

Bemerkungen zu amphibisch lebenden Flechten im Saarland und in Rheinland-Pfalz

Holger Thüs

Title: Remarks about amphibious living lichens in the Saarland and in Rhineland-Palatinate

Kurzfassung: Es wird über Neufunde von Flechten aus Bächen und Flüssen des Saarlandes und von Rheinland-Pfalz berichtet. *Lecidea ahlesii*, *Thelidium parvulum*, *T. zwackhii*, *Verrucaria aquatilis*, *V. dolosa*, *V. funckii* und *V. margacea* sind Erstfunde für das Saarland, *Endocarpon psorodeum* ist neu für Rheinland-Pfalz und *Verrucaria aethiobola* für beide Länder. Basierend auf diesen Erstdnachweisen und neuen Funden von *Porina lectissima*, *Staurothele frustulenta*, *V. hydrela*, *V. praetermissa*, *V. rheitrophila* wird die Einstufung amphibischer Flechten in den regionalen Roten Listen dargelegt.

Abstract: New records of lichens from creeks and rivers in the Saarland and in Rhineland-Palatinate are reported. *Lecidea ahlesii*, *Thelidium parvulum*, *T. zwackhii*, *Verrucaria aquatilis*, *V. dolosa*, *V. funckii* and *V. margacea* are new for the lichen flora of the Saarland, *Endocarpon psorodeum* is new for Rhineland-Palatinate and *V. aethiobola* is new to both states. Based on these and further records of *Porina lectissima*, *Staurothele frustulenta*, *Verrucaria aethiobola*, *V. hydrela*, *V. praetermissa* and *V. rheitrophila* the categorisation of amphibious lichens in the local Red Data Books is discussed.

Keywords: aquatic lichens, pollution, eutrophication, global warming, recolonisation.

1 Einleitung

Die an und in Gewässern lebenden Flechten sind meist hoch spezialisiert. Über ihre Verbreitung existieren selbst im verhältnismäßig gut durchforschten Mitteleuropa nur lückenhafte Kenntnisse. Dies liegt einerseits an ihren zeitweise oder permanent überschwemmten Standorten, andererseits an der mühsamen Sammelprozedur, da die Flechten von ihrem Substrat mit Hammer und Meißel abgelöst werden müssen, um die in der Regel unerläßliche mikroskopische Untersuchung der Stücke zu ermöglichen. Springt das Gesteinsstück ungünstig ab, so geht die mühsam gewonnene Probe in der Strömung leicht wieder verloren. Nach der Probenahme bleibt ein Teil der Belege oft unbestimmt in den Herbarien liegen, da sich unter den Wasserflechten oft Vertreter taxonomisch problematischer Gattungen (*Verrucaria*, *Thelidium*) befinden. Die Arten dieser Gattungen sind sehr variabel und gleichzeitig merkmalsarm, was leicht zu fehlerhaften Bestimmungen führen kann und viele Sammler von der Bestimmung abschreckt. Dennoch gibt es eine Reihe von Publikationen aus dem Saarland und Rheinland-Pfalz, in denen Funde

amphibischer Flechten Erwähnung fanden, (APTROOT et al. 2006, JOHN 1985, 1988, 1995, THÜS 2002, WIRTH 1993, WOIKE 1963, WOLFF 1999). Ein Vergleich der Florenlisten von Rheinland-Pfalz und dem Saarland mit der Roten Liste aus Hessen (CEZANNE et al. 2002) ließ weitere Funde amphibischer Flechten erwarten und motivierte den Autor zu einer gezielten Nachsuche in bislang wenig bearbeiteten Regionen (Mittelrhein, Westerwald). Im Saarland wurde ein nur zeitweise Wasser führendes Gerinne, der Commetsteiner Bach an der Mettlacher Saarschleife im Rahmen einer Exkursion der Bryologisch-Lichenologischen Arbeitsgemeinschaft für Mitteleuropa im Sommer 2005 als Standort seltener Hydrophyten entdeckt und die Arten in APTROOT et al. (2006) gelistet. Angeregt durch diese Beobachtungen führten eingehende Untersuchungen in weiteren Gewässern der Saarschleife im Frühjahr des Jahres 2006 zu einer Reihe weiterer Neufunde für das Saarland, über die hier berichtet werden soll. Der geringe Kenntnisstand zum Bestand und zur Verbreitung der Wasserflechten hatte zur Folge, dass Gefährdungseinstufungen in der Vergangenheit mangels historischer Vergleichsdaten nur selten auf einer Analyse tatsächlich beobachteter Veränderungen in der Populationsdichte und Verbreitung einzelner Taxa beruhten. Vielmehr wurden in der Regel Analogieschlüsse aus der Gefährdung durch allgemeine Wasserverschmutzung gezogen. Alle Wasserflechten in Rheinland-Pfalz und dem Saarland galten daher als gefährdet bis stark gefährdet (JOHN 1986, 1988, 1990, WIRTH et al. 1996). Diese Einstufung ergab sich bei der Formulierung der Roten Liste nicht zuletzt aufgrund der in dieser Zeit noch weit verbreiteten unzureichenden Abwasseraufbereitung, den über den „sauren Regen“ aus der Luft ins Wasser gelangenden Schadstoffen und eine oft durch Begradigungen und andere Formen des naturfernen Ausbaues gekennzeichnete Form der Gewässerbewirtschaftung. Erhebliche Fortschritte in der Luft- und Wasserreinigung und ein deutlicher Wandel in der Form der Gewässerunterhaltung machen es erforderlich, die Gültigkeit der damaligen Einstufungen neu zu diskutieren. Aus diesem Grund werden im Folgenden neben den Neufunden eigene Beobachtungen und Literaturdaten zur Wasserflechtenflora des Saarlandes und von Rheinland-Pfalz zusammengefaßt und eine Einschätzung zur aktuellen Verbreitung und Gefährdung dieser Organismen gegeben.

2 Material und Methoden

Die hier vorgestellten Funde wurden in den Jahren 2005 und 2006 im Rahmen verschiedener Gutachten des Autors sowie anlässlich der Betreuung der Diplomarbeit von Sylvia Schworm (SCHWORM 2005) über die Auswirkungen von Renaturierungsmaßnahmen auf amphibische Kryptogamen an der Technischen Universität Kaiserslautern gemacht. Weitere Aufsammlungen erfolgten im Rahmen des von der DFG geförderten Projektes „Wege ins Wasser“ (DFG TH-840/1). Besammelt wurden dabei alle Flechtenarten, von permanent untergetauchten bis zu nur gelegentlich bei Hochwasser überschwemmten Standorten. Bei den Flechten der letzteren Kleinstandorte handelt es sich z.T. weniger um „hydrophytische Wasserflechten“ im Sinne von Organismen, die \pm eng an langzeitige Durchnässung gebunden sind, sondern vielmehr um „rheophytische“ Arten, die das Umfeld von Gewässern besiedeln und bestenfalls eine erhöhte Toleranz gegenüber zeitweiligen Überflutungen aufweisen. Belege zu den gefundenen Flechten befinden sich im Privatherbar des Verfassers. Die Herbarnummern ausgewählter Belege werden

im Anschluß an die geographischen Koordinaten und eine Beschreibung der Fundstellen bei den betreffenden Arten im Ergebnisteil genannt.

3 Ergebnisse

Neufunde für Rheinland-Pfalz oder das Saarland

Endocarpon psorodeum (NYL.) BLOMB. & FORSS.

Endocarpon psorodeum galt lange Zeit als sehr seltene Flechte (WIRTH et al. 1996), konnte aber in jüngster Zeit an mehreren Stellen an den Ufern des Rheins in größeren Mengen entdeckt werden, und scheint in nicht zu sehr verschlammten Bereichen auf alten Uferbefestigungen in der oberen amphibischen Zone dieses Flusses in Rheinland-Pfalz nicht besonders selten zu sein. Häufig ist sie hier mit *Staurothele frustulenta* vergesellschaftet, bevorzugt aber im Vergleich zu dieser Flechte etwas höher über dem Wasser gelegene Mikrostandorte und bildet mitunter eine gut abgrenzbare Zone oberhalb der dichten *Staurothele*-Bestände. Obwohl es sich sicher nicht um eine Wasserflechte in dem Sinne handelte, dass sie an Gewässer zwingend gebunden wäre, zeigt sie an den Flussufern doch eine Begrenzung ihrer Verbreitung sowohl nach unten als auch nach oben, wo sie meist von verbreiteten nitrophytischen Arten und vor allem der dominierenden *Protoparmeliopsis muralis* abgelöst wird. Aus dem Saarland liegen bislang noch keine Funde vor, die Art ist aber auch für dieses Bundesland zu erwarten. Eine gezielte Nachsuche verspricht besonders unterhalb von Staustufen der Saar und an Uferabschnitten mit häufigem Wellenschlag auf silikatischen Materialien Aussicht auf Erfolg.

Belege: 50°08'51,4"N/7°43'24,6"E, Rheinufer südlich St. Goar, 11.08.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1499); 49°20'05,2"N 8°27'26,0"E, Rheinufer oberhalb der Mainzer Südbrücke, 11.08.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1678); 49°59'25,9"N/8°17'30,4"E, Rheinufer nördlich Speyer, 10.09.2005, leg. H.THÜS (Nr. W1510).

Lecidea ahlesii (KÖRB.) NYL.

Die Krustenflechte wächst vor allem in sehr luftfeuchten Kerbtälern in der unmittelbaren Nähe von temporären oder permanenten Fließgewässern auf beschatteten Felsen und scheint auch gelegentliche Überflutungen zu ertragen (WIRTH 1995). Sie galt lange als sehr selten und war streckenweise verschollen, wurde aber in den letzten Jahren in Hessen öfter wieder gefunden (CEZANNE et al. 2002). Die Art wurde an mehreren Stellen an der Saarschleife gefunden, stets an schattigen Stellen auf großen Blöcken von mehr als einem halben Meter Kantenlänge und in direkter Nähe zu kleinen Bächen, aber deutlich über der Mittelwasserlinie (oft mehr als einen halben Meter und damit höchstens bei starken Hochwässern überflutet).

Beleg: 49°29'46,8"N/6°32'23,1"E, Mettlacher Saarschleife, Commetsteiner Bach, 30.04.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1693).

Thelidium cf. parvulum ARNOLD

Ein dieser Art zugeordneter Thallus wurde im Mittellauf des Steinbaches von einem am Ufer liegenden Sandsteinblock gesammelt. Die Flechte ist mitunter schwierig von *T. minutulum* zu trennen und sicher eng mit dieser verwandt.

Beleg: 49°29'37,6"N/6°32'17,2"E, Mettlacher Saarschleife, Steinbach, 30.04.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1711).

***Thelidium zwackhii* (HEPP) A.MASSAL**

Die leicht zu übersehende Pionierflechte ist in Mitteleuropa wahrscheinlich weiter verbreitet als es die spärlichen Angaben in der Literatur (WIRTH 1995, WIRTH et al. 1996) nahelegen. Nach GILBERT (1996) und KELLER (2000) scheint die Art öfter in der Spritzwasserzone von Fließgewässern vorzukommen. Mit Sicherheit für mindestens einige Wochen im Jahr überschwemmte Fundorte sind dem Autor in Deutschland aus Baden-Württemberg vom Ufer des Neckars unterhalb von Heidelberg (zusammen mit *Verrucaria praetermissa*), aus dem Waldbach unterhalb der Tongrube Eisen im Hunsrück (THÜS 2002) und aus einem künstlichen Wasserfall im Botanischen Garten der Technischen Universität Kaiserslautern bekannt. Aus dem Saarland ist nur ein Vorkommen auf Betonresten im Unterlauf des Steinbaches wenig oberhalb der Mittelwasserlinie bekannt. Offensichtlich handelt es sich um eine Art, die gelegentlich in die amphibische Zone vordringt, ihren Verbreitungsschwerpunkt aber abseits von Gewässern hat und nur eng begrenzte Überschwemmungsintervalle erträgt.

Belege: 49°25'34,7"N/7°45'21,7"E, Pfälzer Wald, Wasserfall in der „Kryptogamenschlucht“ des Botanischen Gartens an der TU Kaiserslautern, 06.03.2006, leg. H.THÜS (W1627); 49°29'49"N/6°32'41,1E, Mettlacher Saarschleife, Steinbach, 30.04.2006, leg. H.THÜS (W1702).

***Verrucaria aethiobola* WAHLENB.**

Der Name dieser Flechte wurde in der Vergangenheit sehr häufig uneinheitlich und meistens falsch verwendet, was sich in der älteren Literatur in einem inflationären Gebrauch des Namens widerspiegelt. Eine Überprüfung vorhandener Belege führt dann häufig zu der Erkenntnis, dass ein großer Teil der unter diesem Namen etikettierten Flechten nicht *V. aethiobola* Wahlenb. entspricht. Lediglich die von WIRTH (1995) publizierten Funde aus Baden-Württemberg scheinen ganz überwiegend korrekt zu sein (THÜS 2002). Abgesehen von dem Neufund am Rande des Commetsteiner Baches an der Saarschleife bei Mettlach sind dem Autor keine weiteren korrekt bestimmten Exemplare aus dem Saarland bekannt. Auch aus Rheinland-Pfalz war die Art unzureichend bekannt. Ein sicher bestimmter neuer Fund stammt vom Ufer der Nahe oberhalb von Ebernburg.

Belege: 49°48'36,9"N/7°49'19,3"E, Nahe, oberhalb Ebernburg, 07.05.2005, leg. H.THÜS (Nr. W1037); 49°29'46,8"N/6°32'23,1"E, Mettlacher Saarschleife, Commetsteiner Bach, 30.04.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1694).

***Verrucaria aquatilis* MUDD**

Dies ist eine der wenigen Flechten, die nicht nur permanente Überflutung ertragen, sondern lange andauernde Durchnässung für ihren Wuchs benötigen, wenngleich auch diese Art offenbar begrenzte Austrocknungsphasen zu überstehen vermag (siehe unten). Die Flechte ist in der nördlichen Hemisphäre weit verbreitet, meidet aber im allgemeinen sehr kalte Regionen. In Deutschland war sie einst überall verbreitet und wächst sowohl auf silikatischen Substraten als auch auf Kalkgestein, sofern dieser eine hinreichend stabile Oberfläche besitzt und nicht von Tuff oder Feinsedimenten überzogen ist. Die Flechte mit extrem dünnem Thallus ist raschwüchsig aber konkurrenzschwach und sehr empfindlich sowohl gegenüber Überdeckung mit Feinsedimenten, Raum- und Lichtkonkurrenz durch Algen sowie gegenüber Versauerung. Entsprechend waren die Populationen in der Vergangenheit an zahlreichen, der einst besiedelten Standorte in den Niederungen und in Gebirgen mit versauerungsanfälliger Untergrund zurück gegangen oder sogar lokal ausgestorben (THÜS 2002).

Im Saarland wurden an der Saarschleife größere Bestände in ständig überspülten Bereichen kaskadenartiger Abschnitte im unteren Teil des Weselbaches, des Wellesbaches sowie des

Unterlaufes des Steinbaches entdeckt. Daneben wächst die Art in einem Betonrohr an der Querung eines Wanderweges über den Commetsteiner Bach. Obwohl große Teile des Commetsteiner Baches zum Zeitpunkt der Untersuchung komplett trocken gefallen waren, floß durch das Rohr ein dünnes Rinnsal von Wasser, dass dieser „echten“ Wasserflechte hier ein Überleben ermöglicht.

In Rheinland-Pfalz war die Art aus kleinen Bächen im Ahrtal und der Eifel bekannt (WIRTH 1993). In jüngster Zeit gelangen weitere Nachweise im Westerwald, am Donnersberg und im Pfälzer Bergland. Bemerkenswert ist dabei die Beobachtung, dass in stark beschatteten Abschnitten des Kohlbaches (Pfälzer Bergland) Teile der Population mindestens für mehrere Wochen im Jahr bis zu 10 cm über dem Wasserspiegel trocken liegen und hier auch nicht mehr vom Spritzwasser erreicht werden.

Belege (Auswahl): 50°29'42,2"N/7°31'34"E, Westerwald, Aubach, 18.05.2005, leg. H.THÜS (Nr. W1773); 49°35'33,3"N/7°51'22,5"E, Donnersberg, Falkensteiner Tal, 23.10.2005, leg. H.THÜS (Nr. W1591a); 49°27'09,6"N/7°27'34,7"E, Pfälzer Bergland, Kohlbach, 10.08.2005, leg. H.THÜS (Nr. W1774); 49°29'46,8"N 6°32'23,1"E, Mettlacher Saarschleife, Commetsteiner Bach, 30.04.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1689); 49°29'0,5,2"N/8°27'26,0"E, Mettlacher Saarschleife, Steinbach, 30.04.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1712).

***Verrucaria dolosa* HEPP**

Die weit verbreitete Krustenflechte wurde bisher vielfach übersehen und ist bei gezielter Nachsuche auf basischen Substraten sicherlich noch in vielen weiteren Regionen zu finden. Sie wurde an der Saarschleife im Unterlauf des Steinbaches auf Betonresten im Bach etwa 40 cm über dem Wasserspiegel gefunden. In Rheinland-Pfalz wurde sie von am Boden liegenden Mauerresten in sehr schattigen, von Gehölzen bewachsenen Teilen des Zitadellengrabens an der Mainzer Zitadelle gesammelt. Sie ist keine typische Vertreterin der Gewässerflora und bevorzugt luftfeuchte, halbschattige Standorte auf Kalk oder basisch beeinflusstem Silikatgestein.

Belege: 49°59'33,1"N/8°16'38,2"E, Mainz, Zitadellengraben, 11.08.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1741); 49°29'0,5,2"N/8°27'26,0"E, Mettlacher Saarschleife, Steinbach, 30.04.2006, leg. H. Thüs W1704; 49°28'50,6"N/6°32'31,9"E, Mettlacher Saarschleife, Salzachtal, schattige Böschung, 30.04.2006, leg. H.THÜS (W1619).

***Verrucaria margacea* (WAHLENB.) WAHLENB.**

Die Flechte ist weltweit in kühlen Lagen verbreitet. In Europa ist sie in den Hochgebirgen ausgesprochen häufig und ersetzt hier teilweise die in den Tieflagen weitaus häufigere *Verrucaria hydrela*, ist aber stärker als diese auf die Spritzwasserzone fließender Gewässer beschränkt und tritt nur ausnahmsweise abseits von Gewässern auf. In den Mittelgebirgen Deutschlands ist die Art ausgesprochen selten und an früheren Fundpunkten u.a. durch übermäßige Wassergewinnung stellenweise verschwunden (THÜS 2002). Im Saarland wurde erstmals für dieses Bundesland eine Population mit wenigen Individuen an der Saarschleife im Oberlauf des Wesselbaches gefunden, in Rheinland-Pfalz kommt die Flechte sehr selten in höheren Lagen des Westerwaldes vor (THÜS 2002).

Beleg: 49°30'24,4"N/6°32'41,8"E, Mettlacher Saarschleife, Wesselbach, ca. 500m vor Erreichen der Saarsteilhänge, 30.04.2006, leg. H.Thüs (W1658).

Anmerkungen zu Verbreitung und Gefährdung weiterer amphibischer Flechten

Porina lectissima (FR.) ZAHLBR.

Im Vergleich zum angrenzenden Hessen ist die Art in Rheinland-Pfalz und dem Saarland auffallend selten. Im Saarland wurde die Flechte erstmals von APTROOT et al. (2006) im Commetsteiner Bach an der Saarschleife gefunden. Eigene Untersuchungen führten zu der Erkenntnis, dass *Porina linearis* nicht nur in diesem nur zeitweise Wasser führenden Gerinne sondern vor allem an sickerfeuchten Felsen in den Hängen rings um die Saarschleife stellenweise ausgesprochen ausgedehnte Bestände ausbildet und auch weitab von Gewässern vorkommt. In Rheinland-Pfalz sind nur wenige Vorkommen bekannt, wobei mehrere Quadratmeter große Bestände an sickerfeuchten Felsen im Falkensteiner Tal am Donnersberg als Neufunde hervorzuheben sind. Wirklich amphibische Bestände wie sie von RIED (1960a) und WIRTH (1972) in Taunus und Süd-Schwarzwald beobachtet wurden, sind aus Rheinland-Pfalz nicht bekannt und stellen auch in der Saarschleife nur den kleinsten Teil der dort vor allem auf sickerfeuchten Felsen verbreiteten Population.

Belege: 49°35'37,4"N/7°51'20,1"E, Donnersberg, Falkensteiner Tal, 23.10.2005, leg. H.THÜS (Nr. W1775); 49°29'46,8"N/6°32'23,1"E, Mettlacher Saarschleife, Commetsteiner Bach, 30.04.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1707); 49°30'24,4"N/6°32'41,8"E, Mettlacher Saarschleife, Wesselbach, ca. 500m vor Erreichen der Saarsteilhänge, 30.04.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1701b).

Verrucaria funckii (SPRENG.) ZAHLBR.

Die Flechte bildet relativ auffällige dicke Krusten auf oft permanent durchnässten und i.d.R. untergetauchten silikatischen Unterlagen. Ihre Unterscheidung gegen die arktisch alpin verbreitete *Verrucaria pachyderma* kann schwierig sein, entscheidender als die früher oft zur Trennung verwendete schwärzliche Färbung von *V. pachyderma* ist die Kombination der Merkmale relativ breiterer Sporen und einem fehlenden oder vorwiegend bräunlichen Pigment in der Rindenschicht bei *V. funckii*, während *V. pachyderma* über ein oliv getöntes Pigment und kleinere Sporen verfügt (ORANGE 2004). Molekulare Analysen von Populationen aus dem Pfälzer Wald ergaben eine eindeutige Zuordnung der hier gefundenen dicken und schwärzlich gefärbten Exemplare zu *V. funckii* (THÜS, in Vorbereitung). Die Art ist in kühlen Regionen der nördlichen Hemisphäre weit verbreitet (GILBERT 2000) jedoch in den Niederungen Deutschlands meist selten (THÜS 2002). In Rheinland-Pfalz ist sie vor allem im Pfälzer Wald verbreitet, jedoch oft nur auf kurzen Abschnitten der Bäche (WOLFF 1999, dort als *V. pachyderma* bestimmt), in den übrigen Landesteilen ist sie sehr selten. Aus dem Saarland war bisher ein Fund bekannt (JOHN 1990), zwei weitere Populationen wurden jüngst an der Saarschleife im Unterlauf des Steinbaches und des Wesselbaches entdeckt.

Belege (Auswahl): 49°24'05,1"N/7°53'37,7"E, Pfälzer Wald, Leininger Bach, 04.06.2005, leg. H.THÜS (Nr. W1047); 49°21'32,7"N/7°55'28,8"E, Pfälzer Wald, Legelbach, kurz vor der Mündung, 05.05.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1573); 49°23'54"N/8°01'26,4"E, Pfälzer Wald, Bach S Mainzertal, 05.07.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1774); 49°30'24,4"N/6°32'41,8"E, Mettlacher Saarschleife, Wesselbach, ca. 500m vor Erreichen der Saarsteilhänge, 30.04.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1673).

Verrucaria hydrela ACH.

Ähnlich wie *Verrucaria aethiobola* wurde diese Art in der Vergangenheit häufig mit anderen Vertretern der Gattung verwechselt oder unter verschiedenen Namen geführt (z.B. *V. denundata* ZSCH., *V. submersella* auct.). Sie ist mit Sicherheit häufiger als es aus der bisherigen Einstufung in der Roten Liste (WIRTH et al. 1996) hervorzugehen scheint. Es handelt sich um eine in nahezu

allen, nicht zu warmen Regionen der Erde verbreitete Flechte, die sowohl untergetaucht, amphibisch, als auch (bei hinreichender Luftfeuchtigkeit) fern von Gewässern auf silikatischen Substraten leben kann. Sie ist relativ raschwüchsig aber konkurrenzschwach und wird bei übermäßiger Eutrophierung daher leicht von frei lebenden Algen verdrängt (CEZANNE et al. 2002, THÜS 2002). In sauberen bis mäßig belasteten Gewässern kommt sie in nahezu allen Teilen von Rheinland-Pfalz mit nicht zu sauren silikatischen Substraten vor (Westerwald, Hunsrück, Eifel, Pfälzer Bergland, Donnersberg) und ist sicher eine der häufigsten amphibischen Flechten, vor allem an schattigen Standorten (THÜS 2002). Seltener ist sie auch außerhalb von Gewässern an schattigen und luftfeuchten Stellen anzutreffen (z.B. am Fuß der Außenmauern von Burg Rheinfels bei St. Goar). Aus dem Saarland liegen nur wenige Funde unter den oben genannten Namen vor (JOHN 1990). In den Gewässern an der Saarschleife ist sie aber neben *Verrucaria praetermissa* eine der häufigsten Wasserflechten, zumal sie auch ein gelegentliches Austrocknen der Gewässer schadlos übersteht.

Belege (Auswahl): 50°36'29,1''N/5°36'47,8''E, Westerwald, Holzbach unter der Eisenbahnbrücke westlich von Reichenstein, 18.05.2005, leg. H.THÜS (Nr. W1625); 50°09'17,6''N/7°42'14,9''E, St. Goar, Außenmauer der Burg Rheinfels, 18.03.2005, leg. H.THÜS (Nr. W1477); 49°27'09,6''N/7°27'34,7'', Westpfälzer Bergland, Kohlbach, 10.08.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1776); 49°29'46,8''N/6°32'23,1'', Mettlacher Saarschleife, Commetsteiner Bach, 30.05.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1718a); 49°29'0,5,2''N/8°27'26,0'', Mettlacher Saarschleife, Steinbach, 30.05.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1624); 49°30'24,4''N/6°32'41,8''E, Mettlacher Saarschleife, Wesselbach, ca. 500m vor Erreichen der Saarsteilhänge, 30.05.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1701a).

***Verrucaria praetermissa* (TREVIS.) ANZI**
(Syn.: *Verrucaria laevata* auct. non ACH.)

Ähnlich wie bei *Verrucaria aethiobola* herrschte um die Verwendung dieses Namens in der Vergangenheit sehr viel Verwirrung, was eine realistische Einstufung in der Roten Liste fast unmöglich machte. Tatsächlich ist die weltweit verbreitete Flechte heute in den meisten Bundesländern eine der häufigsten Wasserflechten überhaupt, die selbst in großen Flüssen wie dem Rhein wieder zu finden ist (z.B. bei St. Goar). Voraussetzung für ihren Wuchs sind gut gepufferte Gewässer, gering mit säurebildenden Immissionen belastete Luft und stabil gelagerte, feste Oberflächen (THÜS 2002). Es werden sowohl harte Kalke als auch jede Art fester silikatischer Materialien besiedelt. Aus dem Saarland war sie unter dem Synonym *V. laevata* auct. bereits aus dem Steinbach und von einem Tälchen bei Nennig bekannt (JOHN 1986, 1998), ist heute aber nicht nur dort sondern in nahezu allen Gewässern an der Saarschleife verbreitet und oft massenhaft anzutreffen. In Rheinland-Pfalz kommt sie in nahezu allen Regionen mit nicht zu saurem Gestein vor und ist vielerorts häufig. Eine auffällige Verbreitungslücke stellt für diese Art nur der von sauren Sandsteinen geprägte Pfälzer Wald dar (WOLFF 1999, eigene Beobachtungen).

Belege (Auswahl): 50°29'42,2''N/7°31'34''E, Westerwald, Aubach, 18.05.2005, leg. H.THÜS (Nr. W1626); 49°35'33,3''N/7°51'22,5''E, 50°08'51,4''N/7°43'24,6''E, Rheinufer südlich St. Goar, 24.03.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1473); Donnersberg, Falkensteiner Bach, 23.10.2005, leg. H.THÜS (Nr. W1591a); 49°29'46,8''N/6°32'23,1''E, Mettlacher Saarschleife, Commetsteiner Bach, 30.05.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1718b); 49°30'01,6''N/6°32'13,4'', Mettlacher Saarschleife, Bornbach, 150 m unterhalb der Kläranlage Orscholz, 30.05.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1697); 49°30'24,4''N/6°32'41,8''E, Mettlacher Saarschleife, Wesselbach, ca. 500m vor Erreichen der Saarsteilhänge, 30.05.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1700).

***Verrucaria rheitrophila* ZSCHACKE**

Ähnlich wie *Verrucaria aquatilis* und *V. funckii* ist auch *V. rheitrophila* eine „echte“ Wasserflechte und auf lange andauernde Durchnässung angewiesen. Ähnlich wie *V. aquatilis* kann sie sowohl auf harten Kalken als auch auf einer Vielzahl silikatischer Materialien wachsen, bevorzugt im Vergleich zu *V. aquatilis* aber etwas kühlere Gewässer. Sie dringt andererseits auch in weniger gut gepufferte Gewässer vor. Im Vergleich zu der ansonsten ökologisch ähnlichen *V. funckii* ist sie etwas konkurrenzkräftiger und behauptet sich auch in mäßig eutrophierten Gewässern (WOLFF 1999, THÜS 2002). Sie ist wahrscheinlich in sauberen Gewässern von Rheinland-Pfalz und dem Saarland nicht selten, meist aber nur nach gezielter Nachsuche zu entdecken, da sie häufig untergetaucht auf der Bachsohle und weniger an Ufersteinen vorkommt.

Belege (Auswahl): 50°29'09,1"N/7°37'20,6"E, Westerwald, Saynbach, 18.05.2005, leg. H.THÜS (Nr. W1777); 49°35'33,3"N/7°51'22,5"E, Donnersberg, Falkensteiner Bach, 23.10.2005, leg. H.THÜS (Nr. W1592a); 49°22'24,3"N/7°27'34,7"E, Sickinger Höhe, Bruchmühlbach-Miesau, Elendsklamm, 11.09.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1778); 49°29'49,0"N/6°32'41,1"E, Mettlacher Saarschleife, Steinbach, 30.04.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1712b); 49°30'15,4"N/6°32'41,8"E, Mettlacher Saarschleife, Weselbach, 30.04.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1692).

***Staurothele frustulenta* VAIN.**

Vor drei Jahrzehnten kam WIRTH (1976) noch zu dem Schluß, dass „Rhein und Main...in ihren schiffbaren Abschnitten offenbar frei von submersen und amphibischen Flechten“ seien. Für die ständig untergetauchten Standorte gilt diese Zustandsbeschreibung auch heute noch. Dank der erfolgreichen Maßnahmen zur Gewässerreinigung ist der amphibische Bereich aber heute an einigen Stellen wieder durch eine charakteristische Flechtenvegetation ausgezeichnet. Mengenmäßig wichtigstes Glied der amphibischen Zone des Rheins auf seiner rheinland-pfälzischen Fließstrecke ist *Staurothele frustulenta*. Auf die Rückkehr dieser Flechte an den Rhein auf nordrhein-westfälischem Gebiet hatten bereits HEIBEL & MIES (1996) hingewiesen. In Rheinland-Pfalz bildet die Flechte einen stellenweise dichten Gürtel, z.B. in St. Goar, wo sie in der oberen amphibischen Zone oft mit *Endocarpon psorodeum* vergesellschaftet und in den seltener überschwemmten Uferzonen schließlich von dieser abgelöst wird. Im Saarland war *S. frustulenta* schon länger von Standorten abseits der Gewässer bekannt (JOHN 1986, 2006), erstmals gelang aber im Frühjahr 2006 auch ein Nachweis aus der Wellenschlagzone der gestauten Saar an der Mettlacher Saarschleife.

Belege: 50°08'51,4"N/7°43'24,6"E, Mittelrheintal, Rheinufer südlich St. Goar, 24.03.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1493); 49°59'25,9"N/8°17'30,4"E, Rheinufer nördlich Speyer, 10.09.2005, leg. H.THÜS (Nr. W1599); 49°29'54,5"N/6°33'35,9"E, Mettlacher Saarschleife, rechtes Saarufer, 30.04.2006, leg. H.THÜS (Nr. W1705).

4 Diskussion

Artspezifische Unterschiede in der Reaktion auf veränderte Gefährdungsursachen und neue Erkenntnisse zur Verbreitung der Arten machen eine Aktualisierung der Einstufungen amphibischer Flechten in den Roten Listen erforderlich. Ein Überblick über die im Folgenden begründeten Vorschläge zu einer solchen aktualisierten Einstufung wird in Tabelle 1 gegeben.

Tab. 1: Zusammenfassung bisheriger Einstufungen amphibischer Flechten und Vorschläge für eine Aktualisierung in den Roten Listen für das Saarland und für Rheinland-Pfalz

Taxon	Rote Liste Saarland (JOHN 1988)	Rote Liste Saarland Vorschlag	Rote Liste Rheinland-Pfalz (JOHN 1990)	Rote Liste Rheinland-Pfalz Vorschlag
<i>Endocarpon psorodeum</i>	-	-	-	G
<i>Lecidea ahlesii</i>	-	*	-	-
<i>Porina lectissima</i>	-	*	*	*
<i>Staurothele frustulenta</i>	2	G	-	G
<i>Thelidium parvulum</i>	-	D	-	D
<i>Thelidium zwackhii</i>	-	D	-	D
<i>Verrucaria aethiobola</i>	-	R		G
<i>Verrucaria aquatilis</i>	-	G	2	3
<i>Verrucaria dolosa</i>	-	*	-	*
<i>Verrucaria funckii</i>	-	2	2	2
<i>Verrucaria hydrela</i>	3	3	2 [#]	3
<i>Verrucaria margacea</i>	-	2	2	2
<i>Verrucaria praetermissa</i>	2	*	2	*
<i>Verrucaria rheitrophila</i>	3	3	2	3

[#] Unter dem Synonym *V. denudata* klassifiziert

5 Gefährdung der neu gefundenen Arten

Bei den neu für das Saarland gefundenen Arten *Lecidea ahlesii*, *Porina lectissima* und *Verrucaria dolosa* sind zur Zeit keine Gefährdungen ihrer Populationen erkennbar, für sie wird daher der Status als „ungefährdet“ vorgeschlagen.

Taxonomische Schwierigkeiten, das Fehlen historischer Vergleichsdaten und der Pioniercharakter der bisher bekannten Standorte lassen eine Gefährdungseinstufung für *Thelidium parvulum* und *T. zwackhii* zur Zeit nicht zu, sie werden daher in die Kategorie „D“ (= Daten mangelhaft) eingestuft.

Für *Verrucaria aethiobola* ist die Bewertung älterer Literaturangaben aufgrund von Veränderungen im Gebrauch dieses Namens ohne Überprüfung von Belegen nahezu unmöglich (Thüs 2002). Basierend auf den aktuellen Funden scheint sie aber in Rheinland-Pfalz und dem Saarland ähnlich wie in anderen Bundesländern sehr selten und an langfristig stabile Substrate an den Rändern nicht zu saurer Gewässer gebunden zu sein (Thüs 2002). Im Saarland ist an ihrem Standort am Rande des Commetsteiner Baches keine Gefährdung erkennbar. Da aber bislang aus

dem Saarland nur diese eine und zudem kleine Population bekannt ist, sollte sie hier in die Kategorie „R“ eingestuft werden. Auch in Rheinland-Pfalz scheint die Art sehr selten zu sein, sie ist hier am einzigen bekannten Standort am Ufer der Nahe oberhalb von Ebernburg von eventuellen Sanierungsmaßnahmen an den Steinschüttungen des Flußufers potenziell gefährdet. Für dieses Bundesland wird daher der Status „G“ (= Gefährdung anzunehmen“) empfohlen.

Endocarpon psorodeum ist zur Zeit nur von sehr alten Uferbefestigungen am Rhein bekannt und kann hier durch die Erneuerung der Ufersicherung lokal rasch in ihrem Bestand gefährdet werden. Da aber bisher keine komplette Kartierung der Rheinufer in Rheinland-Pfalz vorliegt, ist das Ausmaß einer potenziellen Gefährdung durch punktuelle Eingriffe für die Gesamtpopulation nur schwer einschätzbar. Es wird daher empfohlen, für die Art vorerst die Kategorie „G“ („Gefährdung anzunehmen“) zu verwenden.

Eine exakte Gefährdungseinstufung ist aus den selben Gründen auch für *Staurothele frustulenta* problematisch, weshalb auch für diese Art die Einstufung in die Kategorie „G“ („Gefährdung anzunehmen“) für beide Bundesländer empfohlen wird. *Staurothele frustulenta* galt im Saarland zwar bislang als „stark gefährdet“ („2“), diese Einstufung kann aber angesichts der erheblich zurück gegangenen Belastungen von Wasser und Luft, des Vorliegens neuerer Funde sowie des besiedelten Standortspektrums vorwiegend anthropogener Herkunft (Schlackenhalden, Steinschüttungen) nicht mehr angemessen sein.

6 Arten mit weitgehend unveränderter Gefährdungseinstufung

In diese Kategorie fallen drei Arten, (*V. funckii*, *V. margacea*, *V. rheitrophila*) die an saubere und vor allem kühle Gewässer gebunden sind (WIRTH 1995).

Bei *Verrucaria funckii* handelt sich um eine sehr anspruchsvolle „echte“ Wasserflechte, die schon nach kurzer Zeit außerhalb des Wassers irreversibel geschädigt wird (RIED 1960b). Weder sehr saures Wasser noch größere Temperaturschwankungen werden von der Flechte vertragen (WIRTH 1972, 1995, THÜS 2002.). Aufgrund ihrer Bindung an gleichmäßig kühle Gewässer wäre sie in besonderem Maße durch eine mögliche allgemeine Klimaverschiebung mit zunehmend häufigeren und intensiveren Wärmephasen betroffen. Sie wächst nur auf stabil gelagerten Substraten mit festen Oberflächen, auf denen keine oder nur wenig Feinsedimente abgelagert sein dürfen. Reiches Wachstum frei lebender Algen (z.B. als Folge übermäßiger Eutrophierung) und Vorkommen von *V. funckii* scheinen sich auszuschließen (THÜS 2002). Im Pfälzer Wald ist sie geradezu eine Charakterflechte nährstoffarmer Bäche (WOLFF 1999), in den übrigen Landesteilen aber eine der seltensten Arten. All diese Beobachtungen sprechen für eine unveränderte Einstufung als stark gefährdete Art („2“) in Rheinland-Pfalz. Für eine Gefährdungseinstufung im Saarland sind zur Zeit noch zu wenige Daten verfügbar, aufgrund der Erfahrungen im angrenzenden Rheinland-Pfalz ist eine Gefährdung aber sicher anzunehmen, sodass die selbe Einstufung wie in Rheinland-Pfalz als „stark gefährdet“ („2“) empfohlen wird.

Für *Verrucaria margacea* ist eine ähnliche Einstufung wie für *V. funckii* angemessen. Sie ist zwar austrocknungstoleranter als diese, aber noch stärker an kühle (Klein-)Klimate gebunden und damit in besonderem Maße durch eine mögliche allgemeine Klimaverschiebung mit zunehmend häufigeren und intensiveren Wärmephasen gefährdet. Wegen ihrer natürlichen Seltenheit sowie der Bindung an unbelastete und kühle Gewässer ist die Art in beiden Bundesländern trotz des Fehlens älterer Vergleichsdaten als in Rheinland-Pfalz nach wie vor als stark gefährdet („2“)

einzustufen. Für das Saarland sollte aus den selben Gründen diese Einstufung übernommen werden.

Die ökologische Amplitude von *Verrucaria rheitrophila* überlappt sich jeweils teilweise mit jener von *V. aquatilis* und *V. funckii*, wobei ihre weitere Verbreitung und das Auftreten auch in größeren Gewässern wie z.B. dem Saynbach eine geringere Gefährdungseinstufung im Vergleich zu der deutlich selteneren *V. funckii* rechtfertigt. Ihre Bindung an Gewässer mit geringer Feinsedimentefracht, eine kontinuierliche Wasserführung und kühle Wassertemperaturen macht sie gleichwohl zu einer in Rheinland-Pfalz und dem Saarland als „gefährdet“ („3“) einzustufenden Flechte, wobei keine Notwendigkeit für die bisher praktizierte höhere Gefährdungseinstufung in Rheinland-Pfalz im Vergleich zum Saarland ersichtlich ist.

7 Arten mit abnehmender Gefährdung

In diese Kategorie fallen drei Arten (*V. aquatilis*, *V. hydrela*, *V. praetermissa*), die ein gewisses Maß an Eutrophierung tolerieren und auch in bzw. an wärmeren Gewässern leben können (Thüs 2002).

Verrucaria aquatilis war bisher mit wenigen Funden aus Rheinland-Pfalz, nicht aber aus dem Saarland bekannt, was in der Vergangenheit durch die hohe Belastung auch der Gewässer durch saure Luftschadstoffe mit verursacht gewesen sein kann. In Rheinland-Pfalz scheint die Art heute (wieder?) weiter verbreitet zu sein als bislang vermutet, zudem ist sie hier als erste Wasserflechte in großer Zahl selbst auf nur vier Jahre alten Steinschüttungen in den im Jahr 2002 renaturierten Abschnitten des Kohlbaches zu finden, was für eine hohe Regenerationsfähigkeit von Populationen dieser Flechte spricht. Bemerkenswert ist ihr offenkundiges Fehlen in weiten Teilen des von basenarmen Böden geprägten Pfälzer Waldes, was als Beleg für die von Thüs (2002) betonte Bindung dieser Flechte an Gewässer in gut gepufferten Einzugsgebieten zu werten ist. Trotz ihrer im Vergleich zu anderen Wasserflechten offensichtlich höheren (Wieder-) Ausbreitungsfähigkeit bleibt sie wegen der Sensibilität gegenüber Versauerung von Gewässern und übermäßige Verschlammung landesweit „gefährdet“ („3“). Die bisher verwendete Kategorie „2“ (stark gefährdet) sollte dagegen den bis heute sehr selten gebliebenen, stärker an kalte Gewässer gebundenen und weniger regenerationsfreudigen Arten *Verrucaria margacea* und *V. funckii* vorbehalten bleiben. Nach den aktuellen Daten zur Verbreitung der Art im Saarland kann noch keine konkrete Gefährdungseinstufung vorgenommen werden kann. Wegen der geringen Zahl der aktuellen Nachweise und dem Fehlen historischer Funde erscheint hier die Einstufung in die Kategorie „G“ sinnvoll.

Bei *Verrucaria hydrela* ist eine Zurückstufung der Gefährdungskategorie von „2“ („stark gefährdet“) auf „3“ („gefährdet“) in Rheinland-Pfalz angesichts ihrer heutigen weiten Verbreitung und der für diese Art offenbar sehr förderlichen Fortschritte in der Gewässerreinigung gerechtfertigt. Ihre Gefährdung geht heute weniger von übermäßiger Gewässerunreinigung und Säure bildenden Luftschadstoffen aus, sondern resultiert vielmehr aus ihrer begrenzten Konkurrenzfähigkeit gegenüber frei lebenden Algen, die durch anhaltend hohe Nährstoffeinträgen aus dem Automobilverkehr und der Landwirtschaft gefördert werden. Im Saarland ist dieselbe Einstufung als gefährdete Art („3“) aus den genannten Gründen nach wie vor gerechtfertigt.

Die Wasserflechte mit den stärksten Bestandeszuwächsen während der letzten Dekade ist wahrscheinlich *Verrucaria praetermissa*. Während diese Art lange Zeit überall in Deutschland als gefährdet bis stark gefährdet galt (WIRTH et al. 1996) ist sie heute nur noch in Gegenden mit saurem Gestein oder Mangel an festen Substraten und damit vorwiegend im Flachland selten und hier sicher weiterhin gefährdet. In den Mittelgebirgen ist sie dagegen heute eine der häufigsten Wasserflechten und erweist sich zudem als die toleranteste aller amphibischen Flechten gegenüber Eutrophierung und Schlammablagerungen (THÜS 2002). Für die meisten Bundesländer im Süden dürfte daher eine Einstufung wie in Hessen als ungefährdet angemessen sein (CEZANNE et al., 2002). In der Vergangenheit war *Verrucaria praetermissa* sowohl in Rheinland-Pfalz (JOHN 1990) als auch dem Saarland (JOHN 1988, unter dem Synonym *V. laevata* auct.) nicht nur wegen der zu dieser Zeit noch höheren Verschlammung und Eutrophierung vieler Gewässer sondern auch aufgrund ihrer bekannten Säureempfindlichkeit zu Recht als gefährdet eingestuft worden. Mittlerweile ist die Belastung der Luft mit säurebildenden Stoffen zurück gegangen und die Vitalität von *V. praetermissa* ist soweit gesteigert, dass sie sich z.B. an der Saarschleife selbst in dem stark eutrophierten Bornbach in der Spritzwasserzone gegen üppig wuchernde frei lebende Algen zu behaupten vermag. In Rheinland-Pfalz scheint sie in den meisten Gewässern mit gut gepufferten Einzugsgebieten verbreitet und vielerorts häufig zu sein. Ihre gerade auch an der Saarschleife unterhalb des Kläranlagenauslaufes der Gemeinde Orscholz demonstrierte Konkurrenzkraft selbst in stark eutrophierten Gewässern und ihre Rückkehr an große Flüsse, wie den Rhein bei St. Goar, läßt auch für Rheinland-Pfalz und das Saarland eine Rückstufung dieser Art in die Kategorie „ungefährdet“ angezeigt erscheinen.

Danksagung:

Ich danke Herrn Dr. Volker John (Bad Dürkheim) sowie Herrn Prof. Mark Seaward (Bradford) für Anregungen zur Verbesserung des Manuskriptes.

8 Literaturverzeichnis

- APROOT, A., JOHN, V. & V. WIRTH (2006): Flechten und lichenicole Pilze im Dreiländereck bei der Saarschleife mit Neufunden aus Lothringen, Saarland und Rheinland-Pfalz (BLAM-Exkursion 2005). – *Herzogia* **19**: 63-76.
- CEZANNE, R., EICHLER, M. & H. THÜS (2002): Nachträge zur "Roten Liste der Flechten Hessens." Erste Folge. – *Botanik und Naturschutz in Hessen* **15**: 107-142.
- GILBERT, O.L. (1996): The lichen vegetation of chalk and limestone streams in Britain. – *Lichenologist* **28**: 145-159.
- GILBERT, O.L. (2000): Aquatic lichens. – In: SEAWARD, MRD (ed.): Lichen Atlas of the British Isles. Fascicle 5. Aquatic Lichens and *Cladonia* (Part2). British Lichen Society, London.
- HEIBEL, E. & B. A. MIES (1996): *Staurothele frustulenta* Vainio - Verbreitung und Ökologie einer Flechte entlang des Niederrheines. - *Decheniana* **150**: 87-90.

- ORANGE, A. (2000): *Verrucaria* Schrader. – In: SEAWARD, MRD (ed.): Lichen Atlas of the British Isles. Fascicle 5. Aquatic Lichens and *Cladonia* (Part 2): 4.
- JOHN, V. (1986): Verbreitungstypen von Flechten im Saarland. – Abh. Delattinia **15**: 1-170.
- JOHN, V. (1988): Die Flechten. - In: Rote Liste. Bedrohte Tier- und Pflanzenarten im Saarland: 69-76.
- JOHN, V. (1995): Atlas der Flechten von Rheinland-Pfalz. – Beitr. Landespfl. Rheinl.-Pfalz **13/1**: 1-272.
- JOHN, V. (1998): Neue Nachweise von Flechten im Saarland. – Abh. Delattinia **24**: 141-148.
- JOHN, V. (2006): Die Schlackenhalde bei Hostenbach im mittleren Saartal als Sekundärbiotop für Flechten. – Herzogia **19**: 49-61.
- KELLER, C. (2000): Die Wasserflechten der Teigitsch zwischen der Langmannsperre und dem Kraftwerk Arnstein (Steiermark, Österreich). – Herzogia **14**: 49-58.
- ORANGE, A. (2004): A remarkable new freshwater *Verrucaria* from Europe. – Lichenologist **36**: 349-354.
- RIED, A. (1960a): Stoffwechsel und Verbreitungsgrenzen von Flechten I. Flechtazonierung an Bachufern und ihre Beziehungen zur jährlichen Überflutungsdauer und zum Mikroklima. – Flora **148**: 612-638.
- RIED, A. (1960b): Stoffwechsel und Verbreitungsgrenzen von Flechten. II. Wasser- und Assimilationshaushalt, Entquellungs- und Submersionsresistenz von Krustenflechten benachbarter Standorte. – Flora **149**: 345-385.
- SCHWORM, S. (2005): Biodiversität und Sukzession amphibischer Moose und Flechten an renaturierten Bachabschnitten in Rheinland-Pfalz. – Unveröff. Diplomarbeit an der Technischen Universität Kaiserslautern, Fachbereich Biologie, 132 S.
- THÜS, H. (2002): Taxonomie, Verbreitung und Ökologie silicoler Süßwasserflechten im außeralpinen Mitteleuropa. – Bibl. Lichenol. **53**: 1-214.
- WOIKE, S. (1963): Wasserflechten. – Mikrokosmos **52**: 97-98.
- WOLFF, P. (1999): Vegetation und Ökologie der nährstoffarmen Fließgewässer der Pfalz. – Pollichia-Buch **37**, Bad Dürkheim.
- WIRTH, V. (1972): Die Silikatflechten-Gemeinschaften im außeralpinen Zentraleuropa. – Diss. Bot. **17**: 1-306.
- WIRTH, V. (1976): Veränderungen der Flechtenflora und Flechtenvegetation in der Bundesrepublik Deutschland. – Schriftenreihe für Vegetationskunde **10**: 177-202.
- WIRTH, V. (1993): Zur Flechtenflora (Lichenes) des Naturschutzgebietes "Ahrschleife bei Altenahr". – Beiträge Landespflege Rheinland-Pfalz **16**: 181-93, 549-52.
- WIRTH, V. (1995): Die Flechten Baden-Württembergs. – Ulmer, Stuttgart, 1006 S.

WIRTH, V., SCHÖLLER, H., SCHOLZ, P., ERNST, G., FEUERER, T., GNÜCHTEL, A., HAUCK, M.,
JACOBSEN, P., JOHN, V. & B. LITTERSKI (1996): Rote Liste der Flechten (Lichenes) der
Bundesrepublik Deutschland. – Schriftenreihe für Vegetationskunde **28**: 307-368.

Anschrift des Autors:

Dr. Holger Thüs
Rüdesheimer Straße 42
68309 Mannheim