

Verbreitung und Ökologie epiphyller Moose im Nordschwarzwald (Südwestdeutschland)

MATTHIAS AHRENS

Kurzfassung

In den Jahren 2007-2009 wurden im Nordschwarzwald an 47 Fundstellen epiphyll Moose beobachtet. Die Höhenlagen der Fundorte reichten von etwa 150 m bis 770 m, wobei die meisten Stellen zwischen 400 und 500 m liegen. Die epiphyllen Moose wachsen an dauernd luftfeuchten, geschützten, aufgelichteten, aber kaum der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzten Stellen am Rand oder in der Nähe von Bächen in tief eingeschnittenen, meist steilen Schluchten und Klingen im Bereich von Wäldern. Insgesamt wurden 19 epiphyll wachsende Moosarten nachgewiesen. Am häufigsten sind die beiden Lebermoose *Metzgeria temperata* und *Microlejeunea ulicina*, daneben wurden *Hypnum andoi*, *Metzgeria furcata*, *Lejeunea cavifolia* und *Lophocolea bidentata* mehrfach auf lebenden Blättern beobachtet. Die Höhenlagen der epiphyllen Vorkommen von *Micr. ulicina*, *Metzg. temperata* und *Lejeunea cavifolia* unterscheiden sich deutlich. Die Besiedlung der lebenden Blätter erfolgt vor allem durch vegetative Diasporen. Dabei ist ein hoher Diasporen-Eintrag aus benachbarten, auf Borke wachsenden Beständen der Moosarten wichtig. *Micr. ulicina*, *Metzg. temperata* und *Metzg. furcata* bilden sehr häufig spezialisierte vegetative Diasporen (Cladien, thalloide Brutkörper). Die epiphyll wachsenden Pflanzen der übrigen Moosarten sind hauptsächlich aus Sprossfragmenten hervorgegangen. Unter konstant feuchten Bedingungen können sich die thalloiden Brutkörper, Cladien und Sprossfragmente auf den Oberflächen der kurzlebigen Blätter schnell etablieren und sofort weiterentwickeln. Die epiphyllen Moose wurden auf lebenden Blättern von 58 Gefäßpflanzenarten (Angiospermen, Gymnospermen, Farne) beobachtet. Trägerpflanzen mit langlebigen, immergrünen oder wintergrünen Blättern werden bevorzugt, insbesondere *Abies alba* und verschiedene *Rubus*-Arten. Daneben werden die Blätter von *Lamium galeobdolon*, *Oxalis acetosella*, *Picea abies*, *Galium odoratum*, *Luzula sylvatica*, *Viola reichenbachiana*, *Hedera helix* und *Dryopteris dilatata* öfters besiedelt. Im Herbst 2008 fanden sich *Metzg. temperata* und *Micr. ulicina* auch auf den Blättern verschiedener sommergrüner Trägerpflanzen, etwa auf *Fagus sylvatica*, *Quercus petraea*, *Frangula alnus*, *Circaea lutetiana*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Senecio ovatus*, *Athyrium filix-femina* und *Thelypteris limbosperma*. Sie können daher junge Blätter schon innerhalb weniger Monate besiedeln. Es wird diskutiert, ob die neuen Nachweise epiphyller Moose im Schwarzwald mit den gegenwärtigen Umweltveränderungen (Klimawandel, Änderung der Schadstoffbelastung der Luft) zusammenhängen.

Abstract

Distribution and ecology of epiphyllous bryophytes in the Northern Black Forest (Southwest Germany)

During a survey in 2007-2009, epiphyllous bryophytes were newly recorded from 47 sites in the Northern Black Forest. All the localities are at rather low altitudes, from 150 to 770 m, predominantly between 400 and 500 m. The epiphyllous bryophytes were found along streams in deep, sheltered ravines, gorges and valleys in forests. The sites are characterized by a constantly humid microclimate and are usually well-lit but not exposed to direct sunlight. Altogether, 19 epiphyllous growing hepatics and mosses were recorded. The hepatics *Metzgeria temperata* and *Microlejeunea ulicina* predominate. In addition, *Hypnum andoi*, *Metzgeria furcata*, *Lejeunea cavifolia* and *Lophocolea bidentata* were repeatedly found on living leaves. Significant differences in the altitudinal range of the epiphyllous populations of *Micr. ulicina*, *Metzg. temperata* and *Lejeunea cavifolia* were detected. The leaves are colonized mainly by asexual diaspores, and field observations suggest that the establishment depends on a copious production of these propagules in neighbouring corticolous colonies of the species. *Micr. ulicina*, *Metzg. temperata* and *Metzg. furcata* frequently produce specialized asexual diaspores (cladia, thaloid gemmae). In the other species, most epiphyllous shoots had clearly arisen from detached gametophyte fragments. Under constantly moist conditions establishment and growth of the thaloid gemmae, cladia and gametophyte fragments on short-lived leaf surfaces are apparently rapid. Epiphyllous bryophytes were recorded on living leaves of 58 vascular plant species (angiosperms, gymnosperms, ferns). Phorophytes with long-lived, evergreen or overwintering leaves are favoured, primarily *Abies alba* and several *Rubus* taxa. Other important host species include *Lamium galeobdolon*, *Oxalis acetosella*, *Picea abies*, *Galium odoratum*, *Luzula sylvatica*, *Viola reichenbachiana*, *Hedera helix* and *Dryopteris dilatata*. In autumn 2008, *Metzg. temperata* and *Micr. ulicina* were also detected as epiphyllous on several phorophytes with rather short-lived, non-overwintering leaves, e.g., on *Fagus sylvatica*, *Quercus petraea*, *Frangula alnus*, *Circaea lutetiana*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Senecio ovatus*, *Athyrium filix-femina* and *Thelypteris limbosperma*. Consequently, they are able to colonize the surface of young leaves within a few months. It is discussed if the discovery of epiphyllous bryophytes in the Black Forest is linked to recent environmental changes (climate change, changing nature of the atmospheric pollution).

Autor

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

1 Einleitung

Epiphyll (oder foliicole) Moose besiedeln lebende Blätter von Blütenpflanzen und Farnen. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt in den Regenwäldern der Tropen, wo sie wegen des besonderen Wuchsorts schon früh zu einem bevorzugten Forschungsgebiet wurden (Pócs 1982a, RICHARDS 1984). In der temperaten Zone sind epiphyll Moosvorkommen dagegen sehr selten und weitgehend auf Regionen mit extrem ozeanischen Klimaverhältnissen beschränkt. Fast alle bekannten europäischen Vorkommen liegen in der Nähe der Atlantikküste zwischen den Färöer-Inseln und Portugal, insbesondere auf den bryologisch gut untersuchten Britischen Inseln. Dort wurden epiphyll Moose mehrfach auf Hautfarnen (*Hymenophyllum*, *Trichomanes*) beobachtet (v. D. DUNK 1978, PORLEY 1996), aber nur ganz vereinzelt auf anderen Trägerpflanzen (*Metzgeria fruticulosa* auf *Buxus sempervirens*-Blättern, PORLEY 1996; *Colura calyptrifolia* auf *Blechnum spicant*-Wedeln, PATON 1999; *Hypnum cupressiforme* var. *resupinatum* auf *Rubus*-Blättern, STEVENSON 2001; *Metzgeria fruticulosa* und *Microlejeunea ulicina* auf *Hedera helix*-Blättern, DUCKETT 2008). Außerdem wurde von POELT & VÉZDA (1992) ein Vorkommen epiphyller Flechten und Moose auf *Abies alba*-Nadeln in der südlichen Steiermark (Österreich) beschrieben. Einzelne Fundstellen sind in der Küstenregion des Schwarzen Meers am Fuß des Kaukasus bekannt (Pócs 1982b). Häufiger und gut untersucht sind epiphyll Moosvorkommen auf den Azoren (SJÖGREN 1978, 1997), auf Madeira (SJÖGREN 1975) und auf den Kanarischen Inseln (BOECKER, FISCHER & LOBIN 1993, ZIPPEL 1998).

Die Oberflächen der Blätter trocknen schneller aus als andere Substrate, etwa Borke. Daher liegen die Vorkommen der epiphyllen Moose stets an Stellen mit einer konstant sehr hohen Luftfeuchtigkeit, insbesondere in tief eingeschnittenen Schluchten, an Bachrändern oder in feuchten Wäldern. Besiedelt werden vor allem langlebige, immergrüne Blätter in den bodennahen, windgeschützten Schichten der Wälder (Pócs 1982a, RICHARDS 1984, 1988, GRADSTEIN 1992). Im Herbst 2007 wurde an einer Fundstelle im Nordschwarzwald zum ersten Mal ein größerer

Bestand epiphyller Moose in Mitteleuropa entdeckt (AHRENS 2008). Es war daher naheliegend zu untersuchen, ob sich in dieser Region weitere epiphyll Moosvorkommen finden lassen, bei welcher Meereshöhe die Fundstellen liegen und welche Standorte besiedelt werden. Außerdem sollten alle auf lebenden Blättern wachsenden Moosarten und die Trägerpflanzenarten erfasst werden. Diskutiert wird auch, ob die neuen Funde mit den derzeitigen Umweltveränderungen zusammenhängen (Änderung der Schadstoffbelastung der Luft, Klimawandel), oder ob diese Vorkommen bisher übersehen wurden.

In der vorliegenden Arbeit wird außerdem die Frage behandelt, aus welchen Diasporen sich die epiphyll wachsenden Pflanzen der einzelnen Moosarten entwickelt haben. Die Wuchsorte der epiphyllen Moose sind kurzlebig, weil die Blätter von Gefäßpflanzen nur eine begrenzte Lebensdauer haben. Die Pflanzen müssen sich daher auf den Blattoberflächen schnell etablieren und rasch weiterentwickeln, sie werden allgemein durch kurze Lebenszyklen gekennzeichnet (RICHARDS 1984, 1988, SCHUSTER 1988). Untersuchungen zum Ablauf der Besiedlung von Blättern an der neu entdeckten Fundstelle im Nordschwarzwald ergaben, dass die Lebermoosart *Metzgeria temperata* schon im 2. Jahr auf nahezu allen Nadeln eines jungen *Abies alba*-Zweigs vorkam (AHRENS 2008). Wegen der Kurzlebigkeit der Substrate ist eine effiziente Ausbreitung der epiphyll wachsenden Moose besonders wichtig. In den Tropen und Subtropen bilden diese Arten häufig vielzellige, flache, diskoide oder thalloide Brutkörper und Brutäste (Cladien). Diese spezialisierten vegetativen Diasporen sind relativ groß, empfindlich gegenüber Austrocknung und oft kurzlebig, was ihre Ausbreitung über weite Strecken erschwert. Sie können sich aber unter konstant feuchten Bedingungen sehr schnell weiterentwickeln und neue Pflanzen bilden (THIERS 1988, SCHUSTER 1988).

Epiphyll Moose reagieren auf Umweltveränderungen außerordentlich rasch, weil ihre Substrate kurzlebig sind. Sie kommen daher als besonders empfindliche Bioindikatoren in Frage.

2 Methoden

In dieser Arbeit werden nur echte epiphyll Vorkommen behandelt, bei denen die Moose im engen Sinn epiphyll wachsen. Das bedeutet, dass die Moosprosse immer aus Diasporen hervor-

gegangen sind, welche auf die Oberflächen der lebenden Blätter verfrachtet wurden und sich dort etablieren und weiterentwickeln konnten. Hemiepiphyll Bestände (Pócs 1982b), wo sich die jungen Moosprossen auf der Borke von Zweigen oder Baumstämmen entwickeln und später von dort auf die Blätter wachsen, wurden nicht berücksichtigt (auch dann nicht, wenn die älteren Abschnitte dieser Sprosse absterben und schließlich nur noch die jungen, auf den Blattoberflächen angehefteten Sprossabschnitte leben). Sie sind im Gebiet weiter verbreitet als echte epiphyll Vorkommen.

Auf *Abies alba* wurden mehrfach *Metzgeria furcata*-Pflanzen beobachtet, die von der Borke junger Zweige auf Nadeln gewachsen sind und hier zahlreiche Brutkörper gebildet haben. Später starben die älteren Abschnitte dieser Pflanzen allmählich ab, während sich die nicht abgelösten Brutkörper auf den Nadeloberflächen weiterentwickelten. Diese Vorkommen wurden ebenfalls als hemiepiphyll klassifiziert und daher nicht erfasst. In diese Kategorie gehören auch Moose, die den Waldboden besiedeln und von dort auf bodennahe Blätter wachsen.

Berücksichtigt wurden nur epiphyll Moosvorkommen auf lebenden Blättern von Blütenpflanzen und Farnen. Moose, die auf lebenden Sprossen anderer Moosarten wachsen („epibrye“ Vorkommen), wurden ausgeklammert (sie sind im Schwarzwald nicht selten).

Alle Geländeuntersuchungen erfolgten zwischen Herbst 2007 und Frühjahr 2009. Im Gebiet gesammelte Proben befinden sich in KR und im Herbar des Verfassers. Die Nomenklatur der Moose und Gefäßpflanzen richtet sich nach KOPERSKI et al. (2000) und OBERDORFER (2001).

3 Ergebnisse

3.1 Die Fundstellen

Zwischen Herbst 2007 und Frühjahr 2009 wurden im Nordschwarzwald 47 Fundstellen mit epiphyllen Moosvorkommen entdeckt (dabei handelt es sich nur um Stellen, an denen Moose im engeren Sinn epiphyll wachsen, hemiepiphyll Bestände sind weiter verbreitet). Alle Fundorte liegen in Tälern im Einzugsgebiet der Flüsse Alb, Enz, Murg, Oos, Bühlott, Acher und Rench. Die meisten Vorkommen sind aus dem Enz- und Murggebiet bekannt, weil diese Flüsse die größten Einzugsbereiche haben. Der Verbreitungsschwerpunkt der epiphyllen Moose liegt in niederschlagsrei-

chen, noch wärmebegünstigten Gebieten mit tief eingeschnittenen, bewaldeten Schluchten und Klingen. Die größten Bestände wurden im oberen Teil des Albtals (einschließlich Seitentäler) oberhalb Marxzell, im mittleren Bereich des Enzgebiets (zwischen Eyachmühle, Calmbach, Schömberg und Würzbach), im untersten Abschnitt des Murgtals (Umgebung von Gaggenau) und im Umkreis der Wasserfälle bei Allerheiligen im Renchgebiet beobachtet. Die Höhenlage der Fundorte reicht von knapp 150 m bis 770 m, wobei die meisten Stellen zwischen 400 und 500 m liegen. In Lagen oberhalb 600 m wurden nur vier Vorkommen nachgewiesen (Abb. 1).

Das Klima des Nordschwarzwalds wird stark von ozeanischen Luftströmungen bestimmt, vor allem in den Luvlagen auf der Westseite. Kennzeichnend sind hohe Niederschlagsmengen mit hervortretenden Winter-Niederschlägen und relativ geringe Temperaturschwankungen, wobei die Winter selbst in höheren Lagen vergleichsweise mild sind. Auf der sanft geneigten Ostabdachung sinken die Jahresniederschläge deutlich ab, teilweise auf Werte unter 1000 mm. In den Gebieten, in denen die Vorkommen der epiphyllen Moose liegen, reichen die mittleren Jahresniederschlagssummen von rund 1050 mm bis etwa 1600 mm, und die mittlere Zahl der Tage pro Jahr mit mindestens 1 mm Niederschlag schwankt etwa zwischen 140 und 160. Die Jahresmittel der Lufttemperatur liegen ungefähr zwischen 10 °C und 7 °C. Am Westrand des Nordschwarzwalds in einer Höhe von 200-300 m (Bühlertal, Baden-Baden) erreicht die mittlere Januartemperatur Werte zwischen + 1,0 °C und + 1,5 °C, und an den beiden Messstationen, die 700-750 m hoch liegen (Dobel, Wildbad-Sommerberg), betragen die Januarmittel noch – 0,9 °C und – 1,3 °C. Die Fundgebiete haben im Mittel rund 70-110 Frosttage pro Jahr (Tiefstwerte der Temperatur unter 0 °C). Alle Wetterdaten wurden SCHLENKER & MÜLLER (1978) und MÜLLER-WESTERMEIER (1990) entnommen und beziehen sich auf den Zeitraum 1931-1960 oder 1951-1980.

Seit den 1980er Jahren ist die Jahresmitteltemperatur im Nordschwarzwald wie in anderen Teilen Baden-Württembergs deutlich angestiegen, gleichzeitig wurde eine signifikante Abnahme der mittleren Zahl der jährlichen Frosttage festgestellt. Außerdem war im Nordschwarzwald eine Erhöhung der Jahresniederschläge zu verzeichnen. Dabei wurde ein deutlicher Anstieg der mittleren Niederschlagssummen im Winterhalbjahr beobachtet, während die Niederschläge im

Sommerhalbjahr zurückgegangen sind (STOCK 2005). Die an Wetterstationen gemessenen Daten erlauben allerdings nur eine grobe Orientierung, weil an den Wuchsorten der epiphyllen Moose besondere mikroklimatische Verhältnisse herrschen (Abschnitt 3.2).

Die Fundstellen liegen im natürlichen Verbreitungsgebiet von *Abies alba* im Schwarzwald. Der geologische Untergrund besteht aus Granit, aus den Sedimenten und Vulkaniten (Porphyre) des Rotliegenden und aus Buntsandstein. Eine Bevorzugung bestimmter Gesteine ist nicht erkennbar. In der folgenden Übersicht wurden alle Vorkommen zusammengestellt.

Einzugsgebiet der Alb: TK 25 7116 SE: Brach Siegen E Schielberg; 325-330 m; Buntsandstein. – 7216 NE: Albtaljagdhaus im Albtal SW Bad Herrenalb; 420 m; Rotliegendes (Sedimente). Albtal unterhalb Plotzsägmühle SW Bad Herrenalb; 480-500 m; Granit. Rotenbach SE Bad Herrenalb; 460 und 470 m; Rotliegendes (Sedimente).

Enzgebiet: 7117 SE: Gröbelbach E Neuenbürg; 350 m; Buntsandstein. – 7217 NE: Forellenbach SE Höfen; 490 m und 510-520 m; Buntsandstein. – 7217 NW: Tröstbach-Tal SW Dennach; 470-480 m; Buntsandstein. Mannenbächle-Tal SE Dobel; 500-510 m und 510-520 m; Buntsandstein. – 7217 NE: Calmbächle-Tal SE Calmbach; 485 m; Buntsandstein. Würzbach SE Calmbach; 440 m; Buntsandstein. Blindbach SE Calmbach; 470 und 540 m; Buntsandstein. – 7217 SW: Rohrmüßkar SW Wildbad; 580-590 m; Buntsandstein. Gütersbächle SW Wildbad; 550 und 630 m; Buntsandstein. Rollwasserbach SW Wildbad; 540 m; Granit. – 7216 SE: Rollwasserbach SW Wildbad; 680-690 m; Buntsandstein. Dürreychbach NE Kaltenbronn, an der Hirschhalde; 770 m; Buntsandstein.

Murggebiet: 7115 SE: Krappenloch W Bad Rotenfels; 140-150 m; Rotliegendes (Sedimente). Bach zwischen Jägertanne und Waldsee-Bad W Gaggenau, zwei Fundstellen, davon ein Fundort an der Einmündung einer Seitenklinge; 170-180 m; Rotliegendes (Sedimente). – 7116 SW: Michelbach zwischen Bruhberg und Tannschachberg E Michelbach; 310, 350, 370 und 400 m; Rotliegendes (Sedimente). – 7216 NW: Martelskammer E Ottenau; 210-220 m; Rotliegendes (Sedimente). – 7316 SW: Spielbächle/Katzenloch SE Raumünzach; 430 m; Granit. Kaltenbach-Tal NE Kirschbaumwasen N Schönmünzach; 470 und 490 m; Granit. Bachschlucht zwischen Tirolerberg und

Tauchert N Schönmünzach; 500 m; Granit. Vorderer Seebach unterhalb des Schurmsees W Schönmünzach; 550 m; Granit; 610-620 m; Buntsandstein.

Einzugsgebiet der Oos: 7215 SW: Gunzenbach SW Baden-Baden-Lichtental; 300 und 330 m; Rotliegendes (Porphyr). Schlucht unterhalb des Geroldsauer Wasserfalls S Geroldsau; 270-280 m; Granit. – 7215 SE: Geroldsauer Wasserfall S Geroldsau; 280-300 m; Granit. Zwieselschlag NE Scherrhof SE Geroldsau; 600 m; Granit. – 7315 NE: Urbach E Bühlertal; 450-460 m und 520-530 m; Granit.

Einzugsgebiet von Bühlott, Acher und Rench: 7315 NW: Gertelbach-Schlucht SE Bühlertal; 500 m; Granit. – 7415 NW: Gottschlägbach unterhalb Edelfrauengrab SE Ottenhöfen; 400 m; Rotliegendes (Porphyr). Gottschlägbach SE Ottenhöfen, Seitenbach unterhalb Blöchereck; 420 m; Rotliegendes (Porphyr). – 7415 SW: Lierbach unterhalb und oberhalb der Wasserfälle bei Allerheiligen NE Oppenau; 510 und 590 m; Granit.

3.2 Ökologie

Die Vorkommen epiphyller Moose wurden in tief eingeschnittenen, meist steilen Schluchten und Bachklingen beobachtet, die häufig an nord-, nordost- oder nordwestexponierten Steilhängen liegen. Oft befinden sich die Fundstellen im unteren Abschnitt dieser Klingen und Schluchten, der am tiefsten eingeschnitten ist, teilweise auch in besonders engen Bereichen der Schluchten. Dabei besiedeln die epiphyllen Moose meistens Trägerpflanzen, die am Bachrand oder in der Nähe des Bachs wachsen, wobei die Stellen oft am Grund und im unteren Abschnitt steiler, nordwest-, nord-, nordost- oder ostexponierter, nicht selten felsiger Hänge im Bereich der Schluchten liegen. In den meisten Fällen handelt es sich um blockreiche Standorte. Die Vorkommen wurden häufig an hohen, stark geneigten, natürlichen Böschungen am Bachrand beobachtet, teilweise auch am Fuß von Blockhalden, unterhalb senkrechter, sickerfeuchter Felsen oder an Überhangflächen großer Felsblöcke in Bachnähe, an Quellstellen und an Quellabflüssen. Manchmal wachsen die epiphyllen Moose in der Umgebung von Wasserfällen, vor allem unterhalb der Fälle, aber nicht in der Sprühzone.

Alle Fundstellen liegen im Bereich von Wäldern, wobei es sich meistens um Waldflächen mit alten Baumbeständen und einer stark ausgeprägten

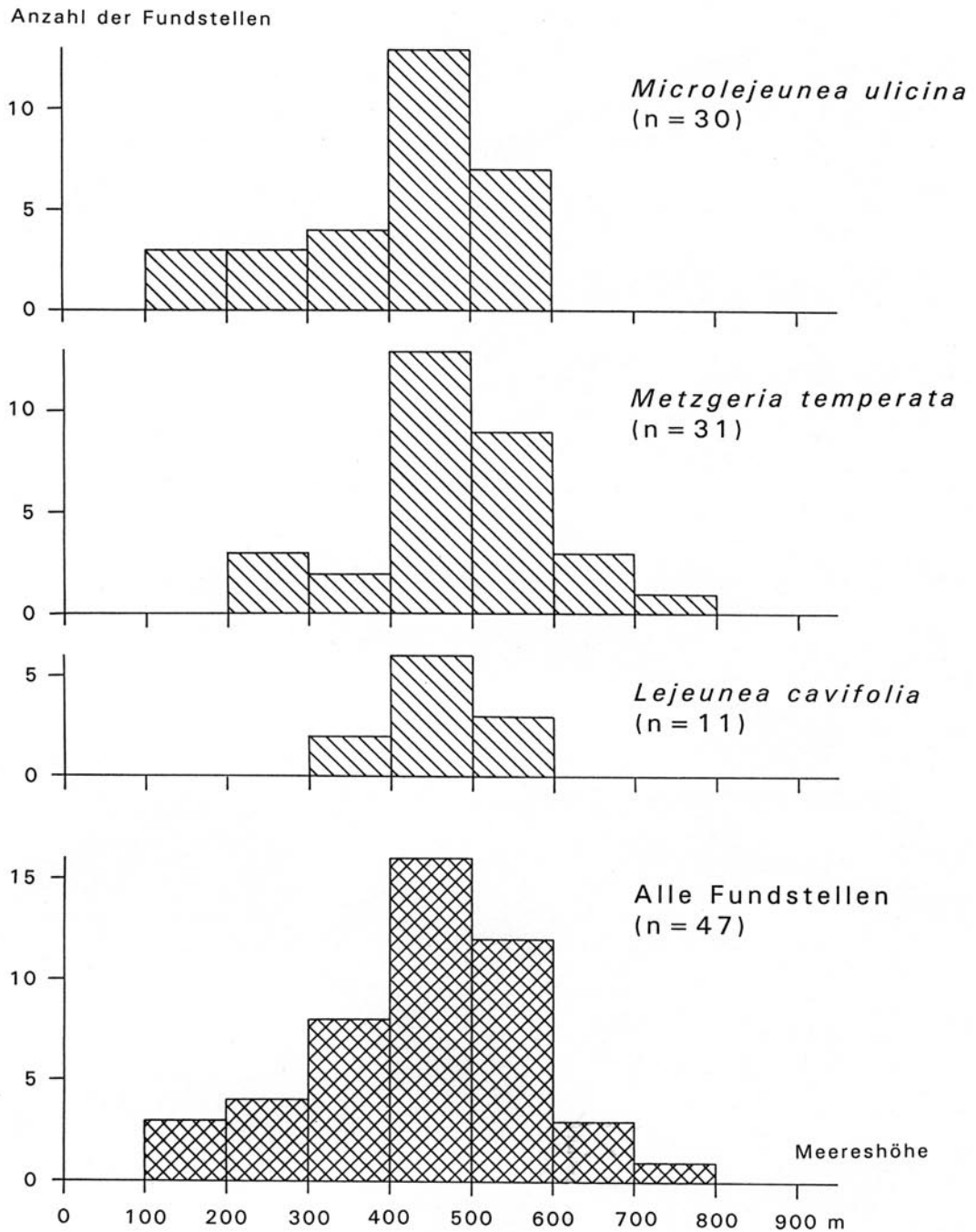


Abbildung 1. Höhenlage der Fundstellen epiphyller Moose und der epiphyllen Vorkommen von *Microlejeunea ulicina*, *Metzgeria temperata* und *Lejeunea cavifolia* im Nordschwarzwald. n = Anzahl der Fundorte.

Naturverjüngung von *Abies alba* und *Picea abies* handelt. Die jungen Nadelbäume bilden oft dichte, manchmal fast undurchdringliche Bestände oder Gruppen. Im Randbereich dieser Bestände oder Gruppen aus dicht stehenden, niedrigen Nadelhölzern wachsen die epiphyllen Moose am häufigsten. An mehreren Fundstellen stocken die niedrigen *Picea abies*- und *Abies alba*-Stämme auf oder zwischen Felsblöcken am Fuß von Blockhalden. Epiphyll Moose fanden sich auch in Erlenwäldern auf dem nassen, vom Bach durchflossenen Grund der Klingen und Schluchten oder unterhalb von Erlen, die den Bach umsäumen. Einzelne Vorkommen liegen in dichten, hohen, immergrünen *Rhododendron ponticum*-Beständen (Wasserfall bei Geroldsau) und am Rand von jüngeren *Picea abies*-Pflanzungen.

An den Wuchsorten der epiphyllen Moose ist die Luftfeuchtigkeit konstant sehr hoch, längere Trockenperioden wirken sich ungünstig aus. Oft werden nasse Stellen oder feuchte Stellen an Bächen und Quellen besiedelt. Nicht selten wachsen an den Fundstellen dichte Moosrasen (etwa *Sphagnum*-Bestände), die den Boden oder Felsblöcke überziehen und das Wasser länger speichern, wodurch die Luftfeuchte in Bodennähe noch erhöht wird. Die Bereiche mit epiphyllen Moosen sind kaum der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt, aber immer deutlich aufgelichtet. In den Fundgebieten oder in ihrer Nähe liegen breite Bäche, lichte Quellstellen, Ansammlungen von Felsblöcken oder Blockhalden, größere, hohe Felsen, Waldlichtungen, Wiesen, Sturmwurfflächen oder Wege.

Durch die Lage der Fundstellen in den tief eingeschnittenen Klingen und Schluchten und wegen der oft dichten, immergrünen Vegetation in der Umgebung (dicht wachsende, niedrige Nadelbäume) sind die Wuchsorte der epiphyllen Moose ganzjährig vor austrocknenden Winden geschützt. Gleichzeitig ist hier die Wirkung der Aus- und Einstrahlung stark vermindert. Damit werden die Stellen während des Winterhalbjahrs vor stärkeren Frösten geschützt und sind im Sommer besonders kühl, was die Verdunstung herabsetzt und die Luftfeuchtigkeit erhöht. Als Folge der lang andauernden Feuchtigkeit und der geringeren Temperaturunterschiede ist das Mikroklima an den Wuchsorten ozeanischer getönt als das Klima in der Umgebung.

Die epiphyllen Moosvorkommen wurden fast immer nur an kleinflächigen, eng begrenzten Stellen beobachtet, die oft nicht mehr als wenige Quadratmeter umfassen.

3.3 Epiphyll Moose

Im Gebiet wurden 19 epiphyll wachsende Moosarten nachgewiesen (9 Lebermoose, 10 Laubmoose). Am häufigsten sind die beiden Lebermoose *Metzgeria temperata* und *Microlejeunea ulicina*, die an 66,0 % bzw. 63,8 % der 47 Fundstellen auftraten. Alle übrigen Arten kommen wesentlich seltener epiphyll vor. Das Laubmoos *Hypnum andoi* und die Lebermoose *Lejeunea cavifolia*, *Metzgeria furcata* und *Lophocolea bidentata* wurden mehrfach auf lebenden Blättern beobachtet, alle weiteren Moosarten nur an einzelnen Fundstellen (Tab. 1).

Jungpflanzen von *Metzgeria temperata* und *Metzgeria furcata*, die auf Blättern vorherrschen, lassen sich im trockenen Zustand schwer unterscheiden. Im feuchten Zustand zeigen die Thalli von *Metzgeria temperata* durch die (nach unten) zurückgebogenen Thallusränder eine deutliche Wölbung. Die

Tabelle 1. Häufigkeit der epiphyll wachsenden Moosarten im Nordschwarzwald, bezogen auf alle Fundstellen mit epiphyllen Moosvorkommen (n = 47). Berücksichtigt wurden nur echte epiphyll Vorkommen der einzelnen Arten (Ansiedlungen auf Blattoberflächen, siehe Abschnitt 2).

	Frequenz in %
Lebermoose	
<i>Metzgeria temperata</i>	66,0
<i>Microlejeunea ulicina</i>	63,8
<i>Metzgeria furcata</i>	25,5
<i>Lejeunea cavifolia</i>	23,4
<i>Lophocolea bidentata</i>	10,6
<i>Radula complanata</i>	8,5
<i>Frullania dilatata</i>	2,1
<i>Frullania tamarisci</i>	2,1
<i>Lophocolea heterophylla</i>	2,1
Laubmoose	
<i>Hypnum andoi</i>	40,4
<i>Ulota bruchii/crispa</i> ¹	6,4
<i>Isothecium myosuroides</i>	2,1
<i>Dicranum scoparium</i>	2,1
<i>Dicranum montanum</i>	2,1
<i>Dicranoweisia cirrata</i>	2,1
<i>Neckera pumila</i>	2,1
<i>Neckera complanata</i>	2,1
<i>Orthotrichum spec.</i> ¹	2,1
<i>Eurhynchium praelongum</i>	2,1

¹ Junge Pflanzen ohne Sporophyten, daher nicht bestimmbar.

feuchten *Metzg. furcata*-Thalli sind dagegen nahezu flach. Gerade bei jungen, kleinen Pflanzen ist dieser Unterschied auffallend.

Eine sichere Unterscheidung der verwandten Arten *Hypnum andoi* und *H. cupressiforme* ist nur möglich, wenn reife Sporenkapseln vorliegen. An den epiphyll wachsenden Pflanzen wurden keine Sporophyten beobachtet. Es ist aber anzunehmen, dass die meisten Sprosse zu *H. andoi* gehören, weil diese Art an den Fundstellen epiphyller Moose an Baumstämmen und Zweigen sehr häufig in großen Beständen vorkommt, wobei oft Sporophyten gebildet werden. *H. cupressiforme* wächst jedoch ebenfalls häufig auf Borke. Möglicherweise lässt sich ein Teil der auf Blättern wachsenden Pflanzen dieser Art zuordnen. An epiphyllen Standorten wurden auch wenige junge *Ulota*- und *Orthotrichum*-Sprosse beobachtet, die sich nicht bestimmen lassen, weil Sporophyten fehlen. Die *Ulota*-Pflanzen gehören entweder zu *U. bruchii* oder *U. crispa*.

An vielen Fundstellen epiphyller Moose wurden zahlreiche, auf mehreren Blättern wachsende *Metzg. temperata*- und *Micr. ulicina*-Sprosse festgestellt. Von den übrigen Arten fanden sich dagegen stets nur einzelne oder wenige Pflanzen (oder kleine Rasenstücke). Die Häufigkeitsunterschiede zwischen diesen beiden Lebermoosarten und allen übrigen epiphyllen Moosen sind also viel größer als Tab. 1 zeigt.

Die Höhenlagen der epiphyllen Vorkommen von *Micr. ulicina*, *Metzg. temperata* und *Lejeunea cavifolia* unterscheiden sich deutlich, obwohl die meisten Fundstellen dieser drei Arten zwischen 400 und 500 m Meereshöhe liegen (Abb. 1). An den tiefsten Fundorten epiphyller Moose zwischen 100 und 200 m dominiert *Micr. ulicina*, während *Metzg. temperata* und *L. cavifolia* fehlen. Zwischen 200 und 300 m ist *Micr. ulicina* auf lebenden Blättern häufiger als *Metzg. temperata*. Das tiefste epiphyll *L. cavifolia*-Vorkommen liegt bei 400 m. An den Fundstellen zwischen 550 und 600 m wächst *Metzg. temperata* häufiger epiphyll als *Micr. ulicina*, und oberhalb 600 m wurde auf Blättern nur noch *Metzg. temperata* beobachtet (höchste epiphyll Vorkommen von *Micr. ulicina* bei 590 m und von *Metzg. temperata* bei 770 m). Alle epiphyll wachsenden Moosarten sind in der Fundregion im Nordschwarzwald auf Borke weit verbreitet und häufig. Die epiphyllen Vorkommen liegen meist in der Nähe oder unterhalb von Bäumen, an denen die Arten in größeren Beständen auf Borke wachsen. Für die Besiedlung der lebenden Blätter ist ein hoher Diasporen-Eintrag

aus unmittelbar benachbarten epiphytischen Beständen der Moosarten von großer Bedeutung. Bei den Untersuchungen wurde versucht festzustellen, aus welchen Diasporen sich die epiphyll wachsenden Pflanzen der einzelnen Arten entwickelt haben. Dabei lassen sich sechs Artengruppen unterscheiden.

1. *Metzg. temperata*, *Micr. ulicina*: Die beiden häufigsten epiphyllen Moose entwickeln spezialisierte vegetative Diasporen (thalloide Brutkörper, Cladien), die in großen Mengen gebildet werden. Fast alle auf den Blattoberflächen wachsenden Sprosse sind aus diesen Diasporen entstanden. Abgelöste Spross- oder Rasenfragmente spielen eine geringere Rolle, sie sind zumindest für die Ansiedlung von *Metzg. temperata* kaum von Bedeutung.

2. *Hypnum andoi*, *Frullania tamarisci*, *Neckera pumila*, *Isothecium myosuroides*, *Eurhynchium praelongum*: Bei den epiphyllen Vorkommen von *H. andoi* handelt es sich um einzelne Pflanzen, die aus Sprossfragmenten hervorgegangen sind, welche auf die Blätter verfrachtet wurden und sich dort etablieren konnten. Die jungen, wachsenden Abschnitte dieser Pflanzen sind stets mit Rhizoiden auf den Blattoberflächen angeheftet. Die Art bildet an den Fundstellen epiphyller Moose sehr häufig lange, dünne Hängesprosse, die von den unteren Zweigen der Bäume herabhängen. Von diesen Hängesprossen lösen sich leicht Fragmente ab. Die anderen vier Arten dieser Gruppe wachsen extrem selten epiphyll, beobachtet wurden nur einzelne Sprosse an jeweils einer Fundstelle. Alle Pflanzen haben sich ebenfalls aus Sprossfragmenten entwickelt, die auf die Blätter verfrachtet wurden.

3. *Neckera complanata*: Die Art wurde nur an einer Fundstelle epiphyll nachgewiesen, dort fanden sich aber zahlreiche Pflanzen auf mehreren Blättern. Beobachtet wurden junge, auf den Blattoberflächen wachsende Sprosse, die sich aus Brutästen (Flagellen) entwickelt haben, welche auf die Blätter der Trägerpflanzen verfrachtet wurden. Oft haben diese Sprosse bereits zahlreiche größere, breit eiförmig-lanzettliche Blätter gebildet, die sich von den Blättern der Flagellen stark unterscheiden.

4. *Lejeunea cavifolia*, *Lophocolea bidentata*, *Frullania dilatata*: Bei diesen Arten ist der überwiegende Teil der auf Blättern siedelnden Pflanzen eindeutig aus Sprossfragmenten oder Stücken von Rasen hervorgegangen, die auf die Blattoberflächen transportiert wurden. Die Herkunft der übrigen Pflanzen ist ungeklärt. Die neuen,

wachsenden Abschnitte der Sprosse dieser Arten sind mit den Blattoberflächen stets relativ fest verbunden.

5. *Metzgeria furcata*, *Radula complanata*: Hier wurden ebenfalls auf Blättern wachsende Pflanzen beobachtet, die sich eindeutig aus verfrachteten Sprossfragmenten oder Teilen von Rasen entwickelt haben. Allerdings bilden beide Lebermoose häufig spezialisierte vegetative Brutkörper. Die epiphyllen *Metzg. furcata*-Pflanzen sind mit Sicherheit teilweise (oder hauptsächlich?) aus thalloiden Brutkörpern hervorgegangen. Möglicherweise hat sich auch ein Teil der auf Blättern siedelnden *R. complanata*-Sprosse aus den charakteristischen scheibenförmigen Brutkörpern entwickelt, obwohl eindeutige Belege für diese Vermutung fehlen.

6. *Ulota bruchii/crispa*, *Orthotrichum* spec., *Dicranoweisia cirrata*, *Dicranum scoparium*, *D. montanum*, *Lophocolea heterophylla*: Alle Moose aus dieser Gruppe wachsen extrem selten epiphyll. Beobachtet wurden nur wenige oder einzelne Pflanzen, wobei es sich fast immer um sehr kleine, mit Rhizoiden auf den Blattoberflächen angeheftete junge Sprosse handelt, deren Herkunft ungeklärt ist. Einmal wurde eine *Ulota bruchii/crispa*-Pflanze gefunden, die sich aus einem Sprossfragment entwickelt hat, das auf die Oberfläche des Blatts verfrachtet wurde.

Im Anhang werden die epiphyllen Vorkommen der einzelnen Moosarten im Nordschwarzwald aufgelistet. In dieser Zusammenstellung werden auch alle Trägerpflanzen angegeben, auf denen die Arten nachgewiesen wurden.

3.4 Trägerpflanzen

In der untersuchten Region im Nordschwarzwald wurden bisher auf den lebenden Blättern von 58 Gefäßpflanzenarten epiphyll Moose beobachtet, wobei zahlreiche Angiospermen (krautige Pflanzen, Sträucher, junge Bäume), Gymnospermen (*Abies alba*, *Picea abies*, *Thuja plicata*) und verschiedene Farne besiedelt werden (Tab. 2). Das Vorkommen der epiphyllen Moose auf den einzelnen Trägerpflanzen wird vor allem von der Lebensdauer der Blätter bestimmt. Daneben ist auch ihre Beschaffenheit von großer Bedeutung, insbesondere die Struktur der Blattoberfläche. Wichtig ist natürlich auch die Häufigkeit der verschiedenen Gefäßpflanzenarten an den Fundstellen epiphyller Moose.

Bevorzugt werden Trägerpflanzen mit langlebigen, immergrünen oder wintergrünen Blättern. Dabei wachsen die Moose vor allem auf den äl-

testen lebenden Blättern, die manchmal bereits absterben. Im Gebiet sind *Abies alba* und verschiedene wintergrüne *Rubus*-Arten die häufigsten Trägerpflanzen. An den meisten Fundstellen kommen epiphyll Moose auf *Abies alba*-Nadeln oder *Rubus*-Blättern vor, gleichzeitig ist die Zahl der auf diesen Trägerpflanzen epiphyll wachsenden Moosarten höher als auf den anderen Phanerophyten (im Fundgebiet wurden 12 Arten auf *Abies alba* und 11 Arten auf *Rubus* beobachtet, Tab. 2). An mehreren Fundorten ließen sich auch auf *Picea abies* epiphyll Moose nachweisen. *Picea abies*-Nadeln werden jedoch seltener besiedelt als *Abies alba*-Nadeln, und die Vorkommen sind kleiner, selbst wenn die beiden Nadelbaum-Arten direkt nebeneinander wachsen.

Die beiden Lebermoose *Metzg. temperata* und *Micr. ulicina* können auf den Nadeloberseiten größere Flächenanteile bedecken und wachsen oft bis in die Spitzenregion der Nadeln. An besonders luftfeuchten Stellen kann der Bewuchs einzelner *Abies alba*-Zweige so dicht sein, dass auf nahezu allen Nadeln epiphyll Lebermoose vorkommen. Die epiphyllen Moose wurden fast nur an jungen Nadelbäumen beobachtet, bei denen die unteren Abschnitte der Stämme Äste tragen, die bogig nach unten hängen und bis in Bodennähe reichen. Die epiphyllen Bestände sind weitgehend auf diese unteren Zweige beschränkt, weil die Luftfeuchtigkeit in Bodennähe am höchsten ist und nach oben hin schnell abnimmt. Wegen der höheren Luftfeuchte werden oft Äste besiedelt, die dem Bach zugewandt sind oder über das Bachbett ragen.

Häufig bilden die jungen Nadelbäume an den Fundstellen Gruppen oder größere Bestände aus dicht nebeneinander stehenden Stämmen. Die epiphyllen Moose wachsen oft an geschützten Stellen an den unteren, bodennahen, dem Licht zugewandten Zweigen der Nadelbäume am aufgelichteten Rand dieser Gruppen oder Bestände und auf den Blättern verschiedener Gefäßpflanzen, die unterhalb dieser Zweige vorkommen. Im unteren Teil der Stämme älterer Bäume, die im Bereich von Wäldern wachsen, kommen keine Äste mehr vor. Daher fehlen epiphyll Moose an älteren Nadelbäumen. An einer alten Weißtanne, die an einer stark aufgelichteten Stelle wuchs und daher bis in Bodennähe Äste trug, fanden sich dagegen kleine, auf die untersten Zweige beschränkte *Micr. ulicina*-Vorkommen. Hemiepiphyll Bestände der Lebermoose *Micr. ulicina*, *Metzg. temperata*, *Metzg. furcata*, *Lejeunea cavifolia*, *Radula complanata*, *Frullania dilatata*,

Tabelle 2 (Fortsetzung).

	Lebermoose										Laubmoose									
	<i>Microlejeunea ulicina</i>	<i>Metzgeria temperata</i>	<i>Metzgeria furcata</i>	<i>Lejeunea cavifolia</i>	<i>Lophocolea bidentata</i>	<i>Radula complanata</i>	<i>Frullania tamarisci</i>	<i>Lophocolea heterophylla</i>	<i>Frullania dilatata</i>	<i>Hypnum andoi</i>	<i>Ulota bruchii/crispa</i> ¹	<i>Isoetecium myosuroides</i>	<i>Dicranoweisia cirrata</i>	<i>Neckera complanata</i>	<i>Dicranum scoparium</i>	<i>Eurhynchium praelongum</i>	<i>Neckera pumila</i>	<i>Orthotrichum spec.</i> ¹	<i>Dicranum montanum</i>	
Angiospermen																				
<i>Carex pendula</i>	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia nemorum</i>	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prenanthes purpurea</i>	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mycelis muralis</i>	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gymnospermen																				
<i>Abies alba</i>	X	X	X	X	X	X	.	X	.	X	X	.	.	.	.	.	X	X	X
<i>Picea abies</i>	X	X	.	X	X	.	.	.	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thuja plicata</i>	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Farne																				
<i>Polystichum aculeatum</i>	.	.	X	X	X	X	.	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris dilatata</i>	X	X	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Blechnum spicant</i>	X	X	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thelypteris limbosperma</i>	X	X	.	.	.	.	.	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polystichum setiferum</i>	.	.	X	.	.	.	.	X	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris affinis</i>	X	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris filix-mas</i>	X	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Athyrium filix-femina</i>	X	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thelypteris phegopteris</i>	X	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris carthusiana</i>	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

¹ Junge Pflanzen ohne Sporophyten, daher nicht bestimmbar.

F. tamarisci, *Lophocolea bidentata* und der Laubmoose *Hypnum andoi* und *Neckera pumila* an Nadelbäumen (besonders an *Abies alba*) sind im Gebiet viel häufiger und weiter verbreitet als echte epiphyll Vorkommen dieser Arten auf Nadeln oder Blättern.

Die Zahl der auf einzelnen *Rubus*-Blättern wachsenden *Micr. ulicina*- und *Metzg. temperata*-Pflanzen kann hohe Werte erreichen (an einer besonders luftfeuchten Stelle wurden im Februar 2008 zwischen 100 und 200 Pflanzen pro Teilblatt fest-

gestellt, AHRENS 2008). An mehreren Fundstellen fanden sich epiphyll Moose auf den wintergrünen oder immergrünen Blättern von *Lamium galeobdolon*, *Oxalis acetosella*, *Galium odoratum*, *Luzula sylvatica*, *Viola reichenbachiana*, *Hedera helix* und auf den wintergrünen Wedeln des Farns *Dryopteris dilatata* (Tab. 2), jedoch viel seltener als auf *Rubus* und *Abies alba*. Von den übrigen Trägerpflanzen liegen nur wenige oder einzelne Nachweise epiphyller Moose vor. Bemerkenswert sind die Funde epiphyller Moose auf *Ilex*

aquifolium (Brach Siegen E Schielberg) und *Rhododendron ponticum* (Geroldsauer Wasserfall S Geroldsau) mit immergrünen Blättern oder auf *Polystichum setiferum* (Gunzenbach SW Baden-Baden-Lichtental) und *P. aculeatum* (Michelbach E Michelbach) mit wintergrünen Wedeln.

Im Herbst 2008 fanden sich epiphylle Moose, vor allem *Metzg. temperata* und *Micr. ulicina*, auch auf den Blättern verschiedener sommergrüner Trägerpflanzen, etwa auf *Fagus sylvatica*, *Quercus petraea*, *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus alnus*, *Corylus avellana*, *Circaea lutetiana*, *Prenanthes purpurea*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Senecio ovatus* und *Carex brizoides* sowie auf mehreren sommergrünen Farnen (u.a. auf *Athyrium filix-femina*, *Thelypteris limbosperma* und *Dryopteris filix-mas*) (Tab. 2). Damit wurden in dieser Zeit nahezu alle Gefäßpflanzenarten, die an den Fundstellen vorkamen, von epiphyllen Moosen besiedelt. Die Vorkommen an Gehölzen sind stets auf Blätter in Bodennähe beschränkt; sie wurden nur an jungen, niedrigen Bäumen und Sträuchern oder vereinzelt an bodennahen Zweigen älterer Gehölze beobachtet. Dabei sind die epiphyllen Moose auf sommergrünen Trägerpflanzen immer selten. Bei den meisten Vorkommen handelt es sich um junge Moosprossen, die in geringer Menge oder einzeln auf wenigen Blättern wachsen. Auf Gefäßpflanzen mit frühjahrsgrünen, kurzlebigen Blättern, etwa auf *Anemone nemorosa* oder *Ranunculus ficaria*, wurden keine epiphyllen Moose beobachtet.

Zwischen der Beschaffenheit der Blätter und dem Vorkommen epiphyller Moose besteht ebenfalls ein Zusammenhang. Bevorzugt werden Trägerpflanzen mit weichen Blättern, die auf der Oberseite zerstreute Haare und rinnenartige Vertiefungen aufweisen, z.B. *Rubus*-Arten, *Lamium galeobdolon* und *Circaea lutetiana*. Pflanzen mit harten, glatten, unbehaarten Blättern wie *Vaccinium myrtillus*, *Festuca altissima* oder *Carex*-Arten werden seltener besiedelt. *Abies alba* und *Picea abies* bilden hier eine Ausnahme, wohl wegen der besonders hohen Lebensdauer ihrer Nadeln. Die epiphyllen Moose wachsen auf den Blättern häufig entlang von Blattnerven, die in rinnenartigen Eintiefungen liegen oder auf ihrer Oberseite Rinnen aufweisen und oft stärker behaart sind, am Blattgrund, an Blattstielen mit dicht stehenden Haaren, an den Rändern der oberen, nach unten gebogenen Region der Blätter, im Bereich der Blattspitze oder an mit Spreuschuppen besetzten Abschnitten der Rhachis und des Blattstiels von Farnwedeln. An diesen Stellen sammeln sich die

vom abfließenden Niederschlagswasser transportierten Diasporen der Moose; gleichzeitig hält sich hier die Feuchtigkeit länger, was ihre Entwicklung begünstigt (AHRENS 2008).

4 Diskussion

Epiphylle Moose waren bisher aus Mitteleuropa kaum bekannt. In einer früheren Arbeit wurde erstmals ein größeres Vorkommen beschrieben, das im Herbst 2007 an einer Fundstelle im Nordschwarzwald entdeckt wurde (AHRENS 2008). Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse zeigen, dass epiphylle Moosvorkommen im Nordschwarzwald weiter verbreitet sind, und bei einer Nachsuche lassen sich wahrscheinlich neue Fundorte auffinden. Sie sind jedoch sehr selten und fast immer auf eng begrenzte, kleinflächige Stellen beschränkt.

Dabei wachsen die beiden Lebermoose *Metzgeria temperata* und *Microlejeunea ulicina* am häufigsten epiphyll, andere Moosarten wurden nur vereinzelt auf lebenden Blättern beobachtet. *Metzg. temperata* und *Micr. ulicina* sind subozeanisch-temperat verbreitet (HILL & PRESTON 1998) und in Deutschland weitgehend auf den Südwesten beschränkt, wobei die meisten Vorkommen im Schwarzwald liegen (MEINUNGER & SCHRÖDER 2007). Die untersuchte Region ist also ein Teil des Hauptverbreitungsgebiets dieser Arten in Mitteleuropa. Bemerkenswert ist die unterschiedliche Höhenlage der epiphyllen Vorkommen von *Micr. ulicina*, *Metzg. temperata* und *Lejeunea cavifolia*. *Micr. ulicina* ist im Schwarzwald auf Borke von den Tieflagen bis in Höhen um 800 m verbreitet (Schwerpunkt zwischen 300 und 600 m) (NEBEL & PHILIPPI 2005). Auch aus der benachbarten Oberrheinebene sind zahlreiche Fundstellen bekannt. Dagegen ist *Metzg. temperata* in der Rheinebene selten. Die höchsten Vorkommen im Schwarzwald liegen bei etwa 800-900 m (Bestände auf Borke). *L. cavifolia* wurde in der Oberrheinebene nur an wenigen Fundstellen beobachtet (seltener als *Metzg. temperata*), und wächst im Südschwarzwald bis in Höhen um 1400 m (NEBEL & PHILIPPI 2005). Damit sind die drei Lebermoosarten im Schwarzwald auf Borke viel weiter verbreitet als auf lebenden Blättern.

Aus den Tropen sind viele Moosarten bekannt, die bisher nur oder fast nur auf lebenden Blättern beobachtet wurden (PÓCS 1982a, RICHARDS 1984, GRADSTEIN 1997). Diese Arten (vor allem Vertreter der Lebermoos-Familie Lejeuneaceae) sind da-

mit auf diesen Standorttyp spezialisiert. Die im Gebiet epiphyll wachsenden Moosarten besiedeln dagegen hauptsächlich Borke oder andere Substrate.

Lebende Blätter von Gefäßpflanzen haben nur eine begrenzte Lebensdauer. Die Wuchsorte der epiphyllen Moose sind damit kurzlebig, können sich aber an der gleichen Stelle oder in der direkten Nachbarschaft immer wieder neu bilden. Alle Moosarten, die häufiger auf lebenden Blättern wachsen (*Metzg. temperata*, *Micr. ulicina*, *Hypnum andoi*, *Metzgeria furcata*, *Lejeunea cavifolia*), sind ausgesprochene Pioniermoose. Besonders *Metzg. temperata* und *Micr. ulicina* können neu entstandene Wuchsorte auf Blättern oder Borke schnell besiedeln, wenn die Feuchtigkeit konstant hoch ist. Im Herbst 2008 wurden diese Arten sogar mehrfach auf sommergrünen Blättern beobachtet. Das zeigt, dass sie die Blätter schon innerhalb weniger Monate (zwischen Mai und Oktober) besiedeln können, falls in dieser Zeit keine längeren Trockenperioden auftreten. Die Oberfläche dieser jungen Blätter wird auch noch kaum von Exkreten, Detritus, Bakterien, Algen, Pilzmyzelien und Cyanobakterien überzogen, was die Etablierung der Moos-Diasporen erschwert. An einer Fundstelle im Nordschwarzwald kamen *Metzg. temperata* und *Micr. ulicina* bereits im 4. Jahr auf fast allen Nadeln eines jungen *Abies alba*-Zweigs vor (AHRENS 2008).

Über den Ablauf der Besiedlung junger Blätter ist bisher wenig bekannt. In tropischen Regenwäldern können epiphylle Moose Blattoberflächen schon innerhalb von etwa 2-3 Monaten neu besiedeln (WINKLER 1967), und nach 9,5 Monaten (MONGE-NAJERA & BLANCO 1995) oder nach einem Jahr (COLEY, KURSAR & MACHADO 1993) kann die epiphylle Moosvegetation größere Flächenanteile der Blätter bedecken. Nach ZARTMAN & NASCIMENTO (2006) dauert die Neubesiedlung junger Blätter von der Blattentfaltung bis zum Vorkommen epiphyll wachsender, gametangientragender Pflanzen nur 4-6 Monate. Außerhalb der Tropen verläuft die Besiedlung wahrscheinlich langsamer, hier wachsen epiphylle Moose frühestens nach einem Jahr (v. D. DUNK 1978) oder nach zwei Jahren (ELLIS 1971, DAVISON 1997, DIAMOND, WOODS & RUNDSELL 1999) auf neu gebildeten Blättern. Auf den atlantischen Inseln (Madeira, Azoren) dauert die volle Entwicklung der epiphyllen Moosvegetation 2-3 Jahre (SJÖGREN 1975, 1978), was mit den Beobachtungen von DUCKETT (2008) an einer Fundstelle in England übereinstimmt.

Moosarten, die vor allem an älteren Bäumen wachsen, weil ihre Ansiedlung längere Zeit beansprucht, wurden nicht oder nur sehr selten auf lebenden Blättern beobachtet, obwohl sie an den Fundstellen der epiphyllen Moose auf Borke meistens häufig vorkommen (z.B. *Isothecium myosuroides*, *Frullania tamarisci*, *Neckera complanata*, *N. crispa*, *Antitrichia curtispindula*). Besonders auffällig ist die Seltenheit von *Isothecium myosuroides* auf Blättern, während *Hypnum andoi* öfters epiphyll wächst (beide Arten bilden an den Fundstellen auf Borke fast immer große Bestände).

Metzg. temperata und *Micr. ulicina* sind kleinwüchsig, daher können sie auch auf kleinflächigen Blättern vorkommen, etwa auf den Nadeln von *Abies alba* und *Picea abies*. Die Arten sind zwar konkurrenzschwach, aber Konkurrenz um Raum spielt auf den Blättern wegen der geringen Lebensdauer dieser Substrate wohl nur auf den relativ langlebigen *Abies alba*- und *Picea abies*-Nadeln eine größere Rolle (AHRENS 2008).

Bei *Metzg. temperata* und *Micr. ulicina* kommen spezialisierte vegetative Diasporen vor (thalloide Brutkörper und Cladien, AHRENS 2008), die in großen Mengen gebildet werden und aus dünnwandigen Zellen bestehen. Sie besitzen Scheitelzellen, die sich schon vor der Ablösung dieser Diasporen ausbilden. Daher können sie sich nach ihrer Verfrachtung auf den Blattoberflächen sofort (ohne Protonema-Stadien) zu neuen Pflanzen weiterentwickeln (LAAKA-LINDBERG, KORPELAINEN & POHJAMO 2003), was wegen der Kurzlebigkeit der Substrate vorteilhaft ist. Gleichzeitig sind diese „ungeschützten“ Diasporen aber empfindlich gegenüber Austrocknung, was ihre Lebensdauer und Ausbreitungsmöglichkeiten begrenzt (THIERS 1988). Ähnliche Cladien und thalloide oder scheibenförmige Brutkörper sind typisch für epiphylle Moose der tropischen Regenwälder (RICHARDS 1984, THIERS 1988, SCHUSTER 1988). In der temperaten Zone kommen sie dagegen nur bei wenigen Moosarten vor. *Metzgeria furcata*, die im Gebiet mehrfach auf lebenden Blättern nachgewiesen wurde, bildet ebenfalls thalloide Brutkörper.

Alle übrigen Arten, die im Nordschwarzwald öfters epiphyll wachsen (*Hypnum andoi*, *Lejeunea cavifolia*, *Lophocolea bidentata*), breiten sich vor allem durch Sprossfragmente aus, die von angrenzenden, meist auf Borke siedelnden Beständen auf die Blätter verfrachtet werden. Diese Sprossfragmente können sich auf den Blattoberflächen ebenfalls schnell etablieren und

ohne Protonema-Stadien direkt weiterwachsen, werden aber nicht in so großer Zahl wie die spezialisierten Diasporen von *Metzg. temperata* und *Micr. ulicina* gebildet. Dies ist ein wichtiger Grund für die viel höheren Frequenzwerte dieser beiden Lebermoose auf lebenden Blättern. Epiphytische Moosarten, die sich wahrscheinlich vor allem durch Sporen ausbreiten (etwa *Ulota bruchii*, *U. crispa* und *Orthotrichum*-Arten), wachsen im Gebiet nur extrem selten epiphyll. *Metzg. temperata* und *Micr. ulicina* sind diözisch und bilden in der Fundregion keine Sporophyten.

Damit erfolgt die Besiedlung der lebenden Blätter in der Fundregion vor allem durch vegetative Diasporen. Die vegetative Reproduktion hat gegenüber der sexuellen Reproduktion einige ökologisch bedeutsame Vorteile, denn die Propagulen können sich bereits an jüngeren Pflanzen bilden. Außerdem ist ihre Entwicklung oft weniger stark an bestimmte Jahreszeiten gebunden und benötigt weniger Zeit als die Bildung von Sporen. Allgemein keimen vegetative Diasporen besser und schneller als Sporen, werden aber aufgrund ihrer Größe seltener über weite Entfernungen verfrachtet (DURING 1990, NEWTON & MISHLER 1994, LAAKA-LINDBERG, KORPELAINEN & POHJAMO 2003). Für epiphylle Moose ist eine effiziente Ausbreitung besonders wichtig, weil die Substrate kurzlebig sind. An den Fundstellen im Untersuchungsgebiet hängt die Besiedlung der Blätter davon ab, ob in der unmittelbaren Nachbarschaft epiphytische Bestände der Moosarten auf der Borke von Bäumen wachsen. Die von diesen Pflanzen produzierten vegetativen Diasporen können trotz ihrer Größe leicht über kurze Distanzen auf benachbarte Blätter transportiert werden, insbesondere durch Niederschlagswasser und Luftströmungen oder durch die Schwerkraft. Aufschlussreich wären Dauerbeobachtungen und experimentelle Untersuchungen zur Ausbreitung und Etablierung der epiphyllen Moose. Bemerkenswert ist die hohe Zahl der Gefäßpflanzenarten, die im Gebiet von epiphyllen Moosen besiedelt werden. Bei einer Nachsuche lassen sich sicher weitere Trägerpflanzen auffinden. Generell kommen alle Blütenpflanzen und Farne mit immergrünen, wintergrünen und sommergrünen Blättern, die an mikroklimatisch geeigneten Stellen wachsen, als Substrat in Frage.

Die Entdeckung epiphyller Moose im Schwarzwald wirft die Frage auf, ob diese Funde mit den gegenwärtigen Umweltveränderungen (Klimawandel, Änderung der Schadstoffbelastung der Luft) zusammenhängen. Andererseits lässt sich

nicht ausschließen, dass die meist kleinflächigen und unauffälligen Vorkommen bisher übersehen wurden. Es ist jedoch zu erwarten, dass die seit den 1980er Jahren stark gesunkenen SO_2 -Emissionen positive Auswirkungen auf epiphylle Moose haben. Alle Arten, die im Gebiet öfters auf lebenden Blättern gefunden wurden (*Metzg. temperata*, *Micr. ulicina*, *Hypnum andoi*, *Metzgeria furcata*, *Lejeunea cavifolia*), reagieren auf Luftschadstoffe empfindlich (SAUER 2000).

Mit dem Absinken der SO_2 -Belastung treten neuerdings luftgetragene Stickstoffverbindungen (NO_x und NH_3 bzw. Nitrat-, Ammonium- und Wasserstoff-Ionen als Folgeprodukte) zunehmend in den Vordergrund. Als Folge nehmen eutrophierungstolerante und nitrophytische Moosarten zu (z.B. GREVEN 1992, BATES et al. 1997, SAUER 2000, FRANZEN 2001, FRIEDEL & MÜLLER 2004). Bisher ist nicht bekannt, wie sich diese hohen atmosphärischen Stickstoffeinträge auf epiphylle Moose auswirken, die ihre Nährstoffe hauptsächlich aus dem Niederschlagswasser beziehen (PÓCS 1982a, RICHARDS 1984). Labor- und Geländeuntersuchungen ergaben, dass die Reaktion von Moosen auf erhöhte Stickstoffgaben artspezifisch ist und vom Wuchsort abhängt. An oligotrophen Standorten lässt sich das Wachstum und die Produktivität bestimmter Arten durch eine Zunahme der Stickstoffdeposition fördern (FARMER, BATES & BELL 1992, LEE et al. 1998, JAUHAINEN, SILVOLA & VASANDER 1998, BATES 2000, TURETSKY 2003). Als Folge der NH_3 -Emissionen steigt außerdem der pH-Wert des Niederschlagswassers, was neutrophytische Moose begünstigt.

Übersteigt dagegen der Stickstoffeintrag für längere Zeit den Bedarf der Pflanzen, können Stickstoffverbindungen im Gewebe der Moose akkumulieren und Schäden verursachen, weil sie wichtige metabolische Prozesse stören (LEE et al. 1998, JAUHAINEN, SILVOLA & VASANDER 1998, BATES 2000, TURETSKY 2003). Auf den Britischen Inseln wurde durch experimentelle Studien belegt, dass eine erhöhte atmosphärische Stickstoffzufuhr (Ammonium, Nitrat) das Sprosswachstum von *Frullania tamarisci*, *Isoetium myosuroides* und *Dicranum scoparium* an epiphytischen Standorten hemmt. Gleichzeitig wurden im Gewebe dieser Arten höhere Stickstoffkonzentrationen gemessen (MITCHELL et al. 2004). *F. tamarisci* und *I. myosuroides* bevorzugen Gebiete mit geringen Ammonium-Konzentrationen im Stammablaufwasser und sind daher potentielle Indikatoren für niedrige atmosphärische Stickstoffeinträge (MITCHELL et al. 2005). In Dauerbeobachtungsflächen

an Baumstämmen, die regelmäßig mit löslichen Nitrat- und Ammoniumverbindungen besprüht wurden, zeigten sich bei *Metzgeria furcata*, *Radula complanata* und *Ulota crispa* Nekrosen (FRANZEN-REUTER & FRAHM 2007). Alle Lebermoosarten, die im Gebiet öfters auf lebenden Blättern wachsen, zeichnen sich durch eine eher geringe Eutrophierungstoleranz aus. Gegen eine Förderung der epiphyllen Moose durch atmosphärische Stickstoffeinträge spricht auch, dass auf den Blättern keine typischen Arten eutrophierter Stellen wie *Brachythecium rutabulum*, *Orthotrichum diaphanum* oder *O. affine* nachgewiesen wurden. *Hypnum andoi* und *H. cupressiforme* werden allerdings durch erhöhte Stickstoffgaben begünstigt (MITCHELL et al. 2005, ZECHMEISTER et al. 2007).

In den Tropen wurde eine enge Beziehung zwischen dem Wachstum epiphyller Moose und den Niederschlagsverhältnissen festgestellt (WINKLER 1967, OLARINMOYE 1974). Kälteperioden haben negative Auswirkungen auf die epiphylle Moosvegetation (PÓCS 1978, 1982a, GRADSTEIN 1992). An den Fundstellen im Nordschwarzwald reagieren die auf Blättern wachsenden Arten schon auf geringe, kleinräumige mikroklimatische Unterschiede sehr empfindlich. Daher ist anzunehmen, dass die gegenwärtigen Klimaänderungen einen Einfluss auf epiphylle Moose haben, insbesondere die Erhöhung der Lufttemperatur und der Anstieg der Niederschläge in den Wintermonaten (STOCK 2005). In den milden, feuchten Wintern der letzten Jahre konnten sich diese Arten auf winter- oder immergrünen Blättern gut entwickeln, weil ihr Wachstum kaum durch längere Frostperioden unterbrochen wurde. Außerdem bleiben die Blätter vieler Gefäßpflanzen in milden Wintern grün, was die Wuchsmöglichkeiten steigert. Umgekehrt können starke Fröste wichtige Trägerpflanzen (z.B. wintergrüne *Rubus*-Arten) schädigen. Für das Vorkommen epiphyller Moose auf sommergrünen Gefäßpflanzen ist entscheidend, dass in der Zeit zwischen der Entwicklung und dem Absterben der Blätter (Frühjahr-Herbst) längere Trockenperioden fehlen.

In den letzten Jahrzehnten haben sich verschiedene *Rubus*-Arten im Schwarzwald als Folge von Umweltveränderungen ausgebreitet (z.B. BÜRGER-ARNDT 1994, STETZKA 1994, SCHREINER & GRUNERT 1998, SCHREINER 2001), was epiphylle Moose sicher begünstigt hat. Allerdings wurden an den Fundstellen nur (schwer oder nicht bestimmbare) *Rubus*-Pflanzen beobachtet, die eher kümmerlich entwickelt sind, nicht blühen

und auch keine hohen Deckungswerte erreichen. Eine Förderung epiphyller Moose ist auch durch die neuerdings diskutierte Ausbreitung immergrüner, laurophyller Gefäßpflanzen in mitteleuropäischen Wäldern seit den 1980er Jahren (Laurophyllisation, WALTHER 2001, 2002, DIERSCHKE 2005) als Folge der Klimaerwärmung (milde Winter) anzunehmen. STETZKA (1994) hat in Wald-Dauerflächen beobachtet, dass winter- und immergrüne Gefäßpflanzen aufgrund überdurchschnittlich hoher Temperaturen im Winter zunehmen.

Wahrscheinlich sind die epiphyllen Moospopulationen im Gebiet starken saisonalen und jährlichen Schwankungen unterworfen, die von den Wetterbedingungen abhängen. Es ist auch möglich, dass sich die Höhenverbreitung der epiphyllen Moose als Folge von Klimaänderungen verschiebt. Wegen der Kurzlebigkeit der Substrate reagieren sie auf Umweltveränderungen sehr schnell. Daher wäre eine wiederholte Untersuchung der epiphyllen Moosvegetation in Dauerflächen aufschlussreich.

Literatur

- AHRENS, M. (2008): Epiphylle Moose im Nordschwarzwald (Südwestdeutschland). – *Carolinea*, **66**: 35-52.
- BATES, J. W. (2000): Mineral nutrition, substratum ecology, and pollution. – In: SHAW, A. J. & GOFFINET, B. (eds): *Bryophyte biology*. – X + 476 S.; Cambridge (Cambridge University Press).
- 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.
- BOECKER, M., FISCHER, E. & LOBIN, W. (1993): Epiphylle Moose von den Kanarischen Inseln (La Gomera und Teneriffa). – *Nova Hedwigia*, **57**: 219-230.
- BÜRGER-ARNDT, R. (1994): Zur Bedeutung von Stickstoffeinträgen für naturnahe Vegetationseinheiten in Mitteleuropa. – *Diss. Bot.*, **220**: 1-226.
- COLEY, P. D., KURSAR, T. A. & MACHADO, J.-L. (1993): Colonization of tropical rain forest leaves by epiphylls: effects of site and host plant leaf lifetime. – *Ecology*, **74**: 619-623.
- DAVISON, P. G. (1997): Epiphyllous liverworts newly discovered in the Southern Appalachians. – *Castanea*, **62**: 215-218.
- DIAMOND, A. R., WOODS, M. & RUNDELL, H. (1999): Epiphyllous hepatics from southern Alabama. – *Bryologist*, **102**: 309-313.
- DIERSCHKE, H. (2005): Laurophyllisation – auch eine Erscheinung im nördlichen Mitteleuropa? Zur aktuellen Ausbreitung von *Hedera helix* in sommergrünen Laubwäldern. – *Ber. Reinh.-Tüxen-Ges.*, **17**: 151-168.

- DUCKETT, J. G. (2008): Epiphyllic and epifungal liverworts on Hampstead Heath, London. – *Field Bryology*, **95**: 8-10.
- DURING, H. J. (1990): Clonal growth patterns among bryophytes. – In: VAN GROENENDAEL, J. & DE KROON, H. (eds): *Clonal growth in plants: regulation and function*: 153-176; The Hague (SPB Acad. Publ.).
- ELLIS, E. A. (1971): Epiphyllous Hepaticae in southwest Georgia. – *Bryologist*, **74**: 49-50.
- FARMER, A. M., BATES, J. W. & BELL, J. N. B. (1992): Ecophysiological effects of acid rain on bryophytes and lichens. – In: BATES, J. W. & FARMER, A. M. (eds): *Bryophytes and lichens in a changing environment*. – XII + 404 S.; Oxford (Oxford University Press).
- FRANZEN, I. (2001): Epiphytische Moose und Flechten als Bioindikatoren der Luftqualität am Westrand des Ruhrgebietes. – *Limprichtia*, **16**: I-IV + 1-85.
- FRANZEN-REUTER, I. & FRAHM, J.-P. (2007): Auswirkungen experimenteller Stickstoffgaben auf die Epiphytenflora in Dauerbeobachtungsflächen (Rheinland-Pfalz, Deutschland). – *Herzogia*, **20**: 61-75.
- FRIEDEL, A. & MÜLLER, F. (2004): Bryophytes and lichens as indicators for changes of air pollution in the Serahn Natural Forest Reserve (Mueritz National Park). – *Herzogia*, **17**: 279-286.
- GRADSTEIN, S. R. (1992): The vanishing tropical rain forest as an environment for bryophytes and lichens. – In: BATES, J. W. & FARMER, A. M. (eds): *Bryophytes and lichens in a changing environment*. – XII + 404 S.; Oxford (Oxford University Press).
- GRADSTEIN, S. R. (1997): The taxonomic diversity of epiphyllous bryophytes. – *Abstracta Botanica*, **21**: 15-19.
- GREVEN, H. C. (1992): Changes in the Dutch bryophyte flora and air pollution. – *Diss. Bot.*, **194**: 1-237.
- HILL, M. O. & PRESTON, C. D. (1998): The geographical relationships of British and Irish bryophytes. – *J. Bryol.*, **20**: 127-226.
- JAUHAINEN, J., SILVOLA, J. & VASANDER, H. (1998): Effects of increased carbon dioxide and nitrogen supply on mosses. – In: BATES, J. W., ASHTON, N. W. & DUCKETT, J. G. (eds): *Bryology for the twenty-first century*. – XII + 382 S.; Leeds (Maney).
- KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W. & GRADSTEIN, S. R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. – *Schr.-R. f. Vegetationskde.*, **34**: 1-519.
- LAAKA-LINDBERG, S., KORPELAINEN, H. & POHJAMO, M. (2003): Dispersal of asexual propagules in bryophytes. – *J. Hattori Bot. Lab.*, **93**: 319-330.
- LEE, J. A., CAPORN, S. J. M., CARROLL, J., FOOT, J. P., JOHNSON, D., POTTER, L. & TAYLOR, A. F. S. (1998): Effects of ozone and atmospheric nitrogen deposition on bryophytes. – In: BATES, J. W., ASHTON, N. W. & DUCKETT, J. G. (eds): *Bryology for the twenty-first century*. – XII + 382 S.; Leeds (Maney).
- MEINUNGER, L. & SCHRÖDER, W. (2007): *Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands*. Bd. 1. – 636 S.; Regensburg (Regensburgische Botanische Gesellschaft).
- MITCHELL, R. J., SUTTON, M. A., TRUSCOTT, A.-M., LEITH, I. D., CAPE, J. N., PITCAIRN, C. E. R. & VAN DIJK, N. (2004): Growth and tissue nitrogen of epiphytic Atlantic bryophytes: effects of increased and decreased atmospheric N deposition. – *Functional Ecology*, **18**: 322-329.
- MITCHELL, R. J., TRUSCOTT, A. M., LEITH, I. D., CAPE, J. N., VAN DIJK, N., TANG, Y. S., FOWLER, D. & SUTTON, M. A. (2005): A study of the epiphytic communities of Atlantic oak woods along an atmospheric nitrogen deposition gradient. – *J. Ecol.*, **93**: 482-492.
- MONGE-NAJERA, J. & BLANCO, M. A. (1995): The influence of leaf characteristics on epiphyllic cover: a test of hypotheses with artificial leaves. – *Tropical Bryology*, **11**: 5-9.
- 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).
- NEBEL, M. & PHILIPPI, G. (Hrsg.) (2005): *Die Moose Baden-Württembergs*. Bd. 3: Spezieller Teil (Bryophyta: Sphagnopsida, Marchantiophyta, Anthocerotophyta). – 487 S.; Stuttgart (Ulmer).
- NEWTON, A. E. & MISHLER, B. D. (1994): The evolutionary significance of asexual reproduction in mosses. – *J. Hattori Bot. Lab.*, **76**: 127-145.
- OBBERDORFER, E. (2001): *Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete*. – 8. Aufl., 1051 S.; Stuttgart (E. Ulmer).
- OLARINMOYE, S. O. (1974): Ecology of epiphyllous liverworts: growth in three natural habitats in Western Nigeria. – *J. Bryol.*, **8**: 275-289.
- PATON, J. A. (1999): *The Liverwort Flora of the British Isles*. – 626 S.; Martins, Great Horkesley, Colchester, Essex (Harley).
- PÖCS, T. (1978): Epiphyllous communities and their distribution in East Africa. – *Bryophytorum Bibliotheca*, **13**: 681-713.
- PÖCS, T. (1982a): Tropical forest bryophytes. – In: SMITH, A. J. E. (ed): *Bryophyte ecology*. – X + 511 S.; London (Chapman and Hall).
- PÖCS, T. (1982b): An epiphyllous liverwort community from the Caucasus Mountains. – *Bryol. Beitr.*, **1**: 13-22.
- POELT, J. & VÉZDA, A. (1992): Ein Vorkommen foliicoler Flechten in der Steiermark. – *Herzogia*, **9**: 239-246.
- PORLEY, R. D. (1996): Foliicolous *Metzgeria fruticulosa* on Box leaves in the Chiltern Hills, England. – *J. Bryol.*, **19**: 188-189.
- RICHARDS, P. W. (1984): The ecology of tropical forest bryophytes. – In: SCHUSTER, R. M. (ed): *New manual of bryology*. Vol. 2. – 669 S.; Nichinan (Hattori Bot. Lab.).
- RICHARDS, P. W. (1988): Tropical forest bryophytes. Synusia and strategies. – *J. Hattori Bot. Lab.*, **64**: 1-4.
- SAUER, M. (2000): Moose als Bioindikatoren. – In: NEBEL, M. & PHILIPPI, G. (Hrsg.): *Die Moose Baden-Württembergs*. Bd. 1: Allgemeiner Teil, Spezieller Teil (Bryophytina I, Andreaeales bis Funariales). – 512 S.; Stuttgart (E. Ulmer).
- 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.
- SCHREINER, M. (2001): Vorkommen und Ausbreitung von Brombeeren sowie ihre Bedeutung für die Naturverjüngung von Tannen-Fichten-Wäldern – dargestellt am Beispiel der Region „Oberer Neckar“. – Agrarforschung in Baden-Württemberg, **31**: I-II + 1-199.
- SCHREINER, M. & GRUNERT, U. (1998): Brombeeren in den Wäldern Baden-Württembergs. – AFZ/Der Wald, **53**: 223-227.
- SCHUSTER, R. M. (1988): Ecology, reproductive biology and dispersal of Hepaticae in the tropics. – J. Hattori Bot. Lab., **64**: 237-269.
- SJÖGREN, E. (1975): Epiphyllous bryophytes of Madeira. – Svensk Bot. Tidskr., **69**: 217-288.
- SJÖGREN, E. (1978): Bryophyte vegetation in the Azores Islands. – Mem. Soc. Broteriana, **26**: 1-283.
- SJÖGREN, E. (1997): Epiphyllous bryophytes in the Azores Islands. – Arquipélago. Life and Marine Sciences, **15A**: 1-49.
- STETZKA, K. M. (1994): Die Waldbodenvegetation als Bioindikator für Umweltbelastungen unter besonderer Berücksichtigung der Moosflora. – Diss. Bot., **232**: 1-414.
- STEVENSON, R. (2001): An epiphyllous moss in Norfolk. – Bull. Brit. Bryol. Soc., **77**: 49-50.
- STOCK, M. (Hrsg.) (2005): KLARA – Klimawandel – Auswirkungen, Risiken, Anpassung. – PIK Report, **99**: I-XVI + 1-200.
- THIERS, B. M. (1988): Morphological adaptations of the Jungermanniales (Hepaticae) to the tropical rainforest habitat. – J. Hattori Bot. Lab., **64**: 5-14.
- TURETSKY, M. R. (2003): The role of bryophytes in carbon and nitrogen cycling. – Bryologist, **106**: 395-409.
- V. D. DUNK, K. (1978): Beobachtungen an epiphyllen Moosen. – Hoppea, **37**: 161-178.
- WALTHER, G.-R. (2001): Laurophyllisation – a sign of a changing climate? – In: BURGA, C.A. & KRATOCHWIL, A. (eds): Biomonitoring: General and applied aspects on regional and global scales. Tasks for veg. sci., **35**: 207-223; Dordrecht (Kluwer).
- WALTHER, G.-R. (2002): Weakening of climatic constraints with global warming and its consequences for evergreen broad-leaved species. – Folia Geobotanica, **37**: 129-139.
- WINKLER, S. (1967): Die epiphyllen Moose der Nebelwälder von El Salvador C.A. – Rev. bryol. lichénol., **35**: 303-369.
- ZARTMAN, C.E. & NASCIMENTO, H. E. M. (2006): Are habitat-tracking metacommunities dispersal limited? Inferences from abundance-occupancy patterns of epiphylls in Amazonian forest fragments. – Biological Conservation, **127**: 46-54.
- ZECHMEISTER, H. G., DIRNBÖCK, T., HÜLBER, K. & MIRTIL, M. (2007): Assessing airborne pollution effects on bryophytes – lessons learned through long-term integrated monitoring in Austria. – Environmental Pollution, **147**: 696-705.
- ZIPPEL, E. (1998): Die epiphytische Moosvegetation der Kanarischen Inseln. Soziologie, Struktur und Ökologie. – Bryophytorum Bibliotheca, **52**: 1-149.

Anhang

Vorkommen epiphyller Moose auf lebenden Blättern verschiedener Trägerpflanzen an den einzelnen Fundstellen im Nordschwarzwald.

Berücksichtigt wurden nur Pflanzen, die im engen Sinn epiphyll wachsen (Ansiedlungen auf Blattoberflächen, siehe Abschnitt 2).

Lebermoose

Frullania dilatata

Einzugsgebiet der Oos: TK 25 7215 SW: Gunzenbach SW Baden-Baden-Lichtental, 330 m, Rotliegendes (Porphyry); auf *Polystichum setiferum*, 06.2008.

Frullania tamarisci

Einzugsgebiet der Oos: 7215 SE: Geroldsauer Wasserfall S Geroldsau, 280-300 m, Granit; auf *Rhododendron ponticum*, 05.2008; auf *Rubus*, 06.2009.

Lejeunea cavifolia

Einzugsgebiet der Alb: 7216 NE: Rotenbach SE Bad Herrenalb, 460 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Hedera helix*, 10.2008. Rotenbach SE Bad Herrenalb, 470 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Cardamine pratensis*, *Luzula sylvatica*, 11.2008.

Enzgebiet: 7217 NE: Forellenbach SE Höfen, 510-520 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, *Rubus*, 08.2008. – 7217 NW: Tröstbach-Tal SW Dennach, 470-480 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, 07.2008. – 7217 NE: Calmbächle-Tal SE Calmbach, 485 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, *Rubus*, 07.2008; auf *Dryopteris dilatata*, *Lamium galeobdolon*, *Oxalis acetosella*, *Stellaria nemorum*, 10.2008. Blindbach SE Calmbach, 540 m, Buntsandstein; auf *Picea abies*, 08.2008; auf *Rubus*, 10.2008.

Murggebiet: 7116 SW: Michelbach zwischen Bruhberg und Tannschachberg E Michelbach, 400 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Hedera helix*, *Polystichum aculeatum*, 04.2009. – 7316 SW: Kaltenbach-Tal NE Kirschbaumwasen N Schön Münz z ach, 470 m, Granit; auf *Abies alba*, 07.2008.

Einzugsgebiet von Acher und Rench: 7415 NW: Gottschlägbach unterhalb Edelfrauengrab SE Ottenhöfen, 400 m, Rotliegendes (Porphy); auf *Abies alba*, 09.2008. Gottschlägbach SE Ottenhöfen, Seitenbach unterhalb Blöchereck, 420 m, Rotliegendes (Porphy); auf *Dryopteris dilatata*, 09.2008. – 7415 SW: Lierbach unterhalb der Wasserfälle bei Allerheiligen NE Oppenau, 510 m, Granit; auf *Rubus*, 09.2008.

Lophocolea bidentata

Einzugsgebiet der Alb: 7116 SE: Brach Siegen E Schielberg, 325-330 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, *Blechnum spicant*, *Cardamine pratensis*, *Deschampsia cespitosa*, *Festuca altissima*, *Luzula sylvatica*, *Oxalis acetosella*, *Picea abies*, *Rubus*, *Vaccinium myrtillus*, 10.2007–02.2008.

Enzgebiet: 7217 NW: Tröstbach-Tal SW Denbach, 470-480 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, 07.2008. Mannenbächle-Tal SE Dobel, 510-520 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, 06.2008. – 7217 NE: Calmbächle-Tal SE Calmbach, 485 m, Buntsandstein; auf *Rubus*, 07.2008.

Murggebiet: 7116 SW: Michelbach zwischen Bruhberg und Tannschachberg E Michelbach, 400 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Polystichum aculeatum*, 04.2009.

Lophocolea heterophylla

Einzugsgebiet der Alb: 7116 SE: Brach Siegen E Schielberg, 325-330 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, 06.2009.

Metzgeria furcata

Einzugsgebiet der Alb: 7116 SE: Brach Siegen E Schielberg, 325-330 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, *Rubus*, 10.2007-02.2008; auf *Ilex aquifolium*, 01.2009. – 7216 NE: Rotenbach SE Bad Herrenalb, 470 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Cardamine pratensis*, *Filipendula ulmaria*, *Lamium galeobdolon*, *Primula elatior*, 11.2008.

Murggebiet: 7115 SE: Bach zwischen Jägertanne und Waldsee-Bad W Gaggenau, 170-180 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Rubus*, 09.2008; auf *Angelica sylvestris*, *Brachypodium sylvaticum*, *Lamium galeobdolon*, *Luzula sylvatica*, 11.2008. – 7116 SW: Michelbach zwischen Bruhberg und Tannschachberg E Michelbach, 350 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Rubus*, 03.2008. Michelbach zwischen Bruhberg und Tannschachberg E Michelbach, 370 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Hedera helix*, 04.2009. Michelbach zwischen Bruhberg und Tannschachberg E Mi-

chelbach, 400 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Polystichum aculeatum*, 04.2009.

Einzugsgebiet der Oos: 7215 SW: Gunzenbach SW Baden-Baden-Lichtental, 300 und 330 m, Rotliegendes (Porphy); an beiden Stellen auf *Polystichum setiferum*, 06.2008. – 7215 SE: Geroldsauer Wasserfall S Geroldsau, 280-300 m, Granit; auf *Hedera helix*, 05.2008; auf *Rubus*, 06.2009. Zwieselschlag NE Scherrhof SE Geroldsau, 600 m, Granit; auf *Abies alba*, 09.2008. – 7315 NE: Urbach E Bühlertal, 520-530 m, Granit; auf *Abies alba*, 08.2008.

Renchgebiet: 7415 SW: Lierbach unterhalb der Wasserfälle bei Allerheiligen NE Oppenau, 510 m, Granit; auf *Rubus*, 09.2008.

Metzgeria temperata

Einzugsgebiet der Alb: 7116 SE: Brach Siegen E Schielberg, 325-330 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, *Blechnum spicant*, *Cardamine pratensis*, *Dryopteris affinis*, *D. dilatata*, *Festuca altissima*, *Lamium galeobdolon*, *Luzula sylvatica*, *Oxalis acetosella*, *Picea abies*, *Rubus*, *Vaccinium myrtillus*, 10.2007-02.2008; auf *Acer pseudo-platanus*, *Athyrium filix-femina*, *Carex brizoides*, *Chrysosplenium oppositifolium*, *Circaea lutetiana*, *Fagus sylvatica*, *Frangula alnus*, *Ilex aquifolium*, *Milium effusum*, *Quercus petraea*, *Senecio ovatus*, *Thelypteris limbosperma*, *T. phegopteris*, *Viola reichenbachiana*, 10.-11.2008. – 7216 NE: Albtal unterhalb Plotzsägmühle SW Bad Herrenalb, 480-500 m, Granit; auf *Abies alba*, *Rubus*, 05.2008; auf *Athyrium filix-femina*, *Cardamine pratensis*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Circaea lutetiana*, *Dryopteris dilatata*, *Fagus sylvatica*, *Galium odoratum*, *Oxalis acetosella*, *Prenanthes purpurea*, *Stellaria nemorum*, *Thelypteris limbosperma*, 10.2008. Rotenbach SE Bad Herrenalb, 460 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Hedera helix*, *Rubus*, 05.2008; auf *Chaerophyllum hirsutum*, *Fagus sylvatica*, *Filipendula ulmaria*, *Milium effusum*, *Oxalis acetosella*, 10.-11.2008. Rotenbach SE Bad Herrenalb, 470 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Filipendula ulmaria*, *Lamium galeobdolon*, *Primula elatior*, *Ranunculus repens*, *Veronica montana*, 11.2008.

Enzgebiet: 7217 NE: Forellenbach SE Höfen, 490 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, 08.2008. Forellenbach SE Höfen, 510-520 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, *Rubus*, 08.2008; auf *Chaerophyllum hirsutum*, *Corylus avellana*, *Lamium galeobdolon*, 10.2008. – 7217 NW: Mannenbächle-Tal SE Dobel, 500-510 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, *Rubus*, 06.2008; auf *Athyrium filix-femina*,

Dryopteris dilatata, *Fagus sylvatica*, 10.2008. Mannenbächle-Tal SE Dobel, 510-520 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, *Picea abies*, 06.2008. – 7217 NE: Calmbächle-Tal SE Calmbach, 485 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, *Rubus*, 07.2008; auf *Corylus avellana*, *Lamium galeobdolon*, *Oxalis acetosella*, *Stellaria nemorum*, 10.2008. Würzbach SE Calmbach, 440 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, *Rubus*, 08.2008. Blindbach SE Calmbach, 470 m, Buntsandstein; auf *Rubus*, 08.2008. Blindbach SE Calmbach, 540 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, *Picea abies*, 08.2008; auf *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris affinis*, *D. dilatata*, *D. filix-mas*, *Lamium galeobdolon*, *Luzula sylvatica*, *Mycelis muralis*, *Oxalis acetosella*, *Rubus*, *Senecio ovatus*, *Stellaria nemorum*, 10.2008. – 7217 SW: Rohrmüßkar SW Wildbad, 580-590 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, 08.2008. Gütersbächle SW Wildbad, 630 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, *Picea abies*, 08.2008. Rollwasserbach SW Wildbad, 540 m, Granit; auf *Picea abies*, 08.2008. – 7216 SE: Rollwasserbach SW Wildbad, 680-690 m, Buntsandstein; auf *Picea abies*, 08.2008. Dürreychbach NE Kaltenbronn, an der Hirschhalde, 770 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, 08.2008.

Murggebiet: 7216 NW: Martelskammer E Ottenau, 210–220 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Viola reichenbachiana*, 11.2008. – 7316 SW: Spielbächle/Katzenloch SE Raumünzach, 430 m, Granit; auf *Abies alba*, 07.2008. Kaltenbach-Tal NE Kirschbaumwasen N Schön Münzach, 490 m, Granit; auf *Abies alba*, 07.2008. Bachschlucht zwischen Tirolerberg und Tauchert N Schön Münzach, 500 m, Granit; auf *Abies alba*, *Rubus*, 07.2008. Vorderer Seebach unterhalb des Schurmsees W Schön Münzach, 550 m, Granit; auf *Abies alba*, 08.2008. Vorderer Seebach unterhalb des Schurmsees W Schön Münzach, 610-620 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, 08.2008.

Einzugsgebiet der Oos: 7215 SW: Schlucht unterhalb des Geroldsauer Wasserfalls S Geroldsau, 270-280 m, Granit; auf *Rubus*, 06.2009. – 7215 SE: Geroldsauer Wasserfall S Geroldsau, 280-300 m, Granit; auf *Hedera helix*, *Rhododendron ponticum*, 05.2008; auf *Rubus*, 06.2009. – 7315 NE: Urbach E Bühlertal, 450-460 m, Granit; auf *Thuja plicata*, 08.2008.

Einzugsgebiet von Bühlott, Acher und Rench: 7315 NW: Gertelbach-Schlucht SE Bühlertal, 500 m, Granit; auf *Abies alba*, 06.2008. – 7415 NW: Gottschlägbach unterhalb Edelfrauengrab SE Ottenhöfen, 400 m, Rotliegendes (Porphyry); auf *Abies alba*, *Rubus*, 09.2008. Gottschlägbach

SE Ottenhöfen, Seitenbach unterhalb Blöcher-eck, 420 m, Rotliegendes (Porphyry); auf *Rubus*, 09.2008. – 7415 SW: Liezbach unterhalb der Wasserfälle bei Allerheiligen NE Oppenau, 510 m, Granit; auf *Abies alba*, *Rubus*, 09.2008; auf *Dryopteris dilatata*, *Oxalis acetosella*, 10.2008. Liezbach oberhalb der Wasserfälle bei Allerheiligen NE Oppenau, 590 m, Granit; auf *Abies alba*, *Athyrium filix-femina*, *Corylus avellana*, *Dryopteris dilatata*, *D. filix-mas*, *Oxalis acetosella*, *Rubus*, 10.2008.

Microlejeunea ulicina

Einzugsgebiet der Alb: 7116 SE: Brach Siegen E Schielberg, 325-330 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, *Blechnum spicant*, *Cardamine pratensis*, *Dryopteris affinis*, *D. dilatata*, *Festuca altissima*, *Lamium galeobdolon*, *Luzula sylvatica*, *Oxalis acetosella*, *Picea abies*, *Rubus*, *Vaccinium myrtillus*, 10.2007-02.2008; auf *Athyrium filix-femina*, *Carex brizoides*, *Circaea lutetiana*, *Fagus sylvatica*, *Frangula alnus*, *Lysimachia nemorum*, *Milium effusum*, *Quercus petraea*, *Senecio ovatus*, *Stellaria nemorum*, *Thelypteris limbosperma*, *T. phegopteris*, *Viola reichenbachiana*, 10.-11.2008; auf *Ilex aquifolium*, 01.2009. – 7216 NE: Albtal-jagdhaus im Albtal SW Bad Herrenalb, 420 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Galium odoratum*, *Hedera helix*, *Lamium galeobdolon*, *Oxalis acetosella*, *Rubus*, *Viola reichenbachiana*, 10.2008. Albtal unterhalb Plotzsägmühle SW Bad Herrenalb, 480-500 m, Granit; auf *Abies alba*, *Rubus*, 05.2008; auf *Dryopteris dilatata*, *Fagus sylvatica*, *Galium odoratum*, *Oxalis acetosella*, 10.2008. Rotenbach SE Bad Herrenalb, 460 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Dryopteris dilatata*, *Hedera helix*, *Lamium galeobdolon*, *Luzula sylvatica*, *Oxalis acetosella*, *Rubus*, 05.2008; auf *Ajuga reptans*, *Athyrium filix-femina*, *Carex sylvatica*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Dryopteris affinis*, *Fagus sylvatica*, *Filipendula ulmaria*, *Galium odoratum*, *Geranium robertianum*, *Milium effusum*, 10.-11.2008. Rotenbach SE Bad Herrenalb, 470 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Filipendula ulmaria*, *Lamium galeobdolon*, 11.2008; auf *Abies alba*, 06.2009.

Enzgebiet: 7117 SE: Größelbach E Neuenbürg, 350 m, Buntsandstein; auf *Hedera helix*, 09.2008. – 7217 NE: Forellenbach SE Höfen, 490 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, 08.2008. Forellenbach SE Höfen, 510-520 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, *Rubus*, 08.2008; auf *Chaerophyllum hirsutum*, 10.2008. – 7217 NW: Tröstbach-Tal SW Dennach, 470-480 m, Buntsandstein; auf

Abies alba, 07.2008. Mannenbächle-Tal SE Döbel, 500-510 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, *Rubus*, 06.2008; auf *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris dilatata*, *Fagus sylvatica*, 10.2008. – 7217 NE: Calmbächle-Tal SE Calmbach, 485 m, Buntsandstein; auf *Rubus*, 07.2008; auf *Corylus avellana*, 10.2008. Würzbach SE Calmbach, 440 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, *Rubus*, 08.2008. Blindbach SE Calmbach, 470 m, Buntsandstein; auf *Oxalis acetosella*, *Rubus*, 08.2008. Blindbach SE Calmbach, 540 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, 08.2008; auf *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris dilatata*, *D. filix-mas*, *Lamium galeobdolon*, *Rubus*, 10.2008. – 7217 SW: Gütersbächle SW Wildbad, 550 m, Buntsandstein; auf *Rubus*, 08.2008.

Murggebiet: 7115 SE: Krappenloch W Bad Rotenfels, 140-150 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Rubus*, 09.2008. Bach zwischen Jägertanne und Waldsee-Bad W Gaggenau, 170-180 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Ajuga reptans*, *Hedera helix*, *Picea abies*, *Rubus*, *Viola reichenbachiana*, 09.2008; auf *Angelica sylvestris*, *Brachypodium sylvaticum*, *Carex pendula*, *C. sylvatica*, *Cirsium palustre*, *Dryopteris carthusiana*, *D. filix-mas*, *Galium palustre*, *Geranium robertianum*, *Lamium galeobdolon*, *Luzula sylvatica*, 11.2008. Bach zwischen Jägertanne und Waldsee-Bad W Gaggenau, Einmündung einer Seitenklinge, 170-180 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Dryopteris carthusiana*, *D. dilatata*, *Milium effusum*, *Rubus*, 11.2008. – 7116 SW: Michelbach zwischen Bruhberg und Tannschachberg E Michelbach, 310 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Rubus*, 03.2008. – 7216 NW: Martelskammer E Ottenau, 210-220 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Abies alba*, *Oxalis acetosella*, *Rubus*, 07.2008; auf *Ajuga reptans*, *Dryopteris dilatata*, *Epilobium montanum*, *Geranium robertianum*, *Geum urbanum*, *Glechoma hederacea*, *Hedera helix*, *Lapsana communis*, *Veronica montana*, *Viola reichenbachiana*, 11.2008. – 7316 SW: Kaltenbach-Tal NE Kirschbaumwasen N Schönmünzsch, 470 m, Granit; auf *Abies alba*, *Rubus*, 07.2008. Kaltenbach-Tal NE Kirschbaumwasen N Schönmünzsch, 490 m, Granit; auf *Abies alba*, 07.2008. Vorderer Seebach unterhalb des Schurmsees W Schönmünzsch, 550 m, Granit; auf *Abies alba*, 08.2008.

Einzugsgebiet der Oos: 7215 SW: Schlucht unterhalb des Geroldsauer Wasserfalls S Geroldsau, 270-280 m, Granit; auf *Rubus*, 06.2009. – 7215 SE: Geroldsauer Wasserfall S Geroldsau,

280-300 m, Granit; auf *Hedera helix*, *Rhododendron ponticum*, 05.2008; auf *Abies alba*, *Rubus*, 06.2009.

Einzugsgebiet von Bühlott, Acher und Rench: 7315 NW: Gertelbach-Schlucht SE Bühlertal, 500 m, Granit; auf *Abies alba*, 06.2008. – 7415 NW: Gottschlägbach unterhalb Edelfrauengrab SE Ottenhöfen, 400 m, Rotliegendes (Porphyry); auf *Abies alba*, *Oxalis acetosella*, *Rubus*, 09.2008. Gottschlägbach SE Ottenhöfen, Seitenbach unterhalb Blöchereck, 420 m, Rotliegendes (Porphyry); auf *Dryopteris dilatata*, *Oxalis acetosella*, *Rubus*, 09.2008. – 7415 SW: Liebbach unterhalb der Wasserfälle bei Allerheiligen NE Oppenau, 510 m, Granit; auf *Rubus*, 09.2008. Liebbach oberhalb der Wasserfälle bei Allerheiligen NE Oppenau, 590 m, Granit; auf *Abies alba*, *Athyrium filix-femina*, *Corylus avellana*, *Dryopteris filix-mas*, *Rubus*, 10.2008.

Radula complanata

Enzgebiet: 7217 NE: Forellenbach SE Höfen, 510-520 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, 08.2008. Calmbächle-Tal SE Calmbach, 485 m, Buntsandstein; auf *Lamium galeobdolon*, 10.2008.

Murggebiet: 7116 SW: Michelbach zwischen Bruhberg und Tannschachberg E Michelbach, 400 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Polystichum aculeatum*, 04.2009. – 7316 SW: Kaltenbach-Tal NE Kirschbaumwasen N Schönmünzsch, 470 m, Granit; auf *Abies alba*, 07.2008.

Laubmoose

Dicranoweisia cirrata

Einzugsgebiet der Alb: 7116 SE: Brach Siegen E Schielberg, 325-330 m, Buntsandstein; auf *Rubus*, 10.2007-02.2008.

Dicranum montanum

Einzugsgebiet der Alb: 7116 SE: Brach Siegen E Schielberg, 325-330 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, 06.2009.

Dicranum scoparium

Einzugsgebiet der Alb: 7116 SE: Brach Siegen E Schielberg, 325-330 m, Buntsandstein; auf *Lamium galeobdolon*, 10.2008.

Eurhynchium praelongum

Einzugsgebiet der Alb: 7216 NE: Rotenbach SE Bad Herrenalb, 470 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Primula elatior*, 11.2008.

Hypnum andoi

Einzugsgebiet der Alb: 7116 SE: Brach Siegen E Schielberg, 325-330 m, Buntsandstein; auf *Rubus*, 10.2007-02.2008; auf *Chrysosplenium oppositifolium*, *Ilex aquifolium*, *Lamium galeobdolon*, 10.-11.2008; auf *Abies alba*, 07.2009. – 7216 NE: Albtal unterhalb Plotzsägmühle SW Bad Herrenalb, 480-500 m, Granit; auf *Rubus*, 05.2008; auf *Thelypteris limbosperma*, 10.2008. Rotenbach SE Bad Herrenalb, 460 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Hedera helix*, 10.2008. Rotenbach SE Bad Herrenalb, 470 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Lamium galeobdolon*, 11.2008.

Enzgebiet: 7117 SE: Gröbelbach E Neuenbürg, 350 m, Buntsandstein; auf *Hedera helix*, 09.2008. – 7217 NW: Mannenbächle-Tal SE Dobel, 500-510 m, Buntsandstein; auf *Rubus*, 10.2008. – 7217 NE: Calmbächle-Tal SE Calmbach, 485 m, Buntsandstein; auf *Rubus*, 07.2008. Blindbach SE Calmbach, 470 m, Buntsandstein; auf *Rubus*, 08.2008. Blindbach SE Calmbach, 540 m, Buntsandstein; auf *Lamium galeobdolon*, *Rubus*, 10.2008.

Murggebiet: 7115 SE: Bach zwischen Jägertanne und Waldsee-Bad W Gaggenau, 170-180 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Rubus*, 09.2008; auf *Cirsium palustre*, *Lamium galeobdolon*, 11.2008. – 7116 SW: Michelbach zwischen Bruhberg und Tannschachberg E Michelbach, 400 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Polystichum aculeatum*, 04.2009. – 7216 NW: Martelskammer E Ottenau, 210-220 m, Rotliegendes (Sedimente); auf *Rubus*, 11.2008.

Einzugsgebiet der Oos: 7215 SW: Gunzenbach SW Baden-Baden-Lichtental, 300 und 330 m, Rotliegendes (Porphyry); an beiden Stellen auf *Polystichum setiferum*, 06.2008. – 7215 SE: Geroldsauer Wasserfall S Geroldsau, 280-300 m, Granit; auf *Rhododendron ponticum*, *Rubus*, 06.2009.

Einzugsgebiet von Acher und Rench: 7415 NW: Gottschlägbach unterhalb Edelfrauengrab SE Ottenhöfen, 400 m, Rotliegendes (Porphyry); auf *Abies alba*, *Rubus*, 09.2008. Gottschlägbach SE Ottenhöfen, Seitenbach unterhalb Blöchereck, 420 m, Rotliegendes (Porphyry); auf *Rubus*, 09.2008. – 7415 SW: Lierbach unterhalb der Wasserfälle bei Allerheiligen NE Oppenau, 510 m, Granit; auf *Rubus*, 09.2008. Lierbach oberhalb der Wasserfälle bei Allerheiligen NE Oppenau, 590 m, Granit; auf *Rubus*, 10.2008.

Isoethecium myosuroides

Einzugsgebiet der Oos: 7215 SE: Geroldsauer Wasserfall S Geroldsau, 280-300 m, Granit; auf *Rhododendron ponticum*, 08.2008; auf *Rubus*, 06.2009.

Neckera complanata

Renchgebiet: 7415 SW: Lierbach unterhalb der Wasserfälle bei Allerheiligen NE Oppenau, 510 m, Granit; auf *Rubus*, 09.2008.

Neckera pumila

Einzugsgebiet der Oos: 7315 NE: Urbach E Bühlerlertal, 520-530 m, Granit; auf *Abies alba*, 08.2008.

Orthotrichum spec.

Murggebiet: 7316 SW: Kaltenbach-Tal NE Kirschbaumwasen N Schön Münzschach, 470 m, Granit; auf *Abies alba*, 07.2008.

Ulota bruchii/crispa

Einzugsgebiet der Alb: 7116 SE: Brach Siegen E Schielberg, 325-330 m, Buntsandstein; auf *Abies alba*, 06.2009.

Enzgebiet: 7217 NE: Blindbach SE Calmbach, 540 m, Buntsandstein; auf *Picea abies*, 08.2008.

Renchgebiet: 7415 SW: Lierbach oberhalb der Wasserfälle bei Allerheiligen NE Oppenau, 590 m, Granit; auf *Rubus*, 10.2008.