

Zygodon conoideus, Ulota phyllantha und Habrodon perpusillus, drei für Baden-Württemberg neue Laubmoose im Schwarzwald

MATTHIAS AHRENS

Kurzfassung

Die Laubmoose *Zygodon conoideus* (DICKS.) HOOK. & TAYLOR, *Ulota phyllantha* BRID. und *Habrodon perpusillus* (DE NOT.) LINDB. wurden zum ersten Mal im Schwarzwald und in Baden-Württemberg (Südwestdeutschland) nachgewiesen. Die Fundstellen liegen im westlichen Teil des Nordschwarzwalds in Höhenlagen zwischen 280 und 640 m. *Z. conoideus* wächst im Gebiet vor allem auf Borke von *Fagus sylvatica* und *Acer pseudoplatanus* an luftfeuchten, aufgelichteten Standorten in Bachtälern und Schluchten im Bereich von Wäldern. Häufige Begleitmoose sind *Ulota bruchii*, *U. crispa*, *Metzgeria temperata*, *Microlejeunea ulicina*, *Radula complanata*, *Orthotrichum lyellii*, *O. stramineum*, *O. affine* und *Frullania dilatata*. *U. phyllantha* besiedelt Borke an einem jungen Stamm von *Quercus robur* in einer lichten, grundfeuchten, südwestexponierten Baumpflanzung und ist mit *Ulota bruchii*, *Orthotrichum lyellii*, *O. affine*, *O. patens* und *Dicranoweisia cirrata* vergesellschaftet. *H. perpusillus* wächst zusammen mit *Ulota bruchii*, *U. crispa*, *Orthotrichum stramineum*, *O. patens*, *O. lyellii*, *O. affine*, *O. obtusifolium*, *O. diaphanum*, *O. pumilum*, *Tortula papillosa*, *Frullania dilatata* und *Radula complanata* auf Borke am Stamm von *Acer platanoides* (junger Baum) im Bereich von Wäldern an einem aufgelichteten, südwestexponierten, steilen Hang. Mögliche Ursachen für die derzeitige Ausbreitung von *Z. conoideus* und *U. phyllantha* in Westeuropa werden diskutiert.

Abstract

Zygodon conoideus, *Ulota phyllantha* and *Habrodon perpusillus* (Bryopsida), newly recorded in the Black Forest (Southwest Germany)

The mosses *Zygodon conoideus* (DICKS.) HOOK. & TAYLOR, *Ulota phyllantha* BRID. and *Habrodon perpusillus* (DE NOT.) LINDB. are reported for the first time in the federal state Baden-Württemberg (Germany). The localities are situated in the western part of the northern Black Forest. The species are confined to rather low altitudes, from 280 m to 640 m. *Z. conoideus* is most often found on the bark of *Fagus sylvatica* and *Acer pseudoplatanus* in wooded humid ravines and valleys. It is apparently restricted to well-insolated, but sheltered sites in forests. Common associates include *Ulota bruchii*, *U. crispa*, *Metzgeria temperata*, *Microlejeunea ulicina*, *Radula complanata*, *Orthotrichum lyellii*, *O. stramineum*, *O. affine* and *Frullania dilatata*.

U. phyllantha colonizes the bark on the trunk of a young oak (*Quercus robur*) in a moist tree plantation shaded on a SW-facing slope. The location is only lightly shaded. *Ulota bruchii*, *Orthotrichum lyellii*, *O. affine*, *O. patens* and *Dicranoweisia cirrata* are recorded as associates. *H. perpusillus* grows on the trunk of *Acer platanoides* (young tree) in a fairly open, well-lit site on a steep wooded slope facing south-west. It occurs together with *Ulota bruchii*, *U. crispa*, *Orthotrichum stramineum*, *O. patens*, *O. lyellii*, *O. affine*, *O. obtusifolium*, *O. diaphanum*, *O. pumilum*, *Tortula papillosa*, *Frullania dilatata* and *Radula complanata*. Possible reasons for the recent spread of *Z. conoideus* and *U. phyllantha* in western Europe are discussed.

Autor

Dr. MATTHIAS AHRENS, Annette-von-Droste-Hülshoff-Weg 9, D-76275 Ettlingen.

1 Einleitung

Einige Moosarten erreichen im Schwarzwald die Ostgrenze ihres derzeit bekannten europäischen Areals. In diese Gruppe gehören *Fissidens celticus*, *Hyocomium armoricum*, *Isoetecium holtii*, *Platyhypnidium alopecuroides*, *Sematophyllum micans* und *Douinia ovata* (Verbreitung ozeanisch-temperat), *Lejeunea lamacerina*, *Lepidozia cupressina* und *Plagiochila punctata* (hyperozeanisch südlich-temperat), *Ptychomitrium polyphyllum* und *Lophocolea fragrans* (ozeanisch südlich-temperat), *Fissidens rivularis* und *Anthoceros punctatus* (= *A. husnotii*) (mediterran-atlantisch) und *Orthotrichum acuminatum*, *Pterogonium gracile* und *Scapania compacta* (submediterranean-subatlantisch, alle Arealangaben nach HILL & PRESTON 1998).

Das Klima des Schwarzwalds wird stark von ozeanischen Luftströmungen geprägt, insbesondere in den Luvlagen auf der Westseite, wo der subatlantische Charakter am deutlichsten ausgebildet ist. Charakteristisch sind hohe Nie-

derschlagssummen (mit hervortretenden Winter-Niederschlägen), relativ geringe Jahresschwankungen der Lufttemperatur und vergleichsweise milde Winter. Im Westteil des Nordschwarzwalds reichen die Jahresmittel der Lufttemperatur von rund 10 °C am Gebirgsrand (Meereshöhe 200–300 m) bis etwa 7,5 °C in Höhenlagen zwischen 600 und 700 m (mittlere Januartemperatur: ca. +1,5 °C bis ca. –1 °C), und die mittleren Jahresniederschlagssummen liegen zwischen 900–1000 mm und rund 1600 mm. Dabei schwankt die mittlere Zahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm Niederschlag ungefähr zwischen 140 und 160 (alle Wetterdaten nach SCHLENKER & MÜLLER 1978 und MÜLLER-WESTERMEIER 1990, Beobachtungszeitraum 1931–1960 oder 1951–1980). Seit den 1980er Jahren sind die Jahresmitteltemperaturen im Nordschwarzwald deutlich angestiegen, und die mittlere Zahl der Frosttage pro Jahr ist zurückgegangen. Außerdem wurde eine Erhöhung der Jahresniederschlagssummen festgestellt, wobei die winterlichen Niederschläge zugenommen haben (STOCK 2005).

Die niederschlagsreichen, wärmebegünstigten unteren und mittleren Lagen auf der Westseite des Nordschwarzwalds werden durch eine artenreiche Epiphytenvegetation gekennzeichnet. *Zygodon conoideus*, *Uloa phyllantha* und *Habrodon perpusillus* waren bisher aus dem Schwarzwald und aus Baden-Württemberg nicht bekannt. In der vorliegenden Arbeit wird die Ökologie und Vergesellschaftung dieser Arten behandelt. Außerdem soll ein möglicher Zusammenhang zwischen den Neufunden und aktuellen Umweltveränderungen (Klimawandel, starke Änderungen der atmosphärischen Schadstoffbelastung) diskutiert werden.

Die Nomenklatur der Moose und Flechten richtet sich nach KOPERSKI et al. (2000) (bei dort fehlenden Arten nach HILL et al. 2006 und GROLLE & LONG 2000) und WIRTH (1995). Belege sind in KR und im Herbar des Verfassers hinterlegt.

2 *Zygodon conoideus* (DICKS.) HOOK. & TAYLOR

Zygodon conoideus (Orthotrichaceae) ist ozeanisch-temperat verbreitet (HILL & PRESTON 1998), wobei die nördlichsten europäischen Fundstellen auf den Färöer-Inseln, im Südwesten Norwegens und Schwedens und im südlichen Teil von Finnland liegen. Die östlichsten bis jetzt bekannten Vorkommen befinden sich in Finnland, Südwestschweden, Westdeutschland, Ostfrankreich

und in der Westschweiz, und die südlichsten Nachweise stammen aus Nordwestspanien und Nordportugal. Eine Karte der Verbreitung in Europa wurde von STÖRMER (1969) veröffentlicht. In Westeuropa befindet sich die Art derzeit in Ausbreitung, etwa in den Niederlanden (vor 1980: 6 Funde, nach 1980: 168 Funde, Bryologische en Lichenologische Werkgroep van de KNNV 2007) und in Südengland (Vergleich der Funde zwischen 1950 und 1990 mit den aktuellen Funden, BATES et al. 1997). Außerhalb Europas wurde *Z. conoideus* auf den Azoren und Kanarischen Inseln, auf Madeira und im östlichen Nordamerika nachgewiesen.

In Deutschland ist die Art auf ozeanisch geprägte Regionen im äußersten Westen beschränkt. Fast alle Fundstellen liegen in Schleswig-Holstein, im niedersächsischen Tiefland, im Saarland und in der Pfalz (MEINUNGER & SCHRÖDER 2007). Dabei war *Z. conoideus* in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts vor allem aus küstennahen Regionen (Schleswig-Holstein, Niedersachsen) bekannt. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ist das Moos in diesen Gebieten sehr stark zurückgegangen, wahrscheinlich als Folge einer hohen Schadstoffbelastung der Luft (KOPERSKI in LUDWIG et al. 1996). Neuerdings hat die Art in Nordwestdeutschland wieder zugenommen (SCHULZ & DENGLER 2006, MEINUNGER & SCHRÖDER 2007), und die Neufunde im Saarland und in der Pfalz deuten auf eine Ausbreitung hin.

In Baden-Württemberg sind bis jetzt fünf Fundorte von *Z. conoideus* bekannt, die im Bereich von Tälern im Westteil des Nordschwarzwalds liegen (Meereshöhe: 280–640 m) und zwischen 2004 und 2008 entdeckt wurden. Sie befinden sich an der Ostgrenze der zur Zeit bekannten Verbreitung der Art in Europa. Die nächsten Fundstellen liegen in der Pfalz (LAUER 2005) und in den Vogesen (FRAHM 2002). Die meisten Bestände sind klein. An drei von fünf Fundorten wurde *Z. conoideus* nur an einem Baum beobachtet, und an zwei Fundstellen liegt die Fläche, die das Moos insgesamt einnimmt, zwischen 10 und 20 cm². Nur am Gunzenbach SW Baden-Baden-Lichtental (sieben Bäume, Ausdehnung ca. 700–1000 cm²) und im Katzenbach-Tal S Spielberg (ein Baum, Ausdehnung ca. 2500 cm²) wurden größere Vorkommen festgestellt. In der folgenden Auflistung der Fundorte wird auch die Größe der Bestände angegeben.

TK 25 7116 NE: Katzenbach-Tal bei „Reichenbach“ S Spielberg; 305 m; Buntsandstein; Weg-

rand im Wald in einem Bachtal; Mittelstamm von *Fagus sylvatica*; 2500 cm²; 2004. – 7116 SE: Mutttertal NW Rotensol; 450 m; Buntsandstein; Klinge im Wald am W-exp. Steilhang; abgestorbene Äste von *Sambucus nigra*; 10-20 cm²; 2007. Langjörgenteich SE Bernbach; 480 m; Buntsandstein; Wegrand im Wald am N-exp. Steilhang in einer Klinge; Mittelstamm von *Acer platanoides*; 10-20 cm²; 2007. – 7215 SW: Gunzenbach SW Baden-Baden-Lichtental, an zwei Stellen; ein Vorkommen bei 340 m; Rotliegendes (Porphyry); Quellstelle im Schluchtwald am Steilhang in einer Schlucht; Mittelstamm von *Acer pseudoplatanus*, zwei Bäume; 100-200 und 50 cm²; außerdem bei 280 m; Rotliegendes (Porphyry); Wegränder in Bachnähe im Schluchtwald an Steilhängen in einer Schlucht; am Mittelstamm von fünf Bäumen, 3 x an *Acer pseudoplatanus*, 1 x an *Acer platanoides*, 1 x an *Castanea sativa*; 400-500, 100-200, 50 cm² und an zwei Bäumen wenige cm²; 2008. – 7215 SE: Scherrbach NE Scherrhof SE Baden-Baden-Geroldsau; 640 m; Granit; Randbereiche eines Wegs und einer Sturmwurffläche im Wald am N-exponierten Hang in einer Klinge; Mittelstamm von *Fagus sylvatica*, vier Bäume; 100-200, 35, 10-15 und 5 cm²; 2008.

Im Gebiet wurden keine Sporenkapseln beobachtet. Die Art bildet jedoch an allen Fundstellen zylindrische, mehrzellige Brutkörper, die in großen Mengen büschelweise an stammbürtigen, verzweigten Trägern entstehen (CORRENS 1899). *Z. conoideus* wächst im Nordschwarzwald an luftfeuchten Standorten in Bachtälern, Klängen und Schluchten im Bereich von Wäldern. Dabei werden aufgelichtete Stellen besiedelt, die an Wegrändern, im Randbereich oder in der Nachbarschaft von Sturmwurfflächen, an einem quelligen Hang, in einer schmalen Schneise und in der Nähe von Wiesen liegen. Die Art wurde auf mäßig saurer bis subneutraler (bis mäßig basischer), mineralreicher, glatter bis rissiger Borke von Gehölzen beobachtet, insbesondere an etwas geneigten Mittelstämmen junger oder älterer Laubbäume (vor allem an *Fagus sylvatica* und *Acer pseudoplatanus*, außerdem an *Acer platanoides* und *Castanea sativa*), an einer Fundstelle auch auf den abgestorbenen, geneigten bis fast waagrechten Ästen eines alten, umgebrochenen Holunders (*Sambucus nigra*).

Tabelle 1 zeigt die Vergesellschaftung von *Z. conoideus* im Untersuchungsgebiet. Häufige und charakteristische Begleitmoose sind *Ulota bruchii*, *U. crispa*, *Metzgeria temperata*, *Microlejeunea*

ulicina, *Radula complanata*, *Orthotrichum lyellii*, *O. stramineum*, *O. diaphanum*, *O. affine*, *Frullania dilatata*, *Metzgeria furcata*, *Bryum subelegans*, *Platygyrium repens*, *Hypnum cupressiforme* und *Brachythecium rutabulum*. Die Aufnahmen enthalten als floristische Besonderheiten vereinzelt *Ulota macrospora* (AHRENS 2004a) und *Zygodon dentatus*. Fast immer handelt es sich um artenreiche, lückige Bestände (10-17 Moosarten pro Aufnahmefläche mit einer Ausdehnung von 4-21 dm², Vegetationsbedeckung meist zwischen 60 und 80 %). *Z. conoideus* kann als konkurrenzschwache Pionierart leicht von größeren Moosen überwachsen werden, insbesondere von *Hypnum cupressiforme*, *Brachythecium rutabulum* und *Orthotrichum affine*. Die Art bildet meistens kleinflächige Bestände, die aus einzelnen, kleinen Polstern und Gruppen oder aus lückigen Rasen bestehen. Die größten geschlossenen Rasen nehmen selten mehr als wenige cm² ein. Die Vegetationsaufnahmen lassen sich dem von LECOINTE (1979) aus Westfrankreich beschriebenen, subozeanisch verbreiteten *Microlejeuneo-Ulotetum bruchii* anschließen. Aufnahme 1 kann als *Frullania tamarisci*-Bestand (oder als *Frullania tamarisci*-Ausbildung des *Dicranohypnetum filiformis*) klassifiziert werden (PHILIPPI 1993, 2004). Oft finden sich artenarme *Hypnum cupressiforme*-Bestände als Kontaktgesellschaft am Stamm der Bäume, manchmal dominieren in der unmittelbaren Nachbarschaft auch *Brachythecium rutabulum* und *Neckera complanata*. Am Grund der von *Z. conoideus* besiedelten Stämme kommen häufig *Isotheicum mysuroides*- oder *I. alopecuroides*-Bestände vor, teilweise nehmen auch *Brachythecium rutabulum*, *Eurhynchium praelongum*, *Thuidium tamariscinum* oder *Hypnum cupressiforme* hohe Flächenanteile ein. An benachbarten Bäumen oder Sträuchern wurde mehrfach *Cryphaea heteromalla* beobachtet. In Westeuropa wächst *Z. conoideus* auf Borke an Stämmen und Ästen verschiedener Laubgehölze (Bäume und Sträucher), vereinzelt auch an Felsen und alten Mauern oder auf Beton. Dabei besiedelt die Art in ozeanisch geprägten Regionen in Küstennähe auch freistehende Gehölze, deren Borke zeitweise stark austrocknen kann, etwa in Nordwestdeutschland (KOPPE 1964, SCHULZ & DENGLER 2006) und auf den Britischen Inseln (RATCLIFFE 1968). Charakteristische und häufige Begleitmoose sind *Ulota bruchii*, *U. phyllantha*, *Zygodon viridissimus*, *Metzgeria temperata*, *M. furcata*, *Microlejeunea ulicina*, *Cololejeunea minutissima*, *Neckera pumila*, *Cryphaea hete-*

Tabelle 1. Vergesellschaftung von *Zygodon conoideus*, *Ulota phyllantha* und *Habrodon perpusillus*

Nummer der Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aufnahmefläche (0,01 m ²)	8	21	9	5	8	9	4	17	2	11
Neigung (°)	80	73	70	80	80	80	X	80	80	73
Vegetationsbedeckung Moose (%)	60	85	80	65	70	60	75	35	70	40
Artenzahl Moose	12	16	10	10	17	14	12	16	7	16
<i>Zygodon conoideus</i>	2b	3	2b	2b	2a	2a	2a	1	.	.
<i>Ulota phyllantha</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Habrodon perpusillus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Kenn- u. Trennarten der Gesellschaften										
<i>Frullania tamarisci</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ulota bruchii</i>	.	1	.	.	+	1	1	1	1	1
<i>Metzgeria temperata</i>	.	1	.	.	1	r	.	1	.	.
<i>Ulota crispa</i>	.	1	.	.	1	.	.	.	.	1
<i>Microlejeunea ulicina</i>	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ulota macrospora</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Kenn- u. Trennarten der Verbände Ulotion bruchii u. Ulotion crispae										
<i>Radula complanata</i>	+	1	1	+	2a	+	.	1	.	1
<i>Orthotrichum lyellii</i>	.	.	.	.	1	1	1	1	2b	1
<i>Orthotrichum stramineum</i>	.	1	.	.	3	.	.	1	.	2a
<i>Orthotrichum patens</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	+	1
<i>Neckera pumila</i>	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Zygodon dentatus</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Isoetecium myosuroides</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Kenn- u. Trennarten des Verbands Syntrichion laevipilae										
<i>Orthotrichum diaphanum</i>	.	1	.	+	+	.	1	.	.	1
<i>Orthotrichum obtusifolium</i>	.	.	.	.	1	.	1	.	.	1
<i>Orthotrichum tenellum</i>	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Orthotrichum pumilum</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Tortula papillosa</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
Kenn- u. Trennarten der Ordnung Orthotrichetalia										
<i>Orthotrichum affine</i>	.	1	.	1	2a	+	2b	1	1	2b
<i>Frullania dilatata</i>	.	+	r	+	.	3	1	2a	.	2a
<i>Orthotrichum pallens</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1
<i>Zygodon rupestris</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orthotrichum speciosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.
<i>Orthotrichum striatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Sonstige Moose										
<i>Hypnum cupressiforme</i>	2a	2b	1	2b	2b	2b	2b	2a	4	2b
<i>Metzgeria furcata</i>	1	3	4	.	1	2a	.	.	.	.
<i>Brachythecium rutabulum</i>	.	+	+	2b	.	.	2a	2a	.	.

Tabelle 1 (Fortsetzung).

Nummer der Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aufnahmefläche (0,01 m ²)	8	21	9	5	8	9	4	17	2	11
Neigung (°)	80	73	70	80	80	80	X	80	80	73
Vegetationsbedeckung Moose (%)	60	85	80	65	70	60	75	35	70	40
Artenzahl Moose	12	16	10	10	17	14	12	16	7	16
Sonstige Moose										
<i>Bryum flaccidum</i>	1	.	.	.	+	.	1	+	.	.
<i>Isothecium alopecuroides</i>	2a	.	+	.	.	r	.	.	.	.
<i>Platygyrium repens</i>	.	.	.	2a	.	2a	.	1	.	.
<i>Dicranum scoparium</i>	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Dicranum montanum</i>	.	+	.	.	.	.	.	r	.	.
<i>Dicranoweisia cirrata</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.
<i>Lejeunea cavifolia</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Paraleucobryum longifolium</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Neckera complanata</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eurhynchium praelongum</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Amblystegium serpens</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Lophocolea bidentata</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.
<i>Lophocolea heterophylla</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Flechten										
<i>Lepraria lobificans</i>	+	.	.	2a	+	1	.	.	.	1
<i>Lepraria incana</i>	.	1	.	.	.	.	.	1	1	.
<i>Normandina pulchella</i>	.	.	.	2m	.	1	.	.	.	1
<i>Physcia tenella</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Parmelia glabratula</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.

Die Angabe „X“ bedeutet, dass die Neigung in der Aufnahmefläche stark wechselt.

1: (7215 SE) Scherrbach NE Scherrhof SE Baden-Baden-Geroldsau; 640 m; Granit; N-NE-exp. Mittelstamm einer alten Rotbuche (*Fagus sylvatica*) am Rand einer Sturmwurffläche im Wald am N-exp. Hang in einer Klinge. 2: (7116 NE) Katzenbach-Tal bei „Reichenbach“ S Spielberg; 305 m; Buntsandstein; S-SW-exp. Mittelstamm einer älteren Rotbuche (*Fagus sylvatica*) am Wegrand im Mischwald in einem Bachtal. 3: (7215 SW) Gunzenbach SW Baden-Baden-Lichtental; 280 m; Rotliegendes (Porphy); NE-exp. Mittelstamm eines älteren Bergahorns (*Acer pseudoplatanus*) am Wegrand in Bachnähe im Schluchtwald am Steilhang in einer Schlucht. 4: (7215 SW) Gunzenbach SW Baden-Baden-Lichtental; 340 m; Rotliegendes (Porphy); NE-exp. Mittelstamm eines älteren Bergahorns (*Acer pseudoplatanus*) an einer Quellstelle im Schluchtwald am Steilhang in einer Schlucht. 5: (7215 SE) Scherrbach NE Scherrhof SE Baden-Baden-Geroldsau; 640 m; Granit; SE-S-exp. Mittelstamm einer jüngeren Rotbuche (*Fagus sylvatica*) in Wegnähe im Wald am N-exp. Hang in einer Klinge. 6: (7215 SW) Gunzenbach SW Baden-Baden-Lichtental; 340 m; Rotliegendes (Porphy); NE-exp. Mittelstamm eines älteren Bergahorns (*Acer pseudoplatanus*) an einer Quellstelle im Schluchtwald am Steilhang in einer Schlucht. 7: (7116 SE) Muttertäl NW Rotensol; 450 m; Buntsandstein; abgestorbener, morscher Ast eines alten, umgebrochenen Holunders (*Sambucus nigra*) im Wald in einer Klinge am W-exp. Steilhang. 8: (7116 SE) Langjörgenteich SE Bernbach; 480 m; Buntsandstein; NW-exp. Mittelstamm eines älteren Spitzahorns (*Acer platanoides*) am Wegrand im Wald am N-exp. Steilhang in einer Klinge. 9: (7016 SE) Gipfel des Wattkops E Etlingen; 330 m; Buntsandstein; SW-exp. Mittelstamm einer jungen Stieleiche (*Quercus robur*) in einer jungen Eichen-Pflanzung am SW-exp. Hang. 10: (7216 NE) Reißwasenhütte E Loffenau; 590 m; Granit; SW-S-exp. Mittelstamm eines jüngeren Spitzahorns (*Acer platanoides*) am Wegrand im jungen Mischwald am steil SW-exp. Hang.

romalla, *Frullania tamarisci*, *F. dilatata*, *Hypnum cupressiforme* var. *resupinatum*, *Radula complanata*, *Orthotrichum lyellii*, *O. affine* und *O. stramineum*. Vegetationsaufnahmen finden sich

in LAUER (2004, Pfälzer Wald), LECOINTE (1979, Westfrankreich), DUCLOS & LAVERGNE (1944, Frankreich, Zentralmassiv) und RICHARDS (1938, Irland).

3 *Ulota phyllantha* BRID.

Die Verbreitung von *Ulota phyllantha* (Orthotrichaceae) lässt sich als ozeanisch boreo-temperat klassifizieren (HILL & PRESTON 1998). In Europa ist die Art weitgehend auf Küstenregionen im Nordwesten beschränkt. Die nördlichsten Vorkommen liegen auf Island, auf den Färöer-Inseln und an den Küsten Nordnorwegens, und die südlichsten Nachweise stammen aus Südwestdeutschland, Westfrankreich und Nordwestspanien. Im Osten reicht *U. phyllantha* bis in den äußersten Nordwesten Russlands und bis nach Südwestfinland, Nordwestpolen und Westdeutschland. Zur Zeit lässt sich in Westeuropa eine Ausbreitung der Art auch in küstenferne Gebiete beobachten, die vor allem in den Niederlanden (vor 1980: 63 Funde, nach 1980: 280 Funde, Bryologische en Lichenologische Werkgroep van de KNNV 2007) und in Südengland (Vergleich der Nachweise zwischen 1950 und 1990 mit aktuellen Funden, BATES et al. 1997) dokumentiert wurde. Außerhalb Europas kommt *U. phyllantha* im östlichen und westlichen Nordamerika, an der Südspitze Südamerikas und auf zwei subantarktischen Inseln vor, ist also eine bipolare Art mit einem diskontinuierlichen Verbreitungsgebiet. Karten der europäischen und weltweiten Verbreitung stammen von SCHOFIELD (1974) und OCHYRA & SZMAJDA (1992).

In Deutschland liegt die Hauptverbreitung in den Küstenregionen Schleswig-Holsteins und Niedersachsens (MEINUNGER & SCHRÖDER 2007). Dabei war die Art in diesen küstennahen Gebieten in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts weit verbreitet, ist aber nach 1950 (wohl aufgrund von Luftverunreinigungen) sehr stark zurückgegangen. Seit den 1990er Jahren lässt sich eine Wiederbesiedlung der ursprünglichen Fundregionen beobachten (SCHULZ & DENGLER 2006). Gleichzeitig wurde *U. phyllantha* in den letzten Jahren auch an einzelnen neuen Fundstellen im Binnenland (Niedersächsisches Hügelland und Bergland, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland) nachgewiesen, was auf eine Ausbreitung schließen lässt (MEINUNGER & SCHRÖDER 2007).

In Baden-Württemberg ist bisher nur ein Vorkommen am Nordweststrand des Nordschwarzwalds bekannt. Die im Jahr 2009 entdeckte Fundstelle liegt im Gipfelbereich des Wattkopfs östlich Ettlins (TK 25 7016 SE) bei einer Meereshöhe von 330 m (geologischer Untergrund: Buntsandstein). Nach dem derzeitigen Kenntnisstand handelt es sich um den südöstlichsten und am weitesten im

Binnenland gelegenen Fund von *U. phyllantha* in Europa. Die nächsten Fundorte liegen im Saarland und im Westen von Rheinland-Pfalz (MEINUNGER & SCHRÖDER 2007). Bei Ettlins wurde nur ein kleines Polster mit einer Ausdehnung von 2–3 cm² beobachtet. Sporenkapseln fehlen, aber die charakteristischen, länglich-walzenförmigen, mehrzelligen Brutkörper, die auf der austretenden Spitze der Blattrippe an den Blattspitzen in Köpfchen gebildet werden (CORRENS 1899), fanden sich häufig.

U. phyllantha wächst hier auf rissiger Borke am südwestexponierten, unteren Mittelstamm einer jungen, etwas geneigten Stiel-Eiche (*Quercus robur*) in einer lichten, jungen, grundfeuchten Eichen-Pflanzung im oberen, schwach geneigten Abschnitt eines steil südwestexponierten Hangs wenig unterhalb des Berggipfels. In der Nähe liegt eine kleine Lichtung. Der Fundort befindet sich in der Stauzone am Schwarzwaldestrand, wo die Berggipfel häufig von Wolkennebel eingehüllt werden (TRENKLE & v. RUDLOFF 1980). Die Art ist mit *Ulota bruchii*, *Orthotrichum lyellii*, *O. affine*, *O. patens*, *Dicranoweisia cirrata* und *Hypnum cupressiforme* vergesellschaftet (Tabelle 1). Dabei handelt es sich um einen lückigen Bestand (Vegetationsbedeckung 70 %), in dem nur *O. lyellii* und vor allem *H. cupressiforme* größere Flächenanteile einnehmen. Am Mittelstamm und am Grund des Baums kommen dichte, artenarme *Hypnum cupressiforme*-Bestände vor, die *U. phyllantha* überwachsen können. Die Vegetationsaufnahme kann dem von LECOINTE (1979) aus Westfrankreich beschriebenen, subozeanisch verbreiteten *Microlejeuneo-Ulotetum bruchii* angeschlossen werden. An benachbarten, jungen *Quercus robur*-Stämmen wurden *Ulota coarctata* und *Cryphaea heteromalla* beobachtet.

In den küstennahen Gebieten Westeuropas besiedelt *U. phyllantha* die mineralreiche, subneutrale Borke an Stämmen, Ästen und Zweigen verschiedener Laubholzarten (Bäume und Sträucher). Hier wächst die Art häufig an freistehenden, windexponierten Gehölzen, deren Borkenoberfläche periodisch stark austrocknet, aber bei Niederschlägen rasch durchnässt wird. An Baumstämmen bevorzugt das Moos die WNW-exponierte Seite. Als konkurrenzschwache Pionierart kann *U. phyllantha* von größeren Moosen leicht überwachsen werden. Häufige und charakteristische Begleitmoose sind *Orthotrichum pulchellum*, *O. affine*, *O. lyellii*, *O. obtusifolium*, *O. diaphanum*, *Hypnum cupressiforme*

var. *resupinatum*, *Tortula laevipila*, *T. papillosa*, *Zygodon viridissimus*, *Z. conoideus*, *Frullania dilatata*, *Cololejeunea minutissima*, *Microlejeunea ulicina*, *Metzgeria temperata*, *M. furcata*, *Ulota bruchii*, *U. crispa*, *Radula complanata* und *Pylaisia polyantha*. Vegetationsaufnahmen stammen von BARKMAN (1958, Niederlande), PHILLIPS (1959, Irland), v. HÜBSCHMANN (1970, 1976, Nordwestdeutschland) und LECOINTE (1979, Westfrankreich). *U. phyllantha* ist kennzeichnende Art des von BARKMAN (1958) beschriebenen Uloto phyllanthae-Tortuletum laevipilae.

Außerdem wächst *U. phyllantha* als halotolerante Art an den Meeresküsten häufig an exponierten, offenen Felsen, Felsblöcken, Steinen und Mauern, die vom salzhaltigen Sprühwasser beeinflusst werden. Hier ist das Moos mit *Schistidium maritimum*, *Dicranoweisia crispula*, *Andreaea rupestris*, *Orthotrichum rupestre*, *Racomitrium heterostichum* und *Homalothecium sericeum* vergesellschaftet und gilt als Differentialart des von HÄYRÉN (1914) aus Finnland beschriebenen Schistidietum maritimi. Vegetationsaufnahmen wurden von FRAHM (1974, Island) und v. HÜBSCHMANN (1978, Vancouver an der kanadischen Pazifikküste) veröffentlicht. Vereinzelt besiedelt *U. phyllantha* auch Holz, Strohdächer und Asphalt.

4 *Habrodon perpusillus* (DE NOT.) LINDB.

Die Hauptvorkommen von *Habrodon perpusillus* (Pterigynandraceae) liegen im Mittelmeergebiet und im Westen Europas, in Mitteleuropa ist die wärmeliebende Art extrem selten. Nach HILL & PRESTON (1998) lässt sich die Verbreitung als mediterran-atlantisch klassifizieren. Die nördlichsten europäischen Nachweise stammen aus Schottland und Südwestnorwegen, und die östlichsten bis jetzt bekannten Vorkommen befinden sich in der Küstenregion des Schwarzen Meeres am Fuß des Kaukasus (IGNATOVA & IGNATOV 2003), im östlichen Mittelmeergebiet (Kreta, Griechenland), im ehemaligen Jugoslawien, in der Südschweiz, in Ostfrankreich, in Westdeutschland, in Belgien (SOTIAUX & SOTIAUX 1999), in den Niederlanden und in Südwestnorwegen. Eine Karte der Verbreitung in Europa stammt von STÖRMER (1969). Außerdem wurde die Art in Südwestasien (FREY & KÜRSCHNER 1991), in Nordafrika (ROS, CANO & GUERRA 1999), auf den Kanarischen Inseln (DÜLL 1985) und auf Madeira (HEDENÄS 1992) beobachtet. In Deutschland war bisher nur ein Vorkommen im Nordpfälzer Bergland (Rheinland-Pfalz)

bekannt (nördlich Rockenhausen, 2000, G. MATTERN, LAUER 2005, MEINUNGER & SCHRÖDER 2007). Der im Jahr 2008 entdeckte Fundort liegt an der Reißwasenhütte östlich Loffenau (TK 25 7216 NE) bei einer Meereshöhe von 590 m im Westteil des Nordschwarzwalds (geologischer Untergrund: Granit) und befindet sich nach den derzeitigen Kenntnissen an der östlichen Verbreitungsgrenze des Mooses in Europa. An der Fundstelle wurde nur ein kleiner Rasen beobachtet, der etwa 3 cm² einnimmt. Sporophyten fehlen, aber die Pflanzen bilden häufig die von CORRENS (1899) beschriebenen mehrzelligen, spindelförmigen Brutkörper, die den Stämmen entspringen. *H. perpusillus* wächst hier auf Borke am südwestexponierten, etwas geneigten Mittelstamm eines jungen Spitzahorns (*Acer platanoides*) am Rand eines breiten Wegs im Bereich von Wäldern an einem steil südwestexponierten Hang. Das Vorkommen liegt an einer deutlich aufgelichteten Stelle in einer Waldfläche mit jungen Bäumen. In der Nähe befinden sich mehrere Sturmwurfflächen.

Die Art ist unter anderem mit *Ulota bruchii*, *U. crispa*, *Orthotrichum stramineum*, *O. patens*, *O. lyellii*, *O. affine*, *O. obtusifolium*, *O. pumilum*, *O. diaphanum*, *O. pallens*, *O. striatum*, *Tortula papillosa*, *Frullania dilatata* und *Radula complanata* vergesellschaftet (Tabelle 1). In dem lückigen, artenreichen Bestand (Vegetationsbedeckung 40 %, 16 Moosarten in einer Fläche von 11 dm²) erreichen nur *Orthotrichum affine* und *Hypnum cupressiforme* größere Deckungswerte. Am Grund des Stamms wachsen artenarme *Hypnum cupressiforme*-Bestände. Die Vegetationsaufnahme lässt sich dem von OCHSNER (1928) beschriebenen Ulotetum crispae anschließen, zeigt aber deutliche Beziehungen zu Gesellschaften des Verbands Syntrichion laevipilae. An dem von *Habrodon* besiedelten Baum und an unmittelbar benachbarten *Acer platanoides*-Stämmen wurden 15 *Orthotrichum*-Arten beobachtet, darunter *O. rogeri*, *O. scanicum* und *O. pulchellum*.

Im Mittelmeergebiet und in Westeuropa wächst *H. perpusillus* auf meist rauher, mineralreicher, subneutraler Borke von Bäumen und Sträuchern, vor allem an Laubgehölzen. Die Vorkommen liegen immer an lichtreichen Stellen, vor allem an Baumstämmen in stark aufgelichteten Wäldern und an freistehenden Gehölzen, die in Parkanlagen und Gärten, an Straßen- und Wegrändern, im Bereich von Siedlungen oder in landwirtschaftlich genutzten Flächen wachsen. Daher trocknen die Wuchsorte häufig und oft für längere Zeit aus, werden aber bei Nieder-

schlagen rasch durchnässt. An Bäumen werden meistens die mittleren Stammabschnitte besiedelt. Als konkurrenzschwache Pionierart kann *H. perpusillus* leicht von größeren Moosen überwachsen werden. Häufige und charakteristische Begleitmoose sind *Fabronia pusilla*, *F. ciliaris*, *Frullania dilatata*, *Tortula papillosa*, *T. laevipila*, *Antitrichia californica*, *Orthotrichum diaphanum*, *O. tenellum*, *O. lyellii*, *O. affine*, *Leptodon smithii*, *Leucodon sciuroides*, *Cryphaea heteromalla*, *Zygodon rupestris*, *Metzgeria furcata* und *Radula complanata*.

Der Schwerpunkt von *H. perpusillus* liegt in Moosgesellschaften des Verbands Fabronietum pusillae, vor allem im Fabronietum pusillae, Fabronietum ciliaris und im Orthotricho-Antitrichietum californicae. Außerdem wächst die Art als Begleitmoos in verschiedenen Gesellschaften der Verbände Syntrichion laevipilae und Ulotion crispae. Vegetationsaufnahmen liegen unter anderem aus der Türkei (WALTHER 1979, Westanatolien), aus Nordgriechenland (GAMISANS & HÉBRARD 1979), aus Sizilien (DIA 1987, LO GIUDICE 1991), aus Mittelitalien (CORTINI PEDROTTI 1988), aus Norditalien (PHILIPPI 1983, Gardasee-Gebiet), aus der Südschweiz (JAEGLI 1933, BARKMAN 1950, Tessin), aus Südfrankreich (OCHSNER 1934, 1936, VANDEN BERGHEM 1963) und aus Spanien vor (CASAS DE PUIG 1954, GUERRA 1982, FUERTES LASALA & ALONSO 1984, JIMENEZ, ROS & GUERRA 1986, BURGAS, FUERTES & ESCUDERO 1994, FUERTES, BURGAS & ESCUDERO 1996). Vereinzelt wurde die Art auch auf Totholz beobachtet.

5 Diskussion

Zygodon conoideus, *Ulota phyllantha* und *Habrodon perpusillus* waren bisher aus Baden-Württemberg nicht bekannt, wobei die neu entdeckten Vorkommen nach dem derzeitigen Kenntnisstand an der östlichen Verbreitungsgrenze dieser Arten in Europa liegen. Beobachtungen in bryologisch gut untersuchten Regionen (Niederlande, England) zeigen, dass sich *U. phyllantha* und *Z. conoideus* derzeit in Westeuropa ausbreiten (Bryologische en Lichenologische Werkgroep van de KNNV 2007, BATES et al. 1997). Früher wurden diese Arten in Deutschland fast nur in Küstennähe nachgewiesen. Die in den letzten Jahren im Binnenland entdeckten Vorkommen deuten ebenfalls auf eine Ausbreitung hin (MEINUNGER & SCHRÖDER 2007, FRAHM 2006). *H. perpusillus* ist dagegen in Großbritannien in

den letzten 100 Jahren deutlich zurückgegangen und gilt dort heute als gefährdete Art (HILL, PRESTON & SMITH 1994, CHURCH et al. 2001). Auch in den Niederlanden wurde bis jetzt keine deutliche Ausbreitung nachgewiesen (Bryologische en Lichenologische Werkgroep van de KNNV 2007), und in der Schweiz wird *H. perpusillus* als „vulnerable“ eingestuft (SCHNYDER et al. 2004). Andererseits wurde das Moos erst vor wenigen Jahren in Deutschland entdeckt (LAUER 2005). Zukünftige Untersuchungen werden zeigen, ob sich *H. perpusillus* gegenwärtig im westlichen Mitteleuropa ausbreitet.

In den letzten Jahren wurden im Nordschwarzwald weitere epiphytische Moose beobachtet, die sich gegenwärtig in Westeuropa in Ausbreitung befinden (BATES et al. 1997, Bryologische en Lichenologische Werkgroep van de KNNV 2007, MEINUNGER & SCHRÖDER 2007), insbesondere *Cryphaea heteromalla* (Verbreitung submediterranean-subatlantisch, 38 Funde zwischen 2002 und 2009 im Nordschwarzwald), *Orthotrichum pulchellum* (ozeanisch-temperat, im Nordschwarzwald 15 Nachweise zwischen 2003 und 2009) und *O. acuminatum* (submediterranean-subatlantisch, ein Fund 2003, AHRENS 2004b).

Möglicherweise sind die derzeitigen Klimaänderungen ein Grund für die Ausbreitung dieser Arten, vor allem der Anstieg der Lufttemperatur im Winter (Rückgang der Frosttage) und die Erhöhung der winterlichen Niederschläge (FRAHM 2006, ZOTZ & BADER 2008). Eine weitere wichtige Ursache ist in der veränderten Schadstoffbelastung der Luft zu suchen. In Westdeutschland lässt sich als Folge der nach 1985 stark gesunkenen SO₂-Immissionen seit den 1990er Jahren eine Wiederausbreitung vieler Epiphyten beobachten. Mit dem Rückgang der SO₂-Belastung haben neuerdings luftgetragene Stickstoffverbindungen an Bedeutung gewonnen, die zu Veränderungen der epiphytischen Moosvegetation führen. *U. phyllantha*, *Z. conoideus* und *H. perpusillus* reagieren auf Luftverunreinigungen empfindlich (FRAHM, STAPPER & FRANZEN-REUTER 2007, HILL, PRESTON & SMITH 1994, CHURCH et al. 2001), werden aber vielleicht durch die hohen atmosphärischen Stickstoffeinträge begünstigt (BARKMAN 1958, Bryologische en Lichenologische Werkgroep van de KNNV 2007, FRAHM 2006). Alle drei Arten besiedeln aufgelichtete Stellen in Wäldern. Die in den letzten Jahren fast überall im Nordschwarzwald entstandenen Sturmwurfflächen fördern daher die Ausbreitung, auch das inzwischen sehr dichte Waldwegenetz.

Im Gebiet wurden keine Sporenkapseln von *Z. conoideus*, *U. phyllantha* und *H. perpusillus* beobachtet, die alle diözisch sind. *Z. conoideus* bildet in Mitteleuropa extrem selten Sporophyten. Kapseln sind bei dieser Art auch in Westeuropa nicht häufig, kommen aber nach HILL, PRESTON & SMITH (1994) auf den Britischen Inseln öfters vor. Dagegen sind weltweit nur wenige Stellen bekannt (alle außerhalb Mitteleuropas), an denen *U. phyllantha* mit Sporophyten gefunden wurde. Bei *H. perpusillus* kommen außerhalb des Mittelmeergebiets sehr selten Sporenkapseln vor, aber auch in Südeuropa ist die Frequenz der Sporophyten gering. Alle drei Arten entwickeln jedoch im Nordschwarzwald und in ihrem gesamten Verbreitungsgebiet spezialisierte vegetative Diasporen (Brutkörper), die in größeren Mengen gebildet werden. *Z. conoideus*, *U. phyllantha* und *H. perpusillus* breiten sich hauptsächlich durch diese Brutkörper aus.

Aufgrund ihrer Größe werden vegetative Diasporen seltener als Sporen über weite Entfernungen verfrachtet (die gemessenen Ausbreitungsdistanzen liegen normalerweise im Bereich von Zentimetern), zeichnen sich aber durch höhere Keimungs- und Überlebensraten aus (NEWTON & MISHLER 1994, LONGTON 1997, LAAKA-LINDBERG, KORPELAINEN & POHJAMO 2003). Die Untersuchung von HEDENÄS, BOLYUKH & JONSSON (2003) belegt, dass die asexuelle Ausbreitung von epiphytischen Moosen in einem lokalen Maßstab (in Waldflächen mit einer Ausdehnung von wenigen Hektar) sehr effizient sein kann. Dagegen ist über die Bedeutung der vegetativen Diasporen für die Fernausbreitung der Moose bisher wenig bekannt. *Z. conoideus*, *U. phyllantha* und *H. perpusillus* sind Pionierarten, die offene Borkenflächen schnell besiedeln können. Ihre Frequenz im Untersuchungsgebiet wird hauptsächlich von der Effizienz der Ausbreitung und Etablierung der Diasporen bestimmt, kaum dagegen von der Anzahl der geeigneten Habitate, die häufig vorkommen und immer wieder neu entstehen, weil junge Gehölze nachwachsen. Sie lassen sich als Satellitenarten klassifizieren, die nur einen kleinen Teil der geeigneten Habitate besiedeln und kleine Populationen bilden (SÖDERSTRÖM & HERBEN 1997, SÖDERSTRÖM & DURING 2005).

Alle drei Arten sind in Südwestdeutschland extrem selten und wachsen meistens in sehr kleinen Beständen. Daher lassen sie sich fast immer nur durch eine intensive, zeitaufwändige Suche nachweisen und können im Gelände leicht übersehen werden. Gesicherte Aussagen über

ihre Ausbreitung als Folge von Umweltveränderungen werden dadurch erschwert (HANS 2004). Aufschlussreich wären vor allem wiederholte Untersuchungen der epiphytischen Moosvegetation in Dauerflächen.

Literatur

- AHRENS, M. (2004a): *Ulota macrospora* (Bryopsida, Orthotrichaceae) im Nordschwarzwald. – *Carolinea*, **62**: 69-79.
- AHRENS, M. (2004b): Zum Vorkommen von *Orthotrichum acuminatum* H. PHILIB. und *O. consimile* Mitt. (Bryopsida, Orthotrichaceae) im Nordschwarzwald. – *Carolinea*, **62**: 81-85.
- BARKMAN, J. J. (1950): Le Fabronietum pusillae et quelques autres associations épiphytiques du Tessin (Suisse méridionale). – *Vegetatio*, **2**: 309-330.
- BARKMAN, J. J. (1958): Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. – XIII + 628 S.; Assen (Van Gorcum).
- BATES, J. W., PROCTOR, M. C. F., PRESTON, C. D., HODGETTS, N. G. & PERRY, A. R. (1997): Occurrence of epiphytic bryophytes in a „tetrad“ transect across southern Britain 1. Geographical trends in abundance and evidence of recent change. – *J. Bryol.*, **19**: 685-714.
- Bryologische en Lichenologische Werkgroep van de KNNV (2007): Voorlopige verspreidingsatlas van de Nederlandse mossen. – 350 S.; Bryologische en Lichenologische Werkgroep van de KNNV.
- BURGAZ, A. R., FUERTES, E. & ESCUDERO, A. (1994): Climax epiphytic communities in Mediterranean Spain. – *Bot. J. Linn. Soc.*, **115**: 35-47.
- CASAS DE PUIG, C. (1954): Associations de bryophytes corticoles de Catalogne. – *Rapp. Comm. 8ème Congr. Int. Bot.*, sect. **14, 15, 16**: 103-105.
- CHURCH, J. M., HODGETTS, N. G., PRESTON, C. D. & STEWART, N. F. (2001): British Red Data Books. Mosses and liverworts. – 168 S.; Peterborough (Joint Nature Conservation Committee).
- CORRENS, C. (1899): Untersuchungen über die Vermehrung der Laubmoose durch Brutorgane und Stecklinge. – XXIV + 472 S.; Jena (G. Fischer).
- CORTINI PEDROTTI, C. (1988): Le associazioni di briofite epifite del Leccio (*Quercus ilex*) in Umbria. – *Braun-Blanquetia*, **2**: 239-247.
- DIA, M. G. (1987): Note briogeografiche. V. Distribuzione ed ecologia di *Ulota crispa* (Hedw.) Brid. in Italia. – *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.*, **8**: 241-250.
- DUCLOS, P. & LAVERGNE, L. (1944): La végétation bryologique de la Châtaigneraie du Cantal. – *Travaux bryologiques*, **2**: 58-80.
- DÜLL, R. (1985): Distribution of the European and Macaronesian mosses (Bryophytina). Part II. – *Bryol. Beitr.*, **5**: 110-232.
- FRAHM, J.-P. (1974): Moosgesellschaften an Küstenfelsen in West-Island. – *Acta Bot. Isl.*, **3**: 89-96.
- FRAHM, J.-P. (2002): La bryoflore des Vosges et des zones limitrophes. 2^{me} éd. – *Limprichtia*, **19**: 1-132 + Karten.

- FRAHM, J.-P. (2006): Moose. Eine Einführung. – 237 S.; Jena (Weissdorn-Verlag).
- FRAHM, J.-P., STAPPER, N. J. & FRANZEN-REUTER, I. (2007): Epiphytische Moose als Umweltgütezeiger. Ein illustrierter Bestimmungsschlüssel. – KRdL-Schriftenreihe, **40**: 1-152.
- FREY, W. & KÜRSCHNER, H. (1991): Conspectus Bryophytorum Orientalum et Arabicorum. – Bryophytorum Bibliotheca, **39**: 1-181.
- FUERTES, E., BURGAZ, A. R. & ESCUDERO, A. (1996): Preclimax epiphyte communities of bryophytes and lichens in Mediterranean forests from the Central Plateau (Spain). – Vegetatio, **123**: 139-151.
- FUERTES LASALA, E. & ALONSO, M. (1984): Estudio fitosociológico de las comunidades de briófitos, saxícolas y epífitas de la Hoz de Beteta (Cuenca, España). – Webbia, **38**: 695-703.
- GAMISANS, J. & HÉBRARD, J. P. (1979): A propos de la végétation des forêts d'Epire et de Macédoine grecque occidentale. – Doc. phytosoc., **4**: 289-341.
- GROLLE, R. & LONG, D. G. (2000): An annotated checklist of the Hepaticae and Anthocerotae of Europe and Macaronesia. – J. Bryol., **22**: 103-140.
- GUERRA, J. (1982): Vegetación briofítica epífita del dominio climático de *Abies pinsapo* Boiss. – Cryptogamie, Bryol. Lichénol., **3**: 9-27.
- HANS, F. (2004): Neue und seltene Arten aus der Familie der Orthotrichaceae (Musci) für Luxemburg – Mögliche Indikatoren für einen Klimawechsel? – Bull. Soc. Nat. luxemb., **105**: 15-25.
- HÄYRÉN, E. (1914): Über die Landvegetation und Flora der Meeresfelsen von Tvärminne. – Acta Soc. Fauna et Flora Fenn., **39**: 1-193.
- HEDENÄS, H., BOLYUKH, V. O. & JONSSON, B. G. (2003): Spatial distribution of epiphytes on *Populus tremula* in relation to dispersal mode. – J. Veg. Sci., **14**: 233-242.
- HEDENÄS, L. (1992): Flora of Madeiran Pleurocarpous mosses (Isobryales, Hypnobryales, Hookeriales). – Bryophytorum Bibliotheca, **44**: 1-165.
- HILL, M. O. & PRESTON, C. D. (1998): The geographical relationships of British and Irish bryophytes. – J. Bryol., **20**: 127-226.
- HILL, M. O., PRESTON, C. D. & SMITH, A. J. E. (eds) (1994): Atlas of the Bryophytes of Britain and Ireland, vol. 3, Mosses (Diplolepideae). – 419 S.; Martins, Great Horkeasley, Colchester, Essex (Harley).
- HILL, M. O., BELL, N., BRUGGEMAN-NANNENGA, M. A., BRUGUÉS, M., CANO, M. J., ENROTH, J., FLATBERG, K. I., FRAHM, J.-P., GALLEGU, M. T., GARILLETI, R., GUERRA, J., HEDENÄS, L., HOLYOAK, D. T., HYVÖNEN, J., IGNATOV, M. S., LARA, F., MAZIMPAKA, V., MUÑOZ, J. & SÖDERSTRÖM, L. (2006): An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia. – J. Bryol., **28**: 198-267.
- V. HÜBSCHMANN, A. (1970): Über die Verbreitung einiger seltener Laubmoose in nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. – Herzogia, **2**: 63-75.
- V. HÜBSCHMANN, A. (1976): Moosgesellschaften des nordwestdeutschen Tieflands zwischen Ems und Weser. III. Teil: Epiphytische Moosgesellschaften. – Herzogia, **4**: 167-198.
- V. HÜBSCHMANN, A. (1978): Über Moosvegetation und Moosgesellschaften der Insel Vancouver (Kanada). – Phytocoenologia, **5**: 80-123.
- IGNATOVA, E. A. & IGNATOV, M. S. (2003): *Habrodon perpusillus* (Habrodontaceae, Musci) – a new family, genus and species for Russia. – Arctoa, **12**: 133-136.
- JAEGGLI, M. (1933): Muschi arboricoli del Cantone Ticino (Regione del Castagno, 200-1000 m). – Rev. bryol. lichénol., **6**: 23-67.
- JIMÉNEZ, M. N., ROS, R. M. & GUERRA, J. (1986): Flora y vegetación briofítica del sector noroccidental de la Sierra del Calar del Mundo (SW de Albacete, España). – Acta Bot. Malacitana, **11**: 113-146.
- KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W. & GRADSTEIN, S. R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. – Schr.-R. f. Vegetationskde., **34**: 1-519.
- KOPPE, F. (1964): Die Moose des Niedersächsischen Tieflandes. – Abh. naturw. Ver. Bremen, **36**: 237-424.
- LAAKA-LINDBERG, S., KORPELAINEN, H. & POHJAMO, M. (2003): Dispersal of asexual propagules in bryophytes. – J. Hattori Bot. Lab., **93**: 319-330.
- LAUER, H. (2004): Moosgesellschaften der Pfalz. Teil 3: Moosgesellschaften mit *Metzgeria temperata* und *Microlejeunea ulicina*. – Herzogia, **17**: 269-278.
- LAUER, H. (2005): Die Moose der Pfalz. Pollichia-Buch Nr. 46. – 1219 S.; Bad Dürkheim (Pollichia).
- LECOINTE, A. (1979): Le Microlejeuneo-Ulotetum bruchii et l'Isothecio myosuroidis-Neckeretum pumilae, nouvelles bryo-associations épiphytiques, dans le Massif Armoricain (France). – Doc. phytosoc., **4**: 597-613.
- LO GIUDICE, R. (1991): Studio fitosociologico sulla briovegetazione epifitica della Sicilia. – Arch. bot. ital., **67**: 76-98.
- LONGTON, R. E. (1997): Reproductive biology and life-history strategies. – Advances in Bryology, **6**: 65-101.
- LUDWIG, G., DÜLL, R., PHILIPPI, G., AHRENS, M., CASPARI, S., KOPERSKI, M., LÜTT, S., SCHULZ, F. & SCHWAB, G. (1996): Rote Liste der Moose (Anthocerophyta et Bryophyta) Deutschlands. – Schr.-R. f. Vegetationskde, **28**: 189-306.
- MEINUNGER, L. & SCHRÖDER, W. (2007): Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands. Bd. 3. – 709 S.; Regensburg (Regensburgische Botanische Gesellschaft).
- MÜLLER-WESTERMEIER, G. (1990): Klimadaten der Bundesrepublik Deutschland, Zeitraum 1951-1980 (Temperatur, Luftfeuchte, Niederschlag, Sonnenschein, Bewölkung). – 22 S. + 289 Tab. + 1 Karte; Offenbach am Main (Deutscher Wetterdienst).
- NEWTON, A. E. & MISHLER, B. D. (1994): The evolutionary significance of asexual reproduction in mosses. – J. Hattori Bot. Lab., **76**: 127-145.
- OCHSNER, F. (1928): Studien über die Epiphytenvegetation der Schweiz. – Jb. St. Gallischen Naturwiss. Ges., **63**: 1-108.
- OCHSNER, F. (1934): Etudes sur quelques associations épiphytes du Languedoc. – Rev. bryol. lichénol., **7**: 74-104.
- OCHSNER, F. (1936): Observations sur la végétation muscinale. – Mémoires de la Société d'Etudes des Sciences Naturelles Nîmes, **6**: 11-15.

- OCHYRA, R. & SZMAJDA, P. (eds) (1992): Atlas of the geographical distribution of mosses in Poland. Part 8. – 77 S.; Kraków (W. Szafer Institute of Botany).
- PHILIPPI, G. (1983): Epiphytische Moosvegetation des Gardasee-Gebietes. – *Andrias*, **2**: 23-52.
- PHILIPPI, G. (1993): Epiphytische Moosvegetation des südlichen Spessarts, des östlichen Odenwaldes und des angrenzenden Baulandes. – *Carolinea*, **51**: 53-74.
- PHILIPPI, G. (2004): Epiphytische Moosvegetation im Bienwald und Hagenauer Forst (mittlere Oberrheinebene). – *Carolinea*, **62**: 87-104.
- PHILLIPS, E. A. (1959): Bark bryophyte unions in southern Ireland. – *Bryologist*, **62**: 24-31.
- RATCLIFFE, D. A. (1968): An ecological account of Atlantic bryophytes in the British Isles. – *New Phytol.*, **67**: 365-439.
- RICHARDS, P. W. (1938): The bryophyte communities of a Killarney oakwood. – *Ann. bryol.*, **11**: 108-130.
- ROS, R. M., CANO, M. J. & GUERRA, J. (1999): Bryophyte checklist of Northern Africa. – *J. Bryol.*, **21**: 207-244.
- SCHLENKER, G. & MÜLLER, S. (1978): Erläuterungen zur Karte der Regionalen Gliederung von Baden-Württemberg III. Teil (Wuchsgebiet Schwarzwald). – *Mitt. Ver. forstl. Standortskunde u. Forstpflanzenzüchtung*, **26**: 3-52.
- SCHNYDER, N., BERGAMINI, A., HOFMANN, H., MÜLLER, N., SCHUBIGER-BOSSARD, C. & URMI, E. (2004): Rote Liste der gefährdeten Moose der Schweiz. – 99 S.; Bern (BUWAL).
- SCHOFIELD, W. B. (1974): Bipolar disjunctive mosses in the southern hemisphere, with particular reference to New Zealand. – *Journ. Hattori Bot. Lab.*, **38**: 13-32.
- SCHULZ, F. & DENGLER, J. (2006) (Hrsg.): Verbreitungsatlas der Moose in Schleswig-Holstein und Hamburg. – 402 S.; Flintbek (Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein).
- SÖDERSTRÖM, L. & DURING, H. J. (2005): Bryophyte rarity viewed from the perspectives of life history strategy and metapopulation dynamics. – *J. Bryol.*, **27**: 261-268.
- SÖDERSTRÖM, L. & HERBEN, T. (1997): Dynamics of bryophyte metapopulations. – *Advances in Bryology*, **6**: 205-240.
- SOTIAUX, A. & SOTIAUX, O. (1999): *Habrodon perpasilus* (Leskeaceae, Musci) nouveau pour la bryoflore belge, dans le district ardennais. – *Belg. Journ. Bot.*, **132**: 31-34.
- STOCK, M. (Hrsg.) (2005): KLARA – Klimawandel – Auswirkungen, Risiken, Anpassung. – PIK Report, **99**: I-XVI + 1-200.
- STÖRMER, P. (1969): Mosses with a western and southern distribution in Norway. – 288 S.; Oslo (Universitetsforlaget).
- TRENKLE, H. & v. RUDLOFF, H. (1980): Das Klima im Schwarzwald. – In: LIEHL, E. & SICK, W. D. (Hrsg.): *Der Schwarzwald*: 59-100; Bühl (Konkordia).
- VANDEN BERGHEN, C. (1963): Etude sur la végétation des Grands Causses du Massif Central de France. – *Mém. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **1**: 1-285.
- WALTHER, K. (1979): Die epiphytischen Moosgesellschaften des Nif Dag bei Izmir, Westanatolien. – *Doc. phytosoc.*, **4**: 943-950.
- WIRTH, V. (1995): Die Flechten Baden-Württembergs. 2 Teilbände. – 2. Aufl., 1006 S.; Stuttgart (E. Ulmer).
- ZOTZ, G. & BADER, M. Y. (2008): Epiphytic plants in a changing world – global: change effects on vascular and non-vascular epiphytes. – *Progress in Botany*, **70**: 147-170.