae (*Ramalina* und *Lecania*-Arten) liegen. Trotzdem bleibt die genaue taxonomische Position unklar und erfordert eine detailliertere Untersuchung.



Abb. 2: *Cliostomum haematommatis* mit schwarzem Vorlager und weitgehend sorediös aufgelöstem Lager.

Cliostomum haematommatis ist neu für die Schweiz. Die Art ist bisher nur von drei Lokalitäten bekannt. Pyknidien konnten bei den Belegen nicht beobachtet werden. Ein Fund stammt aus dem Mittelland (510 m), die beiden anderen Lokalitäten liegen in den Voralpen (860 m, 1300–1355 m). Alle Funde wurden in naturnahen Wäldern mit einer langen ökologischen Kontinuität auf Laubbäumen (*Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*) getätigt.

Untersuchte Belege:

Kanton Bern: Wohlen, Frieswilgraben, Laubmischwald, *Acer pseudoplatanus*, 510 m, 1995, M. Dietrich 3593. Kanton Obwalden: Giswil, Kleines Melchtal, Laub-

mischwald, *Fagus sylvatica* und *Fraxinus excelsior*, 860 m, 2016, M. Dietrich 4351. Giswil, Merliwald, Tannen-Buchenwald, *Fagus sylvatica*, 1355 m, 1989, M. Dietrich 803, 927; *Fagus sylvatica*, 1300 m, 1992, M. Dietrich 1747 (G295985); *Fagus sylvatica*, 1330 m, 2016, M. Dietrich 4368.

***Loxospora cristinae* Guzew-Krzemińska, Łubek, Kubiak & Kukwa**

Für die detaillierte Beschreibung von *L. cristinae* (Abb. 3) wird auf Guzew-Krzemińska et al. (2018) verwiesen. Apothecien und Pyknidien sind nicht bekannt. Wie bei *Cliostomum haematommatis* ist der Stoff mit 2'-O-Methylperlatolsäure oder mit einem sehr nah verwandten Derivat (mit verwandten Stoffen in Spuren) zu präzisieren.



Abb. 3: Typisch entwickeltes Lager von *Loxospora cristinae* auf *Acer pseudoplatanus*.

Die ersten datierten Nachweise für die Schweiz stammen aus dem 19. Jahrhundert von Anton Gisler aus dem Kanton Uri (Dietrich 2019). Er dokumentierte die Flechte nur unbeachtet als Begleiter von *Arthonia vinosa*, *Bacidia laurocerasi*, *Biatora ocelliformis*, *Catinaria atropurpurea*, *Lopadium disciforme* und *Thelotrema lepadinum*. Als Begleiter von *Loxospora cisonica* belegte zudem C. Hegetschweiler unbewusst die sorediöse Krustenflechte im 19. Jahrhundert aus dem Kanton Zürich. Die seit Mitte des 20. Jahrhunderts gemachten Funde von *L. cristinae* stammen aus den Kantonen Aargau, Bern, Jura, Neuenburg, Nidwalden, Obwalden, Schwyz und Waadt. Das ergibt ein Verbreitungsgebiet vom Jura über das Mittelland und die Voralpen bis in die Alpen, wobei sich die Funde von 460 m bis auf 1365 m ü. M. erstrecken. Alle Funde stammen aus Wäldern. Während die Art im 19. Jahrhundert einmal auf *Picea abies* ansonsten auf *Abies alba* gesammelt wurde, sind bei den aktuelleren Funden in Ergänzung zu den beiden Nadelbaumarten auch Laubbäume als Träger ausgewiesen, neben *Acer pseudoplatanus*, *Alnus incana*, *Fraxinus excelsior* und *Prunus avium* insbesondere *Fagus sylvatica*.

Untersuchte Belege:

Kanton Aargau: Waltenschwil, Churzholz, Eichen-Buchenwald, *Fagus sylvatica*, 460 m, 1995, M. Frei RL22268 (G00295995). **Kanton Bern:** Brienz, Ahornmischwald, *Acer pseudoplatanus*, *Picea abies*, 1075 m, 1997, 1998, C. Keller, M. Frei RL22379, RL19860 (G295996, G295992). Cormoret, Tannen-Buchenwald, *Fagus sylvatica*, 937 m, 1996, M. Dietrich RL1254 (G295984). Eschert, Tannenwald, *Abies alba*, 757 m, 1996, C. Keller RL16090. Oberlangenegg, im neuen Baan, Tannen-Fichtenwald, *Fagus sylvatica*, 1010 m, 1996, M. Frei RL22115 (G295993). Teufenthal, Mischwald, *Abies alba*, *Fraxinus excelsior*, *Picea abies*, 842 m, 1997, 1998, I. Roth, M. Frei RL21994, RL21995, RL21996, RL21997 (G295994, G295997, G295998, G295999). Zweisimmen, Vorderwald, Fichtenmischwald, *Prunus avium*, 1200 m, 1996, M. Frei RL20060 (G295982). **Kanton Jura:** Mervellier, Eschenmischwald, *Acer pseudoplatanus*, 685 m, 1995, M. Frei RL14276 (G295981). **Kanton Neuenburg:** Dombresson, Val de Ruz, Forêt Le Sapet, Tannen-Fichtenwald, *Fagus sylvatica*, 960 m, 1958, E. Frey 2386/7 (G295987). Fleurier, Tannen-Buchenwald, *Fagus sylvatica*, 1025 m, 1997, 1998, I. Roth, M. Frei RL22012, RL22013 (G295989, G295991). **Kanton Nidwalden:** Wolfenschiessen, Hungsack, Fichtenwald, *Acer pseudoplatanus*, 1260 m, 2017, M. Dietrich 4601. **Kanton Obwalden:** Giswil, Merliwald, Tannen-Buchenwald, *Fagus sylvatica*, 1340 m, 1989, M. Dietrich 804. Lungern, Mischwald, *Picea abies*, 1365 m, 1998, M. Frei RL20002 (G295990). **Kanton Schwyz:** Innerthal, Rohrwald, Fichtenwald, *Alnus incana*, 1060 m, 1996, C. Keller RL21465 (G295977). Innerthal, Salzläckiwald, Tannen-Buchenwald, Waldrand, *Acer pseudoplatanus*, 1120 m, 1996, C. Keller RL21478 (G295978). **Kanton Uri:** Ob Seedorf, *Fagus sylvatica*, 600 m, A. Gisler HG-F-7365. Schattdorf, Gampelen, *Abies alba*, 1500 m, 1870, A. Gisler HG-F-8439. Schattdorf, Gampelenwald, *Abies alba*, 1200–1500 m, 1883, A. Gisler HG-F-9505, HG-F-9963. Sisikon, Alpler Wald, *Abies alba*, *Picea abies*, 1000–1400 m, 1871, A. Gisler HG-F-2002, HG-F-8044, HG-F-9777. **Kanton Waadt:** Corcelles-le-Jorat, Mischwald, *Fagus sylvatica*, 890 m, 1997, M. Frei RL22180 (G295980). Vallorbe, Hecke/Gehölz in Hochstauden-/Grasflur, *Fraxinus excelsior*, 665 m, 1997, M. Frei RL21178 (G295983). Yens, Buchenmischwald, *Fagus sylvatica*, 685 m, 1997, M. Frei RL21968 (G295979). **Kanton Zürich:** Um Gossau, *Abies alba*, 500 m, C. Hegetschweiler HG-F7152, HG-F-7155.

Weitere identifizierte Arten

Lediglich bei zwei der untersuchten Proben handelt es sich nicht um eine der beiden ausführlich behandelten Arten: Ein Beleg von E. Frey erwies sich als *Lecanora allophana* f. *sorediata* (G00295986). Der Beleg von G. Clauzade (Vaucluse, Gignac, Sènequier, *Quercus pubescens*, 1962, G00289288) stellte sich als *Ochrolechia turneri* heraus.

Diskussion

Die Untersuchung der bisher mit *Pertusaria* aff. *pulvereosulphurata* bezeichneten sorediösen Krustenflechten zeigte, dass *P. pulvereosulphurata* in der Schweiz wahrscheinlich noch nicht nachgewiesen wurde. «Wahrscheinlich», weil nicht auszuschliessen ist, dass es sich bei *Cliostomum haematommatis* und *P. pulvereosul-*

phurata um ein und dieselbe Art handelt. Dies ergab die Untersuchung des spärlichen Typus-Materials von *P. pulvereosulphurata* durch den Zweitautor. Während bei den Inhaltsstoffen Übereinstimmung besteht, sind morphologische Unterschiede vorhanden, welche aber einen Teil der Variabilität von *C. haematommatis*, der zuerst beschriebenen Art, darstellen könnten.

C. haematommatis kommt in der Schweiz wesentlich seltener vor als *Loxospora cristinae*. Alle drei Vorkommen stammen aus naturnahen, flechtenreichen Wäldern mit einer langen ökologischen Kontinuität, wovon der Merliwald im Kanton Obwalden besonders heraussticht (Dietrich 1991). Es ist anzunehmen, dass *C. haematommatis* eine gute Indikatorart für eine lange ökologische Kontinuität in Wäldern ist. Dies trifft auch auf *L. cristinae* zu, wobei ihr Auftreten nicht auf Gebiete mit ozeanisch geprägten Klimacharakter beschränkt ist. In Polen wurde die Flechte sogar mehrheitlich in Wäldern mit subkontinentalem Charakter gefunden (Guzow-Krzemińska et al. 2018), wo sie meistens auf der glatten Rinde von *Carpinus betulus* und *Corylus avellana* wächst. Auch in Polen weisen die besiedelten Wälder durchwegs eine lange ökologische Kontinuität auf.

Während *Pertusaria* aff. *pulvereosulphurata* in der Roten Liste der baumbewohnenden Flechten der Schweiz (Scheidegger et al. 2002) als nicht gefährdet (LC) eingestuft wurde, ist dieser Status für die beiden nun differenzierten Arten nicht aufrecht zu erhalten. Die nur sehr spärlichen Funde von *C. haematommatis* legen nahe, dass die Art vom Aussterben bedroht (CR) sein könnte. *L. cristinae* dürfte wohl mit verletzlich (VU) eingestuft werden.

Dank

Philippe Clerc (Genf) danken wir für die Ausleihe der Belege aus dem Herbar G, Matthias Schultz (Hamburg) für die Ausleihe und hilfreiche Informationen zum Typusmaterial von *Pertusaria pulvereosulphurata* sowie Urs Groner (Zürich) und Thomas Kiebacher (Zürich) für wertvolle Anmerkungen zum Manuskript. Die Arbeit des Zweitautors wurde durch das "long-term research development project RVO 67985939" unterstützt.

Literatur

- Berger F., Breuss O, Malíček J. & Türk R. 2018. Lichens in the Primeval Forest Areas 'Großer Urwald' and 'Kleiner Urwald' (Rothwald, 'Dürrenstein Wilderness Area', Lower Austria, Austria). *Herzogia* 31: 716–731.
- Clerc P. & Truong C. 2012. Catalogue des lichens de Suisse. www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/catalogue-lichen/recherche [Version 2.0, 11.06.2012].
- Culberson C.F. & Ammann K. 1979. Standardmethode zur Dünnschichtchromatographie von Flechtensubstanzen. *Herzogia* 5: 1–24.
- Culberson C.F. & Johnson A. 1982. Substitution of methyl tert-butyl ether for diethyl ether in the standardized thin layer chromatographic method for lichen products. *J. Chromatogr.* 238: 483–487.
- Dietrich M. 1991. Die Flechtenflora des Merliwaldes, Giswil/OW (Zentralschweiz). *Bot. Helv.* 101: 167–182.

- Dietrich M. 2019. Die Flechtendokumentation von Anton Gisler (1820–1888) – aussagekräftige Funddaten für den Kanton Uri und die Schweiz aus dem 19. Jahrhundert: die corticolen und lignicolen Taxa. *Herzogia* 32: (im Druck).
- Dietrich M. & Scheidegger C. 1996. The importance of sorediate crustose lichens in the epiphytic lichen flora of the Swiss Plateau and the Pre-Alps. *Lichenologist* 28: 245–256.
- Dietrich M. & Scheidegger C. 1997. A representative survey of frequency of epiphytic lichens at the regional and national levels and its use for the red list of Switzerland. *Bibl. Lich.* 68: 145–154.
- Guzow-Krzemińska B., Łubek A., Kubiak D., Ossoowska E. & Kukwa M. 2018. Phylogenetic approaches reveal a new sterile lichen in the genus *Loxospora* (Sarrameanales, Ascomycota) in Poland. *Phytotaxa* 348: 211–220.
- Hanko B. 1983. Die Chemotypen der Flechtengattung *Pertusaria* in Europa. *Bibl. Lich.* 19: 1–297.
- Hawksworth D.L., Earland-Bennett P.M. & Coppins B.J. 2006. *Lichenophoma haematommatis*, a previously overlooked European sorediate species of *Cliostomum* (Lecanorales, Ramalinaceae). *Herzogia* 19: 5–10.
- Keissler K. v. 1911. Zwei neue Flechtenparasiten aus Steiermark. *Hedwigia* 50: 294–298.
- Lendemer J.C. 2013. Two new sterile species of *Loxospora* (Sarrameanales: lichenized Ascomycetes) from the Mid-Atlantic Coastal Plane. *Journal of the North Carolina Academy of Sciences* 129: 71–81.
- Malíček J., Palice Z., Vondrák J., Łubek A., Kukwa M. 2018. *Bacidia albogranulosa* (Ramalinaceae, lichenized Ascomycota), a new sorediate lichen from European old-growth forests. *MykoKeys* 44: 51–62.
- Scheidegger C., Clerc P., Dietrich M., Frei M., Groner U., Keller C., Roth I., Stofer S. & Vust M. 2002. Rote Liste der gefährdeten Arten der Schweiz: Baum- und erdbewohnende Flechten. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bern, und Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, und Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève CJGB. *BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt*.
- Schreiner E. & Hafellner J. 1992. Sorediöse, corticole Krustenflechten im Ostalpenraum. I. Die Flechtenstoffe und die gesicherte Verbreitung der besser bekannten Arten. *Bibl. Lich.* 45:1–291.
- Stofer S., Scheidegger C., Clerc P., Dietrich M., Frei M., Groner U., Jakob P., Keller C., Roth I., Vust M., Zimmermann E. 2008. swisslichens – Webatlas der Flechten der Schweiz / Modul Verbreitung (Version 2 vom 01.01.2019). www.swisslichens.ch.
- Vondrák J., Malíček J., Palice Z., Bouda F., Berger F., Sanderson N., Acton A., Pouska V., Kish R. 2018. Exploiting hot-spots; effective determination of lichen diversity in a Carpathian virgin forest. *PLoS ONE* 13(9): e0203540. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203540>
- Wirth V., Tønberg T., Reif A. & Stevenson D. 2018. *Loxospora cristinae* found in Germany. *Herzogia* 31: 995–999.

Michael Dietrich, Umweltbüro für Flechten, i de Böde, Postfach 1127, CH-6011 Kriens, E-Mail: m.dietrich@bluewin.ch

Jiří Malíček, Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic, Zámek 1, CZ-252 43 Průhonice, E-Mail: jmalicek@seznam.cz